

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN Y PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN EN LA METODOLOGIA BIM APLICADA A “I. E.
Nº 2213 DEL SECTOR LA VIÑA, EN EL CENTRO POBLADO
PACANGUILLA, DISTRITO DE PACANGA, PROVINCIA DE CHEPÉN -
LA LIBERTAD”**

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. ZAMORA HUAMÁN CRISTHIAN DANIEL

Asesor:

MG. ING. HÉCTOR HUGO MIRANDA TEJADA

Cajamarca – Perú

2023

COPYRIGHT©2023 By
CRISTHIAN ZAMORA HUAMÁN
DERECHOS RESERVADOS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme vida, salud y amor.

A mi familia por todo el apoyo incondicional que me brinda.

A mi asesor el MG. ING. Héctor Hugo Miranda Tejada por sus valiosas recomendaciones, orientación y tiempo brindado para la elaboración de esta tesis.

Al jurado de la presente tesis: Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado, M. Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva y M. Cs Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares, por sus importantes observaciones y recomendaciones.

A mis docentes por compartir sus conocimientos y por la paciencia durante los cinco años de formación profesional a quienes quiero expresarles mi gratitud por su constante apoyo.

A la Universidad Nacional De Cajamarca por brindarme la oportunidad de desarrollarme como persona y profesional.

El autor.

DEDICATORIA

A DIOS:

A Dios por brindarme la salud y unión familiar, por guiar e iluminar mis pasos y toma de decisiones.

A MI FAMILIA:

A mi madre Marleny por su apoyo incondicional en los retos y proyectos que me he propuesto en la vida, a mi padre Moises por sus sabios consejos y amor fraternal, a mis hermanos Sami, Richard y Diego por su cariño incondicional que son el motivo fundamental de todos mis logros. Y a todas las personas quienes depositaron su entera confianza en mí.

El autor.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.4. HIPÓTESIS	2
1.5. OBJETIVOS	3
1.5.1. OBJETIVOS GENERALES	3
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.6. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.7. LIMITACIONES	3
1.8. ORGANIZACIÓN DE LA TESIS	3
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	5
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	6
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	6
2.2. BASES TEÓRICAS	7
2.2.3. DEFINICIÓN DE METODOLOGÍAS BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)	7

2.2.4.	GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	7
2.2.5.	FLUJO DE TRABAJO DE LA MODELACIÓN BIM 3D	9
2.2.6.	DIFERENCIAS DE MODELACIÓN 3D Y MODELO INTELIGENTE	10
2.2.7.	TRABAJO COLABORATIVO	12
2.2.8.	DEFINICIÓN DE DIMENSIONES BIM	12
2.2.9.	USOS BIM	13
2.2.10.	ROLES BIM	19
2.2.11.	PLAN DE EJECUCIÓN BIM	20
2.2.12.	GESTION DE PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN COLABORATIVA	21
2.2.13.	MODELO FEDERADO	22
2.2.14.	SOFTWARES Y PLATAFORMAS QUE SE APLICARÁN	23
CAPÍTULO III METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO		32
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	32
3.2.	TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.3.	METODOLOGÍA	33
3.3.1.	TIPO, NIVEL Y MÉTODO	33
3.3.2.	POBLACIÓN DE ESTUDIO	33
3.3.3.	MUESTRA	34
3.3.4.	UNIDAD DE ANALISIS	34
3.4.	PROCEDIMIENTO	34
3.4.1.	IDENTIFICACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO TRADICIONAL	34
3.4.2.	PÉRDIDAS DE INFORMACIÓN EN FLUJOS DE TRABAJO DE PROYECTOS TRADICIONALES	36
3.4.3.	PROCESOS DE MODELACIÓN ERRÓNEOS IDENTIFICADOS PARA LA CREACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN	37
3.4.4.	PROCESOS PARA LA CREACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DEL MODELO BIM	43
3.4.5.	MODELO INTELIGENTE BIM:	59
3.4.6.	COORDINACIÓN DEL MODELO INTELIGENTE	59

3.4.7.	AUTOMATIZACIÓN DE CAMBIOS EN MODELOS COORDINADOS.	64
3.4.8.	PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN	67
3.4.9.	NIVEL DE INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL FLUJO DE TRABAJO BIM.....	81
3.4.10.	PÉRDIDAS DE INFORMACIÓN	82
3.4.11.	INFORMACIÓN ACTUALIZADA	83
CAPÍTULO IV ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		85
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE INCIDENCIAS DEL MODELO INTELIGENTE	85
4.2.	IDENTIFICACIÓN DE INCIDENCIAS DEL MODELO 3D APOYADO CON REALIDAD VIRTUAL	86
4.2.1.	RECORRIDO CON REALIDAD VIRTUAL	86
4.2.2.	UBICACIÓN DE VISTAS EN 360°.....	90
4.3.	IDENTIFICACIÓN DE INCIDENCIAS DEL MODELO 3D APOYADO CON REALIDADES AUMENTADAS	93
4.4.	INCIDENCIAS DEL MODELO 2D.....	94
4.5.	EXTRACCIÓN DE METRADOS DEL MODELO INTELIGENTE.....	110
4.6.	PORCENTAJES DE TIEMPOS AHORRADOS.....	131
4.7.	FLUJO DE TRABAJO ESTABLECIDO	132
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Etapas de madurez en la gestión de información	8
Figura 2. Flujo de trabajo de un modelo BIM.....	9
Figura N° 3. Flujo de entrega y aprobación de proyecto.....	10
Figura N° 4. Forma de trabajo tradicional 3D.....	11
Figura N° 5. Forma de trabajo BIM con modelo inteligente.....	11
Figura N° 6. Modelado de arquitectura realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña	23
Figura N° 7. Acero del modelo estructural realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña.....	24
Figura N° 8. Modelo estructural realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña.....	24
Figura N° 9. Detalle de visualización de aceros realizado en Autodesk Revit de La I.E.I. 2213 La Viña.....	25
Figura N° 10. Instalaciones eléctricas realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña ..	25
Figura N° 11. Instalaciones sanitarias realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña ..	26
Figura N° 12. Recorrido virtual con Enscape y realidad virtual	27
Figura N° 13. Realidad virtual no inmersiva en laptop Lenovo.....	28
Figura N° 14. Vista de la aplicación de realidad virtual (RV)	28
Figura N° 15. Gafas de realidad virtual HTC vive cosmos	29
Figura N° 16. Comprobación de espaciamiento de aceros en columnas y placas.....	30
Figura N° 17. Plano de ubicación referencial	32
Figura N° 18. Caos del flujo de trabajo de un modelo tradicional	34
Figura N° 19. Ciclo del proyecto y sus pérdidas de información.....	36
Figura N° 20. Errores de modelamiento en muros en Autodesk Revit	37
Figura N° 21. Errores típicos - interferencias entre losas y muros en Autodesk Revit	38
Figura N° 22. Modelo ejemplo de estructuras federado en Autodesk Revit.....	39
Figura N° 23. Modelo ejemplo de arquitectura final en Autodesk Revit.....	39
Figura N° 24. Cáscara de tarrajeo que envolverá el modelado de estructuras en Autodesk Revit	40
Figura N° 25. Detección de interferencias para elementos duplicados en Autodesk Revit	41
Figura N° 26. Identificación de puntos para elaboración de planos manuales en Autodesk Revit	44
Figura N° 27. Niveles asignados a elementos modelados en Autodesk Revit	45
Figura N° 28. Verificación de la extensión de la biblioteca de materiales archivados en el escritorio de la PC.....	46

Figura N° 29. Creación de todos los materiales manualmente en Autodesk Revit	47
Figura N° 30. Asignación de la nomenclatura de material en Autodesk Revit	48
Figura N° 31. Nomenclatura de materiales del proyecto igual a la del presupuesto	48
Figura N° 32. Nomenclatura de materiales del proyecto igual a la del presupuesto	49
Figura N° 33. Nomenclatura de las partidas del presupuesto.....	49
Figura N° 34. Primer paso para abrir una biblioteca de materiales de Autodesk Revit	50
Figura N° 35. Identificación de materiales contenidos por la biblioteca de materiales	50
Figura N° 36. Restricciones alineadas a planos de referencia en familias creadas en Autodesk Revit	51
Figura N° 37. Identificación de texto de etiquetas en Autodesk Revit para creación de cuadro de vanos.	52
Figura N° 38 Texto de etiquetas en Autodesk Revit utilizadas para cuadro de vanos de ventanas	52
Figura N° 39. Texto de etiquetas en Autodesk Revit utilizadas para cuadro de vanos de puertas	52
Figura N° 40. Identificación de restricciones sin parámetro asignado en familias de Autodesk Revit	53
Figura N° 41. Identificación de cotas asignadas en vista en planta a parámetros de familias de Autodesk Revit	53
Figura N° 42. Identificación de cotas asignadas en vista frontal a parámetros de familias de Autodesk Revit.....	54
Figura N° 43. Identificación de parámetros asignados en familias de Autodesk Revit	54
Figura N° 44. Identificación de parámetros asignados en familias de Autodesk Revit	55
Figura N° 45. Identificación de restricciones asignadas en familias de Autodesk Revit	55
Figura N° 46. Tabla de edición de parámetros asignados en familias de Autodesk Revit	56
Figura N° 47. Opciones para signar o determinar el anfitrión del acero modelado en Autodesk Revit	57
Figura N° 48. Opción para la asignación de restricciones de aceros en Autodesk Revit.....	57
Figura N° 49. Asignación de restricciones en Autodesk Revit teniendo en cuenta los recubrimientos.....	58
Figura N° 50. Asignación de restricciones en Autodesk Revit para empalmes	58
Figura N° 51. Identificación de plantillas de vista usadas en Autodesk Revit.....	59
Figura N° 52. Ubicación de archivo IFC en el equipo	59
Figura N° 53. Análisis de información en software de visualización de archivo IFC	60
Figura N° 54. Copiado y coordinación de niveles con una especialidad de referencia.....	61

Figura N° 55. Niveles coordinados entre especialidades en Autodesk Revit.....	61
Figura N° 56. Identificación de herramientas de colaboración entre especialidades en Autodesk Revit	62
Figura N° 57. Copiar/supervisar elección de coordinación en Autodesk Revit	62
Figura N° 58. Configuración de elementos modelados en Autodesk Revit que serán coordinados con otras especialidades	63
Figura N° 59. Columnas coordinadas en Autodesk Revit.....	63
Figura N° 60. El orden del flujo de trabajo de un modelo tradicional	64
Figura N° 61. Cuadro de revisión de coordinación en Autodesk Revit	65
Figura N° 62.Coordinación con Autodesk Revit	65
Figura N° 63. Pasos para el informe de interferencias en Autodesk Revit	66
Figura N° 64. Identificación de ítems para generar el Clash Detection en Autodesk Revit	66
Figura N° 65.Coordinación de especialidades en Navisworks.....	67
Figura N° 66. Primera incidencia encontrada en los addin de PROISAC.....	68
Figura N° 67. Segunda incidencia encontrada en los addin de PROISAC	68
Figura N° 68. Barra de opciones del add-on de tarrajeo de PROISAC.....	69
Figura N° 69. Modelado con la aplicación del add-on de tarrajeo de PROISAC.	69
Figura N° 70. Parámetro compartido asignado en la sección de cotas en Autodesk Revit	70
Figura N° 71. Asignación del Code Block para el parámetro compartido en Dynamo	71
Figura N° 72. Material "Encofrado" asignado en Autodesk Revit.....	71
Figura N° 73. Asignación del Code Block para el material en Dynamo.....	72
Figura N° 74. Modelo con el addin aplicado en Autodesk Revit	72
Figura N° 75. Elementos donde se puede aplicar el add-on Navirex.....	73
Figura N° 76. Configuración de estribos en vigas con Navirex	73
Figura N° 77. Configuración de acero transversal con Navirex.....	74
Figura N° 78. Configuración de acero superior longitudinal con Navirex.....	74
Figura N° 79. Configuración superior de refuerzo en vigas con Navirex	75
Figura N° 80. Configuración inferior de refuerzo en vigas con Navirex	75
Figura N° 81. Configuración de empalmes con Navirex	76
Figura N° 82. Resultado del trabajo automatizado con Navirex	76
Figura N° 83. Hoja Excel modificada para ser copiada en el programa de Arquímedes	77
Figura N° 84. Presupuesto generado desde el portapapeles copiado de Excel	78
Figura N° 85. Addin de Arquímedes - Cype Para Autodesk Revit.....	78
Figura N° 86. Vinculación de elementos modelados con respecto a las partidas generadas en Arquímedes	79

Figura N° 87. Detallado de metrados en Arquímedes.....	80
Figura N° 88. Símbolo de vinculación realizada entre Arquímedes y Autodesk Revit	80
Figura N° 89. Revisión de vinculo desde Arquímedes hacia Autodesk Revit.	81
Figura N° 90. Proceso de identificación para el nivel de información detalle	82
Figura N° 91. Detalle de placas en el plano e-04	83
Figura N° 92. Ejemplo de nomenclatura de un contenedor de información.	84
Figura N° 93. Interferencias generadas en Revit.....	85
Figura N° 94. Interferencias generadas en Navisworks	85
Figura N° 95. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV)- Incidencia 1	86
Figura N° 96. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - Incidencia 2.	87
Figura N° 97. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - Incidencia 3	87
Figura N° 98. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - incidencia 4.....	88
Figura N° 99. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - Incidencia 5	89
Figura N° 100. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - Incidencia 6	89
Figura N° 101. Código de QR en obra	90
Figura N° 102. Código QR de especialidad de estructuras - vista 360°	90
Figura N° 103. Vista 360° de estructuras generadas desde Escape.....	91
Figura N° 104. Código QR de especialidad de arquitectura- vista 360°	91
Figura N° 105. Especialidad de arquitectura generadas desde Escape - vista 360°	91
Figura N° 106. Código QR de especialidad de instalaciones eléctricas- vista 360°	92
Figura N° 107. Vista 360° Instalaciones eléctricas generadas desde Escape.....	92
Figura N° 108. Código QR de especialidad de sanitarias- vista 360°	92
Figura N° 109. Vista 360° Instalaciones sanitarias generadas desde Escape.....	93
Figura N° 110. Modelo coordinado visualizado en realidad aumentada.....	93
Figura N° 111. Modelo coordinado visualizado en realidad aumentada.....	93
Figura N° 112. Detalle de cobertura en vereda de circ, del plano D-21.....	94
Figura N° 113. Zoom del detalle de primera incidencia	94
Figura N° 114. Vista en planta para cubierta de policarbonato tipo 01 del plano D-21	95
Figura N° 115. Zoom de detalle de vista en planta de cubierta tipo 01	95

Figura N° 116. Vista del detalle de elevación x-x de la lámina E-10	96
Figura N° 117. Vista del detalle isométrico del plano E-10.....	96
Figura N° 118. Detalle de vista en planta de la lámina E-10	97
Figura N° 119. Detalle del anclaje en columna del plano E-10	97
Figura N° 120. Vista de la sección a- a' del plano D-14	98
Figura N° 121. Vista en planta de la interferencia - Incidencia 4	98
Figura 122. Plano de detalles de ventanas identificado en el plano d – 03 de la ventana VA – 2	99
Figura N° 123. Ilustración 1. Vista 3D de la interferencia entre puerta y ventana – Incidencia 4	99
Figura N° 124. Vista en planta de la interferencia entre la puerta PA-1 y ventana VA-6 - Incidencia 5.	100
Figura N° 125. Plano de detalles de ventanas identificado en el plano D– 03 de la ventana VA – 6.....	100
Figura N° 126. Vista 3D de la interferencia entre puerta y ventana – Incidencia 5	101
Figura N° 127. Vista en planta de la interferencia entre puerta PA-2 y la ventana V-4 - incidencia 6	101
Figura N° 128. Plano de detalles de ventanas identificado en el plano D – 03 de la ventana V-4	102
Figura N° 129. Vista 3D de la interferencia entre puerta y ventana – Incidencia 6.....	102
Figura N° 130. Detalle de encofrado techo cuadro de máquinas del plano E – 15 (incidencia 07)	103
Figura N° 131. Corte 1-1; corte 2-2 y corte 3-3” del plano E-15	104
Figura N° 132. Detalle de vista en planta de proscenio en el plano E-10 (Incidencia 08).....	104
Figura N° 133. Detalles de columnetas y vigas de arriostre (Incidencia 08)	105
Figura N° 134. Detalle de zapatas en la vista en planta de cimentación del plano E-14.....	105
Figura N° 135. Detalle de zapatas en el corte longitudinal del plano E-14.....	106
Figura N° 136. Detalle de coordinación y visualización de descuadre de la puerta PM-	106
Figura N° 137. Vista en planta del planeamiento general en el plano A-01	107
Figura N° 138. Detalle PM - 3 en dimensiones de portones del plano D-16	107
Figura N° 139. Sección típica X-X-detalle protección teja artesanal del plano A-12.....	108
Figura N° 140. Detalle de corte A-A en el plano E – 10.....	109
Figura N° 141. Detalle del cuadro de vigas para incidencia 14	110
Figura N° 142. Flujo de trabajo aplicado	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Comparativa de ahorros de tiempo	131
--	-----

RESUMEN

La metodología BIM es una gran herramienta aplicada al sector construcción, siendo apoyada y adoptada totalmente por nuestro país y normadas por diferentes entidades que proponen formatos para la extracción de información de los modelos digitales, pero, si bien esta metodología es de gran ayuda, también podemos generar errores de modelación BIM, teniendo que tomar en cuenta que esta metodología se basa en 4 pilares fundamentales para que pueda funcionar correctamente siendo estos: el diseño de un flujo de trabajo por cada empresa o entidad que aplique el BIM, el talento del equipo de trabajo para poder entender la coordinación, interoperabilidad y adaptarse a un proceso de cooperación; los recursos con los que puede contar cada organización y la información que puede llegar a generar.

Siendo este el punto de partida para el presente informe de tesis, donde se identificará las bondades de la aplicación de sistemas de visualización (realidad virtual y aumentada) y procesos de automatización (addin o plugin) aplicados en un el flujo de trabajo BIM en la etapa de diseño de la I. E. N° 2213 del sector La Viña, en el centro poblado Pacanguilla, distrito De Pacanga, provincia de Chepén - La Libertad para poder lograr un correcto modelo BIM analizando los tiempos de modelación y detección de errores que se puedan dar en el modelo digital a través de la modelación.

PALABRAS CLAVES

Procesos, organización de equipo, recursos, documentos, flujo de trabajo, automatización de procesos, realidad aumentada, realidad virtual.

ABSTRACT

The BIM methodology is a great tool applied to the construction sector, being fully supported and adopted by our country and regulated by different entities that propose formats for extracting information from digital models, but, although this methodology is very helpful, it also we can generate BIM modeling errors, taking into account that this methodology is based on 4 fundamental pillars so that it can function correctly, these being: the design of a workflow for each company or entity that applies BIM, the talent of the team work to be able to understand coordination, interoperability and adapt to a cooperation process; the resources that each organization can count on and the information that it can generate.

This being the starting point for this thesis report, where the benefits of the application of visualization systems (virtual and augmented reality) and automation processes (addin or plugin) applied in a BIM workflow in the design stage of I. E. N° 2213 of the La Viña sector, in the Pacanguilla populated center, De Pacanga district, Chepén - La Libertad province in order to achieve a correct BIM model analyzing the modeling times and detection of errors that can occur in the digital model through modeling.

SUJETADORES CLAVE

Processes, team organization, resources, documents, workflow, process automation, augmented reality, virtual reality.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La metodología BIM realiza una mezcla de procesos ya sea manuales o de forma automatizada para el manejo y gestión de la información con el fin de poder generar “Modelos de Información Federados”; este modelo, tendrá que contener cierta cantidad de información que será brindada y ordenada por el equipo de trabajo BIM. (NTP-ISO 19650 -1, 2021).

Esta información presentada por el equipo BIM, dependerá de nivel de información necesaria(LOIN) que requiera el proyecto, siendo fijada por la entidad que requiera del nuevo servicio. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

Las empresas consultoras deberán presentar un plan de ejecución BIM (BEP) donde detallan los recursos con los que se trabajará el modelo digital, es decir, indicar, las licencias sobre los softwares BIM con las que cuenten, profesional capacitado y sus cargos, estrategias a proceder con el modelo BIM, indicando también los flujos de trabajo, nomenclatura utilizada (siguiendo lo propuesto por el PLAN BIM PERÚ) y estándares que seguirán para la entrega del proyecto. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

De acuerdo a lo antes ya mencionado podemos confirmar que los pilares fundamentales de la metodología BIM son 4: Procesos, recursos, estructura organizacional y documentos.

Identificando como proceso, a las **actividades** de forma manual o **automatizada** que se realizará por la parte designada (empresa contratista) para el logro de los objetivos propuestos por cada uso BIM que se desee aplicar según como lo menciona el PLAN BIM PERÚ y que serán diseñados por un equipo de trabajo capacitado con diferentes niveles de responsabilidad como se indica en roles BIM que darán origen al segundo pilar fundamental (la estructura organizacional), siendo esta la que organice y cree un **flujo de trabajo** colaborativo y coordinado que será delimitado por el tercer pilar fundamental BIM (recursos), estableciendo el nivel de capacitación con el que cuente el **personal**, seguido de las **herramientas o equipo** (software y hardware) y la forma de coordinación y visualización (realidades virtuales y aumentadas) de información, ya sea a través de una nube de datos o entorno colaborativo o plataformas BIM, que servirán para el apoyo del último pilar fundamental BIM (documentos), donde básicamente nos referiremos a la

formación de plantillas o programación y **automatización**, librería de materiales o componentes y cualquier registro de información que ayuden a la creación de un modelo eficaz y optimizado al que llamaremos **MODELO INTELIGENTE**.

Por esto es que podemos afirmar que, si fallamos en aplicación de cualquiera de estos pilares fundamentales de la metodología BIM, no estaremos cumpliendo con lo establecido por los reglamentos, normativas y guías planteadas en nuestro país, fallando en la aplicación correcta de la aplicación de la metodología BIM.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué sistemas de visualización y procesos de automatización de un modelo virtual (Flujo de trabajo) nos permitirán obtener un correcto y óptimo modelo BIM de la I. E. N° 2213 del sector La Viña, en el centro poblado Pacanguilla, distrito de Pacanga, provincia de Chepén - La Libertad?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Ante la problemática de no poder cumplir con la calidad de recurso necesaria para aplicación de proyectos en BIM y por lo tanto el fallo de la estructura organizacional y sus diferentes procesos y documentos presentables es que se propone la siguiente tesis con el fin de poder establecer los sistemas de visualización y procesos de automatización que apoyarán a un flujo de trabajo coordinado del modelo virtual generado en la fase de diseño de la I. E. N° 2213 del sector La Viña, en el centro poblado Pacanguilla, distrito de Pacanga, provincia de Chepén - La Libertad

1.4. HIPÓTESIS

La aplicación de sistemas de visualización y procesos de automatización complementados con el flujo de trabajo coordinado, permiten obtener un correcto modelo BIM.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVOS GENERALES

- Identificar los sistemas de visualización y los procesos que se deben realizar para cumplir con los 4 pilares fundamentales de la metodología BIM para obtener un correcto modelo BIM.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los tiempos de modelación BIM de forma manual y con procesos de automatización.
- Identificar incidencias obtenidas de la supervisión del modelo virtual del proyecto seleccionado a través de realidades inmersivas (realidad virtual y aumentada).
- Determinar los procesos para llevar a cabo un correcto modelo inteligente del proyecto seleccionado.

1.6. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- Se realizó la complementación de los sistemas de visualización con un flujo de trabajo BIM detallado, indicándose los diferentes procesos de automatización en la modelación, identificando a través de una tabla comparativa las variaciones de tiempo que puede haber.
- La información modelada del presente estudio a través de flujos de trabajo y procesos de automatización fueron supervisados en la fase de diseño a través de realidades aumentadas y virtuales lográndose obtener un LOD nivel 4.

1.7. LIMITACIONES

- El presente informe de tesis se llegó a realizar en la etapa de diseño del proyecto de I. E. N° 2213 del sector La Viña, en el centro poblado Pacanguilla, distrito de Pacanga, provincia de Chepén - La Libertad
- Los resultados obtenidos por la presente investigación en la dimensión BIM 5D solo muestran el flujo de trabajo que permite la actualización automática de información con el uso de un software BIM de presupuestos (Arquímedes).

1.8. ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

CAPÍTULO I: “INTRODUCCIÓN”

En esta etapa se delimita e identifica el problema en base a los sistemas de visualización y procesos de automatización en flujos de trabajo BIM y sus pilares fundamentales.

CAPÍTULO II: “MARCO TEÓRICO”

Es la base donde se indica las fuentes académicas de consulta primaria y secundaria que se ha realizado para el presente informe de tesis.

CAPÍTULO III: “METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO”

Detalla los métodos utilizados para el desarrollo del presente informe de tesis y procedimientos de flujo de trabajo, además de la ubicación del proyecto de investigación, el capítulo también incluye los métodos de obtención de resultados para obtener un correcto modelo BIM de la I. E. N° 2213 Del Sector La Viña, en el Centro Poblado Pacanguilla, Distrito de Pacanga, Provincia De Chepén - La Libertad.

CAPÍTULO IV: “ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS”

Los resultados de la investigación se describen en detalle, se explican y se discuten de acuerdo con los objetivos establecidos. Además, se explican los resultados obtenidos en el desarrollo del estudio y se comparan con otros flujos de trabajo BIM existentes.

CAPÍTULO V: “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”

Se presentan las conclusiones de los hallazgos junto con algunas recomendaciones que se consideran necesarias para ampliar o mejorar futuras investigaciones sobre este tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Pumar (2021), en su tesis “Automatización de procesos en modelos BIM de edificación”, tiene como fin determinar la automatización de determinados flujos de trabajo que se realizan con la herramienta BIM REVIT en la realización de proyectos de instalaciones de edificación. para dotar de mayor eficiencia a los trabajos que se realizan con esta tecnología BIM, concluyendo que es necesario, desarrollar mediante códigos de programación, la automatización de los procesos de trabajo específicos, teniendo en cuenta que la API de la herramienta REVIT permite al usuario, mediante DYNAMO u otros lenguajes como Python O C#, realizar sus propios códigos. La opción de DYNAMO es más accesible a los usuarios no expertos en programación.

Tovar (2020), en su tesis “Automatización de modelado BIM para la obtención de presupuesto en tiempo real”, analiza la aplicación de la parametrización de flujos de trabajo que permite la metodología BIM a casos prácticos que ocurren durante el modelado de un edificio virtual en esta metodología. Concluye que gracias a las programaciones ejecutadas sobre el modelo utilizando el software Dynamo ha sido posible automatizar algunas tareas de modelado como el levantamiento de muros y carpinterías a partir de un plano CAD, la definición de habitaciones y algunos de sus parámetros desde un archivo Excel vinculado, así como la obtención de acabados y solados a partir de parámetros definidos previamente.

Villegas (2018), en su tesis “Realidad virtual en el sector en la construcción”, analiza que generar la infraestructura y las capacidades necesarias para la prestación de servicios al sector de la construcción utilizando ambientes de realidad virtual que facilitan y mejoran los procesos de diseño, planificación y control de la construcción de edificaciones e infraestructura a partir del modelo BIM. Concluye que la coordinación de planos y optimización y procesos con la ayuda de la modelación 3D y 4D y la visualización a través de las realidades inmersivas se presentan como una poderos herramienta para minimizar los errores en la etapa de construcción del proyecto.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Quiñonez (2020) en la tesis *Incertidumbre y aplicación de la metodología BIM-LPS en el flujo de trabajo, durante la ejecución del proyecto C.C. Plaza Surco bajo la modalidad Fasttrack*, donde se plantea determinar el impacto en el costo, que se lograría al disminuir la incertidumbre y variabilidad (dentro del flujo de trabajo/valor) mediante el uso sinérgico e integrado de las metodologías BIM-LPS, aplicado al proyecto C.C Plaza Surco ejecutado bajo la modalidad Fast-track (durante la etapa de ejecución para la fase de estructuras). Concluyendo que el levantamiento de restricciones a tiempo con respecto al diseño de los planos, es un punto principal para reducir en mayor medida las excesivas interrupciones y cantidad de observaciones, lo cual se traduce en altos tiempos improductivos en obra. Y eso tiene un impacto significativo en los costes, que se ven reflejados a partir de la segunda mitad en obra.

Prado (2018) en la tesis “*Determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en proyectos públicos de construcción*” Donde se determina los usos BIM que están alineados con los principios valorados por las agencias públicas peruanas en los procesos de diseño, construcción y mantenimiento de proyectos públicos, concluyendo que La metodología BIM propone muchos cambios respecto a la forma tradicional de trabajo. Uno de estos cambios es el uso de herramientas tecnológicas para el mejor entendimiento del proyecto y la obtención de resultados en mucho menor tiempo. No obstante, el mayor reto para implementar BIM es el capital humano de las instituciones que desean implementarlo.

2.1.3. ANTECEDENTE LOCALES

Alfaro (2019), tesis “*Incidencia en Presupuesto Aplicando La Metodología Building Information Modelling (BIM) para la Ugel-Bambamarca y Bloque 1 Del Hospital De Jaén.*” Donde determina que la incidencia en el presupuesto usando la metodología BIM, en comparación de la metodología tradicional, para los proyectos de construcción estudiados, concluyendo que, del análisis del total de la variación del presupuesto, para los dos casos estudiados, se obtuvo montos menores al 4% en función del costo directo total y presupuesto. Se considera que no podemos generalizar esta regla en todos los proyectos ya que cada uno es independiente, además de tener muchas variables.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.3. DEFINICIÓN DE METODOLOGÍAS BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

Como su mismo nombre lo dice, es la modelación de información de construcción que trabaja a través de metodologías colaborativas que optimizan gestión y generación de datos.

También podemos decir que BIM “Es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y supone una profunda transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que hemos conocido hasta ahora” (KAIZEN Arquitectura & Ingeniería, 2017).

BIM es un modelo digital de construcción y de operación y mantenimiento de activos. Aúna tecnología, mejoras en los procesos e información digital con el fin de mejorar radicalmente los resultados de los clientes y de los proyectos, así como la explotación de los activos. BIM es un factor estratégico para mejorar la adopción de decisiones relativas tanto a los edificios como a las infraestructuras públicas a lo largo de todo su ciclo de vida. Se aplica a nuevos proyectos de construcción fundamentalmente, BIM apoya la renovación, reforma y mantenimiento del entorno construido, lo que representa la mayor parte del sector (TASKGROUP, EUBIM, 2018).

2.2.4. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el presente informe de investigación nos centraremos básicamente en la Etapa 2 de madurez de la gestión de la información según (NTP-ISO 19650-1, 2021) que nos dice que BIM es una metodología donde se mezcla de procesos manuales y automatizados de información que tienen por inicio al modelo federado, diciendo de este modelo que es el recipiente de información de todos los entregables que necesita el proyecto.

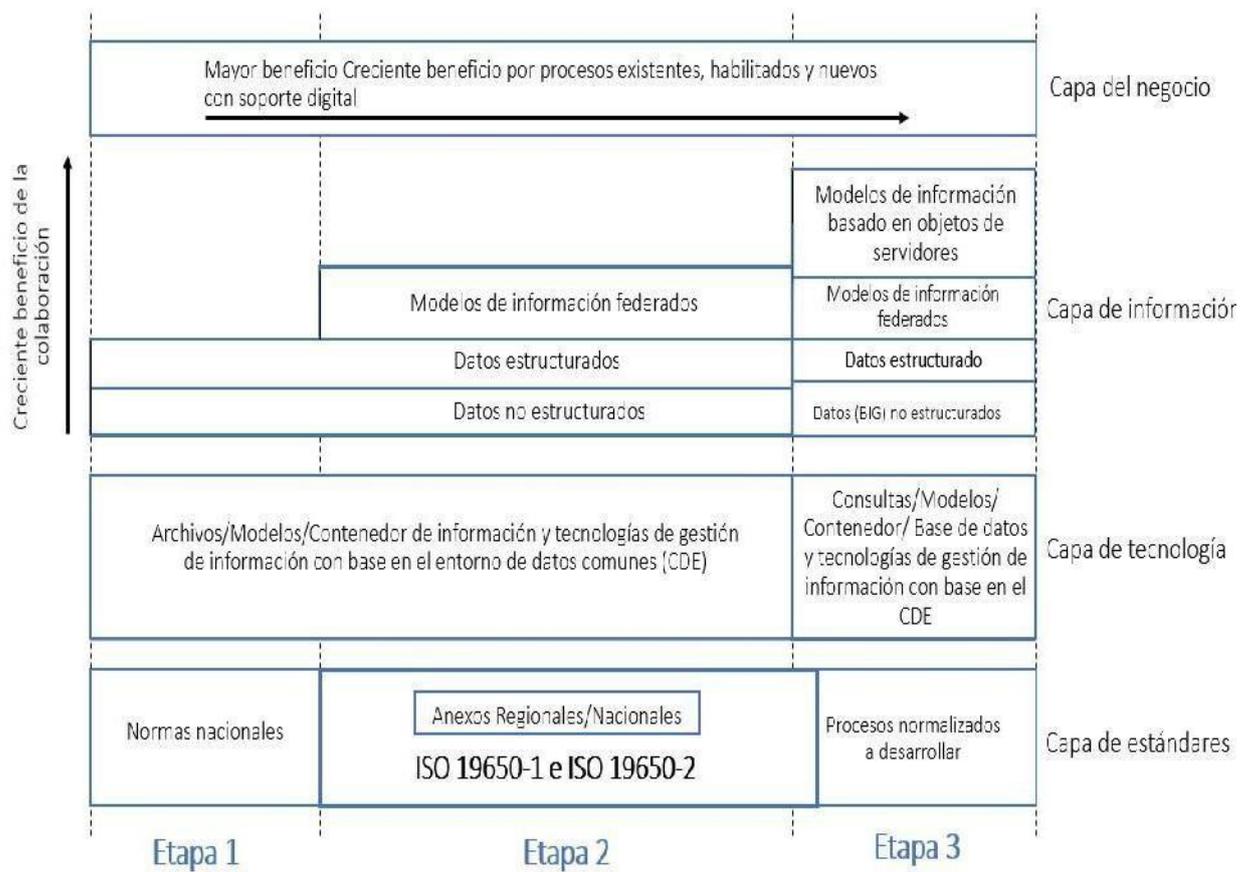


Figura N° 1. Etapas de madurez en la gestión de información

FUENTE: (NTP-ISO 19650-1, 2021)

2.2.5. FLUJO DE TRABAJO DE LA MODELACIÓN BIM 3D

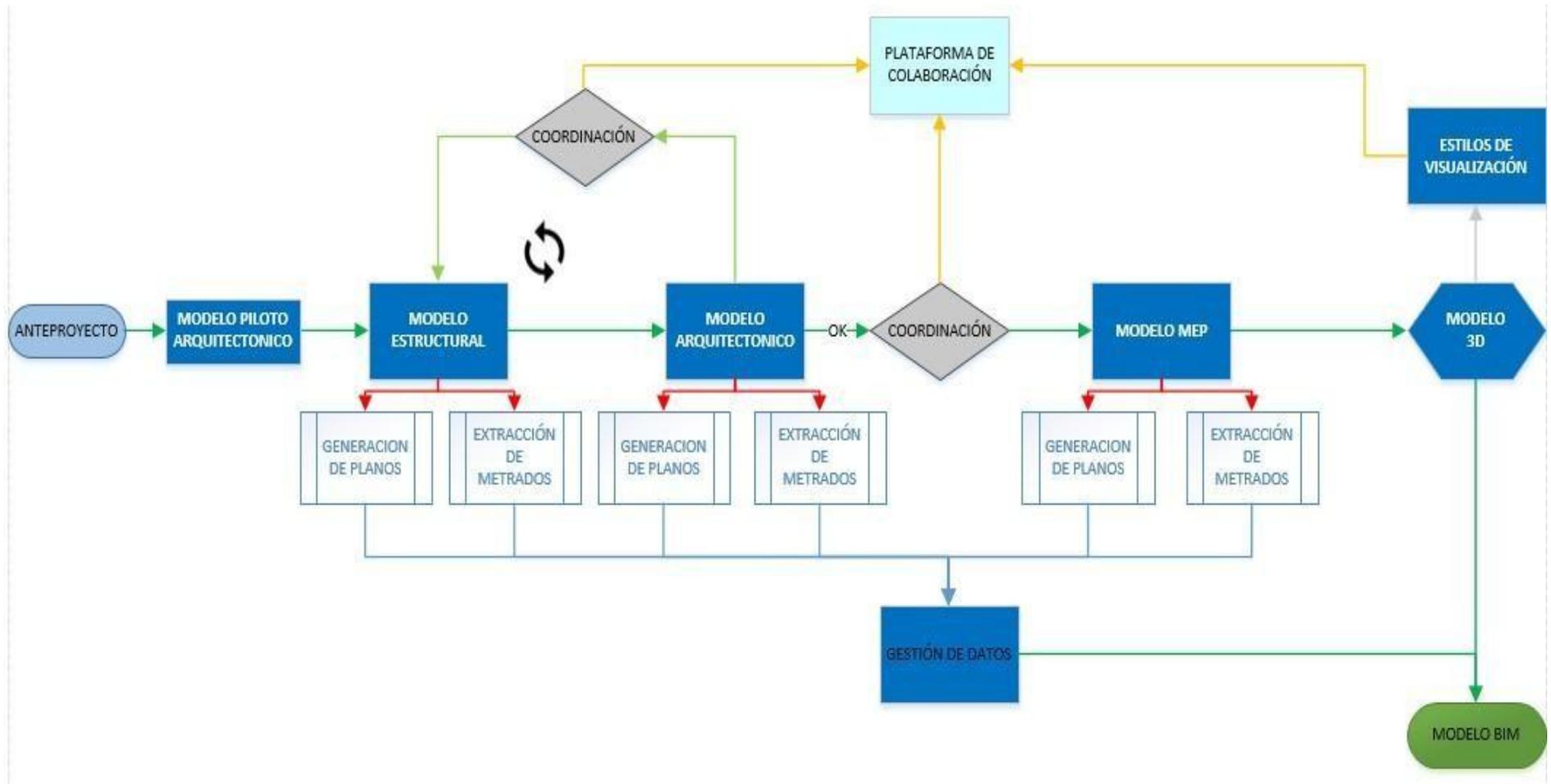


Figura 2. Flujo de trabajo de un modelo BIM

2.2.6. DIFERENCIAS DE MODELACIÓN 3D Y MODELO INTELIGENTE

Como sabemos la creación de modelos 3D ya han ido formando parte de diferentes tipos de presentables empleados en diferentes formatos de proyectos, incluso antes de que la Metodología BIM empiece a tomar importancia en nuestro país, ya se podían realizar visualizaciones de modelos 3D que básicamente servían solo para darnos una idea a futuro de como tentativamente se podría visualizar el proyecto finalizado, sin tener los verdaderos beneficios de un modelo BIM, siendo estos claves para el desarrollo, coordinación de especialidades, detección de interferencias, interoperabilidad, extracción de metrados, disminución de errores en planos 2D. Es por este motivo que cuando se nos pide el apoyo del proyecto en un modelo BIM, no se puede confundir con una simple modelación, sino que se tiene que verificar que contenga cierto nivel de información que verdaderamente ayude al proyecto y no se pierda tiempo en modelos que no cuenta con un orden y colaboración de datos, como lo dice la (NTP-ISO 19650-1, 2021) “Se necesitan de información para que se pueda realizar la toma de decisiones durante cualquier parte del ciclo de vida del proyecto”.

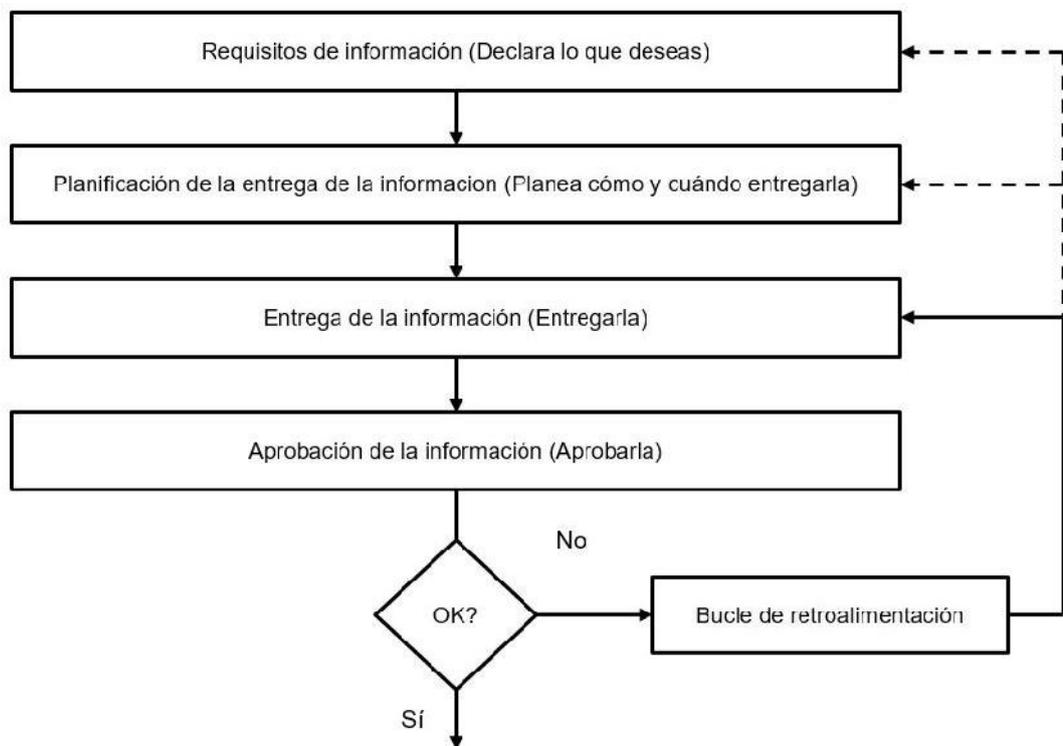


Figura N° 3. Flujo de entrega y aprobación de proyecto.

Teniendo en cuenta que un modelo BIM no solo es igual a un modelo 3D, es que resaltemos que para obtener un proyecto con esta metodología es necesario invertir cierta cantidad de recursos de la empresa contratista o entidad del estado, es decir que se generará una inversión no solo de recurso tecnológico de la empresa, sino que también será una inversión de tiempo por parte del factor humano, principalmente en su capacitación y en un proceso de ensayo y error al que será sometido, teniendo que pasar por este proceso todas las empresas que han empezado a mudar su forma de trabajo tradicional hacia la forma de trabajo colaborativa que nos brinda la metodología BIM.

Entonces teniendo claro que la metodología BIM no es un simple modelo 3D, decimos también que en un modelo BIM no necesariamente nace de un modelo inteligente, pero si es sumamente necesaria su utilización debido a los beneficios como:

1. Visualización del modelo
2. Simplifica los procesos de trabajo en proyectos
3. Se trata de eliminar procesos no productivos por procesos eficientes
4. Se trabaja en base a un orden y restricciones de modelado
5. Permite la interoperabilidad entre softwares BIM
6. Extracción de datos



Figura N° 4. Forma de trabajo tradicional 3D

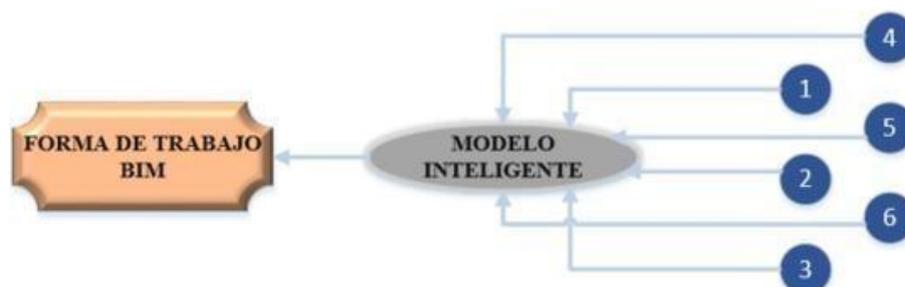


Figura N° 5. Forma de trabajo BIM con modelo inteligente.

2.2.7. TRABAJO COLABORATIVO

La metodología BIM nos permite trabajar de forma colaborativa en cada una de las fases del ciclo de un proyecto mejorando la secuencia de procesos y reduciendo costes, siendo ayudados de ciertas herramientas tecnológicas y el potencial humano capacitado con el que cuenta cada empresa.

A comparación con el método tradicional se podría decir que era algo ineficiente debido a que se empleaba el teléfono, correo electrónico y planos 2D o softwares que no tenían una interoperabilidad como lo es el Industry Foundation Classes (IFC), haciendo imposible intercambiar continuamente la información y que no permitía subsanar muchas cosas que quedaban en el aire debido al plazo que se tenía o a la restricción que tenían las herramientas con las que se contaba, siendo esta información de gran tamaño y de cierto nivel de complejidad, que en muchos casos no se podría representar en un 2D.

El trabajo colaborativo es obtenido gracias a diferentes ventajas como:

- Plataformas digitales donde nos permita el uso compartido de un mismo modelo BIM 3D.
- Al tener la construcción digital la cual tiene acceso a todo el equipo permite anticiparnos a futuros problemas y seguir con un trabajo coordinado.
- Tener un reporte de interferencias de manera inmediata gracias a plataformas BIM.
- Tener un juego digital de los planos y detalles para cada persona que conforma el equipo.

2.2.8. DEFINICIÓN DE DIMENSIONES BIM

BIM 1D: De acuerdo a metodologías BIM en esta dimensión se incluyen ideas iniciales y datos como la **determinación de la localización y las condiciones iniciales** de la estructura. En esta primera dimensión se incluirían actuaciones tales como; las estimaciones geométricas primigenias, así como aquellas relativas a los costes y volúmenes de materiales o el establecimiento del plan de ejecución inicial (STRUCTURALIA , 2018).

BIM 2D: En esta etapa se es donde se da la preparación de un boceto describiéndose las características genéricas del proyecto. Se plantean materiales, definición de cargas estructurales la determinación de la dimensión energética del proyecto y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad de general de éste mismo (STRUCTURALIA , 2018).

BIM 3D: Es la representación virtual los datos recopilados del 1D y 2D del proyecto utilizando softwares de diseño 3D.

BIM 4D: Esta dimensión brinda un acercamiento a la forma de trabajo BIM. Hace referencia a “la dimensión temporal con el objetivo de establecer los plazos de ejecución y lograr que se cumplan. A menudo tiene en cuenta la logística de obra, planificando qué y cuándo se necesitan los medios auxiliares, definiendo el tiempo, duración y la fase determinada de utilización y capacitación de anticiparse a los posibles conflictos, *clash detection*”. (BIMnD, 2019).

BIM 5D: “Modelado de información de construcción en cinco dimensiones, es la extracción o desarrollo en tiempo real de componentes de construcción paramétricos completamente valorados dentro de un modelo virtual. Permite a los usuarios experimentados crear modelos que demuestran cómo los cambios en los materiales, diseños, pies cuadrados y otros elementos de diseño no solo afectan la apariencia de una instalación, sino también el costo y el cronograma de construcción “ (BIMnD BULDING NEW DIMENSIONS ESPAÑA, 2019).

BIM 6D: es donde se realizan los posibles comportamientos que relacionan el rendimiento energético (sostenible) y toman ciertos aspectos como la gestión y demolición.

BIM 7D: Esta dimensión es ubicada con respecto al ciclo del proyecto en su funcionamiento ya que se tomarán temas como operación, mantenimiento, reparación y gestión para llegar a aumentar el tiempo de uso de un proyecto.

2.2.9. USOS BIM

Se debe tener claro los diversos usos BIM con los que podemos llegar a trabajar o que se nos puede llegar a pedir en deferentes procesos de inversión con BIM, para ellos nos guiaremos de los 28 usos BIM expuestos en la (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.1. LEVANTAMIENTO DE CONDICIONES EXISTENTES

Usa un modelo de información que refleja las condiciones existentes del entorno, equipo o espacio específico utilizando sistemas técnicos como escaneo láser, drones y/o tecnologías tradicionales. Esta aplicación se utilizará para proyectos de conservación o Inspección informativa de superficies, terrenos o edificios existentes. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.2. ANÁLISIS DEL ENTORNO FÍSICO

Evaluar las características y propiedades del medio ambiente para determinar la mejor posición para hacer el trabajo. Para este fin se puede utilizar analizar, planificar, simular y visualizar el impacto de obras de infraestructura geográficamente en la zona. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.3. DISEÑO DE ESPECIALIDADES

La implementación de proyectos de inversión requiere un diseño profesional

modelo de información por cada especialidad es decir Arquitectura, Estructuras, MEP. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.4. ELABORACIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Utilizar modelos de información para obtener datos maestros y la documentación técnica necesaria para el desarrollo de las inversiones, y utilizado para desarrollar el plan y la información que contiene (tablas, listas, esquemas, etc.). (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.5. VISUALIZACIÓN 3D

Uso de modelos de información para mostrar, comunicar y obtener una vista previa de imágenes 3D, fotomontajes, recorridos virtuales y otras actividades o herramientas gráficas visuales. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.6. COORDINACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Es el diseño y desarrollo ordenado y revisado por todas las partes involucradas donde se puede usar el soporte de diferentes software y

plataformas que cuenten con un formato de intercambio de información.
(GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.7. ANÁLISIS DEL PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

Calculo con precisión utilizando modelos de información de diseño en términos de parámetros, lineamientos y condiciones espaciales que ayuda en la tomar decisiones de diseño. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.8. ESTIMACIÓN DE CANTIDADES Y COSTOS

Generación de cantidades de componentes usando modelos de información

y material activo que en base a esta información actualizada se pueda generar costos estimados y planificaciones de cronograma. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.9. REVISIÓN DEL DISEÑO

Utiliza el modelo de información para revisar y validar varios aspectos del diseño profesional del proyecto. Estos aspectos incluyen la visualización y estándares desarrollados en un entorno virtual ya sea la iluminación, seguridad, ergonomía, acústica, texturas, colores, etc., siguiendo lo recomendado por diferentes normas y reglamentos aplicables. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.10. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Análisis para determinar el comportamiento de sistemas estructurales de uno o más modelos de información. El uso de este tipo de análisis es que permita simulaciones de rendimiento para determinar el comportamiento y diseño de sistemas estructurales efectivos, eficientes y edificables. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.11. ANÁLISIS LUMÍNICO

Será el análisis para estimación de luz a partir del modelo de información. cuyo objetivo es evaluar las características y necesidades de habitaciones con iluminación óptima según códigos y normas establecidas. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.12. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LAS INSTALACIONES

Análisis para estimación de energía a partir del modelo información para comprobar y buscar estándares de energía u oportunidades para optimizar los diseños propuestos y reducir costos. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.13. ANÁLISIS DE CONSTRUCTIBILIDAD

Revisar los procesos y métodos de construcción antes de que comience la construcción (doble construcción, virtual y local) trabajando con las fases de construcción para identificar posibles obstrucciones y daños o problemas de diseño que pueden causar retrasos en el cronograma, sobrecostos, etc.

Este tipo de análisis permite revisar toda la inversión desde las fases de Formulación y evaluación hasta la etapa operativa para adelantarnos al futuro problema que pueda suceder debido a la compatibilidad del diseño, problemas espaciales, circulación y logística, etc. También ayuda a realizar un seguimiento de las revisiones y el diseño. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.14. ANÁLISIS DE OTRAS INGENIERÍAS

Este proceso se enfocará en evaluar los sistemas en busca de posibles interferencias a través del uso de modelos BIM para complementar el desarrollo de los requisitos de inversión Información. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.15. SUPERVISIÓN DEL MODELO DE INFORMACIÓN

De acuerdo con la evaluación del proyecto el estándar de sostenibilidad del modelo de información tendrá que contar con estándares de sostenibilidad que permitirá un desarrollo de bases de datos más eficiente y confiable para tomar decisiones, tomando en cuenta la complejidad de características, materiales y relación con el entorno. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.16. DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS E INCOMPATIBILIDADES

Se da a través de la supervisión, revisión y análisis de la base de datos del modelo de información desarrollada de antemano en algún

momento ciclo de inversión contando con la información modelada de cada especialidad. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.17. PLANIFICACIÓN DE LA FASE DE EJECUCIÓN

Se puede decir que al contar con el modelo coordinado y con cierto nivel de colaboración este puede llegar a brindar información para la planificación de actividades a desarrollar en la ejecución del proyecto. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.18. DISEÑO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA LA EJECUCIÓN

Al contar con un modelo de información completo se puede llegar a optimizar la planificación a través de nuevos sistemas que aporten en el proceso constructivo. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.19. FABRICACIÓN DIGITAL

Al contar con un modelo de información dependerá de este para la fabricación de elementos estructuras como prefabricados, ensamblajes u otros llegando a utilizar esta información como pilar fundamental. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.20. PLANIFICACIÓN DE OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES

Debido a que gracias al modelo coordinado obtenido nos podemos adelantar a posibles problemas o conflictos en también podemos apoyar en la planificación de algunas obras preliminares y provisionales hasta tal punto de poder conseguir una planificación de ubicación eficaz de algunas oficinas temporales que se pueda requerir dentro del proyecto. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.21. CONTROL DE EQUIPOS PARA MONTAJES

Para este punto se debe contar con equipo de alta precisión debido a que dependiendo del nivel de información con la que cuente el proyecto se puede llegar a vincular con la maquinaria de excavación o transporte de cargas con la finalidad de guiar de manera más productiva y precisa la movilización de tierra o material a ciertos puntos requeridos, generando

una mayor eficiencia en la ejecución física de la inversión. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.22. MODELO DE INFORMACIÓN AS-BUILT

El AS-BUILT presenta un gran potencial en la representación de manera digital el fin del proceso constructivo es decir la ejecución física de la inversión, siendo clave para el puente de información que servirá para el intercambio de información en posibles ampliaciones y también en la etapa de operación y mantenimiento. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.23. GESTIÓN DE ACTIVOS

“Análisis de las repercusiones financieras a corto y largo plazo, causadas por las modificaciones del activo, utilizando el Modelo de Información As-built.” (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.24. PROGRAMACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esto debido a que con el manejo de información que se tendrá se puede llegar a obtener cierto nivel de programación para el mantenimiento de proyecto de inversión, con el fin de mejorar el rendimiento de la construcción y su tiempo de vida, reduciendo reparaciones graves y costos generales. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.25. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DEL ACTIVO

“Programación del mantenimiento del activo, durante la fase de Funcionamiento, para mejorar el rendimiento de la construcción, reduciendo reparaciones y costos generales”. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.26. GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DEL ESPACIO DEL ACTIVO

Es una medida del rendimiento del activo en comparación con lo especificado en el diseño. Esto incluye estudios de los sistemas mecánicos y fuentes de energía utilizadas por la instalación, revestimiento de fachadas, control de iluminación, flujo de aire,

dinámica de fluidos computacional (CFD) y análisis de energía solar. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.27. PLANIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

Un modelo de información se utiliza para asignar, administrar y rastrear correctamente el espacio y los recursos relacionados en un activo de trabajo. Un modelo de información de la instalación permite el análisis del uso del espacio existente y puede administrar de manera efectiva los planes de contingencia para cualquier cambio importante. Tales aplicaciones son particularmente útiles en los procesos de reurbanización con inversión pública donde las áreas edificadas aún están ocupadas. Un ejemplo de este proceso lo proporciona la creación de una distribución óptima de los puestos de trabajo en la oficina, teniendo en cuenta las condiciones y características de la sala. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.9.28. PLANIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

En una situación de emergencia, se puede acceder a la información crítica del activo desde los sistemas integrados en el modelo de información, lo que permitirá una respuesta rápida, minimizar el riesgo, mostrar dónde se encuentra la situación de emergencia en el activo, identificar posibles soluciones y conocer otros puntos de peligro. (GUIA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.10. ROLES BIM

2.2.10.1. LIDER 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.

El Líder BIM lidera la elaboración de los Requisitos de Información BIM a nivel organizacional, considerando las buenas prácticas y lecciones aprendidas en el desarrollo de Proyectos Piloto. (GUÍA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.10.2.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. (GUÍA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.10.3.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. (GUÍA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.10.4.EJEMPLO BIM

Responsable del desarrollo de tipos de información de acuerdo a los requerimientos de información, tomando en cuenta la cantidad de información requerida (LOIN), manteniendo constante comunicación y cooperación con el coordinador BIM y miembros del grupo de trabajo. (GUÍA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.10.5.GUIA BIM

Es responsable de realizar revisiones periódicas de las fuentes de información y garantizar que el modelo de información se implemente de acuerdo con los requisitos de información, en colaboración con el coordinador de BIM, antes de enviar el modelo de información al gerente de BIM. (GUÍA NACIONAL BIM, 2021)

2.2.11. PLAN DE EJECUCIÓN BIM

Según la “GUÍA NACIONAL BIM” nos dice que es el documento que será elaborado por la Parte Designada, es decir, la empresa contratista y presentada a la Parte que Designa, es decir, la entidad a la cual se le brindará el servicio; Este documento será la guía de información BIM que detallará la forma de proceder en el proyecto utilizando la metodología antes mencionada, es decir

que contendrá las actividades a realizarse por el equipo de Ejecución en la Gestión de la información BIM.

Estas actividades serán contenidas bajo procesos de trabajo, que son aprobados por los diferentes cargos BIM que nos detalla la GUIA NACIONAL BIM y que serán los responsables de presentar los entregables que responden a los requisitos de información establecidos por la Parte que Designa y que las partes involucradas deben seguir para el desarrollo de una fase o etapa del ciclo de inversión.

Ahora el PLAN DE EJECUCIÓN BIM como ya se mencionó debe contener una serie de procesos e identificación de cierta información que se nos aclara en la NTP – ISO 19650-2 y son los siguientes:

- Tener en cuenta los nombres propuestos y sus currículos profesionales.
- Debería estar plasmada la estrategia de desarrollo de información del equipo de ejecución conteniendo el enfoque del equipo de ejecución, el conjunto de objetivos y metas a cumplir y las descripciones del equipo de ejecución y la organización de las relaciones comerciales que se tendrán.
- La estrategia de federación propuesta.
- La matriz de responsabilidades
- Propuestas de mejora en los procesos o métodos de producción de información del proyecto.
- Detallar cualquier propuesta para añadir o modificar la norma de información del proyecto.
- La lista de programas a utilizar, junto con las versiones y su respectivo Hardware.

2.2.12. GESTION DE PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN COLABORATIVA

2.2.12.1.PRINCIPIOS

Lo principal es encontrar una manera de que se pueda acceder a la información obtenida a través de un cierto flujo de trabajo generado por el ENTORNO COMUN DE DATOS seleccionado y que tenga una mejor fluencia de datos entre las tecnologías que se hallan elegido.

La información obtenida generará un modelo de información que servirá para evitar los problemas en la etapa de producción de información, siendo este tipo de problema de carácter **espacial**, pudiendo dividirse en problema de **coordinación espacial – duro, blando y de tiempo**. (NTP-ISO 19650-1, 2021)

2.2.12.2. NIVEL DE NECESIDAD DE INFORMACIÓN

Para saber el nivel de necesidad de información que un proyecto de inversión requiere es necesario determinar la calidad, cantidad y granularidad (complejidad de datos) de la información, siendo variable de entregable en entregable y teniendo en cuenta que estos tres tipos ya deberían haber sido identificados dentro de los OIR, PIR, AIR o EIR. (NTP-ISO 19650-1, 2021)

Ahora, hay algo muy importante que vale la pena mencionar y es que se comenta también que para los “Niveles de necesidad de información (LOIN)” se deben determinar por la cantidad mínima necesaria, ya que cualquier tipo de información extra sería considerada como un desperdicio. (NTP-ISO 19650-1, 2021)

2.2.12.3. CALIDAD DE INFORMACIÓN

Para obtener resultados de calidad la información gestionada en el entorno común de datos (CDE), esta debe estar verificada y ser comprensible para todas las partes, tomándose en cuenta: Formatos de información y entrega, contar con cierta estructura del modelo de información y presentables con ciertas propiedades de información.

2.2.13. **MODELO FEDERADO**

Como lo dice el PLAN BIM PERÚ y la NTP - ISO 19650-1 Y 2, para empezar un proyecto podemos partir desde un nivel básico como lo es el PIR (requisitos de información del Proyecto) hasta lo que sería un trabajo más complejo como lo es un EIR (Requisitos de intercambio de información). Pero para poder lograr este tipo de requisitos de información necesitamos tener un flujo de trabajo y un entorno de datos establecidos que permitan la producción colaborativa que se requiere para

proyectos BIM y una debida gestión e intercambio de información, todo esto con el fin de llegar al objetivo que sería el desarrollo del **Modelo Federado**.

2.2.14. SOFTWARES Y PLATAFORMAS QUE SE APLICARÁN

2.2.14.1. SOFTWARES AUTODESK

a) Autodesk Revit:

Es un software de diseño que sirve para Arquitectos e ingenieros, pues nos permite crear diseños coherentes y coordinados que guardan una serie de datos mediante familias paramétricas, y es que con este software no sólo dibujas, sino que puedes realizar la representación virtual del diseño del proyecto es decir la construcción virtual, siendo parte inicial del conjunto de softwares que conforman las metodologías BIM.

Este software clasifica la información gracias a que contiene diferentes rubros que ayudan a simplificar el trabajo de cada profesional, siendo los más conocidos:

REVIT ARQUITECTURA

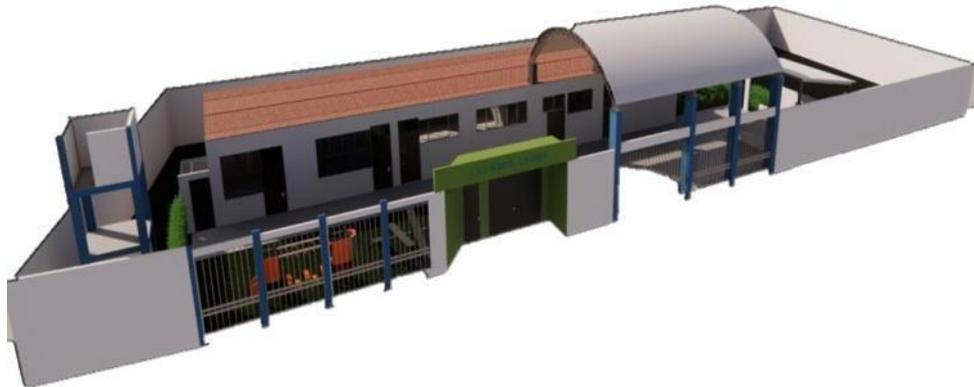


Figura N° 6. Modelado de arquitectura realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña

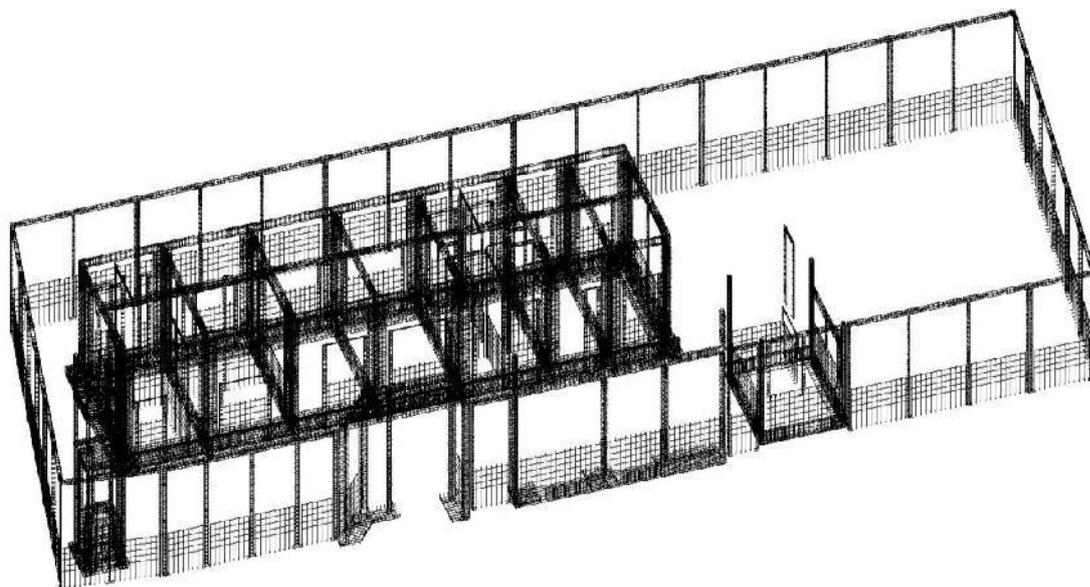


Figura N° 7. Acero del modelo estructural realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña

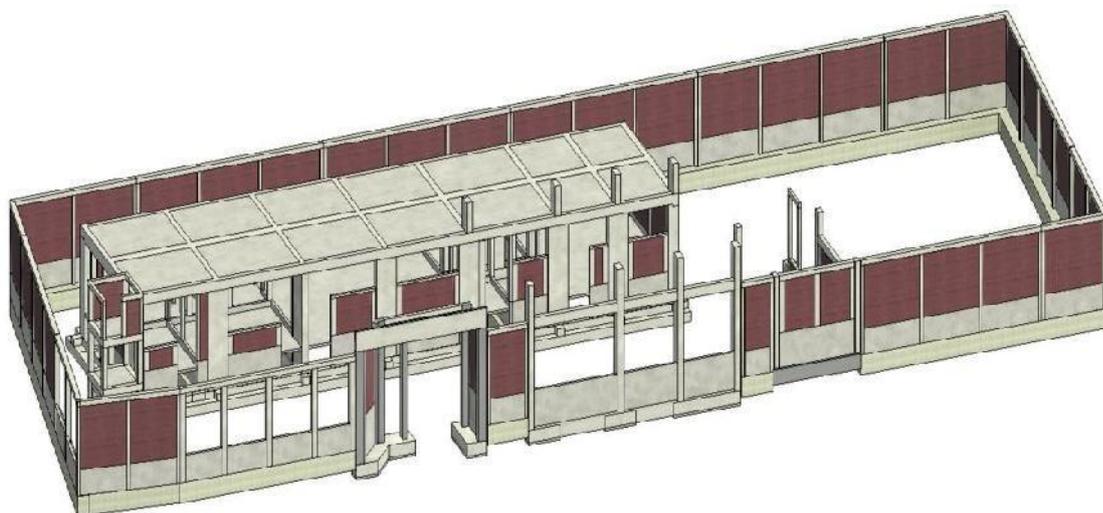


Figura N° 8. Modelo estructural realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña

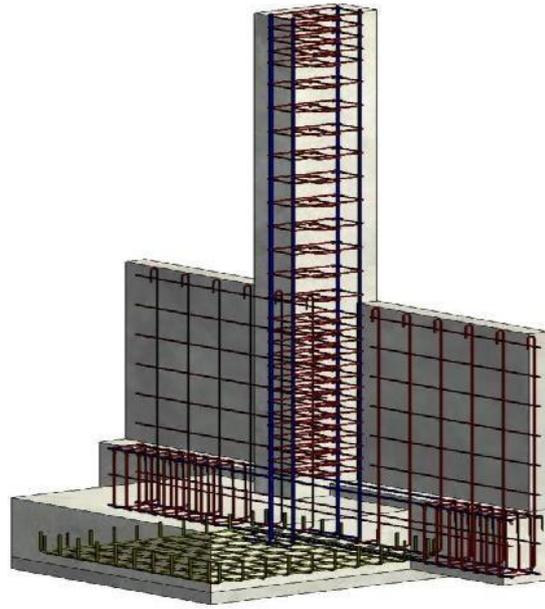


Figura N° 9. Detalle de visualización de aceros realizado en Autodesk Revit de La I.E.I. 2213 La Viña

 REVIT MEP

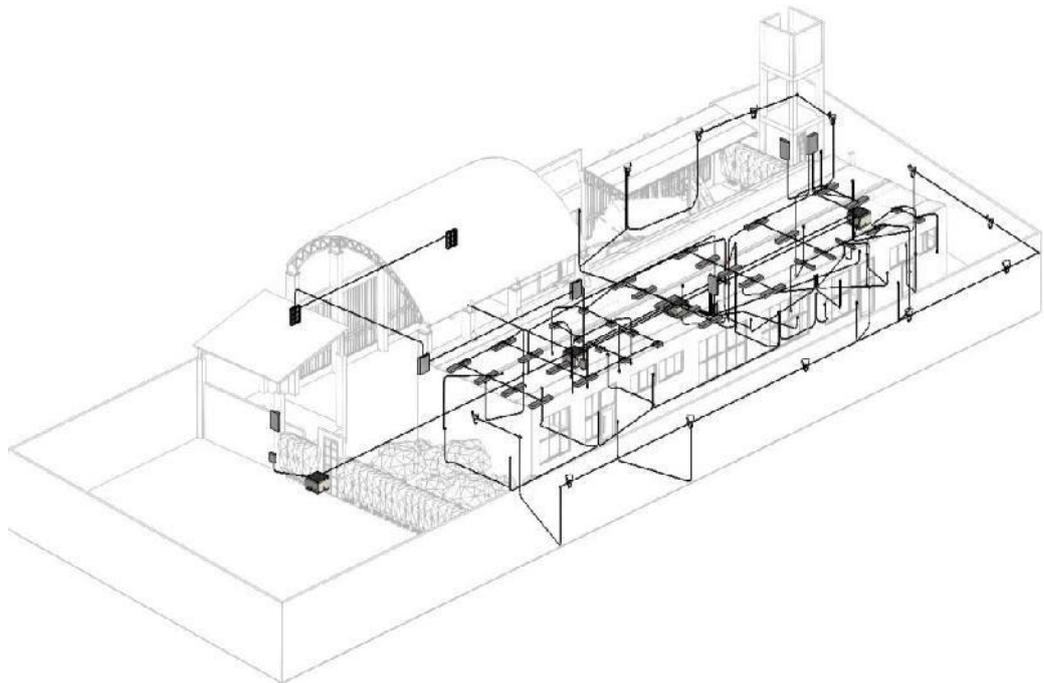


Figura N° 10. Instalaciones eléctricas realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña

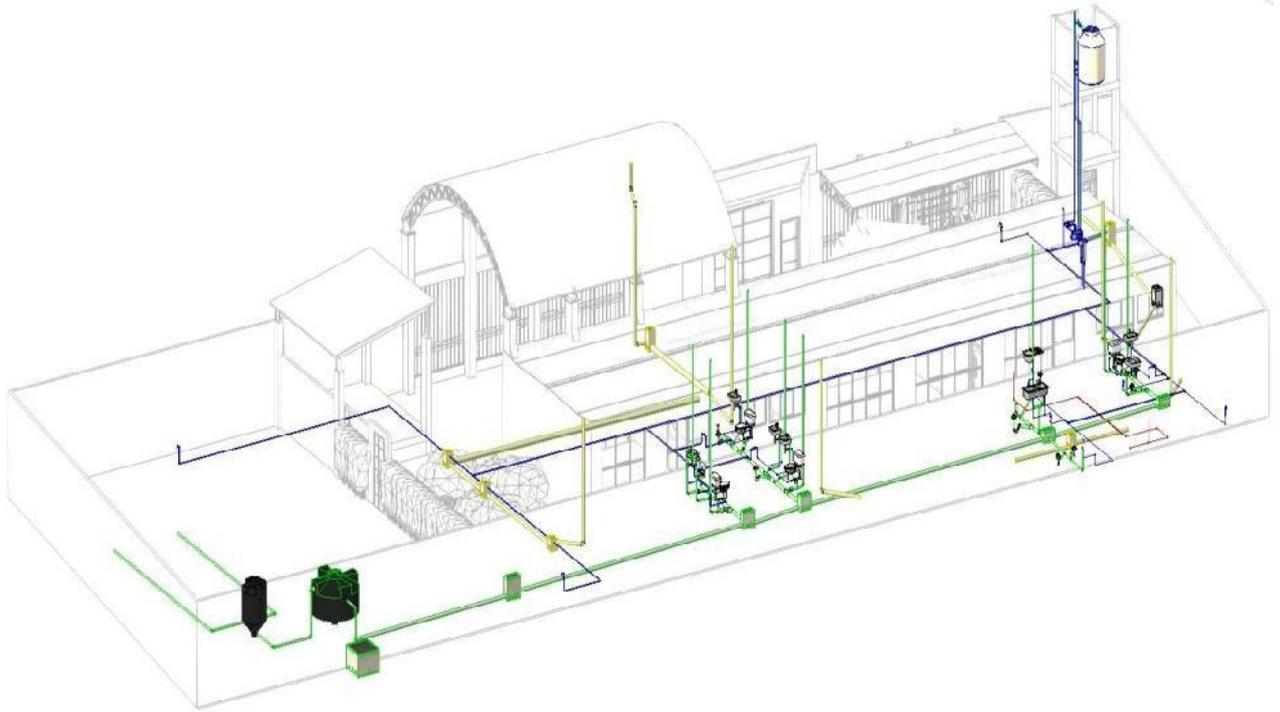


Figura N° 11. Instalaciones sanitarias realizado en Autodesk Revit de la I.E.I. 2213 La Viña

b) DYNAMO

Dynamo es una herramienta de Autodesk que genera un entorno de programación que puede ser asociado a softwares BIM como Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, Autodesk Robot, etcétera y que tiene por fin poder conseguir un diseño paramétrico esencialmente geométrico y matemático que permite también interactuar con los elementos y parámetros propios de diferentes aplicaciones (ESEVERRI, 2020).

Según (AUTODESK , 2021): “Dynamo es una interfaz de programación gráfica que permite personalizar el flujo de trabajo de la información de construcción”.

c) ENSCAPE

Escape es una herramienta que permite visualizar modelos 3D pudiendo navegar por todo el proyecto con la seguridad de poder explorar desde todos los ángulos el modelo completamente renderizado.



Figura N° 12. Recorrido virtual con Enscape y realidad virtual

2.2.14.2. TIPOS DE REALIDADES TECNOLÓGICAS

CONCEPTO DE REALIDAD VIRTUAL (VR)

La aplicación de la VR en BIM implica entender sus principios básicos, básicamente en relación al trabajo de modelado 3D en diferentes etapas del proyecto, pues son especialmente evidentes con la visualización realista de modelos o maquetas virtuales a partir de grabaciones dentro y fuera del edificio. (MARTINEZ, 2020).

Según Félix Tejada la aplicación de la realidad virtual en construcción cada vez es más aceptada y empleada, debido a la gran aceptación de metodologías BIM y por dar una mejor presentación a los proyectos pedidos por el cliente, brindando una experiencia envolvente con respecto a los acabados, construcción o planificación de un proyecto, es así que podemos encontrar 2 diferentes tipos de realidad virtual, siendo:

- **No inmersiva:** Es básicamente el diseño de un modelo, pero visto a través de una ventana de escritorio, siendo así más barato y por lo tanto mayor accesibilidad (TEJADA, 2021).



Figura N° 13. Realidad virtual no inmersiva en laptop Lenovo

- **Inmersiva:** Es el más famoso y requiere de unas gafas de realidad virtual para ver a través de ellas un modelo generativo del proyecto a la escala seleccionada. (TEJADA, 2021).



Figura N° 14. Vista de aplicación de realidad virtual (RV)

FUENTE: (Escuela Profesional de Nuevas Tecnologías, 2019)

Para el uso de estas realidades la marca de realidad virtual VIVE recomiendan que para aplicar esta realidad virtual se requiere de unas gafas y un ordenador de alta gama que acepte y reconozca la RV.

En algunos casos también se puede trabajar con un teléfono móvil en lugar de una portátil, con la diferencia de que bajaría la calidad del video. Las Samsung Gear VR y Microsoft son compatibles con RV en los Smartphone, en cambio si es que se cuenta con un ordenador de alta gama las gafas más recomendadas son las Octulus y las HTC Vive.



Figura N° 15. Gafas de realidad virtual HTC vive cosmos

CONCEPTO DE REALIDAD AUMENTADA

Este término es empleado para cuando un dispositivo tecnológico puede representar objetos virtuales sobre nuestra realidad como la conocemos, creando así una realidad compartida entre lo virtual y lo real en un mismo tiempo y espacio.

De acuerdo a (AZUMA, 1997), un sistema de realidad virtual debe tener ciertas características:

- ✓ Combina lo real y lo virtual: la información digital es combinada con la realidad.
- ✓ Funciona en tiempo real: la combinación de lo real y lo virtual se hace en tiempo real.
- ✓ Registro en el espacio 3D: en general, la información aumentada se localiza o “registra” en el espacio. Para conservar la ilusión de

ubicación real y virtual, ésta última tiende a conservar su ubicación o a moverse respecto a un punto de referencia en el mundo real.

REALIDAD AUMENTADA EN CONSTRUCCION

Este tipo de plataformas nos dan un gran aporte y ayuda para diferentes puntos en un proyecto, pues se puede representar la construcción digital realizada en cualquier programa de diseño 3D en el terreno donde se trabajará y ver cómo quedará acabado el proyecto en escala real o en tamaños pequeños.

Pero, así como se puede ver la construcción completa analizada, también podemos aplicar realidad aumentada en el proceso de construcción ayudándonos así a comprobar si es que la construcción en obra está yendo igual que la construcción planificada virtualmente.

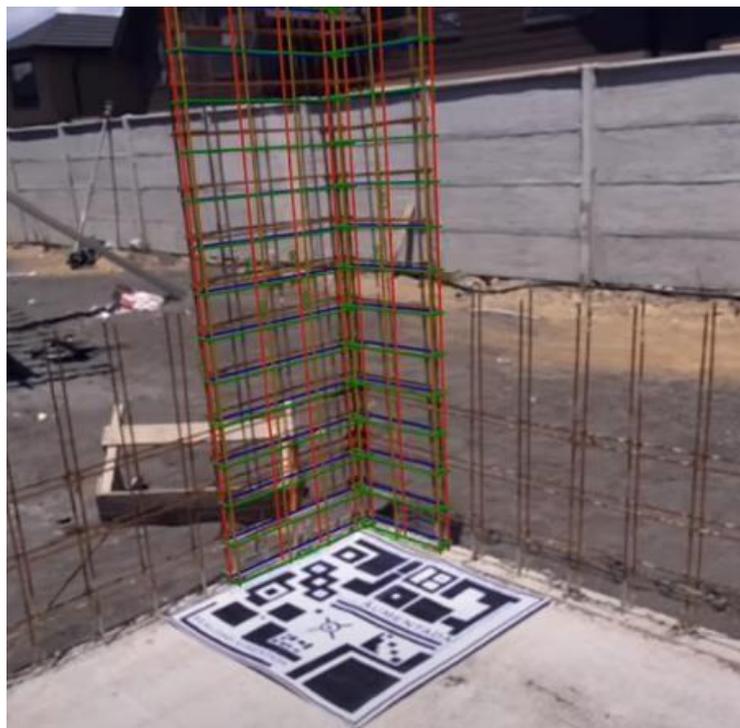


Figura N° 16. Comprobación de espaciamiento de aceros en columnas y placas

FUENTE: Elson Méndez, 2015

También se puede trabajar con otras plataformas o aplicaciones que brinden el servicio de realidad aumentada, hasta se podría crear una aplicación de realidad aumentada con ayuda de softwares como Unity y Vuforia.

2.2.14.3.PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN APLICADO EN UN MODELO BIM.

La automatización nos brinda un proceso que nos genera un archivo con la capacidad de crear, guardar y reutilizar modelos de diseño en 3D, con un esquema que facilita su actualización, edición y modificación, muy aparte que permite la eliminación del trabajo realizado por procesos repetitivos con la ayuda de softwares que complementan a los programas de diseño adoptando el nombre de addins o plugins (BENÉITEZ, 2019).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El presente trabajo se realizó en la I.E. N° 2213 del sector la Viña del centro poblado de Pacanguilla, distrito de Pacanga, provincia de Chepén- La libertad. Sus coordenadas son 7°10'0" S y 79°27'0" W en formato DMS (grados, minutos, segundos) o -7.16667 y -79.45 (en grados decimales).

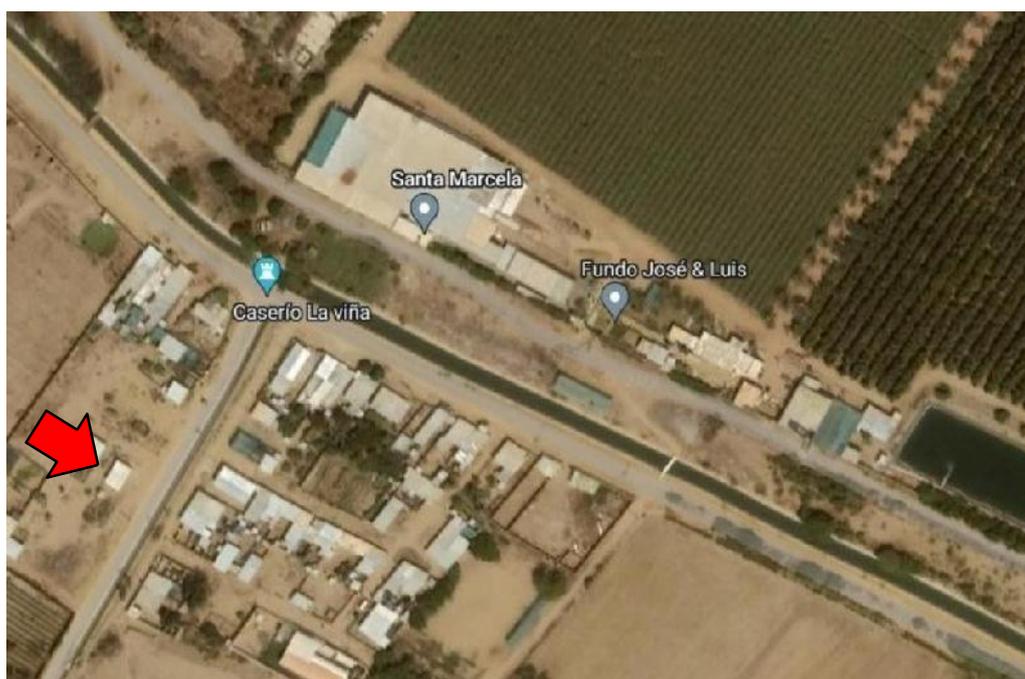


Figura N° 17. Plano de ubicación referencial

3.2. TIEMPO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación ha sido realizada dentro de los siguientes periodos:

- ✓ Julio de 2022 – agosto de 2022: recolección de fuentes y guías académicas que apoyen el desarrollo de la idea que lleva el presente informe de investigación, reconocimiento de conceptos y detalles del expediente técnico del proyecto seleccionado.
- ✓ Setiembre de 2022 – octubre de 2022: inicio de desarrollo de flujo de trabajo BIM y la identificación de procesos de automatización a través de softwares BIM de modelación y programación.

- ✓ Noviembre de 2022 – diciembre de 2022: elaboración de programación con DINNAMO y compra de licencias de addin de la tienda de aplicaciones de autodesk.
- ✓ Enero de 2023 – abril de 2023: modelación del proyecto de acuerdo a las bases del flujo de trabajo definido y la aplicación de adding sobre los vínculos de coordinación de especialidades.
- ✓ Mayo de 2023 – Julio de 2023: comparativa de tiempos obtenidos de la aplicación de adding y flujos de trabajo automatizados supervisados por la realidad virtual y aumentada.

3.3.METODOLOGÍA

3.3.1. TIPO, NIVEL Y MÉTODO

A) TIPO

La presente investigación es de tipo aplicada debido a que se resuelve el problema planteado asegurándose el cumplimiento de los pilares fundamentales del BIM siguiendo el flujo de trabajo y procesos de automatización creados.

B) NIVEL

El nivel de la presente investigación es descriptivo debido a que se describe el flujo de trabajo y procesos de automatización que apoyan en la creación de un correcto modelo BIM.

C) MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación es mixto, debido a que a través del método cualitativo se investigará la mejor forma de aplicación de sistemas de visualización y procesos de automatización a un flujo de trabajo BIM describiendo el procedimiento para lograr un correcto modelo BIM, y utilizaremos el método cuantitativo debido a que se analizará los tiempos obtenidos con procesos de modelación con cierto nivel de automatización y procesos manuales.

3.3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población de estudio tomada son los proyectos de diseño que puedan ser desarrollados a través de la metodología BIM.

3.3.3. MUESTRA

La muestra es no probabilística siendo elegida por conveniencia siendo la seleccionada para este caso el proyecto de diseño de la “I. E. N° 2213 del Sector la Viña, en el Centro Poblado Pacanguilla, distrito de Pacanga, provincia de Chepén - la Libertad”

3.3.4. UNIDAD DE ANALISIS

La unidad de análisis de la presente investigación son los sistemas de visualización complementados en el flujo de trabajo y procesos de automatización para la generación de correctos modelos BIM.

3.4. PROCEDIMIENTO

3.4.1. IDENTIFICACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO TRADICIONAL

Como sabemos el desempeño de un modelo tradicional nos ha traído algunas dificultades a lo largo de todos estos años, debido a su trabajo aislado y que con los cambios que se pueden dar en el proyecto van creando pequeños contratiempos que unidos van dando lugar a pérdidas de tiempo que afectarán cualquier cronograma.

Entre otros contratiempos que surgen es debido a la fragmentación de tareas, es decir, que cada grupo va finalizando el trabajo asignado en tiempos diferentes y de forma aislada, creándose un muro transparente que será como un filtro que va generando pérdidas de información entre cada fase, calidad y eficiencia, sin olvidar la falta de transparencia que se tendría de cada fase.

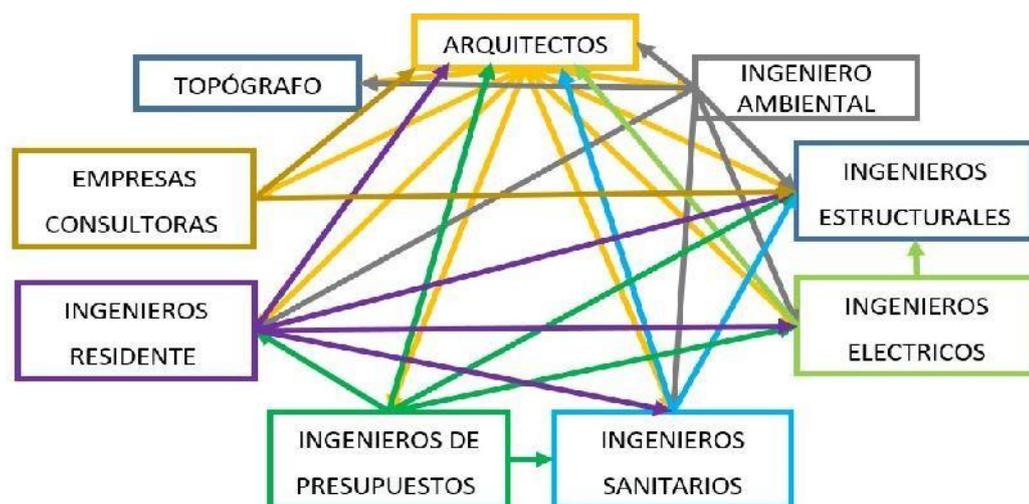


Figura N° 18. Caos del flujo de trabajo de un modelo tradicional

Recordemos que para el modelo tradicional el procedimiento para la obtención de cantidades y presupuestos serán en su mayoría de forma manual y también tener en cuenta que al trabajar con modelos 2D y no contar con una coordinación o detección de interferencias no se tendrá un buen CLASH DETECTION, es decir, que no se contará con una evaluación completa del proyecto hasta que nos encontremos en obra, entonces, el coordinador BIM tendrá que ir comparando cada plano e imaginando mentalmente las instalaciones, elementos estructurales y de arquitectura plasmando todas las observaciones (NO IDENTIFICA TODAS LAS OBSERVACIONES) sobre planos impresos y se los va remitiendo a cada especialista de cada área.

3.4.2. PÉRDIDAS DE INFORMACIÓN EN FLUJOS DE TRABAJO DE PROYECTOS TRADICIONALES

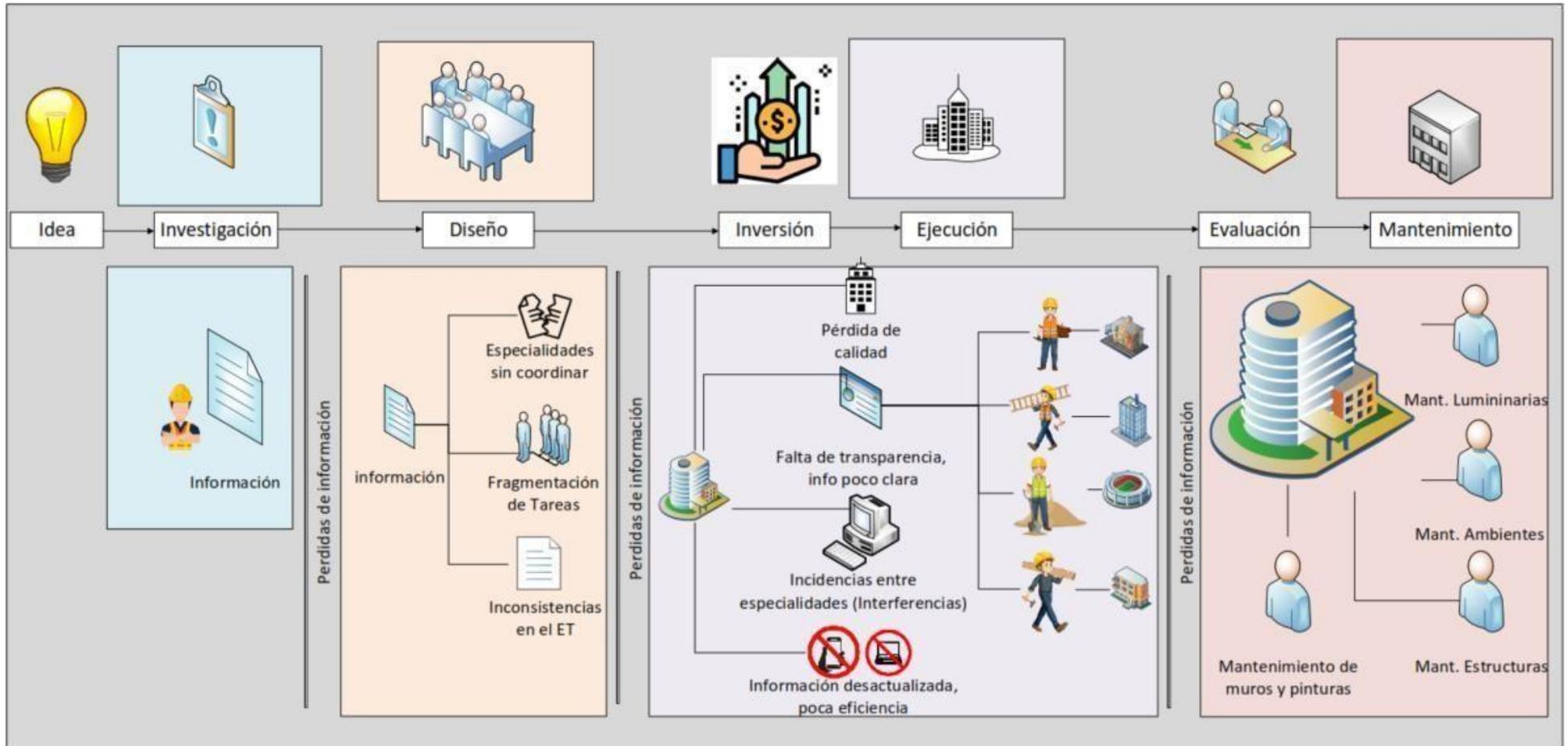


Figura N° 19. Ciclo del proyecto y sus pérdidas de información.

3.4.3. PROCESOS DE MODELACIÓN ERRÓNEOS IDENTIFICADOS PARA LA CREACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

A) MODELAMIENTO EN ARQUITECTURA -- REVIT

MUROS:

✓ UNIONES

Uno de los principales errores identificados que se puede cometer modelando es el de generar un metrado incorrecto, es decir, que se puede modelar muros y sin darnos cuenta estar generando un doble metrado en la unión de estos, generando una serie de errores que individualmente tal vez no sean tan significativos, pero cuando se extraiga la información de tablas de planificación a un software BIM de costos y presupuestos es ahí donde se podrá ver un aumento de metrado en muros que básicamente sería la unión de todos estos errores que se vuelven relevantes cuando se recopilan todas estas pequeñas incidencias.

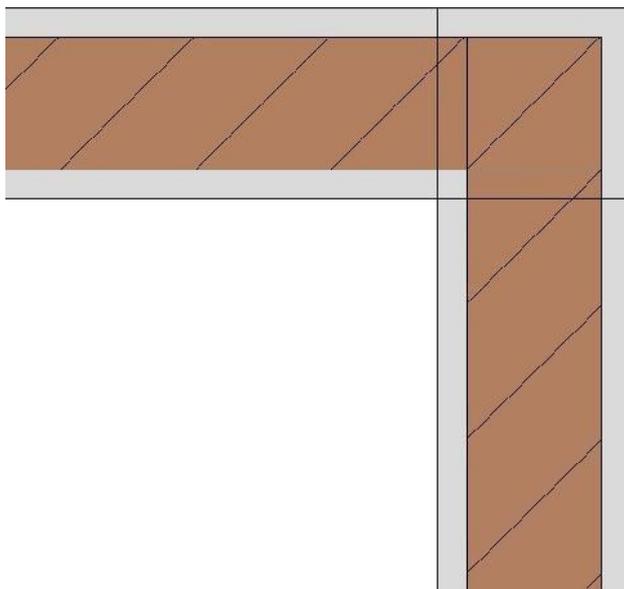


Figura N° 20. Errores de modelamiento en muros en Autodesk Revit

✓ LOSAS

Otro de los problemas identificados en el proceso de modelación es cuando se modela muros y losas debido a que no se tomó en cuenta el peralte de la losa para que cuando se finalice el modo edición se

ubique en la altura requerida teniendo siempre en cuenta la altura de los muros para que no se obtenga este tipo de intersecciones.

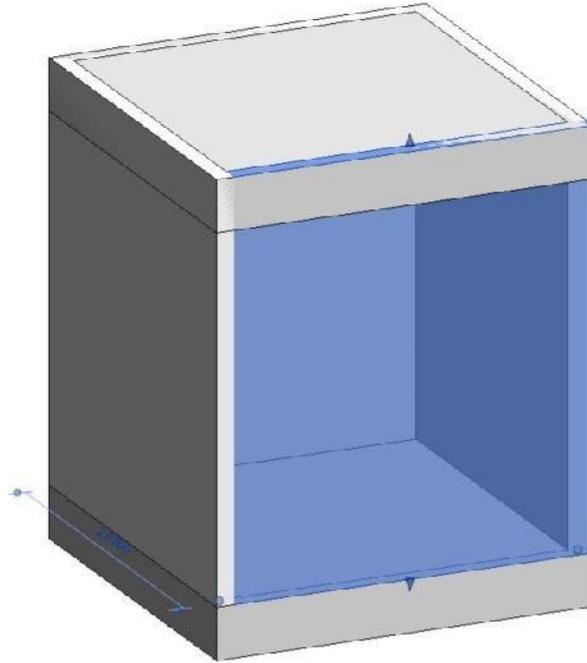


Figura N° 21. Errores típicos - interferencias entre losas y muros en Autodesk Revit

✓ TARRAJEOS

Para este caso se tomó en cuenta el flujo de trabajo establecido teniendo como resultado dos presentables de arquitectura (inicial y final) donde básicamente la modelación para los tarrajeos que se da en el modelo de arquitectura final, siendo como una cáscara que va envolviendo al modelado de Estructuras, y esto se debe a que no tiene sentido dividir en capas de materiales a los muros que se emplearán en el modelado de arquitectura inicial, debido a que este modelo no contará con tarrajeos de columnas, vigas, forjados porque la coordinación que se tendrá con el presentable inicial será solo de diseño y aceptación, más no de extracción de datos, sin embargo el presentable de arquitectura final será del cual se extraigan datos más precisos y vinculables con el Arquímedes de CYPE para crear modelos automatizados en una dimensión 5D.

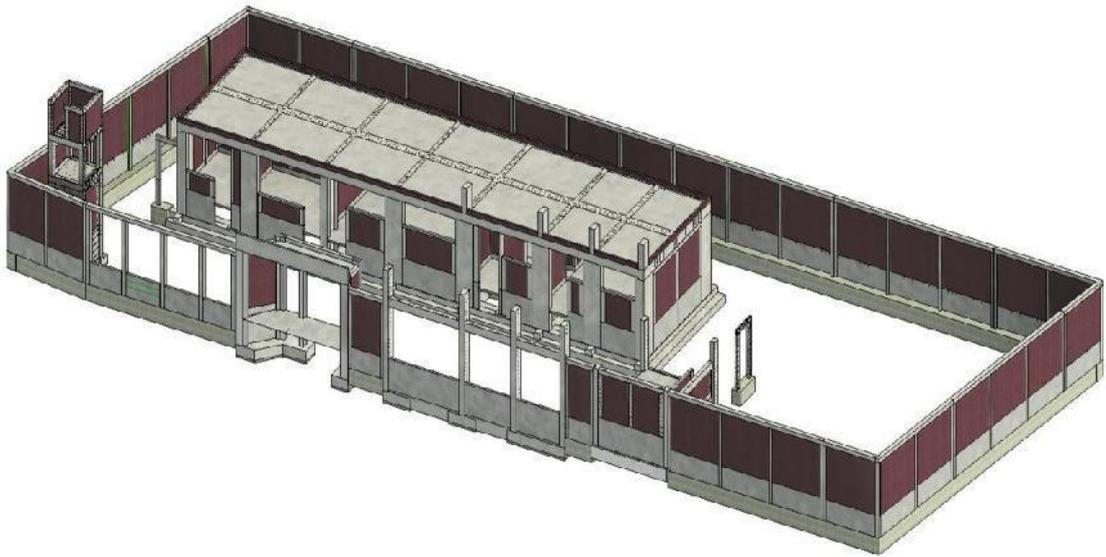


Figura N° 22. Modelo ejemplo de estructuras federado en Autodesk Revit

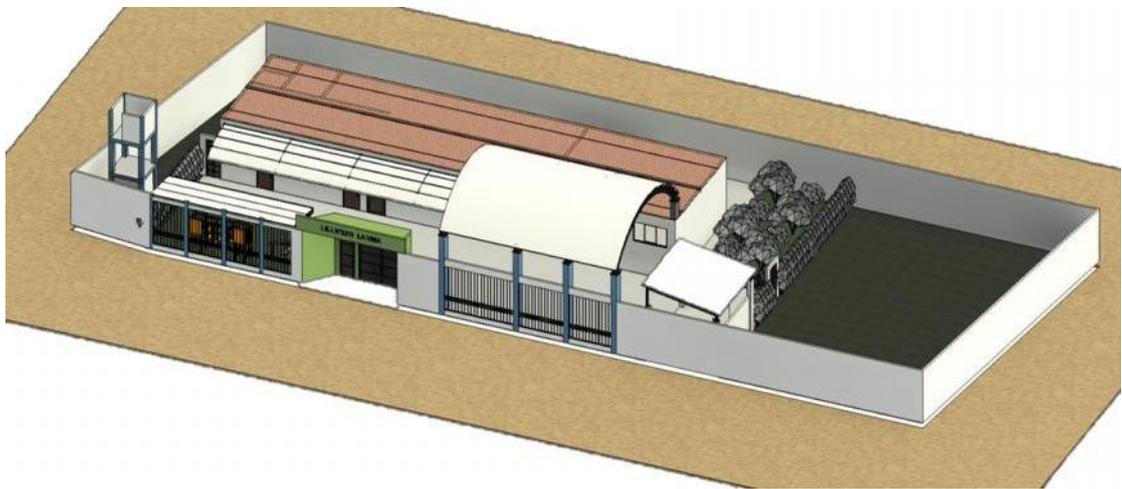


Figura N° 23. Modelo ejemplo de arquitectura final en Autodesk Revit

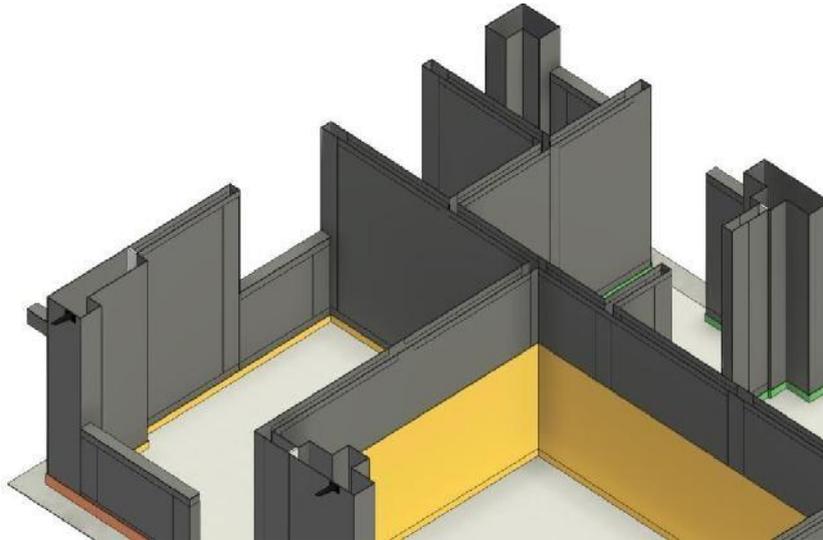


Figura N° 24. Cáscara de tarrajeo que envolverá el modelado de estructuras en Autodesk Revit

✓ CONFIGURACIÓN DE LAS UNIDADES DEL PROYECTO:

Las unidades con las que se configuro para la modelación son en el sistema internacional de unidades.

✓ MODELADO DE ELEMENTOS DUPLICADOS:

Se encontró elementos duplicados es decir que un elemento modelado se ubica dentro de otro elemento generando un aumento de metrados, sin embargo, este tipo de errores fue solucionado fácilmente haciendo una detección de interferencias en cualquier tipo de software BIM ya sea en este caso Autodesk Revit o Autodesk Navisworks.

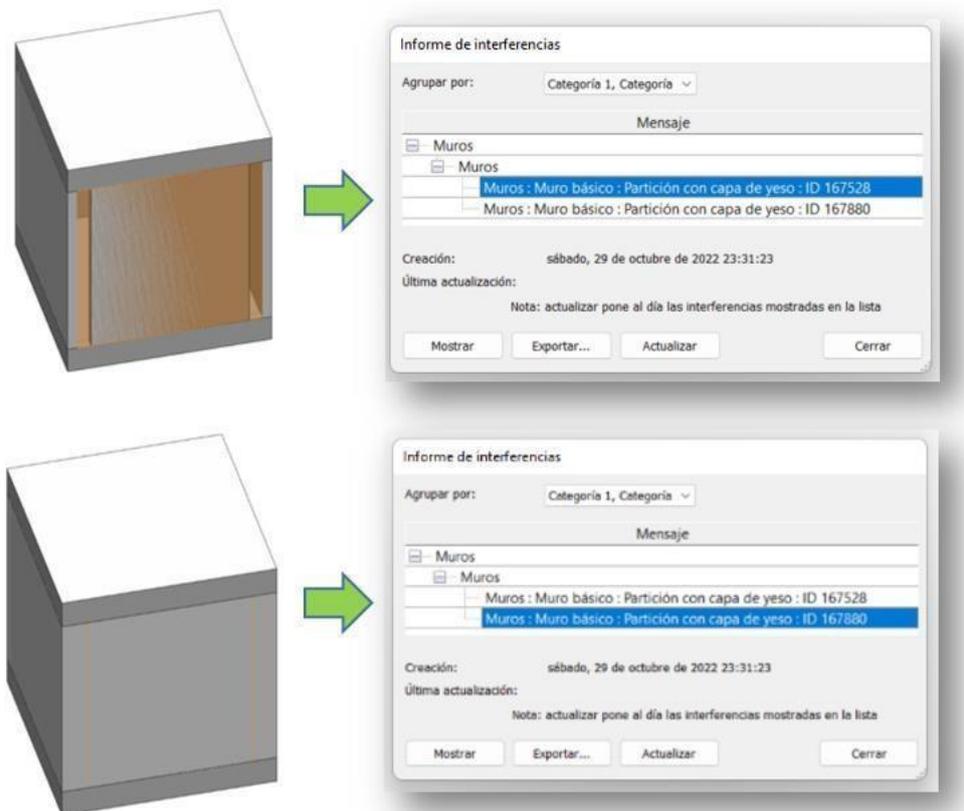


Figura N° 25. Detección de interferencias para elementos duplicados en Autodesk Revit

B) MODELAMIENTO EN ESTRUCTURAS – REVIT

✓ CONFIGURACIÓN DE ARMADURA O ACERO TRANSVERSAL:

Para el presente informe de tesis, se tomaron las especificaciones Técnicas dadas en el expediente, tomando información sobre el proyecto en sus diferentes partidas que vayan de la mano con lo establecido en la norma técnica de edificaciones (cargas C-020; Diseño Sismorresistente E-030; Suelos y Cimentaciones E-050; Concreto Armado E-060; Albañilería E-070; entre otras).

Se configuró las longitudes por defecto que se tendrá en el programa para que se coloque bien el anclaje de ganchos (Vigas-Columnas), por ejemplo, el diámetro de la barra, la curvatura estándar que se tendrá, la longitud del gancho estándar por diámetro que se tenga, radio máximo de curvatura y otros.

✓ **ASIGNACIÓN DE RESTRICCIONES PARA ACEROS:**

Esta herramienta brindada por Autodesk es demasiado útil y necesaria debido a que si no se trabaja con restricciones en aceros no hay forma de modelar los aceros y sus traslapes correctamente, de tal modo, si se moviera los niveles establecidos o elementos estructurales estos aceros no conservarían la longitud restringida mínima de traslape para tener un empalme de acuerdo a lo que nos dice norma, haciendo así variar los metros y por lo tanto el presupuesto.

Entonces debemos tomar en cuenta que estas restricciones en aceros son esenciales para que se tenga un flujo de trabajo correcto y claro sin generar problemas en los tiempos de planificación de los equipos designados para la modelación por posibles cambios del modelo, permitiéndose dar solo una comprobación y confirmar la longitud mínima pedida para los traslapes.

C) MODELAMIENTO EN MEP – REVIT

✓ **NO ESTÁ CATEGORIZADA:**

Se categorizó las familias del modelo BIM, esta consideración es fundamental ya que este orden establecido es el que va a homogeneizar los distintos proyectos que se lleguen a realizar después, por tanto, deben ser la base sobre la que se asienten todos los proyectos realizados dentro de un país, zona o continente.

✓ **NIVEL DE DETALLAMIENTO INNECESARIO:**

Para la presente investigación de tesis los equipos no necesariamente necesitan mostrar tornillos, tuercas o bruñas que tiene equipo, debido a que el nivel de información plantado es un LOD 3 para la modelación MEP, si no se estableciera el nivel de información de detalle probablemente genere que el proyecto nos demande de más tiempo o que las familias que se vayan cargando demanden de un mayor espacio de almacenamiento.

✓ **SISTEMA NO CONECTADO:**

Es clave asegurarse que todo el sistema sanitario, eléctrico y mecánico, esté conectados en un solo sistema por especialidad pues debido a esto si

hay algún cambio en los niveles de pisos o configuración de pendientes, el modelo creado se actualice solo.

✓ **ADOPCIÓN DE FAMILIAS INDEPENDIENTES:**

El modelo BIM desarrollado en la presente tesis, fue adoptando familias creadas paramétricamente por el tesista.

D) ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROCESO DE MODELACIÓN

✓ **SE REALIZÓ EL CLASH DETECTION:**

Para poder detectar diferentes errores de interferencia y modelos duplicados se tiene necesariamente generar informes de detección de interferencia que pueden darse en diferentes softwares BIM, y que nos certificará la disminución de errores en la extracción de metrados.

✓ **ADOPCIÓN DE FAMILIAS:**

Generalmente las familias adoptadas presentaron errores cuando se realizaba la edición de dimensiones.

Siendo otro caso identificado a tomar en cuenta es que algunas familias contenían gran cantidad de parámetros innecesarios y desconocidos que simplemente están muy comprometidos o enlazados y que en lugar de aportar a la modelación generan un modelo final más pesado.

✓ **RECORRIDOS EN EL MODELO FEDERADO**

Muy aparte de la identificación de interferencias que son las causantes de las principales variaciones de metrados, también es necesario poder generar recorridos visuales para ver los pequeños detalles de cómo quedará el proyecto y así también poder identificar algunas fallas que se tiene como, por ejemplo:

3.4.4. PROCESOS PARA LA CREACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DEL MODELO BIM

A) PLATILLAS DE VISUALIZACIÓN

La plantilla de visualización utilizada permite realizar cambios automáticos respecto a la visibilidad que se tenga de la vista generada por el empleador.

Para obtener la correcta configuración de una platilla de visualización se fijó parámetros y características de acabado para las vistas generadas que no solamente se los puede utilizar para vistas en planta, sino que también puede ayudarnos en la generación de vistas 3D y así apoyar en la disminución de tiempos para la realización de planos.

MODELAMIENTO 3D TRADICIONAL

Uno de los puntos en los que se invierte una cierta cantidad de tiempo es para la creación de detalles de vista y planos o laminas, teniendo que realizar un proceso repetitivo, el cual a comparación de un modelo inteligente no será automatizado, teniendo que pulir diferentes detalles continuos como la edición de escalas, visibilidad de algunos elementos modelados, uso de filtros, entre otros; Para cada plano y archivo de visualización.

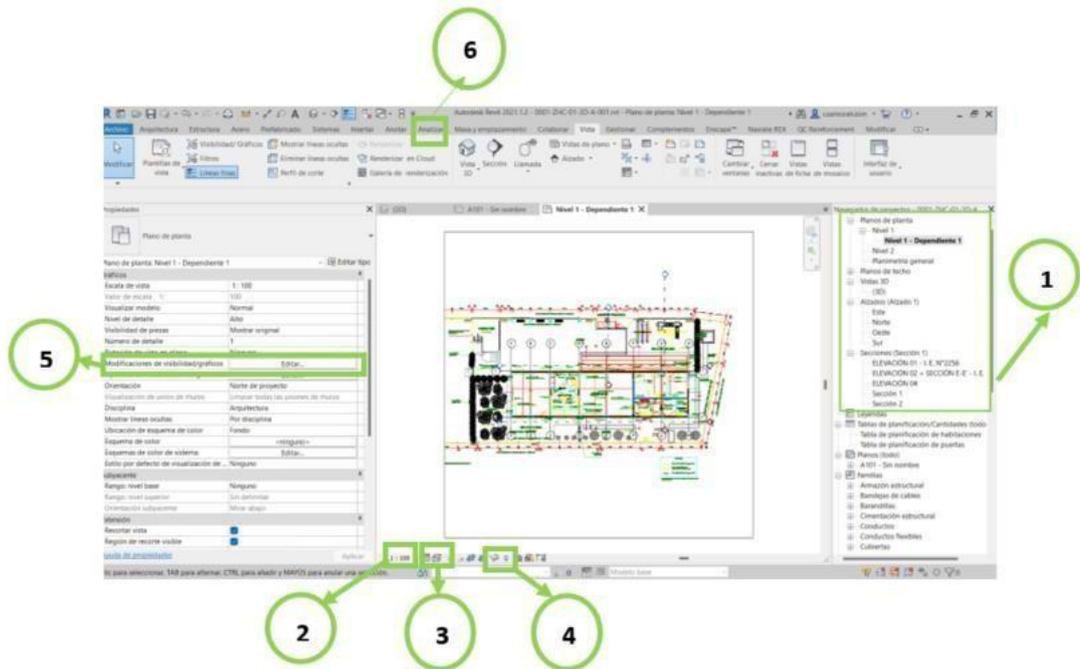


Figura N° 26. Identificación de puntos para elaboración de planos manuales en Autodesk Revit

- 1_ Elección de planos en vista
- 5_ Modificaciones de visibilidad
- 2_ Escala
- 4_ Elementos ocultos
- 5_ Estilo de visibilidad

6_ Acotación

B) PARAMETRIZACIÓN DE FAMILIAS

Se identificó que hay una gran diferencia en crear una familia común de datos y una familia paramétrica, teniendo como inicio la elección de la plantilla de familia con la cual se quiere trabajar y tienen por ubicación para el presente proyecto de investigación “C:\ProgramData\Autodesk\RVT 2021\Family Templates\Spanish”, pudiendo identificar cada archivo de plantilla de familia con la extensión RFT.

Una vez aquí, se consideró un orden debido en la modelación y el trabajo conjunto con los seguros que fueron activados conforme se fue avanzando con la creación de sólidos con el apoyo de herramientas como extracción, revolución, fundidos y barridos.

C) NIVELES

Para continuar con un correcto modelamiento BIM a través de un modelo inteligente es que se tomó en cuenta la vinculación de elementos modelados enlazados respecto a los niveles entre los que va a estar ubicado respecto al modelo inteligente; siendo así, que frente a cualquier cambio sobre los niveles de proyecto los modelos se actualizan automáticamente, ayudando al ahorro de tiempo y energía que se pueda desempeñar en la actividad.

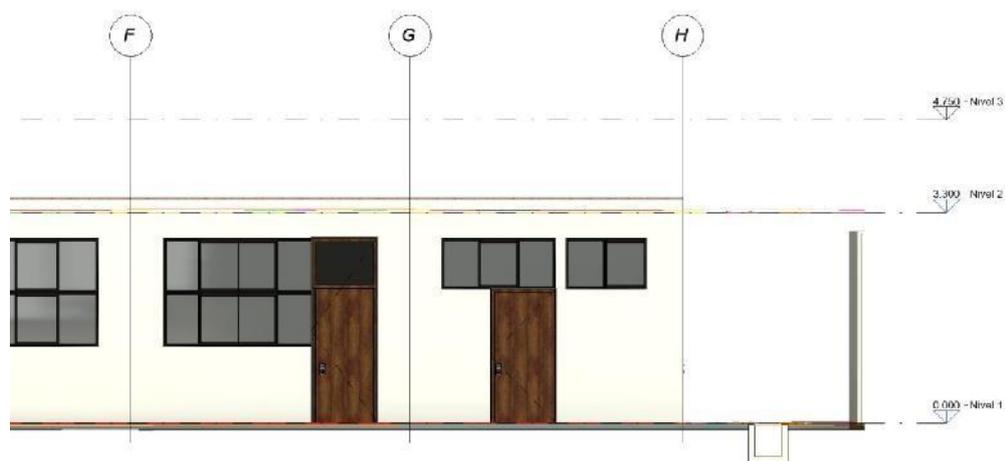


Figura N° 27. Niveles asignados a elementos modelados en Autodesk Revit

D) CREACIÓN DE BIBLIOTECA DE MATERIALES

Una de las principales ayudas que tenemos de este trabajo colaborativo BIM es de poder tener una base de datos y procedimiento ya establecida que ayudó en el inicio del proyecto de modelación para no empezar desde cero, teniendo esto en cuenta es de vital importancia ir creando bibliotecas de materiales de las cuales se pueda ir copiando los materiales que comúnmente se repiten en la mayoría de proyectos, generando así un ahorro de tiempo en la creación de cada material.

Se recomienda que estas bibliotecas de materiales deben estar creadas por especialidad y si es que son generadas con el software Autodesk Revit, debería tener una extensión de cada archivo de “adsklib”

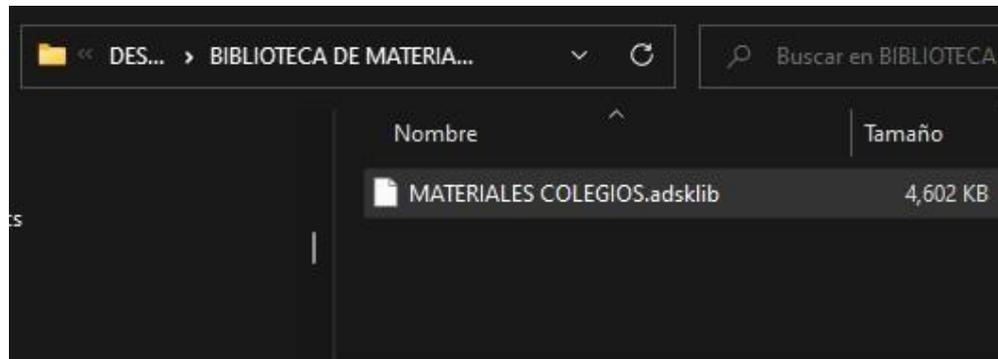


Figura N° 28. Verificación de la extensión de la biblioteca de materiales archivados en el escritorio de la PC.

✓ CREACIÓN DE MATERIALES

El proceso realizado para la creación de familias paramétricas fue el siguiente:

Ingresamos al explorador de materiales donde se colocó nombres y apariencias.

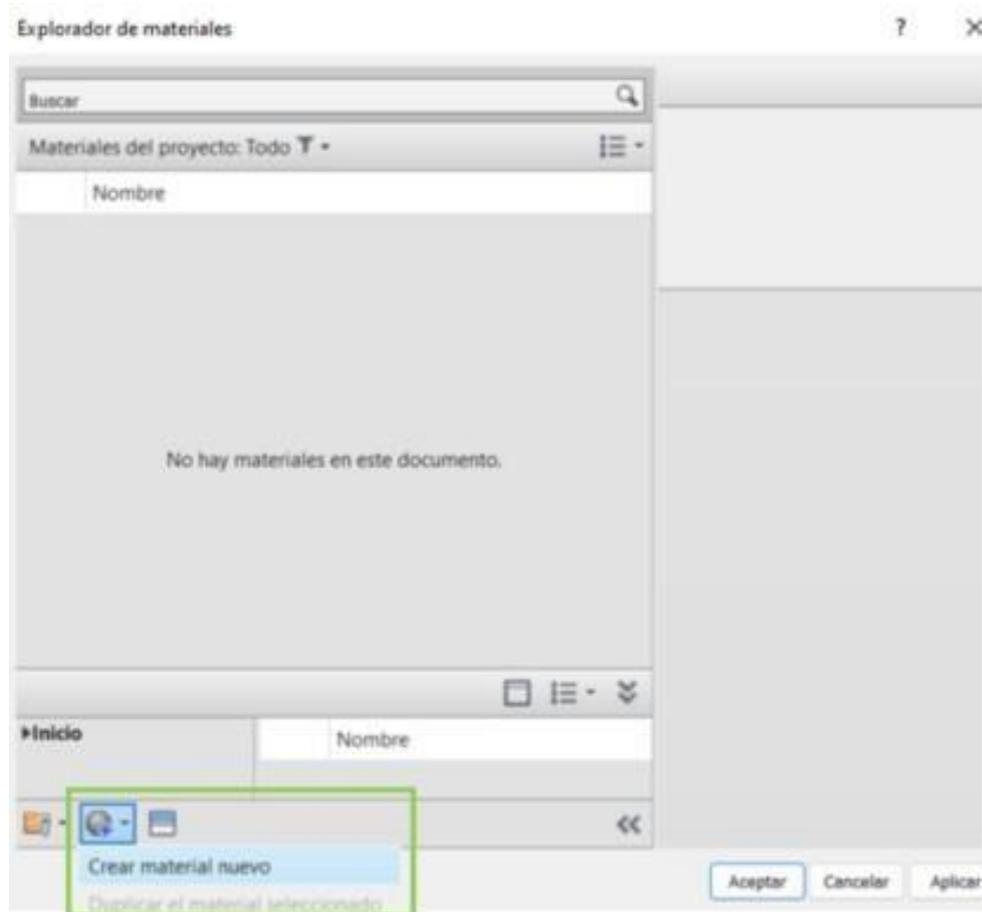


Figura N° 29. Creación de todos los materiales manualmente en Autodesk Revit

Quando se tuvo cierta cantidad de materiales creados se generando nuestra propia biblioteca de apariencias a partir de imágenes que serán las que darán el acabado al momento de renderizar los elementos modelados que han sido asignados algún material.

Para el presente proyecto de investigación se creyó conveniente crear la biblioteca de materiales de acuerdo al expediente técnico y detalles en planos, respecto a las apariencias se ha tomado el explorador de activos que nos brinda Autodesk.

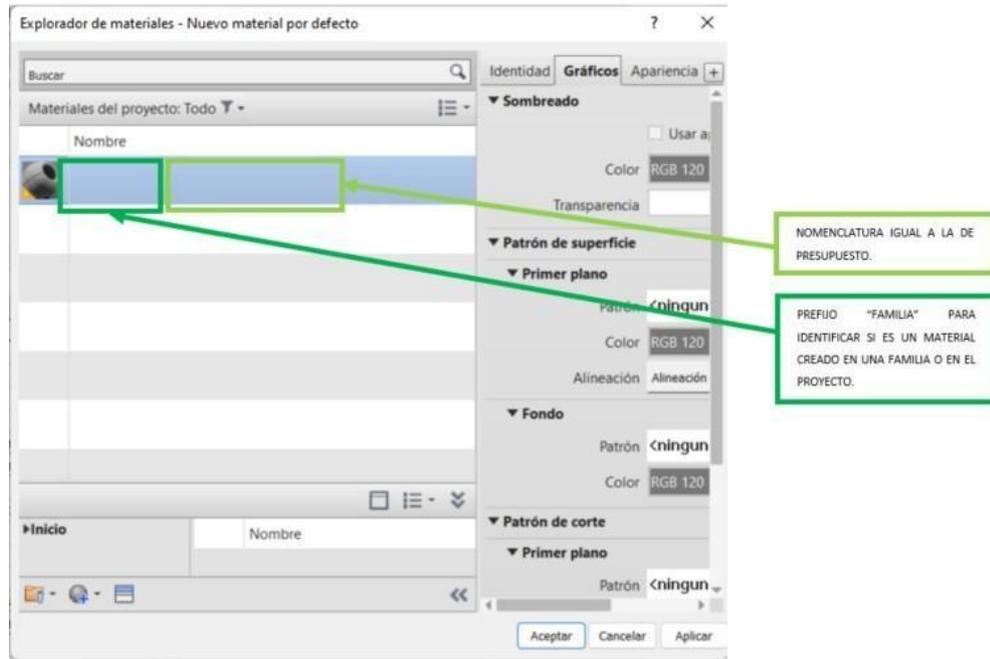


Figura N° 30. Asignación de la nomenclatura de material en Autodesk Revit



Figura N° 31. Nomenclatura de materiales del proyecto igual a la del presupuesto



Figura N° 32. Nomenclatura de materiales del proyecto igual a la del presupuesto

Presupuesto

Presupuesto 0001018 "CREACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL ESCOLARIZADA EN LA I. E. N° 2213 DEL SECTOR LA VIÑA, EN EL CENTRO POBLADO PACANGUILLA, DISTRITO DE PACANGA, PROVINCIA DE CHEPÉN - LA LIBERTAD"

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Cliente GOBIERNO REGIONAL DE LA LIBERTAD Costo al 30/11/2018

Lugar LA LIBERTAD - CHEPEN - PACANGA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio Si.	Parcial Si.
11.02	VIDRIO LAMINADO a= 3mm	m2	3.69	74.41	286.46
11.03	VIDRIO CRISTAL PARA ESPEJO	m2	1.62	56.65	91.77
12	PINTURA				38,216.77
12.01	PINTURA LÁTEX PARA CIELO RASO 2 MANOS	m2	178.52	15.03	2,583.16
12.02	PINTURA ÓLEO MATE EN INTERIORES 2 MANOS	m2	408.53	15.29	6,252.54
12.03	PINTURA LÁTEX ACRÍLICO MATE PARA EXTERIORES 2 MANOS	m2	1,128.12	16.87	19,031.38
12.04	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO PARA CONTRAZÓCALOS 2 MANOS	m2	117.64	18.04	2,122.23
12.05	PINTURA EN ELEMENTOS DE MADERA CON BARNIZ ACABADO NATURAL	m2	52.67	15.16	1,407.91
12.06	PINTURA EPOXICA EN CARPINTERIA METÁLICA	m2	290.84	22.83	6,539.88
12.07	PINTURA DE LÍNEA DEMARCATORIA (PINTURA TRÁFICO)	ml	10.17	8.03	81.67

Figura N° 33. Nomenclatura de las partidas del presupuesto

- ✓ PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO DE UN MODELO INTELIGENTE
- La clave que ayudó con el enlace entre las tablas de planificación y los metrados de una herramienta BIM de presupuestos es la de poder identificar los materiales del proyecto que pertenecen a familias cargadas, teniendo en cuenta que sean familia creadas con el mismo modelador o si es que se tienen algunas familias ya establecidas se recomienda seguir un patrón de nombres para poder identificarlos, siendo para el presente informe, un modelo básico de nomenclatura.

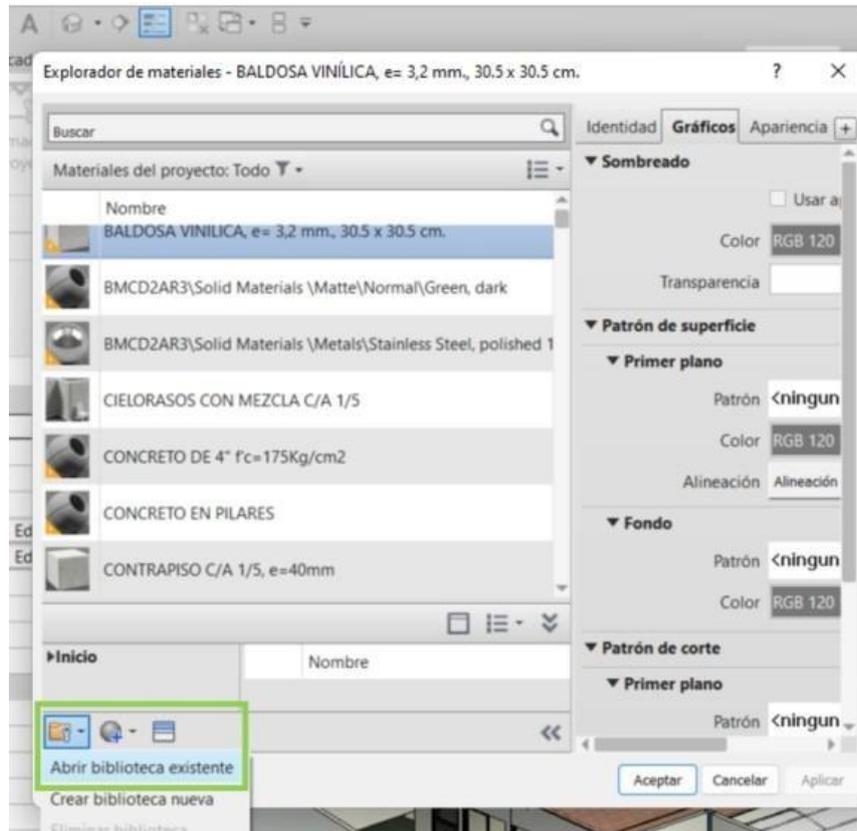


Figura N° 34. Primer paso para abrir una biblioteca de materiales de Autodesk Revit

Recordar que estos pequeños acuerdos son identificados y plasmados en el Plan de Ejecución BIM (PEB).

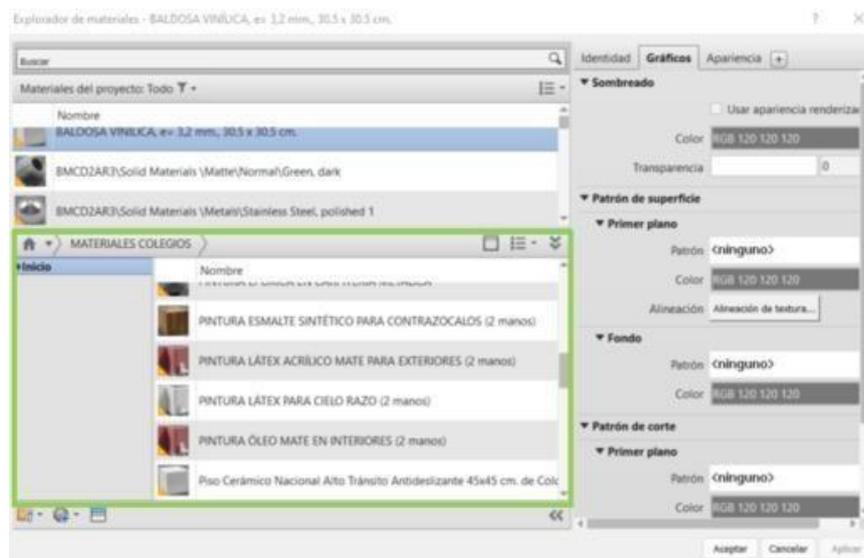


Figura N° 35. Identificación de materiales contenidos por la biblioteca de materiales

E) PLANOS DE REFERENCIA APLICADOS EN LA MODELACIÓN BIM

Además de las rejillas y niveles los planos de referencia son planos ortogonales a la vista en donde fue creado siendo visibles solo en otras vistas que sean ortogonales y que serán utilizados para alinear diferentes restricciones o parámetros.

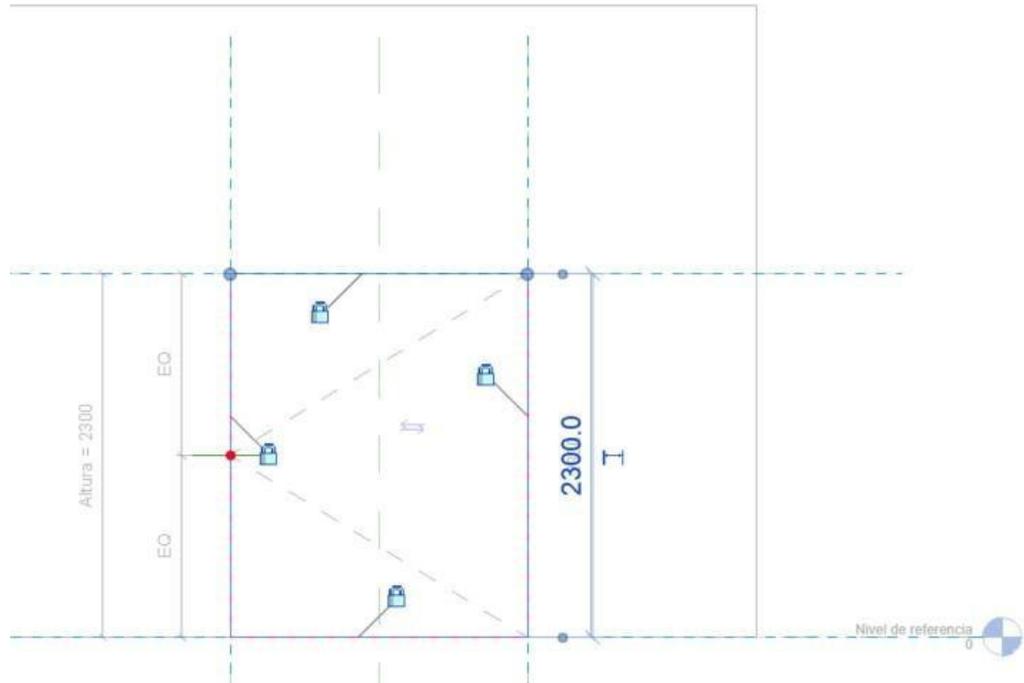


Figura N° 36. Restricciones alineadas a planos de referencia en familias creadas en Autodesk Revit

F) CUADRO DE VANOS

Se identificó los parámetros asignados en las familias de ventanas, puertas, mamparas y otras aberturas que pueda haber en los muros como: Ancho, alto, alfeizar que contienen dimensiones exactas que van siendo ubicadas en ciertos lados de un cuadro de vanos.

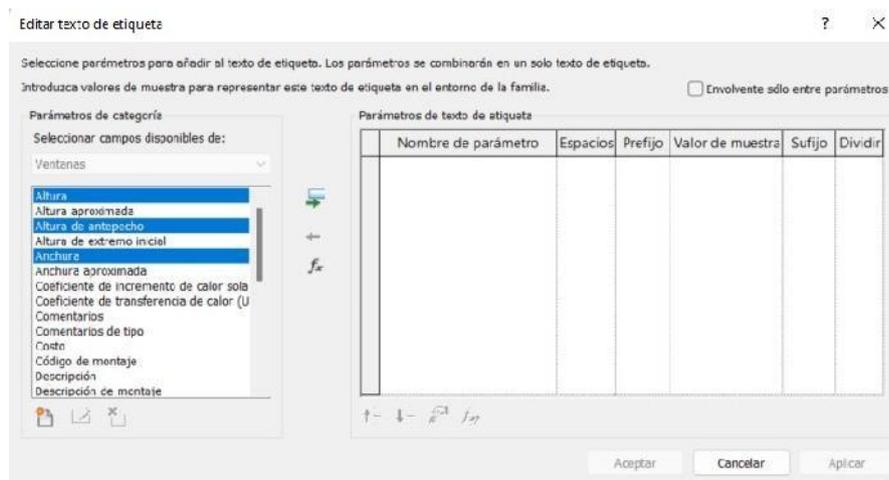


Figura N° 37. Identificación de texto de etiquetas en Autodesk Revit para creación de cuadro de vanos.

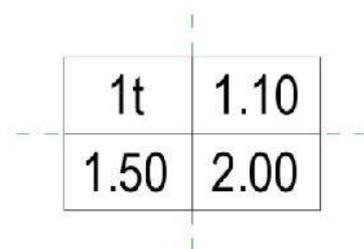


Figura N° 38 Texto de etiquetas en Autodesk Revit utilizadas para cuadro de vanos de ventanas

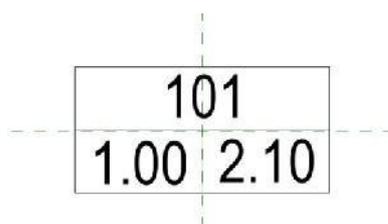


Figura N° 39. Texto de etiquetas en Autodesk Revit utilizadas para cuadro de vanos de puertas

G) PARAMETRIZACIÓN

➤ PUERTAS

Se identificó los dos tipos de restricciones que se utilizará para la creación de familias paramétricas y estas son restricciones con parámetros y restricciones sin parámetro asignado.

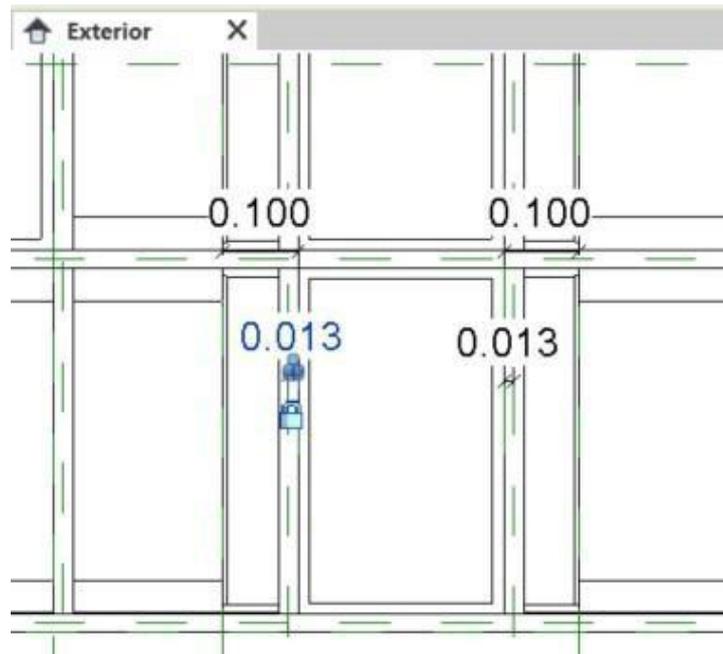


Figura N° 40. Identificación de restricciones sin parámetro asignado en familias de Autodesk Revit

Pudiendo observar que estas restricciones no se encuentran en la tabla de asignación de parámetros y por eso es que ya se sobreentiende que la dimensión de este elemento modelado se conservará con sus mismas dimensiones a pesar que se cambie el cuadro de vanos.

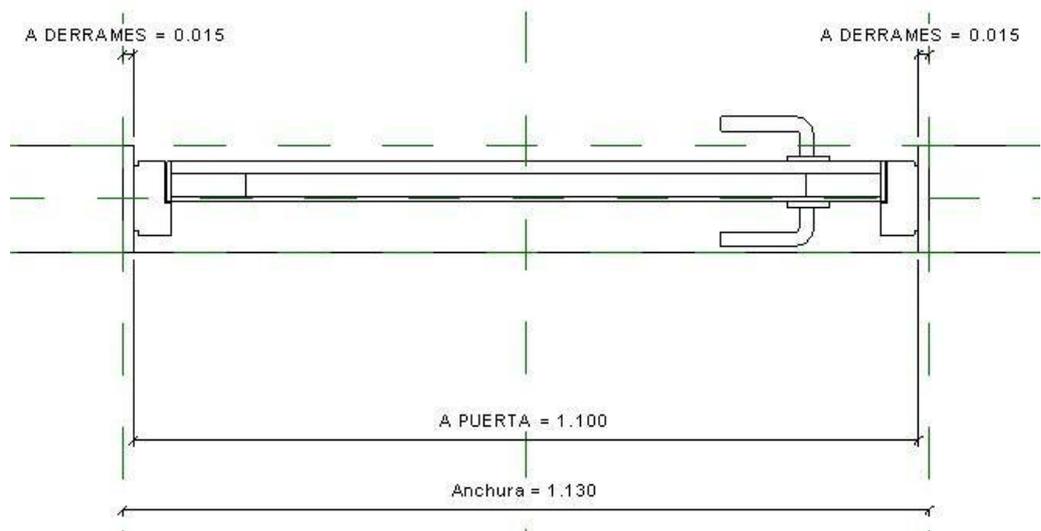


Figura N° 41. Identificación de cotas asignadas en vista en planta a parámetros de familias de Autodesk Revit

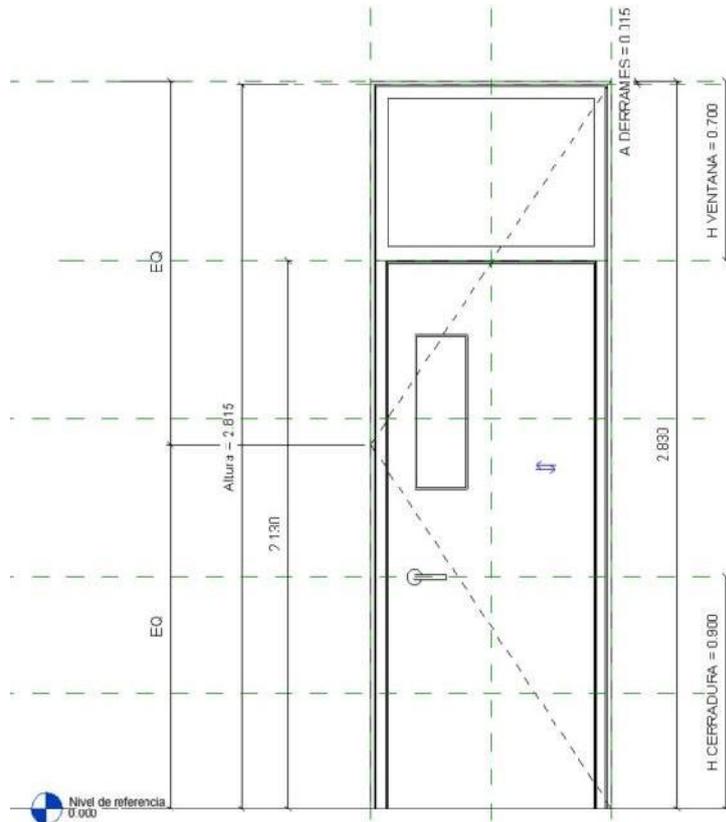


Figura N° 42. Identificación de cotas asignadas en vista frontal a parámetros de familias de Autodesk Revit

Tipos de familia

Nombre de tipo: PUERTAS T1

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloqueo
Construcción			
Función	Interior	=	
Cierre de muro	Por anfitrión	=	
Tipo de construcción		=	
Cotas			
A PUERTA	0.9000	=	<input checked="" type="checkbox"/>
H CERRADURA	0.9000	=	<input type="checkbox"/>
H PUERTA	2.1000	=	<input checked="" type="checkbox"/>
H VENTANA	0.7000	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura	2.8150	=H VENTANA + (H PUERTA) + (A DERRAMES)	<input checked="" type="checkbox"/>
Ánchura	0.9300	=(A PUERTA) + 2 * (A DERRAMES)	<input checked="" type="checkbox"/>
Ánchura aproximada		=	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura aproximada		=	<input checked="" type="checkbox"/>
Grosor		=	<input checked="" type="checkbox"/>
EJE/PUERTA - MURO	0.0400	=	<input type="checkbox"/>
A DERRAMES	0.0150	=	<input checked="" type="checkbox"/>

¿Cómo se gestionan los tipos de familia?

Aceptar Cancelar Aplicar

Figura N° 43. Identificación de parámetros asignados en familias de Autodesk Revit

➤ VENTANA

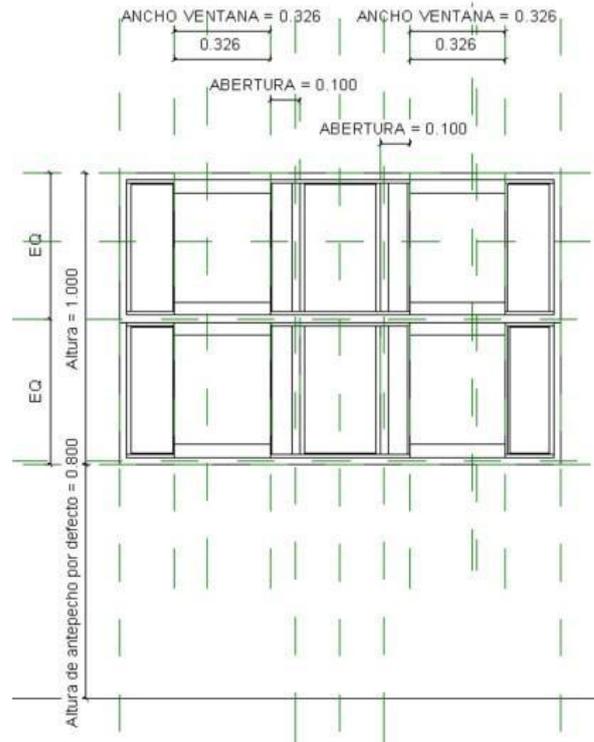


Figura N° 44. Identificación de parámetros asignados en familias de Autodesk Revit

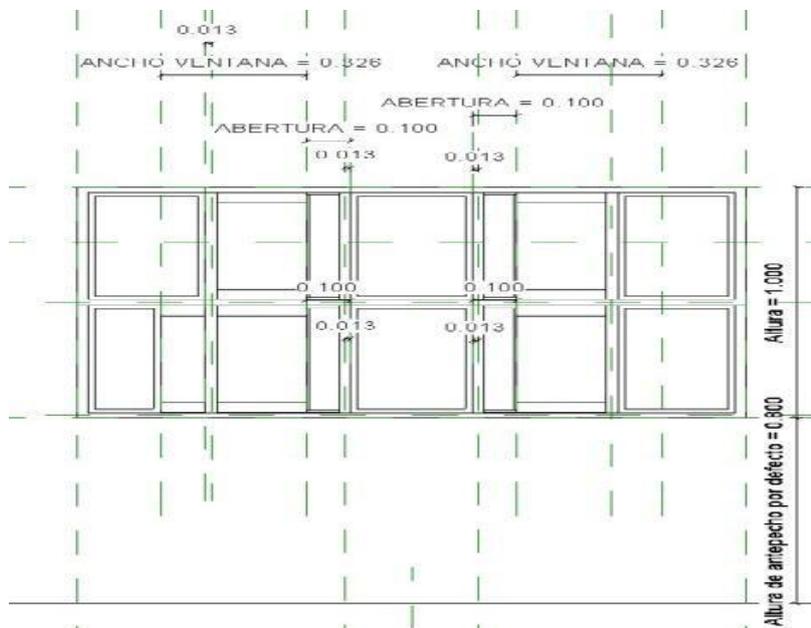


Figura N° 45. Identificación de restricciones asignadas en familias de Autodesk Revit

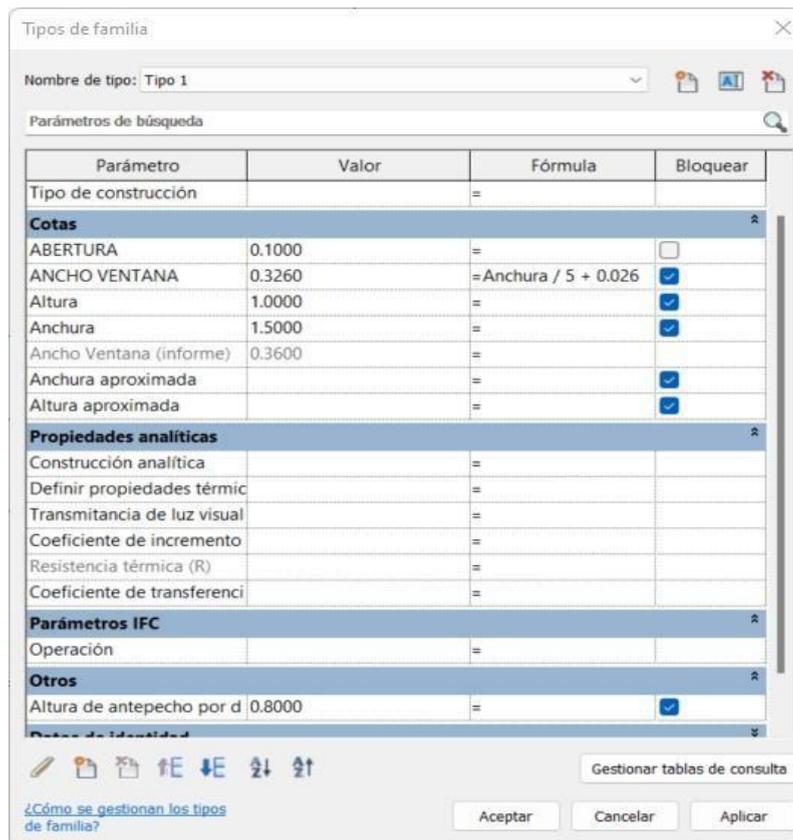


Figura N° 46. Tabla de edición de parámetros asignados en familias de Autodesk Revit

H) RESTRICCIONES PARA ACEROS

Para la creación de aceros se generó diferentes cortes al elemento modelado de la especialidad de estructuras.

Generalmente cuando se modelan estos aceros se debe tener en cuenta que se tiene que configurar las longitudes de gancho ya sea para estribos o el gancho de acero longitudinal que irá colocándose según las especificaciones técnicas o como algún detalle en especial que se tenga; También se debe configurar el diámetro de acero y el material dependiendo el tipo de detalle que se quiere obtener, también se debe tener en cuenta que todos los elementos modelados deben tener su configuración para un recubrimiento requerido o indicado.

Una vez teniendo en cuenta lo ya mencionado también se puede llegar avanzar con los tiempos de modelado es que si se tienen elementos que contengan concreto armado y sean similares hay la posibilidad de copiarlos y asignarles el nuevo elemento anfitrión, dando como recomendación que el copiado debe darse en una vista perpendicular al elemento del cual se quiere duplicar los

aceros, esta opción es ideal para versiones de Revit menores a la del 2022 debido a que en adelante Autodesk ya brinda un mejor proceso en las versiones más recientes respecto a este procedimiento de copiado.



Figura N° 47. Opciones para signar o determinar el anfitrión del acero modelado en Autodesk Revit

Por otra parte, el modelo puede cambiar ya sea como diferencia de niveles, variación de secciones teniendo que considerar la modelación de los empalmes o colocar un factor de seguridad que simula las longitudes de empalme y pérdidas de acero que se tendrá.



Figura N° 48. Opción para la asignación de restricciones de aceros en Autodesk Revit

Para esta asignación de restricciones se debe tener o referenciar los lados del elemento estructural de concreto armado para que con el nivel de inicio del acero se coloque la longitud fija que se requiere mantener.

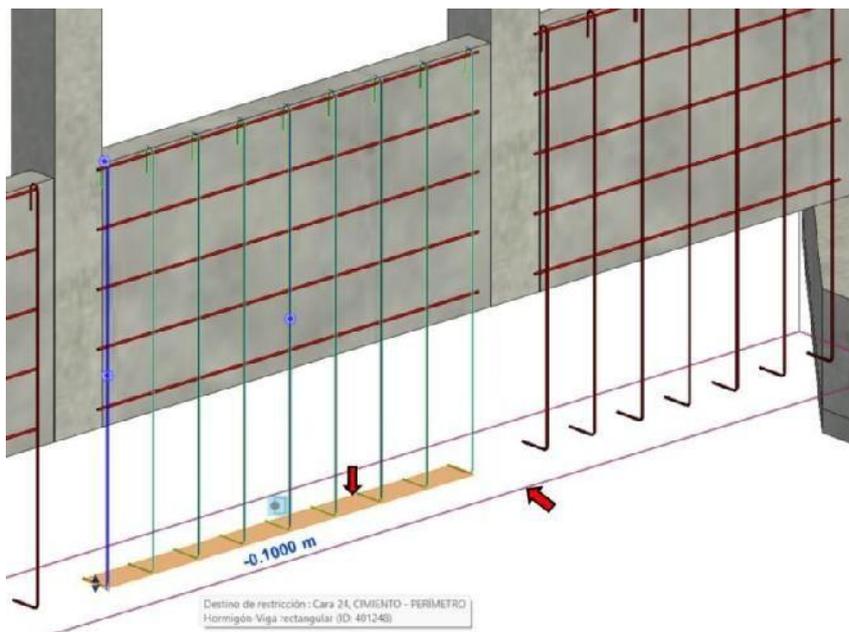


Figura N° 49. Asignación de restricciones en Autodesk Revit teniendo en cuenta los recubrimientos

El proceso utilizado en el presente informe de tesis respecto a las restricciones puede ser repetido en todos los elementos modelados ya sea para conservar los recubrimientos como el ejemplo de la **Figura 66. Asignación de restricciones teniendo en cuenta los recubrimientos** o para conservar los empalmes como lo visto en el siguiente ejemplo:

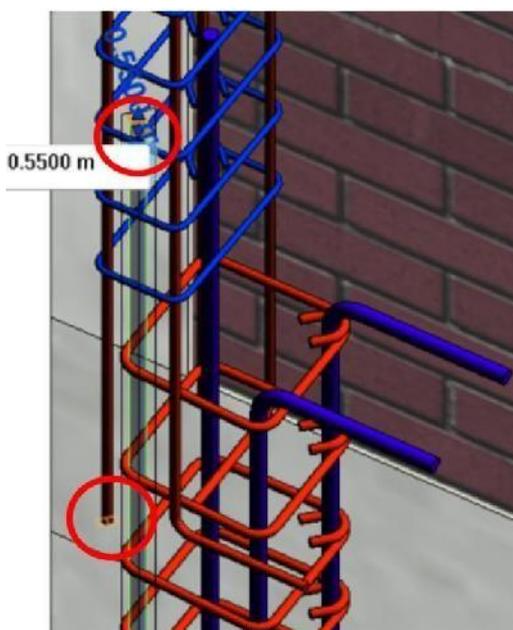


Figura N° 50. Asignación de restricciones en Autodesk Revit para empalmes

3.4.5. MODELO INTELIGENTE BIM:

Una opción que complementó el uso de plantillas de visualización es el uso de plantillas de vista de familia en planos, facilitándonos el trazo del membrete y llenado de información esencial para el laminado.

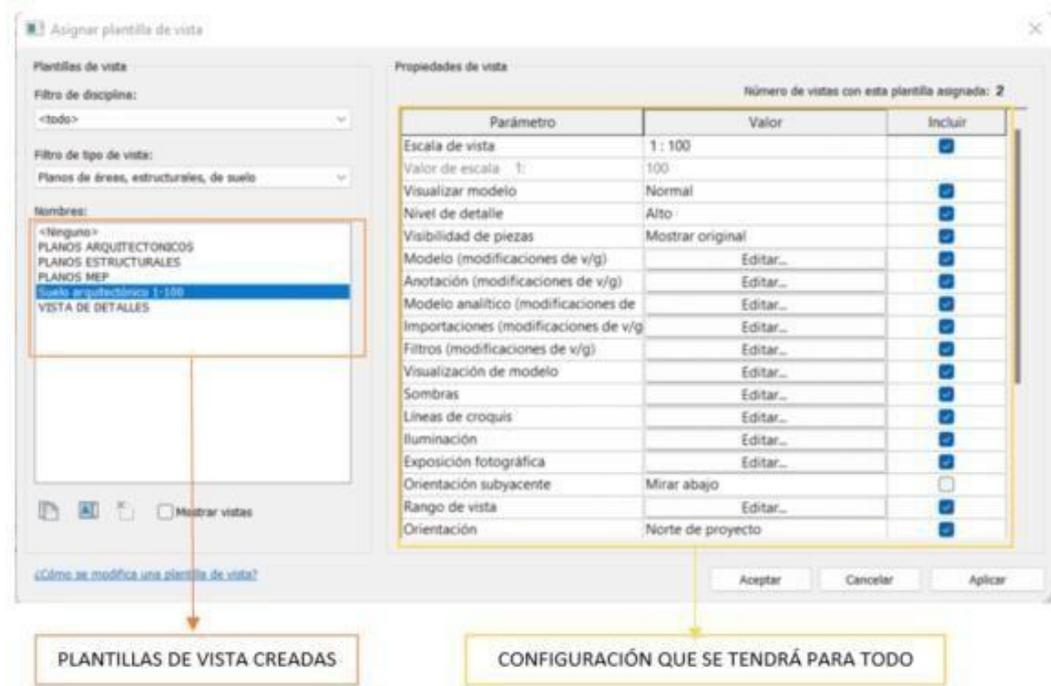


Figura N° 51. Identificación de plantillas de vista usadas en Autodesk Revit.

3.4.6. COORDINACIÓN DEL MODELO INTELIGENTE

A) CON ARCHIVOS IFC

La vinculación que se tuvo a través de los archivos IFC permitieron el intercambiar modelos de información sin perder o distorsionar datos trabajados en el proyecto de modelación entre softwares.

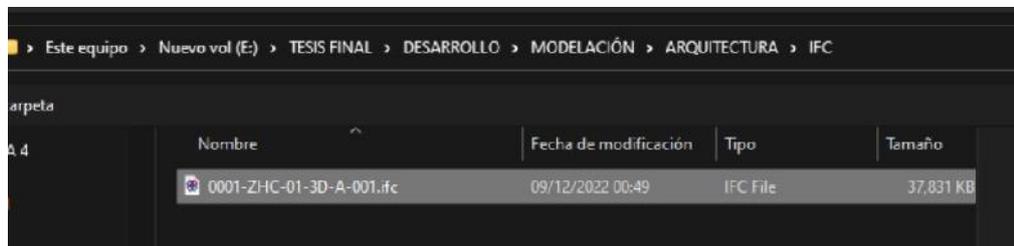


Figura N° 52. Ubicación de archivo IFC en el equipo

Para poder visualizar el contenido de información que brinda un archivo IFC se utilizó diferentes métodos, como por ejemplo visualizar el modelo en un software de reconocimiento de archivos IFC (BIMvision), donde se tuvo en

cuenta que si bien los archivos de información IFC tienen un gran nivel de interoperabilidad y una gran capacidad para evitar las pérdidas de información, cuando se abre este tipo de formatos generalmente se pierde el detalle de presentación generándose un modelo en una escala de grises, pero que contiene toda la información BIM requerida y guardada; Es decir el archivo IFC es clave para que se genere la interoperabilidad entre grandes empresas creadoras de software abriendo las puertas a poder trabajar en los programas que más nos convenga y aun así se pueda seguir vinculando estos modelos según el flujo de trabajo recomendado por las ISO 19650 Y EL PLAN BIM PERÚ.

Al trabajar con este tipo de lenguaje parecía que hubiera perdido materiales como pinturas u otros, sin embargo, al momento de revisar toda la información contenida por este documento digital, encontramos que el archivo se encuentra completo y sin pérdidas de información, pero si baja el nivel de acabado virtual que se pueda tener.

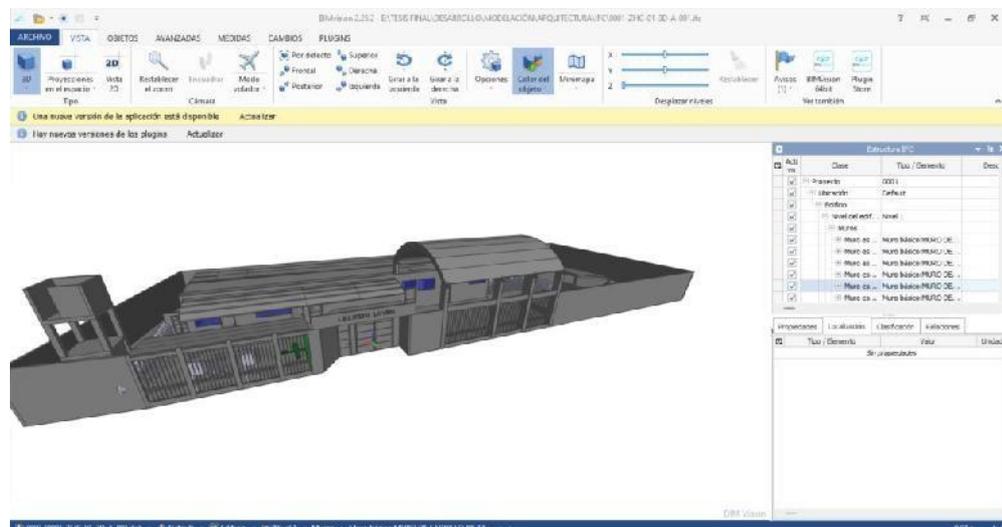


Figura N° 53. Análisis de información en software de visualización de archivo IFC

B) SIN ARCHIVOS IFC

➤ REVIT

✓ COORDINACIÓN DE NIVELES

Se identificaron los niveles base para poder utilizarlos como cimiento de niveles de las otras especialidades, y así tener un control si es que se llegase

a cambiar, actualizando el cambio y generando la variación en todos los modelos.

Es así que en la siguiente imagen podemos observar los niveles de la especialidad de arquitectura y los de estructuras, siendo coordinados con la pestaña “COLABORACIÓN” que nos ofrece Revit.

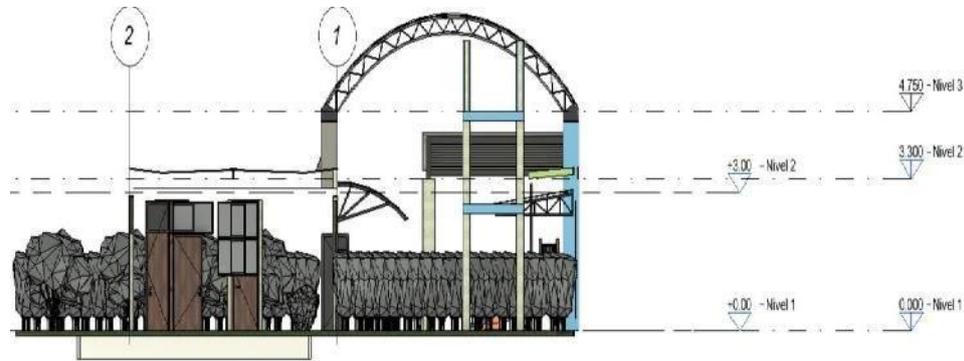


Figura N° 54. Copiado y coordinación de niveles con una especialidad de referencia

Obteniendo así niveles totalmente coordinados u automatizados frente a cualquier variación que se tenga.



Figura N° 55. Niveles coordinados entre especialidades en Autodesk Revit

✓ COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES

Para que el flujo de trabajo creado genere el modelo inteligente a través de una coordinación con el fin de que, los cambios generados se efectúen y que con una simple actualización se pueda obtener los cambios en las especialidades restantes.

Para esto es que se utilizó la opción de COPIAR/SUPERVISAR, donde se configuró los elementos modelados que posteriormente serán copiados y coordinados.

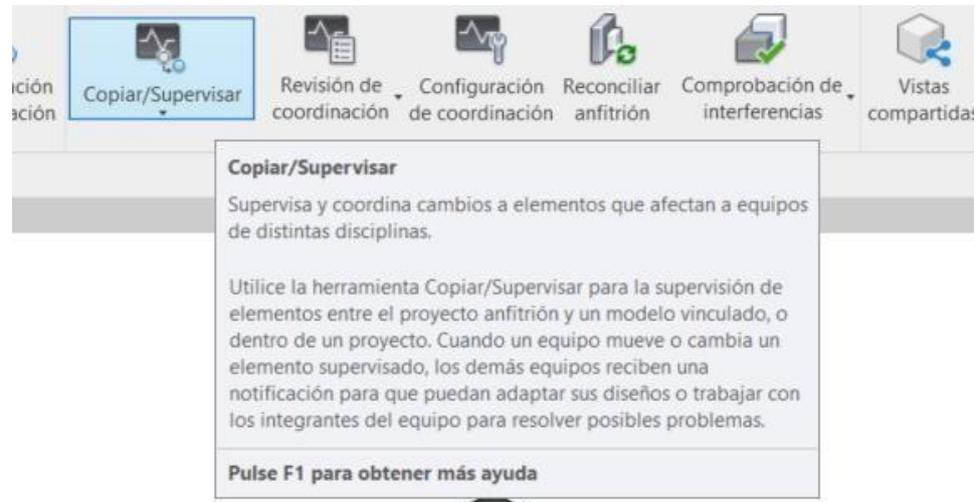


Figura N° 56. Identificación de herramientas de colaboración entre especialidades en Autodesk Revit

Teniendo en cuenta que se debe elegir dependiendo de la opción de colaboración en la que se encuentre el proyecto.

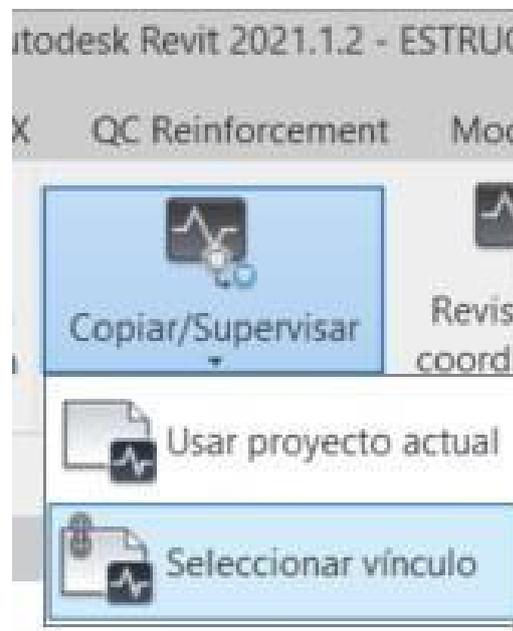


Figura N° 57. Copiar/supervisar elección de coordinación en Autodesk Revit

Para esto es que se utiliza la opción de COPIAR/SUPERVISAR, donde se tendrá que configurar los elementos modelados y que posteriormente fueron copiados y coordinados.

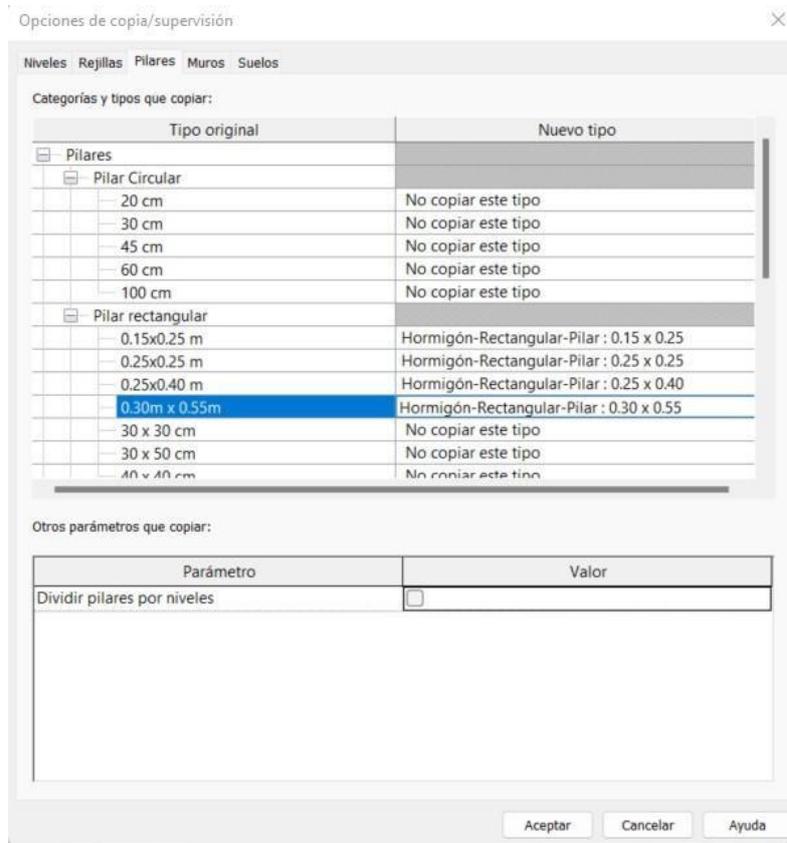


Figura N° 58. Configuración de elementos modelados en Autodesk Revit que serán coordinados con otras especialidades

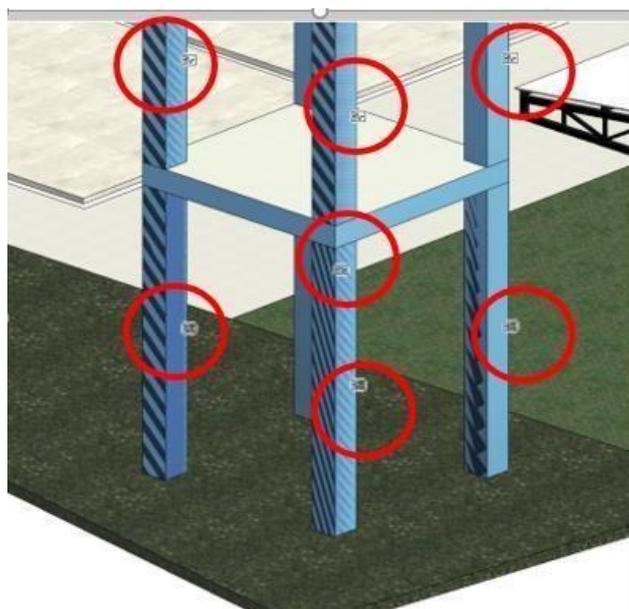


Figura N° 59. Columnas coordinadas en Autodesk Revit

PROCESO DE COLABORACIÓN EN UN MODELO INTELIGENTE

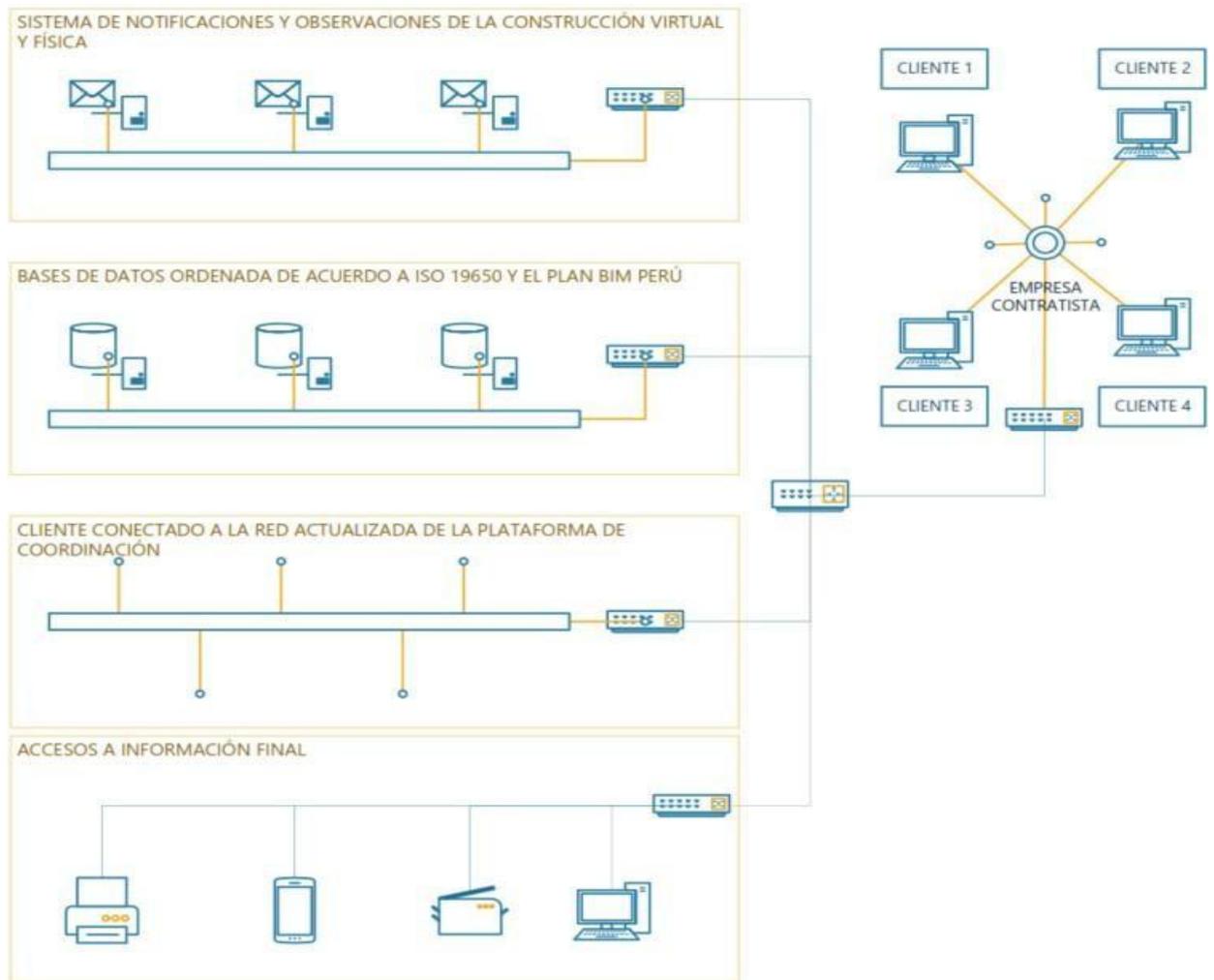


Figura N° 60. El orden del flujo de trabajo de un modelo tradicional

3.4.7. AUTOMATIZACIÓN DE CAMBIOS EN MODELOS COORDINADOS

Una vez coordinadas las diferentes especialidades se visualizaron algunos ahorros de tiempo frente a cualquier tipo de cambio y realizar estos mismos automáticamente, dependiendo siempre de la actualización de vínculos dados en la gestión de vínculos de Revit.

Una vez actualizado los vínculos se tuvo acceso a un cuadro de revisión de coordinación que se debería de realizar antes de cualquier avance diario o después de cualquier reunión o presentación que se tenga para así poder obtener la vinculación más actualizada del modelo coordinado BIM.

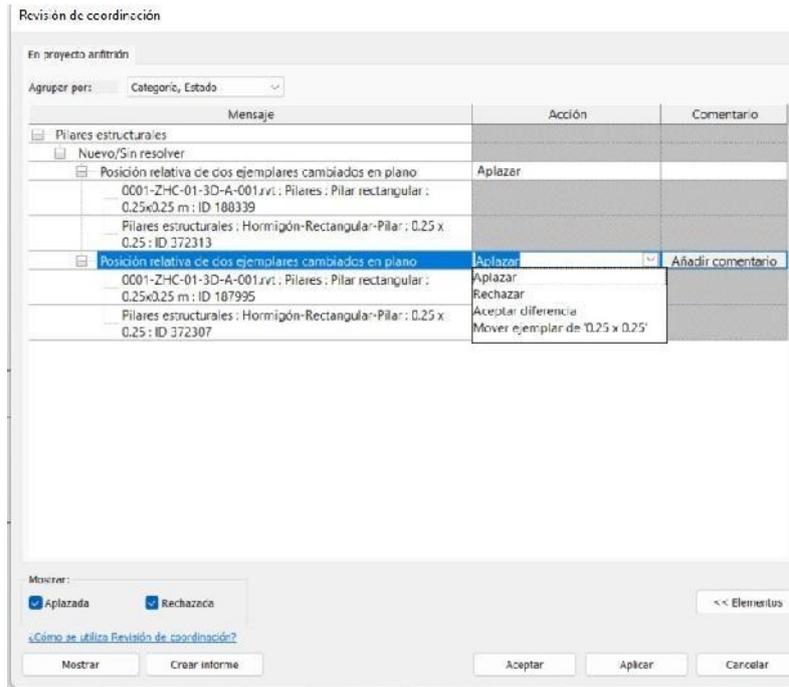


Figura N° 61. Cuadro de revisión de coordinación en Autodesk Revit

Teniendo en cuenta lo ya comentado anteriormente, es que se analizará todos los cambios percibidos en las especialidades, teniendo 4 opciones para aplicar en cada cambio coordinado justamente como se ve en la imagen del “CUADRO DE REVISIÓN DE COORDINACIÓN”, y que al utilizar cualquiera de estas 4 opciones () serán de vital importancia para la coordinación o colaboración de un modelo BIM.

DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS

Las detecciones de interferencias se dieron a través del software de Autodesk Revit, teniendo en cuenta que Autodesk Revit no es netamente un programa de coordinación sino de modelación, pero aun así nos brinda opciones que aportan para la coordinación de especialidades y poder vincular modelos sin exportar a ningún formato que no sea el “rvt”

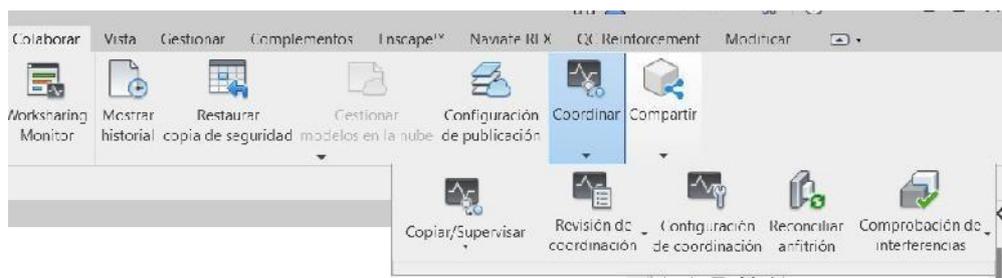


Figura N° 62. Coordinación con Autodesk Revit

Como se comentaba aparte de poder hacer la coordinación entre diferentes archivos con distintas especialidades, también se generaron reportes de interferencias que podrán ser compartidos y visualizados en el modelo de coordinación, ya que nos permite ir comparando al igual que Navisworks entre qué puntos modelados se requiere el reporte de interferencias.

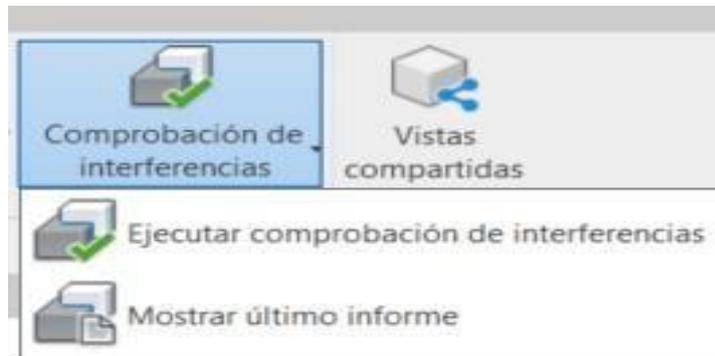


Figura N° 63. Pasos para el informe de interferencias en Autodesk Revit

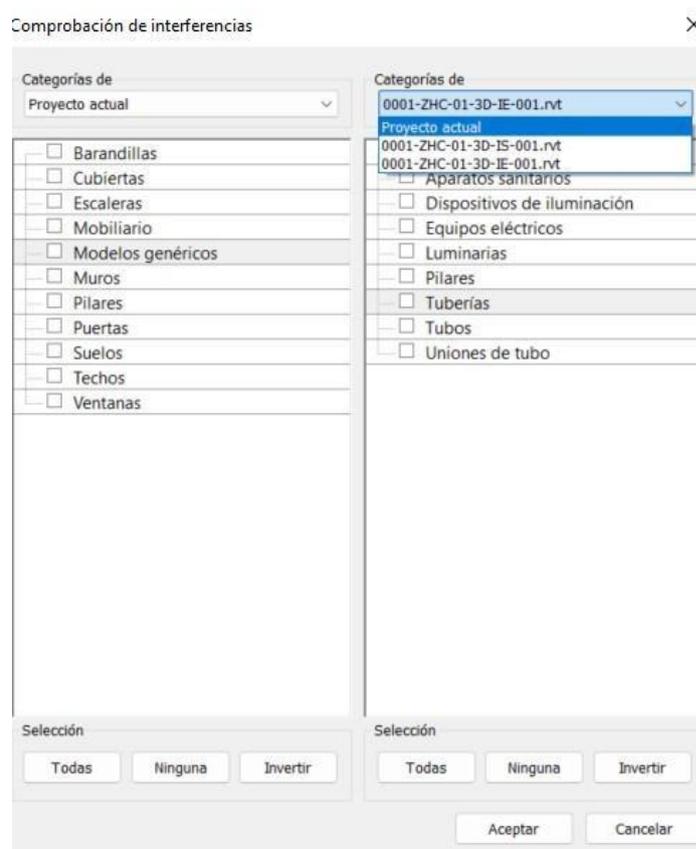


Figura N° 64. Identificación de ítems para generar el Clash Detection en Autodesk Revit

➤ NAVISWORKS

Se realizó la coordinación en Navisworks que nos brinda la facilidad de poder enlazar lo modelado con un cronograma que juntos puede ser llamado como un BIM de cuarta dimensión y que puede ser visto como una simulación en tiempo real, apoyando a la idea de doble construcción que se tiene es decir una construcción y supervisión virtual y otra en obra.



Figura N° 65. Coordinación de especialidades en Navisworks

3.4.8. PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN

3.4.8.1. PLANTILLA REVIT

La aplicación de plantillas nos generó ahorrar una gran cantidad de tiempo debido a que eliminó el proceso repetitivo de ir cambiando estilos de cota, grosores de línea, sombreados, niveles de acabado, elementos de visualización (elementos estructuras, aceros, etiquetas, y otros) y solo con seleccionar la plantilla de vista aplica la configuración guardada para ciertos tipos de presentables que se vaya requiriendo.

3.4.8.2. ADDING EN REVIT

a) TARRAJEO

Este addin nos permitió la creación y colocación de Tarrajeo en el modelo estructural, incluyendo otros elementos claves para los metrados, como lo son la pintura y el solaqueo de todo el proyecto, permitiéndonos aplicar su uso sobre diferentes elementos modelados

ya sean Muros, Columnas, Vigas, Losas, Cubiertas, Cimentaciones y también escaleras

El programa se basa en la creación manual de elementos que en Revit serán creados como muros y losas, siendo un punto de rigor el que el programa aún contiene algunas fallas como lo son el recorte de ciertos elementos en los que se detectó gracias al uso de realidades inmersiva y un recorrido virtual del proyecto y aplicaciones del **CLASH DETECTION**.

la plataforma de creación PROISAC cuenta con un equipo de programación que se compromete a ir mejorando con su software aplicado, siendo estos pequeños incidentes totalmente manejable por el modelador y coordinador de cualquier proyecto.

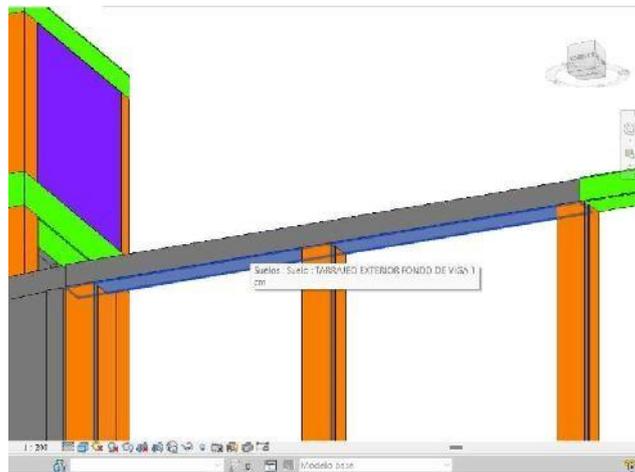


Figura N° 66. Primera incidencia encontrada en los addin de PROISAC



Figura N° 67. Segunda incidencia encontrada en los addin de PROISAC

Uno de los beneficios con los que también cuenta esta gran herramienta de PROISAC es que también funciona con link de coordinación y archivos IFC.



Figura N° 68. Barra de opciones del add-on de tarrajeo de PROISAC

A continuación, se muestra una visualización del modelo acabado aplicando los tarrajeos con el addin de PROISAC, en una vista sombreada que viene diseñada por defecto para tarrajeo en muros, tarrajeo en columnas, tarrajeo en vigas, tarrajeo en losas, todas tienen un color y denominación asignada por la misma empresa y es editable.

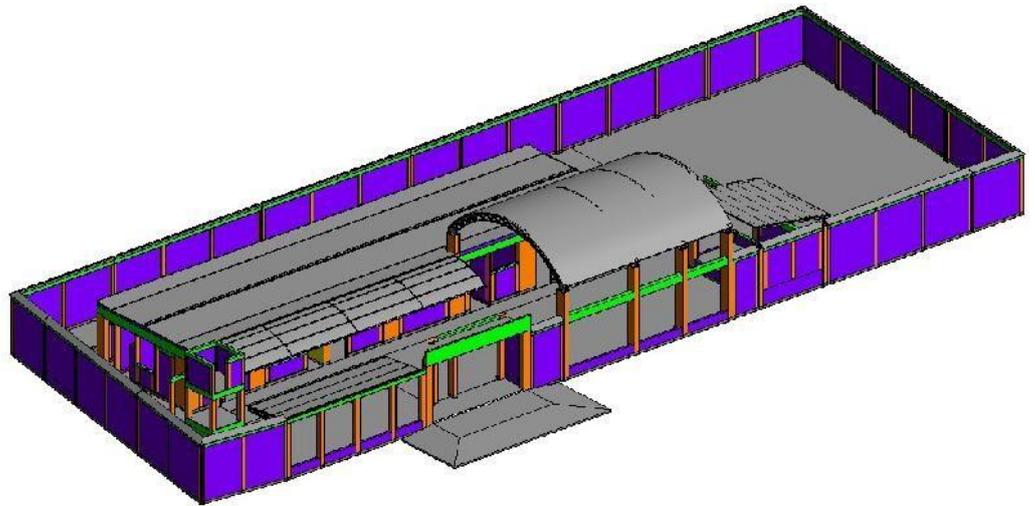


Figura N° 69. Modelado con la aplicación del add-on de tarrajeo de PROISAC.

b) ENCOFRADOS

Este addin es realizado con el único enfoque de ser utilizado en el software Revit Autodesk, siendo una programación en Dynamo en donde se analizó e independizó los elementos modelados donde se aplicará el encofrado para cada elemento.

En la programación de empezó colocando el selector de elementos seguido del scrip de Python para lo cual se necesitará filtrar y mostrar en el modelo solo los muros, cimentaciones, pilares estructurales, armazón estructural (Viga), suelos y escaleras que son los únicos elementos estructurales que llevan un encofrado en obra.

Luego se asignará un detector de geometrías de los elementos ya filtrados y se le agregará el nudo que indique la forma o solido que se aplicará a los elementos seleccionados anteriormente para luego pasar a independizar cada elemento modelado según su familia y que responda a un parámetro compartido con el nombre de “Área de encofrado”, siendo esta denominación la misma que se ha ingresado en el “Code Block” de cada ramificación generada, también mencionar que material (Material.ByName) con el que el addin funcionará para este caso será “Encofrado” resaltando una vez más que se tendrá que colocar el mismo nombre al material del encofrado debido al Code Block ya mencionado.

La geometría que se genere automáticamente en todos los elementos modelados que requieran encofrado, tendrá un grosor de 0.015 cm.

A continuación, se puede evidenciar el uso del parámetro compartido una vez corrido el addin, mostrando que funciona.

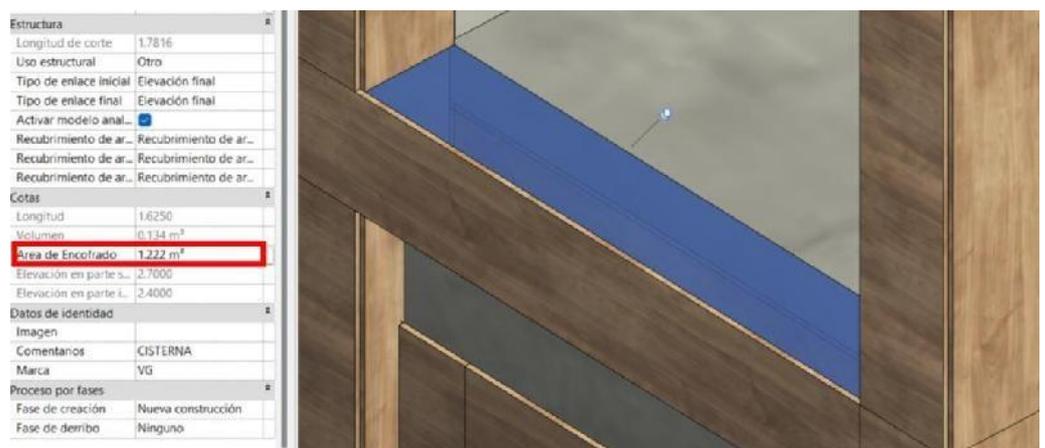


Figura N° 70. Parámetro compartido asignado en la sección de cotas en Autodesk Revit

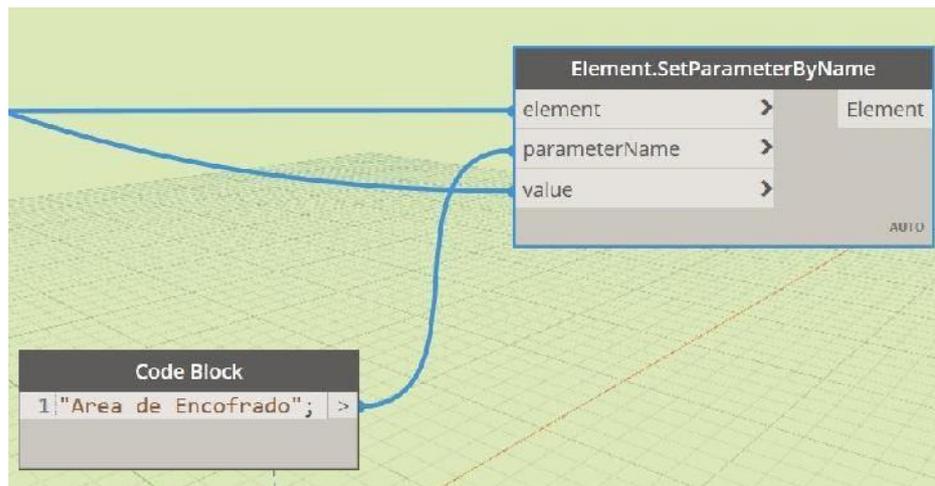


Figura N° 71. Asignación del Code Block para el parámetro compartido en Dynamo

Y para que el addin brinde un resultado con mejor presentación se le asignó la una apariencia de madera al material.

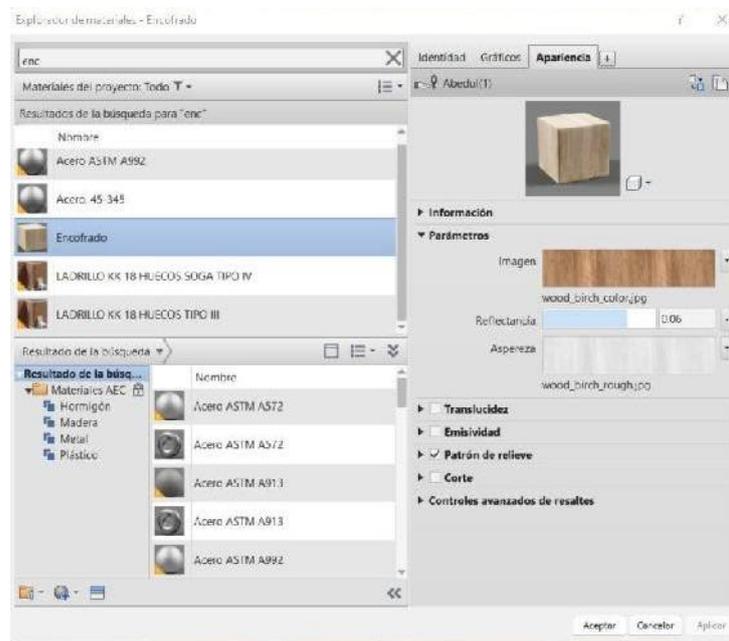


Figura N° 72. Material "Encofrado" asignado en Autodesk Revit



Figura N° 73. Asignación del Code Block para el material en Dynamo

Una vez seleccionado y corrido EL addin dependerá del tamaño del proyecto y su complejidad para que se completó solo los encofrados poniéndose un promedio de tiempo de 5 min de demora por proyecto generado, obteniéndose lo siguiente:

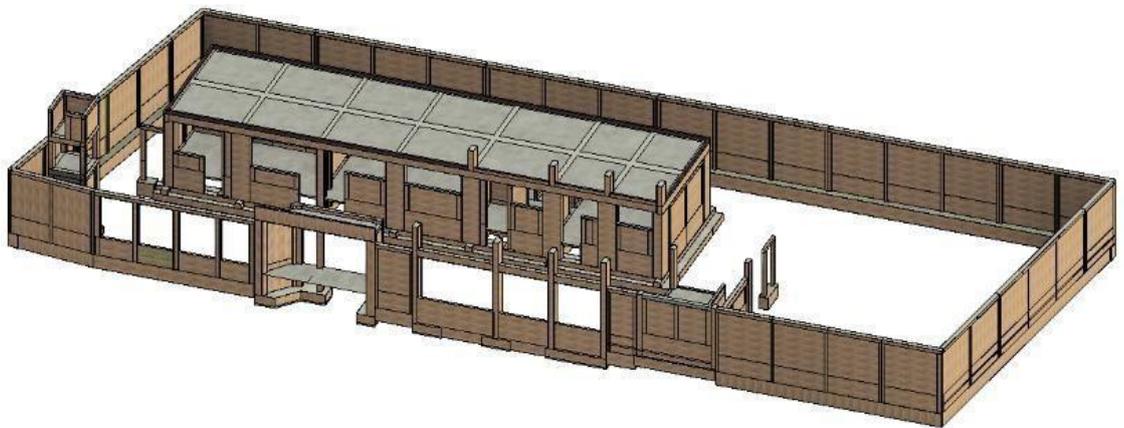


Figura N° 74. Modelo con el addin aplicado en Autodesk Revit

c) NAVIREX

Navirex es un addin a través del cual se generó la colocación de aceros en elementos de modelación que contengan acero como lo son: Vigas, columnas, pilotes, muros de contención, zapatas, vigas de cimentación, Placas; Siempre teniendo en cuenta que la colocación de armaduras estructurales según Autodesk Revit dependerá mucho de la forma de trabajo que se tenga, por ejemplo, si se tuviera que modelar aceros en una placa dependerá mucho si la placa fue modelada como pilar estructural o como un muro estructural y donde se evidenciarán más es al momento de conseguir los metrados, debido a que dependiendo de su forma de modelación este nos puede brindar un proceso más rápido o un poco más trabajoso.



Figura N° 75. Elementos donde se puede aplicar el add-on Navirex

El apoyo que nos puede brindar el addin depende de la forma de la modelación que se tuvo como por ejemplo si se modela la armazón estructural (Vigas), la forma más recomendada será generar la viga con la misma sección lo más larga posible para que cuando se coloquen las columnas el addin las identifique y automáticamente identifique cada tramo como pórticos y te pida configures una distribución de aceros y diámetro que irán ya sea para los estribos, acero longitudinal o refuerzo positivos o negativos.

Para el siguiente ejemplo tenemos que se ha identificado los pórticos modelados y se pide la configuración por tramo para los estribos, es decir se deberá identificar y colocar el acero de estribo que se requiere, el dobles final e inicial del estribo, que por conocimientos básicos sabemos que será de 135° para una sección típica de viga.

Y por último seleccionar el recubrimiento que previamente ya debería haber sido configurado.

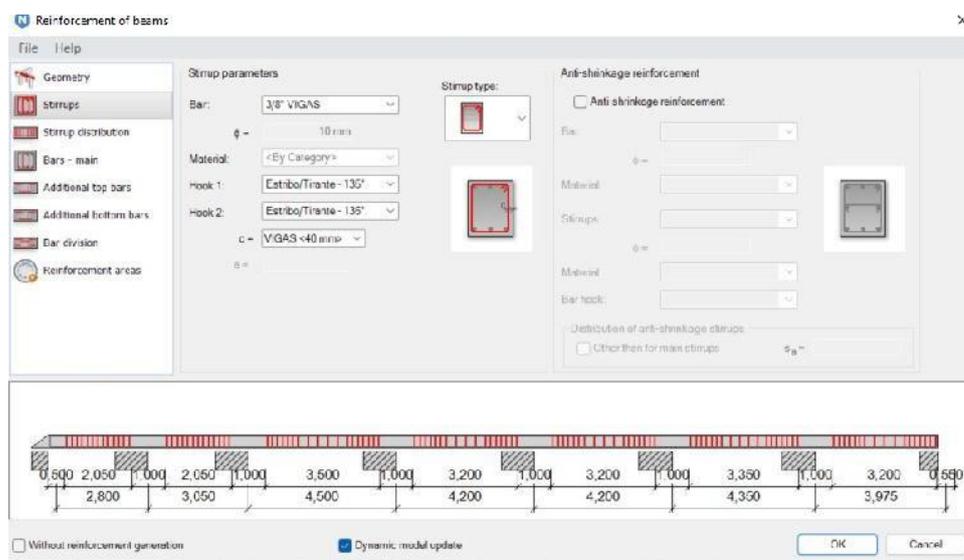


Figura N° 76. Configuración de estribos en vigas con Navirex

En el siguiente ejemplo una vez ya configurada el diámetro y recubrimiento de ejemplo anterior, luego se pasará a configurar la distribución de los estribos que irán, teniendo en cuenta que se debe configurar la distribución para cada tramo del pórtico generado.

Vale la pena mencionar que se tiene 4 tipos de distribución de estribos, siendo necesario para el modelador saber cuál es la distribución requerida para el elemento estructural del que se está trabajando.



Figura N° 77. Configuración de acero transversal con Navirex

A continuación se tuvo que configurar las características del acero longitudinal, teniendo que selección el diámetro de acero que se colocará con la longitud del gancho y los grados que doblado de acero, el número de aceros superiores e inferiores.

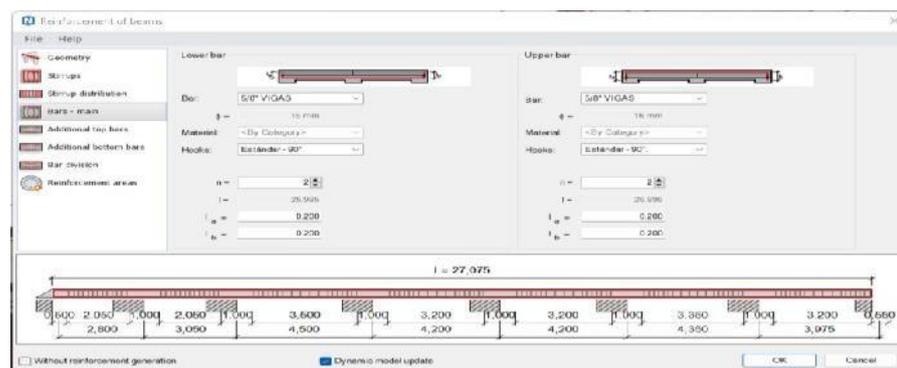


Figura N° 78. Configuración de acero superior longitudinal con Navirex

Como siguiente paso se colocó los refuerzos superiores o inferiores por cada tramo del pórtico generado colocando el diámetro de acero, número de aceros de refuerzo y el tipo de refuerzo.

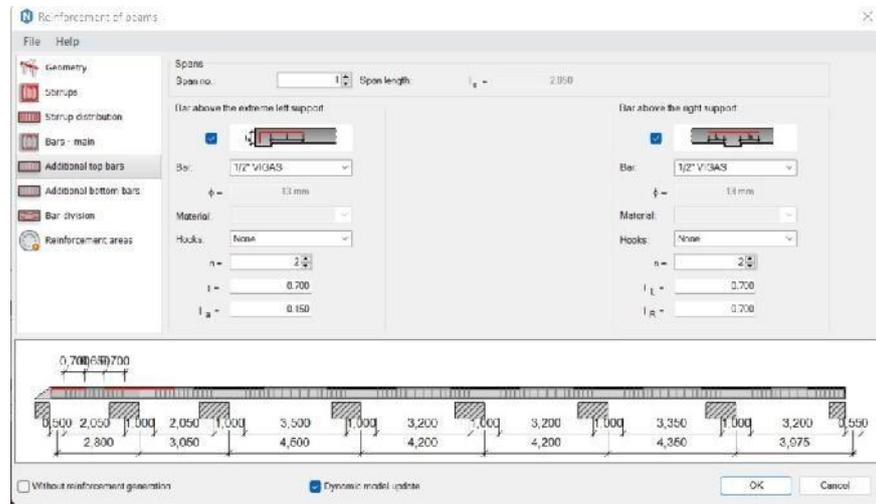


Figura N° 79. Configuración superior de refuerzo en vigas con Navirex

Vale la pena mencionar que la selección de aceros será entre los tipos de acero o armazón estructural creados anteriormente.

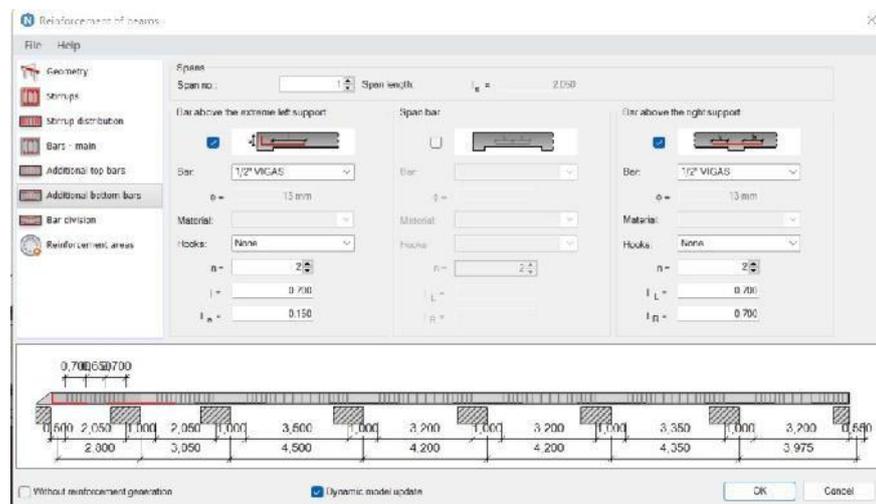


Figura N° 80. Configuración inferior de refuerzo en vigas con Navirex

Por último se configuró las longitudes de empalme que se tendrá en la longitud de toda la viga, tomando las longitudes por diámetro mínimas que se tendrá que tomar.

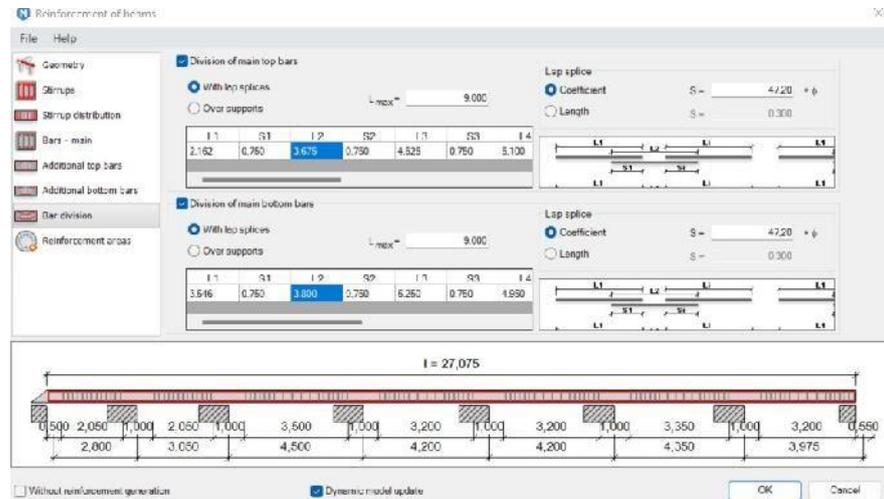


Figura N° 81. Configuración de empalmes con Navirex

Obteniendo como resultado final el siguiente presentable, teniéndose en cuenta que al ser modelado con el apoyo de **Navirex** se evita la creación de cortes, vistas en planta o frontales que a lo largo del proyecto nos generan grandes pérdidas de tiempo.

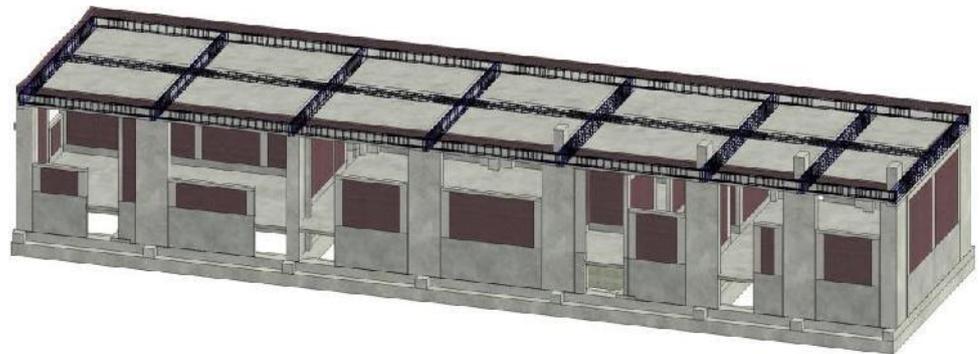


Figura N° 82. Resultado del trabajo automatizado con Navirex

3.4.8.3. APLICACIÓN DE BIM 5D CON CYPE – ARQUIMEDEZ

Para el presente informe de investigación se creyó conveniente utilizar la misma estructura de presupuesto que la generada por el método tradicional, ayudados por la opción que nos brinda el programa de Arquímedes de CYPE PERÚ que fácilmente reconoce el presupuesto de una hoja de Excel y es

capaz de brindar ahorros de tiempo en la actualización de posibles presupuestos como podemos ver en el siguiente proceso de asimilación.

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio \$/	Parcial \$/
	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				102,487.20
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				102,487.20
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				12,415.71
01.01.01.01	ALMACEN DE OBRAS, OFICINAS Y CASITA DE GUARDIANA	m2	50.00	37.12	1,856.00
01.01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 720x360 M	u	1.00	1,907.22	1,907.22
01.01.01.03	ALQUILER DE SSMH. PROVISIONALES	mes	3.00	330.00	990.00
01.01.01.04	CERCO PROVISIONAL DE TRIPLAX	ml	41.77	59.41	2,479.56
01.01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				15,364.71
01.01.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL				1,379.43
01.01.02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	873.05	1.58	1,379.43
01.01.02.02	DESMONTAJES				2,621.56
01.01.02.02.01	DESMONTAJE DE PUERTA DE MADERA	u	3.00	30.14	90.42
01.01.02.02.02	DESMONTAJE DE PUERTA REJA METALICA	u	1.00	32.43	32.43
01.01.02.02.03	DESMONTAJE DE VENTANAS METALICAS	u	4.00	23.16	92.64
01.01.02.02.04	DESMONTAJE DE REJA DE METAL	m2	28.99	18.00	702.60
01.01.02.02.05	DESMONTAJE DE APARATOS SANITARIOS	u	2.00	30.14	60.28
01.01.02.02.06	DESMONTAJE DE COLUMNA DE MADERA	u	6.00	16.76	100.56
01.01.02.02.07	DESMONTAJE DE VIOLLETAS DE MADERA	ml	33.96	3.34	288.15
01.01.02.02.08	DESMONTAJE DE VIOLLETAS Y PARANTE METALICO	ml	25.21	5.34	133.96
01.01.02.02.09	DESMONTAJE DE CUBIERTA DE FIERROCEMENTO	m2	43.41	3.58	242.23
01.01.02.02.10	DESMONTAJE DE CUBIERTA DE COLUMNA	m2	43.25	4.65	201.11
01.01.02.02.11	DESMONTAJE DE TANQUE DE POLIETILENO	u	1.00	71.18	71.18
01.01.02.03	DEMOLICIONES				9,594.64
01.01.02.03.01	DEMOLICION DE CIMENTOS DE CONCRETO	m3	17.57	127.27	2,236.13
01.01.02.03.02	DEMOLICION DE SOBRECIMENTOS DE CONCRETO	m3	4.46	117.12	523.25
01.01.02.03.03	DEMOLICION DE MURO LADRILLO SOGA	m2	119.60	10.48	1,253.41
01.01.02.03.04	DEMOLICION DE COLUMNA DE CONCRETO	m3	1.93	117.32	226.43
01.01.02.03.05	DEMOLICION DE LOSA ALIGERADA DE CONCRETO	m3	1.83	47.26	86.49
01.01.02.03.06	DEMOLICION DE PISO, RAMPA Y VEREDAS DE CEMENTO	m2	100.00	16.90	1,740.30
01.01.02.03.07	DEMOLICION DE LAVADERO DE CONCRETO	m2	0.50	15.71	7.85
01.01.02.03.08	DEMOLICION DE TANQUE SEPTICO	u	1.00	437.63	437.63
01.01.02.03.09	ACARREO MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE DE DEMOLICIONES	m3	68.93	17.95	1,237.29
01.01.02.03.10	ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE DEMOLICIONES C/MAQUINA Oprim. 5 km.	m3	68.93	26.75	1,843.88
01.01.02.04	MOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				600.00
01.01.02.04.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	vje	2.00	300.00	600.00
01.01.02.05	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO				1,769.15
01.01.02.05.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	u	1.00	1,769.15	1,769.15

Figura N° 83. Hoja Excel modificada para ser copiada en el programa de Arquímedes

Para empezar en la generación de nuestro presupuesto en Arquímedes – CYPE se necesitó que el Excel tenga el formato de la figura 86. Hoja Excel modificada para ser copiada en el programa de Arquímedes, para luego ser generada desde el portapapeles en Arquímedes y revisar la ubicación de partidas y conceptos que nos recomienda el programa.

Arquímedes - 2023.b

Archivo BDatos Procesos Mostrar Árbol Ventana Ayuda

PRUEBA 1 PRUEBA 1

Código	Doc.	Pli	Ld	Resumen	Cart	Cos.e	Importe
PK: J-HA 1					1,000	990.141,71	990.141,71
01				OBRAS PROVISIONALES TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD	1,000	102.487,20	102.487,20
02				ESTRUCTURAS	1,000	354.872,31	354.872,31
03				ARQUITECTURA	1,000	331.405,19	331.405,19
04				INSTALACIONES SANITARIAS	1,000	39.457,60	39.457,60
05				INSTALACIONES ELECTRICAS	1,000	161.919,41	161.919,41

Resumen

Descripción Notas

Figura N° 84. Presupuesto generado desde el portapapeles copiado de Excel

Una vez generado este presupuesto se pasó a la vinculación del modelo BIM ya terminado o en proceso de modelación para poder ir generando la unión entre las familias y sus tipos modelados con las diferentes partidas y sus respectivos conceptos que abarque cada una, siendo de vital importancia el addin que nos brinda Arquímedes y que es compatible solo con AUTODESK REVIT.

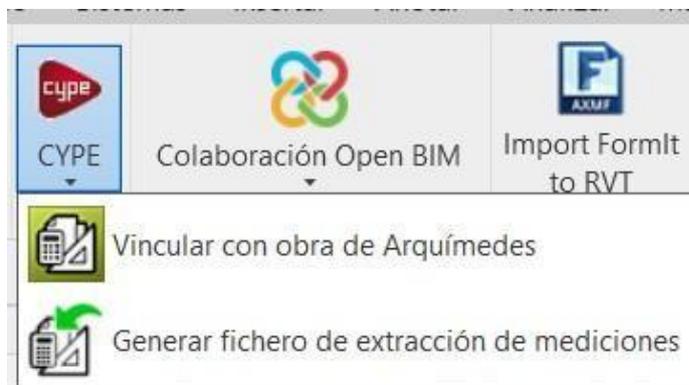


Figura N° 85. Addin de Arquímedes - Cype Para Autodesk Revit

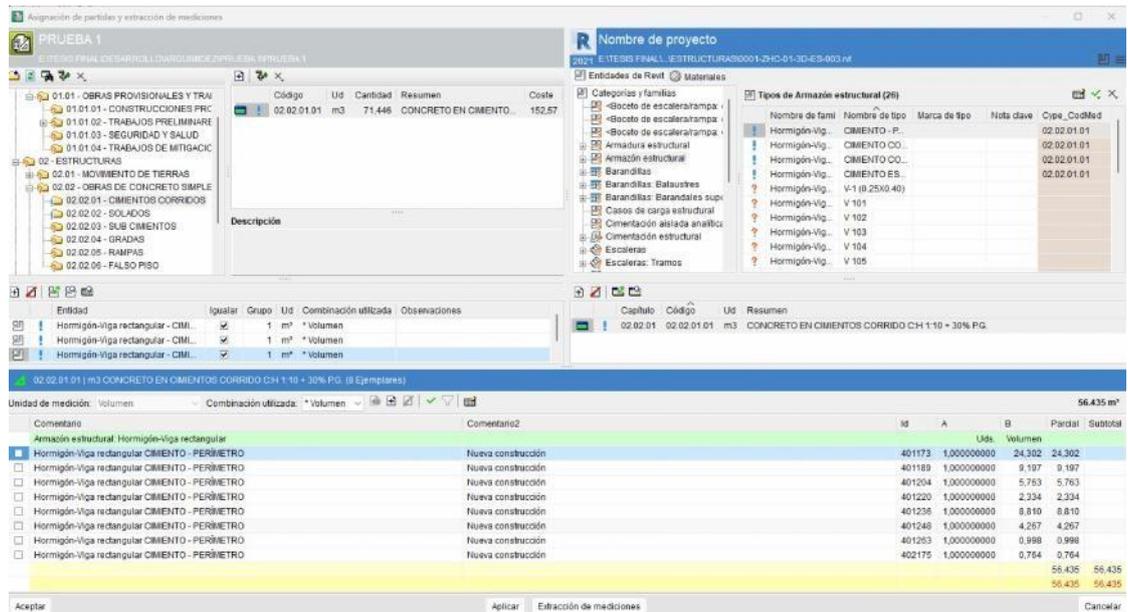


Figura N° 86. Vinculación de elementos modelados con respecto a las partidas generadas en Arquímedes

Una vez generada esta vinculación cada cantidad de cada concepto que va siendo coordinada con el modelo BIM va tomando un color verde siendo de vital importancia un pequeño recuadro donde se nos indica las partes que engloba la partida y de las cuales saldrá el metrado, siendo la cantidad de este metrado la misma que la cantidad de las tablas de planificación generadas en AUTODESK REVIT.

Este proceso de vinculación fue el único proceso manual que se requiere, hasta lograr vincular lo modelado con todo el presupuesto generado, sin embargo, como sabemos no se puede modelar los mínimos detalles teniéndose que metrar manualmente algunos elementos que serán más simples y que no generan tanto error humano.

Este metrado manual puede ser detallado en el recuadro de detalle de metrado que nos brinda Arquímedes pudiendo trabajar con 4 filas o poder agregar más según corresponda para un mejor trabajo y detallado de los metrados.

Este programa también nos permite poder abrir planos y poder generar cotas o longitudes que nos apoyen con los metrados manuales que se puedan generar.

Arquímedes - 2023.b

Archivo BDatos Procesos Mostrar Árbol Ventana Ayuda

PRUEBA 1 PRUEBA 1

547 02.02.01.01 m3 CONCRETO EN CIMENTOS CORRIDO C:H 1:10 + 30% P.G. 995.585,61

Código	Doc	Pl	Ud	Resumen	Cant	Coste	Importe
02				ESTRUCTURAS	1,000	360.316,21	360.316,21
02.01				MOVIMIENTO DE TIERRAS	1,000	44.744,54	44.744,54
02.02				OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	1,000	22.761,07	22.761,07
02.02.01				CIMENTOS CORRIDOS	1,000	10.900,52	10.900,52
02.02.01.01			m3	CONCRETO EN CIMENTOS CORRIDO C:H 1:10 + 30% P.G.	71,446	152,57	10.900,52
02.02.02				SOLADOS	1,000	775,26	775,26
02.02.02.01			m2	SOLADO CONCRETO C:H, 1:12, e=0.10m	22,622	34,27	775,26
02.02.03				SUB CIMENTOS	1,000	5.443,90	5.443,90
02.02.03.01			m3	CONCRETO EN SUB CIMENTOS C:H, 1:10 + 30% P.G.	34,772	156,56	5.443,90
02.02.04				GRADAS	1,000	152,09	152,09
02.02.04.01			m3	CONCRETO EN GRADAS fc=175 Kg/cm2	0,160	324,27	51,88

Detalle de medición

CantCertOrig 0,000 Cant 71,446 Diferencia -71,446

Loc	Comentario	Fórmula	A	B	C	D	Parcial	Subtotal
	Armazón estructural. Hormigón-Viga rectangular			Uds.	Volumen			
1	Hormigón-Viga rectangular						71,446	
2	CIMENTO - PERIMETRO						56,435	
3							56,435	
4	Hormigón-Viga rectangular CIMENTO - PERIMETRO		1	0,764			0,764	
5	Hormigón-Viga rectangular CIMENTO - PERIMETRO		1	0,998			0,998	
6	Hormigón-Viga rectangular CIMENTO - PERIMETRO		1	4,267			4,267	
7	Hormigón-Viga rectangular CIMENTO - PERIMETRO		1	24,302			24,302	
8	Hormigón-Viga rectangular CIMENTO - PERIMETRO		1	9,197			9,197	
9	Hormigón-Viga rectangular CIMENTO - PERIMETRO		1	5,763			5,763	
10	Hormigón-Viga rectangular CIMENTO - PERIMETRO		1	2,334			2,334	
11	Hormigón-Viga rectangular CIMENTO - PERIMETRO		1	8,810			8,810	
12	CIMENTO CORRIDO - MODULO A						13,543	

Figura N° 87. Detallado de metrados en Arquímedes

Es importante mencionar que no solo los metrados manuales generados en Arquímedes pueden ser detallados, sino que también se encontró el elemento metrado con Revit desde el presupuesto generado en Arquímedes.



Figura N° 88. Símbolo de vinculación realizada entre Arquímedes y Autodesk Revit

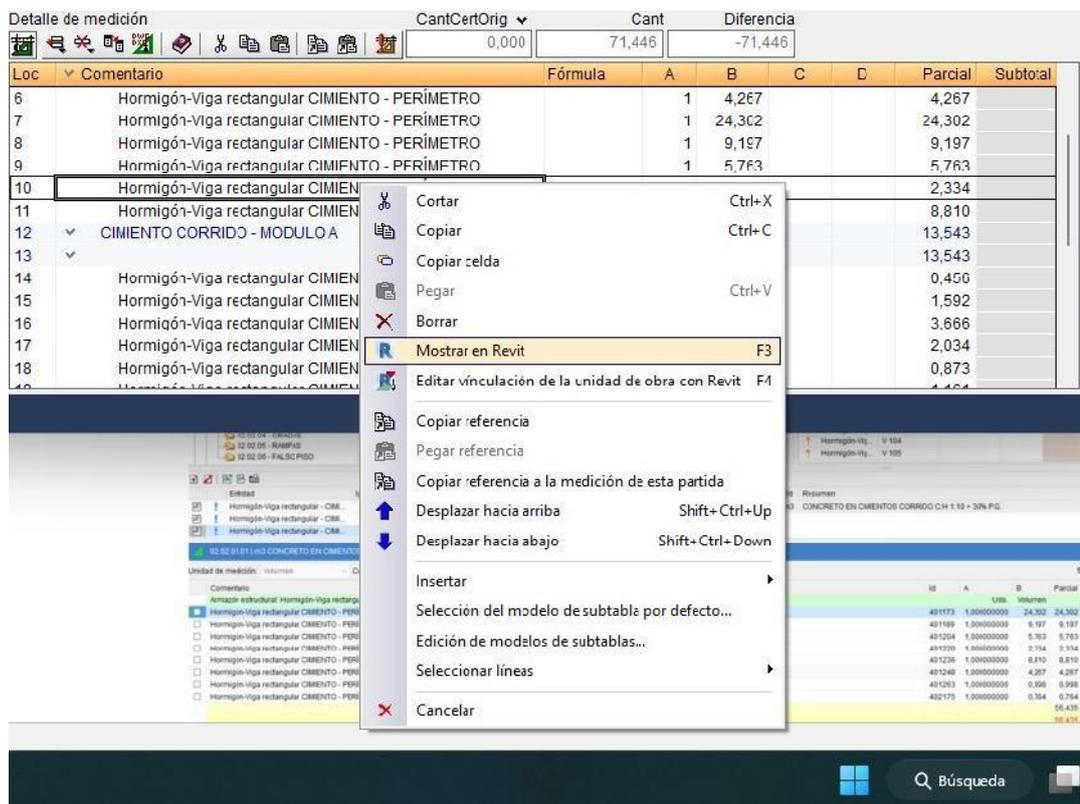


Figura N° 89. Revisión de vinculo desde Arquímedes hacia Autodesk Revit.

Es decir que el software presentado es de vital importancia para uno de los unos BIM mencionados en LA GUIA NACIONAL BIM, en este caso el uso N°8 ESTIMACIÓN DE CANTIFADES Y COSTOS.

3.4.9. NIVEL DE INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL FLUJO DE TRABAJO BIM

Para nuestro flujo de trabajo BIM antes ya mencionado, se estableció el nivel de información requerida LOIN, basándonos especialmente en lo que se menciona en la (GUÍA NACIONAL BIM, 2021) siendo de vital importancia el identificar el nivel de información (LOI) y nivel de detalle (LOD) que evitarán se genere información residual conforme se avance con el proyecto de inversión estableciéndose estos puntos una vez obtenido el MODELO DE INFORMACIÓN DEL ACTIVO (AIM) integrando de aquí las bases para el MODELO DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO (PIM).

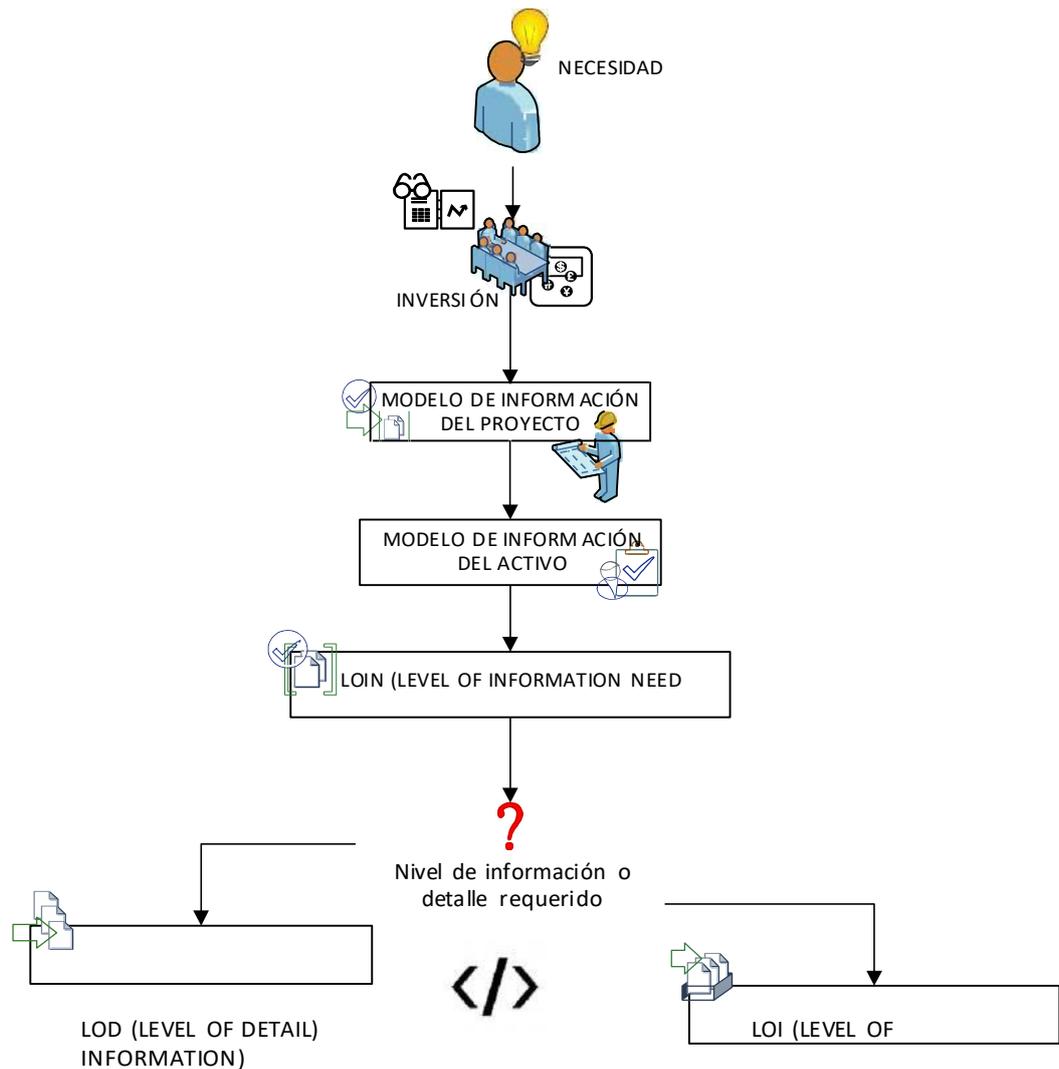


Figura N° 90. Proceso de identificación para el nivel de información detalle

3.4.10. PÉRDIDAS DE INFORMACIÓN

Como sabemos en un proceso tradicional pueden hallarse dudas sobre algunos detalles debido a errores del cadista o errores del ingeniero o arquitecto a cargo del diseño, sin embargo, se crea una pérdida de información que puede ser subsanada a través de las consultas las cuales significarían que siguieron cierto proceso, es decir, fueron identificados por la empresa contratista del servicio (equipo del ingeniero residente de obra), luego fueron realizadas y copiadas en el cuaderno de obra y por lo tanto se genera una consulta que llegará a la entidad y esta generará las consultas respectivas a los especialistas encargados de cada área del proyecto, para luego tomarse un tiempo para revisar el proyecto y verificar lo expuesto en la consulta, tomándose otro

proceso hasta llegar al contratista. Por otra parte, otro factor que genera pérdidas de tiempo es la búsqueda de detalles que muchas veces no se indican en un plano A, pero si se indican en un plano B, generándose una búsqueda en todos los juegos de planos que en muchas veces resulta una falta de detalle, repitiéndose el proceso anteriormente ya mencionado.

A continuación, podemos ver el detalle de las placas en el plano E-04, pudiendo verificar que no se encuentra indicado el diámetro de algunos aceros para la placa PL-1.

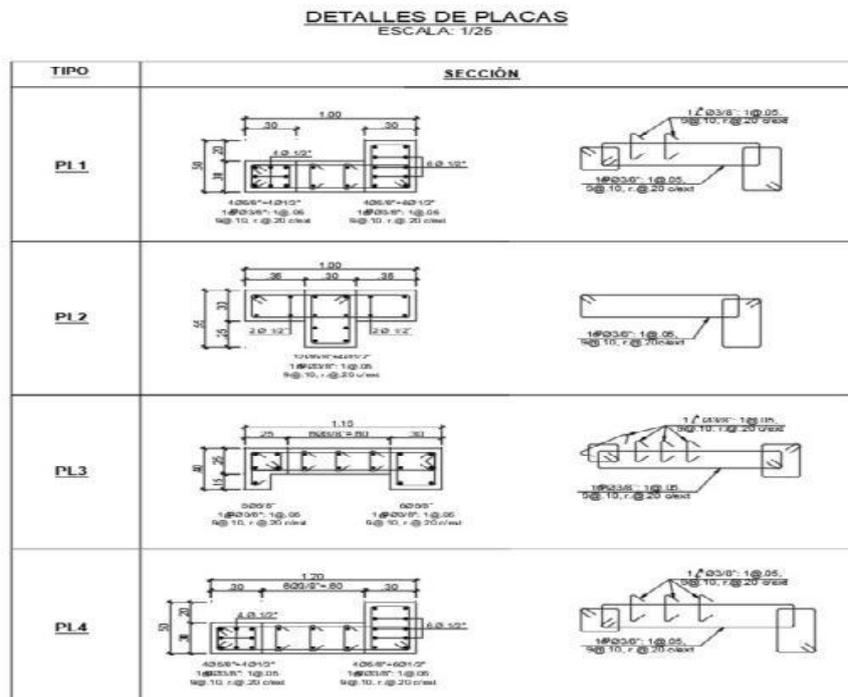


Figura N° 91. Detalle de placas en el plano e-04

Es ahí donde se propone el apoyo del modelo federado y coordinado BIM pudiendo solucionar este tipo de consultas de manera más rápida y con menor tiempo.

3.4.11. INFORMACIÓN ACTUALIZADA

Una vez establecido el modelo se designó la herramienta donde se pueda visualizar toda la información actualizada y donde se pueda ir registrando el avance y proceso en que se encuentra el proyecto, siendo Autodesk View la elegida para visualizar vistas en 3D y también para cargar archivos, siendo accesibles para cualquier miembro del equipo que cuente con un aparato

electrónico ya sea un celular, Tablet u otras herramientas con accesos a la red de internet.

A continuación, se aprecia que la metodología BIM aplicada a herramientas de visualización a través de plataformas que contienen toda la nube de información es aceptada y adoptada rápidamente y solo se requiere de pequeñas capacitaciones al personal en obra, por ejemplo se puede visualizar el trabajo conjunto entre ingeniero supervisor y maestro de obra que visualizan el diseño en 3D en la aplicación de Autodesk View donde se encontrará las dimensiones, diámetros, longitudes mínimas y material que se utilizará para la actividad requerida.

Cabe recalcar que se necesita de un equipo que vaya subiendo y actualizando esta información con el fin de no trabajar con versiones antiguas de archivos, siendo cargadas con la nomenclatura que nos recomienda la GUIA NACIONAL, en el ítem **“7.3.5.5. Estándar de nomenclatura de 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	N° de secuencia	Descripción del documento	Código de estado	N° de revisión

Figura N° 92. Ejemplo de nomenclatura de un contenedor de información.

FUENTE: Gráfico adaptado del manual de nomenclatura de documentos al utilizar BIM - BUILDINGSMART

A continuación, podremos ver ejemplos de visualización de vistas 3D y 2D en obra usadas por maestros de obra, asistentes de residente, ingeniero residente e ingeniero supervisor.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. IDENTIFICACIÓN DE INCIDENCIAS DEL MODELO INTELIGENTE

A) AUTODESK REVIT

Informe de interferencias

Archivo de proyecto de informe de interferencias: E:\TESIS%20FINAL\DESARROLLO\CLASIFICACION\REVIT\INFORME%20DE%20INTERFERENCIAS.rvt
 Creación: viernes, 9 de diciembre de 2022 07:49:18
 Última actualización:

	A	B
1	Suelos > Suelo > PISO DE BALDOSA VINÍLICA, e= 3,2 mm, 30.9 x 30.5 cm - ID: 159500	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_AguaFriaClase100ConRoscade 1/2" a 2" (5m) - ID: 737684
2	Suelos > Suelo > PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1ª CALIDAD INCLUYE FRAGUADO - ID: 170118	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_AguaFriaClase100ConRoscade 1/2" a 2" (5m) - ID: 737533
3	Suelos > Suelo > PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1ª CALIDAD INCLUYE FRAGUADO - ID: 170118	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_AguaFriaClase100ConRoscade 1/2" a 2" (5m) - ID: 737625
4	Suelos > Suelo > PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1ª CALIDAD INCLUYE FRAGUADO - ID: 170118	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_AguaFriaClase100ConRoscade 1/2" a 2" (5m) - ID: 738281
5	Suelos > Suelo > PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1ª CALIDAD INCLUYE FRAGUADO - ID: 170118	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_AguaFriaClase100ConRoscade 1/2" a 2" (5m) - ID: 738375
6	Suelos > Suelo > PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1ª CALIDAD INCLUYE FRAGUADO - ID: 170118	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) - ID: 925673
7	Suelos > Suelo > PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1ª CALIDAD INCLUYE FRAGUADO - ID: 170118	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) - ID: 925688
8	Suelos > Suelo > PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1ª CALIDAD INCLUYE FRAGUADO - ID: 170118	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) - ID: 925693
9	Suelos > Suelo > PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1ª CALIDAD INCLUYE FRAGUADO - ID: 170118	0001-ZHC-01-3D-IS-001.rvt > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) - ID: 925698

Figura N° 93. Interferencias generadas en Revit

B) AUTODESK NAVISWORKS

Informe de conflictos

1ª CLASH DETECTION

Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
0.001m	861	0	0	0	0	861	Estático	Antiguo

Elemento 1													
mensaje	Numero de conflicto	Estado	Distancia	Utilización de regla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	Cada Ruta	Elemento	Elemento	ID de elemento	Cada Ruta
	Conflicto:100	Resultado: 0.007		D-2: Nivel 1	Estático	2022/12/9 07:23	x=3.137, y=4.475, z=0.200	ID de elemento: 951858	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Nivel 1 > Tuberías > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) > Tipos de tubería > Pavco Sanitarias	Pavco Sanitarias	Sólido	ID de elemento: 950115	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Tipo de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) > Muro base
	Conflicto:157	Resultado: 0.005		D-2: Nivel 1	Estático	2022/12/9 07:23	x=7.511, y=2.512, z=-0.000	ID de elemento: 750935	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Nivel 1 > Muros > Muro base > E=0.15 > Muro base > Muro por defecto	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 861370	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) > Tipos de tubería > Pavco Sanitarias
	Conflicto:158	Resultado: 0.052		D-2: Nivel 1	Estático	2022/12/9 07:23	x=3.140, y=2.551, z=0.000	ID de elemento: 750935	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Nivel 1 > Muros > Muro base > E=0.15 > Muro base > Muro por defecto	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 861370	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) > Tipos de tubería > Pavco Sanitarias
	Conflicto:178	Resultado: 0.055		A-1: Nivel 1	Estático	2022/12/9 07:23	x=14.578, y=4.507, z=0.004	ID de elemento: 951850	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Nivel 1 > Aparatos sanitarios > Sanitarios-Caja de Registro > 12" x 12" > Sanitarios-Caja de Registro > 12" x 12" > Parte compuesta	12" x 12"	Parte compuesta	ID de elemento: 735457	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) > Tipos de tubería > Pavco Sanitarias
	Conflicto:190	Resultado: 0.055		A-2: Nivel 1	Estático	2022/12/9 07:23	x=14.540, y=4.055, z=0.100	ID de elemento: 951870	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Nivel 1 > Aparatos sanitarios > Sanitarios-Caja de Registro > 12" x 12" > Sanitarios-Caja de Registro > 12" x 12" > Parte compuesta	12" x 12"	Parte compuesta	ID de elemento: 735462	Nivel 1 > Archivo > Archivo > 0001-ZHC-01-3D-S-001.muc > Tipos de tubería > PavcoWavin_Tuberías_SanitariasPVCClasseliviana 1 1/2" a 4" (5 mts) - 6" (5 mts) > Tipos de tubería > Pavco Sanitarias

Figura N° 94. Interferencias generadas en Navisworks

4.2. IDENTIFICACIÓN DE INCIDENCIAS DEL MODELO 3D APOYADO CON REALIDAD VIRTUAL

4.2.1. RECORRIDO CON REALIDAD VIRTUAL

a) INCIDENCIA 1:

En la incidencia 1 de recorridos virtuales podemos observar que se puede visualizar que las cajas de registro del archivo “0001-ZHC-01-3D-IS-001” se encuentran en una altura superior a la establecida por las veredas del archivo “0001-ZHC-01-3D-A-001”.



Figura N° 95. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV)- Incidencia 1

b) INCIDENCIA 2:

En la incidencia 2 de recorridos virtuales podemos observar que las instalaciones de desagüe y agua están expuestas y fuera de su eje, también se puede ver que el lavatorio se encuentra como interferencia, recordar que si las tuberías se encuentran expuestas estas no se generarán como interferencias y la única forma de corregir estos problemas es con recorridos virtuales o realidades inmersiva.



Figura N° 96. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - Incidencia 2.

c) INCIDENCIA 3:

En esta incidencia podemos observar que las instalaciones eléctricas que van conectada a las luminarias están expuestas y se apoyarían en el aire, siendo imposible de poder ver estas observaciones como parte del CLASH DETECTION.



Figura N° 97. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - Incidencia 3

d) INCIDENCIA 4:

Para la incidencia 4 se ha identificado al tanque elevado como interferencia, y esta podría haber sido detectada como incidencia, pero eso será siempre y cuando se encuentre e indique que también se genere el informe de interferencias, pero tomando en cuenta que no se deben excluir elementos modelados como lo son muros y aparatos sanitarios.



Figura N° 98. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - incidencia 4

e) INCIDENCIA 5:

Para este tipo de incidencias si se puede reconocer a través de un detector de interferencias, pero son este tipo de imprevistos los que posiblemente nos podrían generar retrasos en los tiempos de obra.



Figura N° 99. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - Incidencia 5

f) **INCIDENCIA 6:**

También podemos encontrar este tipo de tuberías las cuales quedan expuestas y no podrían ser reconocidas por la detección de interferencias a no ser que se confirme los elementos como muros y vínculos generados y coordinados en el archivo” 0001-ZHC-01-3D-CC-001”.

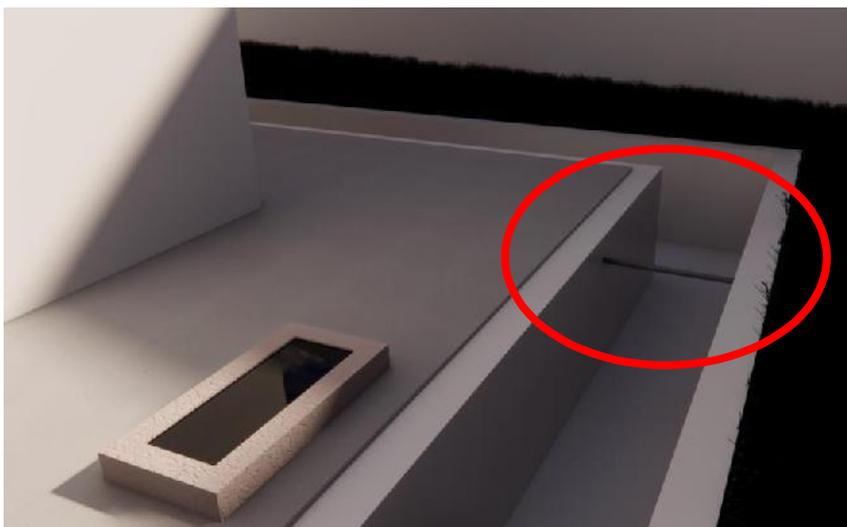


Figura N° 100. Recorridos virtuales del modelado en Autodesk Revit a través de gafas de realidad virtual (RV) - Incidencia 6

4.2.2. UBICACIÓN DE VISTAS EN 360°

Ubicación de vistas en formato QR para la visualización del modelo virtual.



Figura N° 101. Código de QR en obra

Para la presente investigación se deja indicada la URL que lleva al modelo BIM y su respectivo CODIGO QR.

➤ LINK DE VISUALIZACIÓN:

<https://api2.enscape3d.com/v3/view/513d77b3-8e7f-428d-98fa-a29d48c29788>



Figura N° 102. Código QR de especialidad de estructuras - vista 360°

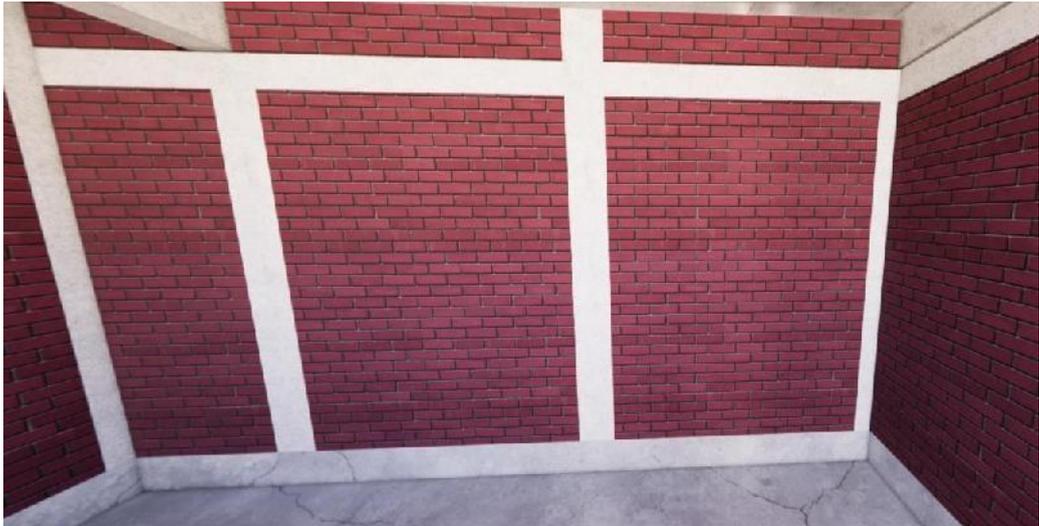


Figura N° 103. Vista 360° de estructuras generadas desde Escape

➤ LINK DE VISUALIZACIÓN:

<https://api2.enscape3d.com/v3/view/b9f8990b-a58b-4249-a987-994634ad1996>



Figura N° 104. Código QR de especialidad de arquitectura- vista 360°



Figura N° 105. Especialidad de arquitectura generadas desde Escape - vista 360°

➤ LINK DE VISUALIZACIÓN:

<https://api2.enscape3d.com/v3/view/892395c7-2432-4fea-9a21-6213890bede>



Figura N° 106. Código QR de especialidad de instalaciones eléctricas- vista 360°

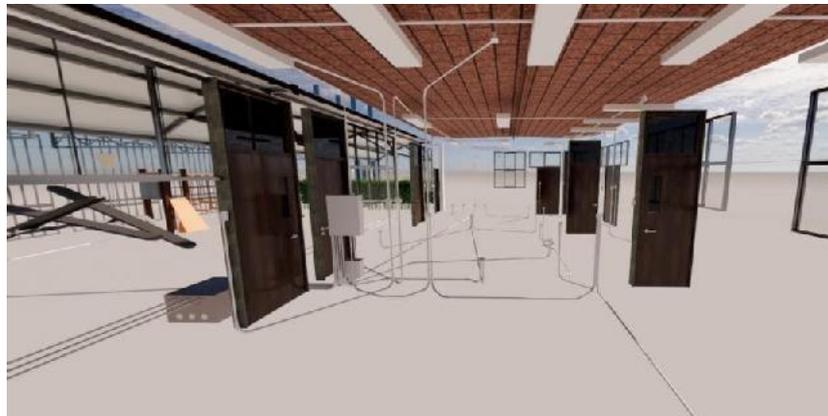


Figura N° 107. Vista 360° Instalaciones eléctricas generadas desde Escape.

➤ LINK DE VISUALIZACIÓN:

<https://api2.enscape3d.com/v3/view/e4945737-9322-4a90-b923-ec1261d9a6ea>



Figura N° 108. Código QR de especialidad de sanitarias- vista 360°

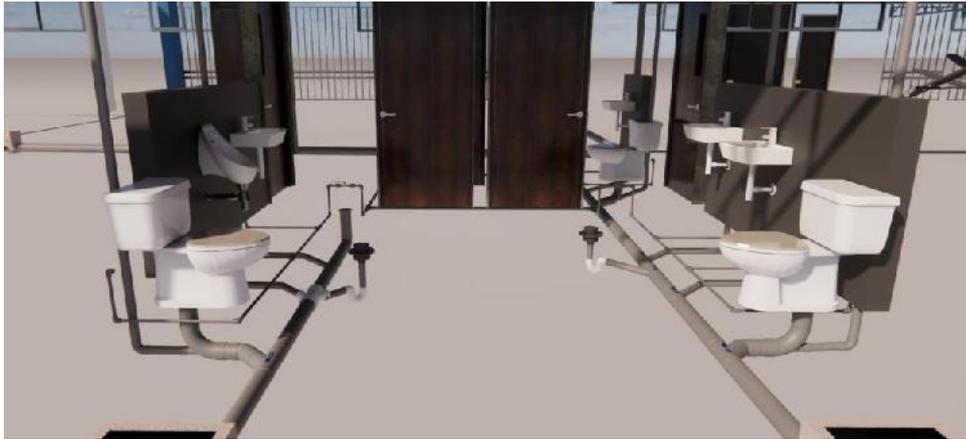


Figura N° 109. Vista 360° Instalaciones sanitarias generadas desde Escape

4.3. IDENTIFICACIÓN DE INCIDENCIAS DEL MODELO 3D APOYADO CON REALIDADES AUMENTADAS

Se tiene que tener en cuenta que se necesitara de una cámara con sensores que puede ser acompañada por elementos como sensores, sonidos o colores que generan una mejor comprensión de proyecto presentado, por ejemplo:



Figura N° 110. Modelo coordinado visualizado en realidad aumentada

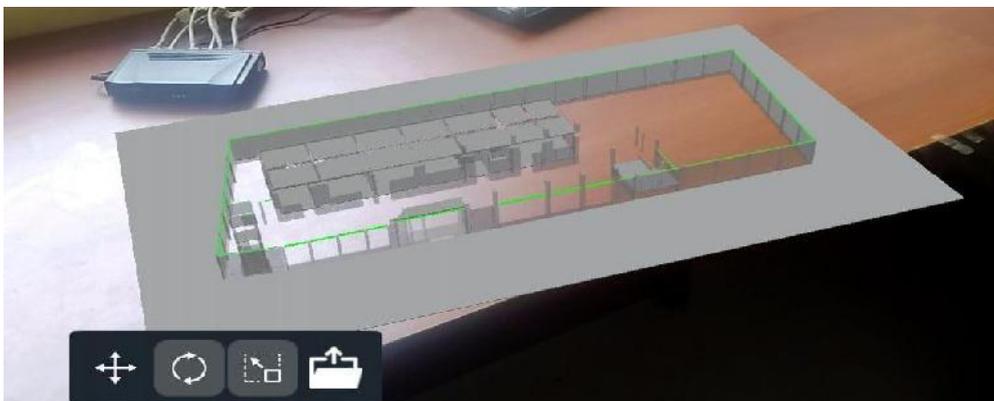


Figura N° 111. Modelo coordinado visualizado en realidad aumentada

4.4. INCIDENCIAS DEL MODELO 2D

- a) INCIDENCIA 1: Se nos indica en el “DETALLE DE COBERTURA EN VEREDA DE CIRC” de la lámina D-21 que el refuerzo longitudinal de la cobertura es un tubo de Fe° G° de 2”x3”x3mm.

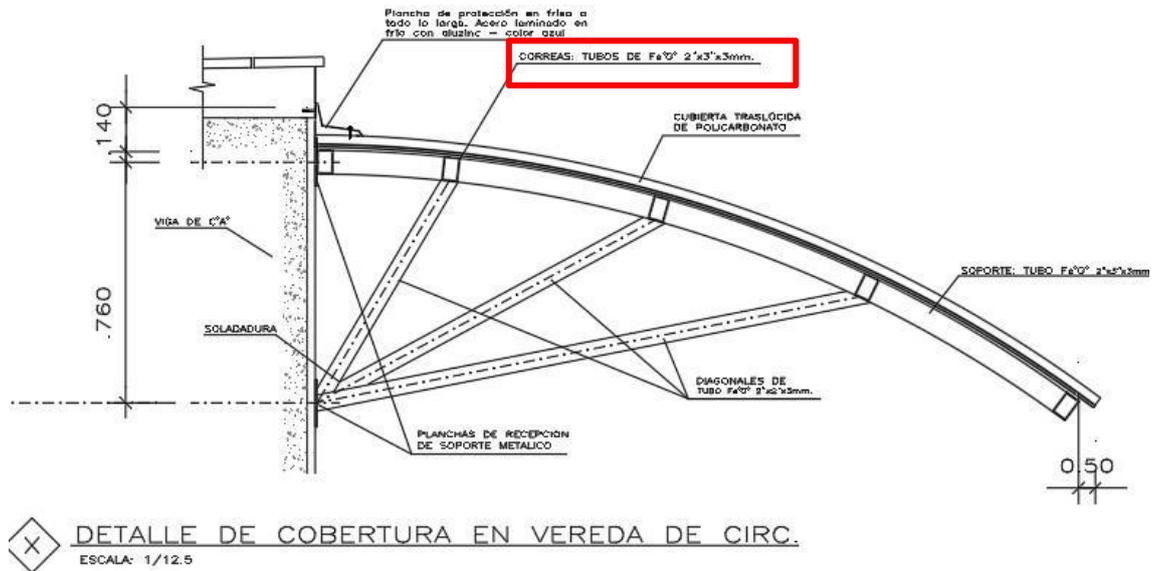


Figura N° 112. Detalle de cobertura en vereda de circ, del plano D-21



Figura N° 113. Zoom del detalle de primera incidencia

Pero en el detalle de la vista en “PLANTA DE ESTRUCTURA PARA CUBIERTA DE POLICARBONATO TIPO 01” ubicado en el detalle de la lámina

D-21 se contradice ya que presenta una indicación distinta diciendo que se utilizará como refuerzo longitudinal a unos tubos de Fe° G° 2"x2"x3mm.

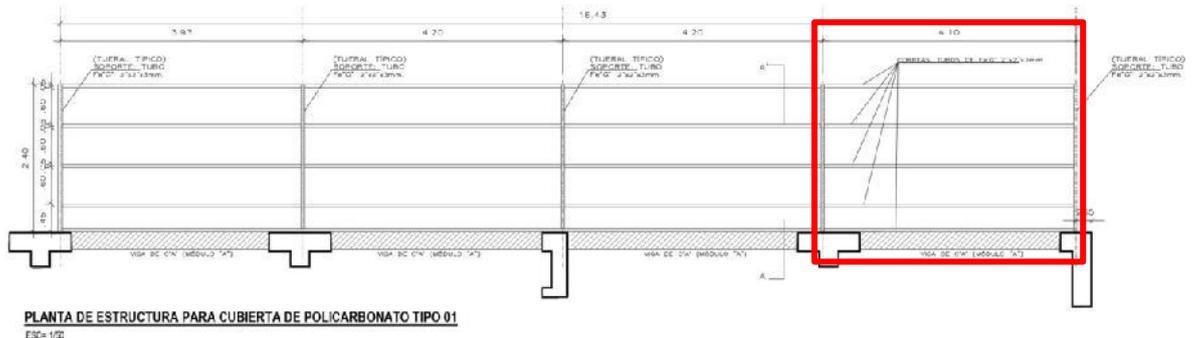


Figura N° 114. Vista en planta para cubierta de polycarbonato tipo 01 del plano D-

21

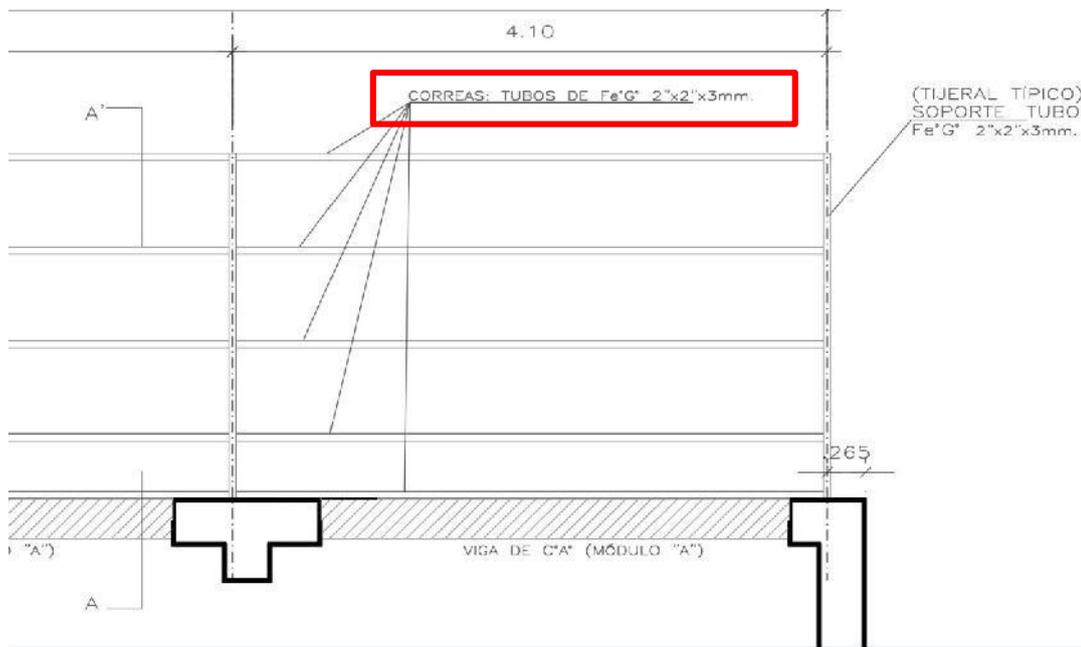


Figura N° 115. Zoom de detalle de vista en planta de cubierta tipo 01

- b) INCIDENCIA 2: Se puede observar diferentes detalles que tienen contradicciones como por ejemplo en el detalle “Elevación X-X” que está en la lámina E-10, se puede visualizar que en las columnas donde irá el anclaje con el techo metálico tipo 03 se indica que tienen una dimensión de 0.25mx0.25m, pero en el detalle “ISOMETRICO” de la misma lamina se indica que tiene unas dimensiones de 0.50mx0.80m.

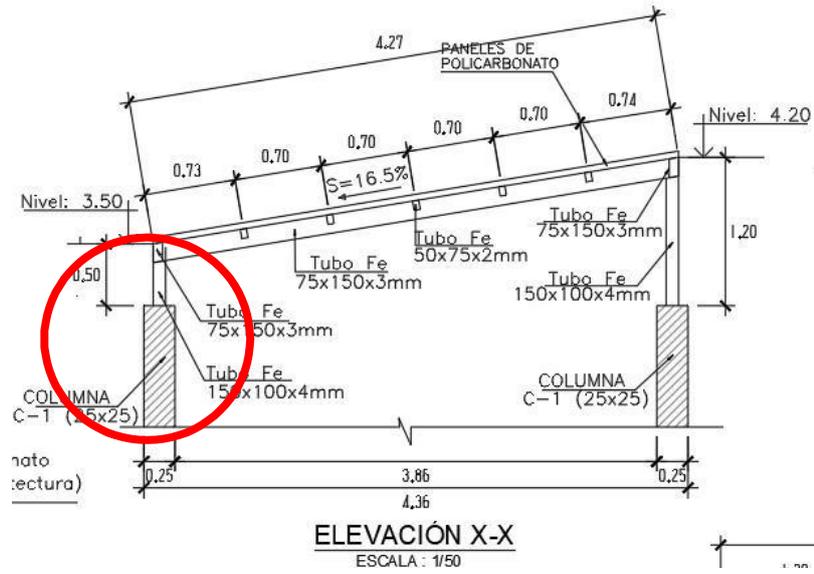


Figura N° 116. Vista del detalle de elevación x-x de la lámina E-10

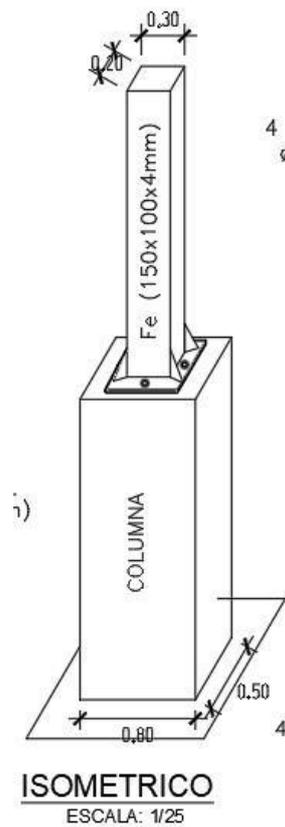


Figura N° 117. Vista del detalle isométrico del plano E-10

Decidiendo tomar la dimensión correcta de acuerdo a el detalle de vista en planta de la lámina E-01 y otras vistas en planta de la lámina A-01.

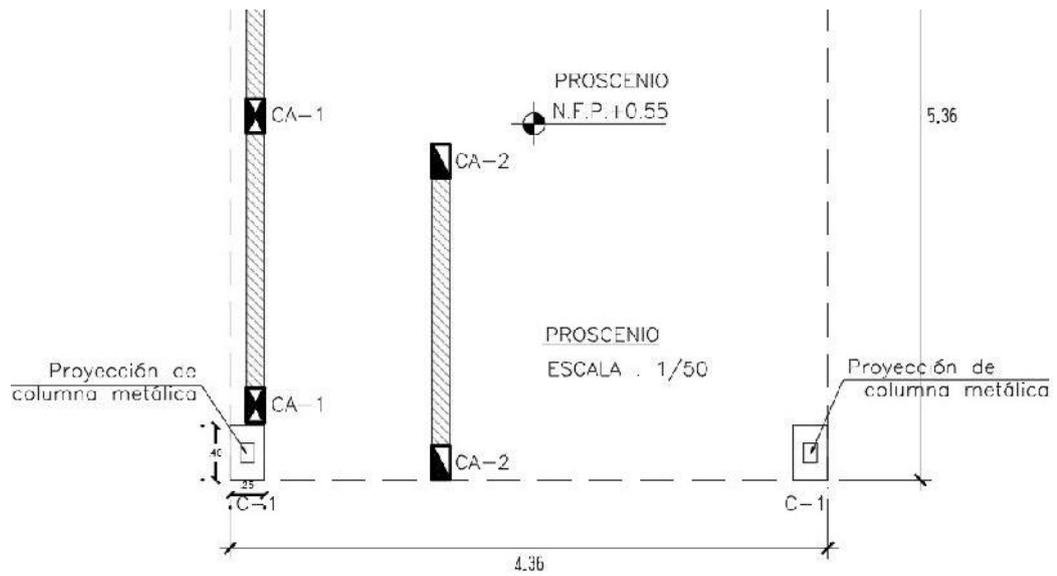


Figura N° 118. Detalle de vista en planta de la lámina E-10

- c) INCIDENCIA 3: Otra incidencia encontrada es la inconsistencia que se tiene en el detalle sobre las dimensiones del parante metálico (150x100x4mm) en los detalles del “ANCLAJE EN COLUMNA” del plano E-10 y el detalle de la “SECCIÓN A-A” de la lámina D-14.

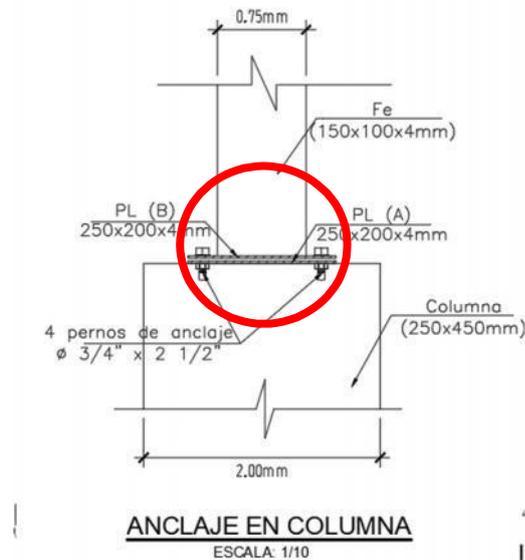


Figura N° 119. Detalle del anclaje en columna del plano E-10

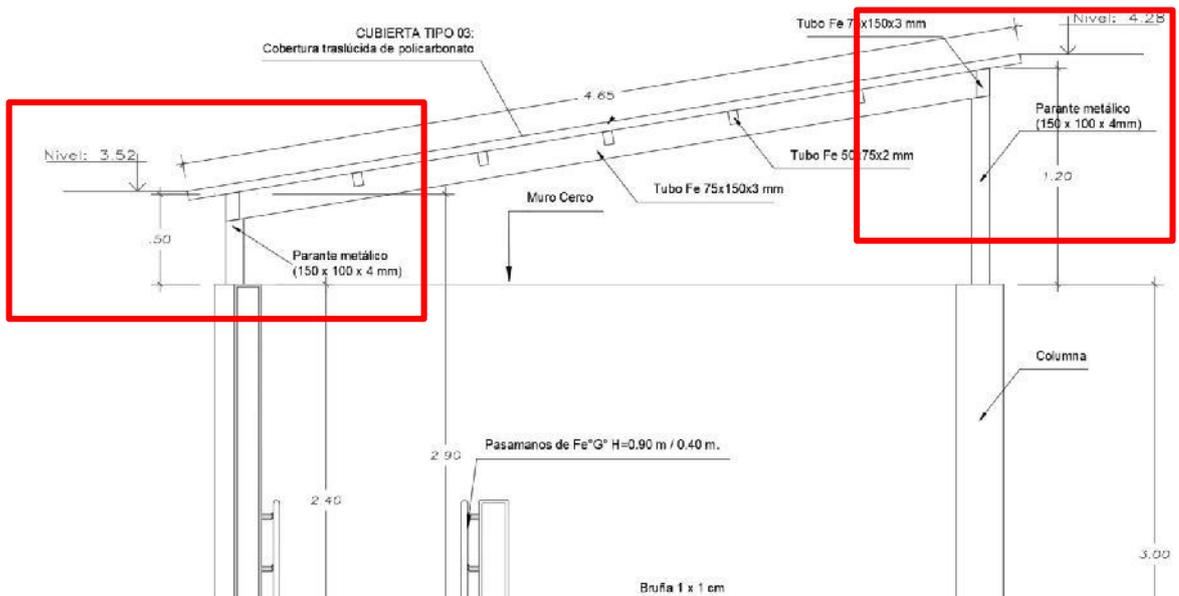


Figura N° 120. Vista de la sección a- a' del plano D-14

- d) INCIDENCIA 4: La longitud dada para la ubicación de la ventana VA-2 no es la misma que la del cuadro de vanos identificado en el plano D-03 que se brinda en la ventana, teniendo que solaparse la puerta con la ventana o la columna con la ventana.

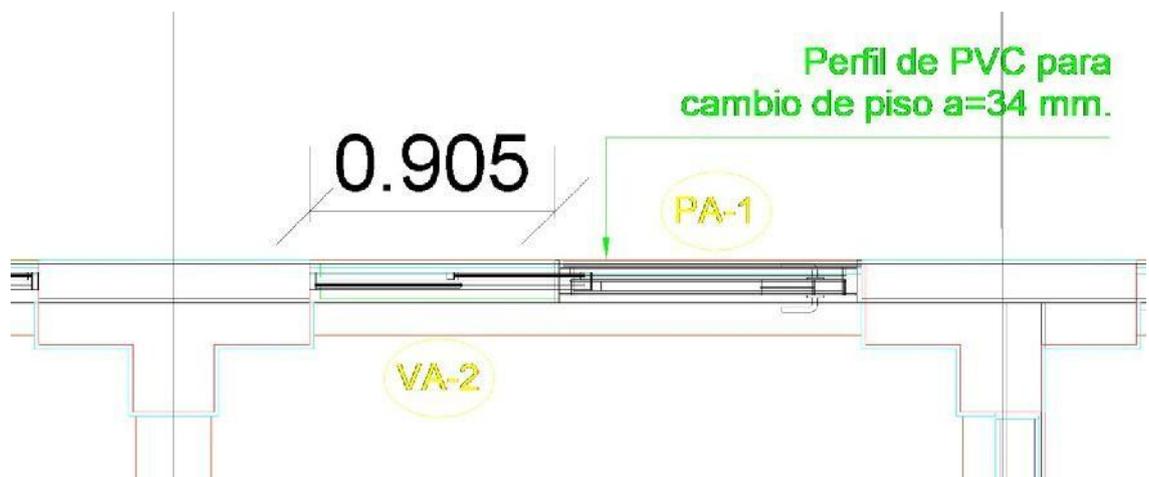


Figura N° 121. Vista en planta de la interferencia - Incidencia 4

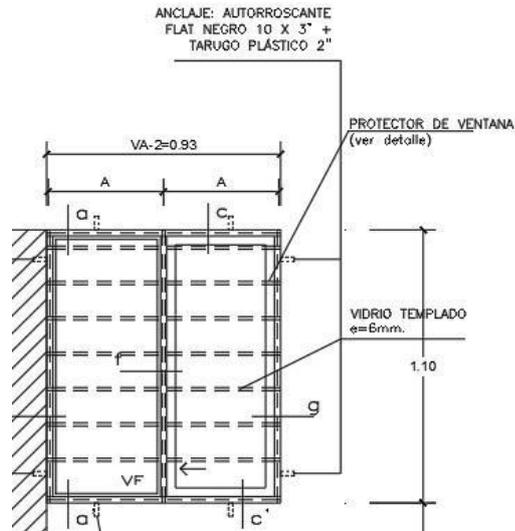


Figura 122. Plano de detalles de ventanas identificado en el plano d – 03 de la ventana VA – 2



Figura N° 123. Ilustración 1. Vista 3D de la interferencia entre puerta y ventana – Incidencia 4

- e) **INCIDENCIA 5:** La longitud dada para la ubicación de la ventana VA-6 no es la misma que la del cuadro de vanos identificado en el plano D-03 que se brinda en la ventana, teniendo que solaparse una distancia de 5cm entre la puerta con la ventana o la columna con la ventana.

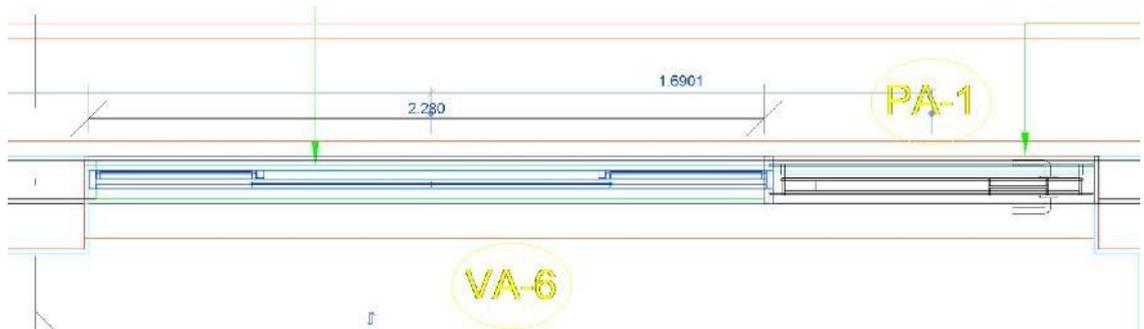


Figura N° 124. Vista en planta de la interferencia entre la puerta PA-1 y ventana VA-6 - Incidencia 5.

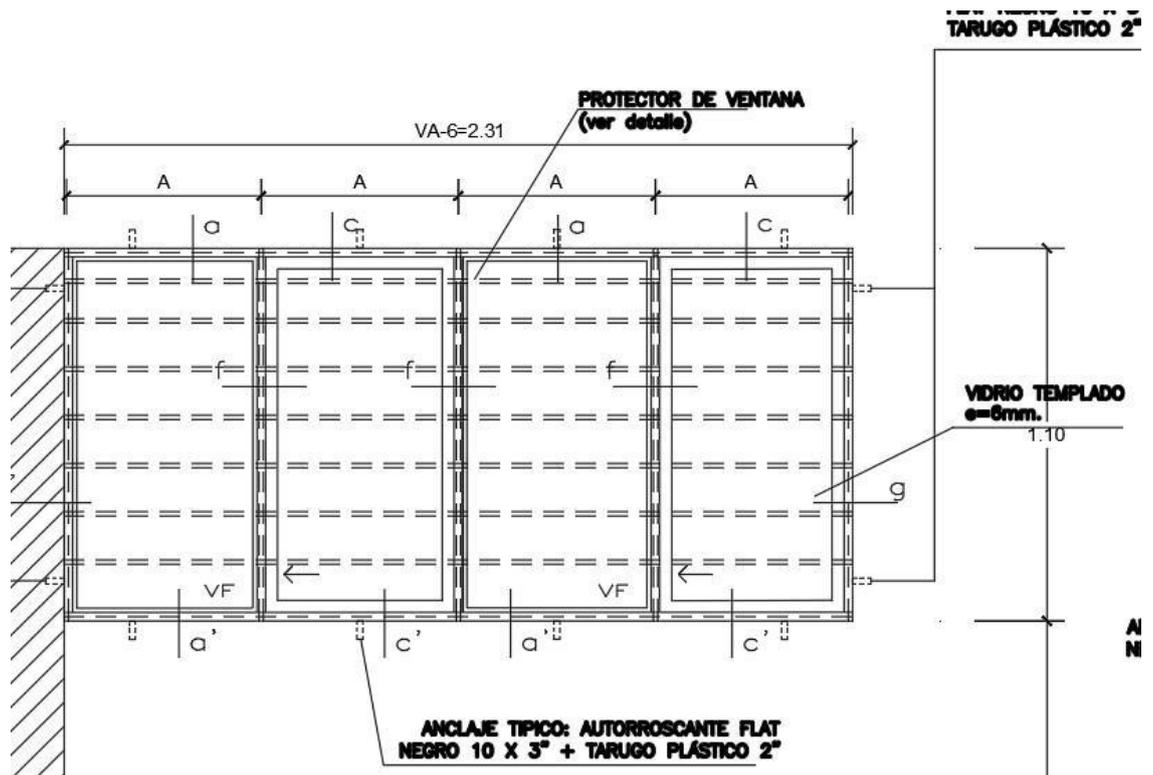


Figura N° 125. Plano de detalles de ventanas identificado en el plano D-03 de la ventana VA - 6

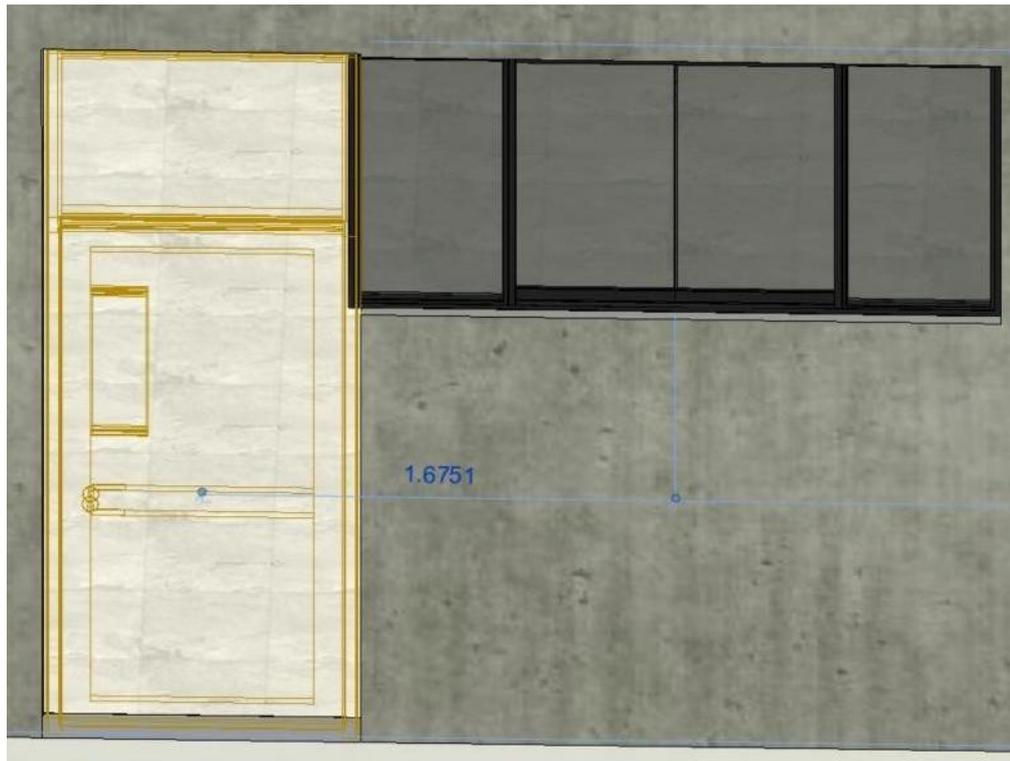


Figura N° 126. Vista 3D de la interferencia entre puerta y ventana –
Incidencia 5

- f) INCIDENCIA 6: En el plano de detalle A-05, podemos observar que el detalle de la ventana V-4 ubicada entre los ejes 2 -2' y los ejes F – G, mide 2.30 m sin embargo si nos ubicamos en el plano de detalles en ventanas D-03 podemos ver que la ventana tipo V-4 tiene un ancho de 2.34 m generando una interferencia entre la puerta PA-2 y la ventana V-4.

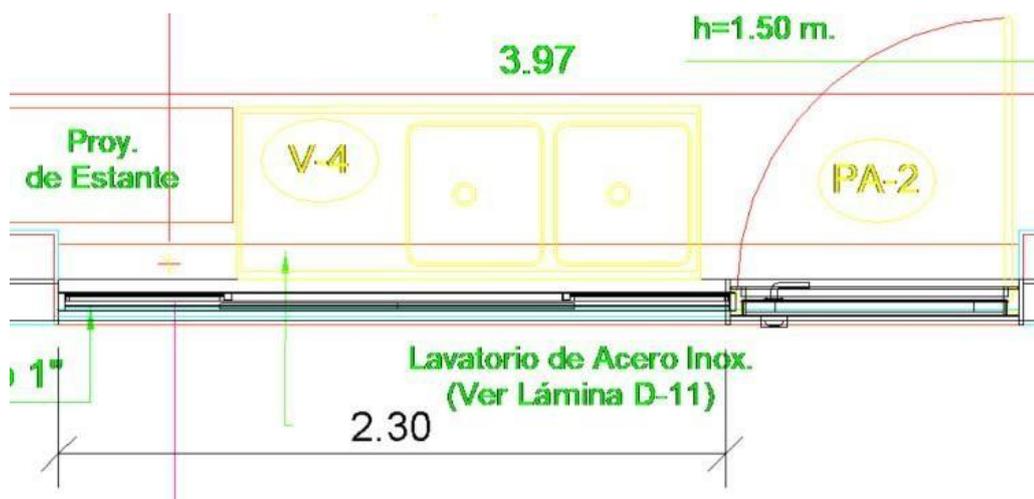


Figura N° 127. Vista en planta de la interferencia entre puerta PA-2 y la ventana V-4 - incidencia 6

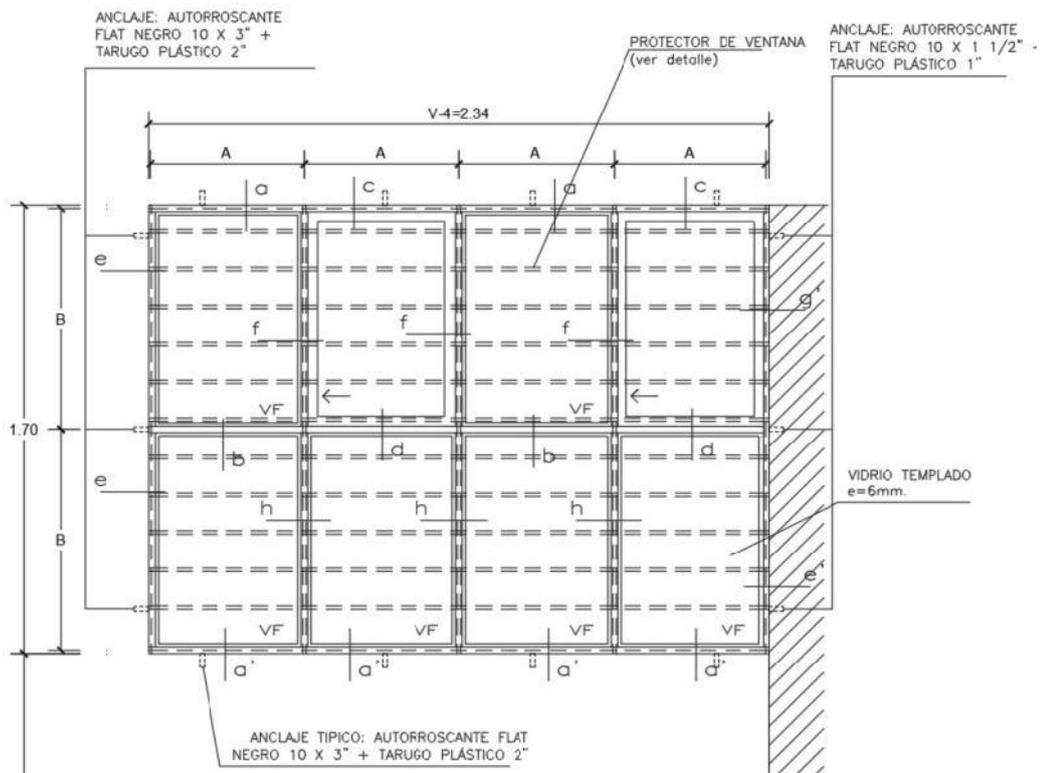


Figura N° 128. Plano de detalles de ventanas identificado en el plano D – 03 de la ventana V-4



Figura N° 129. Vista 3D de la interferencia entre puerta y ventana – Incidencia 6

- g) INCIDENCIA 7: Se puede visualizar una incompatibilidad entre el detalle de corte de encofrados que se tiene en el plano E – 15, donde se comenta y plasma que se tendrá un falso piso de 15 cm que vendría a ser la parte superior de la cisterna y que está ubicado según el corte a una altura de -0.05 del nivel de piso terminado, pero teniéndose en cuenta los detalles de “CORTE 1-1; CORTE 2-2 Y CORTE 3-3” ubicados en el plano E-15, se dice que la parte superior de la cisterna es de 20 cm contradiciendo los 15 cm, anteriormente ya mencionados ubicado a 0.05 de altura del nivel de piso terminado.

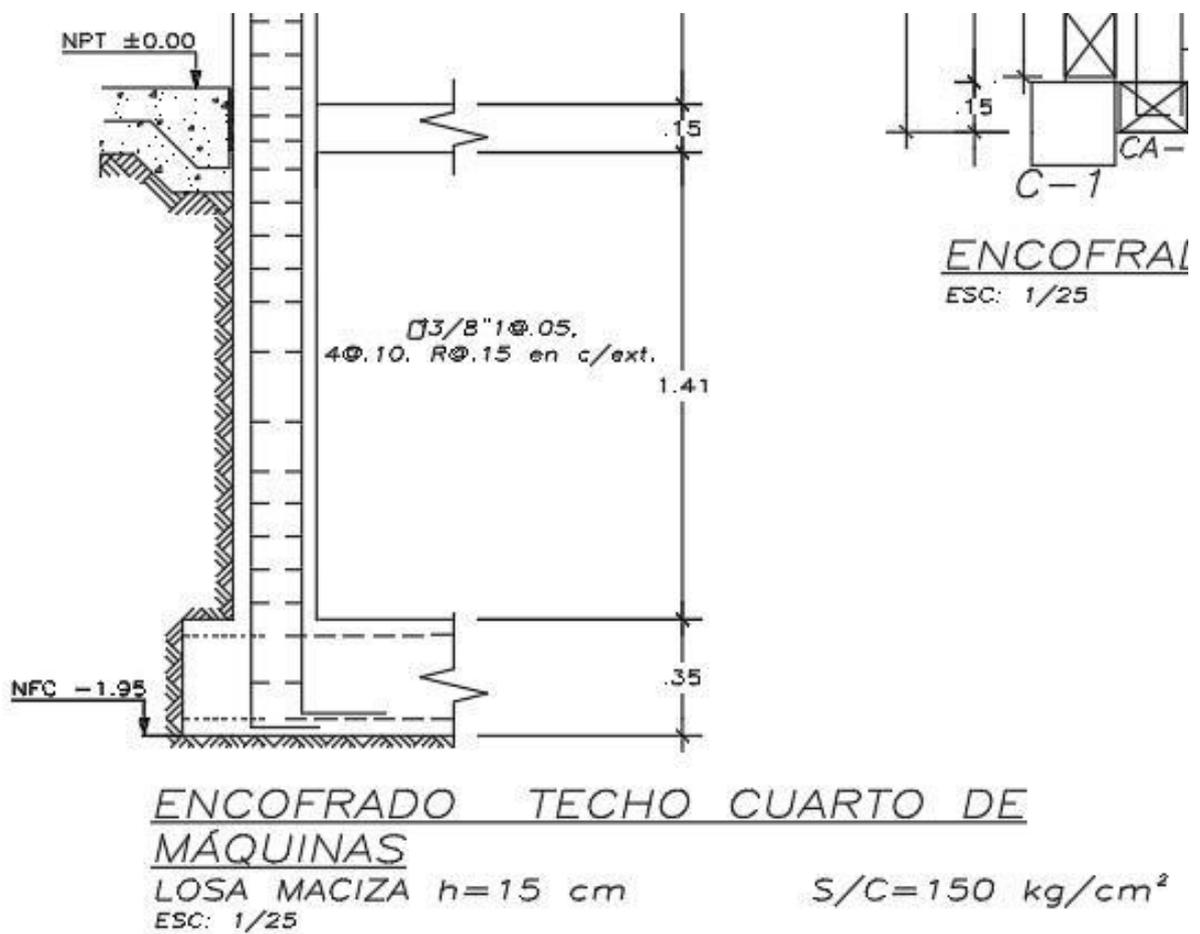


Figura N° 130. Detalle de encofrado techo cuadro de máquinas del plano E – 15 (incidencia 07)

- i) INCIDENCIA 9: Lo mismo pasa para el tipo de columneta CA-2 teniéndose una contradicción de datos con las vistas en planta.

DETALLES DE COLUMNETAS Y VIGAS DE ARRIOSTRE

ESCALA: 1/25

TIPO	SIMBOLO	SECCIÓN	REFUERZO	ESTRIBOS	RECUB.
CA-1			4 ϕ 1/2"	1 \square ϕ 1/4" 1 ϕ .05 4 ϕ .10 r@.25 c/ext.	r = 2 cm.
VA-1			4 ϕ 3/8"	1 \square ϕ 1/4" 1 ϕ .05 4 ϕ .10 r@.25 c/ext.	r = 2 cm.
CA-2			4 ϕ 3/8"	1 \square ϕ 1/4" 1 ϕ .05 4 ϕ .10 r@.25 c/ext.	r = 2 cm.
VA-2			2 ϕ 3/8"	1 \square ϕ 1/4" 1 ϕ .05 4 ϕ .10 r@.25 c/ext.	r = 2 cm.

NOTA: Los tabiques altos tendrán columneta CA-1 y viga de amarre VA-1.
Los tabiques bajos tendrán columneta CA-2 y viga de amarre VA-2.

Figura N° 133. Detalles de columnetas y vigas de arriostre (Incidencia 08)

- j) INCIDENCIA 10: Se puede visualizar que en el detalle de planta de cimentación del plano E-14 la zapata Z2 ubicadas entre los ejes 1-1 y C-C es la misma que la zapata entre los ejes a-1 y D-D.

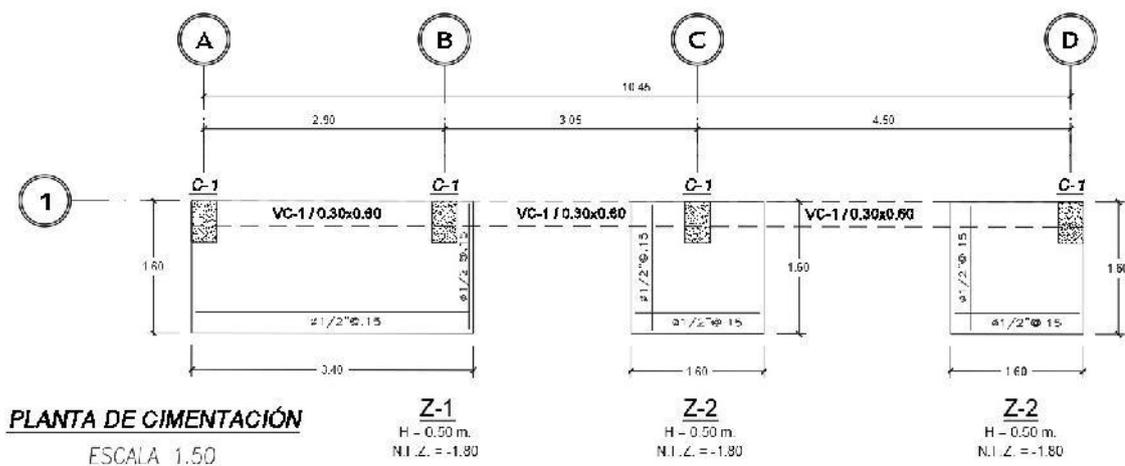
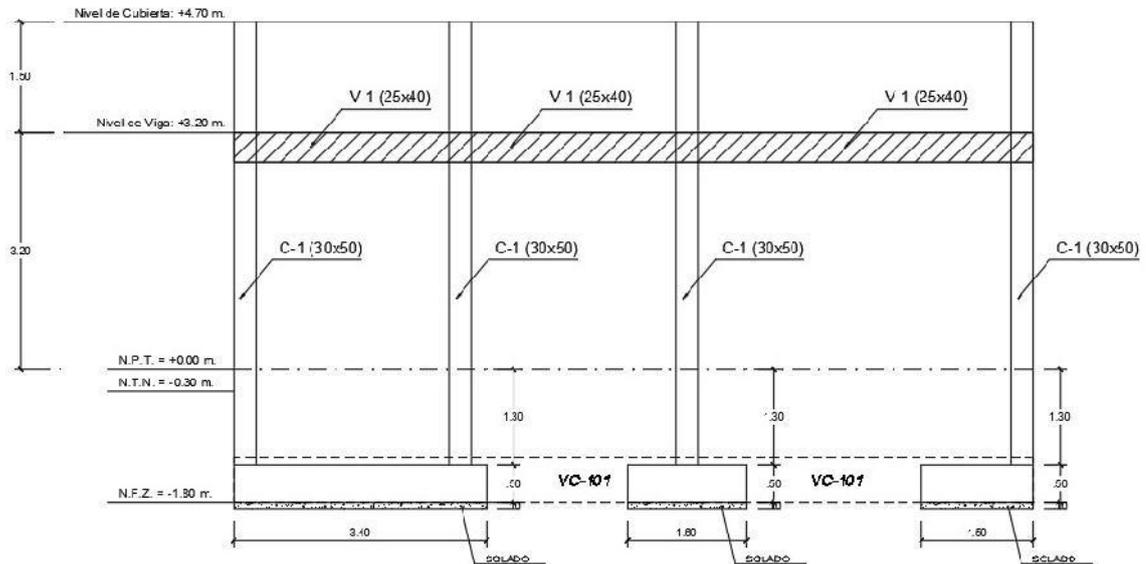


Figura N° 134. Detalle de zapatas en la vista en planta de cimentación del plano E-14

Luego donde se detecta la incidencia es en el detalle del corte longitudinal – EJE 1 debido a que se puede visualizar que las longitudes del largo de zapatas Z” no es el mismo generándose una contradicción.



CORTE LONGITUDINAL - EJE 1

Figura N° 135. Detalle de zapatas en el corte longitudinal del plano E-14

- k) INCIDENCIA 11: Para esta incidencia se puede verificar en la vista en planta del plano general que la puerta PM-3 tiene un ancho de 1m, pero sin embargo en el detalle del plano D-16 podemos visualizar que las dimensiones del portón PM-3 tiene como medidas 0.90 m x 2.10 m evidenciándose una diferencia de 0.10 m.

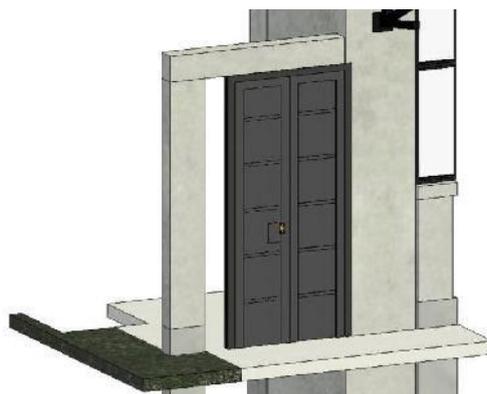


Figura N° 136. Detalle de coordinación y visualización de descuadre de la puerta PM-

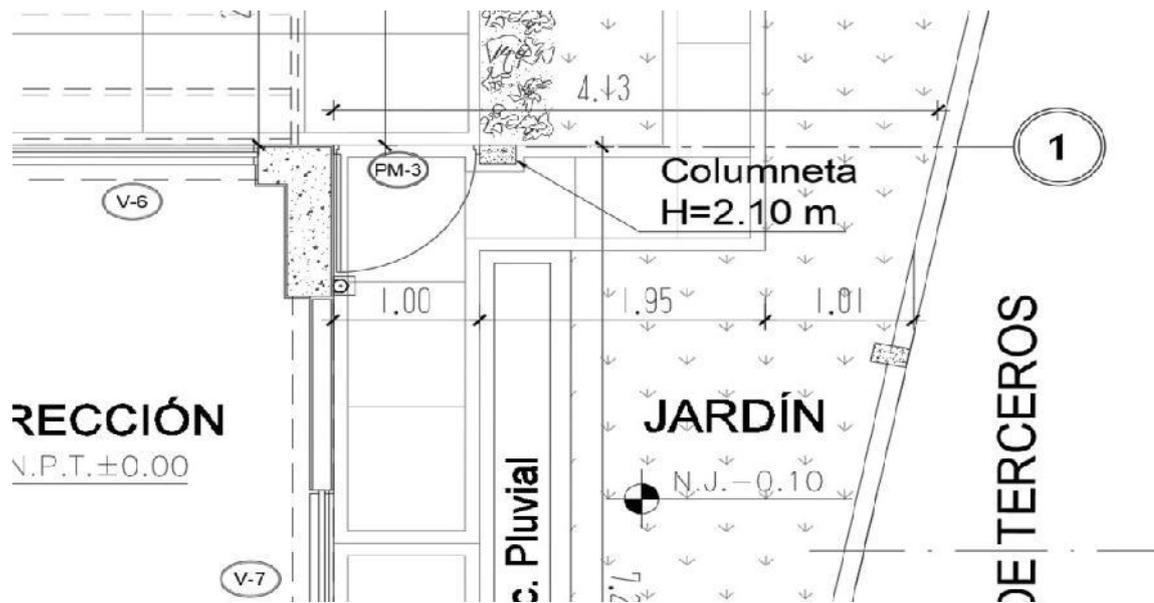


Figura N° 137. Vista en planta del planeamiento general en el plano A-01

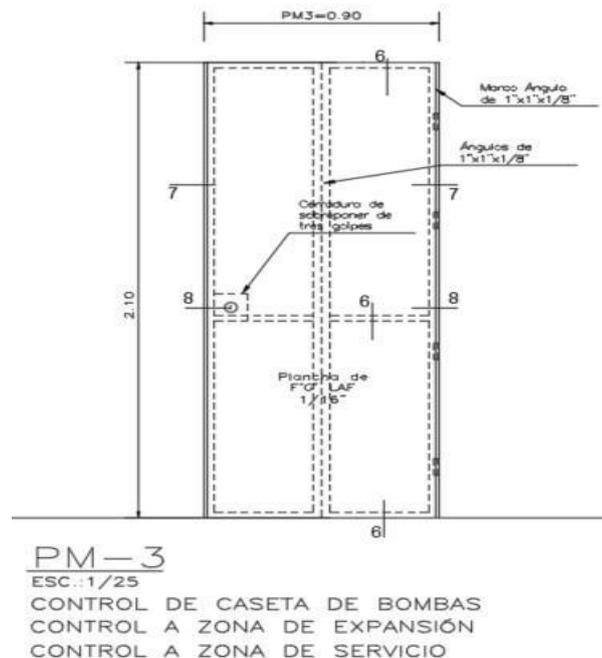


Figura N° 138. Detalle PM - 3 en dimensiones de portones del plano D-16

- 1) **INCIDENCIA 12:** Para esta incidencia se puede visualizar que en la sección típica x-x-detalle protección teja artesanal del plano A-12 se observa que se utilizará un mortero de cemento para dar cierta pendiente al acabado de ladrillo pastelero que irá encima del muro perimétrico de toda la institución educativa, creándose la incidencia 12 debido a que el mortero mencionado no es tomado en cuenta para los presupuestos del proyecto.

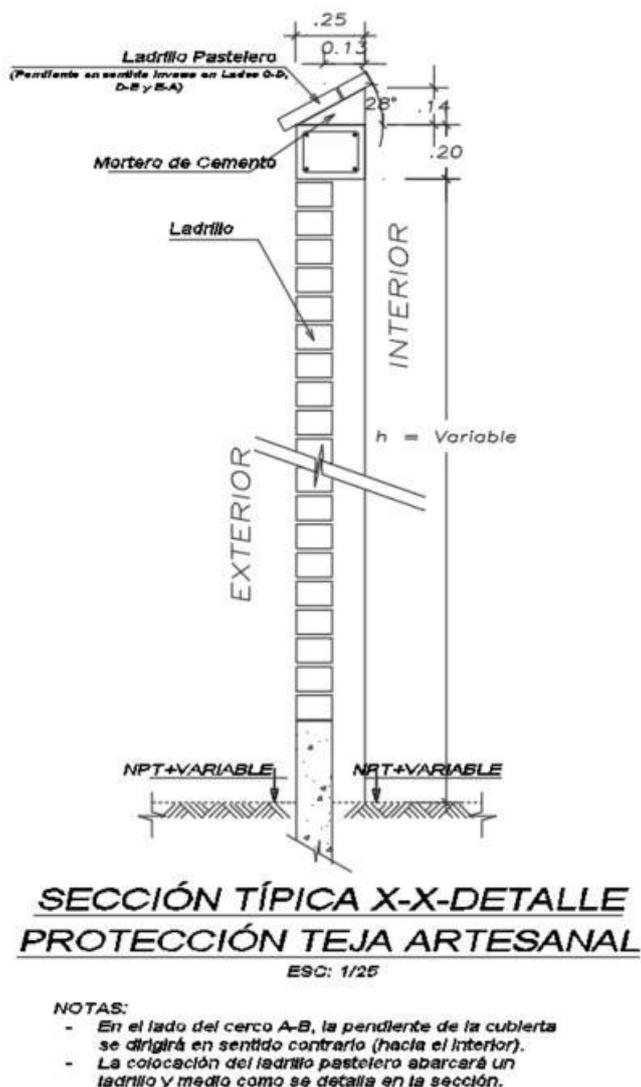


Figura N° 139. Sección típica X-X-detalle protección teja artesanal del plano A-

12

m) INCIDENCIA 13: Para esta incidencia se visualiza que en el corte A-A encontrado en el plano E-10 se tiene una incongruencia de colores en su simbología y el diámetro de sus aceros, pudiendo generar errores en la toma de decisiones debido a que se indica un diámetro de $\frac{1}{2}$ " asignándose el color amarillo y el mismo diámetro al color celeste, sin embargo en la parte inferior del detalle podemos observar que a los aceros que forman parte de la viga de cimentación no serán de un diámetro de $\frac{1}{2}$ " sino que el acero longitudinal tendrá un diámetro de $\frac{5}{8}$ " siendo de color amarillo, y como acero transversal se tendrá un diámetro de $\frac{3}{8}$ " tomando el color celeste en la simbología.

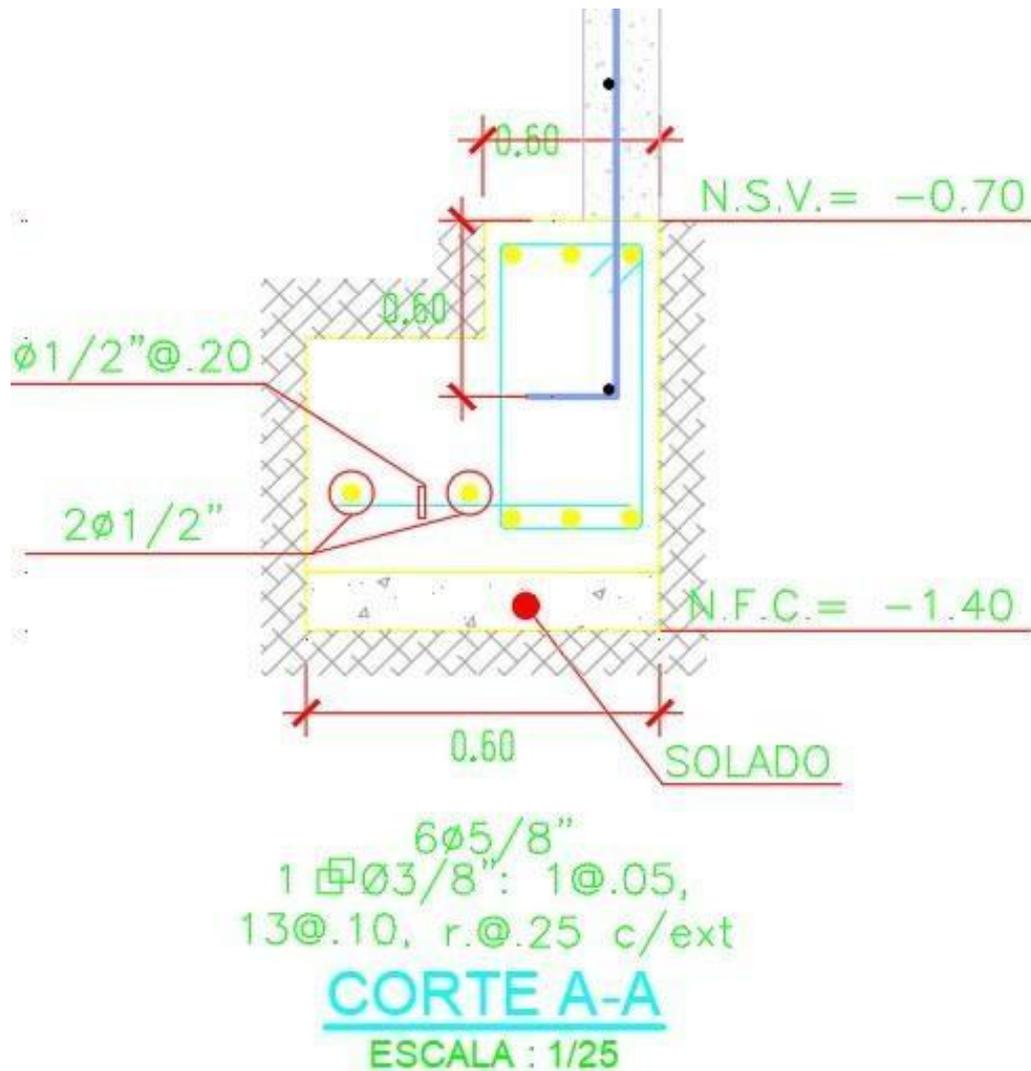


Figura N° 140. Detalle de corte A-A en el plano E – 10

- n) INCIDENCIA 14: En la siguiente incidencia podemos ver claramente la discordancia en el detalle del cuadro de vigas del plano E-11, debido a que se muestra un corte transversal del tipo de viga V-4 donde se indica 4 aceros longitudinales de $1/2''$ y para estribo un acero de diámetro de $3/8''$ con un recubrimiento de 4cm sin embargo al costado hay una indicación que contradice el detalle del corte siendo ahora de $5/8''$ para el acero longitudinal.

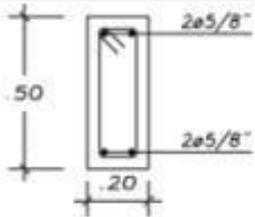
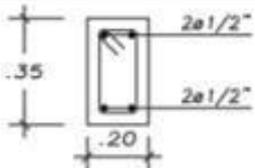
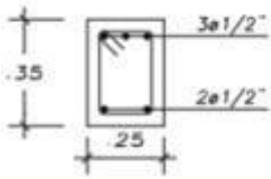
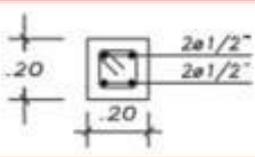
CUADRO DE VIGAS			
ESC: 1/25			
TIPO	SECCIÓN	REFUERZO ESTRIBOS	RECUBRIMIENTO.
V-1		4ø5/8" 1 □ øø3/8" 1 øø0.05 5 øø0.10 rto øø0.25 c/ext	≈4.00 cm
V-2		4ø1/2" 1 □ øø3/8" 1 øø0.05 5 øø0.10 2 øø0.15 rto øø0.25 c/ext	≈4.00 cm
V-3		5ø1/2" 1 □ øø3/8" 1 øø0.05 5 øø0.10 2 øø0.15 rto øø0.25 c/ext	≈4.00 cm
V-4		4ø5/8" 1 □ øø3/8" 1 øø0.05 5 øø0.10 2 øø0.15 rto øø0.25 c/ext	≈4.00 cm

Figura N° 141. Detalle del cuadro de vigas para incidencia 14

4.5. EXTRACCIÓN DE METRADOS DEL MODELO INTELIGENTE

A) MODELADO DE ARQUITECTURA

<01.01 MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS SOGA TIPO IV>			
A	B	C	D
Material estructural	Tipo	Área	Marca
MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS SOGA TIPO IV	MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS SOGA TIPO IV	167.08 m ²	SE IV
MURO DE LADRILLO KK 18 HUECOS SOGA TIPO IV: 85		167.08 m ²	
Total general: 85		167.08 m ²	

<02.03 TARRAJEO EN PLACAS Y COLUMNAS INTERIORES C/A 1/5 E=1.5CM>

A	B	C	D
Comentarios	Tipo	Área	Marca
CISTERNA	TARRAJEO INTERIOR COLUMNA 1 cm	6.67 m ²	TIC
CISTERNA: 28		6.67 m ²	
MODULO A	TARRAJEO INTERIOR COLUMNA 1 cm	139.52 m ²	TIC
MODULO A: 229		139.52 m ²	
Total general: 257		146.18 m ²	

<02.04 TARRAJEO EN PLACAS Y COLUMNAS EXTERIORES C/A 1/4 E=1.5CM>

A	B	C	D
Comentarios	Tipo	Área	Marca
CISTERNA	TARRAJEO EXTERIOR COLUMNA 1 cm	19.96 m ²	TEC
CISTERNA: 48		19.96 m ²	
MODULO A	TARRAJEO EXTERIOR COLUMNA 1 cm	67.78 m ²	TEC
MODULO A: 70		67.78 m ²	
PERIMETRO	TARRAJEO EXTERIOR COLUMNA 1 cm	136.35 m ²	TEC
PERIMETRO: 251		136.35 m ²	
PROSCENIO	TARRAJEO EXTERIOR COLUMNA 1 cm	15.56 m ²	TEC
PROSCENIO: 29		15.56 m ²	
Total general: 398		239.65 m ²	

<02.05 TARRAJEO EN VIGAS INTERIORES C/A 1/5 E=1.5CM>

A	B	C	D
Comentarios	Tipo	Área	Marca
CISTERNA	TARRAJEO INTERIOR VIGA 1 cm	2.96 m ²	TIV
CISTERNA: 10		2.96 m ²	
MODULO A	TARRAJEO INTERIOR VIGA 1 cm	57.94 m ²	TIV
MODULO A: 111		57.94 m ²	
Total general: 121		60.90 m ²	

<02.06 TARRAJEO EN VIGAS EXTERIORES C/A 1/4 E=1.5CM>

A	B	C	D
Comentarios	Tipo	Área	Marca
CISTERNA	TARRAJEO EXTERIOR VIGA 1 cm	8.10 m ²	TEV
CISTERNA: 28		8.10 m ²	
MODULO A	TARRAJEO EXTERIOR VIGA 1 cm	34.64 m ²	TEV
MODULO A: 36		34.64 m ²	
PERIMETRO	TARRAJEO EXTERIOR VIGA 1 cm	68.70 m ²	TEV
PERIMETRO: 98		68.70 m ²	
PROSCENIO	TARRAJEO EXTERIOR VIGA 1 cm	4.35 m ²	TEV
PROSCENIO: 10		4.35 m ²	
Total general: 172		115.79 m ²	

<02.07 TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES>			
A	B	C	D
Comentarios	Tipo	Área	Marca
MODULO A	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	8.29 m ²	TI
MODULO A: 16		8.29 m ²	
PROSCENIO	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	3.36 m ²	TI
PROSCENIO: 8		3.36 m ²	
Total general: 24		11.65 m ²	

<03.01 REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN GRADAS e=1.5cm - HORIZONTAL>			
A	B	C	D
Tipo	Marca	Comentarios	Área
TARRAJEO SUPERIOR ESCALERA 3 cm	TSE	PROSCENIO	0.31 m ²
TARRAJEO SUPERIOR ESCALERA 3 cm	TSE	PROSCENIO	0.34 m ²
TARRAJEO SUPERIOR ESCALERA 3 cm	TSE	PROSCENIO	0.34 m ²
TARRAJEO SUPERIOR ESCALERA 3 cm	TSE	PROSCENIO	0.34 m ²
TARRAJEO SUPERIOR ESCALERA 3 cm: 4			1.32 m ²
Total general: 4			1.32 m ²

<03.01 REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN GRADAS e=1.5cm - VERTICAL>			
A	B	C	D
Tipo	Marca	Comentarios	Área
TARRAJEO EXTERIOR ESCALERA 3 cm	TEE	PROSCENIO	0.14 m ²
TARRAJEO EXTERIOR ESCALERA 3 cm	TEE	PROSCENIO	0.10 m ²
TARRAJEO EXTERIOR ESCALERA 3 cm	TEE	PROSCENIO	0.10 m ²
TARRAJEO EXTERIOR ESCALERA 3 cm	TEE	PROSCENIO	0.10 m ²
Total general: 4			0.44 m ²

<03.02 REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm>			
A	B	C	D
Tipo	Marca	Comentarios	Área
REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm	RCS	PERIMETRO	8.72 m ²
REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm	RCS		61.02 m ²
REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm: 2			69.74 m ²
Total general: 2			69.74 m ²

<04.01 CIELORASOS CON MESCLA C/A 1/5>			
A	B	C	D
Tipo	Comentarios	Marca	Área
CIELORASOS	MODULO A	CRS	17.42 m ²
CIELORASOS	MODULO A	CRS	18.43 m ²
CIELORASOS	MODULO A	CRS	28.14 m ²
CIELORASOS	MODULO A	CRS	26.30 m ²
CIELORASOS	MODULO A	CRS	26.47 m ²
CIELORASOS	MODULO A	CRS	27.47 m ²
CIELORASOS	MODULO A	CRS	25.96 m ²
CIELORASOS	PERIMETRO	CRS	7.09 m ²
CIELORASOS: 8			177.26 m ²
Total general: 8			177.26 m ²

<05.02.01 PISO DE LOSETA DE CAUCHO ANTIGOLPES ANTIDESLIZANTE e= 3 cm.>			
A	B	C	D
Material estructural	Comentarios	Marca	Área
PISO DE LOSETA DE CAUCHO ANTIGOLPES ANTIDESLIZANTE	PERIMETRO	PLCA	28.49 m ²
PISO DE LOSETA DE CAUCHO ANTIGOLPES ANTIDESLIZANTE e= 3 cm.: 1			28.49 m ²
Total general: 1			28.49 m ²

<05.02.01 PISO DE LOSETA DE CAUCHO ANTIGOLPES ANTIDESLIZANTE e= 3 cm. Copia 1>			
A	B	C	D
Material estructural	Comentarios	Marca	Área
CONTRAPISO C/A 1/5, e=40mm	PROSCENIO	CP	16.94 m ²
CONTRAPISO C/A 1/5, e=40mm: 1			16.94 m ²
Total general: 1			16.94 m ²

<05.02.02 PISO DE BALDOSA VINÍLICA, e= 3,2 mm., 30.5 x 30.5 cm>			
A	B	C	D
Material estructural	Comentarios	Marca	Área
PISO DE BALDOSA VINÍLICA, e= 3,2 mm., 30.5 x 30.5 c	MODULO A	PBV	40.34 m ²
PISO DE BALDOSA VINÍLICA, e= 3,2 mm., 30.5 x 30.5 c	MODULO A	PBV	4.12 m ²
PISO DE BALDOSA VINÍLICA, e= 3,2 mm., 30.5 x 30.5 c	MODULO A	PBV	57.04 m ²
PISO DE BALDOSA VINÍLICA, e= 3,2 mm., 30.5 x 30.5 cm: 3			101.51 m ²
Total general: 3			101.51 m ²

<05.02.03 PISO DE PORCELANATO 60 x 60 cm>			
A	B	C	D
Material estructural	Comentarios	Marca	Área
PISO DE PORCELANATO 60 x 60 cm	MODULO A	PP	20.39 m ²
PISO DE PORCELANATO 60 x 60 cm	MODULO A	PP	12.22 m ²
PISO DE PORCELANATO 60 x 60 cm	MODULO A	PP	11.54 m ²
PISO DE PORCELANATO 60 x 60 cm	MODULO A	PP	6.27 m ²
PISO DE PORCELANATO 60 x 60 cm: 4			50.43 m ²
Total general: 4			50.43 m ²

<05.02.04 PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1º CALIDAD INCLUYE			
A	B	C	D
Material estructural	Marca	Comentarios	Área
PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE	PCN	MODULO A	2.47 m ²
PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE	PCN	MODULO A	2.09 m ²
PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE	PCN	MODULO A	6.70 m ²
PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE	PCN	MODULO A	6.70 m ²
PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE	PCN	MODULO A	4.80 m ²
PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE	PCN	MODULO A	5.42 m ²
PISO DE CERÁMICO NACIONAL ALTO TRÁNSITO ANTIDESLIZANTE 45x45 CM. DE COLOR, 1º CALIDAD INCLUYE			28.16 m ²
Total general: 6			28.16 m ²

<05.03.01 PISO DE CEMENTO SEMIPULIDO BRUÑADO e= 2">			
A	B	C	D
Tipo	Material estructural	Área	Marca
REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm	REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm	8.72 m ²	RCS
REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm	REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm	61.02 m ²	RCS
REVESTIMIENTO CON CEMENTO SEMIPULIDO EN RAMPAS e=1.5cm: 2		69.74 m ²	
Total general: 2		69.74 m ²	

<05.03.02 PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2">			
A	B	C	D
Tipo	Material estructural	Área	Marca
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	40.32 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	4.12 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	57.03 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	20.38 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	12.21 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	11.53 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	6.26 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	2.46 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	2.08 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	6.70 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	6.70 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	4.78 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2"	5.42 m ²	PCF
PISO DE CEMENTO FROTACHADO BRUÑADO e= 2": 13		179.99 m ²	
Total general: 13		179.99 m ²	

<05.04.01 SARDINEL DE CONCRETO f _c =175 kg/cm ² , H=0.10 m. - INCLUYE ENCOFRADO>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Comentarios	Marca	Área	Longitud	Anchura
SARDINELES	VEREDAS	S	0.55 m ²	5.483	0.100
SARDINELES	VEREDAS	S	0.40 m ²	2.700	0.100
SARDINELES	VEREDAS	S	0.39 m ²	3.901	0.100
SARDINELES: 3				12.083	
Total general: 3				12.083	

<05.05.01 VEREDA DE CONCRETO DE 4" f _c =175Kg/cm ² INCL. ENCOFRADO - ACABADO SEMIPULIDO Y BRUÑADO>			
A	B	C	D
Tipo	Material estructural	Área	Marca
VEREDA	VEREDA DE CONCRETO DE 4" f _c =175Kg/cm ² INCL. ENCOFRADO - ACABADO SEMIPULIDO Y BRUÑADO	186.57 m ²	VR
VEREDA: 1		186.57 m ²	
Total general: 1		186.57 m ²	

<06.01.01 ZÓCALO DE PORCELANATO DE 60 x 60 CM DE COLOR>			
A	B	C	D
Material: Nombre	Comentarios	Marca	Material: Área
ZÓCALO DE PORCELANATO DE 60 x 60 cm DE COLOR	MODULO A	ZCP	52.78 m ²
ZÓCALO DE PORCELANATO DE 60 x 60 cm DE COLOR: 1			52.78 m ²
Total general: 1			52.78 m ²

<06.01.02 ZÓCALO DE CERÁMICA NACIONAL LISO DE 45 x 45 CM DE COLOR DE 1RA CALIDAD INCLUYE FRAGUADO>			
A	B	C	D
Material: Nombre	Comentarios	Marca	Material: Área
ZÓCALO DE CERÁMICA NACIONAL LISO DE 45 x 45 CM DE COL	MODULO A	ZCC	44.24 m ²
ZÓCALO DE CERÁMICA NACIONAL LISO DE 45 x 45 CM DE COLOR DE 1RA CALIDAD INCLUYE FRAGUA			44.24 m ²
Total general: 1			44.24 m ²

<06.01.03 ZÓCALO DE BALDOSA VINÍLICA, e = 1,6 mm., 30.5 x 30.5 cm>			
A	B	C	D
Material: Nombre	Comentarios	Marca	Material: Área
ZÓCALO DE VINILICO 30.5 x 30.5 cm.	MODULO A	ZCV	121.23 m ²
ZÓCALO DE VINILICO 30.5 x 30.5 cm.: 1			121.23 m ²
Total general: 1			121.23 m ²

<06.02.01 CONTRAZÓCALO DE CEMENTO PULIDO H=30 cm MZ. 1/2 e=1.5cm EN INT. / EXT>

A	B	C	D	E
Material: Nombre	Comentarios	Marca	Área	Longitud
CONTRAZÓCALO DE CEMENTO PULIDO H=30 cm MZ. 1/2 e=1.5cm EN INT. / EXT.	CISTERNA	CZ CP	0.08 m ²	8.498
CONTRAZÓCALO DE CEMENTO PULIDO H=30 cm MZ. 1/2 e=1.5cm EN INT. / EXT.	PERIMETRO	CZ CP	3.00 m ²	299.714
CONTRAZÓCALO DE CEMENTO PULIDO H=30 cm MZ. 1/2 e=1.5cm EN INT. / EXT.	MODULO A	CZ CP	0.60 m ²	60.421
CONTRAZÓCALO DE CEMENTO PULIDO H=30 cm MZ. 1/2 e=1.5cm EN INT. / EXT.: 3				368.633
Total general: 3				368.633

<06.02.03 CONTRAZÓCALO DE PORCELANATO H=10 CM>

A	B	C	D	E
Material: Nombre	Comentarios	Marca	Área	Longitud
CONTRAZÓCALO DE PORCELANATO H=10 CM	MODULO A	CZ P	0.32 m ²	31.822
CONTRAZÓCALO DE PORCELANATO H=10 CM: 1				31.822
Total general: 1				31.822

<06.02.04 CONTRAZÓCALO DE CERÁMICA NACIONAL H=10 CM>

A	B	C	D	E
Material: Nombre	Comentarios	Marca	Área	Longitud
CONTRAZÓCALO DE CERÁMICA NACIONAL H=10 CM	MODULO A	CZ C	0.47 m ²	47.147
CONTRAZÓCALO DE CERÁMICA NACIONAL H=10 CM: 1				47.147
Total general: 1				47.147

<06.02.05 CONTRAZÓCALO SANITARIO DE PVC RÍGIDO 5 x 5 cm.>

A	B	C	D	E
Material: Nombre	Comentarios	Marca	Área	Longitud
CONTRAZÓCALO SANITARIO PVC RÍGIDO	MODULO A	CZ S	0.20 m ²	20.257
CONTRAZÓCALO SANITARIO PVC RÍGIDO: 1				20.257
Total general: 1				20.257

<07.01 COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO ASENTADO CON TORTA DE BARRO>

A	B	C	D
Material: Nombre	Material: Área	Comentarios	Marca
COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO ASENTADO CON TORTA DE BARRO	427.04 m ²	MODULO A	LPAST
COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO ASENTADO CON TORTA DE BARRO	103.74 m ²	PERIMETRO	LPAST
Total general: 2	530.78 m²		

<07.02 COBERTURA DE PANEL METÁLICO CURVO e=0.50 mm.>

A	B	C	D
Material: Nombre	Material: Área	Comentarios	Marca
COBERTURA DE PANEL METÁLICO CURVO e=0.50 mm.	219.67 m ²	PROSCENIO	TP
Total general: 1	219.67 m²		

<07.03 COBERTURA DE PANEL TRASLÚCIDO DE POLICARBONATO e=1 mm - ELEM CREADO>				
A	B	C	D	E
Tipo	Material: Nombre	Comentarios	Marca	Material: Área
COBERTURA TIPO 01	TRASLÚCIDO DE POLICARBONATO e=1 mm	MODULO A	C 01 - CUBIERTA	87.40 m ²
COBERTURA TIPO 01: 1				87.40 m ²
COBERTURA TIPO 02	TRASLÚCIDO DE POLICARBONATO e=1 mm	PERIMETRO	C 02 - CUBIERTA	48.65 m ²
COBERTURA TIPO 02: 1				48.65 m ²
COBERTURA TIPO 03	TRASLÚCIDO DE POLICARBONATO e=1 mm	PROSCENIO	C 03 - CUBIERTA	52.62 m ²
COBERTURA TIPO 03: 1				52.62 m ²
Total general: 3				188.67 m ²

B) MODELADO ESTRUCTURAL

<02.02.03.01 CONCRETO EN SUB CIMENTOS C/H, 1/10 + 30% P.G.>		
A	B	C
Tipo	Área	Marca
SOBRECIMENTOS	156 m ²	SB
SOBRECIMENTOS: 53	156 m ²	
Total general: 53	156 m ²	

<02.02.02.01 SOLADO CONCRETO C/H, 1/12, e=0.10m>				
A	B	C	D	E
Material estructural	Tipo	Comentarios	Área	Marca
SOLADO CONCRETO C/H, 1/12, e=0.10m	SOLADOS 0.10 cm	PERIMETRO	4.19 m ²	SL
SOLADO CONCRETO C/H, 1/12, e=0.10m	SOLADOS 0.10 cm	PERIMETRO	2.11 m ²	SL
SOLADO CONCRETO C/H, 1/12, e=0.10m	SOLADOS 0.10 cm	PATIO COB	2.56 m ²	SL
SOLADO CONCRETO C/H, 1/12, e=0.10m	SOLADOS 0.10 cm	PATIO COB	2.56 m ²	SL
SOLADO CONCRETO C/H, 1/12, e=0.10m	SOLADOS 0.10 cm	PATIO COB	5.44 m ²	SL
SOLADO CONCRETO C/H, 1/12, e=0.10m	SOLADOS 0.10 cm	CISTERNA	5.76 m ²	SL
SOLADO CONCRETO C/H, 1/12, e=0.10m: 6			22.62 m ²	
Total general: 6			22.62 m ²	

<02.02.03.01 CONCRETO EN SUB CIMENTOS C/H, 1/10 + 30% P.G.>		
A	B	C
Tipo	Área	Marca
SOBRECIMENTOS	156 m ²	SB
SOBRECIMENTOS: 53	156 m ²	
Total general: 53	156 m ²	

<02.02.04.01 CONCRETO EN GRADAS f_c=175 Kg/cm²>		
A	B	C
Material: Nombre	Tipo	Material: Volumen
CONCRETO EN GRADAS f _c =175 Kg/cm ²	Contrahuella máx. de 190 mm a 250 mm	0.23 m ³
CONCRETO EN GRADAS f _c =175 Kg/cm ²	ESCALERA - PROSCENIO	0.04 m ³
Total general: 2		0.27 m ³

<02.02.05.01 CONCRETO EN RAMPAS $f_c=175 \text{ Kg/cm}^2$ >

A	B	C	D	E
Material estructural	Tipo	Volumen	Comentarios	Marca
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.20 cm - CISTE	0.42 m³	CISTERNA	FP CIS
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	1.71 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	4.06 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.42 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.55 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.49 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.68 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.68 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	5.74 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	2.06 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	1.23 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.25 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.21 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	1.80 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4": 14		20.29 m³		
Total general: 14		20.29 m³		

<02.02.06.01 FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4">

A	B	C	D	E
Material estructural	Tipo	Volumen	Comentarios	Marca
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	1.71 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	4.06 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.42 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.55 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.49 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.68 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.68 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	5.74 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	2.06 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	1.23 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.25 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	0.21 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.10 cm	1.80 m³	MODULO A	FP
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4": 13		19.87 m³		
Total general: 13		19.87 m³		

<02.03.01.01 CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ >

A	B	C
Tipo	Material: Nombre	Material: Volumen
CORTE 1-1 - ZAPATAS	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.74 m³
CORTE 1-1 - ZAPATAS	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.74 m³
CORTE 3 - 3 - ZAPATAS	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.12 m³
CORTE 3 - 3 - ZAPATAS	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.12 m³
CORTE 2 - 2 - ZAPATAS	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.17 m³
Z-2	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	1.28 m³
Z-2	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	1.28 m³
Z-1	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	2.72 m³
Z-3 ENTRADA PRINCIPAL	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	1.05 m³
Z - 4 ENTRADA PRINCIPAL	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	2.10 m³
Z-3	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	18.27 m³
Z-3	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	18.27 m³
Z-4	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	2.43 m³
Z-4	CONCRETO EN ZAPATAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	2.43 m³
Total general: 14		51.72 m³

<02.03.01.02 ACERO CORRUGADO $F_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60>

A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerzo	Peso de Refuerzo	Marca
1/2" ZAPATAS	53		295908.30 cm³	2322.88 kg	Z
1/2" ZAPATAS: 53			295908.30 cm³	2322.88 kg	
Total general: 53			295908.30 cm³	2322.88 kg	

<02.03.02.01 CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ >				
A	B	C	D	E
Material estructural	Tipo	Comentarios	Volumen	Marca
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC-1 (0.30x0.60)	PATIO CON COEER	0.91 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	0.87 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	0.04 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	1.57 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	1.57 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	1.57 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	1.57 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	1.57 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	1.57 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	VC	MODULO A	0.83 m ³	VC
CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ 10			12.09 m ³	
Total general: 10			12.09 m ³	

<02.03.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION>		
A	B	C
Tipo	Area de Encofra	Marca
VC	4.95 m ²	VC
VC	0.21 m ²	VC
VC	10.55 m ²	VC
VC	9.71 m ²	VC
VC	9.71 m ²	VC
VC	10.55 m ²	VC
VC	10.13 m ²	VC
VC	9.71 m ²	VC
VC	4.17 m ²	VC
VC: 9	69.70 m ²	
VC-1 (0.30x0.60)	7.30 m ²	VC
VC-1 (0.30x0.60): 1	7.30 m ²	
Total general: 10	77.01 m ²	

<02.03.02.03 ACERO CORRUGADO $F_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerzo	Peso de Refuerzo	Marca
1/2" VIGAS DE CIMENTACIÓN	8		11613.74 cm ³	91.17 kg	VC
1/2" VIGAS DE CIMENTACIÓN: 8			11613.74 cm ³	91.17 kg	
3/8" VIGAS DE CIMENTACIÓN	102		101650.72 cm ³	797.96 kg	VC
3/8" VIGAS DE CIMENTACIÓN: 102			101650.72 cm ³	797.96 kg	
5/8" VIGAS CIMENTACIÓN	217		195915.71 cm ³	1537.94 kg	VC
5/8" VIGAS CIMENTACIÓN: 217			195915.71 cm ³	1537.94 kg	
Total general: 327			309180.17 cm ³	2427.06 kg	

<02.03.03.01 CONCRETO EN SOBRECIMIENTO REFORZADO f_c=175		
A	B	C
Tipo	Área	Marca
SOBRECIMENTOS	3.19 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	6.31 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	5.34 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	5.86 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	3.23 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	6.29 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	4.11 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	3.88 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	3.51 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.60 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	1.19 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.28 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.78 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.78 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	3.81 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	3.65 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.10 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.10 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	1.32 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.60 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	3.18 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	4.10 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	4.10 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	4.10 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.98 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	3.00 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	3.50 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	5.54 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	0.95 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	1.58 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	0.63 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	0.66 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.18 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	1.11 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	0.70 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	1.73 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	2.00 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	0.40 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS	0.33 m ²	SBE
SOBRECIMENTOS: 39	111.69 m ²	
Total general: 39	111.69 m ²	

<02.03.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO REFORZADO>		
A	B	C
Tipo	Area de Encofrado	Marca
SOBRECIMENTOS	497.11 m ²	
SOBRECIMENTOS: 92	497.11 m ²	
Total general: 92	497.11 m ²	

<02.03.03.03 ACERO CORRUGADO F_y= 4200 kg/cm² GRADO 60>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerzo	Peso de Refuerzo	Marca
3/8" SOBRECIMIENTO	22		24520.98 cm ³	192.49 kg	SC
3/8" SOBRECIMIENTO: 22			24520.98 cm ³	192.49 kg	
3/8" SOBRECIMENTOS	162		189159.74 cm ³	1484.90 kg	SC
3/8" SOBRECIMENTOS: 162			189159.74 cm ³	1484.90 kg	
Total general: 184			213680.72 cm ³	1677.39 kg	

<02.03.04.01 CONCRETO EN PLACAS f_c=210 Kg/cm²>			
A	B	C	D
Material estructural	Tipo	Volumen	Marca
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 1	1.41 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 1	1.41 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.49 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.49 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.49 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.49 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.49 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.49 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.48 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.48 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.48 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.48 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 2	1.49 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 3	1.40 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ²	PL - 4	1.65 m ³	PL
CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 Kg/cm ² : 15		22.23 m ³	
Total general: 15		22.23 m ³	

<02.03.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS>		
A	B	C
Tipo	Area de Encofrado	Marca
PL - 1	12 m ²	PL
PL - 1	12 m ²	PL
PL - 1: 2	23 m ²	
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2	12 m ²	PL
PL - 2: 11	134 m ²	
PL - 3	13 m ²	PL
PL - 3: 1	13 m ²	
PL - 4	13 m ²	PL
PL - 4: 1	13 m ²	
Total general: 15	183 m ²	

<02.03.04.03 ACERO CORRUGADO F_y= 4200 kg/cm² GRADO 60>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerz	Peso de Refuerzo	Marca
1/2" PLACAS	34		49725.74 cm ³	390.35 kg	PL
1/2" PLACAS: 34			49725.74 cm ³	390.35 kg	
3/8" PLACAS	197		158481.22 cm ³	1244.08 kg	PL
3/8" PLACAS: 197			158481.22 cm ³	1244.08 kg	
5/8" PLACAS	82		178867.65 cm ³	1404.11 kg	PL
5/8" PLACAS: 82			178867.65 cm ³	1404.11 kg	
Total general: 313			387074.61 cm ³	3038.54 kg	

<02.03.05.01 CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$>			
A	B	C	D
Material estructural	Tipo	Volumen	Marca
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.25 x 0.40	0.37 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.25 x 0.40	0.37 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.25 x 0.40	0.37 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.25 x 0.40	0.37 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.30 x 0.55	0.96 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.30 x 0.55	0.96 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.30 x 0.55	0.96 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.30 x 0.55	0.96 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.30 x 0.55	0.20 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.30 x 0.55	0.20 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.30 x 0.55	0.20 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	0.30 x 0.55	0.20 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1	0.96 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1 (0.25 x 0.25)	0.10 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1 (0.25 x 0.25)	0.10 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1 (0.25 x 0.25)	0.10 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1 (0.25 x 0.25)	0.10 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1 (0.25 x 0.25)	0.11 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1 (0.25 x 0.25)	0.11 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1 (0.25 x 0.25)	0.11 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C - 1 (0.25 x 0.25)	0.11 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C-2	0.69 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C-2	0.72 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C-2	0.55 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C-2	0.63 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	C-2	0.40 m ³	PE
CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$: 26		10.89 m ³	
Total general: 26		10.89 m ³	

<02.03.05.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS>		
A	B	C
Tipo	Area de Encofrado	Marca
0.25 x 0.40	19 m ²	PE
0.25 x 0.40: 4	19 m ²	
0.30 x 0.55	46 m ²	PE
0.30 x 0.55: 8	46 m ²	
C - 1	9 m ²	PE
C - 1: 1	9 m ²	
C - 1 (0.25 x 0.25)	21 m ²	PE
C - 1 (0.25 x 0.25): 8	21 m ²	
C-2	8 m ²	PE
C-2: 1	8 m ²	
C-2	7 m ²	PE
C-2: 1	7 m ²	
C-2	6 m ²	PE
C-2: 1	6 m ²	
C-2	6 m ²	PE
C-2: 1	6 m ²	
C-2	5 m ²	PE
C-2: 1	5 m ²	
Total general: 26	128 m ²	

<02.03.05.03 ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerz	Peso de Refuerzo	Marca
1/2" COLUMNAS	34		21051.16 cm ³	165.25 kg	CL
1/2" COLUMNAS: 34			21051.16 cm ³	165.25 kg	
1/4" COLUMNAS	28		3294.84 cm ³	25.86 kg	CL
1/4" COLUMNAS: 28			3294.84 cm ³	25.86 kg	
3/8" COLUMNAS	136		62380.58 cm ³	489.69 kg	CL
3/8" COLUMNAS: 136			62380.58 cm ³	489.69 kg	
5/8" COLUMNAS	53		95128.42 cm ³	746.76 kg	CL
5/8" COLUMNAS: 53			95128.42 cm ³	746.76 kg	
Total general: 251			181855.00 cm³	1427.56 kg	

<02.03.06.01 CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ² >			
A	B	C	D
Material estructural	Tipo	Volumen	Marca
CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ²	C - 1 (0.25 x 0.25)	1.13 m ³	PC
CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ²	CA-1 0.15 x 0.25	6.47 m ³	PC
CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ²	CA-2 (0.15 X 0.20)	0.51 m ³	PC
CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ²	CA-3 0.13 x 0.25	4.97 m ³	PC
CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ²	CA-4 0.13 x 0.25	0.03 m ³	PC
CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ²	CA-5 0.13 x 0.25	0.10 m ³	PC
CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ²	CA-6 0.13 x 0.25	0.42 m ³	PC
CONCRETO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 Kg/cm ² : 150		13.62 m ³	
Total general: 150		13.62 m³	

<02.03.06.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO>		
A	B	C
Tipo	Area de Encofrado	Marca
C - 1 (0.25 x 0.25)	17.86 m ²	PC
C - 1 (0.25 x 0.25): 5	17.86 m ²	
CA-1 0.15 x 0.25	108.80 m ²	PC
CA-1 0.15 x 0.25: 51	108.80 m ²	
CA-2 (0.15 X 0.20)	9.73 m ²	PC
CA-2 (0.15 X 0.20): 8	9.73 m ²	
CA-3 0.13 x 0.25	91.13 m ²	PC
CA-3 0.13 x 0.25: 79	91.13 m ²	
CA-4 0.13 x 0.25	0.50 m ²	PC
CA-4 0.13 x 0.25: 2	0.50 m ²	
CA-5 0.13 x 0.25	2.30 m ²	PC
CA-5 0.13 x 0.25: 1	2.30 m ²	
CA-6 0.13 x 0.25	7.88 m ²	PC
CA-6 0.13 x 0.25: 4	7.88 m ²	
Total general: 150	238.20 m²	

<02.03.06.03 ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerz	Peso de Refuerzo	Marca
1/2" COLUMNAS CONFINAMIENTO	550		327910.68 cm³	2574.10 kg	CLC
1/2" COLUMNAS CONFINAMIENTO: 550			327910.68 cm³	2574.10 kg	
1/4" COLUMNAS CONFINAMIENTO	239		28623.50 cm³	224.69 kg	CLC
1/4" COLUMNAS CONFINAMIENTO: 239			28623.50 cm³	224.69 kg	
3/8" COLUMNAS CONFINAMIENTO	52		13098.32 cm³	102.82 kg	CLC
3/8" COLUMNAS CONFINAMIENTO: 52			13098.32 cm³	102.82 kg	
8 mm COLUMNAS CONFINAMIENTO	389		74334.61 cm³	583.53 kg	CLC
8 mm COLUMNAS CONFINAMIENTO: 389			74334.61 cm³	583.53 kg	
Total general: 1230			443967.10 cm³	3485.14 kg	

<02.03.07.01 CONCRETO EN VIGAS f'c= 210 Kg/cm2>				
A	B	C	D	E
Material estructural	Tpo	Comentarios	Volumen	Marca
CONCRETO EN VIGAS f'c= 210 Kg/cm2	VA - 3 (0.25 x 0.30)	CISTERNA	1.09 m³	VG
CONCRETO EN VIGAS f'c= 210 Kg/cm2		MODULO A	15.49 m³	VG
CONCRETO EN VIGAS f'c= 210 Kg/cm2		PERIMETRO	2.21 m³	VG
CONCRETO EN VIGAS f'c= 210 Kg/cm2: 24			18.78 m³	
Total general: 24			18.78 m³	

<02.03.07.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS>		
A	B	C
Tipo	Area de Encofra	Marca
V 101	22.28 m²	VG
V 101: 1	22.28 m²	
V 102	22.47 m²	VG
V 102: 1	22.47 m²	
V 103	7.77 m²	VG
V 103: 1	7.77 m²	
V 104	12.14 m²	VG
V 104: 2	12.14 m²	
V 105	5.96 m²	VG
V 105: 1	5.96 m²	
V 106	7.33 m²	VG
V 106: 1	7.33 m²	
V 107	19.44 m²	VG
V 107: 3	19.44 m²	
V - PP	9.69 m²	VG
V - PP: 1	9.69 m²	
V-1 (0.25X0.40)	7.64 m²	VG
V-1 (0.25X0.40): 1	7.64 m²	
VA - 3 (0.25 x 0.30)	9.96 m²	VG
VA - 3 (0.25 x 0.30): 8	9.96 m²	
VA - 6 0.20 x 0.35	2.19 m²	VG
VA - 6 0.20 x 0.35: 1	2.19 m²	
VA - 7 0.20 x 0.20	0.95 m²	VG
VA - 7 0.20 x 0.20: 2	0.95 m²	
VCH 0.50 x 0.20	15.24 m²	VG
VCH 0.50 x 0.20: 1	15.24 m²	
Total general: 24	143.07 m²	

<02.03.07.03 ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60 Copia 1>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerz	Peso de Refuerzo	Marca
1/2" VIGAS	48		17853.84 cm ³	140.15 kg	VG
1/2" VIGAS: 48			17853.84 cm ³	140.15 kg	
3/8" VIGAS	112		73328.33 cm ³	575.63 kg	VG
3/8" VIGAS: 112			73328.33 cm ³	575.63 kg	
5/8" VIGAS	189		202476.02 cm ³	1589.44 kg	VG
5/8" VIGAS: 189			202476.02 cm ³	1589.44 kg	
Total general: 349			293658.18 cm³	2305.22 kg	

<02.03.08.01 CONCRETO EN VIGAS DE CONFINAMIENTO f_c= 175 kg/cm2>				
A	B	C	D	E
Material estructural	Tipo	Comentarios	Volumen	Marca
CONCRETO EN VIGAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 kg/cm2		CISTERNA	0.45 m ³	VGC
CONCRETO EN VIGAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 kg/cm2		MODULO A	1.71 m ³	VGC
CONCRETO EN VIGAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 kg/cm2	VA - 5 0.25 x 0.20	PERIMETRO	4.43 m ³	VGC
CONCRETO EN VIGAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 kg/cm2	VA - 1 0.13 x 0.20	PROSCENIO	0.04 m ³	VGC
CONCRETO EN VIGAS DE CONFINAMIENTO f _c = 175 kg/cm2: 61			6.63 m ³	
Total general: 51			6.63 m³	

<02.03.08.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DE CONFINAMIENTO>		
A	B	C
Tipo	Area de Encofra	Marca
VA - 1 0.13 x 0.20	13.13 m ²	VGC
VA - 1 0.13 x 0.20: 20	13.13 m ²	
VA - 2 0.13 x 0.10	0.38 m ²	VGC
VA - 2 0.13 x 0.10: 3	0.38 m ²	
VA - 4 (0.15 x 0.20)	2.80 m ²	VGC
VA - 4 (0.15 x 0.20): 4	2.80 m ²	
VA - 4 (0.15 x 0.30) - CISTERNA	0.72 m ²	VGC
VA - 4 (0.15 x 0.30) - CISTERNA: 4	0.72 m ²	
VA - 5 0.25 x 0.20	19.12 m ²	VGC
VA - 5 0.25 x 0.20: 13	19.12 m ²	
VA - 8 0.13 x 0.10	5.78 m ²	VGC
VA - 8 0.13 x 0.10: 17	5.78 m ²	
Total general: 61	41.93 m²	

<02.03.08.03 ACERO CORRUGADO Fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60 Copia 1 Copia 1>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerz	Peso de Refuerzo	Marca
1/2" VIGAS CONFINAMIENTO	34		41491.74 cm ³	325.71 kg	VGC
1/2" VIGAS CONFINAMIENTO: 34			41491.74 cm ³	325.71 kg	
1/4" VIGAS DE CONFINAMIENTO	114		7657.73 cm ³	60.11 kg	VGC
1/4" VIGAS DE CONFINAMIENTO: 114			7657.73 cm ³	60.11 kg	
3/8" VIGAS DE CONFINAMIENTO	295		78163.91 cm ³	613.59 kg	VGC
3/8" VIGAS DE CONFINAMIENTO: 295			78163.91 cm ³	613.59 kg	
Total general: 443			127313.38 cm³	999.41 kg	

<02.03.09.01.01 CONCRETO EN LOSAS MACIZAS $f_c=210$ Kg/cm ² >			
A	B	C	D
Material estructural	Tipo	Volumen	Marca
CONCRETO EN LOSAS MACIZAS $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA MACIZA - 0.15	0.37 m ³	LM
CONCRETO EN LOSAS MACIZAS $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA MACIZA - 0.15	0.37 m ³	LM
CONCRETO EN LOSAS MACIZAS $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA MACIZA - 0.15	1.08 m ³	LM
Total general: 3		1.81 m ³	

<02.03.09.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS MACIZAS>		
A	B	C
Tipo	Area de Encofrado	Marca
LOSA MACIZA - 0.15	2.45 m ²	LM
LOSA MACIZA - 0.15	2.45 m ²	LM
LOSA MACIZA - 0.15	7.37 m ²	LM
LOSA MACIZA - 0.15: 3	12.26 m ²	
Total general: 3	12.26 m ²	

<02.03.09.01.03 ACERO CORRUGADO $F_y= 4200$ kg/cm ² GRADO 60>					
A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerz	Peso de Refuerzo	Marca
3/8" LOSAS	45		15239.67 cm ³	119.63 kg	LM
3/8" LOSAS: 45			15239.67 cm ³	119.63 kg	
Total general: 45			15239.67 cm ³	119.63 kg	

<02.03.09.02.01 CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ² - LOSAS>			
A	B	C	D
Material estructural	Tipo	Volumen	Marca
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.80 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.91 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.84 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.83 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.95 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.28 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.21 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.80 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.91 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.84 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.83 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.95 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.28 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²	LOSA ALIGERADA	1.21 m ³	LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ² : 14		23.62 m ³	
Total general: 14		23.62 m ³	

<02.03.09.02.01 CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ² - VIGUETAS>				
A	B	C	D	E
Material: Nombre	Comentarios	Tipo	Material:	Marca
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ²		VIGUETAS DE LOSA ALIGERADA (0.10 x 0.15)	5.63 m ³	VG LA
CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS EN UN SENTIDO $f_c=210$ Kg/cm ² : 124			5.63 m ³	
Total general: 124			5.63 m ³	

<02.03.09.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA EN UN SENTIDO>

A	B	C
Tipo	Area de Encofrado	Marca
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	12 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	13 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	12 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	12 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	13 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	9 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	8 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	12 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	13 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	12 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	12 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	13 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	9 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm	8 m ²	LA
LOSA ALIGERADA 0.15 cm: 14	157 m ²	
Total general: 14	157 m ²	

<02.03.10.01 CONCRETO EN CISTERNA f_c=210 Kg/cm² - LOSAS>

A	B	C	D	E
Material estructural	Tipo	Volumen	Comentarios	Marca
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4"	FALSO PISO 0.20 cm - CISTE	0.42 m ³	CISTERNA	FP CIS
FALSO PISO CONCRETO C/H, 1/8, e=4": 1		0.42 m ³		
Total general: 1		0.42 m ³		

<02.03.10.01 CONCRETO EN CISTERNA f_c=210 Kg/cm² - MUROS>

A	B	C
Tipo	Volumen	Marca
PLACAS EN CISTERNAS - 0.10	0.04 m ³	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0.10	0.03 m ³	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0.10	0.04 m ³	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0.10	0.03 m ³	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0.10: 4	0.13 m ³	
PLACAS EN CISTERNAS - 0.15	0.36 m ³	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0.15	0.36 m ³	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0.15	0.37 m ³	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0.15	0.37 m ³	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0.15: 4	1.45 m ³	
Total general: 8	1.58 m ³	

<02.03.10.01.03 ACERO CORRUGADO F_y= 4200 kg/cm² GRADO 60>

A	B	C	D	E	F
Tipo	Recuento	Longitud máxima de	Volumen de refuerzo	Peso de Refuerzo	Marca
1/2" ZAPATAS	19		23276.87 cm ³	182.72 kg	CIS
1/2" ZAPATAS: 19			23276.87 cm ³	182.72 kg	
3/8" LOSAS	8		2356.12 cm ³	18.50 kg	CIS
3/8" LOSAS: 8			2356.12 cm ³	18.50 kg	
3/8" PLACAS	24		13666.09 cm ³	107.28 kg	CIS
3/8" PLACAS: 24			13666.09 cm ³	107.28 kg	
Total general: 51			39299.08 cm ³	308.50 kg	

<02.03.10.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CISTERNA>		
A	B	C
Tipo	Área	Marca
PLACAS EN CISTERNAS - 0 10	0 36 m ²	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0 10	0 27 m ²	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0 10	0 36 m ²	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0 10	0 27 m ²	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0 10: 4	1 26 m ²	
PLACAS EN CISTERNAS - 0 15	2 37 m ²	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0 15	2 37 m ²	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0 15	2 48 m ²	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0 15	2 48 m ²	PLC
PLACAS EN CISTERNAS - 0 15: 4	9 70 m ²	
Total general: 8	10 96 m ²	

C) MODELADO DE MEP

<01.01 SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS>		
A	B	C
00. ITEM	01. DESCRIPCIÓN	Recuento
01.01.01	LAVATORIO VITRIFICADO BLANCO	5
01.01.02	LAVADERO DE LOSA BLANCO DE 1 POZA	1
01.01.03	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE DE 1 POZA CON ESCURRIDERO	1
01.01.04	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE 2 POZAS C/MESADA SEGUN DISEÑO	1
01.01.05	INODORO BABY TANQUE BAJO C/GRIFERIA DE BRONCE	3
01.01.06	INODORO TANQUE BAJO C/GRIFERIA DE BRONCE	1
01.01.07	URINARIO DE LOSA BLANCO	1
03.02.01	CAJA DE REGISTRO DE DESAGUE 12" X 12"	7
03.02.02	SUMIDERO DE BRONCE DE 2"	1
04.04.01	REGISTRO DE BRONCE DE 2"	1
04.04.02	REGISTRO DE BRONCE 3"	1
04.04.03	REGISTRO DE BRONCE DE 4"	3
04.04.04	SUMIDERO DE BRONCE DE 3"	1
04.04.05	SUMIDERO DE BRONCE DE 2"	7
04.05.01	CAJA DE REGISTRO DE DESAGUE 10" X 20"	4
04.05.02	CAJA DE REGISTRO DE DESAGUE 12" X 24"	1
04.05.03	CAJA DE REGISTRO DE LODOS 1.00 x 1.00 x 0.60m	1
Total general: 40		40

<02.04 VÁLVULAS>		
A	B	C
00. ITEM	01. DESCRIPCIÓN	N VECES
02.04.01	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE Ø 1/2"	11
02.04.02	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE Ø 1"	4
02.04.03	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE DE 2"	2
02.04.04	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 1"	3
Total general: 20		20

<02. TUBERÍAS EN REDES Y ALMACENAMIENTO>

A	B	C	D
00. ITEM	01. DESCRIPCIÓN	Diámetro	Longitud
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC SAP Ø 1"	1"	48.44
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC SAP Ø 1/2"	1/2"	79.13
02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC SAP Ø 3/4"	3/4"	15.14
02.05.02	TUBERIA DE SUCCIÓN DE PVC-C10 D= 1 1/2"	1 1/2"	1.37
02.05.02	TUBERIA DE SUCCIÓN DE PVC-C10 D= 2"	2"	1.49
02.05.03	TUBERIA DE IMPULSION DE F°G° D=1"	1"	8.54
02.05.04	TUBERIA PVC SAL D=2.0" - PARA REBOSE	2"	9.28
04.02.01	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL 2"	2"	55.01
04.02.02	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL 3"	3"	2.95
04.02.03	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL 4"	4"	12.65
04.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC SAL 4"	4"	35.75
04.07.05	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL 2"	2"	7.06
04.07.06	TUBERIA PVC SAL 2" PERFORADA	2"	15.96
05.03	SUMINISTRO E INSTAL. TUBERÍA DE COBRE TIPO "L" Ø1/2"	1/2"	11.37
Total general: 316			304.15

<03.01.03 TUBERÍAS>

A	B	C	D
00. ITEM	01. DESCRIPCIÓN	Diámetro	Longitud
03.01.03.01	TUBERIA DE PVC SAL DE 6" P/EVACUACION PLUVIAL	6"	16.42
03.01.03.02	TUBERIA DE PVC SAL DE 4" P/EVACUACION PLUVIAL	4"	31.97
03.01.03.03	TUBERIA DE PVC SAL DE 2" P/EVACUACION PLUVIAL	2"	0.83
03.01.03.04	TUBERIA DESCARGA DE PVC SAL DE 4" P/EVACUACION PLUVIAL	4"	24.62
Total general: 24			73.83

<04.02 REDES DE DERIVACIÓN>

A	B	C	D
00. ITEM	01. DESCRIPCIÓN	Diámetro	Longitud
04.02.01	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL 2"	2"	55.01
04.02.02	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL 3"	3"	2.95
04.02.03	TUBERIA DE DESAGUE PVC SAL 4"	4"	12.65
Total general: 105			70.61

<04.04 ACCESORIOS DE REDES COLECTORES>

A	B	C
00. ITEM	01. DESCRIPCIÓN	N VECES
04.04.01	REGISTRO DE BRONCE DE 2"	1
04.04.02	REGISTRO DE BRONCE 3"	1
04.04.03	REGISTRO DE BRONCE DE 4"	3
04.04.04	SUMIDERO DE BRONCE DE 3"	1
04.04.05	SUMIDERO DE BRONCE DE 2"	7
Total general: 13		

4.7. FLUJO DE TRABAJO ESTABLECIDO

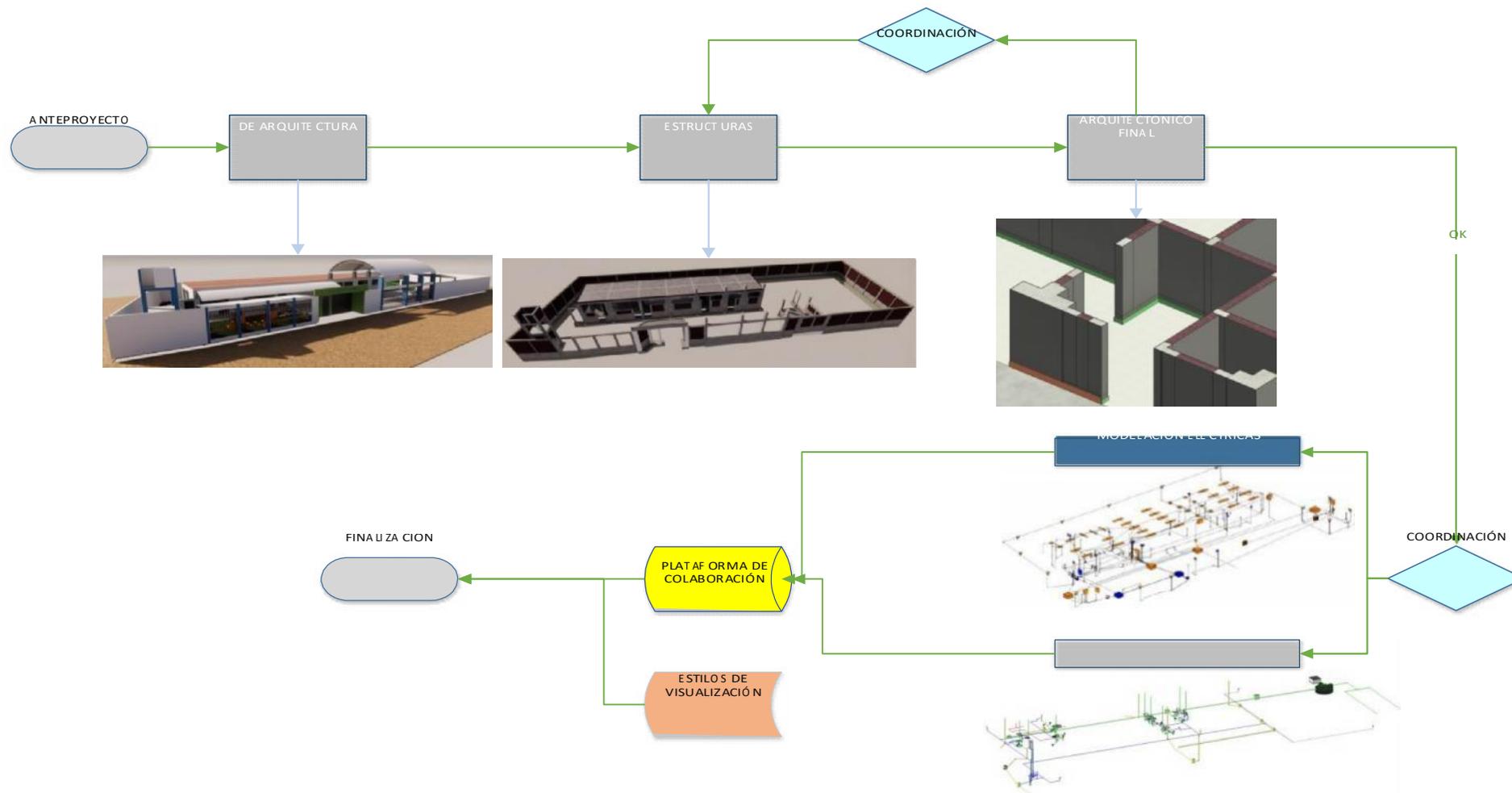


Figura N° 142. Flujo de trabajo aplicado

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los sistemas de visualización y procesos de automatización complementados a el flujo de trabajo coordinado generan un correcto modelo BIM.
- Los procesos de automatización aplicados a un flujo de trabajo genera grandes cantidades de ahorro de tiempo.
- El uso de la realidad aumentada y virtual minimizan los posibles errores de la modelación 3D.
- Con el uso de un modelo 3D inteligente, podemos generar modelos BIM más automatizados que los modelos normales siendo este un punto de inicio que servirá para aprovechar mejor los cortos tiempos de licitación o entrega de proyecto.
- El hecho de utilizar herramientas como los addin o plugin permiten un nivel avanzado de automatización de ciertos procesos ya sea en la etapa de modelación o gestión de documentos, generándose tiempos mucho menores en comparación con modelos BIM que no cuentan con este tipo de procesos.
- El hecho de usar familias de otros proyectos que no son paramétricas nos generan pérdidas de tiempo, pues no podemos modificar sus dimensiones presentando errores de modelación.
- El uso de plantillas de vista optimiza tiempos para generación de detalles.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar los sistemas de visualización y procesos de automatización para complementar el flujo de trabajo BIM para generar el correcto modelo digital de la I. E. N° 2213 del sector la Viña, en el centro poblado Pacanguilla, distrito de Pacanga, provincia de Chepén - La Libertad.
- Se recomienda seguir con las nomenclaturas propuestas por la GUIA NACIONAL BIM que son necesarias para llevar un orden debido con todos los archivos que van siendo creados para el gemelo digital de la I. E. N° 2213 del sector la Viña, en el centro poblado Pacanguilla, distrito de Pacanga, provincia de Chepén - La Libertad..
- Para la aplicación de realidad aumentada se recomienda fijar el modelo inversivo.
- Se recomienda el uso y mejora continua de familias paramétricas que se utilizarán en el proyecto, teniendo en cuenta que estas familias paramétricas deben ser lo más simples posibles.
- Se recomienda fijar el nivel de información requerida del proyecto para no estar generando pérdidas de tiempo en la modelación de elementos no requeridos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andres Villegas Hortal. (2018). Realidad Virtual En El Sector De La Construcción. Universidad Eafit, 109.
- Anfapa. (2018). ¿Cómo Avanza La Implantación Del BIM En El Mundo? Obtenido De Plataforma Constructivo: [Https://Constructivo.Com/Noticia/Como-Avanza-La-Implantacion-Del-Bim-En-El-Mundo-1520291050](https://Constructivo.Com/Noticia/Como-Avanza-La-Implantacion-Del-Bim-En-El-Mundo-1520291050)
- Autodesk. (07 De junio De 2021). Autodesk. Obtenido De Dynamo Studio: [Https://Www.Autodesk.Com/Products/Dynamo-Studio/Overview](https://Www.Autodesk.Com/Products/Dynamo-Studio/Overview)
- Azuma, R. (1997). Realidad Aumentada.
- Bach. Luiggi Alaín Alfaro Llique . (2019). Incidencias En Presupuesto Aplicado A La Metodología Bulding Information Modeling (BIM) Para La Ugel - Bambamarca Y Bloque Del Hospital De Jaen. Universidad Nacional De Cajamarca, 100.
- Banco Mundial. (16 De abril De 2020). Perú Panorama General. Obtenido De Banco Mundial: [Https://Www.Bancomundial.Org/Es/Country/Peru/Overview](https://Www.Bancomundial.Org/Es/Country/Peru/Overview)
- Benítez, R. L. (2019). Diseño, Automatización Y Modelación De Una Nave Prefabricada Mediante Metodología BIM. España: Escuela Politécnica.
- Bentley. (20 De junio De 2018). Bentley Systems Adquiere Synchro Software Con El Fin De Ampliar Los Flujos De Trabajo Digitales Para La Ejecución De Proyectos De Infraestructura Mediante El Modelado De Construcción 4d. Obtenido De Bentley: [Https://Www.Bentley.Com/Es/About-Us/News/2018/June/20/Synchro-Acquisition](https://Www.Bentley.Com/Es/About-Us/News/2018/June/20/Synchro-Acquisition)
- Bimnd. (19 De marzo De 2019). Las 7 Dimensiones BIM. Obtenido De Bulding New Dimensiones De España: [Https://Www.Bimnd.Es/7dimensionesbim/](https://Www.Bimnd.Es/7dimensionesbim/)
- Bimnd Bulding New Dimensions España. (8 De octubre De 2019). ¿Qué Es El 5d En BIM? Obtenido De Bimnd Bulding New Dimensions España: [Https://Www.Bimnd.Es/Que-Es-El-5d-En-Bim/](https://Www.Bimnd.Es/Que-Es-El-5d-En-Bim/)
- Cabrera, C. (14 De septiembre De 2019). Escuela De Construcción Virtual. Obtenido De Taller De Modelado BIM: [Https://Www.Youtube.Com/Watch?V=Yaywmrksmts](https://Www.Youtube.Com/Watch?V=Yaywmrksmts)
- Capeco. (2014). Costos Y Presupuestos En Edificaciones. Lima.

Dh Arquitectos. (2 De octubre De 2017). Realidad Virtual - Arquitectura - Diseño. Obtenido De Dh Arquitectos:

https://www.youtube.com/watch?v=8xkkmnprn35k&list=LL6c74g2mlhr_1f-N5rfrevw&index=2&t=0s

Escuela Profesional De Nuevas Tecnologías. (16 De 05 De 2019). Cice. Obtenido De Escuela Profesional De Nuevas Tecnologías: <https://www.cice.es/noticia/gafas-vr-arquitectura/>

Eseverri, A. E. (04 De 06 De 2020). Dynamo, De Autodesk ¿Qué Es Dynamo Studio? Obtenido De Espacio BIM: <https://www.espaciobim.com/dynamo>

Francisco José Tovar Calpena . (2020). Automatización De Modelos BIM Para La Obtención De Presupuesto En Tiempo Real. Universidad De Alicante, 201.

Gonzales, N. (2020). Los 7 Pasos Básicos En El Proceso De Planificación. Obtenido De Magenta Branding & Planificación: <https://magentaig.com/los-7-pasos-basicos-en-el-proceso-de-planificacion/>

Guía Nacional BIM. (2021). Documentos De Respuesta En La Designación En La Gestión De La Información BIM. En M. D. Finanza, Guía Nacional BIM (Págs. 84-86). Lima: Ministerio De Economía Y Finanza.

Guía Nacional BIM. (2021). Ministerio De Economía Y Finanzas. En P. B. Perú, Gestión De La Información Para Inversiones Desarrolladas Con BIM (Págs. 39-44). Lima: Dirección General De Programación Multianual De Inversiones.

Guía Nacional BIM. (2021). Ministerio De Economía Y Finanzas. En D. G. Inversiones, Manual (Págs. 46-49). Lima: Plan BIM Perú.

Guía Nacional BIM. (2021). Ministerio De Economía Y Finanzas. En D. G. Inversiones, Plan Bim Perú (Págs. 49-53). Lima: Viceministerio De Economía.

Guillermo Antonio Prado Luján. (2018). Determinación De Los Usos Bim Que Satisfacen Los Principios Valorados En Proyectos Públicos De Construcción. Pontificia Universidad Católica Del Perú, 128.

INEI. (2020). En Las Últimas 7 Décadas Economía Peruana Creció A Un Promedio Anual De 3,8%. Lima: Instituto Nacional De Estadística E Informática.

Kaizen Arquitectura & Ingeniería. (2017). ¿Qué Es El BIM? Obtenido De Kaizen Arquitectura & Ingeniería: <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

- Koskela, L. (1992). *Construcción Sin Pérdidas*. Finlandia: Stanford University.
- Leiva, M. C. (29 De septiembre De 2019). *Gestión De Proyectos*. Obtenido De Lean + BIM: [Http://Www.Gestionaobras.Com/Lean-Bim/#:~:Text=Lean%20construction%20es%20un%20sistema,Final%20definido%20por%20el%20cliente](http://www.gestionaobras.com/lean-bim/#:~:text=Lean%20construction%20es%20un%20sistema,Final%20definido%20por%20el%20cliente).
- Levis, D. (2006). *¿Qué Es La Realidad Virtual?* Argentina: Creative Commons Atribución.
- Macera, D. (22 De marzo De 2020). *Coronavirus, Estado De Emergencia, Crecimiento, Economía*. Obtenido De Instituto Peruano De Economía: [Https://Www.Ipe.Org.Pe/Portal/Economia-Peruana-Creceria-Solo-1-Durante-El-2020-Coronavirus/](https://www.ipe.org.pe/portal/economia-peruana-creceria-solo-1-durante-el-2020-coronavirus/)
- María Pumar Ortiz. (2021). *Automatización De Procesos En Modelos BIM De Edificación*. Universidad De Sevilla, 330.
- Martínez, A. (2020). *Realidad Virtual Y BIM: Inmersión En La Arquitectura*. Ediciones Egregius.
- Ministerio De Economía Y Finanzas. (2022). *Informe De Actualización De Proyecciones Macroeconómicas*. Lima.
- Musaat. (22 De Julio De 2019). *BIM Y Lean Construction: ¿Por Qué Van Unidos?* Obtenido De Mussat: [Https://Www.Musaat.Es/Blog/Bim-Y-Lean-Construction-Por-Que-Van-Unidos](https://www.musaat.es/blog/bim-y-lean-construction-por-que-van-unidos)
- NTP-ISO 19650 -1. (2021). *NTP-Iso 19650 -1*. En Inacal, *NTP-Iso 19650 -1* (Pág. 10). Lima: Iso 2018.
- NTP-ISO 19650-1. (2021). *Norma Técnica Peruana*. En N.-I. 19650-1, *Norma Técnica Peruana* (Pág. 31). Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27).
- NTP-ISO 19650-1. (2021). *Norma Técnica Peruana*. San Isidro (Lima 27): Dirección De Normalización - Inacal.
- NTP-ISO 19650-1. (2021). *Organización Y Digitalización De Información Sobre Edificios Y Obras De Ingeniería Civil, Incluyendo El Modelado De La Información De La Construcción BIM*. En D. D. Inacal. Lima: Inacal 2021.
- Pavco Wavin Colombia. (14 De mayo De 2019). *Tutorial 6: Aprende Como Convertir Un Sistema Genérico De Tuberías A Un Sistema Pavco Wavin En Revit*. Obtenido De Pavco Wavin Colombia: [Https://Www.Youtube.Com/Watch?V=Fr4ooba8pla](https://www.youtube.com/watch?v=Fr4ooba8pla)
- Pinto. (1989). *Pérdida De Materias En Processos Construtivos Tradicionais*. São Carlos, Brasil: Universidad De São Paulo.

- Quiñonez Pezo, Carlos Augusto. (2020). Incertidumbre Y Aplicación De La Metodología Bim-Lps En El Flujo De Trabajo, Durante La Ejecución Del Proyecto C.C. Plaza Surco Bajo La Modalidad Fast Track. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, 155.
- Schwab. (2016). Director Ejecutivo Del Foro Económico Mundial.
- Seed. (2017). Planeta BIM En El Mundo. Obtenido De Seed:
[Http://Www.Studioseed.Net/Blog/Planeta-Bim-En-El-Mundo/#:~:Text=Actualmente%20pa%C3%Adses%20como%20canad%C3%A1%20o,La%20ingenier%C3%Ada%20y%20la%20construcci%C3%B3n.](http://www.studioseed.net/blog/planeta-bim-en-el-mundo/#:~:Text=Actualmente%20pa%C3%Adses%20como%20canad%C3%A1%20o,La%20ingenier%C3%Ada%20y%20la%20construcci%C3%B3n.)
- Skoyles. (1976). Materials Wastage – A Misuse Of Resources. Iglaterra.
- Structuralia . (14 De febrero De 2018). Las Dimensiones De BIM Y Las Razones Para Su Estudio. Obtenido De Structuralia : [Https://Blog.Structuralia.Com/Las-7-Dimensiones-Del-BIM-Y-Las-Razones-Para-Su-Dominio](https://blog.structuralia.com/las-7-dimensiones-del-bim-y-las-razones-para-su-dominio)
- Taskgroup, Eubim. (2018). Manual Para La Introducción De La Metodología BIM Por Parte Del Sector Público Europeo. En C.-F. B. Unión, Manual (Pág. 14).
- Tejada, F. (20 De mayo De 2021). El Mundo De La Realidad Extendida Aplicada Al BIM. (Editeca, Entrevistador)
- Valeria Perasso. (2016). Qué Es La Cuarta Revolución Industrial (Y Por Qué Debería Preocuparnos). Bbc Mundo, 2-3.