



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**“Estudio comparativo: Metodología tradicional vs. BIM en
la elaboración del presupuesto de obra para el proyecto
Casa Libre.”**

TUTOR

Guevara Salazar Marcelo Fabián.

AUTORES

KEVIN PATRICIO COBOS AVILA

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

“Estudio comparativo: Metodología tradicional vs. BIM en la elaboración del presupuesto de obra para el proyecto Casa Libre.”

AUTOR/ES:

Cobos Avila Kevin Patricio.

TUTOR:

Guevara Salazar Marcelo Fabián.

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Ingeniería, Industria y
Construcción.

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS: 144

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.

PALABRAS CLAVE: Presupuesto, Planificación, Ingeniería de la construcción, Construcción de viviendas, Ingeniería civil, Diseño de proyecto.

RESUMEN:

La elaboración de presupuestos en proyectos de construcción civil es una fase crítica que determina el éxito o fracaso de un proyecto. Este trabajo de titulación se centra en evaluar el procedimiento de elaboración de presupuestos utilizado de manera tradicional por la constructora Portonovo S.A., enfocándose en el proyecto Casa Libre como caso de estudio, destacando la importancia de optimizar los procesos de estimación de costos y tiempos, con lo cual se propone la implementación de la metodología BIM para la elaboración de presupuestos como una solución tecnológica avanzada.

A su vez, se ahonda en la búsqueda de procesos de trabajo más eficientes como el uso de la metodología BIM, considerada eficaz al momento de reducir la incertidumbre en inversiones significativas, generando confianza en clientes e inversionistas, y por consiguiente, contribuyendo a la sustentabilidad ambiental y

permitiendo a las empresas constructoras reducir costos. El análisis comparativo de ambas metodologías de trabajo permitirá tomar decisiones estratégicas que optimicen los niveles de productividad en la constructora, dando como resultado costos más competitivos y facilitando el acceso a viviendas dignas para la población ecuatoriana.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Cobos Avila Kevin Patricio	Teléfono: 0989688603	E-mail: kcobosa@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgtr. Marcial Calero Amores Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Ing. Eliana Contreras Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Tesis Kevin Cobos

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%

2

zagan.unizar.es

Fuente de Internet

1%

3

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repository.usta.edu.co

Fuente de Internet

1%



Firmado electrónicamente por:
MARCELO FABIAN
GUEVARA SALAZAR

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado Kevin Patricio Cobos Avila, declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación “Estudio comparativo: Metodología tradicional vs. BIM en la elaboración del presupuesto de obra para el proyecto Casa Libre.”, corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kevin C', enclosed within a large, loopy oval shape.

Firma:

KEVIN PATRICIO COBOS AVILA

C.I. 0950551077

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación “Estudio comparativo: Metodología tradicional vs. BIM en la elaboración del presupuesto de obra para el proyecto Casa Libre.”, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: “Estudio comparativo: Metodología tradicional vs. BIM en la elaboración del presupuesto de obra para el proyecto Casa Libre.”, presentado por el estudiante KEVIN PATRICIO COBOS AVILA como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



Firmado electrónicamente por:
**MARCELO FABIAN
GUEVARA SALAZAR**

Firma:

MARCELO FABIÁN GUEVARA SALAZAR

C.C.

1718348566

AGRADECIMIENTO

Mis más profundos agradecimientos para todas aquellas personas que formaron parte del desarrollo de mi carrera profesional, poniendo en primer lugar y ante todo a Dios por darme las fuerzas necesarias para culminar con esta gran etapa de mi vida, a mis padres, quienes ha sido los pilares fundamentales dentro del camino hacia la profesionalización, a mi tutor de tesis, el Ing. Marcelo Guevara quien ha guiado de la mejor manera el desarrollo de este trabajo de titulación, y a quienes directa e indirectamente han formado y aportado con su conocimiento y sabiduría para mi crecimiento como un gran profesional.

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo de tesis a mis padres, ya que sin todo el apoyo incondicional que me han entregado y la educación con la que me han formado a lo largo de mi vida, nada de esto hubiera sido posible.

Se los dedico infinitamente a ustedes.

RESUMEN – ABSTRACT

La elaboración de presupuestos en proyectos de construcción civil es una fase crítica que determina el éxito o fracaso de un proyecto. Este trabajo de titulación se centra en evaluar el procedimiento de elaboración de presupuestos utilizado de manera tradicional por la constructora Portonovo S.A., enfocándose en el proyecto Casa Libre como caso de estudio, destacando la importancia de optimizar los procesos de estimación de costos y tiempos, con lo cual se propone la implementación de la metodología BIM para la elaboración de presupuestos como una solución tecnológica avanzada.

A su vez, se ahonda en la búsqueda de procesos de trabajo más eficientes como el uso de la metodología BIM, considerada eficaz al momento de reducir la incertidumbre en inversiones significativas, generando confianza en clientes e inversionistas, y por consiguiente, contribuyendo a la sustentabilidad ambiental y permitiendo a las empresas constructoras reducir costos. El análisis comparativo de ambas metodologías de trabajo permitirá tomar decisiones estratégicas que optimicen los niveles de productividad en la constructora, dando como resultado costos más competitivos y facilitando el acceso a viviendas dignas para la población ecuatoriana.

Palabras Clave

Presupuesto

Planificación

Ingeniería de la construcción

Construcción de viviendas

Ingeniería civil

Diseño de proyecto

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	2
1.1 Tema:	2
1.2 Planteamiento del Problema:	2
1.3 Formulación del Problema:.....	3
1.4 Objetivo General.....	3
1.5 Objetivos Específicos	3
1.6 Hipótesis.....	4
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.	4
CAPÍTULO II.....	5
2.1 Marco Teórico:	5
2.1.1 Definición Metodología BIM	8
2.1.2 Uso de BIM	8
2.1.3 Ventajas de BIM.....	9
2.1.4 Etapas del Proceso de BIM	11
2.1.5 Importancia del BIM	12
2.1.6 Países que Utilizan BIM a Nivel Mundial	12
2.1.7 Caso de Estudio BIM en Reino Unido.....	13
2.1.8 Países que Utilizan BIM a Nivel Regional	14
2.1.9 BIM Fóruns	16
2.1.10 BIM Fórum Ecuador.....	17
2.1.11 BIM en Ecuador	18
2.1.12 Empresas del Sector de la Construcción que Utilizan BIM en Ecuador 19	
2.1.13 Caso de Estudio Aplicación de BIM en SEDEMI	21
2.1.14 Caso de Estudio. Uso de BIM en la Construcción del Metro de Quito 21	
2.1.15 Nicho de Mercado	22
2.2 Presupuestos de Obras Civiles	23
2.2.1 Definición	23
2.2.2 Funciones	23
2.2.3 Presupuestos Globales.....	25
2.2.4 Proceso de Elaboración de Presupuestos de Manera Tradicional.....	26

2.2.5	Excel como Parte de la Metodología Tradicional	26
2.2.6	Aplicación de BIM para Presupuestos	27
2.2.7	Tablas de Cuantificación en Revit.....	28
2.3	Presto para la Elaboración de Presupuestos	29
2.3.1	Introducción a Presto	29
2.3.2	¿Para qué sirve Presto?	30
2.3.3	Método de Trabajo en Presto.....	31
2.4	Marco Legal:.....	35
2.5.1	Roles BIM	39
2.5.2	Estándar de Nomenclatura de Contenedores de Información	40
CAPÍTULO III.....		44
3.1	Enfoque de la Investigación:	44
3.2	Alcance de la Investigación:	44
3.3	Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos	44
3.4	Población y Muestra	45
CAPÍTULO IV		46
4.1	Proceso de Elaboración de un Presupuesto Utilizando el Método Tradicional 46	
4.1.1	Ingreso de rubros en el programa Excel y elaboración de la base presupuestaria.	48
4.1.2	Análisis de Precios Unitarios con la Metodología Tradicional.....	49
4.1.3	Asignación del Valor Económico dentro de la Base Presupuestaria.....	51
4.2	Proceso de Elaboración de un Presupuesto BIM Utilizando Revit.	53
4.2.1	Establecimiento del Formato de las Unidades en Revit.....	53
4.2.2	Rejillas	54
4.2.3	Punto Base del Proyecto	55
4.2.4	Planos CAD	56
4.2.5	Niveles	56
4.2.6	Cotas	57
4.2.7	Tablas de Planificación	58
4.2.8	Paredes	59
4.2.9	Suelos Arquitectónicos	60
4.2.10	Puertas	63
4.2.11	Ventanas	65

4.2.12	Muro Cortina o Curtain Wall	68
4.2.13	Pilares Arquitectónicos	70
4.2.14	Tumbado	71
4.2.15	Cubiertas	72
4.2.16	Escaleras.....	73
4.2.17	Barandales	74
4.2.18	Columnas Estructurales.....	74
4.2.19	Vigas Estructurales.....	76
4.2.20	Viguetas.....	77
4.2.21	Suelos (Losas).....	78
4.2.22	Cimentaciones.....	80
4.2.23	Acero de Refuerzo en Zapatas.....	81
4.2.24	Acero de Refuerzo en Columnas.....	82
4.2.25	Acero de Refuerzo en Vigas.....	85
4.2.26	Acero de Refuerzo en Muros de Contención.....	86
4.2.27	Modelado de Instalaciones Sanitarias	87
4.2.28	Modelado de Lavamanos e Inodoros.....	88
4.2.29	Modelado de Tuberías.....	89
4.2.30	Accesorios Sanitarios	90
4.2.31	Agua Caliente	92
4.2.32	Tuberías de Desagüe	93
4.2.33	Cajas de Registro	95
4.2.34	Modelado de Instalaciones Eléctricas.....	96
4.2.35	Creación de Circuitos	97
4.2.36	Conexión a Tablero de Distribución.....	98
4.2.37	Luminarias y Puntos de Iluminación	99
4.2.38	Circuitos de Iluminación.....	100
4.2.39	Mediciones	100
4.2.40	Metrado del Sistema Eléctrico	101
4.2.41	Uso de Presto para la Elaboración del Presupuesto	102
4.3	Estudio Comparativo: Metodología Tradicional y Metodología BIM.	108
4.3.1	Ejemplo 1: Rubro de Mampostería	108
4.3.2	Ejemplo 2: Rubro de Ventanas	111

4.3.3	Ejemplo 3: Rubro de Puertas.....	113
4.3.4	Análisis Comparativo por Partida Respecto del Plazo de Elaboración del Presupuesto del Proyecto Casa Libre Aplicando la Metodología Tradicional y la Metodología BIM.....	115
4.3.5	Análisis Comparativo Ventajas y Desventajas de la Aplicación de la Metodología Tradicional vs la Metodología BIM	116
	Conclusiones	117
	Recomendaciones.....	118
	Referencias Bibliográficas	119
	Anexos	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de uso de BIM en empresas constructoras en LATAM	9
Figura 2. Beneficios percibidos en la trayectoria de trabajo con BIM	11
Figura 3. Mapa de países que exigen BIM a nivel mundial.	13
Figura 4. Comparativo uso de BIM 2011 vs 2020.....	14
Figura 5. Trayectoria en el uso de BIM por países.	15
Figura 6. Seminario Avance de la Implementación de BIM en Latinoamérica.	16
Figura 7. Viviendas vendidas por mes por proyecto en Guayaquil.	22
Figura 8. Diagrama de jerarquización de conceptos en Presto	33
Figura 9. Matriz de nivel de detalle LOD (1).	37
Figura 10. Matriz de nivel de detalle LOD (2).	38
Figura 11. Nomenclaturas de los Contenedores de Información.	40
Figura 12. CÓDIGOS DE ESTADO PARA CONTENEDORES DE INFORMACIÓN DENTRO DE UN CDE.....	42
Figura 13. Cuantificación de hormigón en Cimientos.	47
Figura 14. Cuantificación de hormigón en Riostras.	48
Figura 15. Base presupuestaria en Excel del capítulo Movimiento de Tierras y Estructuras.	49
Figura 16. Análisis de Precios Unitarios.	50
Figura 17. Asignación del valor económico dentro de la base presupuestaria en Excel para el capítulo de Movimiento de Tierras y Estructuras.	51
Figura 18. Presupuesto Proyecto Casa Libre Metodología Tradicional.	52
Figura 19. Configuración de Unidades.	54
Figura 20. Ubicación de rejillas.....	54
Figura 21. Punto Base y Punto de Reconocimiento.	55
Figura 22. Planos CAD.	56
Figura 23. Niveles Vista Elevación Oeste.....	57
Figura 24. Acotaciones	57
Figura 25. Tablas de planificación.	58
Figura 26. Paredes.	59
Figura 27. Suelos.....	60
Figura 28. Selección del tipo de suelo	61
Figura 29. Estructura de un suelo en Revit.....	61
Figura 30. Materiales en puertas de madera.	63
Figura 31. Creación de Puertas	64
Figura 32. Ventana.	66
Figura 33. Configuración Paramétrica en Ventanas.	66
Figura 34. Ventanas Altas.....	67
Figura 35. Muro Cortina, Escaparate	68
Figura 36. Vista Elevación Muro Cortina.....	69
Figura 37. Tipos de Pilares	70
Figura 38. Creación de Techos (Tumbados)	71

Figura 39. Tumbado	72
Figura 40. Proyección de Cubierta. Vistas.....	72
Figura 41. Escaleras.....	73
Figura 42. Barandales.....	74
Figura 43. Pilares estructurales.....	74
Figura 44. Anotación Pilar Estructural	75
Figura 45. Vigas estructurales	76
Figura 46. Viguetas.....	78
Figura 47. Losas estructurales.....	79
Figura 48. Cimentaciones Estructurales	80
Figura 49. Acero de Refuerzo Zapatas	81
Figura 50. Acero de Refuerzo en Columnas.....	83
Figura 51. Navegador de formas de armadura.....	84
Figura 52. Estribos en Columnas Estructurales	84
Figura 53. Acero de Refuerzo en vigas.....	85
Figura 54. Acero de Refuerzo en Muro de Contención.....	86
Figura 55. Elementos de Fontanería.....	87
Figura 56. Elementos sanitarios vinculados.....	88
Figura 57. Modelado de Inodoros y Lavamanos.....	89
Figura 58. Instalaciones de agua potable.....	89
Figura 59. Accesorios Sanitarios	90
Figura 60. Redes de agua potable caliente y fría.....	92
Figura 61. Tubería a Gravedad.....	93
Figura 62. Conexión Instalaciones de Fontanería.....	94
Figura 63. Red de Tuberías de desagüe	94
Figura 64. Cajas de registro.....	95
Figura 65. Puntos de Tomacorrientes.....	96
Figura 66. Circuitos Eléctricos.....	97
Figura 67. Navegador de sistemas eléctricos.....	98
Figura 68. Panel de distribución.....	99
Figura 69. Luminarias LED.....	99
Figura 70. Interruptores	100
Figura 71. Metrado de cables.....	101
Figura 72. Excel2Presto.....	103
Figura 73. Obras preliminares.....	103
Figura 74. Generación de la base presupuestaria en Presto con Excel2Presto. ...	104
Figura 75. Estructura Presupuestaria con Presto.....	105
Figura 76. Diagrama circular.....	106
Figura 77. Análisis de Precios Unitarios.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de planificación de Muros.....	59
Tabla 2. Contrapiso sobre T.N.....	62
Tabla 3. Revestimiento Suelos.....	62
Tabla 4. Puertas de Madera.....	64
Tabla 5. Puertas Metálicas Exterior	65
Tabla 6. Ventanas Aluminio y Vidrio	67
Tabla 7. Mamparas Fijas.....	69
Tabla 8. Puertas Corredizas Aluminio y Vidrio.....	70
Tabla 9. Tabla de planificación de pilares estructurales.....	75
Tabla 10. Tabla de planificación de Vigas Estructurales.....	76
Tabla 11. Tabla de planificación de Muro de Contención	77
Tabla 12. Tabla de planificación de Viguetas.....	78
Tabla 13. Losa Aligerada	79
Tabla 14 Armadura Estructurales Losas	79
Tabla 15. Cimentación Estructural	80
Tabla 16. Acero en Cimentaciones	82
Tabla 17. Armadura Estructurales Pilares.....	83
Tabla 18. Armadura Estructurales Vigas y Muro de Contención.....	85
Tabla 19. Tuberías AAPP Fría	90
Tabla 20. Uniones de Tubería.....	91
Tabla 21. Accesorios de tuberías.....	91
Tabla 22. Tuberías AAPP Caliente.	92
Tabla 23. Tuberías AASS.....	95
Tabla 24. Aparatos sanitarios.....	96
Tabla 25. Método tradicional cuantificación de mampostería, sin restar áreas de boquetes.....	109
Tabla 26. Ventajas y desventajas del método tradicional y BIM, mampostería.....	110
Tabla 27. Método tradicional cuantificación de Ventanas y Boquetes	112
Tabla 28. Ventajas y desventajas del método tradicional y BIM, ventanas.....	112
Tabla 29. Método tradicional cuantificación de Puertas y Boquetes	114
Tabla 30. Ventajas y desventajas del método tradicional y BIM, Puertas.	114
Tabla 31. Plazos de elaboración del Presupuesto del Proyecto Casa Libre. Metodología Tradicional vs BIM. (Ver Anexo 1).	115
Tabla 32. Resumen general de las ventajas y desventajas del uso de BIM para la elaboración del presupuesto del proyecto Casa Libre.....	116

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis comparativo por partida respecto del plazo de elaboración del presupuesto del proyecto casa libre aplicando la metodología tradicional y la metodología BIM.	122
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

INTRODUCCIÓN

La elaboración de presupuestos constituye una fase crucial en la planificación de proyectos de construcción civil, siendo determinante para el éxito o fracaso de un proyecto. Esta etapa sirve para alertar a los directores de la empresa sobre la necesidad de optimizar el proceso de estimación de costos y tiempos de ejecución.

De esta manera, se apuesta por la importancia de la aplicación de diversos mecanismos tecnológicos que estén a la vanguardia del mercado, por mencionar uno de ellos, la aplicación de la metodología BIM desde la etapa de planificación hasta la etapa final, esta metodología demuestra su efectividad al reducir la incertidumbre en inversiones significativas, generando confianza tanto en clientes como en inversores.

Sumado a esto, la alta competitividad que existe en el mercado de la construcción impulsa la búsqueda de procesos más eficientes, Este enfoque busca minimizar desperdicios, contribuyendo a la sustentabilidad ambiental y permitiendo a las empresas constructoras disminuir la merma, lo que resulta en una reducción de costos y precios más competitivos, lo cual aumenta las posibilidades de acceso a una vivienda digna para el ciudadano ecuatoriano.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo de titulación tiene como objetivo evaluar los procedimientos tradicionales que se utilizan actualmente para la elaboración de un presupuesto dentro de la constructora Portonovo S.A. tomando como caso de estudio el proyecto Casa Libre, y posteriormente, contrastando estos métodos con la implementación de la metodología BIM, a fin de tomar decisiones estratégicas que optimicen los niveles de productividad.

CAPÍTULO I

1.1 Tema:

“Estudio comparativo: Metodología tradicional vs. BIM en la elaboración del presupuesto de obra para el proyecto Casa Libre.”

1.2 Planteamiento del Problema:

El desmesurado crecimiento poblacional advierte que para el año 2050, 9700 millones de personas habitarán en el mundo, lo cual exige al sector de la construcción que utilice métodos innovadores y tecnologías modernas para el levantamiento de estructuras que permitan optimizar el uso de los recursos limitados que existen en el planeta. Autodesk. (2023).

La falta de implementación de herramientas tecnológicas en empresas constructoras en Ecuador afecta los tiempos de desarrollo de documentos entregables, generando retrasos críticos en la toma de decisiones para proyectos de inversión. Lacaze, L. (2020).

Sumado a esto, la alta competitividad que existe entre las empresas constructoras en Guayaquil, para un nicho de mercado que por cada proyecto vende 0,88 viviendas por mes, conlleva a que cada vez se utilicen más las diferentes herramientas tecnológicas que permitan automatizar los procesos de diseño de planos, modelado, cuantificación de materiales, elaboración de cronogramas y sobretodo presupuestación de proyectos de obras civiles. Mayorga, S., & Sacoto, A. (2022). MarketWatch. (2020).

Por otro lado, la incertidumbre que genera las grandes diferencias entre el presupuesto proyectado y el monto que finalmente va a ser necesario para la ejecución del proyecto causan sobrepagos en las construcciones, que en muchas ocasiones imposibilitan la culminación de los proyectos de obras civiles por el agotamiento de recursos económicos. Zambrano, M. (2021)

Lo que resulta en la pérdida de oportunidades de inversión, que dificulta la asignación de recursos financieros al proyecto, afectación a la rentabilidad del proyecto, y la pérdida de confianza de parte de los clientes inversionistas que presencian el retraso en un punto crucial inicial como es el Presupuesto de la obra. Lacaze, L. (2020).

Este problema es el que se ha evidenciado dentro del proceso de elaboración del presupuesto para el proyecto Casa Libre, ya que aún no se han implementado las herramientas tecnológicas que se encuentran a la vanguardia del mercado de la construcción, esto se refleja en tiempos de entrega poco competitivos para los presupuestos de obras y la pérdida de oportunidades de negocios cruciales para su posición en el sector.

A partir de los hallazgos presentados, se destaca la importancia de resolver la problemática relacionada con el proyecto Casa Libre, ya que busca resaltar las ventajas de la aplicación de la metodología BIM frente a la metodología tradicional mediante los programas de Revit y Presto para la reducción de los tiempos de entrega de los presupuestos de obra y el aumento de la precisión entre el margen proyectado del presupuesto contra el monto finalmente invertido.

1.3 Formulación del Problema:

¿En qué medida impacta la aplicación de la metodología BIM, sobre la metodología tradicional, en la elaboración del presupuesto de obra del proyecto Casa Libre, destacando la eficiencia y precisión?

1.4 Objetivo General

Determinar de manera empírica y detallada las ventajas de la metodología Building Information Modeling (BIM) sobre la metodología tradicional en términos de eficiencia temporal en la elaboración del presupuesto de obra para el proyecto Casa Libre.

1.5 Objetivos Específicos

- Desarrollar una guía de procesos para la elaboración del presupuesto del proyecto casa libre utilizando el método tradicional y la metodología BIM.
- Comparar el tiempo de elaboración del presupuesto del proyecto casa libre aplicando la metodología tradicional y la metodología BIM.
- Diferenciar las ventajas y desventajas de la aplicación de la metodología tradicional y la metodología BIM en el presupuesto de obra del proyecto casa libre.

1.6 Hipótesis

La aplicación de la Metodología BIM, mediante el uso de los programas Revit y Presto, optimizará el tiempo de elaboración del presupuesto de obra respecto de la metodología tradicional dentro del proyecto Casa Libre.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción
Técnica, Tecnología e Innovación
Modelaciones

El trabajo de investigación se basa en la aplicación de programas tecnológicos que son innovadores en el Ecuador, trabajando en modelaciones tridimensionales a partir de planos 2D con el fin de generar un entorno común de datos que albergue toda la información de un mismo proyecto y que optimice los procesos de elaboración de presupuestos.

CAPÍTULO II

2.1 Marco Teórico:

Antecedentes

La programación es una herramienta clave para la optimización de procesos repetitivos, tal como lo demuestra la tesis realizada por Tovar, F. (2020), la cual se enfoca en la elaboración de un modelo tridimensional en Revit que trabaja a modo de gemelo digital, el cual utiliza para programar, gracias a Dynamo, un presupuesto que sea capaz de conectar el modelo Revit con el presupuesto, de manera que se puede actualizar de manera instantánea el valor económico de la inversión. El proyecto tuvo como resultado que gracias a la programación, se logró automatizar el proceso de elevación de muros, pilares y otros elementos que son comunes en una estructura de construcción; y además, la generación de los presupuestos en tiempo real basándose en la asignación de precios unitarios que permitan conocer el costo de los elementos constructivos. El estudio evidencia como en otros países ya se está aplicando la metodología BIM para la optimización de procesos de elaboración de presupuestos, debido a las ventajas de tiempo significativas y disminución de errores respecto de las metodologías de trabajo tradicionales, y además de la automatización de tareas mecánicas, las cuales son aquellas que toman mayor tiempo en el diseño de un proyecto utilizando la metodología BIM.

El grado de avance de la implementación BIM en América Latina y el Caribe esta soportado por el informe emitido por la Corporación Andina de Fomento, titulado como “Panorama General del Avance del BIM en América Latina y el Caribe”, sobre todo enfocándose en el sector público. Identifica los países y agentes involucrados junto a la normativa regulatoria desarrollada en cada uno de ellos, y las limitaciones para su desarrollo, además de las acciones necesarias para impulsar el avance del mismo. Dentro del alcance del proyecto contempla al Ecuador como parte del estudio. El estudio tuvo como resultado que 14 de los 15 países cuentan con un BIM Fórum encargado de promover y crear asociaciones que fortalezcan el uso del BIM desde el sector privado, mientras que Ecuador no cuenta con iniciativas para el uso del BIM desde el sector público, esto debido principalmente a la falta de asignación de recursos económicos a las entidades encargadas de la promoción del BIM. El impacto de la implementación de los mismos ha tenido resultados positivos para los gobiernos

de Chile y Perú, Bolivia sigue el mismo camino como ejemplo, lo cual abre la posibilidad al Ecuador para poder incursionar en este ámbito, partiendo desde el sector privado, y contagiando con aquellos buenos resultados al sector público. Soto, C., & Manríquez, S. (2023).

Todo proyecto de construcción que se realice con la metodología BIM debe contar con un plan de regulación de la documentación para los actores de los procesos de contratación, tal como lo demuestra Quisiguiña, D. & Buñay, M. (2021), en su estudio de titulación llamado “Aplicación de la metodología BIM para la planificación de proyectos de construcción desde la etapa de factibilidad hasta la presentación de documentos al ente de regulación previo a la construcción”, el cual se enfoca en normativas internacionales como la ISO 19650, de modo que desarrolla un estándar de presentación de documentos, buscando que todos los actores interpreten de la misma manera los documentos, y en el caso de que no sepa cómo hacerlo, tenga la posibilidad de acudir a los manuales de procesos para aclarar dudas. La aplicación de esta normativa de manejo de documentos tuvo resultados positivos para el caso de estudio sobre el cual se aplicó, logrando estandarizar los procesos de elaboración de un proyecto utilizando la metodología BIM. Como factor adicional, la previa correlación de las ingenierías logró encontrar más de 200 conflictos entre las mismas, lo cual es capaz de generar ahorros significativos en la disminución de imprevistos. Es así como se observa en este estudio como se concluye acerca de la importancia de la elaboración de documentos de respaldo enfocado en la etapa del diseño, planificación y control de la ejecución de la obra, con lo cual se realiza la necesidad de establecer y seguir procesos para la implementación del BIM en una empresa constructora.

El interés que existe de varias empresas constructoras en el Ecuador para implementar la metodología BIM con el objetivo de optimizar los resultados que obtienen de sus procesos constructivos se ve soportado mediante el informe elaborado por Mayorga, S., & Sacoto, A. (2022), que lleva por nombre “Plan de negocios: implementación de una empresa de consultoría de modelos de información y principios de mejora continua en el sector de la construcción. (BIM, LEAN, LEED) S&M Intelligent Construction”, en el cual se observa como las empresas constructoras están dispuestas, en un 70% de los partidarios de la metodología BIM, a invertir entre el 5 y el 10% del valor de los proyectos en la gestión del mismo utilizando BIM, lo cual

es una cifra significativa de aceptación de la metodología, manteniendo el enfoque en la metodología de gestión PMP, sin embargo existe un 15% que está enfocada en la aplicación del LEAN Construction como parte del método BIM para la reducción de desperdicios. El estudio soporta y evidencia la intención de parte de las empresas constructoras respecto de la implementación de la metodología BIM y Lean como parte de los procesos de innovación y optimización de recursos.

La eficiencia del uso de la metodología BIM se demuestra mediante el contraste de la información mediante un análisis comparativo, tomando como información de partida los procesos que se utilizan de manera tradicional, tal como lo ha realizado Amórtegui, E. (2021), en su tesis de grado titulada “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN PROYECTO DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ”, el cual obtuvo resultados positivos de la aplicación de la metodología BIM, reduciendo el 2,3% del costo total del proyecto, y un aproximado del 20% de reducción del tiempo de ejecución del mismo, teniendo como un resultado final, una diferencia porcentual de ventaja de entre el 20 y el 30%. Sumado a esto, los hallazgos que se pueden encontrar durante la elaboración del presupuesto utilizando la metodología BIM, lo cual resulta en una ventaja adicional, ya que se crea un modelo gemelo digital al proyecto, con lo cual se va contrastando con los rubros del presupuesto y se va encontrando rubros que en ocasiones no son presupuestados, generando que no se queden rubros rezagados y por ende, la precisión del presupuesto sea lo más alta posible. Las interferencias en el diseño también pueden ser detectadas oportunamente con la creación de los modelos digitales, lo cual resulta en la disminución de errores que normalmente se detectan durante la ejecución del proyecto, y para corregirlos muchas veces implica la demolición de elementos, generando sobrecostos en los proyectos.

2.1.1 Definición Metodología BIM

La página oficial de Autodesk define a la metodología BIM como:

“El proceso holístico de creación y administración de la información de un activo construido. Basado en un modelo inteligente e impulsado por una plataforma en la nube, BIM integra datos estructurados y multidisciplinares para generar una representación digital de un activo durante todo su ciclo de vida, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y las operaciones. ” Autodesk. (2023).

El BIM es una metodología de trabajo definida por sus siglas “BIM”, lo que significa Building Information Modeling, traducido al español de varias maneras, sin embargo luego de haber consultado diversas fuentes se ha definido dentro de este proyecto investigativo como el “Modelado de la Información para la Construcción”, capaz de generar un entorno común de datos dentro del cual se busca centralizar las operaciones de las diversas etapas de ejecución de un proyecto. Autodesk. (2023).

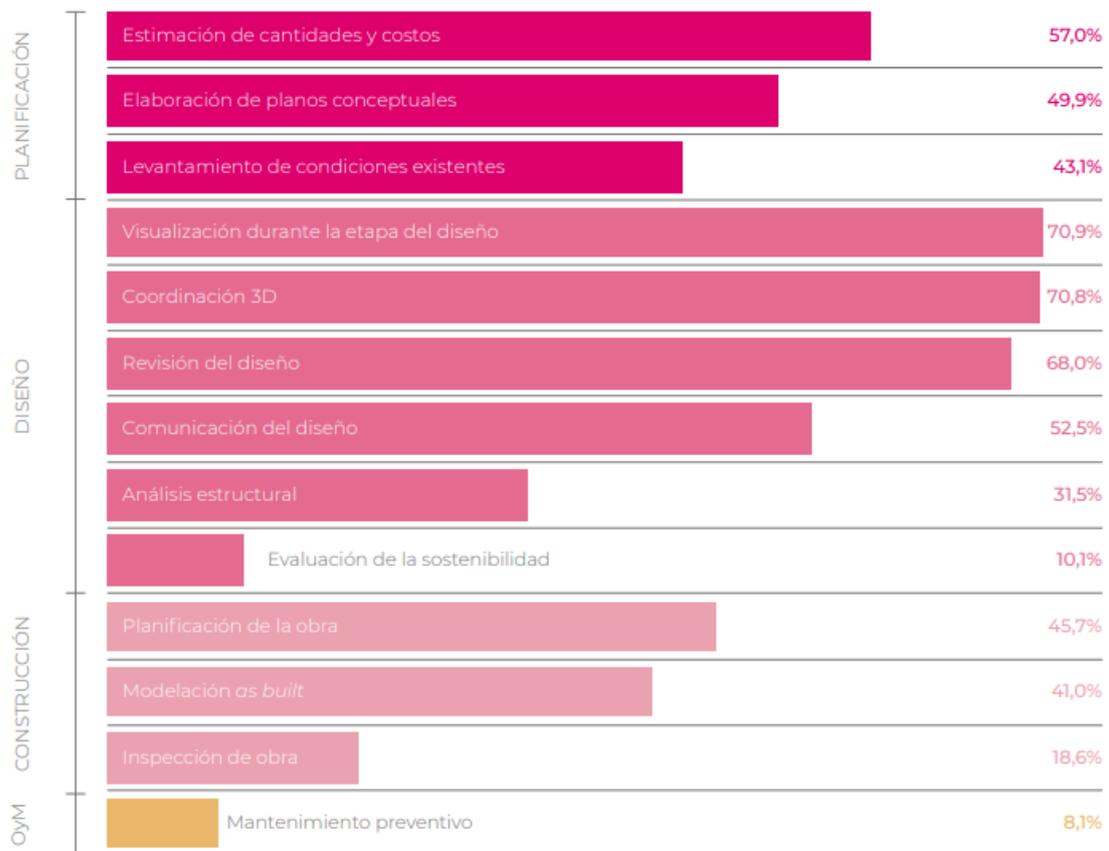
2.1.2 Uso de BIM

Partiendo de la definición de BIM, existen una gran aplicabilidad de esta metodología de trabajo dentro del área de la construcción, apoyando a esta proposición, el sitio oficial de Autodesk define al uso de BIM de la siguiente manera:

“BIM se utiliza para crear y administrar datos durante el proceso de diseño, construcción y operaciones. BIM integra datos multidisciplinares para crear representaciones digitales detalladas que se administran en una plataforma abierta en la nube a fin de permitir la colaboración en tiempo real. BIM le proporciona mayor visibilidad, una mejor toma de decisiones, opciones más sostenibles y ahorro en los costes de los proyectos de AEC. ” Autodesk. (2023).

El BIM cuenta con diferentes usos según la rama de aplicación, uno de los principales usos es la generación de modelos tridimensionales en el cual los diferentes actores del proyecto pueden colaborar en tiempo real, generando información consolidada capaz de ser evaluada, consultada y modificado en tiempo real. Autodesk. (2023).

Figura 1. Etapas de uso de BIM en empresas constructoras en LATAM



Fuente: Lacaze, L. (2020).

En la figura 1 se observan las diferentes etapas de uso del BIM, el cual es mayormente adoptado dentro de las empresas constructoras dentro del área de planificación y diseño, se puede observar un porcentaje considerable de uso dentro de la estimación de cantidades y costos, es decir, dentro del proceso de elaboración de presupuestos tiene una aceptación importante. No hay que dejar de lado la gran acogida que tiene el BIM dentro del proceso de coordinación 3D, la visualización durante la etapa del diseño, y la revisión del diseño. Lacaze, L. (2020).

2.1.3 Ventajas de BIM

Una vez que se ha definido a la metodología de trabajo BIM y sus usos, se puede resaltar algunas de sus principales ventajas. Dentro del sitio web oficial de Autodesk se detalla un concepto general de las ventajas de utilizar BIM:

“Entre las ventajas de BIM, se incluye la conexión de equipos, flujos de trabajo y datos durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde el diseño y la

ingeniería hasta la construcción y las operaciones, para descubrir formas de trabajo más eficaces y obtener mejores resultados. " Autodesk. (2023).

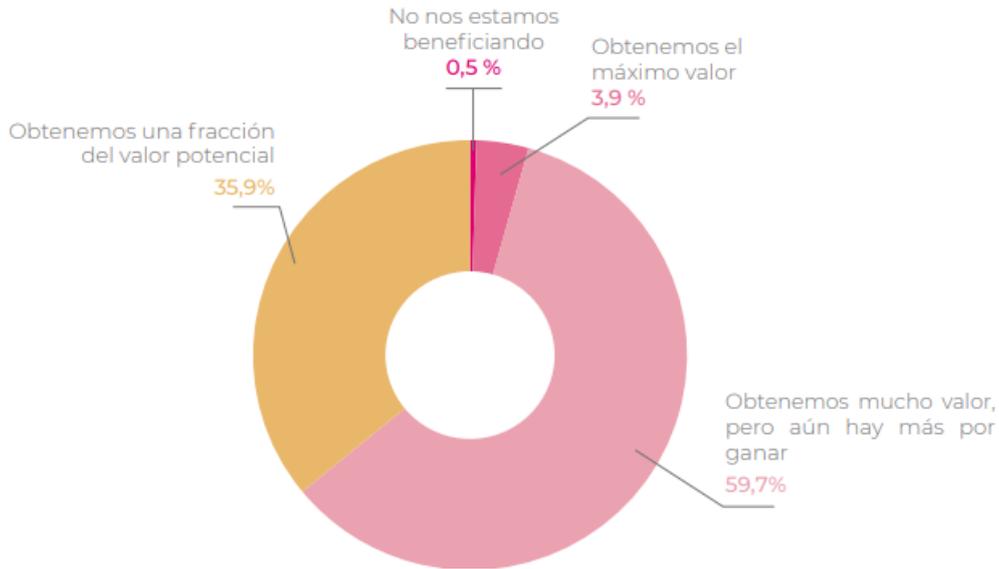
La ventaja de esta metodología de trabajo que va a tener mayor relevancia dentro de este proyecto de investigación yace dentro del diseño, ya que se podrán obtener objetos de familias parametrizadas descargables directamente de los sitios oficiales de los proveedores de materiales de construcción con las características y dimensiones reales del producto, lo cual va a facilitar el proceso de cuantificación de materiales, un paso crucial al momento de elaborar un presupuesto.

Por otra parte, la Encuesta BIM en América Latina y el Caribe, pg. 24, presenta la percepción de los encuestados en cuanto a la utilidad de la implementación de la metodología BIM en sus empresas:

"La experiencia en BIM es unánimemente positiva. El 99,5% de las empresas consultadas experimentó beneficios positivos derivados de la implementación de esta metodología en sus rutinas de trabajo. Aun así, una mayoría de las firmas percibe que su capacidad de obtener valor a partir del uso de BIM es inferior al potencial: el 59,7% afirma que obtienen mucho valor de BIM, pero que todavía queda más por ganar. " Lacaze, L. (2020).

De esta manera se afianza la proposición de que la implementación del BIM en las empresas del sector de la construcción genera ventajas perceptibles que a su vez generan retornos de inversión positivos, y que las expectativas de los beneficiados son elevadas, evidencian el potencial de esta metodología de trabajo y esperan resultados aun mejores. Lacaze, L. (2020).

Figura 2. Beneficios percibidos en la trayectoria de trabajo con BIM



Fuente: Lacaze, L. (2020).

2.1.4 Etapas del Proceso de BIM

El proceso BIM está conformado por diferentes etapas, según el autor se va a definir etapas adicionales o menos etapas, sin embargo, en la página oficial de Autodesk se definen cuatro etapas principales:

Planificación: Al combinar datos del mundo real con herramientas de captura de la realidad, se generan modelos contextuales del entorno natural y construido para informar a los equipos de planificación de proyectos.

Diseño: Esta fase incluye diseño conceptual, análisis, diseño detallado y documentación. El proceso de preconstrucción comenzó utilizando datos BIM para guiar a los equipos de planificación y logística.

Construcción: En esta etapa, el equipo de producción comienza a utilizar especificaciones BIM. Los datos de logística de construcción del proyecto se comparten con profesionales y contratistas para garantizar una eficiencia y plazos óptimos.

Operaciones: Los datos BIM se transfieren a los equipos de operaciones y mantenimiento de componentes terminados. Los datos BIM se pueden utilizar

posteriormente para realizar reparaciones rentables o demoler un edificio de manera eficiente. " Autodesk. (2023).

Existen diversas etapas dentro de la metodología BIM, entre las cuales se pueden destacar la etapa de planificación y diseño, ya que serán de principal relevancia dentro de este proyecto, debido a que son etapas clave que sirven de punto de partida para la elaboración de presupuestos. Autodesk. (2023).

2.1.5 Importancia del BIM

La importancia del BIM nace a partir de la búsqueda de nuevas metodologías de trabajo en las cuales se optimice la actuación en cada una de las etapas de construcción debido a la creciente demanda poblacional, como lo dice Autodesk en su sitio oficial:

"Según la ONU, la población mundial llegará a los 9700 millones de personas en 2050. El sector AEC mundial debe buscar formas más inteligentes y eficientes de diseñar y construir; no solo a fin de atender la demanda global, sino también para contribuir a crear espacios más inteligentes y con mayor capacidad de adaptación.

Gracias a BIM, los equipos de diseño y construcción pueden trabajar de manera más eficiente y capturar además los datos que generan durante el proceso. Esto supone una ventaja para las operaciones y las actividades de mantenimiento. Esta es la razón por la que cada vez se exige más el uso de BIM en todo el mundo. " Autodesk. (2023).

Es así, como Autodesk entrega un concepto de la importancia de la utilización del BIM dentro de las construcciones, siendo una resultante del trabajo de la búsqueda de la optimización en el proceso de diseño y generación de modelos tridimensionales que permiten un mejor manejo de la información respecto a la metodología tradicional. Autodesk. (2023).

2.1.6 Países que Utilizan BIM a Nivel Mundial

Dentro del portal oficial de Autodesk se encuentra un mapa geográfico en el cual se visualizan los países a nivel mundial que exigen el uso de BIM, el cual fue extraído y se puede observar a continuación:

Figura 3. Mapa de países que exigen BIM a nivel mundial.



Fuente: Autodesk. (2023).

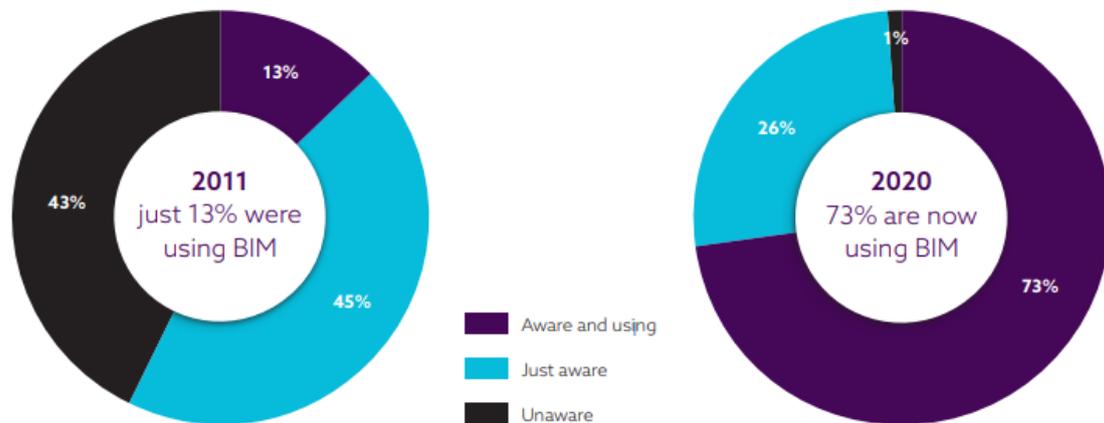
En la figura 3 se destaca como en 14 países se implementa la metodología BIM a nivel mundial, haciendo uso de sus normativas vigentes y establecidas legalmente, identificables en la imagen por su tonalidad azul. Asimismo, se observa que otros 13 países se encuentran actualmente inmersos en el proceso de implementación de BIM. En resumen, un total de 27 países están concentrados en el avance de nuevas tecnologías para el sector de la construcción mediante la adopción y desarrollo de la metodología BIM. Autodesk. (2023).

2.1.7 Caso de Estudio BIM en Reino Unido

La adopción del BIM en el Reino Unido tiene una amplia aceptación, dentro de los años y con el paso del tiempo la adopción del BIM se ha visto repotenciada por el plan UK BIM FRAMEWORK, el cual genera estándares de trabajo BIM a nivel Reino Unido. NBS (2020).

Figura 4. Comparativo uso de BIM 2011 vs 2020

BIM awareness and 'use' 2011 vs 2020



Fuente: NBS. (2020).

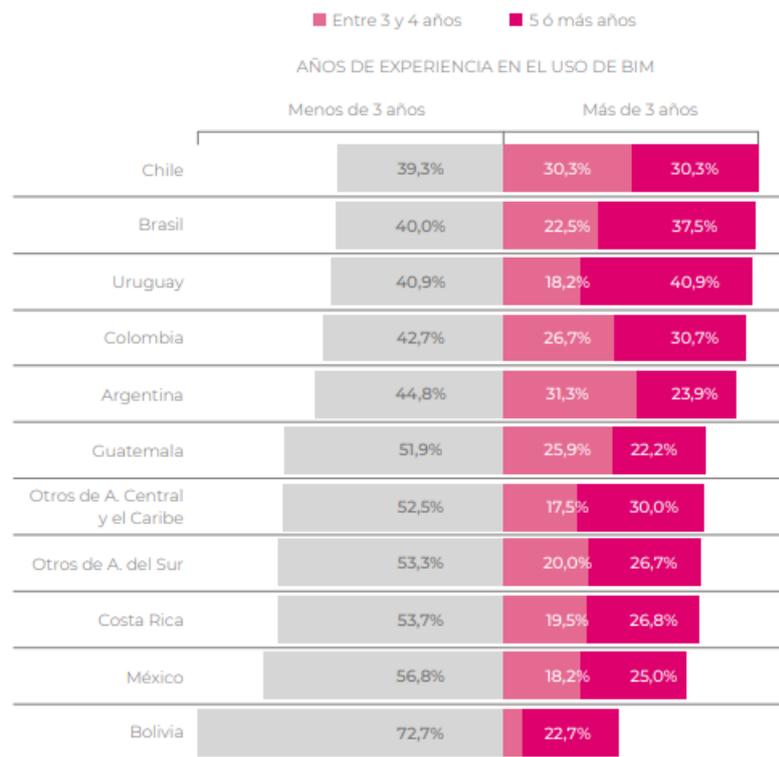
En la figura 4, la cual representa una gráfica estadística se observa cómo la implementación del BIM ha aumentado su adopción entre los años 2011 y 2020, donde en el 2011 solo el 13% del total utilizaban la metodología BIM, comparado contra el 2020 en el cual gracias a los esfuerzos del programa BIM en Reino Unido, el uso de BIM ha aumentado hasta un 73%, lo cual demuestra que los esfuerzos de implementación han tenido éxito durante los últimos 9 años. NBS (2020).

2.1.8 Países que Utilizan BIM a Nivel Regional

Tomando como referencia la Figura 5., se puede observar que, a nivel regional, a nivel de América Latina, Brasil y Chile exigen el uso de BIM en proyectos que estén relacionados con el sector público; mientras que Colombia, Perú y Argentina se encuentran aún en el proceso de implementación de las diferentes exigencias en el sector público para licitaciones de proyectos constructivos. Autodesk. (2023).

El enunciado anterior se ve soportado por el trabajo investigativo de Lacaze, L. (2020), en la pg. 13, donde dice que “Brasil y Chile son los países con mayor concentración de empresas con experiencia en colaboración BIM. Colombia y Argentina, junto con Uruguay, forman el grupo de países con mayor trayectoria empresarial (más de la mitad de los encuestados tienen al menos 3 años de experiencia usando BIM), y muestra los países que utilizan BIM a nivel regional y sus avances en el uso de este método de trabajo.”

Figura 5. Trayectoria en el uso de BIM por países.

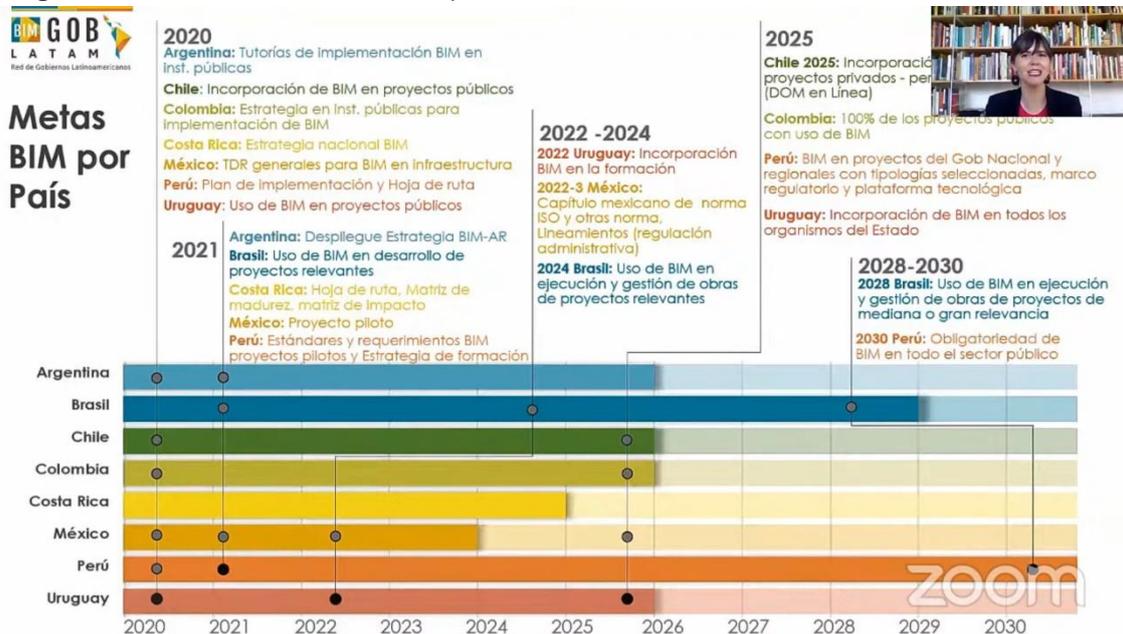


Fuente: Lacaze, L. (2020).

En la figura 5 se puede observar la trayectoria de desarrollo que han tenido los países en Latinoamérica, comenzando por Brasil y Chile son países que llevan más de 3 años utilizando la metodología de trabajo BIM, seguidos por Uruguay, Colombia y Argentina. En la gráfica no se observa al Ecuador descrito literalmente, sin embargo, está ubicado dentro de la categoría de "Otros de América del Sur", lo que representa que no se han venido ejecutando esfuerzos suficientes para la implementación de BIM. Lacaze, L. (2020).

En este mismo contexto, la Red BIM GOB Latam detalla las metas BIM que existen en cada uno de los países que forman parte de la red BIM:

Figura 6. Seminario Avance de la Implementación de BIM en Latinoamérica.



Fuente: RED BIM GOB LATAM. (2020).

Es así como los diferentes países que conforman la red BIM GOB Latam, tienen plazos y trabajos definidos para la implementación del BIM. En un análisis de la gráfica 6 se observa como para el 2030 el Perú planea la obligatoriedad de BIM en todo el sector público, Uruguay con fecha de corte a la presentación de este proyecto tiene como objetivo la incorporación de BIM dentro de la formación académica de los estudiantes universitarios, México busca la creación del Capítulo mexicano de normativas ISO y otros lineamientos, y por último Brasil, que establecerá el uso de BIM en ejecución y gestión de obras de proyectos relevantes. RED BIM GOB LATAM. (2020).

2.1.9 BIM Fóruns

Gracias a los potenciales beneficios que tiene la implementación del BIM se ha creado desde el sector privado grupos de apoyo que buscan fomentar el uso de la metodología BIM en la construcción, es así como Lacaze, L. (2020), dice en la pg. 32 que:

“Los BIM Fóruns surgen como una iniciativa privada que tiene como objetivo promover la adopción de la metodología BIM en la industria de la construcción.

Para ello, articulan a los actores clave del sector privado, público o la academia promoviendo la planificación y acción conjunta, y se constituyen en una base de continuidad en un mundo siempre cambiante. " Lacaze, L. (2020).

De esta manera, con la creación de Fóruns en cada país, se busca implementar el BIM de acuerdo al contexto local de cada país, no solamente copiando los modelos exitosos de aplicación en otros países, más bien enfocándolo a la situación real de cada entorno, para así generar modelos exitosos de aplicación del BIM manejando criterios compartidos, dando la oportuna asistencia y capacitación a todas las empresas que busquen formar parte del movimiento de optimización de recursos. Lacaze, L. (2020).

2.1.10 BIM Fórum Ecuador

El BIM Fórum Ecuador es una organización que se define a sí misma en la descripción del perfil de su página oficial de la red social Instagram como:

"Organización oficial sin fines de lucro de profesionales expertos en BIM, fomentando las buenas prácticas de la metodología aplicada" BFE. (2023).

Es una organización que actualmente se encuentra enfatizando y promoviendo el uso de la metodología BIM por medio de la firma de convenios con instituciones educativas y empresas privadas, en los cuales se contemplan diversos objetivos interinstitucionales de colaboración común, como lo menciona Segovia, F. (2023), en un reportaje realizado en base a lo expuesto durante la firma del:

"Convenio de Cooperación Interinstitucional entre Ramiro Garzón (Gerente General de Novacero y Presidente de BIM FORUM Ecuador – BFE) y Leandro Briones (Presidente de la Federación Ecuatoriana de Cámaras de la Construcción – FECC), evento que contó con la presencia de Dennis Díaz (Presidente del Colegio de Arquitectos del Ecuador – Provincial Guayas) miembro fundador de BFE y testigo de honor del acto. " Segovia, F. (2023).

Entre los temas tratados durante la firma del convenio de colaboración se destacan los siguientes:

- “ Intercambio de conocimientos entre todos los participantes de la industria de la construcción, promoción de la coordinación de seminarios, conferencias y otros eventos educativos.
- Desarrollo de estándares y lineamientos relacionados con la implementación de métodos BIM en Ecuador.
- Capacitación y formación, trabajando en conjunto para desarrollar programas dirigidos a profesionales de la construcción.
- Promoción de proyectos piloto que demuestren los beneficios de la implementación de la metodología.
- Participación en comités y grupos de trabajo, tanto a nivel nacional e internacional, que permitirán representar los intereses de esta comunidad y desarrollar políticas y regulaciones para su beneficio.
- Promoción conjunta, a través de campañas de comunicación, eventos y otros medios de difusión. ” Segovia, F. (2023).

Se está buscando el intercambio de conocimiento, coordinación de talleres educativos, desarrollo de guías y estándares de aplicación BIM en Ecuador, capacitación y proyectos piloto dirigidos a profesionales de la construcción. Segovia, F. (2023).

2.1.11 BIM en Ecuador

“Catorce de los quince países estudiados cuentan con una iniciativa de impulso privado de BIM. En la mayoría de esos casos (64 %), la iniciativa es un BIM Fórum auspiciado por la cámara de la construcción nacional” Soto, C., & Manríquez, S. (2023).

En América Latina, especialmente en el sector privado, existe una iniciativa para promover la implementación de BIM con el apoyo de las cámaras nacionales de la construcción. Soto, C., & Manríquez, S. (2023).

“Las excepciones a lo anterior son Brasil, Ecuador, España, México y Perú. En el caso de Brasil y Ecuador, si bien cuentan con organizaciones llamadas BIM Fórum, estas no dependen de las cámaras de la construcción respectivas.

Cabe destacar que estos dos casos son bastante distintos, ya que BIM Fórum Brasil presenta un alto grado de organización administrativa y convocatoria, mientras que BIM Fórum Ecuador era una organización incipiente a inicios del 2022. " Soto, C., & Manríquez, S. (2023).

Como se destaca en este artículo, Brasil y Ecuador cuentan con organizaciones llamadas BIM Fórum, sin embargo, la conformado dentro del Ecuador, no cuenta con una estructura lo suficientemente desarrollada como para promover la implementación dentro de las diferentes empresas del sector privado, ya que hablar del sector público es ahondar en un ámbito completamente diferente, el cual en primer lugar debe regularizar procesos pendientes para proceder con la implementación de nuevas metodologías. Soto, C., & Manríquez, S. (2023).

Aun no existe un manual básico que exija los entregables en formatos obtenidos desde aplicaciones BIM como Revit en el Ecuador, tal como existe en otros países, sin embargo, lo básico que se debe presentar dentro de los documentos entregables deben constar los: Planos, planillas, las cantidades de obra, los detalles de conexión estructural, etc. Quisiguiña, D. & Buñay, M. (2021).

2.1.12 Empresas del Sector de la Construcción que Utilizan BIM en Ecuador

Novacero es una de las principales empresas que optan por implementar la metodología BIM dentro de su cadena de producción, hoy se destaca por ser una de las pioneras dentro del Ecuador, hoy realiza programas de capacitación relacionados a la tecnología BIM para mejorar la competitividad de sus colaboradores. Cabe recalcar que la implementación de BIM dentro de esta empresa es reciente, lo hicieron mediante un evento en el cual dieron a conocer el interés por la optimización de los recursos y la sostenibilidad en la industria. El Universo. (2023).

La empresa Novacero, cumpliendo con su compromiso de fomentar la metodología BIM, ha creado un catálogo el cual se puede descargar libremente y de manera gratuita de su portal oficial, este catálogo cuenta con 36 diferentes categorías de modelos 3D de sus productos, por nombrar algunos de ellos podemos encontrar ángulos, perfiles, canales, tubos redondos y cuadrados, varillas, mallas electrosoldadas, novalosa; todos en formato .rfa, el cual significa que está guardado como una familia parametrizada que es posible exportarla dentro de los proyectos de

construcción realizados en Revit y que cuenta con las dimensiones reales del producto, y tiene la facultad de que se le puede asignar un nombre, tipo, código, o utilizar varios de estas nomenclaturas, con el fin de que en la elaboración de presupuestos sea mucho más fácil la cuantificación de los materiales al momento de requerir cotizaciones. Novacero. (2022).

De la misma manera, la empresa Briggs, dedicada a la producción de equipamientos dentro de la industria sanitaria, también cuenta con un catálogo de accesorios BIM, el cual podemos encontrar y acceder de manera libre y gratuita en su página oficial, el cual cuenta con 223 artículos diferentes, que serán posibles de implementar dentro de nuestros proyectos en Revit, hoy con el fin de realizar cuantificaciones más precisas que cuenten con códigos, tipos, nombres, correctamente definidos y parametrizados. Briggs. (2022).

Asimismo, la empresa Plastigama ha desarrollado un amplio catálogo de sus productos que pueden ser implementados dentro de Revit, que cuentan con medidas y atributos reales. Cada uno de los objetos descargables que ha desarrollado Plastigama cumple con los lineamientos que requiere trabajar con BIM, para facilitar la labor de los diseñadores y modeladores de las redes hidrosanitarias dentro de los diferentes proyectos de construcción. Las plantillas pueden ser fácilmente descargadas desde el sitio oficial de Plastigama, únicamente es necesario ingresar un correo electrónico para poder acceder a ellas, en estas familias podemos encontrar modelos de la línea sanitaria, la cual consiste en tubos y accesorios para desagües; la línea dorada, la cual es un conjunto de modelos de junta roscada que se utilizan para conexiones de agua caliente y fría, tuberías y accesorios para la línea de agua fría; los cuales normalmente se implementan para el drenaje de sistemas de acondicionamiento de aire; entre otros. Una de las características diferenciadoras de la empresa Plastigama hoy es que desarrolló un manual de implementación de sus productos en modelos en 3D, para de esta manera garantizar que el usuario modelador y diseñador de sistemas de redes de agua potable y sanitarias puedan hacer un correcto uso de las familias hoy dentro de los proyectos constructivos. Plastigama. (2022).

De esta manera podemos observar cómo las empresas dentro del Ecuador se ven comprometidas con fomentar el uso de la metodología BIM dentro de proyectos de construcción, y con la optimización de los recursos y sobretodo del tiempo, para el área de presupuestos contar con esta amplia variedad y gama de productos

diseñados en versiones digitales con las medidas y parámetros que tienen los objetos en la realidad es de altísima utilidad, ya que al momento de realizar cuantificaciones de materiales va a bastar con utilizar la herramienta de crear “tablas de cuantificación” dentro de Revit y definir la clasificación en base a los tipos, códigos, o nombres, que le hallamos asignado a estos materiales dentro de nuestro proyecto.

2.1.13 Caso de Estudio Aplicación de BIM en SEDEMI

“Desde 2020 SEDEMI está trabajando en la incorporación y realización de obras por medio del uso de construcción 4.0 y metodología BIM logrando posicionarse como líder en el Ecuador con obras icónicas tales como el Centro Logístico de UMCO, el Centro Logístico de Grupo Superior, el Edificio Corporativo de Grupo Superior, la Planta de Detergentes de LA FABRIL, entre otros. Además, SEDEMI cuenta con un complejo industrial de 90.000 m², equipado con maquinaria de última generación. Sus procesos de fabricación industrializada le permiten ofrecer soluciones integrales con calidad superiores al estándar”. SEDEMI (2022).

Sedemi es una de las empresas líderes en la implementación de la metodología BIM en Ecuador, ha decidido aplicar este método de trabajo colaborativo dentro de diversos proyectos de construcción en el Ecuador, es así como buscan asimilar al método de trabajo de la industria manufacturera, con el objetivo de optimizar procesos reduciendo lo máximo posible la merma de tiempo y de desperdicios que generen contaminación. SEDEMI (2022).

2.1.14 Caso de Estudio. Uso de BIM en la Construcción del Metro de Quito

El metro de Quito es una de las obras emblemáticas del Ecuador, desde su magnitud de 22km de túneles, y su cantidad de estaciones, siendo 15 desde el comienzo hasta el final, con una inversión de más de 2 mil millones, al implementarse la metodología BIM en este proyecto se logró reducir el costo de su ejecución en un 10% comparado con proyectos de similar magnitud, además que se superaron 2 récords mundiales en avance de tuneladora en el 2017 y el 2018. Lacaze, L. (2020).

La implementación del BIM dentro del proceso de ejecución fue uno de los elementos cruciales para la consecución de estos objetivos en la construcción del metro de Quito, lo cual además de cumplir con las expectativas, logró superarlas,

generando además conocimiento de la aplicación de esta metodología de trabajo dentro del municipio de Quito el cual emprendió la búsqueda de proveedores que sean capaces de manejar BIM. Lacaze, L. (2020).

Gracias al trabajo con BIM se puede reducir los desperdicios en la fase de construcción, realizando el debido proceso, comenzando desde el análisis de e los procesos constructivos, generando modelos de simulación de cada etapa de ejecución del proyecto con el fin de proyectar las actividades necesarias para la construcción. También se logró llevar un control adecuado del avance de la obra, pudiendo generar un registro de la secuencia de trabajo, lo cual generó una correcta gestión integral de los recursos constructivos. Lacaze, L. (2020).

2.1.15 Nicho de Mercado

Figura 7. Viviendas vendidas por mes por proyecto en Guayaquil.

Rango de Precios	2017	2018	2019
Menos de 50.000	10,72	6,03	2,87
De 50.001 a 70.000	1,56	1,21	0,93
De 70.001 a 100.000	0,79	0,86	0,88
De 100.001 a 150.000	0,60	0,57	0,54
De 150.001 a 200.000	0,65	0,55	0,55
De 200.001 a 250.000	0,53	0,62	1,08
De 250.001 a 300.000	0,67	1,23	0,34
Mas de 300.001	0,30	0,29	0,39

Fuente: MarketWatch. (2020).

La figura 7 representa las unidades de viviendas vendidas por proyecto por mes para cada año, tomando en cuenta el periodo desde el 2017 hasta el 2019.

Para el presente estudio, se verificó que el presupuesto del proyecto Casa Libre, el cual es de \$82,311.13, tiene un impacto importante dentro del mercado inmobiliario nacional, ya que se encuentra encasillado en el segmento de precios de viviendas entre los \$70,000.01 a \$100,000.00, en el cual según el informe de MarketWatch se venden 0.79 viviendas por mes por proyecto para el año 2017 y 0.88 viviendas por mes por proyecto para el año 2019, lo cual demuestra que existe una

tendencia a la alza, proyectada con un crecimiento constante hasta el 2022, que fue el año en el cual se comenzó el proyecto Casa Libre.

2.2 Presupuestos de Obras Civiles

2.2.1 Definición

La definición más adecuada para un presupuesto es la que redacta Zambrano, M. (2021), en su libro "PROGRAMACIÓN, PRESUPUESTOS Y CONTROL DE OBRA", la cual nos indica que:

"Un presupuesto es una estimación anticipada de un costo, donde se deben identificar las necesidades y recursos requeridos en el proyecto, incluyendo dimensiones, materiales, mano de obra, equipo y servicios. Un presupuesto también está conformado por costos directo y costos indirectos." Zambrano, M. (2021)

Para sintetizar la definición de Zambrano, M. (2021), un presupuesto comprende todos los valores que se van a invertir dentro de un proyecto de construcción, se debe contemplar todos aquellos procesos constructivos que son necesarios para el erguimiento de una edificación, yendo hasta lo más minucioso, con el fin de asignar los recursos correspondientes a cada actividad.

2.2.2 Funciones

Existen diferentes funciones de un presupuesto, mientras más detallado es este, menor va a ser la incertidumbre al momento de tomar decisiones con respecto al punto de equilibrio de un proyecto de inversión en el sector de la construcción, unos de las principales funciones las detalla Zambrano, M. (2021) en su libro: "Planear: A mayor planeación se reduce la incertidumbre, lo que genera menor riesgo." Zambrano, M. (2021)

Mientras menor sea la incertidumbre, mayor va a ser la capacidad de decisión y la seguridad que guíe al director ejecutivo del proyecto a realizar una elección decisiva, la cual va a reducir los riesgos de inversión, generando confianza en el inversionista, a mayor precisión, mayor certeza. Zambrano, M. (2021)

“Control: Controla el flujo de caja, tiempo y decisiones. Hace que el desarrollo del proyecto sea más proactivo”. Zambrano, M. (2021)

Para que un proyecto de construcción se encamine adecuadamente hacia el éxito, debe tener un control total y absoluto de cuánto se está invirtiendo y cuánto se está desembolsando, para poder apuntar sobre las actividades que se vuelven críticas, y a raíz de esto, poder controlarlas para que puedan generar rendimientos productivos más elevados. Zambrano, M. (2021)

“Comunicación: El presupuesto ayuda a organizar cada actividad. ” Zambrano, M. (2021)

Si se tiene un detalle explícito de las actividades que serán necesarias para ejecutar un proyecto, se tiene claro el camino de este, por esta razón, tener una organización detallada de las actividades del proyecto es contar con información valiosa, resultando así en un proceso de comunicación efectivo, que permite la interoperabilidad de las actividades entre los miembros que intervienen en las mismas. Zambrano, M. (2021)

“Manejo de recursos: Influye en el control del tiempo y además controla decisiones. frente al dinero para la solicitud prestamos, por ejemplo. ¿Qué recursos?, ¿Cuánto y Cuándo de cada recurso? (estimativo de tiempos). ” Zambrano, M. (2021)

“Manejo financiero: Rentabilidad adecuada para los inversionistas, establecimiento de flujo de caja, en función de los tiempos y los ingresos. (Liquidez a lo largo del proyecto). ” Zambrano, M. (2021)

Por dar un ejemplo, dentro de la solicitud de créditos hipotecarios en el Ecuador, se solicita la elaboración de un presupuesto de obra junto a la programación de la misma, con el fin de asignar los recursos económicos a medida que se va desarrollando el proyecto de construcción. En resumidas cuentas, si se cuenta con un presupuesto, se cuenta con una estrategia de manejo de recursos que determinan los estimativos de tiempo y de recursos para el proyecto. Zambrano, M. (2021)

“Fortalece el registro histórico: Está contribuyendo al aprendizaje organizacional en lo que compete a costos. ” Zambrano, M. (2021)

Cuando de estructuras empresariales se trata, es importante la creación de registros históricos que sean replicables por el futuro personal que vaya a tomar las riendas de una actividad presupuestaria, con el fin de aprender de las actividades realizadas en presupuestos anteriores, que puedan generar contenido de valor para proyectos a futuro. Zambrano, M. (2021)

“Imprevistos: Se puede determinar lo que puede pasar, disminuye la incertidumbre y permite prever las situaciones que se puedan presentar.” Zambrano, M. (2021)

Y, por último, los imprevistos son parte de una obra, la mayor cantidad de obras suelen tener imprevistos que se alejan de la capacidad de administración del director del proyecto, como los factores ambientales, sociales, económicos a nivel macroeconómico, entre otros. Zambrano, M. (2021)

Una de las etapas de la construcción que mayor peso tienen dentro del proceso de construcción se encuentra el proceso de elaboración de un presupuesto y la fase de planificación, debido a esto es fundamental que, para evitar el impacto negativo de los retrasos en las obras, se pueda ligar correctamente el presupuesto de obra a la planificación de la misma, con el objetivo de así generar fluidez en los procesos constructivos. Cedeño, K. (2022).

2.2.3 Presupuestos Globales

Los presupuestos globales son muy utilizados para obtener valores que se aproximan de manera generalizada a los valores que serán asignados al proyecto, de esta manera, se logran calcular presupuestos de manera rápida, y son muy utilizados para la participación en licitaciones de empresas que requieren de algún servicio constructivo, y en el cual se presentan a participar contra otras empresas constructoras, en el mayor de los casos, estos presupuestos son medidos en metros lineales, cuadrados, cúbicos, unidades, y kilogramos o Litros. Zambrano, M. (2021)

Entre los índices más usados podemos encontrar los siguientes:

“Costo por metro cuadrado para proyectos inmobiliarios

Costo por metro cúbico para proyectos inmobiliarios

Costo por metro lineal para proyectos lineales

Costo por metro cuadrado para proyectos de infraestructura

Costo por metro cúbico para proyectos de infraestructura

Costo por unidad de servicio

Costo por unidad de producción (plantas industriales) ". Zambrano, M. (2021)

2.2.4 Proceso de Elaboración de Presupuestos de Manera Tradicional

El proceso de elaboración de un presupuesto de manera tradicional consiste en la elaboración de planillas mediante Excel o cuadernos de registro, en las cuales se debe partir desde lo macro a lo micro, mediante diversas técnicas, una de las más empleadas en la elaboración de presupuestos es la conocida como WBS, por sus siglas en inglés, las cuales traducidas al español significan: "Estructura de División de Trabajo", la cual consiste en la desintegración de cada una de las partes "macro" en modelos similares que se van reduciendo en escala, para de esta manera subdividir las actividades y que cuenten con una secuencia lógica de ejecución. Zambrano, M. (2021)

Dentro del proceso de elaboración del presupuesto de manera tradicional se pueden distinguir las diferentes etapas que caracterizan al mismo, entre las cuales se puede destacar, según Burbano, J. (2005):

- "Pre-iniciación.
- Elaboración del presupuesto.
- Ejecución.
- Control.
- Evaluación."

2.2.5 Excel como Parte de la Metodología Tradicional

Según menciona *El Economista* en su publicación "¿Es posible decirle "adiós" al Excel en la industria de la construcción?" basado en reporte de la empresa Calidad Cloud:

Aproximadamente el 50% de las empresas dedicadas a la construcción en Latinoamérica utilizan Excel como parte de sus métodos tradicionales, y no cuentan con herramientas que les permitan optimizar el almacenamiento de datos y la gestión de los mismos, por lo cual la mayoría de sus operaciones se ven complicadas durante la fase de planeación, diseño y ejecución. Tal como lo menciona Robson Fuentes, director general de Calidad Cloud. *El Economista*. (2023).

Además de esto, Calidad Cloud estima que el 87% de los usuarios que crean hojas de cálculo en Excel no saben si su información y programación son correctos en total medida. Estos datos son importantes porque las plantillas se utilizan a menudo a nivel empresarial y su eficacia o eficiencia puede conducir a resultados poco realistas. *El Economista*. (2023).

En Calidad Cloud se realizó un estudio en el cual se analizó a un trabajador del sector de la construcción que se encontraba en campo, y además tenía encargadas labores administrativas, por lo cual en sitio debía recabar información y posteriormente llevarla a oficina, para poder emitir informes mediante Excel, lo cual lo llevaba a perder 2,3 días de la semana realizando labores de oficina, y disminuyendo el tiempo y la calidad que le dedicaba al trabajo en obra. *El Economista*. (2023).

2.2.6 Aplicación de BIM para Presupuestos

“Análisis de tiempos. Sirve para la simulación de todo el proceso constructivo, permitiendo la creación de planos temporales para cada uno de los trabajos que se modelan en el proyecto BIM. Analiza datos de diferentes elementos constructivos referidos a la planificación temporal, como la fecha de colocación, el tiempo consumido en la ejecución, tiempo para la entrada en servicio o secuencia constructiva. También permite establecer relaciones y dependencias, planificando la ejecución de la obra, estableciendo coordinaciones dinámicas para que resuelva una secuencia temporal de trabajos acorde al sistema constructivo utilizado y resolución de conflictos espaciotemporales.” Tovar, F. (2020).

Dentro del BIM, existen diferentes aplicaciones que puedan ser utilizadas para la elaboración de un presupuesto de obra, Revit es una de las más conocidas, a partir de Revit se va a modelar los elementos tridimensionales, y con la ayuda de otros

programas, como Dynamo, Navisworks o Arquímedes, se puede obtener secuencias de ejecución de trabajos dentro del proyecto, gracias a esto se puede generar una lista basada en una secuencia lógica de actividades, que permitan generar un flujo organizado de trabajo, que permita ejecutar las actividades sin interrupciones y con la menor cantidad de contratiempos posible, esta dimensión de trabajo es conocida como la Cuarta Dimensión. Tovar, F. (2020).

“Análisis de costes (5D). Engloba datos de los elementos relativos al coste de ejecución. En conjunto con la 3ª dimensión, permite presupuestar el alcance económico de la obra, al obtener las mediciones reales del modelo y aplicando una base de datos relativos al coste. Permite conocer de forma más precisa el importe de cada una de las certificaciones en relación con el trabajo ejecutado por el equipo. Es capaz de estimar costes, generar presupuestos detallados, realizar estudio de viabilidad económica, llevar el control de coste, gestionar ofertas o contrataciones y realizar certificaciones de obra.” Tovar, F. (2020).

El análisis de los costos es conocido como la herramienta de la Quinta Dimensión, en la cual se podrá evaluar mediante la implementación de atributos característicos a los elementos modelados en Revit en 3D, para de esta manera extraer la información de forma rápida y concisa, generando modelos ricos en información, no solo con utilidad en visibilidad, sino en utilidad para la generación de reportes de costos. Tovar, F. (2020).

2.2.7 Tablas de Cuantificación en Revit

Las tablas de cuantificación de Revit son de gran utilidad al momento de la elaboración de un presupuesto, ya que extraen información mediante el modelado en 3D, para luego procesarla y entregarla mediante filtros que pueden ser fácilmente editados, partiendo desde sus campos y columnas verticales, las cuales se pueden agregar o quitar a conveniencia. DARCO (2019).

DARCO (2019) se dedica a impartir cursos enfocados en el manejo del programa Revit, mediante el cual ha transmitido una guía detallada de pasos que se deberían seguir para la extracción de tablas de cuantificación de Revit.

“Las tablas son consideradas como un tipo de vista en Revit, las tablas despliegan información que se extrae del proyecto, esta información es contenida en las propiedades de cada componente. ” DARCO (2019).

Las tablas entregan información de valiosa utilidad para el detallado de elementos constructivos.

“Los tipos de listado que genera Revit son:

Listados de materiales: desglosan la estructura de elementos complejos tales como; muros, pisos, techos, losas etc. Estas tablas se llaman Material Takeoff.

Listados de cuantificación: cuantifican componentes del modelo tales como puertas, ventanas, mobiliario, etc.

Listados de planos: genera un listado de planos” DARCO (2019).

Dicho de otro modo, Revit genera listas de materiales que permiten cuantificar cantidades y a su vez generar planos según la vista que se desee, estos contienen información de alto valor constructivo, ya que refleja detalles que permiten al constructor tomar mejores decisiones al momento de la compra de materiales que van a servir para la ejecución del proyecto. DARCO (2019).

2.3 Presto para la Elaboración de Presupuestos

2.3.1 Introducción a Presto

“El programa Presto ha sido desarrollado por Soft, S.A., una empresa española que desde 1980 realiza programas para el sector de la construcción; desde programas de cálculo de estructuras hasta programas de gestión. Está diseñado para entornos Windows y está dirigido tanto a empresas constructoras como a profesionales de proyectos. ” Espinosa, F. (2012).

Presto es un programa utilizado dentro de la ingeniería de la construcción que está orientado a profesionales encargados de la dirección de proyectos de obras civiles que tienen la misión de encaminar las asignaciones presupuestarias de una

edificación, con el objetivo de optimizar los procesos y ser más eficientes dentro de las empresas constructoras. Espinosa, F. (2012).

2.3.2 ¿Para qué sirve Presto?

“Presto se utiliza para realizar presupuestos, cuadros de precios, catálogos y obras de construcción, integrando la gestión de mediciones, precios, seguridad y salud, calidad, medio ambiente, planificación, compras y control de costes. ”

El programa Presto se utiliza para la elaboración de presupuesto a partir de modelos tridimensionales, mediante la extracción de información a partir de Revit con el fin de generar cuantificaciones estimadas para la compra de materiales, asimismo, nos brinda la posibilidad de generar partidas presupuestarias que sean útiles al momento de calcular el costo de una obra. Espinosa, F. (2012).

El programa cuenta con varias funciones, entre las cuales se destacan la estimación de costos del proyecto, incluyendo los trabajos realizados por subcontratistas, los costos indirectos de la construcción de la obra, y generar una base de datos que sea capaz de trabajar a futuro para nuevos proyectos, tomando información referencial de relevancia para la generación de un resumen de costos. Así tal como lo menciona Espinosa, F. (2012):

Entre otras funciones que podemos encontrar en Presto es la creación de módulos que puede ir adquiriendo el departamento de presupuestos a medida que lo requiera, como:

“Estimar el coste de un proyecto mediante sistemas de predimensionado rápido.

Orientar sobre los honorarios de todo tipo de tareas realizadas por los proyectistas.

Componer automáticamente presupuestos completos para diferentes tipos de proyectos de edificación y urbanización, con todas sus unidades de obra, sus mediciones aproximadas y su importe.

Redactar complementos del proyecto, como la memoria de calidades, el pliego de condiciones y el Libro del Edificio. ” Espinosa, F. (2012).

2.3.3 Método de Trabajo en Presto

El método de trabajo con Presto se basa en la jerarquización de las partidas, trabajando de tal manera que se van ordenando de lo más general a lo más específico, es así como partiendo del título de la obra se irá desentrañando hasta el más mínimo complemento de cada partida presupuestaria. Espinosa, F. (2012).

El presupuesto dentro de Presto está compuesto por:

Un concepto Raíz, el cual va a reflejar el precio final de la obra, en este concepto de debe ubicar el nombre del proyecto. Genera un consolidado de todas aquellas partidas que contengan los materiales, mano de obra, herramientas, y equipos. Según el proyecto se le va a asignar el nombre correspondiente. Espinosa, F. (2012).

Espinosa, F. (2012) expresa que un concepto raíz es "Concepto superior a todos. Su precio es el precio total de la obra"

Los capítulos, son el siguiente nivel que contiene al concepto raíz, el capítulo agrupa los trabajos según su tipo, en la construcción usualmente están seccionados por tipo de trabajo, por citar un ejemplo, la albañilería, el movimiento de tierras, los trabajos hidrosanitarios, trabajos eléctricos, entre otros. Espinosa, F. (2012).

Espinosa, F. (2012) expresa que un Capítulo es "Concepto que agrupa otros conceptos para ver su importe agregado o para facilitar las búsquedas. "

De cada capítulo surge un subcapítulo, este contiene cada uno de los rubros que están agrupados dentro de los capítulos, también son conocidos como partidas presupuestarias, estas siempre se contratan por separado y comprende la descripción de cada uno de los trabajos específicos que se contemplan dentro de cada sección correspondiente, uno de estos puede ser la instalación de cerámicas, con su respectiva unidad de medida, en este caso, son los m². Por citar otro ejemplo, tenemos la elevación de paredes, la cual también, está en m². Espinosa, F. (2012).

Los subcapítulos y las partidas son, según Espinosa, F. (2012) "Subcapítulo: capítulo cuyos superiores son otros capítulos. - Partida: cuidad de obra que se mide, contrata y certifica por separado. "

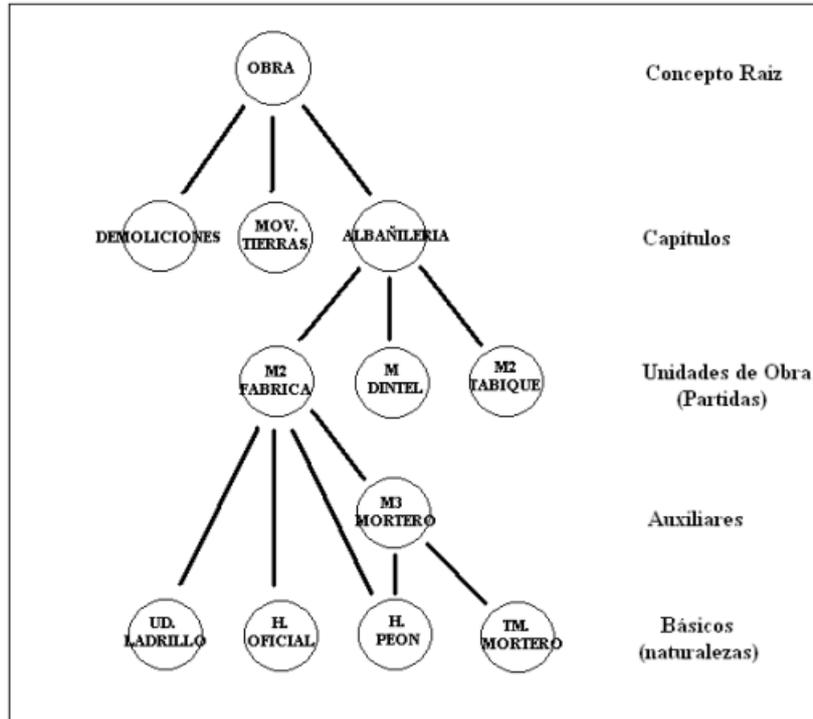
Posteriormente nos encontramos con los Auxiliares, los cuales sirven como ayuda para la elaboración de nuevos presupuestos, ya que cuentan con unidades de rendimiento establecidas en base a la experiencia del presupuestista tanto en material como en mano de obra. Un ejemplo de esto es la elaboración de un contrapiso, en el cual vamos a necesitar hormigón, en este se van a detallar las cantidades de material y mano de obras necesarias para la construcción de su unidad de medida de construcción correspondiente. Espinosa, F. (2012).

Espinosa, F. (2012) se refiere a los conceptos auxiliares como "Concepto que tiene una de las cuatro naturalezas básicas y que está descompuesto. "

Finalmente llegamos a los conceptos básicos, estos elementos son el eslabón más bajo del presupuesto, y contiene elementos que ya no pueden ser descompuestos en más fragmentos, y están asignados a una de las cuatro naturalezas básicas del Análisis de un Presupuesto Unitario (APUS). Espinosa, F. (2012).

A lo cual se refiere Espinosa, F. (2012) como "Concepto que tiene una de las cuatro naturalezas básicas y no está descompuesto. "

Figura 8. Diagrama de jerarquización de conceptos en Presto



Fuente: Espinosa, F. (2012).

En la figura 8 se observa el diagrama de jerarquización de los conceptos para la elaboración de un presupuesto, siempre se parte de un concepto raíz, el cual va a ser el contenedor de las partidas presupuestarias, en esta figura se ejemplifica como el rubro de albañilería se puede descomponer en las partidas que en conjunto hacen posible la ejecución del capítulo de albañilería. Para la fabricación en su unidad de medida se detalla cada material, mano de obra, equipo y transporte necesario para hacer un metro cuadrado de mampostería, el cual se desglosa generando los precios unitarios.

LOD en BIM.

La definición Fundamental del LOD en BIM está relacionada con el nivel de detalle que implica el diseño dentro de un programa de diseño paramétrico, en las especificaciones LOD del 2021 se detallan los diferentes niveles de desarrollo de un modelo BIM como se mostrará a continuación: BIM Fórum (2021).

LOD 100.

“El elemento del modelo se puede representar gráficamente en el modelo con un símbolo u otra representación genérica, pero no cumple con los requisitos para

LOD 200. La información relacionada con el elemento del modelo (es decir, costo por pie cuadrado, tonelaje de HVAC, etc.) se puede derivados de otros elementos del modelo. " BIM Fórum (2021).

Interpretación BIMForum:

"Los elementos LOD 100 no son representaciones geométricas. Los ejemplos son información adjunta a otros elementos del modelo o símbolos que muestran la existencia de un componente, pero no su forma, tamaño o ubicación precisa. Cualquier información derivada de los elementos LOD 100 debe considerarse aproximada. " BIM Fórum, pág. 16. (2021)

LOD 200.

"El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto genérico con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo. " BIM Fórum (2021).

Interpretación de BIMForum:

"En este LOD, los elementos son marcadores de posición genéricos. Pueden ser reconocibles como los componentes que representan, o pueden ser volúmenes para reserva de espacio. Cualquier información derivada de los elementos LOD 200 debe considerarse aproximada. " BIM Fórum, pág. 16. (2021)

LOD 300.

"El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o ensamblaje específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo. " BIM Fórum (2021).

Interpretación de BIMForum:

"La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento diseñado se pueden medir directamente desde el modelo sin consultar

información no modelada, como notas o llamadas de dimensión. Se define el origen del proyecto y se ubica el elemento con precisión respecto al origen del proyecto. " BIM Fórum, pág. 16. (2021)

LOD 350.

"El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o ensamblaje específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación, orientación e interfaces con otros sistemas de construcción. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo. " BIM Fórum (2021).

Interpretación BIMForum.

"Se modelan las partes necesarias para la coordinación del elemento con elementos cercanos o adjuntos. Estas partes incluirán elementos tales como soportes y conexiones. La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal como se diseñó se pueden medir directamente desde el modelo sin consultar información no modelada, como notas o anotaciones de dimensiones. " BIM Fórum, pág. 16. (2021)

LOD 400.

"El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o ensamblaje específico en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación con información de detalles, fabricación, ensamblaje e instalación. También se puede adjuntar información no gráfica al elemento del modelo. " BIM Fórum, pág. 17. (2021)

2.4 Marco Legal:

La normativa ISO 19650 es aquella que guía y estandariza los procesos de modelación de proyectos BIM, es una guía internacional para la implementación de esta metodología de trabajo, y en base a esta norma nacen todas aquellas que se utilizan dentro de los planes nacionales de ejecución y adopción de la metodología BIM dentro de América latina. Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Es así como en la NTP-ISO 19650-1:2021 y NTP-ISO 19650-2:2021 se establece que: "El Entorno de Datos Comunes (CDE) debe satisfacer los requisitos generales de la inversión y apoyar la producción colaborativa de la información. " Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Ya que en el Ecuador no existe una normativa respecto a la implementación y uso de la metodología BIM, podemos recurrir a la normativa internacional, sin embargo, en Perú sí cuentan con la guía Nacional BIM, la cual es un manual que sirve de instrumento de estandarización de los procesos de diseño y construcción, con el fin de generar sinergia de trabajo dentro de los elementos partícipes del proyecto. Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

De la mano se debe ejecutar lo que se conoce como "El plan de ejecución BIM", El cual según buildingSMART Spain. (2021), debe contener los siguientes elementos (ver EN ISO 19650-2, capítulo 5.3.2):

- A. los nombres y reseñas profesionales de las personas que desempeñarán la función de gestión de la información;
- B. la estrategia de entrega de información;
- C. la estrategia de federación de los modelos de información;
- D. la matriz de responsabilidades, que describe la participación de varias funciones, en la ejecución de tareas o en la provisión de entregables;
- E. los métodos y procedimientos de producción de información del proyecto;
- F. la norma de información del proyecto;
- G. la infraestructura tecnológica (aplicaciones SW y HW) a adoptar."

De la misma manera, la guía nacional BIM adapta la normativa ISO 19650 con el fin de que la podamos comprender fácilmente con gráficos y tablas, es así como nos presenta el nivel de detalle dentro de la elaboración de proyectos BIM:

Figura 9. Matriz de nivel de detalle LOD (1).

NIVEL DE DETALLE	LOD 1	LOD 2
Referencia	Elementos representados de forma conceptual	Elementos representados de forma genérica
Descripción	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como una volumetría, masa o elemento, de forma esquemática para estimar áreas, volumen, costo, orientación entre otros.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de las dimensiones 0D (punto de ubicación), 1D (línea o curva), 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación: Ubicación y orientación aproximados.</p> <p>*Apariencia: Puede considerar transparencia, colores en la superficie para representar los tipos de elementos.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: No requiere ingresar información paramétrica.</p> <p>Nota: Las características de los elemento BIM tienen muy altas probabilidades de cambiar al avanzar el diseño.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de tamaño y forma genérica. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y el diámetro. No presenta detalles o elementos adicionales.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de las dimensiones 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación: Ubicación referencial, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia: Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se puede ingresar información paramétrica de manera parcial.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen altas probabilidades de cambiar al aumentar el nivel de detalle.</p>

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

En la figura 9 se detallan las características que permiten diferenciar el LOD dentro del nivel de diseño de la metodología BIM, uno de los puntos a destacar del LOD 100 es que representa detalles geométricos básicamente, más bien como un volumen o cuerpo sólido, su ubicación aproximada o esquemática, y suelen considerarse como un bosquejo sobre el cual se va a comenzar a proponer los detalles a medida que avanza el diseño del proyecto.

Para el LOD 200 los elementos geométricos son generados a partir de una familia paramétrica, que pertenece a un sistema establecido y permite agruparlos según sus características, en este nivel ya se pueden detectar las interferencias entre

las diferentes disciplinas arquitectónicas y su apariencia puede mostrar detalles de diseño muy básicos, pero generan una expectativa a quien lo visualiza.

Figura 10. Matriz de nivel de detalle LOD (2).

LOD 3	LOD 4	LOD 5
Elementos representados de forma definida	Elementos de representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos verificados (As-built)
<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelado como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño y forma definida. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y diámetro del elemento y otras formas geométricas que componen el diseño, como capa de acabados en muro y el perfil H de una vigas metálica.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación: Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia: Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen pocas probabilidades de cambiar en las siguientes etapas del proyecto.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño, forma detallada. Suficiente para medir de forma precisa. Incluye elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje, como piezas, anclajes, soportes y conexiones.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación: Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia: Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM es improbable que varíen.</p>	<p>Los elementos BIM representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad, orientación y cualquier otra información relevante, del proyecto terminado.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM reflejan el estado actual fidedigna del proyecto terminado.</p>

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Como continuidad al análisis de la imagen anterior, se observa la figura 10, la cual explica los detalles del LOD 300, en la cual los detalles geométricos ya presentan cantidades, tamaños y formas definidas. Su ubicación esta precisamente definida dentro del proyecto, y la apariencia muestra colores y texturas.

En la misma imagen, el LOD 400 detalla que son capaces de mostrar elementos de anclaje y piezas de detalle, con la ubicación absoluta representada por coordenadas en los planos, además, al tener un nivel más avanzado de detalle, ya no varían como lo hacen en el LOD 300.

Y finalmente, para el LOD 500, ya se representan los planos As Built, de manera que lo representado en el modelo es exactamente lo que se encuentra construido, con el fin de poder realizar un control detallado para el momento de realizar intervenciones en la estructura por reparaciones o mantenimientos, es así como permite conocer dónde se podría intervenir un elemento, y dónde no.

2.5.1 Roles BIM

Líder BIM.

“Encargado de gestionar, liderar y diseñar, de manera exitosa, los procesos y estrategias para la adopción de BIM a nivel organizacional, de acuerdo con las necesidades y objetivos de cada entidad.” Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

La guía Nacional BIM Perú establece un Líder BIM dentro del proyecto, el cual este encargado de enfocarse en las formas de generar métodos de trabajo óptimos dentro de un equipo interdisciplinario de trabajo. Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Gestor BIM.

“Encargado del proceso de Gestión de la Información BIM y el responsable de establecer los Requisitos de Información de las inversiones, en coordinación con el Líder BIM. Debe transmitir claramente los Requisitos de Información a los Equipos de Proyecto, manteniendo comunicación y coordinación constante con el Coordinador BIM.” Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

El Gestor BIM es el encargado de sobrellevar la parte técnica desde el punto de factibilidad de un proyecto, partiendo desde la parte económica hasta la parte que contempla las especificaciones técnicas, abarcando incluso la gestión de la información entre los participantes del proceso. Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Coordinador BIM.

“Encargado de coordinar la ejecución de los Modelos de Información de las distintas especialidades, asegurando el cumplimiento de los Requisitos de Información, normativas y procedimientos establecidos para Gestión de la Información

BIM, manteniendo la comunicación y coordinación con el Gestor BIM y el Equipo de Trabajo. " Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Modelador BIM

"Encargado del desarrollo de los Modelos de Información, según los Requisitos de Información, considerando el Nivel de Información Necesaria (LOIN), manteniendo la comunicación y coordinación constante con el Coordinador BIM y con los miembros del Equipo de Trabajo. " Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Es el último eslabón, pero no el menos importante, este encargado de generar modelos tridimensionales con información suficiente capaz de ofrecer facilidad al momento de la toma de decisiones basándose en los mismos elementos de detalle especificados dentro de la parte técnica. Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

2.5.2 Estándar de Nomenclatura de Contenedores de Información

"Las inversiones públicas que se desarrollen aplicando BIM, deben estandarizar una nomenclatura a nivel específico de la inversión. Dicha nomenclatura se debe ver reflejada y detallada dentro del Plan de Ejecución BIM (BEP) para conocimiento de todos los involucrados. " Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Figura 11. Nomenclaturas de los Contenedores de Información.

Requeridos							Opcionales		
Código de Inversión	Autor	Volumen o sistema	Nivel o localización	Tipo de Documento	Disciplina	Número	Descripción	Código de estado	Revisión
1001	AAA	PE	01	3D	A	00011	LevExteriores	S0	P01.1
Línea 2 del metro de Lima	AAA Arquitectos	Paisaje y exteriores	Planos del primer piso	Modelo 3D	Arquitectura	Nº de secuencia	Descripción del documento	Código de estado	Nº de revisión

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

En la figura 11 se detallan las nomenclaturas y entregables que son requeridos y los que son opcionales de entrega, es así como exigen que cada documento posea: el código de inversión, que consiste en el nombre del proyecto en nuestro país; el

autor o el nombre de la persona o grupo de personas que se encargaron de elaborar el proyecto; el volumen o sistema que consiste en el área que se busca abordar dentro del proyecto; el nivel de localización es la cota sobre la cual se proyectó el plano de planta que se está presentando; el tipo de documento que puede ser 2D o vista isométrica, entre otros; la disciplina comprende a los planos arquitectónicos, estructurales, sanitarios, eléctricos; el número que es el identificador del documento.

Por otra parte se puede encontrar a los documentos que son de entrega opcional, como la descripción del documento, y podría contener caracterización técnica; el código de estado que indica el estado de aptitud de revisión del documento, podría incluir el estado de apto para revisión, apto para ser comentado, retirado, aprobado, apto para coordinación, en revisión preliminar, en revisión inicial, entre otros según sea el avance del proyecto; y finalmente se encuentra el número de revisión por el cual ha pasado el documento entregable.

Existe una tipificación específica para la nomenclatura de cada tipo de archivo, sobre todo para aquellos que han de presentarse en el sector público, en los cuales existen algunos que son de carácter estricto y otros que son de carácter opcional, de esta manera, se genera un estándar de trabajo y manejo de la información dentro de proyectos de aplicación BIM. Ministerio de Economía y Finanzas. (2021).

Figura 12. CÓDIGOS DE ESTADO PARA CONTENEDORES DE INFORMACIÓN DENTRO DE UN CDE.

ESTADO DE UN CONTENEDOR DE INFORMACIÓN	CÓDIGO DE ESTADO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE REVISIÓN
Trabajo en proceso (WIP)	S0	Estado inicial	Versión y revisión preliminar
Compartido (no contractual)	S1	Apto para la coordinación	Revisión preliminar
	S2	Información de ayuda	Revisión preliminar
	S3	Apto para su revisión y comentario.	Revisión preliminar
	S4	Apto para la aprobación de la etapa	Revisión preliminar
	S5	Retirado	N/A
	S6	Apto para la autorización PIM	Revisión preliminar
	S7	Apto para la autorización AIM	Revisión preliminar
Publicado (contractual)	A1, An, etc.	Autorizado y aceptado	Revisión contractual
	B1, Bn, etc.	Aprobación parcial (con comentarios)	Revisión preliminar
Publicado (para aceptación de AIM⁸⁰)	CR	Como documento de registro construido	Revisión contractual

Fuente: UK BIM FRAMEWORK. (2023).

En la figura 12 se observan los códigos de estado que determinan el nivel de revisión de un proyecto, entre estos se pueden encontrar la revisión en estado inicial, y finalmente y posterior a la aprobación del mismo, se genera el código CR que lo habilita como documento registrado constituido, la normativa explica que se debe asignar el código de estado según el nivel de revisión en el cual se encuentre, con el fin de poder mantener al margen de precisión más alto posible la gestión del proyecto.

Debido a la gran magnitud y complejidad de la ISO 19650, el Plan BIM Perú, y la guía Nacional BIM Perú, no es posible implementar todos los elementos cruciales pertenecientes a la normativa legal, sin embargo, se han expuesto en el presente trabajo todos aquellos que se han considerado de mayor importancia y relevancia.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la Investigación:

Cuenta con un enfoque Cuantitativo, ya que se va a cuantificar los tiempos de ejecución de los diferentes rubros que conforman el presupuesto de obra con el fin de realizar un análisis comparativo entre la metodología tradicional y la metodología BIM.

3.2 Alcance de la Investigación:

El alcance de la investigación es correlacional, y está definido por los documentos de entrada del PMPBOOK, los cuales corresponden al detalle del proceso de elaboración de un presupuesto mediante la metodología tradicional y lo correlaciona con el proceso utilizando la metodología BIM, haciendo énfasis en el plazo que toma la elaboración del presupuesto empleando cada proceso de manera independiente, y la precisión que implica hacerlo utilizando ambas metodologías. Con los cuales, se hará un estudio comparativo, lo que permitirá generar los documentos de salida, los cuales están compuestos por tablas comparativas, ventajas y desventajas.

3.3 Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos

El programa Revit será de vital ayuda para el funcionamiento de la metodología BIM, ya que el desarrollo de este proyecto girará en torno al mismo y a la generación de modelos tridimensionales que generarán información contundente y relevante para el proceso de construcción.

Una técnica dentro de Revit muy importante será el modelado, ya que esta es la base para la generación de la información, seguida de la mano de la evaluación de los detalles constructivos, basados en la experiencia del autor.

El programa Presto de la misma manera formará parte de la elaboración de los presupuestos, es indispensable para extraer mediciones de forma rápida y exacta, lo que a su vez facilitará la asignación de partidas presupuestarias de manera eficiente.

La generación de cuadros de resumen permitirá sintetizar de manera concisa el tiempo de elaboración de un presupuesto de manera tradicional y aplicando la metodología BIM.

Además, se emplearán gráficos y diagramas para presentar los resultados obtenidos. Estas herramientas visuales son esenciales para resumir y comparar los datos de manera efectiva, facilitando la comprensión y el análisis de las diferencias entre las dos metodologías.

Para una comparación efectiva entre las metodologías, se generará cuadros de resumen. Estos cuadros sintetizarán el tiempo necesario para la elaboración de un presupuesto utilizando tanto el método tradicional como la metodología BIM, permitiendo una comparación directa y clara, lo cual a su vez permitirá contrastar directamente el tiempo invertido en la elaboración de presupuestos mediante el método tradicional frente al método BIM. Esta comparación proporcionará una evaluación clara de la eficiencia temporal de cada metodología

Finalmente, se desarrollará una guía metodológica para cada uno de los métodos de presupuestación. Esta guía describirá paso a paso los procesos utilizados en ambas metodologías, asegurando un análisis exhaustivo y detallado de cada enfoque.

3.4 Población y Muestra

La población de estudio son los diversos presupuestos que se elaboran en la constructora Portonovo, y la muestra es el presupuesto específico del proyecto Casa Libre Villa 14 Villa Club Etapa Magna.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

La propuesta será la implementación de Revit desde la etapa de diseño de las diferentes disciplinas constructivas, con el fin de que posteriormente se enlace el modelo de Revit con el programa Presto para realizar presupuestos de manera rápida y precisa dentro de la constructora Portonovo, tomando como caso de estudio el proyecto Casa Libre.

Presentación y Análisis de Resultados

4.1 Proceso de Elaboración de un Presupuesto Utilizando el Método Tradicional

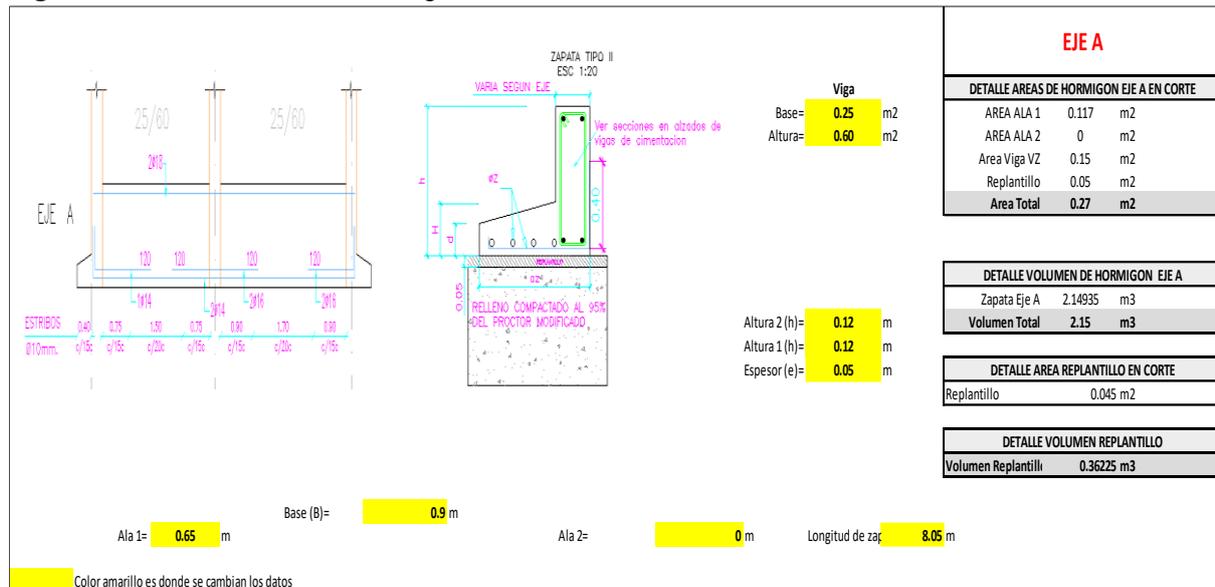
Para la elaboración de un presupuesto de manera tradicional, en primer lugar, se deben conseguir los planos, usualmente en formato CAD, de las diferentes disciplinas que componen un proyecto de construcción.

Una vez que se cuenta con los planos, se debe proceder con el estudio y evaluación de cada uno de ellos, con el fin de comprender el proyecto en su totalidad, en este punto es importante que las disciplinas se encuentren coordinadas debidamente, y que la comunicación entre las partes siga debidamente el proceso de documentación, ya que en la mayoría de ocasiones se realizan cambios, ya sea por petición de los clientes finales o por restricciones detectadas en el sitio sobre el cual se va a levantar la edificación.

Posteriormente se debe elaborar un formato para el registro y la cuantificación de los rubros necesarios, incluyendo cantidades, medidas, formatos de materiales, entre otros.

Por citar un ejemplo se va a presentar el rubro del hormigón respecto al eje A de la cimentación.

Figura 13. Cuantificación de hormigón en Cimientos.

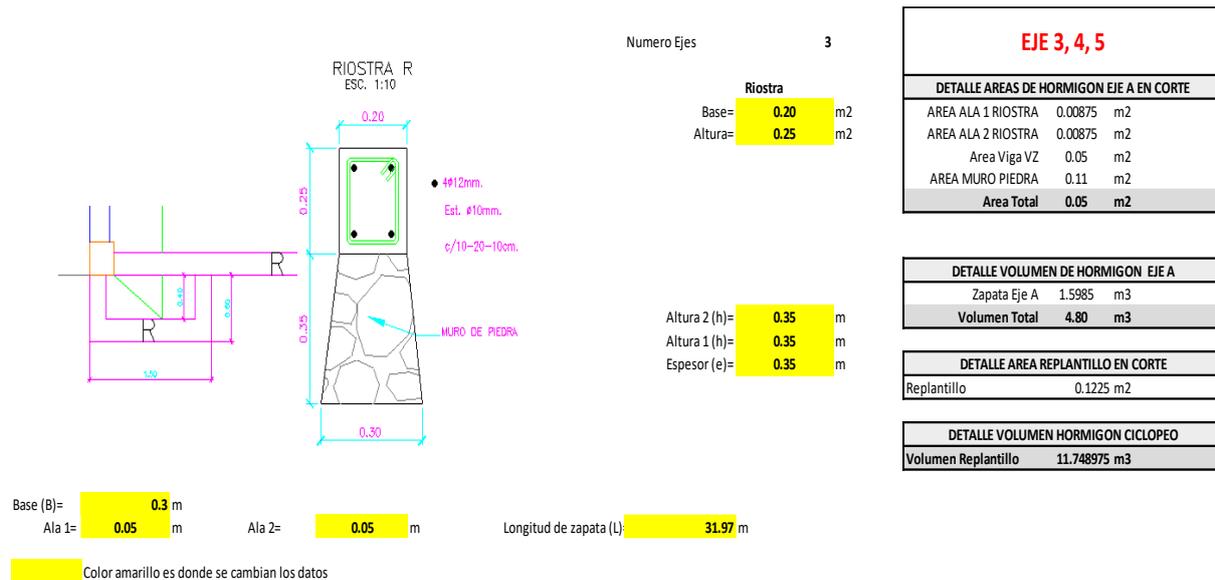


Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 13 se observa la plantilla que ha diseñado el presupuestista, la cual contiene datos importantes para el cálculo del volumen de hormigón del elemento en cuestión. Un punto a destacar es que cada elemento está correctamente detallado dentro de la plantilla, lo cual facilita las labores del revisor más adelante, y de esa manera, se evita la pérdida de tiempo en trabajos que pudiesen llegar a repetirse, disminuyendo la eficiencia del trabajo, sin embargo, trabajar con el método tradicional siempre hace que las hojas de cálculo sean susceptibles a cambios involuntarios, que podrían modificar las fórmulas y alterar los resultados por cálculos errados.

El proceso de cuantificación es el que toma mayor parte del tiempo en la elaboración del presupuesto cuando se hace de manera tradicional, debido a que se debe sumar individualmente cada uno de los elementos del proyecto, por mencionar algunos se encuentran el hormigón de cimentaciones, columnas, vigas, mampostería, pintura, y demás.

Figura 14. Cuantificación de hormigón en Riostras.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 14, similar a la figura 13, se puede observar el detalle del cálculo de los ejes 3, 4 y 5 para conocer el volumen necesario para el hormigón de las riostras, y de la misma manera, se encuentra claramente detallado en los cuadros de datos.

Un punto en contra es que en la mayoría de las ocasiones los formatos de Excel sobre los cuales se está trabajando se suelen modificar, razón por la cual la comprensión por parte del revisor se complica, lo que a su vez causa que deba invertir mayor tiempo para tratar de comprender el documento.

El programa más utilizado para el registro de los rubros y las cantidades de materiales a utilizar es Excel, dentro de la empresa en la cual se realizó este proyecto no se cuenta con un formato para la cuantificación de materiales preestablecido o normado, debido a lo cual se deja a buen criterio del presupuestista el formato a utilizar para la cuantificación de los materiales.

4.1.1 Ingreso de rubros en el programa Excel y elaboración de la base presupuestaria.

Una vez que se han cuantificado todos los rubros de manera manual, se debe ingresar cada partida en Excel, mediante la creación de una base presupuestaria con todos los rubros, con el fin de generar un entregable que permita mostrar de manera resumida el valor económico que se requerirá invertir para la ejecución del proyecto sujeto de estudio.

Figura 15. Base presupuestaria en Excel del capítulo Movimiento de Tierras y Estructuras.

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
2.00	Movimientos de tierra				
2.01	Excavacion a maquina	m3	170.00		
2.02	Relleno y compactacion con material del sitio	m3	102.00		
2.03	Excavacion a mano para vigas de cimentacion (sin desalojo)	m3	2.79		
2.04	Desalojo de material excavado	m3	70.79		
2.05	Acabado de obra basica	m2	170.00		
	Total de Movimientos de tierra				
3.00	Estructuras				
3.1	Hormigon y Acero de Refuerzo				
3.1.1	Hormigón f'c=140kg/cm2 en replantillo e= 5 cm	m2	19.64		
3.1.2	Hormigón f'c=240kg/cm2 en zapatas y muro de contencion	m3	14.29		
3.1.4	Hormigón f'c=240kg/cm2 en riostras	m3	1.82		
3.1.7	Hormigón f'c=240kg/cm2 en escaleras	m3	1.45		
3.1.8	Hormigón f'c=240kg/cm2 en columnas	m3	5.16		
3.2.01	Hormigón f'c=240kg/cm2 en vigas	m3	7.08		
3.2.02	Hormigón f'c=240kg/cm2 en losa y nervios	m3	7.49		
3.2.09	Hormigón f'c=240kg/cm2 en muro de contencion	m3	12.63		
3.2.05	Casetones Termolosa 6000x600x150	u	18.00		
3.1.9	Hormigón f'c=180kg/cm2 e=10cm en contrapiso interior	m3	8.11		
3.1.10	Malla electrosoldada de 5.5c/15x15	m2	144.42		
3.1.11	Acero de refuerzo f'y =4200kg/cm2	kg	2,618.83		
	Total de Hormigon y Acero de Refuerzo				

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 15 se puede observar el detalle de la base presupuestaria del capítulo correspondiente al movimiento de tierras y a las estructuras, en el cual se contempla tanto el hormigón como el acero de refuerzo.

Además de esto, ya cuenta con las cantidades que fueron cuantificadas de manera manual, con hojas de cálculo que tuvieron que ser programas por el presupuestista, y que también se debe recalcar que podrían tener errores, ya que el 87% de los encargados de elaborar un presupuesto admiten que sus presupuestos podrían tener errores en las fórmulas que han sido aplicadas dentro de Excel.

4.1.2 Análisis de Precios Unitarios con la Metodología Tradicional.

El análisis de precios unitarios desglosado permite realizar una observación detallada de cada rubro, para que, al momento de presentar la oferta al cliente, y, en el caso de que se deban hacer reajustes por liquidación de obra, se pueda llegar a acuerdos que sean justos para ambas partes.

Es así como uno por uno, se deben ir ingresando los rubros en Excel, con lo cual posteriormente se debe realizar al APU de cada uno de ellos, y como resultado

se obtendrá un presupuesto correctamente analizado y detallado bajo la metodología tradicional.

Figura 16. Análisis de Precios Unitarios.

Rubros	U	Cantidad	Descripción											
			Cemento	Cemento	Arena	Arena	Piedra	Piedra	Tablas	Tablas	Cuarton	Cuarton	Tiras	Tiras
ESTRUCTURA DE HORMIGON														
Hormigón f'c=140kg/cm2 en replantillo e= 5 cm	m2	19.64	7	137.48	0.028	0.54	0.043	0.835	2	39.28	3	58.92	0.5	9.82
Hormigón f'c=240kg/cm2 en zapatas y muro de contencion	m3	14.29	7	100.03	0.55	7.86	0.85	12.15	2	28.58	3	42.87	0.5	7.15
Hormigón f'c=240kg/cm2 en riostras	m3	1.82	7	12.74	0.55	1.001	0.85	1.547	2	3.64	3	5.46	0.5	0.91
Hormigón f'c=240kg/cm2 en escaleras	m3	1.45	7	10.15	0.55	0.798	0.85	1.233	2	2.9	3	4.35	0.5	0.73
Hormigón f'c=240kg/cm2 en columnas	m3	5.16	7	36.12	0.55	2.838	0.85	4.386	2	10.32	3	15.48	0.5	2.58
Hormigón f'c=240kg/cm2 en vigas	m3	7.08	7	49.56	0.55	3.894	0.85	6.018	2	14.16	3	21.24	0.5	3.54
Hormigón f'c=240kg/cm2 en losa y nervios	m3	7.49	7	52.43	0.55	4.12	0.85	6.367	2	14.98	3	22.47	0.5	3.75
Hormigón f'c=240kg/cm2 en muro de contencion	m3	12.63	7	88.41	0.55	6.947	0.85	10.74	4	50.52	5	63.15	1	12.6
Casetones Termolosa 6000x600x150	u	18.00												
Hormigón f'c=180kg/cm2 e=10cm en contrapiso interior	m3	8.11	7	56.77	0.55	4.461	0.85	6.894	4	32.44	5	40.55	1	8.11
Malla electrosoldada de 5.5c/15x15	m2	144.42												
Acero de refuerzo fy =4200kg/cm2	kg	2,618.83												

Análisis de Precio Unitario									
Descripción									
Trazado Y Replanteo									
								Unidad :	m2
								Cantidad :	960.00
								Precio Unitario :	\$ 0.57
								Total :	\$ 547.20
Ci	Clave	Da	Ri	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total	%
Materiales									
	ENC-003			Cuartones de Encofrado Semiduro	un	0.01562	\$2.80	\$0.04	8.16
	ENC-005			Tiras de encofrado	Und	0.01039	\$1.50	\$0.02	4.08
	AGL-004			Cal	sc	0.00208	\$4.50	\$0.01	2.04
	ENC-051			Clavo para madera 2 1/2"	Kg	0.00417	\$1.81	\$0.01	2.04
Total de Materiales								\$0.08	16.32
Mano de Obra									
	MAO-001	X		AYUDANTE	gor	0.00625	\$32.12	\$0.20	40.82
	MAO-002			CALIFICADO	gor	0.00625	\$33.57	\$0.21	42.86
Total de Mano de Obra								\$0.41	83.68
							Costo Directo	\$0.49	
							Indirectos (12.80%)	\$0.06	
							Indirectos de Campo (3.15%)	\$0.02	
							Subtotal	\$0.57	
							Financiamiento (0.00%)	\$0.00	
							Subtotal	\$0.57	
							Utilidad (0.00%)	\$0.00	
							Cargos Adicionales (0.00%)	\$0.00	
							Precio Unitario	\$0.57	

** CERO DOLARES 57 **

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 16 se observa una hoja de cálculo que ha sido programada para el capítulo de las estructuras de hormigón, que hacia la derecha en el eje de las abscisas muestra los materiales necesarios para la ejecución de cada rubro, y en el eje de las ordenadas muestra los rubros que van a ser analizados, normalmente se suele dedicar una pestaña en la hoja de cálculo a cada rubro, pero hacerlo de dicha manera tomaría aún más tiempo, motivo por el cual el presupuestista en este proyecto ha decidido tomar una hoja de cálculo de trabajos anteriores y adaptarla al proyecto, para que así pueda obtener las cantidades que serán necesarias para la compra de los materiales, y también facilitar el proceso de solicitud de compra de los mismos.

Para el análisis de precios unitarios con la metodología tradicional también se debe crear un formato con el cual permita calcular la cantidad de materiales, equipos y herramientas, mano de obra, y costos de transporte que serán necesarios para lograr ejecutar un rubro, consiste en la descomposición de cada rubro separando de

lo macro a lo micro, por citar un ejemplo, para lograr el trazado y replanteo de la construcción se necesita una cantidad de tiras, cuartones, cal, clavos, herramienta menor, mano de obra, y a esto se le deben adicionar los costos indirectos, que deben ser considerados para obtener el valor real de una partida presupuestaria, tal como se lo ha considerado en la figura 16.

4.1.3 Asignación del Valor Económico dentro de la Base Presupuestaria.

Una vez que se ha concluido el análisis de precios unitarios se debe proceder con el ingreso de los valores económicos dentro de la base presupuestaria que ha sido creada anteriormente, como se observa en este detalle del proceso de elaboración de un presupuesto de manera manual, todo proceso es muy repetitivo, y es una de las principales razones por las cuales se busca optimizar el mismo.

Figura 17. Asignación del valor económico dentro de la base presupuestaria en Excel para el capítulo de Movimiento de Tierras y Estructuras.

Presupuesto						
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total	
2.00	Movimientos de tierra					
2.01	Excavacion a maquina	m3	170.00	\$ 3.82	\$	649.40
2.02	Relleno y compactacion con material del sitio	m3	102.00	\$ 5.62	\$	573.24
2.03	Excavacion a mano para vigas de cimentacion (sin desalojo)	m3	2.79	\$ 27.60	\$	77.00
2.04	Desalojo de material excavado	m3	70.79	\$ 6.39	\$	452.35
2.05	Acabado de obra basica	m2	170.00	\$ 0.75	\$	127.50
	Total de Movimientos de tierra				\$	1,879.49
3.00	Estructuras					
3.1	Hormigon y Acero de Refuerzo					
3.1.1	Hormigón f'c=140kg/cm2 en replantillo e= 5 cm	m2	19.64	\$ 4.57	\$	89.75
3.1.2	Hormigón f'c=240kg/cm2 en zapatas y muro de contencion	m3	14.29	\$ 158.26	\$	2,261.54
3.1.4	Hormigón f'c=240kg/cm2 en riostras	m3	1.82	\$ 158.26	\$	288.03
3.1.7	Hormigón f'c=240kg/cm2 en escaleras	m3	1.45	\$ 158.26	\$	229.48
3.1.8	Hormigón f'c=240kg/cm2 en columnas	m3	5.16	\$ 158.26	\$	816.62
3.2.01	Hormigón f'c=240kg/cm2 en vigas	m3	7.08	\$ 158.26	\$	1,120.48
3.2.02	Hormigón f'c=240kg/cm2 en losa y nervios	m3	7.49	\$ 158.26	\$	1,185.37
3.2.09	Hormigón f'c=240kg/cm2 en muro de contencion	m3	12.63	\$ 158.26	\$	1,998.82
3.2.05	Casetones Termolosa 6000x600x150	u	18.00	\$ 31.64	\$	569.52
3.1.9	Hormigón f'c=180kg/cm2 e=10cm en contrapiso interior	m3	8.11	\$ 107.83	\$	874.50
3.1.10	Malla electrosoldada de 5.5c/15x15	m2	144.42	\$ 2.81	\$	405.82
3.1.11	Acero de refuerzo f'y =4200kg/cm2	kg	2,618.83	\$ 1.53	\$	4,006.81
	Total de Hormigon y Acero de Refuerzo				\$	13,846.74

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Para este punto, ya se puede observar como el presupuesto va tomando forma, y ya se puede comenzar a generar informes del avance del presupuesto de la obra, con lo cual se puede generar una ponderación de los rubros analizados sobre el total de rubros que forman parte del proyecto, y ya se puede tener un estimado de cuánto se va a requerir para la ejecución del proyecto.

Sin embargo, lo mejor siempre será no anticiparse, y hacerse firme al análisis de precios unitarios, que van a entregar el detalle de cada uno de los elementos necesarios para la ejecución del proyecto.

En la figura 17 se puede observar el rubro junto a la unidad, acompañado de la cantidad y el precio unitario, lo cual permite tener el valor del subtotal, e incluso el valor económico total de ese capítulo.

De esa manera se ha procedido con todos y cada uno de los rubros hasta obtener el valor final del presupuesto, el cual se muestra a continuación:

Figura 18. Presupuesto Proyecto Casa Libre Metodología Tradicional.

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
	Total de Obras Preliminares			₡	2,964.22
	Total de Movimientos de tierra			\$	1,879.49
	Total de Estructuras			₡	18,630.44
	Total de Mampostería			₡	3,209.24
	Total de Enlucidos			₡	6,090.88
	Total de Pintura			₡	2,228.24
	Total de Tumbado			₡	2,173.34
	Total de Revestimiento			₡	7,738.22
	Total de Aluminio y Vidrio			₡	12,609.80
	Total de PUERTAS			₡	2,416.00
	Total de MUEBLES			₡	4,461.87
	Total de PIEZAS SANTARIAS			₡	1,711.54
	Total de Ingeniería Hidrosanitaria			₡	4,857.83
	Total de Ingeniería Eléctrica. Contrato eléctrico (no incluye luminarias)			₡	6,160.83
	Total de Sistema de Climatización			₡	2,526.95
	Total de Sistema de Gas GLP			₡	543.57
	Total de Varios			₡	2,108.67
	Total de Proyecto casa libre			₡	82,311.13
	Total de Presupuesto			₡	82,311.13

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

El presupuesto de la figura 18 se muestra en un cuadro que resume los capítulos que conforman el mismo, con el fin de sintetizar la información, hacerla más compacta y a su vez fácil de interpretar. Se pueden observar el subtotal de cada capítulo, y si se desea revisar a detalle se puede aparecer las celdas que se encuentran ocultas. Además, con el detalle presentado se pueden generar ponderaciones que permitan a los encargados de la compra de materiales conocer cuáles son los capítulos y rubros que tienen mayor peso sobre el presupuesto, y así hacer mayor énfasis sobre estos, con el fin de generar negociaciones que permitan tener un valor que respalde y sirva de soporte durante alguna actividad imprevista.

4.2 Proceso de Elaboración de un Presupuesto BIM Utilizando Revit.

El proceso de elaboración de un presupuesto utilizando la metodología BIM comienza con el modelado. Es fundamental para la elaboración de un presupuesto que las características constructivas sean delimitadas correctamente, debido a que de esto va a depender que el presupuesto sea preciso, un requisito para cumplir el rol de modelador BIM es tener criterio constructivo bien formado, lo cual implica experiencia en campo.

Es importante mantener una estrecha comunicación con el área de diseño, ya que todo modelado BIM comienza a partir de los planos en 2D o regularmente formatos CAD en la estructura tradicional de una empresa constructora.

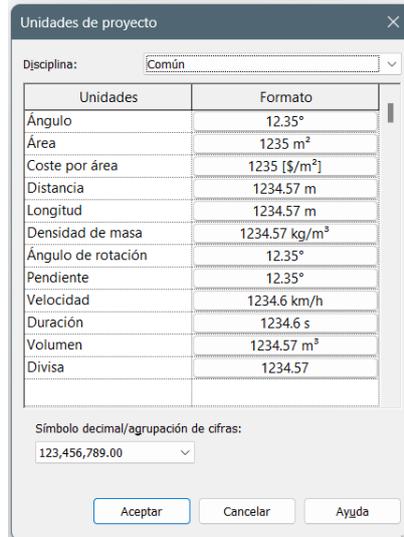
Este proceso de modelado es vital para optimizar y acelerar la elaboración del presupuesto. Se presentará una guía metodológica enfocada en el uso de Revit para el modelado, orientada a la generación del presupuesto de obra para el proyecto Casa Libre. Esta guía detallará los pasos y consideraciones necesarias para utilizar eficazmente Revit en este contexto

4.2.1 Establecimiento del Formato de las Unidades en Revit.

Es importante que previo a comenzar el modelado 3D, las unidades sean configuradas correctamente, es recomendable utilizar las unidades de medida que se usan comúnmente en el medio constructivo, es decir, metros, utilizar dos unidades decimales, y seleccionar el símbolo de "m" para definir los "metros".

Para activar rápidamente las unidades podemos utilizar el comando (**UN**) proveniente del inglés "**UNITS**".

Figura 19. Configuración de Unidades.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

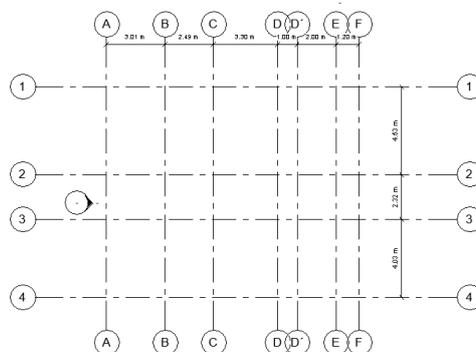
La figura 19 muestra el panel que se despliega al momento de establecer las unidades del proyecto, además en esta pestaña Revit brinda la posibilidad de asignar las unidades de medida para distancia y metros, junto con el número de unidades decimales que se desea representar en el diseño.

4.2.2 Rejillas

Las rejillas o también llamados ejes son las guías sobre las cuales se ubican generalmente las columnas en nuestro proyecto, deben contener la acotación tanto en el eje X como en el eje Y, es importante verificar las medidas de las rejillas para evitar arrastrar problemas de ubicación de elementos constructivos dentro del proyecto a las plantas superiores.

El atajo para realizar las rejillas de manera rápida es (**GR**) proveniente del inglés "**Grids**".

Figura 20. Ubicación de rejillas



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

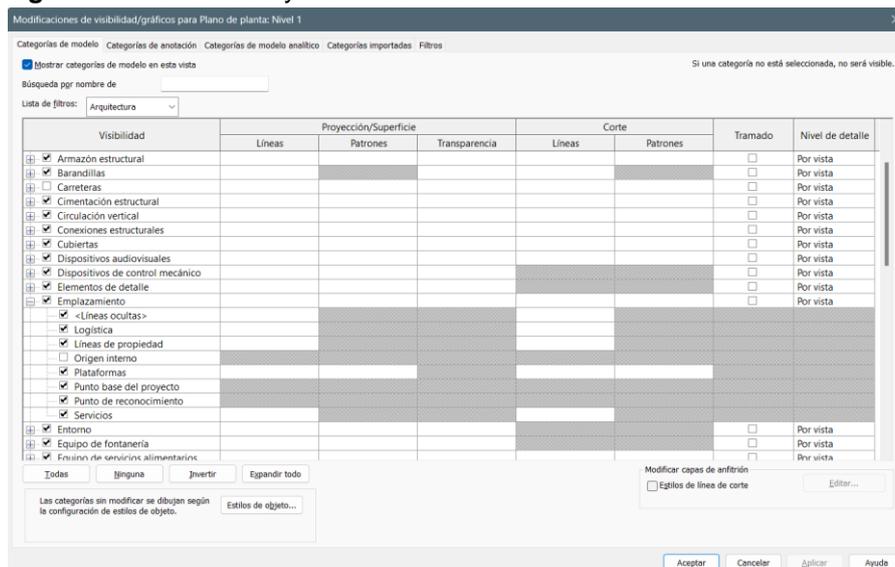
En la figura 20 se representan las rejillas y su visualización desde una vista de planta dentro de Revit, se debe definir correctamente la distancia entre las rejillas que van a representar los ejes dentro de los planos que luego serán impresos y entregados para la ejecución en obra.

4.2.3 Punto Base del Proyecto

El punto base en el proyecto va a ser el punto de encuentro de las diferentes disciplinas de modelado BIM, es aquí donde se van a alinear las disciplinas de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas.

No delimitar correctamente este punto de partida puede causar que los modelos de las diferentes disciplinas no se alineen correctamente, y que las instalaciones no encajen dentro del modelo arquitectónico.

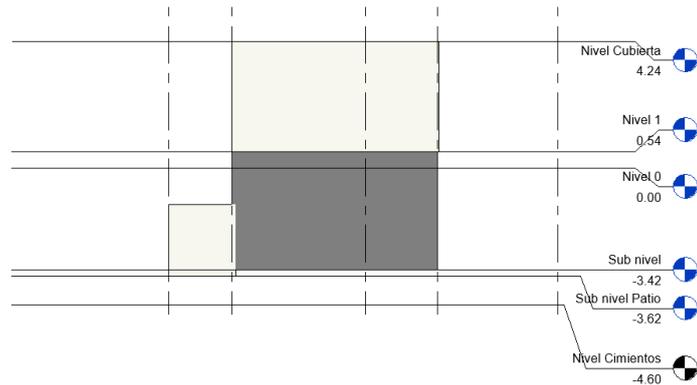
Figura 21. Punto Base y Punto de Reconocimiento.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Para activar el Punto Base y el Punto de Reconocimiento debemos utilizar el comando (VV) y seleccionar la opción "Emplazamiento", y marcar las casillas de "Punto Base del Proyecto" y "Punto de reconocimiento", tal como se muestra en la figura 21.

Figura 23. Niveles Vista Elevación Oeste.



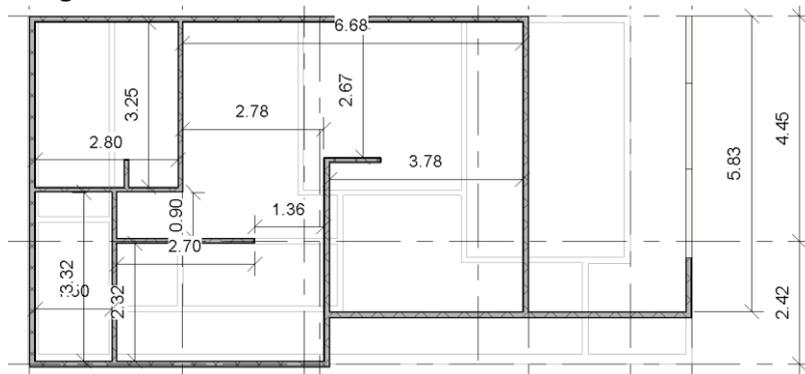
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tal como se muestra en la figura 23, en donde las vistas conocidas como “Elevaciones” se etiquetan automáticamente según el nombre que se le asigne, y estos nombres se van actualizando en todas las referencias en las cuales estén presentes, generando un trabajo colaborativo que permita no existan interferencia en la información.

4.2.6 Cotas

Para la generación de cotas es suficiente con presionar el atajo **(DI)** el cual viene de “**Dimension**” en inglés, y su función principal es indicar la medida de separación que existe entre los elementos del proyecto, si el tamaño de las anotaciones es muy pequeño se puede realizar el cambio de la escala de 1:100 a 1:200, y así sucesivamente para ir aumentando el tamaño de las anotaciones, también es importante tomar en cuenta desde dónde se está tomando la medida, ya que esta puede ser de diferentes maneras: desde el eje del núcleo, el eje del muro, desde la capa de envolvente, ya sea esta interior o exterior, o desde la capa de acabado, de la misma manera, interior o exterior.

Figura 24. Acotaciones



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La figura 24 muestra la escala 1:200, en la cual se puede observar las cotas del proyecto con una fuente de mayor número, generando mayor visibilidad, es muy útil acorde a los elementos sobre los cuales se está dibujando y se desea representar.

4.2.7 Tablas de Planificación

Dentro de la cinta de Vista se puede crear una Tabla de Planificación, en este caso se va a partir de las luminarias del proyecto, en la cual se van a cargar los parámetros dentro de la tabla, unos de los parámetros más importantes son el Tipo, el Recuento, las Familias paramétricas a la cual pertenece, entre otros, y se puede obtener un extracto resumido de los elementos que componen el sistema eléctrico del proyecto.

Estas tablas se generan de manera automática y se actualizan a medida que se agreguen o quiten elementos dentro del proyecto. Además, Revit permite clasificarlos por nivel, de manera que se pueden clasificar incluso por el nivel en el cual se encuentran ubicados, es por esto por lo que es importante realizar la revisión del modelo previo a hacer la cuantificación de los materiales para el presupuesto.

Figura 25. Tablas de planificación.

<T.1. Luminarias>			
A	B	C	D
Tipo	Familia	Nivel	Recuento
Foco empotrado - Redondo - LED			
LED15FM12-W120	Foco empotrado - Redondo - LED	Nivel 2	16
LED15FM12-W120	Foco empotrado - Redondo - LED	Nivel 1	13
Total general: 29			

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

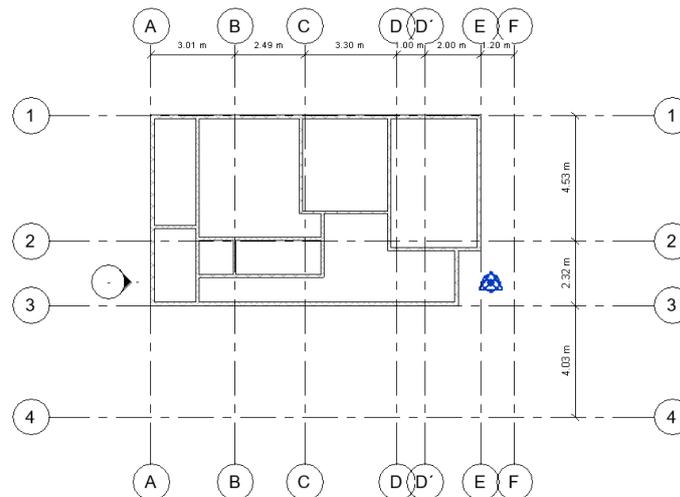
Como se observa en la figura 25, existen diversos parámetros que pueden ser asignados a las tablas de planificación según los requerimientos del proyecto, sin embargo los más utilizados son: “Tipo, Familia, Nivel, Recuento, Área, Volumen, Largo, Ancho, Espesor, y Longitud.”

4.2.8 Paredes

Las paredes se van a trazar en base a las medidas que se representen dentro del plano arquitectónico, es fundamental ir realizando una revisión de este, ya que se suelen presentar errores que pueden ser notificados a tiempo previo a comenzar la construcción.

El comando para hacer las paredes dentro del proyecto de manera rápida es **(WA)** proveniente de "Wall" en inglés.

Figura 26. Paredes.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 26 se observa como las paredes han sido creadas en el modelo de Planta desde la configuración de los ejes horizontales y verticales, es a partir de este punto en el cual el modelador se irá dando cuenta de la importancia del correcto modelado alineado a los ejes.

Tabla 1. Tabla de planificación de Muros

<Tabla de planificación de Muros>		
A	B	C
Familia	Tipo	Área
Muro básico	Genérico - 200 mm con impermeabilizante	26.52 m ²
Muro básico	Genérico - Albañilería 70 mm	134.46 m ²
Muro básico	Genérico - Albañilería 90 mm	201.16 m ²
Total general: 40		362.14 m ²

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

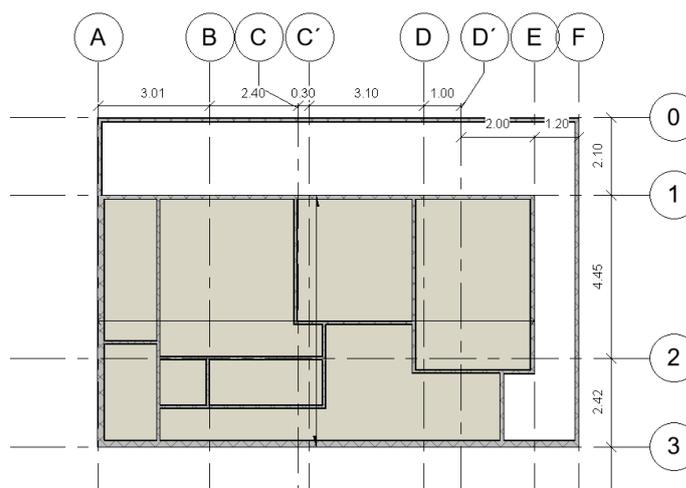
Según las medidas del proyecto, se pueden elegir entre paredes conformadas por bloques de 7, 9, o 10 cm, y es posible modificar la estructura del muro, generando un duplicado del elemento que se esté modelando tal como se muestra en la tabla 1 en la cual se ha utilizado la tabla de planificación de muros para separarlas por su tipo, es decir, por bloques de tipo 7cm, o 9cm.

Además, se pueden agregar capas de empaste, pintura, sellador, o cualquier material que se necesite agregar, dándole las propiedades específicas, de esta manera, se genera información, útil para el procedimiento constructivo y es ventajoso al momento de generar metrados y cuantificar rápidamente los materiales que se van a necesitar dentro del proyecto.

4.2.9 Suelos Arquitectónicos

El modelado de suelos consiste en la creación de la estructura de soporte que se usa para la circulación al servicio del usuario, el atajo para la creación de suelos es (**SB**), y una vez habilitado el comando, basta con seleccionar la opción "seleccionar líneas" para elegir aquellas líneas que forman el perímetro del suelo que va a tener el recubrimiento cerámico, de tal manera que la creación de un suelo se facilita y se reduce el tiempo al mínimo posible

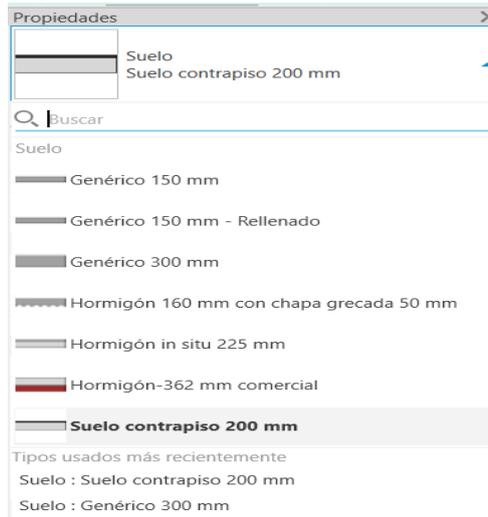
Figura 27. Suelos.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Hay diversas formas de visualizar los elementos en el diseño de Revit, uno de ellos es la Vista Realista, tal como se presenta en la figura 27, con la cual se puede ver los colores de los elementos que son utilizados en el diseño, son muy útiles al momento de representar los modelos en 3D a los directivos de la empresa y clientes finales.

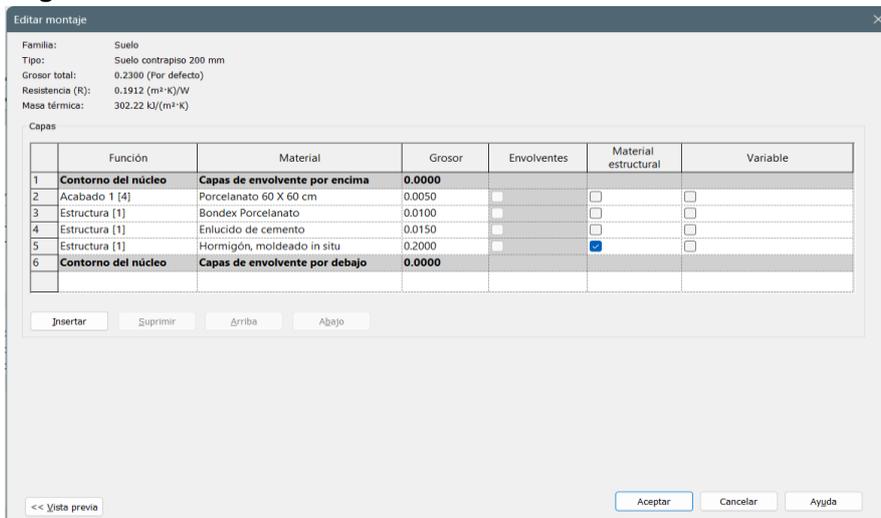
Figura 28. Selección del tipo de suelo



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La figura 28 muestra las propiedades del suelo, el cual está compuesto generalmente por capas, que incluyen un fundido de hormigón, el enlucido del piso y nivelado, aplicación de capa de pegante para revestimiento, y la capa de revestimiento, como se puede observar a continuación:

Figura 29. Estructura de un suelo en Revit.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 29, se puede observar de manera más detallada las capas que componen los suelos en Revit, existen dos tipos de suelos, los suelos estructurales y los suelos arquitectónicos, la elección de los mismo depende de sobre qué disciplina se esté trabajando, se debe poner atención a la selección correcta de los mismos de acuerdo con la disciplina. Siempre se cuenta con una capa de envolvente por encima y por debajo, estas capas tienen un grosor de cero, y sirven únicamente para delimitarlo dentro del espacio en el modelo.

Tabla 2. Contrapiso sobre T.N.

<Tabla de planificación Contrapiso>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Área	Volumen
Suelo	Contrapiso e=10cm sobre terreno compactado e=+10cm	80.06 m ²	13.61 m ³
		80.06 m ²	13.61 m ³

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 2 representa la tabla de cuantificación de los suelos, está dentro de la categoría de suelos estructurales, y se le debe asignar las propiedades al suelo según lo que se desea modelar.

Tabla 3. Revestimiento Suelos.

<Tabla de planificación Revestimiento Suelos>		
A	B	C
Familia	Tipo	Área
Suelo	Acabado de losa con revestimiento porcelanato 60x60cm	165.65 m ²
	Acabado de losa con revestimiento porcelanato 60x60cm	165.65 m ²
Suelo	Suelo contrapiso mm con recubrimiento 30 x 30 cm blanco	4.29 m ²
	Suelo contrapiso mm con recubrimiento 30 x 30 cm blanco	4.29 m ²

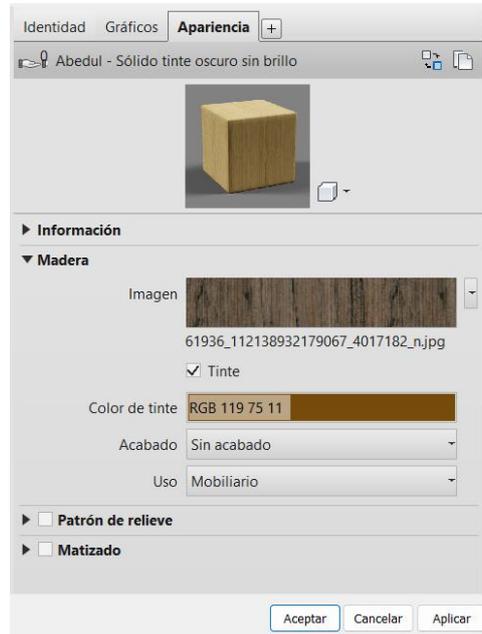
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

De la misma manera, en la tabla 3, se representan los acabados para los suelos, los cuales deben ser modelados de manera independiente, con el fin de ser más asertivos a la hora de calcular los materiales, uno de los principales errores de los modeladores es que se modele el suelo como un solo elemento estructural en las losas, y dentro de las propiedades se le asigne la capa superior como revestimiento, cuando en realidad en muchas ocasiones, habrán áreas que no contengan revestimientos, causando que los cálculos presenten errores de cuantificación.

4.2.10 Puertas

Las puertas son creadas rápidamente con el comando (**DR**) que proviene de "Door" en inglés, para la creación de las puertas se debe tomar en cuenta tanto el ancho de la puerta como el alto que se indica en planos, además, se puede cambiar el acabado de las puertas desde el apartado de "Duplicar tipo", en "Materiales y acabados", seleccionando un material de madera diferente dentro de los materiales de puerta y estructura, como se observa a continuación:

Figura 30. Materiales en puertas de madera.

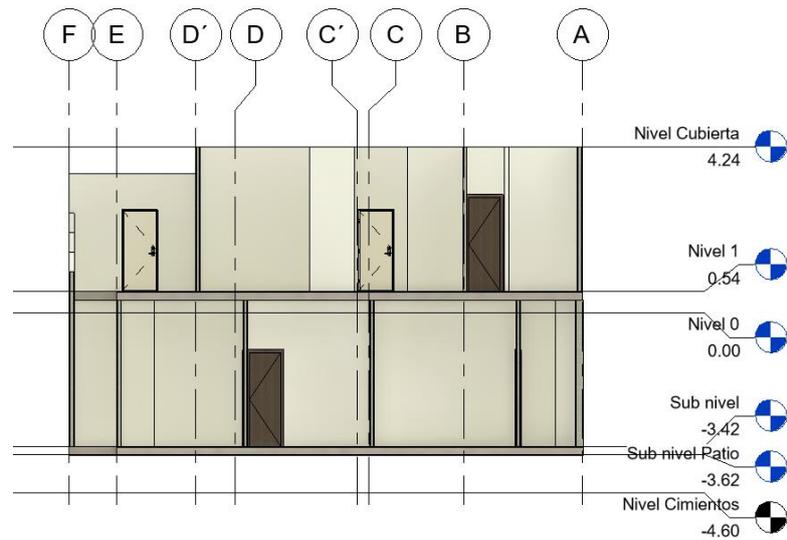


Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 30 se observa la apariencia con la cual se muestran las texturas que se han asignado a un elemento, es posible asignar una imagen para una apariencia más realista.

De esta manera, se puede obtener un resultado visible instantáneo de la visualización y la posición de las puertas, lo cual es muy útil al momento de realizar un presupuesto, ya que al generar información durante el modelado se puede determinar qué tipo de material se va a emplear dentro de la fabricación de la carpintería de madera.

Figura 31. Creación de Puertas



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La figura 31 muestra un corte en el cual se pueden observar las puertas que se han creado dentro del proyecto, de esta manera es como se debe observar al momento de realizar un corte arquitectónico, es usual que las puertas se asignen incorrectamente en el nivel adecuado por descuido del modelador, por lo cual se debe verificar en esta vista. También se puede visualizar de esta manera reduciendo la caja de sección en la vista tridimensional.

Tabla 4. Puertas de Madera

<Tabla de planificación de Puertas de Madera>				
A	B	C	D	E
Familia	Tipo	Altura	Anchura	Recuento
Puerta corredera simple con guía deslizante	600 x 2400mm	2.40	0.60	1
				1
Simple-A ras	700 x 2400mm	2.40	0.70	2
				2
Simple-A ras	800 x 2400mm	2.40	0.80	4
				4
Simple-A ras	850 x 2400mm	2.40	0.85	1
				1
Total general: 8				8

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 4 representa las puertas de madera que han sido divididas por su tipo, de esta manera es más sencillo clasificarlas por su medida, y no es necesario cuantificar cada una de ellas una a una. Además de que muestra un detalle específico de la altura y anchura, junto al recuento de cada tipo.

Tabla 5. Puertas Metálicas Exterior

<Tabla de planificación de Puertas Metalicas Exterior>				
A	B	C	D	E
Familia	Tipo	Altura	Anchura	Recuento
Puerta Alistonada Vertical Beige	888 x 2080 mm - M9 x M21	2.08	0.89	2
Total general: 2				2

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

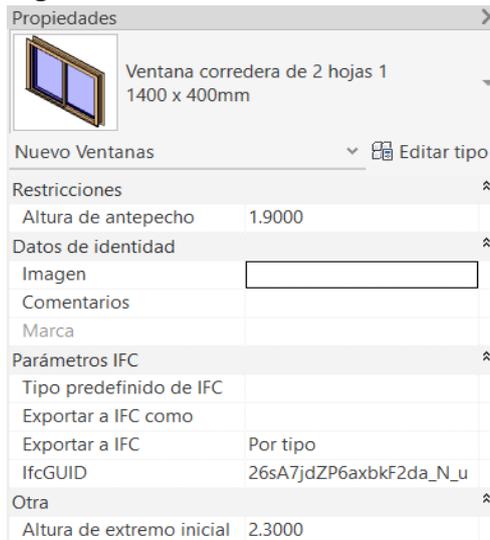
En la tabla 5 se observa como mediante las tablas de planificación de las puertas metálicas de exterior se puede obtener las medidas de la puerta, sin la necesidad de buscarla dentro del plano, en algunas ocasiones al hacerlo de manera manual, incurre en errores humanos, por lo cual hacerlo de esta manera es la manera adecuada para sacar el máximo provecho de Revit y reducir los errores al máximo.

4.2.11 Ventanas

Entre los diferentes tipos de ventanas que se encuentran dentro de un proyecto de construcción se puede encontrar a: Ventanas altas (aquellas que no deben tener un registro visual y usualmente se ubican dentro de los baños y se utilizan también en ambientes cerrados para generar ventilación y el ingreso de la luz natural), también existen puertas-ventanas, las cuales se ubican como salida e ingreso que interconectan patios, y las ventanas comunes, las cuales se ubican en paredes de cuartos normalmente y cuentan con un antepecho de 1 m.

Para ingresar una ventana, se debe utilizar el comando (**WN**) proveniente del inglés "**Window**", y a partir de aquí es importante generar un duplicado en el cual se ingresen los parámetros adecuados al tipo correspondiente.

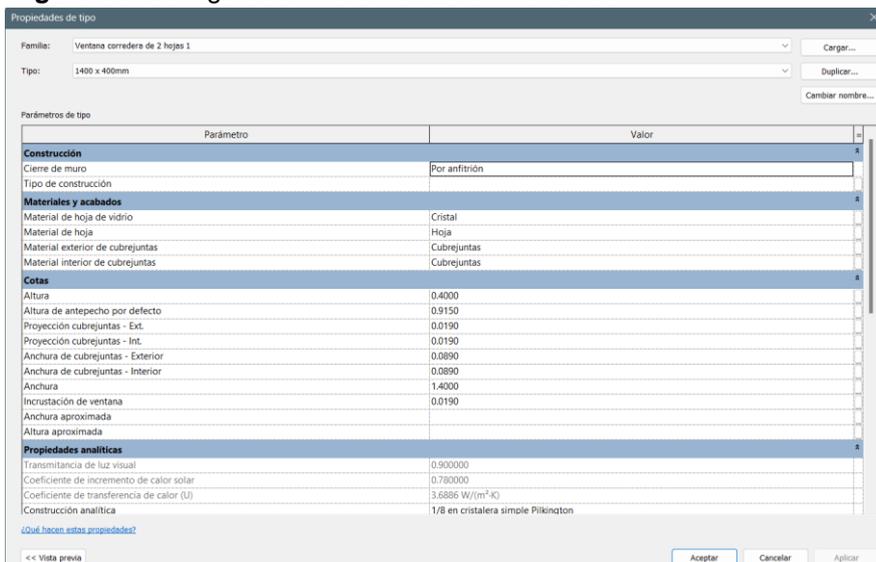
Figura 32. Ventana.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La altura de antepecho es importante detallarla dentro del proyecto, ya que de esto va a depender la altura de nuestra ventana, y en el parámetro de cotas se debe insertar en altura y anchura las medidas que refleja el plano. Como se puede observar en la figura 32, cada ventana cuenta con un abanico de propiedades, dentro de la cual lo más importante en cuanto a parámetros de medidas es la altura y la base, los cuales se modifican desde la pestaña de “Propiedades”.

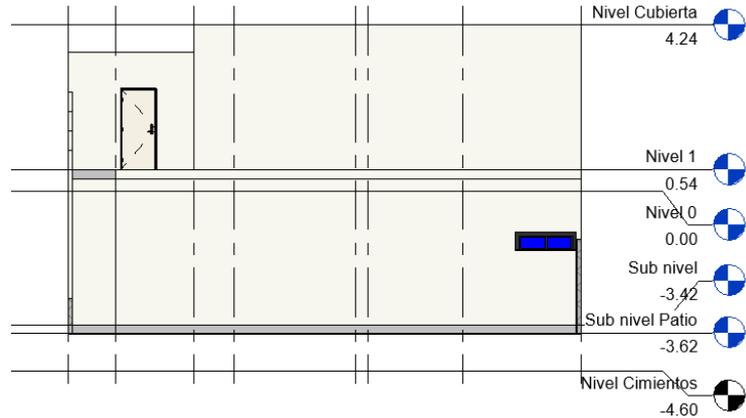
Figura 33. Configuración Paramétrica en Ventanas.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 33 se puede observar la pestaña de propiedades, en la cual se detallan las alturas y la base de este tipo específico de ventana, y de la misma manera se puede trabajar para los diferentes tipos de ventanas que se utilizan dentro del proyecto.

Figura 34. Ventanas Altas.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La figura 34 demuestra una observación de como una ventana debe proyectarse en el modelo de Revit, uno de los errores más comunes es que al momento de especificar el desfase de base o de altura, se representa en niveles que son incorrectos.

Tabla 6. Ventanas Aluminio y Vidrio

<Tabla de planificación de Ventanas Aluminio y Vidrio>				
A	B	C	D	E
Altura	Anchura	Familia	Tipo	Recuento
0.40	1.40	Ventana corredera de 2 hojas 1	1400 x 400mm	1
0.60	1.40	Ventana corredera de 2 hojas 1	1400 x 600mm	1
Total general: 2				

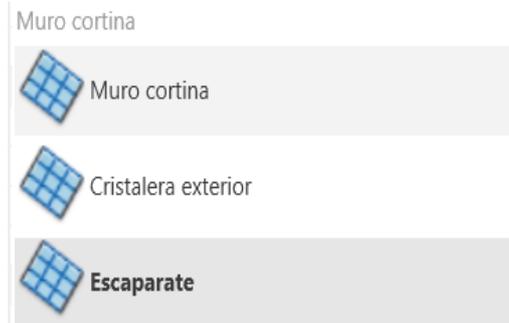
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 6 representa mediante las tablas de planificación las cantidades de ventanas junto con sus medidas, muy útiles a la hora de hacer comparativos con los diferentes subcontratistas que podría participar en procesos de licitación.

4.2.12 Muro Cortina o Curtain Wall

El muro cortina forma parte de la generación de muros tradicionales, sin embargo, tiene un apartado dedicado a ello, en el medio se conocen comúnmente como "puertas-ventanas, ventanales, de aluminio y vidrio", pudiendo variar los materiales del cual están hechos.

Figura 35. Muro Cortina, Escaparate



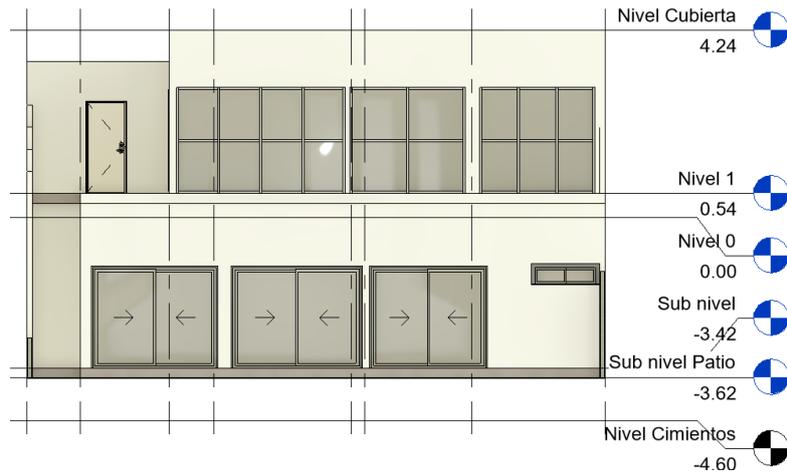
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 35 se observa el uso del atajo para crear un Curtain Wall el cual es (WA), el cual viene de "Wall" en inglés. La única diferencia es que una vez se ha ejecutado el comando, se debe seleccionar los muros cortinas en la parte inferior de los tipos de muros.

Dentro de las opciones de la creación de un muro cortina se encuentra la creación de un muro cortina "escaparate", este tipo de muro cortina entrega un mejor detallado, el cual servirá para el momento de hacer cuantificaciones y extracción de datos en los presupuestos.

Una vez modelados los muros cortina se podrá apreciar cada muro cortina según las diferentes perspectivas de vista de elevación, cabe recalcar que el proyecto en cuestión no está abordando el aspecto arquitectónico, así que la imagen podría no resultar igual a la proyecta en el diseño arquitectónico, por lo contrario, aborda la rama de la ingeniería civil, que implica los métodos constructivos y la posición de los mismos dentro de los modelos BIM, con el fin de facilitar y precisar de manera óptima la generación de datos constructivos que permitan alimentar el presupuesto de obra.

Figura 36. Vista Elevación Muro Cortina



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 36 se observa un corte arquitectónico representando los “muros cortina”, que en el medio dentro del cual se desarrolla el actual proyecto, son conocidas como puertas ventanas de aluminio y vidrio.

Tabla 7. Mamparas Fijas.

<Tabla de planificación de Muros Cortina Curtain Wall>		
A	B	C
Familia	Tipo	Área
Muro cortina	Escaparate	6.24 m ²
Muro cortina	Escaparate	6.25 m ²
Muro cortina	Escaparate	9.12 m ²
Muro cortina	Escaparate	5.98 m ²
Total general: 4		27.59 m ²

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la tabla 7 se observa la medida de los muros cortina en unidad de área, es más útil que se represente en metros cuadrados ya que al momento de cotizar este rubro con subcontratistas para que se pueda realizar comparativos de las ofertas cotizadas.

Tabla 8. Puertas Corredizas Aluminio y Vidrio

<Tabla de planificación de Puertas Corredizas Aluminio y Vidrio>				
A	B	C	D	E
Familia	Tipo	Altura	Anchura	Recuento
Balconera corredera, 2 hojas	1350 x 2400 mm	2.40	1.35	1
				1
Balconera corredera, 2 hojas	2600 x 2300mm	2.30	2.60	1
				1
Balconera corredera, 2 hojas	2600 x 2400mm	2.40	2.60	1
				1
Balconera corredera, 2 hojas	2800 x 2300mm	2.30	2.80	1
				1
Balconera corredera, 2 hojas	2900 x 2300mm	2.30	2.90	1
				1
Total general: 5				5

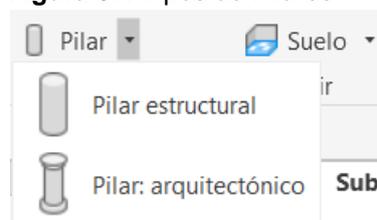
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 8 contiene el recuento de las puertas corredizas de aluminio y vidrio, y además de esto, la medida de cada una de ellas, en base y en altura, con esto se facilitará la cotización de los mismo, y al momento de cuantificar las puertas se obtiene el resultado directamente, sin necesidad de buscarlas dentro del plano manualmente.

4.2.13 Pilares Arquitectónicos

Los pilares o columnas forman la estructura de la construcción, sin embargo es importante recalcar que se debe precautelar en qué pestaña se está modelando los pilares, ya que es diferente modelar un pilar estructural, y un pilar arquitectónico, sin embargo, todo proyecto debe comenzar con la pestaña arquitectónica para posteriormente proceder con la pestaña de estructura e instalaciones eléctricas y sanitarias, para de esta manera obtener las cantidades correctas que serán cuantificadas dentro de los metrados y el presupuesto de la obra.

Figura 37. Tipos de Pilares



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 37 se observan los dos tipos de pilares que existen en Revit, uno de ellos son los pilares arquitectónicos, los cuales son los que se van a utilizar en los modelos para representar los pilares que se encuentran en los planos arquitectónicos.

4.2.14 Tumbado

Los tumbados, o también conocidos como cielo raso o gypsum, dentro de Revit se llaman "techos", es fundamental notar la nomenclatura del mismo dentro de Revit, ya que se podría crear una confusión con las cubiertas, las cuales reciben el agua de lluvia.

Dentro de Revit existen dos maneras sencillas para la creación de tumbados, la primera opción es la creación automática mediante la opción de "techo automático", con la cual basta con dar un clic dentro del área, la cual podría ser un cuarto o una sala, y automáticamente se va a generar. La segunda opción es mediante la creación del boceto del techo, en la cual se puede utilizar la opción de "seleccionar líneas", y se podrá seleccionar las caras internas de los muros dentro de los cuales se desea tener el tumbado, y se pueden generar modificaciones en los perfiles, esta herramienta es muy útil sobretodo en el área de las escaleras, en las cuales debemos definir la ubicación del filo de las cenefas con las cuales se remata el tumbado de la planta.

Figura 38. Creación de Techos (Tumbados)

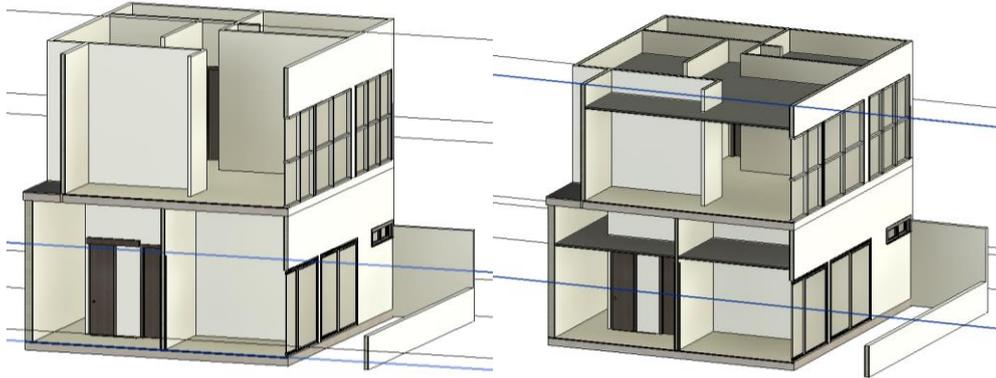


Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La creación de tumbados se hace mediante la creación de techos automáticos con la herramienta que se observa en la figura 38, el techo automático se genera en todo el perímetro interior de la planta, sin embargo, hay ocasiones en los cuales se debe corregir los límites del perímetro del tumbado, por lo cual se puede corregir o crear desde cero utilizando la herramienta de "Boceto de Techo".

En la figura 39, una representación isométrica, se puede observar el tumbado, a la izquierda antes, y a la derecha después de haber sido modelado:

Figura 39. Tumbado



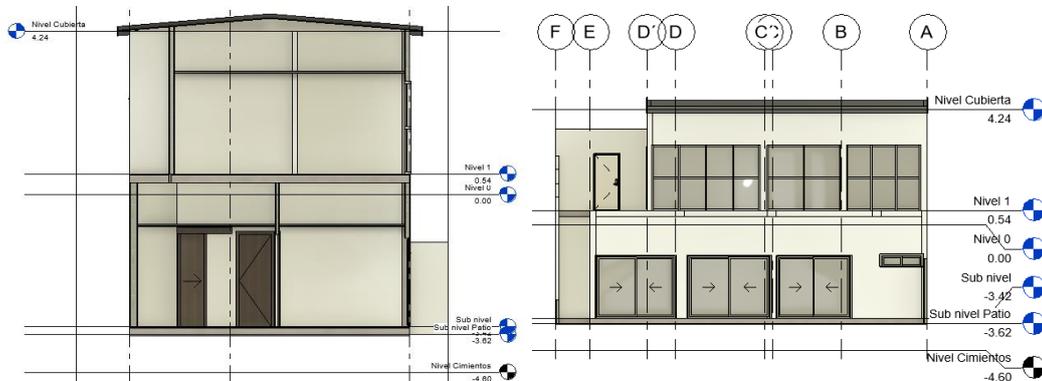
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.2.15 Cubiertas

Como se mencionó anteriormente, las cubiertas  Cubierta no son iguales a los techos en Revit, las cubiertas hacen referencia a aquella superficie capaz de redirigir el agua de lluvia hacia los laterales de la vivienda, sin embargo, se crean de manera muy similar a los techos y tumbados.

De este modo, crear una cubierta solo se diferencia en la cantidad de pendiente que se le asigna a la caída del agua, y el número de Aguas que va a tener la cubierta del proyecto. Utilizar la herramienta "Seleccionar líneas" nos facilitará el trabajo, además, es importante que los muros perimetrales de la vivienda sean extruidos hasta el nivel de la cubierta, para que no se generen vacíos que luego pudiesen generar faltantes de material en el presupuesto por un incorrecto metrado.

Figura 40. Proyección de Cubierta. Vistas.



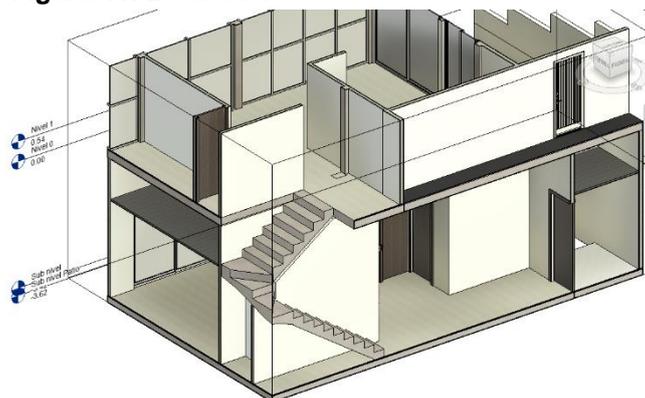
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La figura 40 contiene la representación de una vista en corte del proyecto, en la cual la cubierta ya ha sido creada sobre el nivel de cubierta. Con esta vista, se puede supervisar el modelo correctamente, para que los errores sean detectados a tiempo antes de comenzar la construcción. Además en esta vista se puede calcular más precisamente las cuchillas de mampostería, las cuales se elevan desde el nivel donde acaban las paredes hasta el nivel de cubierta.

4.2.16 Escaleras

Para la creación de las escaleras  se ha utilizado la opción de creación de escaleras por boceto que posee Revit, ya que es la manera más práctica de modelar escaleras, genera la información ideal para que el modelo fidelice el detalle constructivo final, se comienza generando el contorno de la escalera, con el cual se define el segmento más largo de las escaleras, posteriormente, se procede con la generación de las huellas y contrahuellas, definiendo el ancho de la pisada y la altura del escalón, con lo que finalmente, se procede a dibujar el camino de la escalera, el cual consiste en definir la dirección de recorrido de los escalones, y de la misma manera, se debe detallar el nivel en el cual comienza una escalera y el nivel en el cual termina; de esta manera se lo representa en la figura 41, en una representación isométrica del modelo enfocado en las escaleras.

Figura 41. Escaleras.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.2.17 Barandales

La creación de barandales esta asignada dentro del proyecto para la delimitación de zonas abiertas en las cuales no se quiere cortar el registro visual, y como elemento decorativo es importante conocer el metraje adecuado que posee; este rubro se mide con la unidad de distancia (metro) y el precio por metro lineal va a depender del espesor del vidrio y del tipo de fijación del mismo al suelo. La representación isométrica de los barandales se muestra en la figura 42, se puede apreciar la altura de los barandales y cómo va a lucir una vez construido en obra.

Figura 42. Barandales.



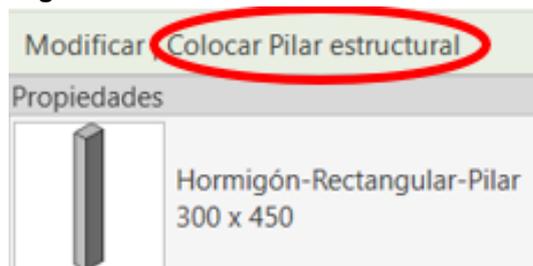
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.2.18 Columnas Estructurales

A diferencia de las columnas arquitectónicas, las columnas estructurales se encuentran en el apartado de Estructuras.

Para cada etapa del proyecto, se debe trabajar preferentemente en la pestaña correspondiente, con el fin de evitar colisiones en el momento de la interacción de las diferentes planillas que conforman un proyecto en Revit. En este caso es fundamental notar que estemos trabajando con pilares estructurales.

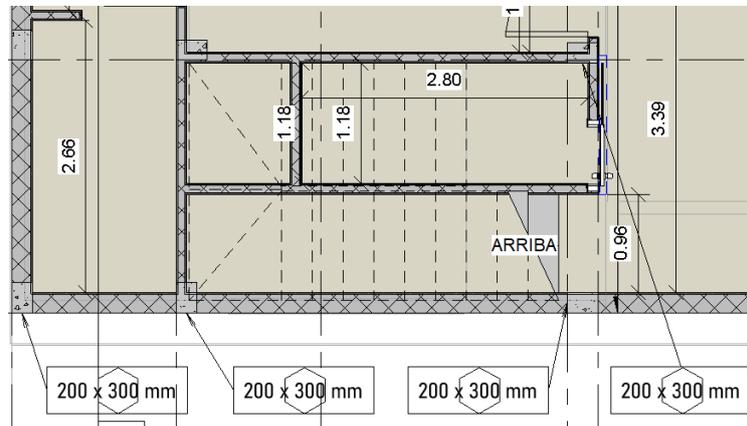
Figura 43. Pilares estructurales.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 43 se observan los pilares estructurales, a diferencia de los pilares arquitectónicos, se visualizan con una región de corte diferente, la cual suele ser en color gris con detalles que simulan los agregados del hormigón.

Figura 44. Anotación Pilar Estructural



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Las anotaciones que se observan en la figura 44 pertenecen a los pilares estructurales, y sirven para dar nomenclatura a cada uno de ellos, de esta manera es más sencillo al momento de la lectura en planos de los mismos.

Tabla 9. Tabla de planificación de pilares estructurales

<Tabla de planificación de pilares estructurales>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Volumen	Recuento
Hormigón-Rectangular-Pilar	200 x 200 mm	1.48 m ³	11
Hormigón-Rectangular-Pilar	200 x 300 mm	3.68 m ³	15
Total general: 26		5.16 m ³	26

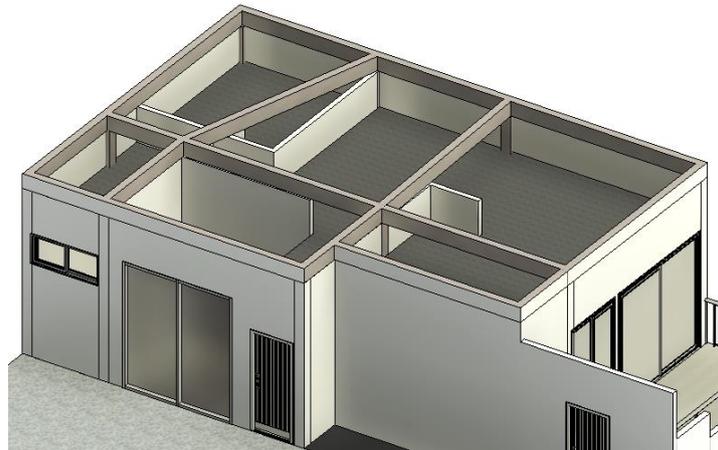
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 9 contiene el volumen de hormigón de los pilares estructurales, se deben crear las tablas de planificación para los pilares estructurales ya que a partir de este dato se podrán realizar pedidos de hormigón premezclado a las hormigoneras, o cuantificar más rápidamente los sacos de cemento necesarios para la construcción. Además se los puede dividir por el nivel en el cual se encuentran ubicados, o según su resistencia, todo dependiendo de las necesidades del proyecto.

4.2.19 Vigas Estructurales

El modelado de vigas estructurales también contempla algunos parámetros que deben ser especificados correctamente, para que al momento de generar el presupuesto, las tablas de planificación automáticas que genera Revit, puedan entregarnos cantidades lo más cercanas a la realidad; las vigas se generan por defecto en Revit con una vista de profundidad, es por ello que para el modelado de las vigas lo correcto es ubicarse en el plano superior, conociendo esto, los muros deben ser delimitados hasta el nivel sobre el cual se está modelando, con un desfase negativo igual al peralte de las vigas, de la misma manera, los pilares estructurales deben estar parametrizados con una altura enlazada al nivel superior y un desfase negativo igual al peralte de la viga. De esta manera, no se producirán dobles cuantificaciones en el momento de generar las tablas de planificación. Además, la representación tridimensional (figura 45) se debe utilizar como apoyo para inspección de los elementos que se están modelando, así se reducen los errores al máximo.

Figura 45. Vigas estructurales



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 10. Tabla de planificación de Vigas Estructurales.

<Tabla de planificación de Vigas Estructurales>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Volumen	Recuento
Hormigón-Viga rectangular	150 x 300 mm	2.45 m ³	12
Hormigón-Viga rectangular	200 x 200 mm	1.82 m ³	7
Hormigón-Viga rectangular	200 x 400 mm	4.62 m ³	11
Total general: 30		8.90 m ³	

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 10 contiene el volumen de las vigas estructurales, este sirve para el momento de realizar el pedido de hormigón premezclado, o a su vez, para realizar el cálculo de agregados necesarios para la construcción del proyecto.

En el proyecto se contempla la construcción de un muro de contención, el cual debe ser incluido dentro del modelado en Revit como una viga estructural, debido a que se genera a partir de un recorrido longitudinal de una sección establecida previamente desde una familia. La forma de modelarlos dentro de Revit es exactamente igual a la forma de modelar una viga estructural.

Tabla 11. Tabla de planificación de Muro de Contención

<Tabla de planificación de Muro de Contencion>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Volumen	Recuento
Familia de muro de contencion	Familia de muro de contencion	12.63 m³	1
Total general: 1		12.63 m³	

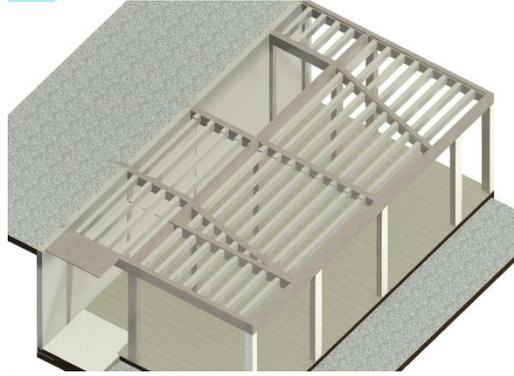
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 11 contiene el volumen de un muro de contención, el cual se debe generar dentro de la familia de vigas estructurales. Además de esto, el recuento acompaña a la multiplicación del valor del mismo, con el fin de obtener el resultado total del volumen de hormigón.

4.2.20 Viguetas

Las viguetas son elementos que forman nervios y están ubicadas dentro de las losas, se pueden generar de manera automática dentro del proyecto con la herramienta "Sistema de Vigas", y posteriormente la herramienta "Sistema de Vigas Automático", para comenzar se debe generar un nuevo tipo de vigas, con el cual se debe dar un clic en la viga que tenga la misma dirección a la cual se desean generar las viguetas, indicar el espaciado entre ejes de las viguetas, y la justificación ya sea de inicio, centro, final, o según la línea de dirección.

Figura 46. Viguetas.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La figura 46 representa en un modelo tridimensional la vista de las viguetas que se deben construir en la losa, se debe realizar la inspección visual de los elementos, así se reducirán los errores al máximo posible.

Tabla 12. Tabla de planificación de Viguetas

<Tabla de planificación de Viguetas>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Volumen	Recuento
Hormigón-Viga rectangular	100 x 150 mm	4.32 m ³	52
Total general: 52		4.32 m ³	

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

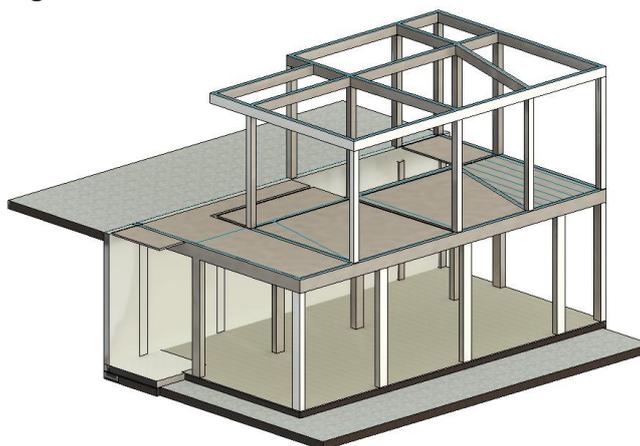
La tabla 12 representa la cuantificación de las viguetas, se deben utilizar con el fin de calcular rápidamente el volumen de hormigón, además son de apoyo para el momento de identificar cuantas viguetas existen en el proyecto.

4.2.21 Suelos (Losas)

Al igual que las vigas, en las losas y suelos los podemos encontrar de dos tipos, aquellas que pertenecen al apartado de "Estructuras"  Suelo: estructural .

El suelo, al igual que las vigas, se generan en profundidad en lugar de generarse en altura, por ello es importante que, al momento de generar las losas, el plano de ubicación sobre el cual se esté generando el elemento, es aquel sobre el plano de la planta sobre la cual se lo desee generar, tal como se representa en la figura 47.

Figura 47. Losas estructurales



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 13. Losa Aligerada

<Tabla de planificación Losa Aligerada>			
A	B	C	D
Familia	Tipo	Área	Volumen
Suelo	Losa Aligerada e=5 cm	1.64 m ²	0.08 m ³
Suelo	Losa Aligerada e=5 cm	1.92 m ²	0.10 m ³
Suelo	Losa Aligerada e=5 cm	62.67 m ²	3.13 m ³
		66.23 m ²	3.31 m ³

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla de planificación (tabla 13) de la losa aligerada representa el área y el volumen de hormigón de cada losa, con aquellos datos es posible conocer elementos importantes al momento de calcular cantidades de cemento, arena y grava.

Tabla 14 Armadura Estructurales Losas

<Tabla de planificación de Armadura Estructurales Suelo>					
A	B	C	D	E	F
Categoría de anfitrión	Tipo	Diámetro de barra	Longitud total de barra	Kg/m	Peso
Suelo	10 B 400 S	10 mm	116.29 m	0.617 kg/m	71.75 kg
Total general: 7			116.29 m		71.75 kg

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

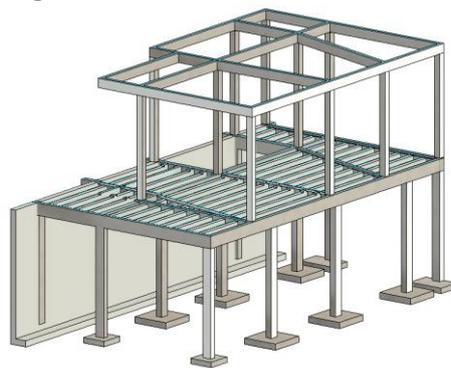
De la misma manera, la tabla 14 contiene la cantidad de acero necesaria para el armado de la misma, lo cual facilita el procedimiento que se requiere para realizar compras de materiales, y a la vez, se cuenta con un respaldo para que sea revisado y auditado en cualquier etapa del proyecto.

4.2.22 Cimentaciones

Las cimentaciones dentro de Revit se pueden modelar de 3 maneras, ya pueden ser zapatas aisladas, zapatas corridas (conocidas en Revit como "muro"), losas de cimentación. Para el presente proyecto se utilizaron zapatas de tipo aisladas, las cuales deben contener la información paramétrica para que sea útiles al momento de cuantificar cantidades de hormigón, y estas características van a ser útiles al momento de modelar el acero del proyecto.

Hay zapatas aisladas del tipo perimetral y centrales, la única diferencia va a ser el punto de referencia al momento de la colocación de las mismas, sin embargo, basta con alinear la zapata perimetral al límite colindante del terreno para que esta se mantenga al nivel determinado en el plano.

Figura 48. Cimentaciones Estructurales



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 48 se observa la representación de las cimentaciones de la estructura, se debe proceder con la revisión de la ubicación de las mismas respecto de las columnas utilizando como herramienta la vista tridimensional.

Tabla 15. Cimentación Estructural

<Tabla de planificación de Cimentación Estructural>				
A	B	C	D	E
Familia	Tipo	Anchura	Volumen	Recuento
Zapata-Rectangular	800 x 800 mm	0.80	0.22 m ³	2
Zapata-Rectangular	1200 x 800 mm	1.20	0.34 m ³	2
Zapata-Rectangular	1200 x 1200 mm	1.20	1.73 m ³	6
Total general: 10			2.29 m ³	10

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

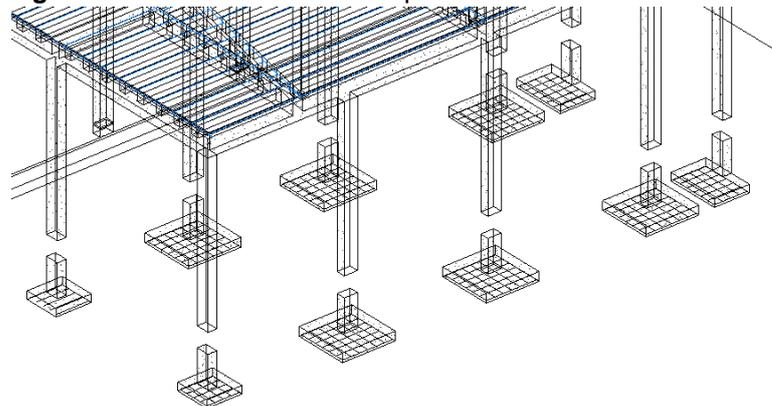
Mediante la tabla 15, se puede obtener el detalle del volumen de hormigón, clasificado por su familia, tipo, en el cual se detalla el ancho de cada una de ellas, y la cantidad, con el fin de generar un total general que permita obtener el volumen de hormigón de las zapatas.

4.2.23 Acero de Refuerzo en Zapatas

Uno de los elementos de mayor importancia para la construcción es el modelado de los elementos de refuerzo estructural, para la generación de los mismos dentro del proyecto, es importante que los elementos que los contienen sean modelados previamente, y revisar detalladamente la longitud y el espesor de los mismos, para de esta manera conocer las cantidades para la compra de material, y de esta manera se reducen los desperdicios en un porcentaje considerable.

Para el diseño del acero se debe utilizar la opción de "Armadura", en la cual se puede elegir la forma de la armadura que vienen por defecto al momento de instalar Revit, o se puede diseñar por medio de boceto, y una vez se genera la varilla, se procede a elegir el espaciado entre ellas y la cantidad. Para este proyecto en específico se han utilizado varillas de 10mm con un espaciado c./ 20cm.

Figura 49. Acero de Refuerzo Zapatas



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Gracias a la vista alámbrica de la figura 49 se puede ocultar los elementos sólidos que representan el hormigón de las estructuras, lo cual hace más visible las armaduras estructurales y permiten una eficiente revisión de los mismos.

Tabla 16. Acero en Cimentaciones

<Tabla de planificación de Armadura Estructurales Cimentaciones>					
A	B	C	D	E	F
Categoría de anfitrión	Tipo	Diámetro de barra	Longitud total de barra	Kg/m	Peso
Cimentación estructural	10 B 400 S	10 mm	137.35 m	0.617 kg/m	84.74 kg
Total general: 21			137.35 m		84.74 kg

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

De la tabla 16 se puede obtener el peso del acero para las armaduras estructurales, se debe utilizar el peso total del acero al momento de las cotizaciones con el área de compras para obtener precios más competitivos.

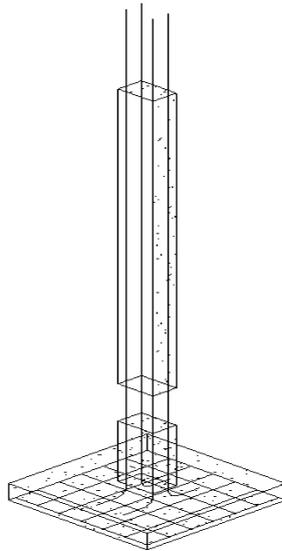
4.2.24 Acero de Refuerzo en Columnas

El acero de refuerzo en columnas se coloca en dos etapas, en primer lugar se debe colocar el acero longitudinal de manera vertical, y en la segunda etapa se procede a la creación de los estribos, un detalle importante es que Revit al momento de generar tablas de planificación, es capaz de generar entregables que definen la longitud de los tramos de las varillas según el tipo, por ejemplo, un estribo es doblado en 6 partes, 4 caras y 2 ganchos; de esta manera Revit detalla cada uno de estos segmentos y los proyecta en documentos entregables al final del proyecto.

Los pasos para agregar aceros de refuerzo en las columnas son similares al de generar refuerzos en las cimentaciones, partiendo de una sección de corte que atraviese la columna en el sentido X y Y, para posteriormente seleccionar la columna y la opción "Armadura", y con esto generar los aceros longitudinales, y terminar con los estribos.

Es fundamental respetar los ganchos que se conectan con la zapata, en este caso son 25 cm según el diseño estructural, y la longitud de varilla sobre el nivel del pilar para que se realice el traslape respectivo respetando la regla de 40 veces el diámetro de la misma, tal como se muestra en la figura 50.

Figura 50. Acero de Refuerzo en Columnas



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 17. Armadura Estructurales Pilares

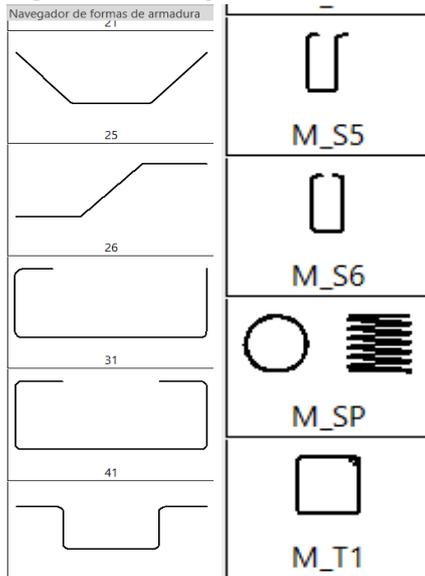
<Tabla de planificación de Armadura Estructurales Pilares>					
A	B	C	D	E	F
Categoría de anfitrión	Tipo	Diámetro de barra	Longitud total de barra	Kg/m	Peso
Pilar estructural	8 B 400 S	8 mm	640.15 m	0.395 kg/m	252.86 kg
Pilar estructural	12 B 400 S	12 mm	73.40 m	0.888 kg/m	65.18 kg
Pilar estructural	14 B 400 S	14 mm	332.03 m	1.208 kg/m	401.09 kg
Total general: 107			1045.59 m		719.13 kg

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Para realizar un presupuesto se necesita conocer de la cantidad de acero que se va a utilizar en cada elemento, de esta manera gracias a las tablas de planificación (tabla 17) se puede obtener el acero de los pilares estructurales, además de su longitud y detalle del diámetro de barra, lo cual es factible a la hora de la compra.

Una vez se ha modelado el acero longitudinal de refuerzo, se procede con el modelado de los estribos, para esto se debe seguir el mismo procedimiento, en primer lugar, se selecciona la columna, "armadura", y a continuación, se da clic en los 3 puntos ubicados a la derecha de la forma de armadura ubicada debajo de la barra de herramientas, con lo cual se despliega el navegador de formas de armadura, tal como se muestra a continuación en la figura 51:

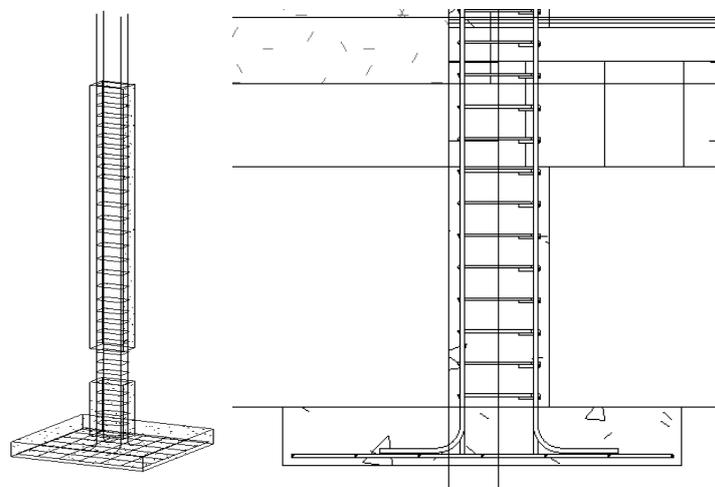
Figura 51. Navegador de formas de armadura.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Es importante que se defina el plano de trabajo perpendicular al recubrimiento al momento de insertar el estribo, de lo contrario se va a insertar el estribo en sentido longitudinal a la columna, y luego de este paso, se debe elegir el diámetro del estribo, una vez definidos estos dos parámetros se puede proceder con insertarlo dentro del proyecto. De esta manera se obtiene el ingreso de los estribos, los cuales son de 8mm, con un espaciado de 10/15/10 cm. En la figura 52 se pueden observar los estribos de una columna, con el espaciado correcto que debe tener según el diseño estructural.

Figura 52. Estribos en Columnas Estructurales

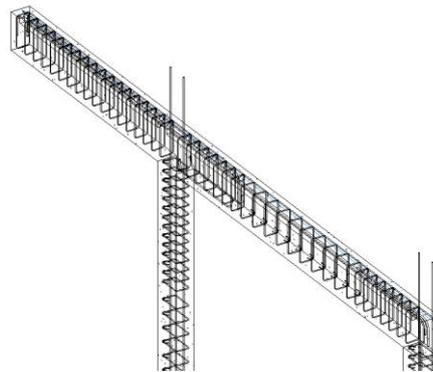


Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.2.25 Acero de Refuerzo en Vigas

Para la creación de aceros de refuerzo dentro de las vigas se procede de la misma manera, se debe ubicar una vista de sección desde una vista de planta que atraviese longitudinal y transversalmente a la viga, y una vez que se ha generado esta vista, se selecciona el elemento, y se debe seleccionar la opción de "Armadura", para luego darle clic en generar boceto y nuevamente se selecciona la viga, para la cual se debe generar los aceros en base a los planos estructurales del proyecto, en este caso han sido varillas de refuerzo de 10mm y 14mm, con unos refuerzos en forma de armadura de "L" en ambos extremos de la viga. La figura 53 así lo demuestra:

Figura 53. Acero de Refuerzo en vigas.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 18. Armadura Estructurales Vigas y Muro de Contención

<Tabla de planificación de Armadura Estructurales Vigas y muro de contencion>					
A	B	C	D	E	F
Categoría de anfitrión	Tipo	Diámetro de barra	Longitud total de barra	Kg/m	Peso
Armazón estructural	6 B 400 S	6 mm	265.43 m	0.340 kg/m	90.24 kg
Armazón estructural	8 B 400 S	8 mm	571.23 m	0.395 kg/m	225.64 kg
Armazón estructural	10 B 400 S	10 mm	1963.19 m	0.617 kg/m	1211.29 kg
Armazón estructural	12 B 400 S	12 mm	31.20 m	0.888 kg/m	27.71 kg
Armazón estructural	14 B 400 S	14 mm	215.30 m	1.208 kg/m	260.09 kg
Total general: 153			3046.35 m		1814.96 kg

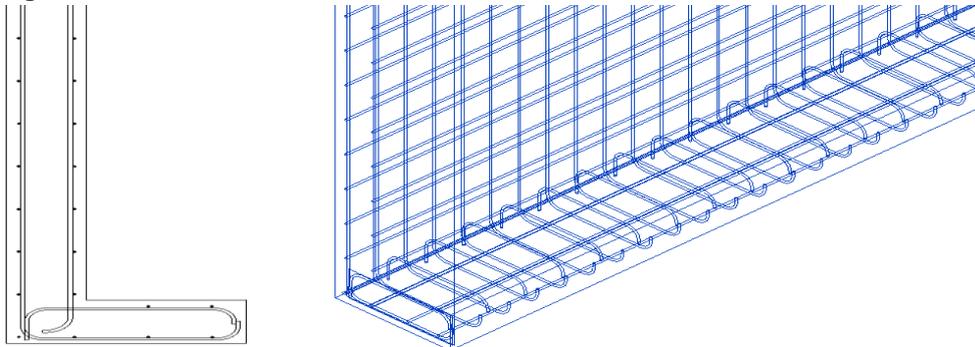
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 18, al igual que con los demás elementos estructurales, como fueron las columnas y las losas, muestra los diámetros específicos de las barras de acero que se deben utilizar para la etapa de la construcción, es importante definir el parámetro del metraje dentro de la tabla de planificación, así se sabrá rápidamente cuantas varillas se deben comprar y su diámetro.

4.2.26 Acero de Refuerzo en Muros de Contención

Los aceros de refuerzo en muros de contención pueden en algunas situaciones suelen resultar complicados de modelar, sobre todo cuando no se cuenta con el perfil exacto del muro de contención pre cargado dentro de Revit, por lo cual se puede proceder de dos maneras, la primera sería descargar una familia paramétrica de muro de contención que se podría descargar de una biblioteca digital web, de las cuales se pueden descargar de manera gratuita, y al ser paramétrica se pueden modificar en base a las necesidades reales de cada proyecto, y la segunda opción podría ser crear la familia paramétrica desde cero en base a planos de referencia y en un archivo de tipo "RFA" que significa que es una familia paramétrica que puede ser cargada en cualquier proyecto de Revit. Sin embargo, al tratarse de optimizar el tiempo de elaboración de un presupuesto, se debe optar por la opción más rápida, la cual sería descargar una familia de Muros de contención de una biblioteca digital. En la figura 54 se observa la viga que ha sido modelada dentro del proyecto como muro de contención, incluyendo la malla de armado del acero estructural del emparillado como del muro vertical.

Figura 54. Acero de Refuerzo en Muro de Contención



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.2.27 Modelado de Instalaciones Sanitarias

Para el modelado de las instalaciones sanitarias dentro de un proyecto de Revit, en primer lugar, se debe contar con los planos hidrosanitarios, desde el cual se debe obtener las instalaciones de agua fría, ventilación, y de desagüe.

Este apartado es muy importante, ya que es donde van a salir a la luz las diferencias en el punto de la ubicación de los puntos sanitarios y de desagüe, ya que muchas veces se tienen que reubicar en sitio aun cuando ya han sido ubicados en la construcción. En la figura 55 se puede apreciar la pestaña de elementos de fontanería que contiene Revit, cada elemento se deberá seleccionar de acuerdo con el sistema que se esté diseñando, que puede ser agua fría, caliente o sistemas contra incendios.

Figura 55. Elementos de Fontanería.



Fuente: Revit. (2024).

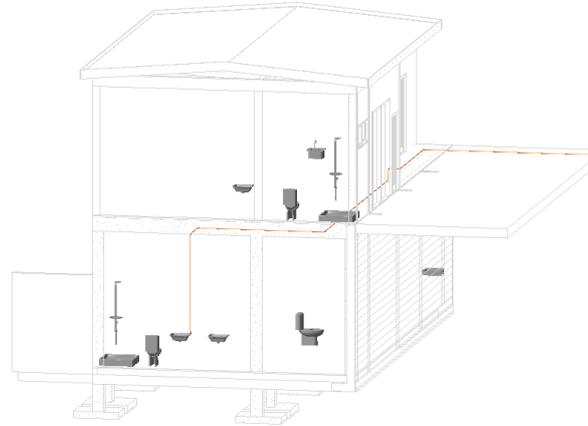
Para las instalaciones sanitarias se debe elegir la opción de "Sistemas" y "Tuberías" Y se debe comenzar partiendo de una plantilla de sistemas sanitarios, desde la pestaña "Insertar", en la opción de "Vincular Revit"; hacer esto va a optimizar el tiempo en el modelado sanitario de elementos dentro del proyecto de Revit.

El paso de la vinculación de una plantilla sanitaria con el proyecto arquitectónico de Revit es de vital importancia, debido a que en diversas ocasiones se suelen hacer cambios en los planos arquitectónicos, de esta manera, se generan también los cambios en la plantilla de instalaciones sanitarias, para evitar que al momento de la construcción existan desfases en los elementos sanitarios como los lavamanos e inodoros, los cuales son los elementos que usualmente se mueven con las paredes del proyecto.

De esa manera, se puede colaborar de manera multimodal en ambos trabajos, ya que mientras una persona va modelando las instalaciones sanitarias, otra puede realizar cambios en las instalaciones eléctricas sin que existan inconformidades, y una vez agregados los aparatos sanitarios al proyecto de Revit, se lo carga en "Gestionar

Vínculos” y se presiona en la opción de Volver a cargar. Con lo cual únicamente se debe realizar las respectivas conexiones sanitarias con cada uno de los aparatos asignados.

Figura 56. Elementos sanitarios vinculados.



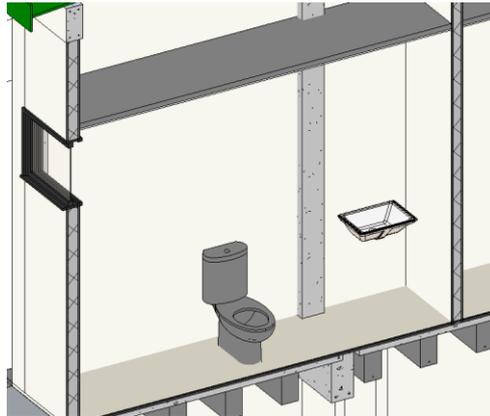
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura 56 ya se puede observar el sistema sanitario representado en el modelo tridimensional, con el cual se debe realizar la inspección y revisión del mismo, poniendo especial atención en que las tuberías no atraviesen elementos estructurales.

4.2.28 Modelado de Lavamanos e Inodoros

Revit contiene por defecto algunos modelos de lavamanos e inodoros para que sean cargados de manera sencilla dentro del proyecto, sin embargo se busca cargar la mayor cantidad de información posible dentro del modelo y que sea fiel a la realidad, es por esto que se debe buscar dentro de las bibliotecas BIM de los sitios web oficiales del proveedor en el cual se está adquiriendo el equipamiento sanitario, por citar un ejemplo, en este caso se ha decidido elegir un lavamanos del modelo "Alba", perteneciente a la marca FV, por lo cual se puede descargar el modelo de la página web, y así sencillamente cargarlo dentro del proyecto en Revit. En la figura 57 se puede observar un lavamanos modelo Alba obtenido del catálogo BIM de FV, el elemento se descarga con la información paramétrica completa para enlazarlo al sistema de desagüe de aguas servidas.

Figura 57. Modelado de Inodoros y Lavamanos



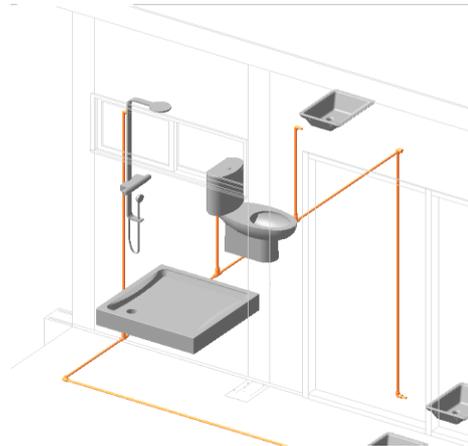
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.2.29 Modelado de Tuberías

El modelado de tuberías comienza a partir del punto de entrada, es decir el medidor de agua, y desde ese punto se distribuye la red hidrosanitaria a través de toda la estructura, se modela a partir de las plantas de la plantilla sanitaria, se debe en primer lugar vincular el archivo. rvt de proyecto arquitectónico, de lo contrario no se podrá modelar las instalaciones sanitarias.

Se debe percatar del diámetro de la tubería seleccionado sea el correcto, ya que, si se selecciona el diámetro inadecuado, se van a generar uniones con acoples que no corresponden al proyecto, lo cual va a arrojar resultados incorrectos al momento de crear las tablas de planificación de materiales. La figura 58 es una representación isométrica de las tuberías de agua potable fría, y se ha verificado que cumplen con la condición de no atravesarse entre sí y no atravesar elementos estructurales.

Figura 58. Instalaciones de agua potable.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 19. Tuberías AAPP Fría

<Tuberías AAPP Fria>			
A	B	C	D
Tipo	Tipo de sistema	Diámetro	Longitud
PVC - Tubería a presión	IS-ACI	1/2"	41.91 m
			41.91 m
PVC - Tubería a presión	IS-ACI	3/4"	24.72 m
			24.72 m

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 19 contiene la información completa y necesaria para la cuantificación de las tuberías de agua potable fría para alimentación de agua a los puntos de ½ y ¾ de pulgadas.

4.2.30 Accesorios Sanitarios

Las instalaciones sanitarias no se limitan a la creación de tuberías de agua fría y agua caliente, Revit abre la posibilidad de insertar accesorios sanitarios dentro de los proyectos de construcción, dentro de la pestaña de instalaciones, hay que seleccionar la opción de "Accesorios Sanitarios"

Figura 59. Accesorios Sanitarios



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La figura 59 presenta uno de los tipos de accesorios que se puede descargar desde las bibliotecas BIM de los diferentes proveedores.

Tabla 20. Uniones de Tubería

<Tabla de planificación de Uniones de Tubería>			
A	B	C	D
Familia	Tamaño	Tipo de sistema	Recuento
M_Codo - PVC - Serie 40	1"ø-1"ø	IS-ACI	6
M_Codo - PVC - Serie 40	1/2"ø-1/2"ø	IS-ACI	25
M_Reductor concéntrico - PVC - Serie 40	1"ø-1/2"ø	IS-ACI	12
M_Tapón - PVC - Serie 40	1/2"ø	IS-ACI	3
M_Te - PVC - Serie 40	1"ø-1"ø-1"ø	IS-ACI	7
M_Te - PVC - Serie 40	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	IS-ACI	12
M_Codo - PVC - Serie 40	1/2"ø-1/2"ø	IS-Agua Caliente	22
M_Te - PVC - Serie 40	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	IS-Agua Caliente	7
M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV	2"ø-2"ø	IS-Desague	10
M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	3"ø-2"ø	IS-Desague	2
M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-2"ø	IS-Desague	2
M_Sanitario con te - PVC - Serie 40 - DWV	2"ø-2"ø-2"ø	IS-Desague	2
M_Sanitario con te - PVC - Serie 40 - DWV	3"ø-3"ø-3"ø	IS-Desague	1
M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV	2"ø-2"ø	Sanitario	11
M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV	3"ø-3"ø	Sanitario	4
M_Codo - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-4"ø	Sanitario	6
M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-2"ø	Sanitario	2
M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-3"ø	Sanitario	3
M_Reductor - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-4"ø	Sanitario	1
M_Sanitario con te - PVC - Serie 40 - DWV	2"ø-2"ø-2"ø	Sanitario	1
M_Sanitario con te - PVC - Serie 40 - DWV	4"ø-4"ø-4"ø	Sanitario	8
Total general: 147			

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la tabla 20 se puede observar las uniones de tubería, que más se conoce como accesorios de tuberías, es importante el detalle de cada uno de ellos, ya que si una de estas piezas no encaja se deben realizar recompras, que incurren en gastos adicionales que elevan los presupuestos a la hora de la ejecución.

Tabla 21. Accesorios de tuberías

<Tabla de planificación de Accesorios de tuberías>			
A	B	C	D
Tipo	Familia	Tipo de sistema	Recuento
3/4"	Accesorio -Medidor	IS-ACI	1
Accesorio -Medidor			1
1/2"	Accesorio - Grifo Riego	IS-ACI	4
Accesorio - Grifo Riego			4
LLAVE 1/2	M_Válvula de retención - 10-100 mm - DF	IS-ACI	2
M_Válvula de retención - 10-100 mm - DF			2

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

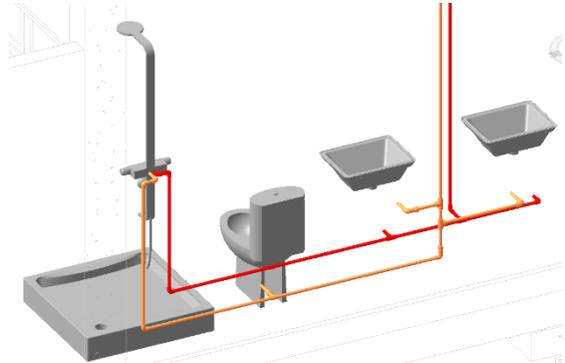
La tabla 21 contiene accesorios de tubería especiales, como el medidor de agua de alimentación de la edificación, como accesorios de llave de riego en el exterior. Además se tiene el recuento en la última columna para evitar errores al momento de cuantificar los elementos de manera manual, disminuyendo errores por factor humano.

4.2.31 Agua Caliente

La creación de las tuberías de agua potable caliente se modela de la misma manera en la que se modelan las redes de agua fría, la única diferencia es que una vez que se han ubicado dentro del proyecto, se debe seleccionar en la paleta de propiedades, dentro del apartado de "Mecánica", el tipo de sistema, el cual se debe definir como "Agua Caliente".

Revit posee diversas herramientas que facilitan la detección de los elementos dentro de la visualización isométrica, una de estas herramientas son los filtros, que permiten asignar colores a las tuberías, y son útiles al momento de generar planos para poder definir rápidamente el tipo de tubería que se va a utilizar, tal como se muestra en la figura 60.

Figura 60. Redes de agua potable caliente y fría.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 22. Tuberías AAPP Caliente.

<Tuberías AAPP Caliente>			
A	B	C	D
Tipo	Tipo de sistema	Diámetro	Longitud
PVC - Tubería a presión	IS-ACI	1/2"	41.91 m
			41.91 m
PVC - Tubería a presión	IS-ACI	3/4"	24.72 m
			24.72 m
PVC - Tubería a presión	IS-Agua Caliente	1/2"	35.00 m
			35.00 m

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

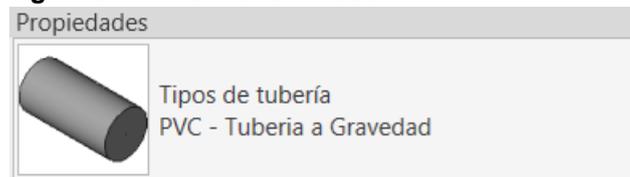
La tabla 22 presenta el resumen de las tuberías de agua potable caliente, ellas se han dividido por su diámetro, y la tabla nos arroja automáticamente el resultado del metraje necesario para el proyecto.

4.2.32 Tuberías de Desagüe

Las instalaciones de desagüe se modelan a partir de los planos arquitectónicos, siempre es de gran ayuda vincular los planos CAD que se tengan para comenzar a implantar los elementos de desagüe de una manera más rápida y precisa, sin embargo, es importante conocer que los puntos de partida están alineados tanto en el formato RVT como en CAD.

Para modelarlas se debe ir a la opción de Sistemas, Fontanería, Tubería, y seleccionar tubería a gravedad en lugar de tubería a presión, y al momento de dibujar la tubería, se selecciona el diámetro de la tubería de descarga respetando los planos y se realiza el cambio al sistema de desagüe para poder visualizarlo, de lo contrario, no se representará dentro del proyecto. En la figura 61 se muestra la familia y el tipo al que pertenece la tubería de desagüe.

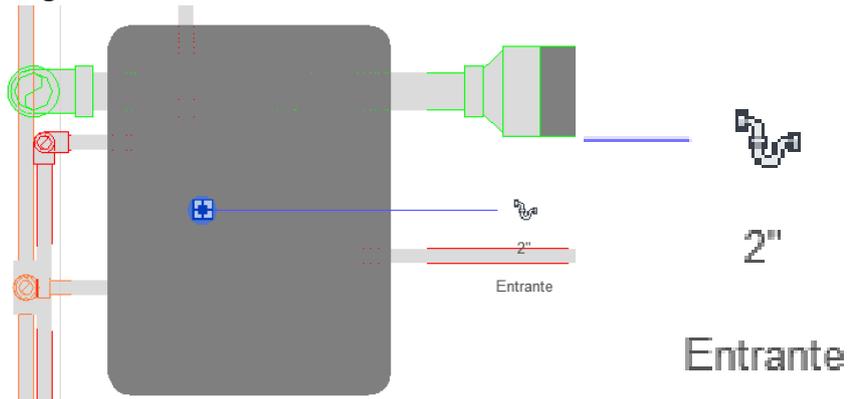
Figura 61. Tubería a Gravedad.



Fuente: Revit. (2024).

Para la conexión de los puntos de drenaje de lavamanos, inodoros, duchas, y demás, se debe acudir a la opción de Instalación de fontanería, se puede utilizar el atajo de (PX), posteriormente, se debe comenzar a ubicar los registros roscados de bronce, los cuales van a generar la conexión del sistema de drenaje con los aparatos sanitarios, como se puede observar a continuación en la figura 62, sobre un lavamanos que se ha tomado como ejemplo desde una vista en planta:

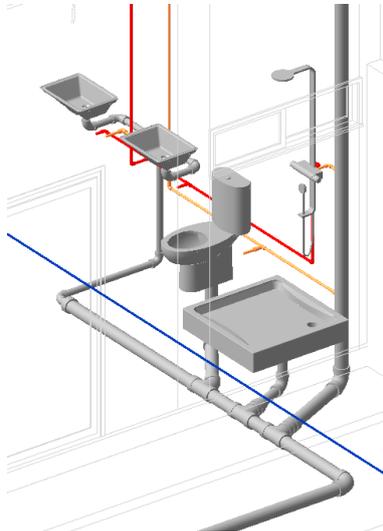
Figura 62. Conexión Instalaciones de Fontanería.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Las tuberías de desagüe también deben poseer pendiente, como se representa en la figura 63, dar la pendiente adecuada a las tuberías de desagüe dentro del proyecto, permiten que se pueda conocer si las distancias permiten a la longitud de la tubería trabajar con los diferentes niveles dentro del proyecto, de modo que podrá conocerse si será necesario utilizar accesorios adicionales que puedan modificar la tabla de cuantificación de materiales del proyecto.

Figura 63. Red de Tuberías de desagüe



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 23. Tuberías AASS

<Tuberías AASS>		
A	B	C
Tipo	Diámetro	Longitud
PVC - Tubería a Gravedad	2"	28.31 m
2"		28.31 m
PVC - Tubería a Gravedad	3"	9.32 m
3"		9.32 m
PVC - Tubería a Gravedad	4"	30.51 m
4"		30.51 m
PVC - Tubería a Gravedad		68.14 m

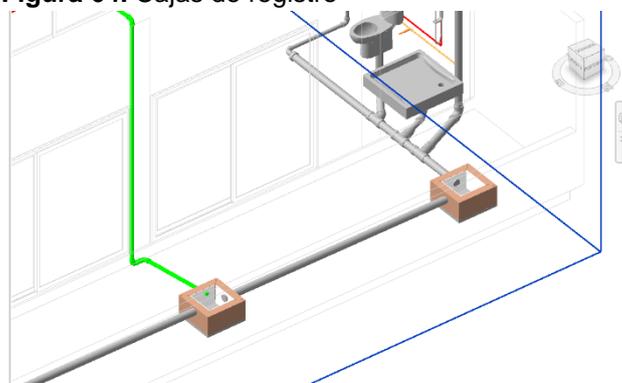
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 23 contiene el metraje total de la tubería de cada diámetro en específico, al momento de elegir la clasificación se debe separar también por diámetro y calcular los totales de cada clasificación, así entregará un resultado independiente, y no un total general

4.2.33 Cajas de Registro

Uno de los factores más importantes al momento de generar cajas de registro dentro de los proyectos en Revit es la altura de la caja de registro, debe estar ubicada a la altura adecuada, ya que las pendientes en tuberías de desagüe son un factor clave a considerar para el modelado, las tuberías se conectan de manera sencilla a las cajas de registro, dentro de Revit se conocen como Cámara Sanitaria, y forma parte de las familias de aparatos sanitarios, tal como se muestra en la figura 64 a continuación:

Figura 64. Cajas de registro



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 24. Aparatos sanitarios.

<Aparatos sanitarios>		
A	B	C
Familia	Tipo	Recuento
CAMARA SANITARIA 60 x 60	CAJAS DE REGISTRO 60X60	3
Total general: 3		3

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la tabla 24 se hace un conteo de las cámaras sanitarias, útil a la hora de realizar cuantificaciones.

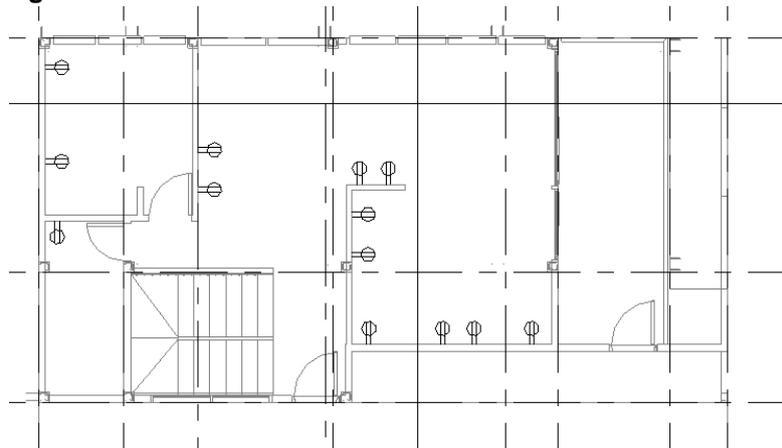
4.2.34 Modelado de Instalaciones Eléctricas.

Al igual que el modelado de instalaciones sanitarias, para las instalaciones eléctricas se debe partir desde una plantilla de instalaciones eléctricas, sobre lo cual se deberá cargar el proyecto arquitectónico desde la pestaña de insertar, y Vincular Revit.

Revit divide las instalaciones eléctricas en dos subdisciplinas, la primera es la subdisciplina de iluminación, y la otra subdisciplina de la potencia, en conjunto van a formar el sistema eléctrico del proyecto.

Para insertar un punto de tomacorriente se debe seleccionar la pestaña de sistemas, electricidad, dispositivos, y aparato eléctrico.

Figura 65. Puntos de Tomacorrientes.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

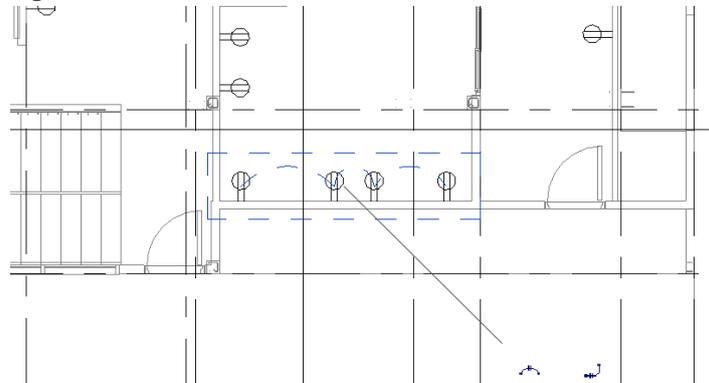
En la figura 65 se pueden apreciar los tomacorrientes ubicados en el plano, visibles desde la planta en la cual se graficaron, si es que no se los puede visualizar se debe modificar la altura de la región de corte del plano a una altura más baja de la que viene por defecto en Revit para los elementos eléctricos bajo los 90cm de altitud.

4.2.35 Creación de Circuitos

Para generar un circuito en primer lugar, se deben seleccionar los elementos que se desea unir dentro de un circuito eléctrico, un punto a considerar es que el circuito no se puede visualizar el circuito una vez que ya se haya creado.

Para poder observarlos, hay que abrir nuevamente la ventana de navegador de sistemas, en el cual se podrá observar el número de tomacorrientes asignados dentro de un circuito, y se podrá observar cuantos faltan aún por asignar, además de que va a reflejar la carga de cada uno de ellos. En la figura 66 se observa el enlace de varios puntos de tomacorrientes de 110v a un mismo circuito eléctrico, hacer esto es importante para el momento de cuantificar el pedido de materiales eléctricos.

Figura 66. Circuitos Eléctricos.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En el navegador de sistemas (figura 67) se podrá observar cómo se ha generado una carga total de los tomacorrientes, junto con un detalle de cada uno de ellos, de manera que es posible verificar el diseño eléctrico contrastando un diagrama unifilar para saber si se está cumpliendo con los planos eléctricos adecuadamente.

Figura 67. Navegador de sistemas eléctricos.

Sistemas	Nombre de espacio	Número de espacio	Carga	Voltaje
Sin asignar (37 elementos)				
Electricidad (1 sistemas)				
Potencia				
<sin nombre>			1080 VA	110 V
M_Toma doble: Toma Doble 110V			180 VA	110 V
M_Toma doble: Toma Doble 110V			180 VA	110 V
M_Toma doble: Toma Doble 110V			180 VA	110 V
M_Toma doble: Toma Doble 110V			180 VA	110 V
M_Toma doble: Toma Doble 110V			180 VA	110 V
M_Toma doble: Toma Doble 110V			180 VA	110 V

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Posteriormente se debe crear los circuitos que van a contener los tomacorrientes, los cuales se deben crear desde la cinta de Vistas, Interfaz de Usuario, y se debe activar la vista de Navegador de Sistemas, y se debe elegir el sistema de Electricidad.

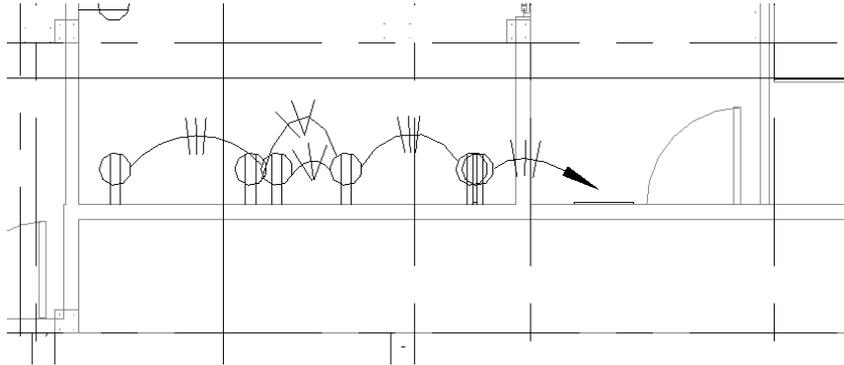
4.2.36 Conexión a Tablero de Distribución

Para la creación del tablero medidor eléctrico, se debe seleccionar la opción de instalaciones, y en el apartado de equipos eléctricos se encuentran los paneles de distribución, que usualmente deben ser cargados desde familias importadas que deben ser cargadas dentro del proyecto.

Una vez que se han generado los circuitos, se debe generar el tablero dentro del proyecto, y es importante asignarle el sistema monofásico para que de esta manera se pueda generar una conexión, ya que, si no se realiza este paso, no se podrá asignar ningún circuito a la red eléctrica interconectada con el panel de distribución.

Y es de la siguiente manera (figura 68) como se observa en detalle de vista intermedio un circuito que ha sido generado correctamente y se ha conectado a un panel de distribución:

Figura 68. Panel de distribución.



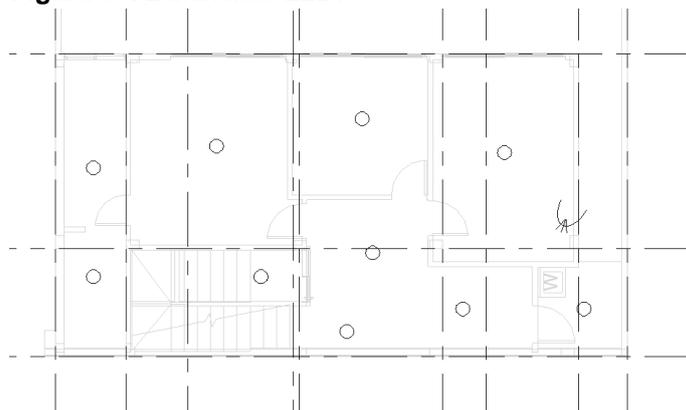
Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Y de esa manera, se debe conectar cada uno de los circuitos que se hayan generado dentro del proyecto en base a los planos eléctricos del mismo.

4.2.37 Luminarias y Puntos de Iluminación

Las luminarias se deben insertar desde un plano eléctrico de techo, en el cual se debe dar clic dentro de la pestaña de sistemas, con la opción de electricidad y es donde se encontrarán los accesorios de "Luminarias". A continuación en la figura 69 se observa cómo deben observarse las luminarias de un proyecto en el tumbado de la planta.

Figura 69. Luminarias LED.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

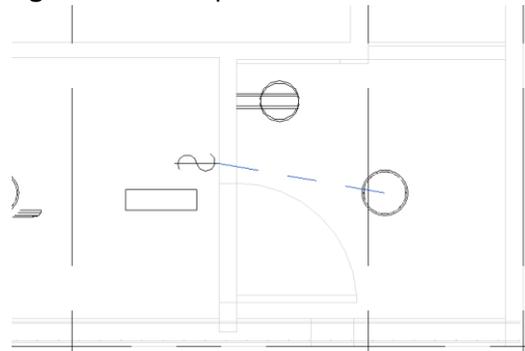
De esta manera, si se filtra en la visualización por el tipo de elemento y se seleccionan únicamente las luminarias, se podrán observar colocadas en el proyecto.

4.2.38 Circuitos de Iluminación

Los circuitos de iluminación se crean a partir de las luminarias, es decir que para crear un circuito de iluminación en primer lugar se deben crear las luminarias, y posteriormente se deben insertar los interruptores que pueden ser cargados en el proyecto por medio de bibliotecas de la web o desde los accesorios que provee Revit.

Desde la pestaña de Sistemas, se debe dar clic en Electricidad, en la cual se deben selección Dispositivos y posteriormente Iluminación. En este apartado se pueden encontrar interruptores simples, compuestos, triples, y algunas empresas ofrecen sus modelos en Revit para que sean instalados dentro de proyectos de arquitectura. Los interruptores de la figura 70 se han representado manteniendo relación a los interruptores que los activan, también es importante que se realice el enlace de cada uno de ellos, esto va a estar limitado por el tipo de interruptor que se está utilizando, ya que si se inserta un interruptor doble, solo podrá ser asignado a dos luminarias.

Figura 70. Interruptores



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.2.39 Mediciones

El procedimiento para comenzar con las mediciones de cualquier tipo siempre va a ser en primer lugar la revisión y análisis del modelo que se recibe, en diversas ocasiones los modelos se reciben con pocos o casi nulidad de errores, sin embargo, en la mayoría de proyectos y como parte de un proceso colaborativo con etapas claramente definidas, resalta la etapa de la revisión, la cual consiste en la visualización detallada de cada elemento, con el fin de detectar colisiones entre sistemas de tuberías, sistemas sanitarios, sistemas eléctricos, ductos de ventilación, columnas,

paredes, vigas, y los demás componentes arquitectónicos y estructurales que componen un proyecto en Revit.

Para realizar una correcta medición, se debe dar clic en la pestaña de vistas, dar clic en "tablas de planificación" y se procede el elemento que se desea medir, se procede a elegir los parámetros que sean de utilidad para el pedido de los materiales.

4.2.40 **Metrado del Sistema Eléctrico**

Una de las funcionalidades de Revit es que permite cuantificar fácilmente la cantidad de cable que va a ser necesario para la creación de la red eléctrica del proyecto, es por eso por lo que para crear Tablas de Planificación de cables eléctricos se debe seleccionar desde la pestaña de Gestionar, la opción de Configuración Eléctrica, dirigirse a la opción de cableado, en la cual se tendrán que definir los símbolos para el esquema del cableado.

Figura 71. Metrado de cables.

<Tabla de planificación de circuitos eléctricos>		
A	B	C
Tamaño de cable	Tipo de cable	Longitud
1-#10, 1-#10, 1-#10		
1-#10, 1-#10, 1-#10	XHHW	17.96 m
1-#12, 1-#12, 1-#12		
1-#12, 1-#12, 1-#12	<varia>	227.45 m
Total general: 25		245.40 m

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

El método presentado anteriormente (figura 71), es el método utilizando BIM con el programa Revit, en el cual se describió detalladamente el proceso que se debe seguir para poder modelar una estructura en el programa Revit, se describió cada etapa de la construcción comenzando por la definición de los planos y niveles, los elementos de soporte estructural de la vivienda como columnas, vigas, cimientos, losas y demás, para posteriormente modelar las paredes de mampostería, ventanas, puertas, entre otros, junto con sus accesorios, y finalmente se procedió con las instalaciones eléctricas y sanitarias, una vez se tuvo el modelo completamente ejecutado, se elaboraron las tablas de planificación, con el fin de cuantificar los elementos y cantidades que contiene el proyecto y que serán de utilidad para la elaboración del presupuesto de obra.

4.2.41 Uso de Presto para la Elaboración del Presupuesto

En primer lugar, es fundamental entender que un presupuesto es un sistema muy complejo, en el cual se busca aproximar lo más posible el monto proyecto a lo que realmente se va a terminar invirtiendo para la ejecución del proyecto de construcción, por lo cual, se determina que un presupuesto puede ser separado como una palabra compuesta, "pre" y "supuesto", es decir que se busca suponer a priori el financiamiento necesario para la ejecución del proyecto. Grumberg, D., & Leiva, E. (2019).

De esta manera, se llega a la conclusión de que es prácticamente imposible hacer que el valor realmente invertido dentro de un proyecto sea exactamente al supuesto, analizado con anterioridad, por lo cual en lo que realmente debe enfocarse la elaboración de un presupuesto es en ser lo más asertivo posible en el menor tiempo posible, y por eso será importante tener bases de datos con rendimientos de materiales y de mano de obra, precios de materiales, costo de alquiler y compra de equipos, subcontratos.

Por consiguiente, el enfoque en la elaboración de un presupuesto se compone de dos partes, Revit como el generador de modelos y el programa que facilita la medición y entrega de planillas de metrados; y por su contraparte, Presto como el generador de APUS, lo que genera como resultado una fórmula sencilla:

$$\text{Presupuesto} = \text{Mediciones} * \text{APUs}$$

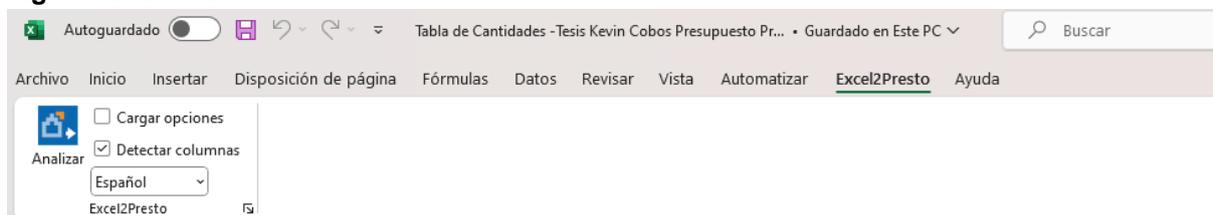
Entonces, así se puede comprender de manera sencilla cual debería ser el enfoque dentro de la elaboración de un presupuesto, es decir, mayor agilidad y reducción de tiempos en el proceso de elaboración del presupuesto, y es así como basándose en ese enfoque, se presenta a continuación el proceso de elaboración de un presupuesto bajo la metodología BIM con Presto.

El primer paso es tener instalado el complemento de Presto llamado Cost-it, el cual consiste en un add-in que se debe descargar e instalar desde la página oficial de Rib Presto, el cual una vez instalado se va a integrar dentro de Revit, es fundamental confirmar las versiones de Presto y Cost-it que se estén utilizando, ya que en este caso se utilizó la versión de Revit 2024 y se utilizó la versión de Presto 23; si no se instalan las versiones adecuadas, sencillamente no se podrá exportar el modelo con la información adecuada.

Para la creación de un presupuesto con presto se ha utilizado una base presupuestaria que, para cuestión de realizar la respectiva comparación en igualdad de condiciones, debe estar estructurada exactamente igual al presupuesto realizado bajo la metodología tradicional.

Presto permite instalar un plugin llamado Excel2Presto en Excel (figura 72), el cual tiene la funcionalidad de exportar un archivo.xlsx. y similares hacia Presto, con el fin de no tener que transcribir la información de manera manual, con lo cual se eliminan los errores humanos de tipeo en transcribir la información. Esta herramienta se puede encontrar en la barra superior de herramientas de Excel.

Figura 72. Excel2Presto



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la figura se observa el cuadro del presupuesto con los rubros pertenecientes a las obras preliminares, desde el cual se puede partir para utilizar el complemento Excel2Presto.

Figura 73. Obras preliminares.

PRESUPUESTO						
Cliente: Kevin Cobos						
Proyecto: Ing. Civil ULVR						
Área de Construcción (m2):			251,22			
Área Útil (m2):			144,42			
Fecha de Elaboración:			8/11/2023			

Item	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Subtotal	Costo/m2
1,00	Obras Preliminares				\$ 7.458,51	\$ 29,69
1,01	Trazado, Replanteo y Control Topográfico	m2	493,52	\$ 1,62	\$ 799,50	
1,02	Trazado, Replanteo albañilería	m2	251,22	\$ 1,12	\$ 281,37	
1,03	Caseta de Bodega y Oficina	glb	1,00	\$ 590,23	\$ 590,23	
1,04	Instalación eléctrica provisional	glb.	1,00	\$ 225,95	\$ 225,95	
1,05	Instalación agua provisional	glb.	1,00	\$ 178,19	\$ 178,19	
1,06	Baño de Obreros y Personal Técnico	mes	10,00	\$ 124,29	\$ 1.242,90	
1,08	Equipos de protección de obreros	glb	1,00	\$ 1.542,40	\$ 1.542,40	
1,09	Consumo de agua	mes	10,00	\$ 25,00	\$ 250,00	
1,10	Consumo de energía eléctrica	mes	10,00	\$ 30,00	\$ 300,00	
1,11	Letrero de obra	unid	1,00	\$ 26,24	\$ 26,24	
1,12	Cerramiento perimetral	ml	90,00	\$ 7,00	\$ 630,00	
1,13	Fumigación	m2	493,52	\$ 2,82	\$ 1.391,73	

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Y es así como se puede pasar rápidamente del formato de Excel hacia Presto de manera automática y se puede optimizar el tiempo. En el cual se genera una previsualización del presupuesto que se observa de la siguiente manera en la figura 74:

Figura 74. Generación de la base presupuestaria en Presto con Excel2Presto.

F0	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Conceptos Resumen	Conceptos Nat	Número	Unidad	Cantidad								
10												
11		Item	Rubro									
12		1	Obras Preliminares				7458,5052	29,6891				
13		1.01	Trazado, Replanteo y Control Topográfico	m2	493,52	1,62	799,5024					
14	013	1.02	Trazado, Replanteo albañilería	m2	251,22	1,12	281,3664					
15	014	1.03	Caseta de Bodega y Oficina	glb	1	590,23	590,23					
16	015	1.04	Instalación eléctrica provisional	glb	1	225,95	225,95					
17	016	1.05	Instalación agua provisional	glb	1	178,19	178,19					
18	017	1.06	Baño de Obreros y Personal Técnico	mes	10	124,29	1242,9					
19	018	1.08	Equipos de protección de obreros	glb	1	1542,4	1542,4					
20	019	1.09	Consumo de agua	mes	10	25	250					
21	020	1.1	Consumo de energía eléctrica	mes	10	30	300					
22	021	1.11	Letrero de obra	unidad	1	26,24	26,24					
23	022	1.12	Cerramiento perimetral	ml	90	7	630					
24	023	1.13	Fumigación	m2	493,52	2,82	1391,7264					
25												
26	025	2	Movimientos de tierra				2992,7408	11,9128				
27	026	2.01	Excavación a máquina	m3	202,88	3,8	770,944					
28	027	2.02	Relleno y compactación con material d...	m3	51,4	5,6	287,84					
29	028	2.03	Excavación a mano para vigas de cim...	m3	10,144	27,39	277,8442					
30	029	2.04	Desalojo de material excavado	m3	202,02	6,39	1290,9078					
31	030	2.05	Acabado de obra básica	m2	493,52	0,74	365,2048					
32												
33	032	3	Estructuras				103825,46...	413,285				
34	033	3.1	Nivel +0.30									
35	034	3.1.01	Hormigón f'c=140kg/cm2 en replantillo...	m2	234,66	4,55	1067,703					
36	035	3.1.02	Hormigón f'c=240kg/cm2 en zapatas y ...	m3	43,6	158,26	6900,136					
37	036	3.1.03	Muro de hormigón ciclopeo	m3	15,66	85,12	1332,9792					
38	037	3.1.04	Hormigón f'c=240kg/cm2 en riostras	m3	9,35	158,26	1479,731					
39	038	3.1.05	Hormigón f'c=240kg/cm2 con inhibidor...	m3	29,77	161,26	4800,7102					
40	039	3.1.06	Hormigón f'c=240kg/cm2 en cuarto de...	m3	8,11	158,26	1283,4886					
41	040	3.1.07	Hormigón f'c=240kg/cm2 en escaleras	m3	8,06	158,26	1275,5756					
42	041	3.1.08	Hormigón f'c=240kg/cm2 en columnas	m3	19,61	158,26	3103,4786					
43	042	3.1.09	Hormigón f'c=180kg/cm2 e=10cm en c...	m3	48,9	103,01	5037,189					
44	043	3.1.10	Red de acero electrosoldada de 5.5c/15c 15 p...	m2	489	2,8	1369,2					
45	044	3.1.11	Acero de refuerzo f'y =4200kg/cm2	kg	21354,96	1,54	32886,6692					
46	045	3.2	Nivel +03.54									

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Una vez que se ha finalizado este paso, se ha generado la estructura del presupuesto correctamente en Presto, y cuenta con las partidas principales creadas, para a partir de ellas, comenzar a realizar las interconexiones desde el modelo Revit hacia el presupuesto en Presto, en la figura 75 se puede observar cómo se ha generado la estructura presupuestaria, para trabajar a partir de este punto.

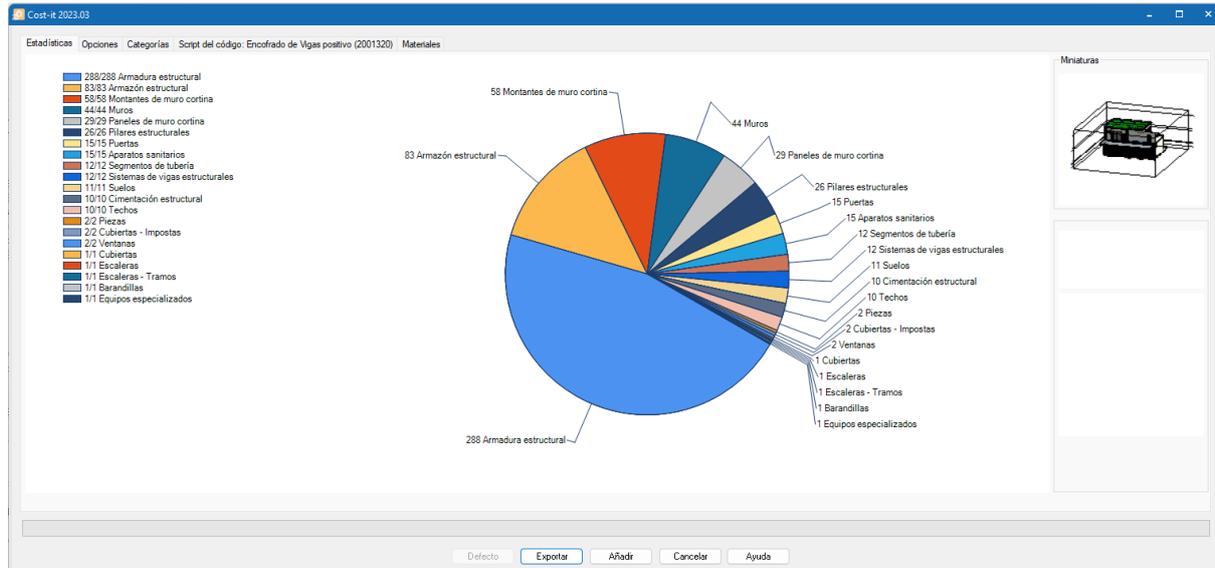
Figura 75. Estructura Presupuestaria con Presto.

EDT	Código	NalC	Resumen	Ud	Factor	CanPres	Producción	Pres	ImpPres
1	0		Presupuesto Presto Casa Libre			1		0	0
2	1	003	Obras Preliminares		0	1	0	0	0
3	2	016	Movimientos de tierra		0	1	0	0	0
4	3	023	Estructuras		0	1	0	0	0
5	4	049	Mampostería		0	1	0	0	0
6	5	055	Enlucidos		0	1	0	0	0
7	6	065	Pintura		0	1	0	0	0
8	7	069	Tumbado		0	1	0	0	0
9	8	073	Revestimiento		0	1	0	0	0
10	9	082	Paredes		0	1	0	0	0
11	10	090	Mesones		0	1	0	0	0
12	11	104	Aluminio y Vidrio		0	1	0	0	0
13	12	109	PUERTAS		0	1	0	0	0
14	13	123	MUEBLES		0	1	0	0	0
15	14	130	PIEZAS SANTARIAS		0	1	0	0	0
16	15	173	Ingeniería Hidrosanitaria		0	1	0	0	0
17	16	216	Ingeniería Eléctrica. Contrato eléctrico (no incluye luminarias)		0	1	0	0	0
18	17	255	Sistema de Climatización		0	1	0	0	0
19	18	278	Sistema de Gas GLP		0	1	0	0	0
20	19	293	Varios		0	1	0	0	0

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Una vez que ya se haya hecho la revisión del modelo y no se hayan encontrado interferencias, se procede a exportar desde Revit, para lo cual se debe verificar que no se mantenga seleccionado ningún elemento del proyecto, ya que si se tiene seleccionado un elemento único del modelo, este será el único en exportarse hacia Presto, lo cual generaría un código único para cada elemento, haciendo el proceso más largo; por el contrario si no se mantiene ningún elemento seleccionado se agregan automáticamente todos los rubros, según los códigos de montaje que se han asignado previamente, este proceso se logra haciendo clic dentro de la pestaña de Cost-it, en la cual se va a generar un diagrama circular como el de la figura 76:

Figura 76. Diagrama circular.



Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En este diagrama se pueden observar los elementos que conforman el proyecto sobre el cual se está trabajando, ubicados dentro del diagrama circular junto al número de elementos de cada uno de ellos, de manera que visualmente se podrán observar los elementos que tienen mayor peso dentro del proyecto, esto ayuda a tomar decisiones importantes a la hora de analizar un presupuesto, y se debe ir analizando jerárquicamente del mayor al menor, para de esta manera saber dónde se podría enfocar el área de compras para realizar negociaciones importantes con los proveedores, que puedan permitir abaratar los costos de ejecución del proyecto.

Una vez que estos se exporten hacia Presto, se puede observar la gran utilidad y el poder de utilizar estas herramientas en conjunto, ya que los partidas presupuestarias del proyecto se generarán ordenadamente y se podrán agregar los materiales, mano de obra, equipos, y auxiliares, y como gran ventaja se tiene que las partidas presupuestarias se exporten junto con sus cantidades, por lo cual no será necesario que se deban calcular las cantidades nuevamente de manera manual, es aquí donde se evidencia el mayor ahorro de tiempo en la elaboración del presupuesto, y sobre todo, en el porcentaje de error de cálculo de cuantificaciones que podrían existir, ya que los cálculos han sido ejecutados por un programa, de igual manera, cada partida estará acompañada de su unidad y cantidad, por lo cual no será necesario perder tiempo calculando nuevamente elemento por elemento, de esta manera, el presupuesto y el APU se vería como se muestra en la figura 77:

Figura 77. Análisis de Precios Unitarios.

0	Presupuesto Presto Casa Libre		1	224,77	224,77
003	Obras Preliminares		1	224,77	224,77
004	Trazado, Replanteo albañilería	m2	169,00000	1,33	224,77
01.01.01.01	Cuartones de Encofrado Semiduro	u	0,05773	2,80	0,16164
01.01.02.02	Cuartones de encofrado 2x3 x4metros	u	0,03849	2,60	0,10007
01.01.03.03	Cal	S...	0,00192	4,50	0,00864
01.01.04.04	Clavo para madera 2 1/2"	Kg	0,05100	1,81	0,09231
01.01.05.05	AYUDANTE	Jrnl	0,00962	32,12	0,30899
01.01.06.06	CALIFICADO	Jrnl	0,01443	33,57	0,48442
01.01.07.07	HERRAMIENTA MENOR	Glb	0,00170	100,00	0,17000

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Una de las etapas de la revisión de un presupuesto es la verificación de las cantidades, cuando se usa el método tradicional, debemos realizar los cálculos dentro de una hoja de cálculo de Excel o similar, por lo cual si se requiere verificar el cálculo se debe abrir la hoja de cálculo. Presto ofrece la ventaja de que cuando se ingresa un rubro desde Revit, se puede hacer clic en la herramienta de mediciones, la cual tiene



el símbolo "m", y permite desplegar una ventana en la cual se especifican las medidas del elemento, la cantidad, y de esta manera se puede determinar cómo se ha llegado a los cálculos de cantidades.

Existen diversas maneras para interconectar a Presto con Revit, sin embargo, la manera más sencilla es la que ha sido presentada, ya que permite fácil y rápidamente extraer todas las partidas con las cantidades, a las cuales simplemente se les tendrá que conectar los conceptos con los códigos con el fin de generar un presupuesto eficiente, en cuestión de tiempo y precisión.

4.3 Estudio Comparativo: Metodología Tradicional y Metodología BIM.

4.3.1 Ejemplo 1: Rubro de Mampostería

Para la medición de los rubros de mampostería en primer lugar se elaboró una hoja de Excel para llevar de manera organizada el detalle de los elementos de mampostería, la programación de esta hoja de cálculo incluye la construcción del formato detallando los puntos importantes para su posterior identificación, como es la ubicación del eje, el nivel de la planta en el cual está ubicado el muro, se le asignó un nombre para poder identificar de cual muro es al que se está haciendo referencia, la longitud del mismo, y la subclasificación en muros de 9 o 7cm, el detalle de la altura, la formulación de la celda del área para que calcule automáticamente los valores diferenciando el tipo de bloque, para poder llevarlo al presupuesto y tener un detalle para la compra de los materiales, los cuales tuvieron que ser medidos en AutoCAD, con Polilíneas auxiliares que también fue necesario que sean dibujadas ya que el plano en su totalidad no contaba con cotas que permitan la rápida contabilización de estos.

Posteriormente, se tuvo que contabilizar el área de los boquetes para proceder a restarlos del área de mampostería, identificando debidamente cuales son las áreas que pertenecen a la mampostería con bloque de 9 o 7cm, por lo cual la contabilización de la mampostería se limita a haber medrado correctamente el área de boquetes de ventanas y puertas, y con ello el número de elementos de cada uno, por lo que se restringe la cuantificación de un elemento, a la cuantificación de otro, y aumenta el tiempo que toma el medrado de elementos.

A continuación, se va a detallar un cuadro con la cuantificación de tres rubros a modo de ejemplo mediante el uso del programa Excel, para que se observe el detalle de una cuantificación y se pueda evaluar el tiempo que toma el registro en hojas de cálculo de estos tres rubros utilizando la metodología tradicional.

En la tabla 25 se observa el método de cuantificación tradicional, en el cual se utiliza una hoja de Excel y se debe ir programando según las necesidades de cada proyecto, lo que vuelve a la cuantificación de cantidades en un proceso mecánico, lento, y poco confiable.

Tabla 25. Método tradicional cuantificación de mampostería, sin restar áreas de boquetes.

MAMPOSTERIA								
	Eje	Detalle	Sentido	Distancia Bloque 9cm	Distancia Bloque 7cm	Altura	Area	Area
Planta Alta	A	Pared perimetral	Vertical	6,88		2,8	19,26	
	A-B	Escalera	Vertical		2,42	2,8		6,78
	A-B	Closet	Vertical		0,6	2,8		1,68
	B	Dormitorio 1	Vertical		3,25	2,8		9,10
	C	Recibidor	Vertical		3,87	2,8		10,84
	D	Patio	Vertical	5,6		2,8	15,68	
	1	Pared perimetral	Horizontal	9,38		2,8	26,26	
	1-2	Dormitorio 1	Horizontal		2,9	2,8		8,12
	1-2	Comedor	Horizontal		1	2,8		2,80
	2	Escalera	Horizontal		2,6	2,8		7,28
	2-3	Cocina	Horizontal	7,1		2,8	19,88	
	3	Pared perimetral	Horizontal	5,5		2,8	15,40	
	E	Cerramiento	Vertical	5,6		2,8	15,68	
	Planta Baja	A	Pared perimetral	Vertical	6,88		2,8	19,26
A-B		Baño y WC	Vertical		6,88	2,8		19,26
B-C		Baño compartido	Vertical		1,26	2,8		3,53
C		D. Master	Vertical		3,1	2,8		8,68
C'		Baño y D. master	Vertical		2,4	2,8		6,72
D		D2 y sala TV	Vertical		4,7	2,8		13,16
D-E		Estudio	Vertical		1,77	2,8		4,96
E		Pared perimetral	Vertical	6,88		2,8	19,26	
F		Cerramiento	Vertical	6,88		2,8	19,26	
A		Cerramiento	Vertical	2,1		2,4	5,04	
F		Cerramiento	Vertical	2,1		2,4	5,04	
1	Cerramiento	Horizontal	13		1,2	15,60		
Total							195,64	102,90
							m2	m2

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la siguiente tabla se observan ventajas y desventajas del método tradicional y la metodología BIM, con enfoque en la mampostería.

Tabla 26. Ventajas y desventajas del método tradicional y BIM, mampostería.

	Metodología BIM	Metodología Tradicional
Descripcion de la actividad	Medicion del area de mamposteria clasificado por ancho de bloque, descontando areas de boquetes de puertas y ventanas	
Pasos	Vista, Tabla de planificacion/cantidades, Muros, Selección de Campos: Longitud, Altura, Tipo, Familia; Aceptar, Ordenar tabla	Revision de planos, elaboracion de tabla para cuantificacion, medicion de altura, longitud, area, formulacion de hoja de calculo, dividir manualmente los bloques por su tipo, cuantificacion de area de boquetes de puertas y ventanas, calculo de diferencias.
Tiempo Aprox.	1 Hora 32 Minutos	4 horas y 46 minutos
Ventajas	Subclasificacion de parametros según el requerimiento del presupuestista, longitud, alto, volumen, areas, tipo, lo que permite reducir tiempos de cuantificacion	Brinda la oportunidad al presupuestista de evaluar el proyecto detalladamente, permitiendole conocer a fondo un proyecto
Desventajas	Se debe contar con el modelo previo y la revision del mismo que cuente con los parametros correctos, actualizacion automatica de tablas de cuantificacion cuando se edita un elemento en los planos.	Alta probabilidad de errores por factor humano en la cuantificacion, tiempo de ejecucion elevado, si existen cambios en el proyecto se debe calcular nuevamente ciertas areas.

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.3.2 Ejemplo 2: Rubro de Ventanas

Para la cuantificación del rubro de ventanas se tuvo que hacer un análisis detallado de los planos que se reciben de parte del área de diseño, normalmente ya viene en el plano detallado la base, la altura y el antepecho. Posteriormente se programa una hoja de cálculo, nuevamente, pero en este caso aplicándola a los requerimientos del presupuesto, particularmente se va a necesitar conocer la cantidad de ventanas y el área que ocupa cada una de ellas, así como la ubicación de las mismas junto a su nivel de desplante, con el fin de que, si más adelante algún revisor decide evaluar los cálculos realizados, lo pueda hacer sin que se tenga que volver a analizar de dónde se obtuvieron las medidas de cada elemento.

El objetivo de este procedimiento con este nivel de detalle es descontar estas áreas de las ventanas del área de la mampostería, y obtener los cálculos con los valores más aproximados y fieles a la realidad posibles, y a su vez, se busca el área de las ventanas para que los diferentes proveedores o también conocidos como subcontratistas envíen sus ofertas, y obtener una relación del costo por metro cuadrado, de esta manera se busca generar un estándar que pueda ser comparable para los precios que oferten los diferentes contratistas. En la tabla 27 se observa la cuantificación de los boquetes de ventanas, que deben ser buscadas en el plano por el encargado de la cuantificación de las cantidades, en algunas ocasiones las ventanas no se logran visualizar en los planos por errores de impresión, y hacerlo de manera manual podría causar que se cometa el error de no cuantificar un elemento.

Tabla 27. Método tradicional cuantificación de Ventanas y Boquetes

Cuantificación de Ventanas y Boquetes						
Ubicación	Cantidad	Base	Altura	Area	Area total	
Planta Alta	Dormitorio 1 - Eje A	2	2,6	2,4	6,24	12,48
	Comedor - Eje A	1	3,8	2,4	9,12	9,12
	Comedor - Eje D	1	2,6	2,4	6,24	6,24
	Comedor - Eje D	1	1,35	2,4	3,24	3,24
	Escalera - Eje 3	1	2,3	2,6	5,98	5,98
	Baño Visita - Eje 3	1	1,4	0,6	0,84	0,84
					37,90	
Planta Baja	Baño Master - Eje A	1	1,4	0,4	0,56	0,56
	D. Master - Eje A	1	2,6	2,3	5,98	5,98
	D. 2 - Eje A	1	2,9	2,3	6,67	6,67
	D. 3 - Eje A	1	2,8	2,3	6,44	6,44
	D.2	1	1,6	2,2	3,52	3,52
					23,17	
					Total (m2)	61,07

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 28 presenta las ventajas y desventajas de utilizar el método BIM y el tradicional, con un enfoque en las ventanas del proyecto, un dato importante es la gran diferencia positiva que toma hacer la cuantificación de las ventanas usando la metodología BIM.

Tabla 28. Ventajas y desventajas del método tradicional y BIM, ventanas.

	Metodología BIM	Metodología Tradicional
Descripción de la actividad	Medición del área de ventanas clasificando por la medida de cada ventana, a su vez las áreas se usan para descontar boquetes en mampostería	
Pasos	Vista, Tabla de planificación/cantidades, Ventanas, Selección de Campos: Longitud, Altura, Tipo, Familia; Aceptar, Ordenar tabla	Revisión de planos, elaboración de tabla para cuantificación, medición de altura, longitud, área, formulación de hoja de cálculo, dividir manualmente las ventanas por su tipo, cuantificación de área de boquetes.
Tiempo Aprox.	36 Minutos	3 horas 49 minutos
Ventajas	Subclasificación de parámetros según el requerimiento del presupuestista, longitud, alto, áreas, material de fabricación, lo que permite reducir tiempos de cuantificación, actualización automática de tablas de cuantificación cuando se edita un elemento en los planos	Brinda la oportunidad al presupuestista de evaluar el proyecto detalladamente, permitiéndole conocer a fondo un proyecto
Desventajas	Se debe contar con el modelo previo y la revisión del mismo, confirmando que cuente con los parámetros correctos, de lo contrario se tendría que modelar las ventanas desde cero	Alta probabilidad de errores por factor humano en la cuantificación, tiempo de ejecución elevado, si se cambia la cantidad de ventanas se las debe calcular nuevamente

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

4.3.3 Ejemplo 3: Rubro de Puertas

La cuantificación de puertas en la metodología tradicional es ejecutada mediante el programa Excel, consiste en una serie de pasos que se van a detallar a continuación.

En primer lugar, se reciben los planos de parte del departamento de arquitectura o diseño, con los cuales se comienza a realizar un levantamiento adecuado de la información, de manera detallada y analítica.

Luego, se procede a evaluar la ubicación de cada puerta, se puede referenciar el elemento cercano más importante que se encuentre cerca del mismo, por citar un ejemplo, se le agrega la nomenclatura “Puerta de baño” a aquella puerta que se encuentra cerrando el baño. En algunas ocasiones los planos cuentan con un nivel de detalle elevado, y cada puerta tiene un número, por lo cual la tarea de señalar las puertas en el plano se vuelve más precisa, es por eso la importancia que desde el departamento de diseño se implemente el uso de la metodología BIM, así los encargados del presupuesto podrán directamente elaborar tablas de cuantificación en Revit, ahorrando una gran suma de tiempo.

Posteriormente, se identifica el ancho y alto de la puerta, para enviar el detalle de la cantidad exacta de puertas junto a su medida y un resumen total a los proveedores que se encargan de cotizar las puertas, para que compitan en igualdad de condiciones. El estándar nacional de puertas nos señala que la mayoría tienen 2,20m de alto y 60-70cm para puertas de baño, 80-90 cm para puertas de cuartos, y 1 m para puertas de entrada principal, tal como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Método tradicional cuantificación de Puertas y Boquetes

Cuantificación de Puertas y Boquetes							
Ubicación	Nombre	Cantidad	Base	Altura	Area	Area total	
Planta Alta	Ingreso Principal	1	0,9	2,6	2,34	2,34	
	Baño Visita	1	0,7	2,4	1,68	1,68	
	Dormitorio 1	1	0,8	2,4	1,92	1,92	
						5,94	
Planta Baja	Baño Compartido	1	0,6	2,4	1,44	1,44	
	Cuarto Máster	1	0,8	2,4	1,92	1,92	
	Baño Máster	1	0,7	2,4	1,68	1,68	
	Dormitorio 2	1	0,8	2,4	1,92	1,92	
	Dormitorio 3	1	0,8	2,4	1,92	1,92	
	Lavandería	1	0,85	2,4	2,04	2,04	
						10,92	
						Total (m2)	16,86

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Tabla 30. Ventajas y desventajas del método tradicional y BIM, Puertas.

	Metodología BIM	Metodología Tradicional
Descripción de la actividad	Medición del área de puertas clasificado por largo y ancho, y áreas de boquetes de puertas para descontar en mampostería.	
Pasos	Vista, Tabla de planificación/cantidades, Puertas, Selección de Campos: Longitud, Altura, Tipo, Familia; Aceptar, Ordenar tabla	Revisión de planos, elaboración de tabla para cuantificación, medición de altura, longitud, área, formulación de hoja de cálculo, dividir manualmente las puertas por su tipo, cuantificación de área de boquetes de puertas.
Tiempo Aprox.	25 Minutos	4 horas 10 minutos
Ventajas	Subclasificación de parametros según el requerimiento del presupuestista, longitud, alto, volumen, áreas, tipo, lo que permite reducir tiempos de cuantificación, actualización automática de tablas de cuantificación cuando se edita un elemento en los planos.	Brinda la oportunidad al presupuestista de evaluar el proyecto detalladamente, permitiéndole conocer a fondo un proyecto
Desventajas	Se debe contar con el modelo previo y la revisión del mismo que cuente con los parametros correctos, de lo contrario se deberá elaborar el modelo BIM desde cero.	Alta probabilidad de errores por factor humano en la cuantificación, tiempo de ejecución elevado, si existen cambios en el proyecto se debe calcular nuevamente la cantidad de puertas y sus áreas.

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

La tabla 30 representa las ventajas y desventajas del uso de cada metodología, es importante detallar el paso a paso, con el cual se obtienen resultados muy semejantes en todo aspecto, exceptuando en el tiempo, donde es evidente el tiempo de elaboración de cada método, que ronda el 40% de diferencia.

4.3.4 Análisis Comparativo por Partida Respecto del Plazo de Elaboración del Presupuesto del Proyecto Casa Libre Aplicando la Metodología Tradicional y la Metodología BIM

Tabla 31. Plazos de elaboración del Presupuesto del Proyecto Casa Libre. Metodología Tradicional vs BIM. (Ver Anexo 1).

	Total Horas	Total Días	Reducción de tiempo (Días)	Reducción Porcentaje
Metodología Tradicional	87:48:00	10.98 días	4.64 días	42%
Metodología BIM	50:38:25	6.33 días		

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

En la tabla 31 se observa que gracias a la metodología BIM se ha podido reducir un 42% el plazo de cuantificación de cantidades, para el detalle de cada partida presupuestaria referirse al Anexo 1.

La etapa de la elaboración del presupuesto que mayor ventaja tuvo sin duda fue la de la cuantificación de materiales, cabe recalcar que el plazo mencionado en la tabla 31 no incluye el plazo que ha tomado modelar el diseño en Revit. Por lo cual se considera que la aplicación de la metodología BIM desde el departamento de diseño va a ser fundamental para optimizar los procesos de cuantificación de materiales, y por consiguiente, el tiempo de elaboración de un presupuesto.

El tiempo considerado dentro de la tabla 31 ya incluye el análisis de precios unitarios, y gracias a Presto el análisis de precios unitarios que se realizó rubro a rubro se vio considerablemente reducido cuando se comenzó a implementar el programa Presto, debido a que se pudo rescatar APU's que se habían trabajado con anterioridad, motivo por el cual no se tuvo que analizar nuevamente cada rubro.

4.3.5 Análisis Comparativo Ventajas y Desventajas de la Aplicación de la Metodología Tradicional vs la Metodología BIM

Tabla 32. Resumen general de las ventajas y desventajas del uso de BIM para la elaboración del presupuesto del proyecto Casa Libre.

Ventajas	Desventajas
Un cambio realizado dentro de un plano se modifica y coordina automáticamente con los planos de las demás disciplinas, eliminando los reprocesos.	Si en la empresa en la cual se busca utilizar Revit no se cuenta con un departamento de diseño que trabaje con Revit, el departamento de presupuestos tendrá que asumir el rol de modelador, lo cual genera un reproceso.
Se reducen los errores por falta de comunicación entre los autores de las diferentes disciplinas ante cambios en planos.	Debido a su reciente acogida en el Ecuador, no se encuentra suficiente personal capacitado en el uso de Revit.
Rapidez en la cuantificación de materiales.	Los equipos de las empresas en general no cuentan con procesadores de alto rendimiento que le permitan al personal realizar su trabajo eficientemente.
Mayor rapidez durante la elaboración de presupuestos, gracias a Cost It, el cual genera enlaces Revit-Presto mediante códigos de montaje.	Los costos de adquisición de las licencias oficiales de los programas pueden llegar a ser costosos respecto a otras licencias para el uso de programas de presupuestos.
No es necesario generar planillas de cuantificación de materiales debido ya que se puede generar tablas de planificación desde Revit para el respaldo de cantidades.	Altos costos de capacitación del personal.
Generación automática de planillas de aceros y hormigones, los cuales forman parte de los rubros más importantes en la construcción.	Se añaden automáticamente los rubros generados por elementos modelados en Revit, y se debe agregar manualmente rubros como "permisos de construcción, instalación de agua provisional, entre otros".
Ayuda a ajustar el presupuesto rápidamente si el propietario decide modificar el diseño. De la mano, permite conocer rápidamente los volúmenes sobretodo de los elementos estructurales, lo cual evita que se deba calcular nuevamente un volumen al momento de comprar materiales durante la construcción.	Debido al nivel de detalle que contienen los planos de las disciplinas eléctricas, sanitarias, gas, voz y datos; el tiempo que toma el diseño en Revit y la elaboración de las Tablas de planificación, en los rubros dentro de estos capítulos ha sido contraproducente al no contar con personal especializado en estas disciplinas.

Elaborado por: Cobos, K. (2023).

Conclusiones

- El desarrollo de una guía de procesos para la elaboración del presupuesto del proyecto casa libre utilizando el método tradicional y la metodología BIM permitieron comparar el tiempo de elaboración del presupuesto y a su vez diferenciar las ventajas y desventajas de la aplicación de cada una de las metodologías.
- El uso de Revit y Presto demostró que la implementación de nuevas metodologías de trabajo como el BIM aplicado a un proyecto de vivienda unifamiliar tiene como resultado la reducción de un 42% en el plazo de elaboración del presupuesto.
- El punto clave para la optimización del plazo de elaboración del presupuesto se detectó principalmente dentro de la fase de cuantificación de materiales, específicamente en la elaboración de planillas de respaldo, ya que mediante el uso de Revit no fue necesario desarrollar los documentos manualmente en Excel, sino que se los pudo generar modificando los parámetros que se necesitaron para la cuantificación de cada partida presupuestaria editando los campos de las Tablas de Planificación de Materiales.

Recomendaciones

Se recomienda implementar la metodología BIM desde la fase del diseño, con el uso de Revit para el dibujo de los planos de las diferentes disciplinas que conforman el proyecto. De esta manera, el presupuestista podrá contar con planos que dispongan de documentos con mayor nivel de detalle e información constructiva.

Organizar un programa de capacitación continua para todo el personal que participa en el área de Proyectos respecto al uso de BIM, reduciendo de esta manera aún más el tiempo de elaboración de un presupuesto, debido a que el encargado del presupuesto tendrá las habilidades para revisar planos directamente en Revit, y de generar Tablas de Planificación que permitan una óptima integración con Presto que resulte en presupuestos más rápidos y eficientes.

Realizar un plan de optimización de la infraestructura tecnológica de la empresa, con equipos que cuenten con características de hardware y software de alta capacidad, que permitan el funcionamiento adecuado de los programas que forman parte de la metodología BIM, como Revit y Presto, acompañado de almacenamiento en la nube que permita el acceso a la información de parte de todos los colaboradores que forman parte del área de proyectos.

Referencias Bibliográficas

- Amórtegui, E. (Julio de 2021). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN PROYECTO DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas:
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/30211/AmorteguiGuzmanEstefania2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arevalo, A., & Soto, J. (Agosto de 2022). *Building Information Modeling (BIM) y su desarrollo en la industria de la construcción*. Obtenido de Universidad de Piura:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/5635/ICI_2208.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Autodesk. (2023). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)*. Obtenido de
<https://www.autodesk.es/solutions/bim>
- BFE. (2023). *BIM FORUM ECUADOR*. Obtenido de
<https://www.instagram.com/bimforumecuador/>
- BIM Forum. (2021). *Level Of Development Specification (LOD)*. Obtenido de
<https://static1.squarespace.com/static/5c79ba78d86cc901d588becf/t/620836c8fb92626468ba0d4e/1644705490974/LOD+Spec+2021+Part+I+-+FINAL+2021-12-28.pdf>
- Briggs. (2022). *Biblioteca BIM Briggs*. Obtenido de <https://briggs.com.ec/acceso-vip/>
- buildingSMART Spain. (2021). *Introduccion a las serie EN-ISO 19650. Revision Mayo 2021. Version Español*. Obtenido de
<https://www.buildingsmart.es/recursos/en-iso-19650/>
- Burbano, J. (2005). *PRESUPUESTOS. Enfoque de gestión, planeación y control de recursos. Tercera edición*. Obtenido de Universidad del valle:
<https://catedrafinancierags.files.wordpress.com/2015/03/burbano-presupuestos-enfoque-de-gestic3b3n.pdf>
- Cedeño, K. (2022). *Análisis del uso de BIM building information managment como nueva tecnología en la industria de la construcción comparando la etapa de diseño, seguimiento y ejecución de un sistema tradicional*. Obtenido de
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5229>
- DARCO. (2019). *Guia Revit Architecture Intermedio*. Obtenido de
<http://univercad.com/wp-content/uploads/2021/10/Guia-Revit-Architecture-Intermedio-PDF.pdf>

- El Economista . (30 de mayo de 2023). *¿Es posible decirle "adiós" al Excel en la industria de la construcción?* Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/econohabitat/Es-posible-decirle-adios-al-Excel-en-la-industria-de-la-construccion-20230530-0033.html>
- El Universo. (22 de mayo de 2023). *Novacero pionero en promover la eficiencia en la construcción a través de la metodología BIM.* Obtenido de <https://www.eluniverso.com/patrocinado/novacero-pionero-en-promover-la-eficiencia-en-la-construccion-a-traves-de-la-metodologia-bim/>
- Espinosa, F. P. (2012). *Escuela Politécnica Superior de Huesca.* Obtenido de ELABORACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE LA AGRICULTURA Y CONSTRUCCIÓN PARA PROGRAMA PRESTO: <https://core.ac.uk/download/pdf/289972068.pdf>
- Grumberg, D., & Leiva, E. (2019). *Universidad Nacional de San Martín. Escuela de Economía y Negocios.* Obtenido de <https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/967/1/TFPP%20EEYN%202019%20GDS-LE.pdf>
- Lacaze, L. (2020). *Encuesta BIM: América Latina y el Caribe.* Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo.: <http://dx.doi.org/10.18235/0003023>
- MarketWatch. (febrero de 2020). *Comportamiento del Sector Inmobiliario.* Obtenido de <https://marketwatch.com.ec/comportamiento-del-sector-inmobiliario/>
- Mayorga, S., & Sacoto, A. (Febrero de 2022). *Plan de negocios: implementación de una empresa de consultoría de modelos de información y principios de mejora continua en el sector de la construcción. (BIM, LEAN, LEED) S&M Intelligent Construction.* Obtenido de DSPACE en ESPOL : <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53320>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (27 de 07 de 2021). *Guía Nacional BIM. Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM.* Obtenido de https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf
- NBS. (2020). *10th Annual BIM Report 2020.* Obtenido de <https://architecturaltechnology.com/static/3f388415-32f9-408d-85cc2c1adf13d012/TheNBSBIMReport2020.pdf>
- Novacero. (2022). *Novacero.com.* Obtenido de <https://www.novacero.com/>
- Plastigama. (2022). *Conoce las nuevas librerías Plastigama Wavin para Ecuador.* Obtenido de <https://bim.plastigama.com/es/Paginas/default.aspx>
- Quisiguiña, D., & Buñay, M. (2021). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DESDE LA ETAPA DE FACTIBILIDAD HASTA LA PRESENTACIÓN DE*

DOCUMENTOS AL ENTE DE REGULACIÓN PREVIO A LA CONSTRUCCIÓN. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/19684>

RED BIM GOB LATAM. (2020). *Seminario Avance de la Implementación de BIM en Latinoamérica.* Obtenido de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=bFIECa5_ge0

SEDEMI. (2022). *SEDEMI empresa ecuatoriana lidera la construcción 4.0 y metodología BIM en el país.* Obtenido de SEDEMI: <https://sedemi.com/construccion-4-0-metodologia-bim/>

Segovia, F. (9 de junio de 2023). *Prensa.Ec.* Obtenido de Bim Forum Ecuador y la Federación Ecuatoriana De Cámaras De La Construcción firmaron convenio de cooperación: <https://prensa.ec/2023/06/09/bim-forum-ecuador-y-la-federacion-ecuatoriana-de-camaras-de-la-construccion-firmaron-convenio-de-cooperacion/>

Soto, C., & Manríquez, S. (2023). *Panorama General del Avance de BIM en América Latina y el Caribe.* Obtenido de <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2022/Panorama%20General%20del%20Avance%20de%20BIM%20en%20Ame%CC%81rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Tovar, F. (2020). *Automatización del modelado BIM para la obtención de presupuesto en tiempo real.* Obtenido de Universidad de Alicante: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/108210/1/Automatizacion_del_modelado_BIM_para_la_obtenci_Tovar_Calpena_Francisco_Jose.pdf

UK BIM FRAMEWORK. (2023). *BIM en el Reino Unido.* Obtenido de <https://www.ukbimframework.org/about/>

Zambrano, M. C. (2021). *Repositorio USTA.* Obtenido de PROGRAMACIÓN, PRESUPUESTOS Y CONTROL DE OBRA: https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/43594/Presupuesto%20y%20Control%20de%20Obra_FINAL.pdf?sequence=1

Anexos

Anexo 1. Análisis comparativo por partida respecto del plazo de elaboración del presupuesto del proyecto casa libre aplicando la metodología tradicional y la metodología BIM.

Análisis comparativo por partida respecto del plazo de elaboración del presupuesto del proyecto casa libre aplicando la metodología tradicional y la metodología BIM.

Clave	Descripción	Tiempo (hh:mm)	
		Metodología Tradicional	Metodología BIM
VC14	Proyecto casa libre		
1.00	Obras Preliminares		
1.1	Trazado, Replanteo albañilería	0:16:10	0:15:00
1.2	Caseta de Bodega y Oficina	0:22:30	0:15:00
1.04	Instalación eléctrica provisional	0:15:00	0:10:00
1.05	Instalación agua provisional	0:25:30	0:17:00
1.06	Baño de Obreros y Personal Técnico	0:07:30	0:05:00
1.07	Equipos de protección de obreros	0:09:00	0:06:00
1.08	Consumo de agua	0:12:00	0:08:00
1.09	Consumo de energía eléctrica	0:12:00	0:08:00
1.1	Letrero de obra	0:04:30	0:03:00
1.11	Cerramiento perimetral	0:27:00	0:03:00
1.12	Fumigación	0:28:30	0:04:00
	Total de Obras Preliminares	2:59:40	1:34:00
2	Movimientos de tierra		
2.01	Excavación a maquina	0:51:30	0:14:00
2.02	Relleno y compactación con material del sitio	0:20:00	0:12:00
2.03	Excavación a mano para vigas de cimentación (sin desalojo)	1:52:30	0:13:00
2.04	Desalojo de material excavado	0:16:30	0:09:00
2.05	Acabado de obra básica	0:12:30	0:10:00
	Total de Movimientos de tierra	3:33:00	0:58:00
3.00	Estructuras		
3.1	Hormigón y Acero de Refuerzo		
3.1.1	Hormigón f'c=140kg/cm2 en replantillo e= 5 cm	0:37:20	0:18:40
3.1.2	Hormigón f'c=240kg/cm2 en zapatas y muro de contención	1:05:20	0:28:24
3.1.3	Hormigón f'c=240kg/cm2 en riostras	0:39:40	0:14:41
3.1.4	Hormigón f'c=240kg/cm2 en escaleras	0:51:20	0:24:27
3.1.5	Hormigón f'c=240kg/cm2 en columnas	1:07:40	0:23:20
3.1.6	Hormigón f'c=240kg/cm2 en vigas	0:58:20	0:20:50
3.1.7	Hormigón f'c=240kg/cm2 en losa y nervios	1:17:00	0:31:26
3.1.8	Hormigón f'c=240kg/cm2 en muro de contención	0:44:20	0:15:17
3.1.9	Casetones Termolosa 6000x600x150	0:31:20	0:15:40
3.1.10	Hormigón f'c=180kg/cm2 e=10cm en contrapiso interior	0:37:20	0:15:33
3.1.11	Malla electrosoldada de 5.5c/15x15	0:37:20	0:15:33
3.1.12	Acero de refuerzo f'y =4200kg/cm2	14:23:20	5:08:20

Total de Hormigón y Acero de Refuerzo		23:30:20	8:52:12
3.4	Encofrados		
3.4.1	Encofrado de Zapatas y Vigas de Cimentación	1:05:20	0:28:24
3.4.2	Encofrado de riostras	0:37:20	0:18:40
3.4.3	Encofrado de Columnas	0:39:40	0:14:41
3.4.4	Encofrado de Escalera	1:28:20	0:31:33
3.4.5	Encofrado de Losas y Nervios	0:29:00	0:13:49
3.4.6	Encofrado de Vigas	0:47:40	0:16:26
3.4.7	Desencofrado	0:23:40	0:09:40
3.4.8	Pruebas de Hormigón	0:07:00	0:03:00
Total de Encofrados		5:38:00	2:16:13
Total de Estructuras		29:08:20	11:08:25
4	Mampostería		
4.01	Paredes de 12cm bloque cemento pl 9	1:24:00	0:28:58
4.02	Paredes de 10cm bloque cemento pl 7	1:20:00	0:26:35
4.05	Pilarete de 10cm	1:17:00	0:21:00
4.08	Vigueta 10x20cm	0:45:00	0:15:31
Total de Mampostería		4:46:00	1:32:04
5	Enlucidos		
5.01	Enlucido Interior	0:51:00	0:17:35
5.02	Enlucido Exterior	0:50:00	0:17:14
5.03	Enlucido de Piso	0:47:00	0:16:12
5.04	Cuadrada de Boquetes	1:15:00	0:25:52
5.05	Enlucido de Filos	1:19:00	0:27:14
5.06	Goteros	0:47:00	0:16:12
5.08	Enlucido de Escalera	0:50:00	0:17:14
5.1	Andamios para fachada	0:32:00	0:11:02
Total de Enlucidos		7:11:00	2:28:37
7	Pintura		
7.01	Pintura interior látex	0:16:00	0:10:40
7.02	Pintura Exterior elastomérica	0:17:00	0:11:20
Total de Pintura		0:33:00	0:22:00
8	Tumbado		
8.01	Tumbado de Gypsum Estándar	0:43:00	0:28:40
8.03	Cortineros	0:16:00	0:10:40
Total de Tumbado		0:59:00	0:39:20
9	Revestimiento		
9.1	Pisos		
9.1.1	Sobrepiso Interior Porcelanato rectificado 60x60 cm.	1:16:00	0:30:24
9.1.2	M/O - Sobrepiso interior porcelanato rectificado 60x60, no incluye patio ni escalera.	0:24:00	0:16:00
9.1.3	Material porcelanato 60x120 cm. en huellas y contrahuellas. Inc. 32% desperdicio.	1:03:00	0:33:09
9.1.4	M/O Instalación de porcelanato 60x120 cm. en huellas y contrahuellas.	0:28:00	0:18:40
9.1.5	Material porcelanato 60x60 cm. para rastreras de escalera. Inc. 10% desperdicio.	0:42:00	0:24:42
9.1.6	M/O Instalación de rastreras de porcelanato 60x60 cm. de escalera	0:51:00	0:34:00
Total de Pisos		4:44:00	2:36:56

9.2	Paredes		
9.2.1	Porcelanato en baños principales - Blanco Mate 30x60.	0:45:00	0:25:00
9.2.2	M/O Porcelanato en baños principales - Blanco Mate 30x60	0:44:00	0:29:20
9.2.3	Cerámica Graiman blanco de 30x60 (lavandería y baño de servicio). Incluye desperdicio el 10%	0:57:00	0:30:00
9.2.4	M/O - Provisión e instalación de cerámica Graiman blanco de 30x60 (lavandería y baño de servicio)	0:25:00	0:14:42
	Total de Paredes	2:51:00	1:39:02
9.3	Mesones		
9.3.1	Mesones de baño, granito: 60cm, salpicadero de 10cm incluye under counter y huecos para grifería	1:17:00	0:42:00
9.3.2	M/O - Preparación, corte e instalación de mesadas de granito. Incluye salpicadero, huecos under counter, huecos de grifería y eléctricos. - Baños	0:41:00	0:41:00
9.3.3	Granito para mesón 60 cm. e isla de cocina 90 cm. Incluye desperdicio 20%	0:58:00	0:35:00
9.3.4	M/O - Preparación, corte e instalación de mesadas de granito en cocinas. Incluye huecos under counter y huecos de griferías.	0:38:00	0:38:00
9.3.5	Granito para Backsplash de Cocina: 60cm. Incluye desperdicio 20%	0:57:00	0:57:00
9.3.6	M/O - Preparación, corte e instalación de Backsplash de granito en cocinas. Incluye huecos para instalaciones.	0:31:00	0:31:00
9.3.7	Pegamento de Porcelanato y cerámica	0:18:00	0:09:00
	Total de Mesones	5:20:00	4:13:00
	Total de Revestimiento	12:55:00	8:28:58
10	Aluminio y Vidrio		
10.01	Puertas y ventanas sistema europeo perfiles color negro	2:07:00	0:17:00
10.02	Ventanas sistema europeo perfiles color negro	1:07:00	0:08:00
10.04	Pasamanos interior y exterior de acero inoxidable	0:35:00	0:11:00
	Total de Aluminio y Vidrio	3:49:00	0:36:00
12	PUERTAS		
12.02	Puertas semialistonada de 90x120cm lacadas con jambas de 8x1.12cm, batientes hasta 15cm en guayacán blanco, incluye bisagra de 3 1/2" x 3 1/2" o similar.	1:06:00	0:03:00
12021	Puertas semialistonada de 85x120cm lacadas con jambas de 8x1.12cm, batientes hasta 15cm en guayacán blanco, incluye bisagra de 3 1/2" x 3 1/2" o similar.	1:16:00	0:04:00
12.03	Puertas semialistonada de 80x120cm lacadas con jambas de 8x1.12cm, batientes hasta 15cm en guayacán blanco, incluye bisagra de 3 1/2" x 3 1/2" o similar.	0:17:00	0:03:00
12.05	Puertas semialistonada de 70x120cm lacadas con jambas de 8x1.12cm, batientes hasta 15cm en guayacán blanco, incluye bisagra de 3 1/2" x 3 1/2" o similar.	0:22:00	0:05:00
12.06	Puertas semialistonada de 60x120cm lacadas con jambas de 8x1.12cm, batientes hasta 15cm en guayacán blanco, incluye bisagra de 3 1/2" x 3 1/2" o similar.	0:40:00	0:03:00
12.07	Cerraduras dormitorios y baños	0:11:00	0:04:00
12.09	Cerradura negro mate - Puerta principal	0:18:00	0:03:00
	Total de PUERTAS	4:10:00	0:25:00
13	MUEBLES		
13.01	Cocina. Melamínico RH - Rieles FGV con freno- 2,90M- con bastidores	0:19:00	0:19:00
13.02	Puertas de Closet. Corredizas, lacadas, incluye tiradera tipo acero inoxidable (solo puertas)	0:44:00	0:12:00
13.03	Mueble Baño máster. Melamínico RH- bisagras con freno-suspendido	0:49:00	0:10:00
13.04	Mueble Baño Compartido. Melamínico RH-bisagras con freno- suspendido-70 cm	0:16:00	0:10:00
13.06	Mueble Baño de Visitas. Melamínico RH-faldón decorativo-suspendido	0:18:00	0:03:00
	Total de MUEBLES	2:26:00	0:54:00
14	PIEZAS SANTARIAS		
14.1	Baño de Visitas		
14.1.1	Briggs Inodoro Ego Pure Alargado color blanco, incluye Asiento Slow Down, llave angular con manguera y anillo de cera.	0:19:00	0:07:00

14.1.2	Edesa Lavamanos Malibu Slim Sobrepuesto color blanco SSY068901301CE.	0:20:00	0:11:00
14.1.3	Briggs grifería de Lavamanos Porto Alta agua fría Monocomando acabado cromo.	0:10:00	0:12:00
14.1.4	Edesa Llave Angular 1/2" x 1/2" con manguera 16" acabado cromo 007578.	0:10:00	0:08:00
14.1.5	Briggs desagüe Largo 1 1/4" Push Button sin rebosadero acabado cromo SCD035123061CW.	0:09:00	0:07:00
14.1.6	Edesa sifón 1 1/4" PP con acople 0040190001.	0:08:00	0:08:00
Total de Baño de Visitas		1:16:00	0:53:00
14.3	Lavandería		
14.3.1	Firplak pozo de lavandería 48x60cm en blanco con flauta	0:07:00	0:04:00
14.3.2	Firplak cestilla para pozo	0:07:00	0:05:00
14.3.3	Edesa Shelvy - Llave de pared pico alto	0:05:00	0:04:00
Total de Lavandería		0:19:00	0:13:00
14.4	Cocina		
14.4.1	Pozo doble de cocina en acero inoxidable bajo mesón	0:06:00	0:05:00
14.4.2	Monocomando Acabado Cromo Briggs grifería Bela de Cocina Estándar SG0087083061CW.	0:08:00	0:06:00
14.4.3	Edesa sifón 1 1/2" PP con acople	0:09:00	0:07:00
14.4.4	Briggs Llave angular 1/2" x 1/2" Acabado Cromo.	0:08:00	0:06:00
Total de Cocina		0:31:00	0:24:00
14.5	Baño Máster		
14.5.1	Briggs Inodoro Ego Pure Alargado color blanco, incluye Asiento Slow Down, llave angular con manguera y anillo de cera.	0:08:00	0:06:00
14.5.2	Delta Elemetro ducha de Mano Función Bidet Cromo	0:06:00	0:05:00
14.5.3	Briggs Lavamanos Inmola Bajo Mesón color blanco. Medidas: 50x39.5x17.6cm. CS0155771301CB.	0:05:00	0:08:00
14.5.4	Briggs grifería de Lavamanos Bela Baja Monocomando cromo. Incluye: 2 Llaves Angulares 16", desagüe Push Button 1 1/4" y sifón 1 1/4". SG0082013061CW.	0:06:00	0:05:00
14.5.5	Briggs Llave Angular 1/2" x 1/2" Acabado Cromo.	0:04:00	0:05:00
14.5.6	Briggs Brazo de Ducha Redondo de Pared 38 cm Cromo SG0086503061CW.	0:05:00	0:05:00
14.5.7	Briggs Regadera ABS 25cm Redonda Cromo SG0086533061CW	0:07:00	0:07:00
14.5.8	Briggs Mezcladora de ducha Bela Monomando Acabado Cromo SG0087173061CW	0:06:00	0:04:00
14.5.9	Briggs Rejilla de diseño 2" para piso 10 x 10 con trampa.	0:18:00	0:05:00
Total de Baño Máster		1:05:00	0:50:00
14.6	Baño Secundario		
14.6.1	Briggs Inodoro Ego Pure Alargado color blanco, incluye Asiento Slow Down, llave angular con manguera y anillo de cera.	0:07:00	0:03:00
14.6.2	Delta Elemetro ducha de Mano Función Bidet Cromo	0:03:00	0:04:00
14.6.3	Briggs Lavamanos Inmola Bajo Mesón color blanco. Medidas: 50x39.5x17.6cm. CS0155771301CB.	0:08:00	0:02:00
14.6.4	Edesa grifería de Lavamanos New Princess baja monomando cromo, Incluye: 2 llaves angulares 16", desagüe rejillas 1 1/4" y sifón 1 1/4". SG0083133061CE.	0:03:00	0:07:00
14.6.5	Briggs Llave Angular 1/2" x 1/2" Acabado Cromo.	0:09:00	0:02:00
14.6.6	Briggs Regadera Cuadrada de 10x10 acabado cromo SG0066153061CW.	0:07:00	0:05:00
14.6.7	Edesa Mezcladora de Ducha New Princess Placa Cuadrada Monomando acabado cromo SG0083143061CE.	0:05:00	0:03:00
14.6.8	Briggs Rejilla de diseño 2" para piso 10 x 10 con trampa.	0:05:00	0:04:00
Total de Baño Secundario		0:47:00	0:30:00
Total de PIEZAS SANTARIAS		3:58:00	2:50:00
15	Ingeniería Hidrosanitaria		
15.1	Sistema de Agua Potable Fría		
15.1.1	Tubería y accesorios PVC Roscable D=3/4" (acometida)	0:27:00	0:43:00

15.1.2	Válvula de compuerta Termofusión Ø 1/2"	0:04:00	0:12:00
15.1.3	Válvula de compuerta Termofusión Ø 3/4"	0:03:00	0:13:00
15.1.4	Puntos de AAPP de 1/2" PVC	0:18:00	0:24:00
15.1.5	Puntos para toma de tanquero (Inc. Tapa de aluminio)	0:13:00	0:15:00
15.1.6	Llave de manguera	0:04:00	0:09:00
	Total de Sistema de Agua Potable Fría	1:09:00	1:56:00
15.2	Sistema de Agua Potable Caliente		
15.2.1	Válvula de compuerta Termofusión ø 1/2"	0:04:00	0:17:00
15.2.2	Puntos de AA. PP de 1/2" PVC	0:15:00	0:16:00
	Total de Sistema de Agua Potable Caliente	0:19:00	0:33:00
15.3	Sistema de Aguas Servidas y Ventilación		
15.3.1	Tubería y accesorios de PVC Desagüe ø110 mm	0:25:00	0:47:00
15.3.2	Bajantes de PVC Desagüe ø110 mm (incl. accesorios)	0:16:00	0:28:00
15.3.3	Tubería de PVC Ventilación ø 50mm (incl. accesorios)	0:38:00	0:22:00
15.3.4	Puntos de AA.SS. de 110mm	0:07:00	0:13:00
15.3.5	Puntos de AA.SS. de 75mm	0:06:00	0:04:00
15.3.6	Puntos de AA.SS. de 50mm	0:06:00	0:07:00
15.3.7	Puntos de Ventilación de 50mm	0:06:00	0:16:00
15.3.8	Instalación de Piezas Sanitarias	0:07:00	0:19:00
15.3.9	Instalación de ducha teléfono	0:08:00	0:06:00
15.3.10	Remate de ventilación en pared con rejilla	0:06:00	0:05:00
15.3.11	Soportes	0:15:00	0:18:00
15.3.12	Soportes para bajante	0:12:00	0:17:00
15.3.13	Conexión a la red existente	0:05:00	0:04:00
15.3.14	Excavación y relleno con material del sitio	0:22:00	0:16:00
	Total de Sistema de Aguas Servidas y Ventilación	2:59:00	3:42:00
15.4	Sistema de Aguas Lluvias y Aire Acondicionado		
15.4.1	Tubería y accesorios de PVC Desagüe ø110 mm AA LL	0:17:00	0:28:00
15.4.2	Bajantes de PVC Desagüe ø110 mm (incl. accesorios)	0:15:00	0:42:00
15.4.3	Rejilla Al CC - 100x75mm	0:16:00	0:25:00
15.4.4	Rejilla Al CC - 150x110 mm	0:15:00	0:19:00
15.4.5	Puntos para Sumidero de 75 mm	0:05:00	0:18:00
15.4.6	Puntos para Sumidero de 110 mm	0:07:00	0:15:00
15.4.7	Tubería y accesorios PVC Desagüe ø50 mm A/A	0:11:00	0:29:00
15.4.8	Punto Desagüe A/A ø32 mm	0:18:00	0:04:00
15.4.9	Conexión a la Red Existente	0:04:00	0:07:00
15.4.10	Soportes para bajante	0:17:00	0:17:00
	Total de Sistema de Aguas Lluvias y Aire Acondicionado	2:05:00	3:24:00
	Total de Ingeniería Hidrosanitaria	4:27:00	6:11:00
16	Ingeniería Eléctrica. Contrato eléctrico (no incluye luminarias)		
16.1	Sistema de medición		
16.1.1	Suministro e instalación de módulo de medición CL-200-1 F para medición directa, incluye breaker 2P-125A y tubería 1 O 1 1/4" metálico rígido, puesta a tierra.	0:17:00	0:27:00
	Total de Sistema de medición	0:17:00	0:27:00
16.2	Tableros de distribución y breakers		
16.2.2	Suministro e instalación de PD-PB-PA monofásico 40 espacios incluye breakers	0:12:00	0:27:00
	Total de Tableros de distribución y breakers	0:12:00	0:27:00
16.3	Alimentadoras		
16.3.2	Alimentadora de tablero medición a PD-1 con cable 2#1/0 + N#2+T#6 -ducto 63 mm PVC	0:11:00	0:14:00
16.3.4	Alimentadora de tablero PD-PB con cable 2#2+N#4+T#6-1 O 2" PVC	0:14:00	0:18:00
	Total de Alimentadoras	0:25:00	0:32:00
16.4	Circuitos derivados		
16.4.1	Punto de alumbrado de 120V cable 2#12-1/2" PVC	0:08:00	0:11:00
16.4.2	Punto de extractor de baño 120V cable 2#12-1/2" PVC	0:09:00	0:14:00

16.4.3	Punto para timbre con cable 2#16-1 O 3/4" PVC	0:11:00	0:13:00
16.4.4	Punto de tomacorrientes de 120V polarizado normal con cable 2#12-T#14-3/4" PVC	0:10:00	0:19:00
16.4.5	Punto de tomacorrientes de 120V polarizado normal con cable 2#12-T#14-3/4" PVC para campana	0:07:00	0:24:00
16.4.6	Punto de tomacorrientes de 120V polarizado especial con cable 2#12-T#14-3/4" PVC para refrigeradora	0:05:00	0:14:00
16.4.7	Punto de tomacorrientes de 120V polarizado especial con cable 2#12-T#14-3/4" PVC para lavadora	0:07:00	0:16:00
16.4.8	Punto de tomacorrientes de 240V polarizado especial con cable 2#10-N#12-T#14-3/4" PVC para secadora	0:08:00	0:17:00
16.4.9	Punto de tomacorrientes de 240V polarizado especial con cable 2#8-N#12-T#10-1" PVC para calentador de agua	0:04:00	0:21:00
16.4.10	Punto de tomacorrientes de 240V polarizado especial con cable 2#8-T#10-1" PVC para cocina de inducción	0:07:00	0:19:00
16.4.11	Alimentador de 240V para equipos UE interconexión UE/UC centrales ducto con cable 3#16- ducto 3/4" PVC	0:07:00	0:18:00
16.4.12	Alimentador de 240V para equipos UE interconexión UE/UC splits con cable 5#12-1 O 3/4" PVC	0:14:00	0:25:00
16.4.13	Alimentador para equipo UE de 240V cable 2#12+T#12-ducto 3/4" PVC	0:07:00	0:13:00
16.4.14	Alimentador para equipo AA-CP/UC Split de 240V-12000 BTU con cable 2#12+N#14-ducto 3/4" PVC	0:08:00	0:15:00
16.4.15	Alimentador para equipo AA-CP/UC Split de 240V-18000 BTU con cable 2#10+N#12-ducto 3/4" PVC	0:10:00	0:19:00
16.4.16	Alimentador para equipo AA-UC de 240V-48000 BTU con cable 2#6+N#8-ducto 1 1/2" PVC	0:08:00	0:17:00
16.4.17	Punto para termostato con cable 5#16-1 O 3/4" PVC	0:11:00	0:11:00
Total de Circuitos derivados		2:21:00	4:46:00
16.5	Sistema de voz y datos		
16.5.1	Canalización para acometida de señales en tubería PVC 2 ducto de 1"	0:15:00	0:20:00
16.5.2	Caja de paso principales VYD y TV	0:11:00	0:24:00
16.5.3	Salida de canalización para sistema de TV con tubería de 3/4"	0:15:00	0:19:00
16.5.4	Salida de canalización para HDMI TV tubería 2" (de decodificador hasta TV)	0:20:00	0:31:00
16.5.5	Punto para voz con cable 1CAT6 UTP-3/4 PVC incluye caja, face plate y Jack, patch cord de lado de usuario y rack, testeo etiquetado	0:18:00	0:36:00
16.5.6	Punto para datos con cable 1CAT 1CAT6 UTP-3/4" PVC incluye caja, face plate y Jack, Patch Cord de lado de usuario y Rack, testeo etiquetado	0:22:00	0:28:00
Total de Sistema de voz y datos		1:41:00	2:38:00
Total de Ingeniería Eléctrica. Contrato eléctrico (no incluye luminarias)		4:56:00	8:50:00
17	Sistema de Climatización		
17.2	Instalación		
17.2.1	Ducto de tol galvanizado aislado con lana de vidrio	0:16:00	0:19:00
17.2.2	Ducto de tol galvanizado sin aislar	0:08:00	0:11:00
17.2.3	Ducto flexible de 8"	0:07:00	0:15:00
17.2.4	Difusor lineal de 72"x4"	0:04:00	0:09:00
17.2.5	Rejilla de retorno de 24"x24"	0:05:00	0:14:00
17.2.6	Tubería de cobre de 7/8"	0:11:00	0:17:00
17.2.7	Tubería de cobre de 1/2"	0:12:00	0:17:00
17.2.8	Tubería de cobre de 3/8"	0:12:00	0:19:00
17.2.9	Tubería de cobre de 1/4"	0:08:00	0:14:00
17.2.10	Aislante rubatex de 7/8"	0:04:00	0:11:00
17.2.11	Aislante rubatex de 5/8"	0:06:00	0:17:00
17.2.12	Codo de cobre de 7/8"	0:07:00	0:21:00
17.2.13	Codo de cobre de 5/8"	0:09:00	0:20:00
17.2.14	Soldadura de plata de 5%	0:04:00	0:18:00
17.2.15	Nitrógeno, oxígeno, acetileno	0:06:00	0:14:00
17.2.16	Soportería para tubería de cobre	0:10:00	0:18:00
17.2.17	Materiales de PVC de 4" para extracción	0:07:00	0:07:00

17.2.18	Mano de obra por instalación y presurización de tubería de cobre	0:08:00	0:08:00
17.2.19	Mano de obra por instalación de extractor de baño	0:15:00	0:15:00
	Total de Instalación	2:39:00	4:44:00
	Total de Sistema de Climatización	2:39:00	4:44:00
18	Sistema de Gas GLP		
18.01	Tendido de red de distribución tubería de cobre Ø = 1/2"	0:09:00	0:12:00
18.02	Codo de cobre tipo L Ø = 1/2"	0:11:00	0:15:00
18.03	Tee de cobre tipo L Ø = 1/2"	0:15:00	0:21:00
18.04	Tendido de red de distribución tubería de PE-AL-PE Ø = 1/2"	0:12:00	0:24:00
18.05	Codo PE-AL-PE terminal PE-HI Ø = 1/2"	0:13:00	0:21:00
18.06	Tendido de red subterránea tubería de polietileno de 2406 Ø = 1/2"	0:08:00	0:18:00
18.07	Codo PE 2406 Ø = 1/2"	0:07:00	0:09:00
18.08	Transmisión mecánica PE 2406 Ø = 1/2"	0:08:00	0:17:00
18.09	Válvulas esféricas de Ø = 1/2"	0:05:00	0:17:00
18.1	Protección encamisada para tubería de PE-AL-PE	0:08:00	0:10:00
18.11	Cajas matizadas para válvula	0:09:00	0:13:00
18.12	Cajas metálicas para contadores	0:10:00	0:18:00
18.13	Materiales fungibles y conectores de bronce	0:08:00	0:11:00
	Total de Sistema de Gas GLP	2:03:00	3:26:00
19	Varios		
19.01	Resanes varios de albañilería	0:17:00	0:17:00
19.02	Desalijos de materiales de construcción	0:20:00	0:20:00
19.03	Cuadrilla de apoyo subida de materiales	0:18:00	0:18:00
19.04	Materiales varios de protección	0:19:00	0:19:00
19.05	Jornales de limpieza (1p)	0:07:00	0:07:00
19.06	Jornales limpieza entrega	0:21:00	0:21:00
	Total de Varios	1:42:00	1:42:00
	Total de Proyecto casa libre	87:48:00	50:38:25

Elaborado por: Cobos, K. (2023).