



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**MODELADO EN 3D DE LA CAPILLA DE  
LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA BIM**

**Autor:**

Iucci P. Rony S.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



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

**MODELADO EN 3D DE LA CAPILLA DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO**  
**PÁEZ A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA BIM**

Proyecto de Trabajo de Grado para optar por el título de  
**INGENIERO CIVIL**

**Autor:**  
Iucci P Rony S.  
CI.:25.827.831  
**Tutor académico:**  
Ing. Luis Francisco Rodríguez  
CI: 15.148.806

San Diego, diciembre de 2021

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadanos:  
IUCI PALAVRA, RONY SAVERIO ANTONIO  
25.827.831

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 2-2022 de fecha 15/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

**Modelado en 3D de la capilla de la Universidad José Antonio Páez a través de la metodología BIM**

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que la asesorará en el desarrollo de este proyecto a:  
Ing. Luis Francisco Rodríguez López, titular de la cédula de identidad V- 15.148.806



Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco Gelanzé Sevilla".

**Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.**  
**Decano de Ingeniería**



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

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA  
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ingeniero Luis Francisco Rodríguez, portador de la cédula de identidad N°15.148.806, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por el ciudadano Rony Saverio Antonio Iucci Palavra, portadora de la cédula de identidad N°25.827.831, titulado **“MODELADO EN 3D DE LA CAPILLA DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA BIM”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, junio del 2022.

**Ing. Luis Francisco Rodríguez**

**C.I.:15.148.806**



**ACTA DE APROBACIÓN**

**INFORME FINAL DE PASANTÍA**

**TRABAJO DE GRADO**

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Modelado en 3D de la Capilla de la Universidad José Antonio Páez a través de la Metodología BIM

Realizado por el (la) Br. Rony Iucci

C.I. N° 25.827.831 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

**APROBADO**

**NO APROBADO**

**El Jurado**

[Signature]  
Tutor Académico (Coordinador)  
Nombre: Cris F. Rodríguez  
C.I.: 15148506

[Signature]  
Jurado  
Nombre: Rafael MIERE  
C.I.: 8831952

[Signature]  
Jurado  
Nombre: Manuel Figueroa  
C.I.: 17315796

Fecha: 14/07/2022



[Signature]

## **DEDICATORIA**

Helena Da Silva, Antonio Palabra. Pascual Iucci. Ana Palabra, Keverlyn Iucci

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mis nonnos por siempre estar presentes para mí, por enseñarme los valores de la vida y por demostrarte que el que persevera siempre vence. Han sido el pilar fundamental en mi vida desde sus inicios y hoy les doy las gracias por siempre haberme dado la confianza para volverme quien soy.

Gracias a mis padres, quienes han aportado sudor y lágrimas a la hora de formarme, siempre teniéndome presente en cada uno de sus logros, hoy les doy las gracias porque sin ustedes nada de esto sería posible.

Gracias a mi hermana, que a pesar de cada pelea siempre conseguimos la manera de vivir el uno por el otro, por todas las veces que me ayudaste y todas las veces que sin lugar a duda me ayudaste a levantarme.

Gracias a mis amigos que me regaló la UC, Albelys Aguirre, Miguel Godoy, Luis Muñoz, cada día me inspiran a ser mejor persona y me demuestran que ni si quiera la distancia podría con una amistad tan pura. Hoy, mañana y siempre le daré las gracias a la UC por permitirme haberlos conocido.

Gracias a Hanin Salha, la mejor amiga sin lugar a duda, que me demostró que desde el lugar que sea se pueden conseguir personas espectaculares, dispuestas apoyarme, a mejorar, y acompañarme en este camino que elegí de ser ingeniero. Aiuni te volviste lo más grandioso que regalo la UJAP.

Gracias Andrea Arrieche, por enseñarme el verdadero valor de una casualidad, por siempre estar allí desde que te conocí y por todo el apoyo que me das. Gracias Valentina García por dejarme formar parte del comité y regalarme una amistad que en un semestre me lleno de infinitos momentos espectaculares. Ambas hicieron mi 10mo semestre algo imposible de olvidar.

Gracias a mis hermanos y hermanas Carlos Meneses, Carlos Martinez, Luis Mendoza, Yaimarlyn Guerrero que hacen de su compañía la mejor, gracias por el apoyo que siempre me brindan, y por ser las personas más espectaculares que he conocido. De verdad con su presencia las sonrisas jamás faltan.

Gracias a mi tutor Ing. Luis F. Rodriguez, por el apoyo desde el inicio, por regalarme un tema tan espectacular que se convirtió en un reto personal que hoy estoy cumpliendo.

Gracias Ing. Manuel Figueira, por su apoyo y entrega, por adoptarme como uno más de sus ahijados a pesar de haber llegado a la promoción a última hora y por siempre llenarnos de conocimientos y buenos momentos.

Gracias al Ing. Alejandro Pocaterra, por todas las veces que me apoyo y me explico todo lo que necesite incluso fuera de las horas de clase, como profesor es espectacular y como persona más aún.

Gracias al Ing. Ángel Medina, quien en sus clases virtuales se esmeró y me hizo amar la hidráulica. Espero poder conocerlo algún día como futuros colegas.

Gracias al Ing. Rafael Mieres, por su dedicación dentro de sus materias, por siempre guiarnos en el camino de la ética y llenarnos de sabiduría buscando siempre que vivamos en lo actual y nos esforcemos por nunca dejar de aprender.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pg</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	x
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación.....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcance.....	7
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	12
2.2.1 BIM.....	12
2.2.1.1 Dimensiones de la metodología BIM.....	12
2.2.1.2 Beneficios BIM.....	16
2.2.2 Revit Architecture.....	18
2.2.3 AutoCAD.....	18
2.2.4 Diferencia entre BIM y CAD.....	19
2.2.5 Gestión del conocimiento en la integración de proyecto.....	20
2.2.6 Diseño estructural.....	21
2.2.7 Que NO es la metodología BIM.....	22
2.3 Bases Legales.....	22
2.4 Definición de términos.....	24
<b>III MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Tipo de la Investigación.....	26
3.2 Diseño de Investigación.....	26
3.3 Nivel de la Investigación.....	27

3.4	Población y Muestra.....	27
3.5	Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5.1	Observación directa.....	28
3.5.2	Revisión documental.....	28
3.5.3	Revisión bibliográfica.....	29
3.6	Instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7	Técnicas de análisis de resultados.....	30
3.8	Fases Metodológicas.....	31

#### **IV RESULTADOS**

4.1	Diagnóstico de las condiciones actuales del edificio la capilla de la Universidad José Antonio Páez.....	33
4.1.1	Entrevistas.....	34
4.2	Análisis la información existente para proceder a elaborar los planos y especificaciones de la edificación en estudio.....	43
4.3	Diseño los planos estructurales, de instalaciones eléctricas y sanitarias de la edificación de la capilla de la Universidad José Antonio Páez.....	44
4.3.1	Diseño de plano de aguas blancas y residuales de la capilla en estudio.....	45
4.3.2	Diseño de plano de instalaciones eléctricas de la capilla en estudio.....	47
4.3.3	Diseño de modelo 3D a través del software SAP2000 para el cálculo estructural de la capilla en estudio.....	48
4.4	Fase IV. Generación de modelo 3D bajo la metodología BIM del edificio la capilla de la universidad José Antonio Páez.....	56
4.4.1	Modelado 3D arquitectónico de la capilla en estudio.....	56
4.4.2	Parametrización de elementos.....	61
4.4.3	Modelado 3D Estructural de la capilla en estudio.....	63

#### **IV RESULTADOS**

	Conclusiones y recomendaciones.....	70
--	-------------------------------------	----

	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>72</b>
--	--	-----------

## LISTA DE TABLAS

CONTENIDO	Pg
<b>Tabla 01.</b> Áreas de elementos de la estructura de la capilla. (Caso de estudio)..	32
<b>Tabla 02.</b> Datos de los entrevistados.....	34
<b>Tabla 003.</b> Análisis de carga para las losas de la capilla. (Caso de estudio).....	48

## LISTA DE CUADROS

CONTENIDO	Pg
<b>Cuadro 1.</b> Resumen comparativo de entrevistas.....	39

## LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO	Pg
<b>Figura 1</b> Ciclo de vida de una edificación.....	13
<b>Figura 2</b> Pasos de la metodología BIM.....	14
<b>Figura 3</b> Complemento de CAD a BIM.....	19
<b>Figura 4</b> Línea de tiempo del BIM.....	22
<b>Figura 5.</b> Ubicación geográfica (Caso estudio).....	31
<b>Figura 6.</b> Registro fotográfico exterior de la capilla (Caso estudio).....	33
<b>Figura 7.</b> Plano de planta tipo de la capilla.....	40
<b>Figura 8.</b> Plano de fachada frontal (Ver en el apéndice).....	41
<b>Figura 9.</b> Plano de fachada posterior de la capilla (Caso estudio).....	42
<b>Figura 10.</b> Plano de fachada lateral de la capilla (Caso estudio).....	42
<b>Figura 11.</b> Registro fotográfico del baño de la capilla. (Caso estudio).....	43
<b>Figura 12.</b> Plano instalaciones de aguas blancas de la capilla. (Ver en el apéndice).....	44
<b>Figura 13.</b> Plano instalaciones de aguas residuales de la capilla. (Ver en el apéndice).....	44
<b>Figura 14.</b> Registro fotográfico de los tableros de electricidad de la capilla. (Caso estudio).....	45
<b>Figura 15.</b> Plano instalaciones eléctricas (iluminación) de la capilla. (Ver en el apéndice).....	46

<b>Figura 16.</b> Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla. (Caso estudio). .....	47
<b>Figura 17.</b> Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla. Vista frontal. ....	47
<b>Figura 18.</b> Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla. Vista aérea..	48
<b>Figura 19.</b> Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla. Vista lateral.	48
<b>Figura 20.</b> Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla vista posterior. ....	49
<b>Figura 21.</b> Solicitaciones de acero longitudinal obtenidos a través de SAP2000 V23 de la capilla en estudio. Vista Fontal.....	50
<b>Figura 22.</b> Selección acero longitudinal seleccionados para la capilla en estudio. Vista Fontal. ....	51
<b>Figura 23.</b> Selección acero longitudinal seleccionados para la capilla en estudio. Vista Lateral 1.....	51
<b>Figura 24.</b> Selección acero longitudinal seleccionados para la capilla en estudio. Vista Lateral 2. ....	52
<b>Figura 25.</b> Selección acero longitudinal seleccionados para la capilla en estudio. Vista Lateral. ....	52
<b>Figura 26</b> Solicitaciones de acero para las losas de techo de la capilla en estudio. Vista aérea. ....	53
<b>Figura 27</b> Solicitaciones de acero para las losas de techo de la capilla en estudio. Vista aérea. ....	53
<b>Figura 28</b> Fachada frontal del levantamiento 3D a través de Autodesk Revit. Vista aérea. ....	55
<b>Figura 29</b> Fachada posterior del levantamiento 3D a través de Autodesk Revit. ....	55
<b>Figura 30</b> Fachada lateral 1 del levantamiento 3D a través de Autodesk Revit. ....	56
<b>Figura 31</b> Fachada lateral 2 del levantamiento 3D a través de Autodesk Revit. ....	56
<b>Figura 32</b> Vista 3D del levantamiento realizado a través de Autodesk Revit.	57
<b>Figura 33</b> Vista frontal con detallado del levantamiento realizado a través de Autodesk Revit. ....	57
<b>Figura 34</b> Detallado de divisiones del edificio en estudio.....	58

<b>Figura 35</b> Render 1 de la capilla a través de Autodesk Revit.....	58
<b>Figura 36</b> Render 2 de la capilla a través de Autodesk Revit.....	59
<b>Figura 37</b> Parametrización de muros de 15 cm de espesor dentro del modelo 3D.....	60
<b>Figura 38</b> Parametrización de columnas de 30x30cm de espesor dentro del modelo 3D.....	60
<b>Figura 39</b> Parametrización de Materiales necesarios para el modelo 3D.....	61
<b>Figura 40</b> Parametrización de elementos estructurales.....	61
<b>Figura 41</b> Vista frontal del modelo estructural de concreto armado de la capilla en estudio.....	62
<b>Figura 42</b> Vista 3D del modelo estructural de concreto armado de la capilla en estudio.....	63
<b>Figura 43</b> Vista dorsal del modelo estructural de concreto armado de la capilla en estudio.....	63
<b>Figura 44</b> Corte longitudinal 1-1 del modelo estructural con detallado de acero. ....	64
<b>Figura 45</b> Corte Transversal 2-1 del modelo estructural con detallado de acero.	64
<b>Figura 46</b> Plano de fundaciones con detallado acero del modelo estructural....	65
<b>Figura 47</b> plano Planta con detallado de columnas y losas del modelo estructural .....	65
<b>Figura 48</b> Plano de techo del modelo estructural de la capilla en estudio.....	66
<b>Figura 49</b> Modelo 3D con detalle de armado de acero.....	66
<b>Figura 50</b> Detallado de armado de acero.....	67
<b>Figura 51</b> Detallado de armado de acero 2.....	67
<b>Figura 52</b> Render del modelo estructural de la capilla en estudio.....	68

## APÉNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pg</b>
<b>01</b> Modelo de entrevista estructurada.....	74
<b>02</b> Plano arquitectónico.....	76

<b>03</b> Plano de fachada frontal.....	77
<b>04</b> Plano de fachada Posterior.....	78
<b>05</b> Plano de fachada lateral 1.....	79
<b>06</b> Plano de fachada lateral 2.....	80
<b>07</b> Plano de instalaciones sanitarias (Aguas blancas).....	81
<b>08</b> Plano de instalaciones sanitarias (Aguas residuales).....	82
<b>09</b> Plano de instalaciones eléctricas (Iluminación).....	83



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

**MODELADO EN 3D DE LA CAPILLA DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO  
PÁEZ A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA BIM**

**Autores:** Rony Iucci

**Tutor:** Ing. Luis Francisco Rodríguez

**Fecha:** Diciembre 2021

**RESUMEN**

El presente proyecto de investigación se deriva de la necesidad de actualizar la información de la construcción de la Universidad José Antonio Páez, comenzando por aplicar la metodología BIM a través del software Autodesk Revit en la capilla de la universidad, con el fin de actualizar la información de la misma para obtener el análisis actual y a detalle de la estructura. Todo esto le aportaría un modelo completo en 3D parametrizado con toda la información relevante de los elementos que componen las estructuras de la universidad, así como la incorporación a futuro de esta metodología dentro de la cotidianidad de nuestra disciplina. En la actualidad, la Universidad José Antonio Páez, al haber sido construida hace muchos años, presenta una base de datos e información desactualizada e incierta, en la cual los parámetros de identificación, control, seguimiento, gestión, planificación, calidad, operación, generando una problemática de falta de información referente a las edificaciones que conforman dicha universidad. Metodológicamente es un proyecto factible, con un diseño de campo y documental a un nivel descriptivo, insertado en la línea de investigación de avances tecnológicos en tecnología de información y comunicación.

**Palabras clave:** Metodología BIM, Autodesk Revit, Análisis Estructural, Actualización de planos.

## INTRODUCCIÓN

La metodología BIM está implementada con estándares definidos en muchos países alrededor del mundo, y forma parte del día a día de los ingenieros civiles provenientes de Singapur, España, Reino Unido, así como muchas otras localidades que la consideran el futuro de la construcción. Sin embargo, en países como Venezuela se podría decir que aún es un campo inexplorado a pesar de todos los beneficios que brinda. Dicha metodología surge con el fin de englobar todas las tareas necesarias dentro de la realización de una obra de construcción, plasmando en un mismo modelo 3D toda la información detallada de la estructura siguiendo un esquema organizado que facilita la lectura de información con respecto a la edificación. También se debe tener en cuenta que, a nivel mundial la tecnología evoluciona y cambia a velocidades aceleradas, se recomienda a los expertos que adopten la metodología BIM en sus centros de trabajo, con el fin de contar con un manejo de la estructura mucho más eficiente.

Implementar la metodología BIM impacta de manera positiva en las compañías que conforman el sector de la construcción, pues les permite a los ingenieros planificar, revisar y generar procesos industrialmente más optimizados a partir de la elaboración digital de un modelo que facilite la extracción paramétrica de información de la edificación. A pesar de que en Venezuela se trabaja de manera tradicional la construir, múltiples empresas ya están tomando una mirada más de cerca a la utilización de estas metodologías, fomentando a su vez que jóvenes ingenieros y futuros profesionales se formen dentro de estas nuevas tecnologías y desarrollen nuevos métodos actualizados que permitan beneficios dentro del análisis de una edificación.

Tal es el caso de la Universidad José Antonio Páez, que, a pesar de no ser una empresa constructora, requiere de planos, memorias de descriptivas y fuentes de información paramétrica de los elementos que la conforman. Aplicar esta metodología, además de otorgar información precisa y actualizada, facilita en gran proporción la organización, gestión y diseño de cualquier modificación dentro de sus instalaciones, ya sea por motivos de ampliación, remodelación, mantenimiento, etc.

Con lo previamente establecido, el presente trabajo de grado está dividido en cinco capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, estos capítulos se describen a continuación:

**Capítulo I:** Referido al problema en cuestión, y abarca su planteamiento, que expone detalladamente la problemática a estudiar durante el curso de la investigación, sus objetivos generales y específicos, cuya misión es solventar el problema existente, la justificación, que aporta credibilidad al problema, y el alcance y limitaciones que se presentan para su desarrollo.

**Capítulo II:** Llamado Marco Teórico, en dicho capítulo se sustentan las bases de la investigación, pues se analizan los antecedentes del proyecto, las bases teóricas y bases legales que sustentan el trabajo de investigación, y a su vez se contempla la definición de los términos básicos que conforman el trabajo de investigación.

**Capítulo III:** Referido a las fases metodológicas que se deben cumplir para la culminación exitosa del trabajo de investigación, las cuales, aunque fueron formuladas previamente en el capítulo II, en el Capítulo IV se establece minuciosamente qué pasos se deben de cumplir en orden de obtener los resultados esperados.

**Capítulo IV** que son los resultados con los que cuenta el investigador, obtenidos en la elaboración de dicho trabajo de grado.

**Capítulo V** que finalmente refleja las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

Una de las primeras acciones a realizar al iniciar una investigación es la identificación de la situación o dificultad a la que todavía no se le ha encontrado una solución.

Según Abreu (2012) la identificación del problema “es el paso más importante del método científico y se presenta como la etapa más complicada en la formulación de un estudio de investigación, esto es debido a la cantidad de variables correlacionadas que intervienen en el dominio de este. El nacimiento de un proyecto de investigación se origina en la identificación del problema, la explicación de los factores y componentes principales de éste y la exposición de las posibles dimensiones de estudio, es decir, nace con las acciones de identificación del problema y termina con la determinación de las dimensiones de estudio”.

En este marco, durante el presente capítulo se pretende presentar la situación en la que se encuentra la información de la construcción de la Universidad José Antonio Páez, fundamentándose en la necesidad de tener un modelo paramétrico en 3D con todo el detalle de las edificaciones. Actualmente las nuevas tecnologías se vuelven más frecuentes en el mundo de la construcción, abarcando desde la creación de nuevos softwares de cálculo que contribuyen al correcto análisis de las estructuras, hasta simples softwares de modelado y esquemas que ofrecen una vista previa de los posibles resultados de los estudios estructurales que se lleven a cabo. Entre estas nuevas tecnologías, destaca la llamada Metodología BIM que, representando una nueva transformación digital en el ámbito de la información de la construcción, y que promete dar el salto hacia el cambio y la estandarización.

Implementar la metodología BIM, impacta de forma positiva las compañías del sector de la construcción ya que les permite planificar, revisar y generar procesos más industriales para una elaboración a detalle de la información que conforma una construcción. Venezuela se caracteriza por ser un país que trabaja bajo el esquema tradicional de la construcción, sin embargo, cada vez son más las empresas e ingenieros que buscan adaptar esta metodología novedosa dentro de sus esquemas operativos. Esta metodología surge como respuesta a una serie de necesidades y deficiencias en la industria

de la construcción para mejorar sus procesos y utilidades, pero su implementación no ha tenido una evolución muy rápida por diferentes aspectos culturales o de infraestructura necesaria, a nivel mundial la tecnología cambia con velocidades aceleradas, por esta razón debemos adoptar y manejar de buena forma la metodología BIM.

La universidad José Antonio Páez, fundada en 1997 presenta una clara déficit en relación a información de sus edificaciones, en la cual los parámetros de identificación, control, seguimiento, gestión, planificación, calidad, operación de las edificaciones es deficiente, generando una problemática de no poseer información a detalle de las mismas. Por tales razones se propone hacer un modelo 3D de la universidad José Antonio Páez, aplicando la metodología BIM y empezando por la Capilla, cuyo objetivo es desarrollar un sistema integrado dentro de un modelo 3D capaz arrojar la información de manera precisa y detallada de cada uno de los elementos que conforman dicha edificación a través de la parametrización de objetos, y así concluir que los sistemas basados en la metodología BIM integrados pueden proporcionar útiles y avanzados métodos para las operaciones de un edificio durante su ciclo de vida. En diseño existe una ausencia de una metodología para coordinar e integrar de una forma adecuada los diseños técnicos y de esta forma poder aprovechar al máximo cualquier plataforma.

**1.2 Formulación** ¿Cómo se puede hacer la actualización de la información de los datos arquitectónicos, estructurales, sanitarios, y eléctricos de la capilla de la UJAP?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar el modelo paramétrico en 3D bajo la metodología BIM de la capilla de la Universidad José Antonio Páez.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar las condiciones actuales del edificio la capilla de la Universidad José Antonio Páez.
- Analizar la información existente para proceder a elaborar los planos y especificaciones de la edificación en estudio.
- Diseñar los planos estructurales y de instalaciones eléctricas y sanitarias de la edificación de la capilla de la Universidad José Antonio Páez

- Generar el modelo 3D bajo la metodología BIM del edificio la capilla de la universidad José Antonio Páez

## **1.4 Justificación**

### **Desde lo Práctico**

Rivas (2012) define como una investigación tiene una justificación práctica: Cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo. Los estudios de investigación a nivel de pregrado y de postgrado, en general son de carácter práctico, o bien, describen o analizan un problema o plantean estrategias que podrían solucionar problemas reales se llevarán a cabo. Cuando en un trabajo de grado se realiza un análisis económico de un sector de la producción, su justificación es práctica porque genera información que podría utilizarse para tomar medidas tendientes a mejorar este sector.

Cuando un trabajo de grado se orienta a conocer los factores de mejora de la productividad más utilizados en un determinado proyecto, su justificación es práctica, porque, al igual que en el caso del análisis del sector, la información sirve para actuar sobre el proyecto, para mejorar o realizar cambios que contribuyan a mejorar la producción.

### **Desde lo Económico**

Martin (2009) define la justificación económica como: Los impactos económicos también están definidos con cierta precisión. Se dispone de indicadores normalizados para considerar la balanza de pagos de tecnología, el comercio de bienes de alta tecnología y, principalmente, la innovación tecnológica. Este se da por los recursos gastados en la investigación, o también por los recursos que se generarán después de realizar la investigación. Para el presente caso el gran beneficiado directo será la aplicación de la tecnología BIM, porque permitirá tener una mayor información a detalle acerca de los planos, detalles técnicos, cómputos métricos, lo que agilizará los procesos, implementación de estrategias, etc. Además se propondrá alternativas de solución a problemas los cuales redundaron económicamente en los proyectos de obras en general. La contratista está condicionada a asumir el liderazgo para revisar y rectificar las deficiencias en los documentos contractuales de diseño en plena construcción, sacrificando tiempo-esfuerzo que le podría dedicar a la realización de actividades exclusivamente de producción, planificación, calidad y seguridad.

## **Desde lo tecnológico**

Alcántara (2015) Define las justificaciones como: Deficiente interacción entre las etapas diseño-construcción al aplicar el modelo tradicional de desarrollo de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción. Deficiente proceso de colaboración, comunicación e integración entre los especialistas encargados del diseño e ingeniería en la elaboración de los documentos para la construcción (planos y especificaciones técnicas) durante la etapa de diseño. Presencia de incompatibilidades e interferencias en los documentos contractuales de diseño entre las distintas disciplinas o especialidades del proyecto, las cuales se detectan y corrigen en plena construcción de la obra, en la etapa menos indicada donde todo cambió, debido a estos problemas, tiene un mayor impacto en el costo y plazo de entrega. Ausencia de una metodología estructurada y planificada que permita mantener un control para compatibilizar e integrar los documentos contractuales de diseño antes de llegar a la etapa de construcción. Proyectos de construcción cada vez más complejos que requieren un enfoque distinto de gestión de la información usando tecnologías y herramientas más eficaces. Lo que queremos aportar con esta investigación es dar a conocer una nueva metodología que a través de nuevas tecnologías está siendo utilizada en grandes proyectos a nivel mundial y está siendo implementada en empresas renombradas, por su uso, utilidad y beneficios que genera la Tecnología BIM.

### **1.5 Alcance**

El alcance de esta investigación está enmarcado en el logro de la creación de un modelo paramétrico 3D capaz de brindar información detallada arquitectónica y estructural de la capilla de la Universidad José Antonio Páez a través de metodología BIM.

### **1.6 Limitaciones**

El presente trabajo de grado se limita únicamente al levantamiento del modelo paramétrico 3D de la Capilla de la universidad José Antonio Páez a través de la metodología BIM para proporcionar el la información de los elementos estructurales y arquitectónicos y a su vez generar los planos de instalaciones sanitarias y eléctricas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Con la finalidad de realizar la fundamentación teórica del presente estudio, se hace necesario especificar los aspectos relevantes y prioritarios desde la perspectiva de la ingeniería civil tomando en consideración todo lo relacionado con los sistemas de adecuación y mantenimiento de cualquier edificación y las teorías generales que pueden resultar aptas para su comprensión, en otros términos se hace énfasis en la elaboración de un conjunto de proposiciones que sirve de referencia al tema concreto en estudio.

Balestrini (1998) establece que: “El marco teórico es el resultado de la selección de aquellos aspectos más relacionados con el cuerpo teórico-epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para su estudio. De allí pues, que su racionalidad, estructura lógica y consistencia interna, va a permitir el análisis de los hechos conocidos, así como, orientar la búsqueda de otros datos relevantes”.

Teniendo esto en cuenta, el marco teórico abarca todas las fuentes de consulta teórica que se disponen sobre el problema a investigar, permite prevenir errores en el estudio a realizar, suministra marco de referencias al investigador, y le ayuda a centrarse y elaborar las hipótesis de la investigación. El marco teórico se interrelaciona con la idea y el planteamiento del problema para acondicionar la información científica que existe sobre el tema de investigación.

#### **2.1. Antecedentes de la investigación.**

Desde la perspectiva más general, bajo el concepto de aplicación de la metodología BIM proporcionan una valiosa información a través de los pasos a seguir para la realización de la propuesta, las mismas permiten justificar la solución más ideal para el diseño de un modelo paramétrico que englobe la información necesaria de una edificación. A continuación, se toman como referencia los distintos estudios previos relacionados con la problemática a estudiar, de lo que resulta importante destacar que, de cada uno de los investigadores, se debe hacer referencia al título de su investigación, el año en que se realizaron los estudios, los objetivos de la misma, entre otros. Esto permite orientar al investigador, sobre cómo habrá de realizar su propio estudio; y con la ayuda de los antecedentes, podrá delimitar mejor, todas las variables o dimensiones, que serán utilizadas como referencia directa, en función de los propósitos del trabajo o trabajos vinculados a la misma área o temática de investigación.

Villena, F. & Lucena, C. (2019) en su trabajo de grado titulado “**La construcción 4.0: hacia la sostenibilidad en el sector de la construcción**”, realizado en la Universidad Católica de Murcia (UCAM) España, para optar al título de ingeniero civil. Los autores señalan que su objetivo es proponer y posteriormente analizar un esquema paramétrica que le permitan medir el impacto económico de la metodología BIM en un proyecto de edificación de mediana envergadura.

Se empezó realizando un análisis retrospectivo, donde se presentan los balances monetarios de los errores que se pudieron evitar al utilizar la metodología BIM y a su vez los costos asociados a su implementación en la etapa inicial o posterior a los planos diseñados en CAD. Los resultados de la implementación de la metodología BIM en la etapa de diseño, como posterior al diseño, por medio del sistema tradicional tiene un impacto bajo en los costos asociados al diseño y ejecución del caso de estudio el cual consta de seis pisos destinados a vivienda y un piso subterráneo destinado a estacionamientos y bodegas.

El edificio considera 29 departamentos de entre 79 y 88 m<sup>2</sup> el cual está valorizado en \$1.015.922,3 USD. En el artículo mencionado se puede comprender las ventajas de la implementación BIM a un proyecto de edificación, este estudio comparativo de costos y tiempos de obra nos demuestra la importancia de la metodología BIM en un proyecto de edificación. Así mismo, el artículo ayudó a una mejor interpretación de la metodología BIM para futuros proyectos de edificaciones.

A pesar de que el objetivo a estudio no está ligado a la parte económica siempre es bueno recalcar la factibilidad de un proyecto, en este caso evaluar qué tan rentable es utilizar la metodología BIM dentro de cualquier proyecto, que beneficios proporciona, y cómo está directamente ligado al resultado. Teniendo esto en cuenta es posible realizar una comparativa con respecto al uso tradicional y metódico de realizar un proyecto de principio a fin, resumiendo la metodología BIM como un paso a paso, que organizadamente hace que un modelo usado toda la vida parezca cosa del pasado, al lado de una receta que trae tanto beneficios económicos como a nivel de desarrollo.

Blanco (2018), en su trabajo de grado titulado “**Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM**”, quien plantea un marco teórico referente a la

tecnología y metodología BIM, así mismo su evolución y hacia dónde se dirige, a través de un diagnóstico del momento actual del departamento de obras civiles de la empresa Tipiel S.A. que desde hace algunos años ha venido implementando el uso de estas tecnologías, donde se llevaron a cabo estudios comparativos acerca de la metodología CAD tradicional que han estado utilizando y la nueva metodología BIM.

Así mismo concluye que ésta es más eficiente que la metodología tradicional CAD debido a factores como: los tiempos y recursos empleados en el diseño de las estructuras son mucho menores, generando un ahorro en tiempo y costos para la empresa, la metodología y el software permite anticiparse a todos los conflictos que se pudieran tener entre disciplinas en el modelo virtual y así poder solucionar algunos problemas que se puedan presentar en la fase de construcción, la información siempre estará actualizada debido a que es un único modelo al cual se va alimentando constantemente, así mismo esta información está al alcance de todos facilitando el trabajo en equipo y por último, por tratarse de un modelo 3D, los involucrados en el diseño y las personas que no lo están, tienen un entendimiento mucho más claro, esto facilita la relación y comunicación con los clientes.

Dicho antecedente planteado, se puede afirmar que buscar cambiar el chip de los ingenieros civiles venezolanos será una ardua tarea, pero que tarde o temprano se debe de avanzar en conjunto con la tecnología, sin dejar a un lado los métodos tradicionales que hicieron posible el avance hasta encontrar una manera más óptima de realizar un proyecto de ingeniería. Una vez comprendido la importancia y beneficios de dicho esquema, se procede con el desarrollo del modelo BIM en estudio, el cual consta de apenas el inicio de lo que podría ser a futuro la actualización de toda la Universidad José Antonio Páez.

Así mismo, Nieto E. (2017) en su trabajo de grado titulado **Metodología BIM en el grado de edificación: modelo de taller, en la asignatura Expresión gráfica de Tecnología**, realizada en la universidad de Sevilla, España, para optar al título de ingeniería civil. Ella señala que la metodología BIM se trata de un sistema eficiente y abierto de comunicación y cooperación en distintos operadores los cuales intervienen en el proceso constructivo. Por ello, resulta una herramienta idónea para su implantación en las escuelas técnicas de ingeniería y arquitectura. El objetivo de este artículo es el reconocimiento de la metodología BIM como instrumento de trabajo colaborativo y coordinado para su

aplicación en la docencia universitaria en titulaciones, con el fin que el flujo de información interdisciplinar sea eficiente a través de un modelo de taller-integrador en la asignatura Expresión gráfica de tecnologías. En otros países cada vez es más asumida la importancia de trabajar coordinadamente para que el sector de la construcción sea más eficiente. Los países europeos se adaptan a las nuevas necesidades de la sociedad globalizada de mejorar los sistemas de producción, la gestión y el mantenimiento de la edificación. Este artículo ayuda a comprender la importancia de la metodología BIM para la exigencia de nuevas necesidades en un mundo globalizado.

Teniendo esto en cuenta con el tema de estudio, desarrollar un plano a través de esta metodología ayuda a ver a detalle la estructura en estudio dependiendo de las necesidades que se presenten. Utilizar estos métodos novedosos no sólo aumentan la eficacia a la hora de determinar cualquier tipo de problema si no que también ayuda eficientemente a mejorar el trabajo en conjunto con los diseñadores, obteniendo resultados más precisos, y dejando en claro que las nuevas necesidades se amoldan en conjunto a las nuevas tecnologías.

Por último, Salazar Alzate, M. (2017) en su tesis de grado titulada “**Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizale**”, realizada en Colombia, para optar al título de ingeniero civil. Con este proyecto busca comprender la importancia de aplicar la metodología BIM y verificar la rentabilidad de su implementación en la coordinación multidisciplinar de un proyecto de vivienda en la ciudad de Manizales, del cual adopta un caso de estudio que es el proyecto de construcción Ópalo, el cual fue diseñado inicialmente con un sistema tradicional. Para realizarlo se tuvo que cuantificar el costo adicional que se genera al corregir los conflictos encontrados evaluando la rentabilidad de implementar BIM en la etapa de diseño. Examinar la documentación técnica inicial del proyecto y verificar el porcentaje de variación que se presentó al obtener cantidades directamente de los modelos realizados para la investigación. Finalmente, se pudo conocer en qué parte del proceso constructivo tiene un mayor impacto económico el adoptar la metodología BIM en los proyectos de construcción en la ciudad de Manizales.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. BIM**

BIM (Building Information Modeling) es un sistema revolucionario, que en la actualidad está cambiando los métodos tradicionales más recientemente usados como lo es la tecnologías de los CAD, quienes simulan los métodos antiguos de planos realizados con lápiz sobre papel en dos dimensiones, con representaciones de líneas de todo tipo y textos, las aplicaciones BIM imitan el proceso real de la construcción, dado a que esta metodología va más allá del 3D, es un método multidimensional que abarca todas las fases del ciclo de vida del edificio e infraestructura, el mismo incluye la participación de Arquitectos, ingenieros proyectistas, constructores y todo lo que esté relacionado al proyecto constructivo. Este modelo representa un apoyo de alta relevancia para las obras de construcción civil en el futuro y exige a los profesionales adaptarse a los nuevos tiempos.

La metodología BIM trabaja con modelos constructivos a partir del objetivo de centralizar toda la información en un único modelo, pero no como un concepto visual de la edificación, sino que su representación se fundamenta en datos y no solo en geometría, existiendo en todo momento vinculación entre el modelo y la base de datos. Eso quiere decir que, si algo cambia en el modelo de la edificación, entonces esto genera automáticamente en la base de datos una actualización de los elementos que cambian, así como también todos los dibujos y planos que fueron generados, logrando una optimización del proceso, ahorro de tiempo y mayor calidad del proyecto.

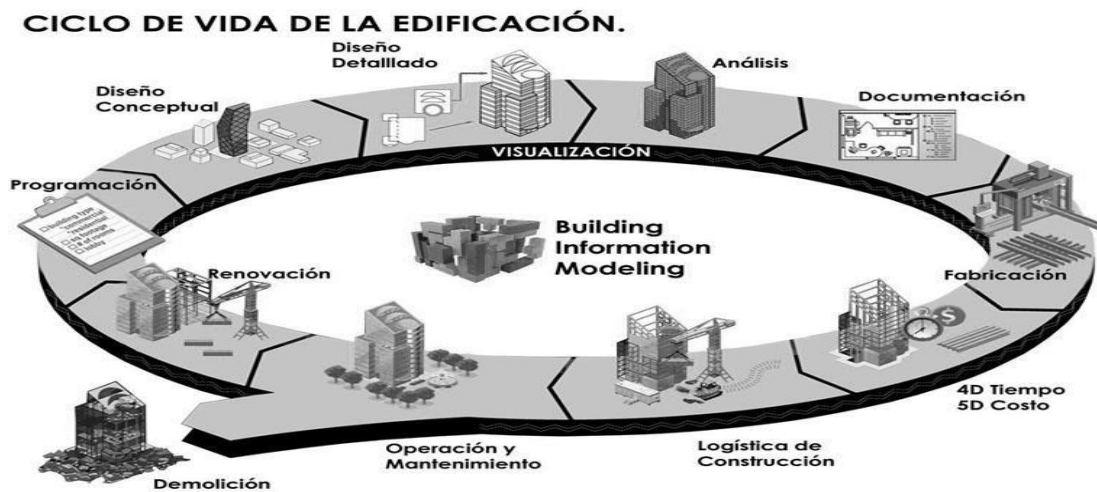
Todo esto es aplicable a cualquier tipo de edificación con el fin de centralizar toda la información en un único modelo paramétrico 3D utilizando como base para realizarlo la metodología BIM, brindando un esquema con paso a paso que facilita el trabajo armónico de cada una de las especialidades necesarias a la hora realizar una construcción.

#### **2.2.1.1 Dimensiones de la metodología BIM**

Se tendrá que el ciclo de vida de un proyecto BIM comienza con una idea y termina con el derribo y, a ser posible, reciclaje del proyecto hecho realidad. Este ciclo puede dividirse en las 7 dimensiones BIM:

- 1D o idea: Partes de una idea con unas primeras estimaciones.
- 2D o el boceto.

- 3D Coordinación: El uso de la metodología BIM te permite detectar interferencias entre los modelos de las diferentes especialidades, permitiéndote eliminar los conflictos en la obra.
- 4D o Planificación de obra: El uso de la metodología BIM te permite también utilizar el modelo para planificar el trabajo ajustando los procesos con la variable tiempo. El modelado 4D es una herramienta de visualización y comunicación muy útil, que puede dar al equipo de proyecto, una mejor comprensión de los hitos del proyecto y los planes de construcción.
- 5D o Medición y presupuesto de obra: El uso de la metodología BIM te permite también utilizar el modelo para el control de costes en cada una de las fases del proyecto, construcción, operación y mantenimiento.
- 6D o Certificación energética: El uso de la metodología BIM te permite también utilizar el modelo para realizar cálculos, análisis y estudios energéticos.
- 7D o Gestión de activos: El uso de la metodología también te permite volcar en el modelo BIM las condiciones físicas de los elementos estructurales, arquitectónicos y MEP, así como las instrucciones específicas para operaciones y mantenimiento. Y también, claro, utilizarlo para gestionar a corto y largo plazo las repercusiones financieras de cualquier modificación del activo, programar dichos costes y establecer su programa de mantenimiento.
- 8D o Seguridad y bienestar: Los modelos 8D implementan los planes de Salud, Seguridad y Bienestar (Health, Safety, Welfare) y su propósito es promover la comodidad de los usuarios, evitar accidentes y propiciar un entorno agradable. Estos modelos recientemente están ingresando a la industria donde se realizan simulaciones de alto riesgo que representen peligro. Normalmente los modelos 8D se efectúan externamente de las herramientas BIM. Determinan que las posibilidades de la tecnología BIM parecen no tener límites; esto ha quedado de manifiesto dado que otros procesos han comenzado a ser abordados desde este enfoque, tales como: el aprovechamiento de espacios, el diseño energético, la ventilación, la iluminación, la operación de edificios, etc.(ver figura 1)



**Figura 1** Ciclo de vida de una edificación.

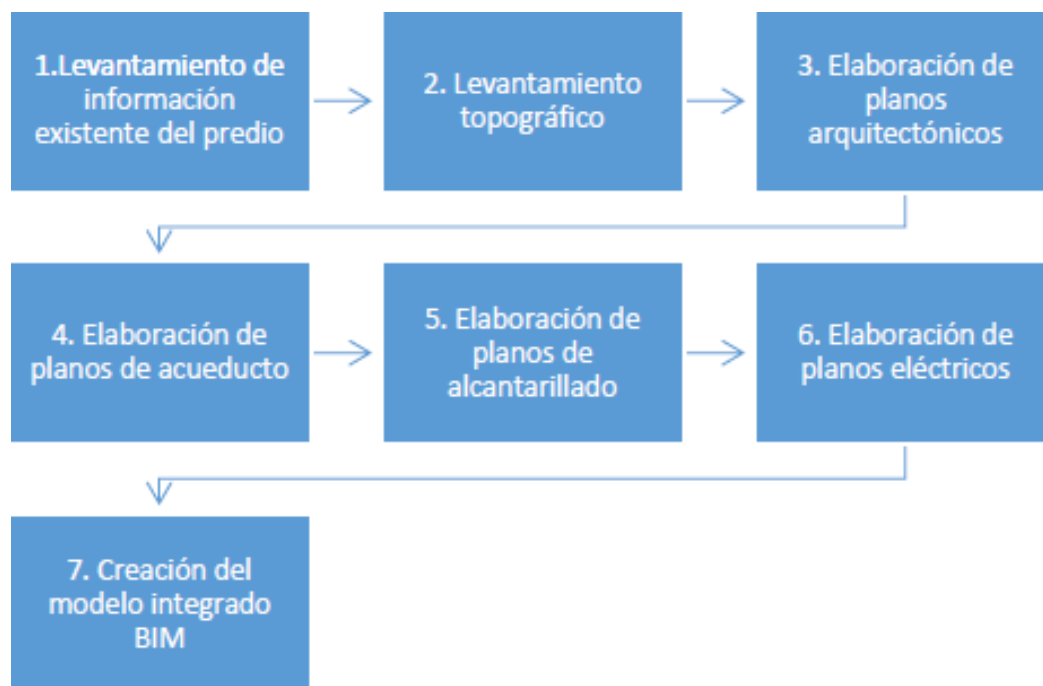
### 2.2.1.2 Beneficios del BIM

Durán Alarcón, J., (2017). Con el tiempo, la realización de los proyectos de construcción e infraestructura han ido evolucionando en sus procesos, los cuales, concentran sus tareas primordialmente en la creación del producto final, el cual se consigue mediante sub- proyectos , con niveles mucho más altos de segmentación a diferencia con otras industrias debido a la gran cantidad de participantes y etapas implicadas. Este hecho conlleva a tener una eficiencia inferior a la esperada, además de presentar conflictos en los procesos de comunicación y análisis de la. El uso de nuevas herramientas tecnológicas coopera para que dichos efectos sean aminorados.

La aprobación e implementación de BIM proporciona actualmente una base para la gestión y administración de proyectos, cuya intervención más relevante es la recopilación y análisis de la información contenida en un modelo único virtual (Reddy, 2012), la cual es variada y programada en distintos factores del modelo en forma estructurada que favorece la superioridad técnica, capacidades de interoperabilidad, recolección temprana de información, costos mejorados por los mecanismos de control, disminución de conflictos y gran desempeño de los grupos de trabajo. Los usuarios de BIM han explicado los beneficios a corto y largo plazos de uso.

El impacto más importante del primero es que reduce los errores en los planos

elaborados en 2D. Su aplicación aminora las reclamaciones contractuales y el presupuesto de construcción; aumenta los beneficios en largo plazo, de igual manera de mantiene relaciones comerciales periódicas con los clientes. El Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas de la Universidad de Stanford aseguró que la aplicación de BIM comprende diversos beneficios: Descarta las modificaciones imprevistas hasta en 40%, facilita una estimación de costos con un margen de error de 3% y se disminuye el tiempo de diseño hasta en 80% para su creación. Asimismo, permite la detección de colisiones, lo cual economiza hasta 10% del valor del contrato y aminora el tiempo de ejecución del proyecto hasta en 7%.(ver figura 2)



**Figura 2** Pasos de la metodología BIM

Entre los principales beneficios podemos hablar de:

- **Entendimiento de la secuencia constructiva:** Con la metodología BIM, al elaborar una pre-construcción virtual del proyecto, se puede tener una mayor planificación en la ejecución de la obra mediante el uso de modelos 4D, en donde a los objetos en 3D del modelo se les vincula un dimensión adicional de tiempo que permite realizar un programa de actividades detallado y coherente con la realidad, en donde se puede simular el proceso de construcción y mostrar cómo la obra se vería en cualquier punto del tiempo.
- **Información centralizada:** Con BIM toda la información sobre el proyecto se maneja de

manera centralizada y no dispersa en diferentes lugares, lo que evita tener varias versiones de un mismo proyecto eliminando así las incompatibilidades que esto genera y de esta manera el riesgo de errores provocados por este factor, disminuye.

- **Comunicación:** Mejora la comunicación y coordinación interdisciplinaria, debido a que el proyecto se puede diseñar, planear y ejecutar en un ambiente colaborativo donde todos los profesionales involucrados en cada fase del proyecto puedan intercambiar información, realizar modificaciones y utilizar la información de otras áreas según sean los requerimientos particulares. Esto permite la distribución de los proyectos de diferentes especialidades en distintas ciudades e incluso países. Otro aspecto importante de este punto es la comunicación con los trabajadores, ya que gracias al alto nivel de detalle al que se puede llegar con esta tecnología es posible dar a entender de manera fácil lo que se quiere lograr tanto a obreros, fabricantes como subcontratistas.

- **Detección de interferencias:** Es uno de los principales beneficios de la metodología BIM, ya que detecta y soluciona interferencias en la etapa de diseño, evitando encontrarse con estos problemas que se presentan entre planos y especificaciones técnicas durante el proceso de modelado y no en la etapa de construcción. Gracias a esta característica se reduce el número de obras extraordinarias, aumentando la productividad y disminuyendo los costos de construcción.

- **Fácil aprendizaje:** la gran mayoría de las herramientas no son complejas de utilizar, lo necesario es la dedicación y una formación adecuada.

- **Interoperabilidad:** El diseño y la ejecución de un proyecto constructivo son trabajos que deben realizarse en equipo con profesionales de diversas especialidades, y por ende se involucran diversas plataformas para su desarrollo.

La interoperabilidad es la capacidad de transmitir datos entre aplicaciones, y para múltiples aplicaciones para contribuir conjuntamente a la obra que nos ocupa. Ésta como mínimo, elimina la necesidad de copiar manualmente los datos ya generados en otra aplicación. Adicionalmente este mismo modelo se puede utilizar para llevar a cabo otros análisis que complementan el diseño del proyecto constructivo.

- **Parametrización de los elementos del modelo:** Los elementos que conforman el proyecto constructivo, que antes se representaban a través de unas dimensiones fijas, son definidos por parámetros modificables según las necesidades específicas del usuario,

determinando no solo la geometría sino también las propiedades físicas del elemento, como por ejemplo su material. Esto no solo genera una información real de los elementos constructivos, sino que también permite realizar cambios dentro del modelo de una manera rápida y eficaz.

- **Manejo de cantidades de obra y presupuestos:** En BIM se tiene un modelo basado en elementos que poseen ciertas características y parámetros reales, lo que permite una cuantificación exacta de todos y cada uno de los elementos necesarios para su ejecución, evitando inconsistencias en el presupuesto.
- **Mejoras en la calidad final del proyecto:** Al tener coordinadas todas las disciplinas involucradas en el desarrollo del proyecto, se disminuyen considerablemente los errores en la documentación final de obra, lo que asegura que todas las especificaciones técnicas y los estándares de calidad se cumplan sin tener alteraciones significativas con el proyecto original.
- **Cubicación:** El modelo permite la cubicación de materiales y la posibilidad de vinculación con herramientas de estimación de costos. Al realizar cualquier cambio en el modelo se podrá analizar los costos que involucra.
- **Marketing:** Gracias a la fácil extracción de planos e imágenes o animaciones 3D del modelo BIM, estas pueden ser utilizadas para ser mostradas a los usuarios objetivo del proyecto de una manera fácil y práctica en tiempo real en donde el diseño se comunica de mejor forma a los clientes facilitando su interacción con el equipo técnico encargado de formular el proyecto, demostrando innovación.

#### **2.2.1.3 Information (Información)**

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

#### **2.2.1.4 Modelling (UK) Modeling (USA) – (Modelado)**

Mata (2019), también establece que la definición usual indica que la M se refiere a

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

#### **2.2.1.5 Campos de Aplicación del BIM**

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

#### **2.2.2 Revit Architecture (Autodesk)**

Autodesk Revit Architecture 2019 es el software más comercial elaborado por la compañía Autodesk para el diseño inteligente de modelado BIM para arquitectura e ingeniería, que reduce las tareas de diseño de proyecto y los procesos de trabajo. Lo más representativo de este software es que todo lo que se diseña es mediante familias paramétricas (diseño de elementos arquitectónicos) conseguidas en 3D, e ir modelando la información obtenida de los especialistas a medida que vamos acrecentando el proyecto desde la planta baja hacia las plantas superiores. Revit Architecture 2019 se basa en BIM como una metodología de trabajo de cooperación entre las especialidades y llevando el modelado paramétrico de objetos y elementos constructivos del edificio.

El uso de Autodesk Revit Architecture no solo consiste en dibujar, sino que ya se construye virtualmente en 3D, lo que llamamos modelado en BIM. Puedes visualizar, revisar y diagnosticar en qué estado se encuentra el edificio en 3D, y construir virtualmente en base a familias (objetos) de muros, ventanas, puertas, de diferentes materiales, y

almacenar toda esta información es realizable gracias a su base de datos enlazada que organiza la información durante todo el proceso. También, en caso de producirse alguna modificación de proyecto, Revit Architecture 2019 tiene la capacidad de coordinarse automáticamente para indicar la última versión modificada, sin que los cambios intervengan a todo el proceso, lo que acelera el tiempo de trabajo, y disminuyendo el riesgo de cometer errores durante la ejecución del proyecto.

### **2.2.3 AutoCAD (Autodesk)**

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, dónde Auto hace referencia a la empresa y CAD a diseño asistido por computadora (por sus siglas en inglés Computer-Aided Design), teniendo su primera aparición en 1982. AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros.

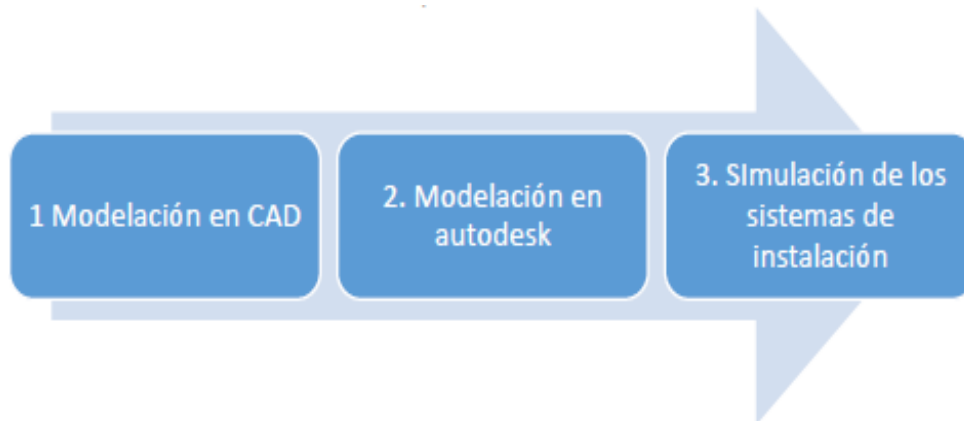
### **2.2.4 Gestión del conocimiento en la integración de proyectos**

Saldías, R. (2010). BIM integra información de edificios que van desde geometría, relaciones espaciales, geografía; proporciones y propiedades de materiales de construcción, detalles, accesorios, acabados, costos, emisiones de carbono y análisis de luz, entre otros. Estas características asisten a los diseñadores e ingenieros a establecer un seguimiento de las relaciones entre los componentes del edificio y sus respectivos detalles de operación y mantenimiento. Si bien las ventajas de BIM son comprendidas implícitamente por el diseñador, también pueden ser abiertas para otros participantes del proyecto, tales como propietarios, contratistas, subcontratistas, empresas de mantenimiento y acondicionamiento, etc. Un modelo brinda cantidades exactas de materiales para construcción y sus componentes involucrados dentro del diseño.

Irizarry, J., Karan, P. & Jalaei, F. (2013). Con esto se consigue organizar el proceso de adquisición y suministro de materiales en el transcurso de las fases de diseño y construcción. También puede valer como un modelo de diseño certero para la fabricación de componentes en la edificación como: vigas, columnas, elevadores, puertas, ventanas,

etc. La capacidad de las herramientas BIM para modelar conceptos de diseño de edificios complicados brinda a los arquitectos libertad de creatividad conservando la constructibilidad del inmueble. BIM se considera una solución clave para la mejora futura de la vivienda y de edificios inteligentes.

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



**Figura 3** Complemento de CAD a BIM.

### **2.2.5 Diseño estructural**

El diseño estructural es el proceso creativo mediante el cual el ingeniero estructurista determina la forma y las características de la estructura de una construcción; comprende las etapas de estructuración, análisis y dimensionamiento. Un proyecto de diseño estructural puede dividirse en tres fases, es decir, planificación, diseño y construcción.

- **Planificación:** esta fase implica la consideración de los diversos requisitos y factores que afectan el diseño general y las dimensiones de la estructura y da como resultado

la elección de uno o quizás varios tipos alternativos de estructura, que ofrecen la mejor solución general. • Diseño: El diseño estructural tiene como base el cálculo. Se trata de una serie de operaciones en las que se consideran tanto las dimensiones del proyecto como de los elementos arquitectónicos y estructurales, su peso, el peso de los usuarios y las fuerzas que intervienen en todo el sistema estructural.

- Construcción: Una vez listo el diseño y el cálculo se procede a volver realidad todo lo analizado, en esta etapa entra juego el ingeniero civil residente, el cual deberá velar por la correcta realización de todos los procesos necesarios para llevar a cabo la obra, velando por la integridad y ética de la seguridad al momento de realizarse.

### **2.2.7 Que NO es la metodología BIM**

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

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

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

- **Modelos sin soporte de comportamiento.**

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

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

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

### **2.2.8 Definición y alcance de cómputos métricos.**

Mata (2013), estipula que los cómputos métricos son las cantidades de obra correspondientes al proyecto base del presupuesto, medidas según la unidad correspondiente, calculadas por cada partida a ejecutar. Las especificaciones de las partidas deben ser referidas a las Normas COVENIN. De no existir especificaciones en dichas Normas para las partidas computadas, el Contratante debe elaborarlas. Los cómputos métricos se deben elaborar antes de iniciar la obra. La correcta estimación de los cómputos métricos (precisión), evita que, durante la realización de la obra, se presenten excesivos aumentos y obras adicionales, que, si bien son casi inevitables, se pueden reducir a su mínima expresión con una buena estimación inicial.

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

### **2.3 Bases Legales.**

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

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

elementos del actual BIM.

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

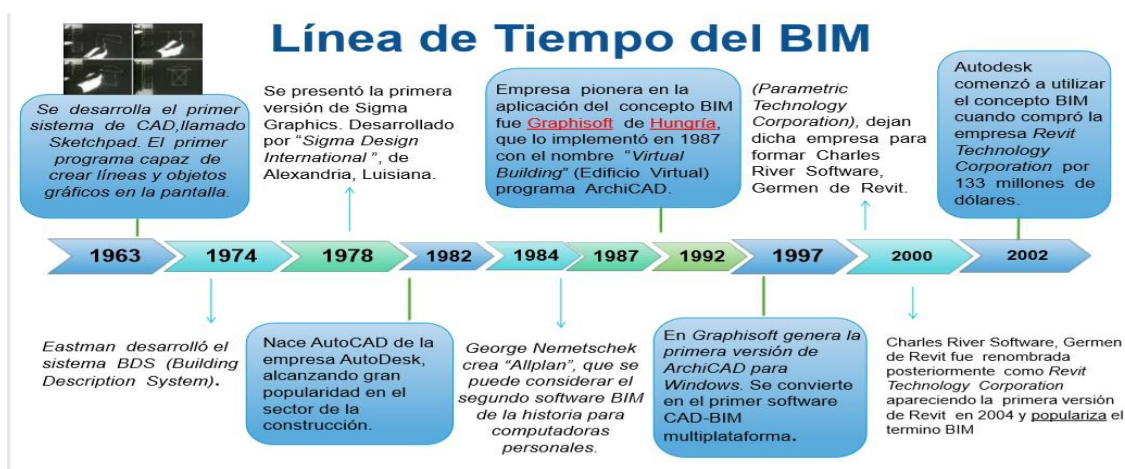


Figura 4 Línea de tiempo del BIM.

## 2.4 Definición de términos.

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

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

**Autodesk Revit Architecture:** Es el software más comercial elaborado por la compañía Autodesk para el diseño inteligente de modelado BIM.

**Diseño estructural:** Es el proceso creativo donde el estructurista determina la forma y las características de la estructura de una construcción.

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

**Dimensión:** La dimensión de un objeto es una medida topológica del tamaño de sus propiedades de recubrimiento. Se define informalmente como el número mínimo de coordenadas necesarias para especificar cualquier punto de ella.<sup>1</sup> Así, una línea tiene una dimensión porque solo se necesita una coordenada para especificar un punto de la misma. Una superficie, tal como un plano o la superficie de un cilindro o una esfera, tienen dos dimensiones, porque se necesitan dos coordenadas para especificar un punto en ella.

**La metodología BIM** trabaja con modelos constructivos a partir del objetivo de centralizar toda la información en un único modelo.

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

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

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

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

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Tipo de Investigación

Acorde a lo analizado en el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2011), con respecto a la problemática en cuestión, la investigación a realizar se vincula con una investigación de tipo factible, ya que en el manual define esta modalidad como:

“...La investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. (p.21).”

Como afirma Balestrini (2002), “los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer” (pág. 9)

Por tanto, la presente investigación sigue dichos parámetros ya que se desarrollará una propuesta viable que atienda una necesidad del grupo de estudio.

#### 3.2 Diseño de la investigación

El trabajo se enmarca dentro de una investigación de campo y documental, de acuerdo a Arias (2012) define:

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin importar o controlar variables algunas, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (P.31).

Claro está, en una investigación de campo también se emplean datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo, los esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado.

Por otro lado, un proyecto factible o investigación proyectiva, de acuerdo con Hurtado de Barrera (2005) “consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un

modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo” (pág. 28)

### **3.3 Nivel de la Investigación**

Lo establecido según Arias, F (2012, p.19) estipula que “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”. Es por tanto que se estableció que el nivel al que llegará la investigación será descriptivo. Balestrini, M (2006, p.53), define a una investigación de nivel descriptivo como aquella que “el planteamiento del problema adquiere una connotación de carácter enunciativo o informativo. Es decir, se busca conocer ¿Qué ocurrió? y ¿cómo ocurrió determinado fenómeno?, en determinado contexto, espacio y tiempo”. De esta forma la actual investigación corresponde a este nivel ya que se buscará y analizará la caracterización de la problemática y la descripción del comportamiento de las variables implicadas en el fenómeno de estudio.

### **3.4 Población y muestra**

#### **Población**

Se determina la población para determinar el grupo sobre el cual se aplicarán los instrumentos de recolección de datos, donde estos tienen características en común capaces de estudiar, la población definida por Arias (2012) se entiende como “Conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación”. La población presente estará conformada por la Universidad José Antonio Páez.

#### **Muestra**

La selección de la muestra rigiéndose en lo establecido por Arias (2012) “La muestra es un subconjunto representativo de un universo o población”, es decir esta se refiere a una porción de la población la cual es seleccionada para analizar e investigar las propiedades de la misma, proporcionando información relevante para el estudio.

Para el presente caso se tomará como muestra la capilla de la universidad José Antonio Páez, la cual servirá de modelo para implementar la metodología BIM, tomando

los planos existentes y aplicando una serie de parámetros para modelar la estructura.

### **3.5 Técnica de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos de acuerdo con lo expuesto por Arias, F (2012) menciona que “Son las distintas formas o maneras de obtener la información”. Partiendo de su concepto se determinan las técnicas más apropiadas capaces de ser útiles para profundizar en la investigación de forma eficiente, destacando que en este caso se emplearán las técnicas de observación directa, revisión documental y revisión bibliográfica.

#### **3.5.1 Observación directa**

De acuerdo con Balestrini, M (2006, p.53), “La observación consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar”. Partiendo de este concepto, esta técnica es imprescindible en la investigación ya que se observará la capilla de la universidad José Antonio Páez para la obtención de datos del estado en el que se encuentra, y consecutivamente, proceder aplicar la metodología BIM para su modelado en 3D. Es decir, mediante esta técnica, el investigador puede observar y recoger datos pertinentes a la estructura los cuales dictarán la manera de proceder para realizar el respectivo análisis.

Teniendo en cuenta la importancia de la observación directa, se procederá a realizar una memoria fotográfica con el fin de obtener la información más precisa del estado actual de la capilla, teniendo en cuenta que dicha memoria, servirá como respaldo de los datos obtenidos en campo, y servirá para corroborar la información de lo descrito.

#### **3.5.2 Revisión documental**

Tamayo (R. (2012, p. 415) comenta que “una fuente muy valiosa de datos cualitativos son los documentos. Nos pueden ayudar a entender el fenómeno central del estudio”. En base a esto, la revisión se hará sobre documentos como: “Metodología BIM en el grado de edificación: modelo de taller, en la asignatura Expresión gráfica de Tecnología” y la ficha de registro de datos en la cual se verán las anotaciones realizadas con respecto a la implementación de la metodología BIM en una edificación.

#### **3.5.3 Revisión bibliográfica**

Para Arias, F. (2012, p.106) la revisión bibliográfica “consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar”. Es decir, consiste en la extracción de información a partir de fuentes bibliográficas expuestas por otros investigadores, en otras palabras, información

que funcionarán como fundamento de las bases teóricas del estudio a llevar a cabo.

### **3.6 Instrumento de recolección de datos**

Indicado por Arias, F (2012, p.25), “Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información”. Estos son fundamentales para poder ejecutar con eficacia las técnicas de recolección de datos, por tanto, los instrumentos pertinentes en la investigación son el histórico del comportamiento de las señales armónicas y la ficha bibliográfica.

- **Ficha bibliográfica**

Según Sabino, C. (2002, p. 115) las fichas bibliográficas “Son una simple guía para recordar cuáles libros o trabajos han sido consultados o existen sobre un tema”. De forma más explícita, las fichas poseen cuatro (4) elementos comunes como lo son: el nombre del autor o los autores, el título de la obra, la editorial que el público y el lugar y año de la edición. La herramienta descrita será de gran apoyo para la correcta realización de las referencias bibliográficas, de igual forma brindando agilidad al momento de la redacción de dicho apartado.

- **Entrevista estructurada**

Según Arias (2006, p. 73), explica que “La entrevista es más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo o conversación “Cara a Cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”.

Guión de entrevista. Es un instrumento que forma parte de la técnica de la entrevista.

Desde un punto de vista general, es una forma específica de interacción social. El investigador se sitúa frente al investigado y le formula las preguntas que ha incluido en el guión previamente elaborado. Para elaborar el guión de entrevista se debe plantear y delimitar la situación a investigar, se debe identificar y definir los eventos de los cuales se desea obtener información y las personas que poseen la información. Asimismo, Hurtado (2008, p.46) plantea que el guión de entrevista debe contener los datos generales de codificación del entrevistado, datos sociológicos y convencionales al tema de investigación.

En el presente trabajo de grado también se hace uso de una entrevista estructurada, con la cual se procura obtener información de una forma oral y personalizada. La información tratará en torno a los aspectos necesarios para el levantamiento del proyecto con el fin de

cumplir con los objetivos del estudio.

Referente a la investigación, dicha entrevista será realizada de forma oral al personal especializado en el área en cuestión, es decir, al personal de planta física, tutor académico, director de escuela y autoridades de la universidad José Antonio Páez, referente al estado de la estructura, existencia de planos, planes de mantenimiento, etc. Dicha entrevista adoptará un comportamiento con una información temática, en este caso referente al estado actual de la capilla de la universidad José Antonio Páez y a raíz de su respuesta, se analiza y se hace otras preguntas pertinentes.

Cabe destacar que se procede a seguir en primera instancia una serie de preguntas previamente analizadas y estructuradas en conjunto al tutor académico con el fin de extraer la mayor cantidad de información en las respuestas de los entrevistados, así como se busca obtener las respuestas más específicas en referencia al objeto de estudio. Como el alcance de los detalles ya se considera al diseñar la entrevista. Se puede obtener mejor información lo cual te permite poder analizar el problema de investigación de una manera integral haciendo preguntas de investigación precisas.

### **3.7 Técnicas de análisis de resultados**

Posterior a la recolección de datos, la información recopilada debe ser analizada y estudiada de forma exhaustiva para poder determinar una conclusión en lo que respecta a la problemática planteada, es por ello que, en lo tocante a este punto, Arias, F (2012, p.25) menciona que estas técnicas “describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan”. Para el caso de estudio, se utilizarán como técnicas de análisis de resultados programas tecnológicos de simulación de modelado en 3D llamado Autodesk Revit el cual servirá para hacer la demostración de la metodología BIM aplicada a la estructura en estudio.

Para el levantamiento de la estructura se utilizará Autodesk AutoCAD, mientras que el software para realizar los cálculos del diseño será a través de SAP2000, también a la hora de expresar los resultados textuales, se planea utilizar el diagrama de Ishikawa, o bien llamado diagrama de causa y efecto, el cual servirá como demostración para plasmar la causa y efecto que se obtiene al aplicar el paso a paso del esquema de la metodología BIM.

### **3.8 Fase metodológica**

Tomando en cuenta diferentes concepciones, un proyecto factible contempla las

siguientes etapas: el diagnóstico de las necesidades, que puede basarse en una investigación de campo o documental, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta, el procedimiento metodológico, las actividades y recursos necesarios para su ejecución, el análisis de viabilidad o factibilidad del proyecto (económica, política, social, entre otros) y la posibilidad de ejecución.

### **Fase I. Diagnóstico de las condiciones actuales del edificio la capilla de la Universidad José Antonio Páez.**

En esta primera fase se determinó la necesidad existente de actualizar los planos y la base de información de la universidad José Antonio Páez, donde se realizó seguidamente el diagnóstico a través de la observación directa y el registro fotográfico de la Capilla en estudio.

### **Fase II. Análisis la información existente para proceder a elaborar los planos y especificaciones de la edificación en estudio.**

En dicha segunda fase se analiza toda la información existente y recopilada de la capilla de la universidad José Antonio Páez, para así proceder a realizar el levantamiento topográfico en conjunto con los planos arquitectónicos de dicha estructura los cuales facilitarían la realización de las fases siguientes de dicha investigación.

### **Fase III. Diseño los planos estructurales, de instalaciones eléctricas y sanitarias de la edificación de la capilla de la Universidad José Antonio Páez.**

Una vez realizada la fase de diagnóstico, se procedió a realizar el diseño de los planos estructurales, eléctricos y sanitarios con los parámetros requeridos establecidos durante el diagnóstico, siguiendo la metodología BIM como base del diseño. En lo que respecta a esta fase, se hizo un análisis y cálculo de la estructura, brindando opiniones positivas que al finalizar, concluye con los planos realizados a través de Autodesk Autocad donde luego se empleó su modelado 3D a través de Revit.

### **Fase IV. Generación de modelo 3D bajo la metodología BIM del edificio la capilla de la universidad José Antonio Páez**

En lo que respecta a esta fase, teniendo ya el diseño de los planos en 2D, se realizó el modelado de la estructura en 3D, utilizando el software Autodesk Revit, donde para finalizar se le hizo el cargado de toda la información paramétrica para cada elemento de la

estructura en estudio trayendo como resultado un modelo óptimo, detallado y actualizado a través de la metodología BIM, en el cual se tuvo que crear diferentes materiales dentro del software con el fin de acertar en su mayor posibilidad a la realidad que existente de la capilla de la universidad José Antonio Páez, el cual servirá como modelo para el inicio de la actualización de toda información estructural de la universidad.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Para la presente investigación, se establecen objetivos específicos que permiten encontrar la solución al problema planteado, basándose en la digitalización y modelado de la capilla ubicada como edificio 5 de la Universidad José Antonio Páez. De esta propuesta, se logran obtener resultados que beneficien a la investigación, estos presentados en este capítulo. En relación, se identifican cada una de las fases, las cuales complementarán la investigación en un proceso de diseño, modelado y parametrización. Toda esta investigación se comprende en una estructura, que se encuentra ubicada en el Estado Carabobo. En la zona de San Diego, Urb Yuma II Calle 3. Frente al poblado de San Diego. (Ver figura 5).



**Figura 5.** Ubicación geográfica (Caso estudio).

Fuente: Rony Iucci (2022).

#### 4.1 Diagnóstico de las condiciones actuales del edificio la capilla de la Universidad José Antonio Páez.

El estudio de esta investigación se enfoca en una estructura dentro de las instalaciones de la universidad José Antonio Páez. Cuenta con 24 años de

construcción. Esta se caracteriza por ser una edificación 4.25 m de altura, comprendida en un solo nivel. El nivel consta de dos áreas diferentes. La distribución de cada uno comprende lo siguiente, una sala principal donde se ubica la recepción, una habitación pequeña de depósito, otra habitación pequeña donde se guarda material de la universidad y donde están los tableros eléctricos, un baño y por otro lado se tiene el área mayor que se utiliza como habitación principal para el altar y para la realización de las misas. Véase Figura 6

La estructura en estudio posee su nivel de planta ubicado a +0.45 m de la cota terreno, se extiende en su único nivel hasta la cota +3.5 m, finalmente posee un techo a 4 aguas que llega a los +4.25 m sobre la cota terreno. Por otra parte se divide en dos entradas principales las cuales poseen un área de 36.67 m<sup>2</sup> y 42.16 m<sup>2</sup> respectivamente. Cuenta con un baño sencillo con WC y LM ubicado en el lado izquierdo de la edificación, y con 5 habitaciones de usos múltiples separadas por unas paredes de 15 cm de espesor.

Por otro lado cuenta con columnas de 30x30 cm en toda su estructura, exceptuando un pilar en la zona frontal de característica cilíndrica de 70 cm de diámetro, las vigas están hechas de concreto armado con un tamaño único de 25x30 cm y su losa de techo posee un espesor de 10 cm de modelo maciza.

Zapata	80 x 80 x 30 cm
Pedestal	40 x 40 cm
Viga de Riostra	30 x 30 cm
Columna	30 x 30 cm
Pilar central	D= 70 cm
Viga	25 x 30 cm
Losa de piso	e= 15 cm
Losa de techo	e= 10 cm

**Tabla 01.** Áreas de elementos de la estructura de la capilla. (Caso de estudio)

**Fuente:** Iucci, R (2022).



6.a



6.b



6.c

**Figura 6.** Registro fotográfico exterior de la capilla (Caso estudio).

**Fuente:** Iucci, R (2022).

#### **4.1.1 Entrevistas**

Se plantea la estructura de la entrevista realizada al personal de planta física de la universidad José Antonio Páez con el fin de recolectar información útil para la realización del trabajo de grado.

Es importante conocer cada una de las opiniones de los profesionales que han

implementado este tipo de propuesta o se han informado con respecto al uso de la metodología BIM. Se consideraron dos profesionales para hacer de esta investigación un enfoque relevante que fomente un impacto positivo en el tema de BIM y mantenimiento correctivo y preventivo de estructuras. Es debido a esto que los entrevistados lograron llevar este estudio más confiable debido a que ha sido una propuesta de uso frecuente y de gran relevancia en el área de la construcción.

Los entrevistados son profesores de la Universidad José Antonio Páez, los cuales están en directa relación con el área de la construcción, mantenimiento y el enfoque hacia que estas puedan presentar, además, conocen del tema propuesto, por lo que otorgaron ideas que fueron tomadas en consideración y se implementaron en la propuesta, así como recomendaciones sobre el alcance y limitación de la elaboración de dicho proyecto. La entrevista se enfocó en 6 preguntas que buscaron una respuesta propia del entrevistado. Cada una de las preguntas realizadas fueron evaluadas y validadas, donde los resultados sean considerados en la propuesta. La estructura de la misma se da a conocer a continuación, además de las respuestas obtenidas.

Una vez planteadas las preguntas y seleccionada la muestra para realizar dicha entrevista se procede a recolectar la información obtenida de la opinión de dichos profesionales, con el fin de hacer un cuadro comparativo que resulte en una idea más clara de las respuestas hacia el enfoque del trabajo de grado que se está realizando.

<b>ENTREVISTADO</b>	<b>CARRERA</b>	<b>CARGO QUE POSEE</b>
Francisco Paiva	Ing. Mecánico	Jefe de mantenimiento y planta física de la Universidad José Antonio Páez.
Rotsen Pinzon	Arquitecto	Director de la escuela de arquitectura de la Universidad José Antonio Páez.

**Tabla 02.** Datos de los entrevistados.

**Fuente:** Iucci, R (2022).

Fecha: 22/04/2022

Entrevistador: Rony Iucci V-25.827.831

Tema: Modelado en 3d de la capilla de la universidad José Antonio Páez a través de la metodología BIM.

## ENTREVISTA 1

Nombre del Entrevistado: Ing. Mecánico Francisco Paiva

Empresa: Director de planta física de la Universidad José Antonio Páez.

Objetivo de la investigación: Conocer, diagnosticar y analizar la factibilidad y sostenibilidad de la realización de un modelo 3D de las edificaciones de la universidad José Antonio Páez.

### PREGUNTAS:

1. ¿Considera usted que actualmente la universidad posee la información detallada de las estructuras que contiene?

A pesar de que posee información no cuenta con los detalles concretos, ni las especificaciones de los elementos que la conforman en lo que respecta a las edificaciones de la universidad.

2. ¿Según usted, cuál es la importancia que existe en tener planos (manuales o digitalizados) de las estructuras de la universidad José Antonio Páez?

Teniendo acceso a la información es mucho más fácil y más seguro la realización de cualquier tipo de obra preventiva o correctiva. También hay que tomar en cuenta que se ahorra tiempo a la hora de decidir y efectuar cualquier mantenimiento y esto se traduce a un ahorro directo por parte de la universidad.

3. ¿Según usted, qué tan necesario es tener memorias descriptivas, cómputos métricos, especificaciones de materiales y parámetros de detalle sobre estructuras?

De suma importancia ya que como se explicaba anteriormente acceder a la información detallada de cualquier estructura es más que necesario a la hora de realizar cualquier tipo de mantenimiento.

4. ¿Le gustaría que la Universidad José Antonio Páez contara con modelos y planos 3D de todas sus edificaciones, explique?

Si, puesto que avanzar con la tecnología y la información es un requerimiento dentro de los ingenieros, así como actualizar los mecanismos que provean una información más preciosa y detallada.

5. ¿Según su criterio que se necesita para elaborar un modelo 3D completo en una estructura?

Es necesario contar con los softwares correctos en referencia a los que se desea modelar, así como verificar la información para suministrar características y detalles relevantes que se puedan utilizar a futuro.

6. ¿Conoce usted la metodología BIM, de ser así podría indicar cuáles cree que son sus principales beneficios?

No la conozco.

Fecha: 22/04/2022

Entrevistador: Rony Iucci V-25.827.831

Tema: Modelado en 3d de la capilla de la universidad José Antonio Páez a través de la metodología BIM.

## ENTREVISTA 2

Nombre del Entrevistado: Arq. Rotsen Pinzon

Empresa: Director de la escuela de Arquitectura de la Universidad José Antonio Páez.

Objetivo de la investigación: Conocer, diagnosticar y analizar la factibilidad y sostenibilidad de la realización de un modelo 3D de las edificaciones de la universidad José Antonio Páez.

### PREGUNTAS:

1. ¿Considera usted que actualmente la universidad posee la información detallada de las estructuras que contiene?

Básico y empírico. Inexistente detallado que especifique todos los componentes y elementos dentro de las estructuras de la universidad José Antonio Páez.

2. ¿Según usted, cuál es la importancia que existe en tener planos (manuales o digitalizados) de las estructuras de la universidad José Antonio Páez?

Más que importante para hacer cualquier tipo de revisión y de mantenimiento preventivo o correctivo es necesario contar con planos digitalización o físicos, sin contar que legalmente es de carácter obligatorio poseerlos.

3. ¿Según usted, qué tan necesario es tener memorias descriptivas, cómputos métricos, especificaciones de materiales y parámetros de detalle sobre estructuras que posee?

Más allá de ser importante es necesario, permite optimizar el proceso lo que se traduce directamente en un ahorro ya que mejora el tiempo de mantenimiento y ayudar a evaluar la manera correcta de proceder con la problemática en cuestión.

4. ¿Le gustaría que la Universidad José Antonio Páez contara con modelos y planos 3D de todas sus edificaciones, explique?

Si, sería importante contar con planos 3D por diferentes razones, una de ellas sería para que los propios estudiantes del plantel le den uso y poder realizar ejercicios dentro de la parte de construcción y de arquitectura utilizando como modelo los mismos planos de la universidad.

5. ¿Según su criterio que se necesita para elaborar un modelo 3D completo en una estructura?

Es necesario poseer conocimientos acerca del tema para poder realizar un modelo útil que contenga información que pueda utilizarse a la hora de realizar cualquier tipo de actividad referente al tema de interés con la edificación.

6. ¿Conoce usted la metodología BIM, de ser así podría indicar cuáles cree que son sus principales beneficios?

Si la conozco, un factor clave en esta metodología es la interrelación de trabajo que se crea entre las diferentes especialidades que se engloban dentro de un proyecto colaborativo. También que la información que se proporciona se cambia en tiempo real para todos y le da la capacidad a todos sus miembros de trabajar en conjunto de una manera más óptima con el fin de mejorar el proceso de elaboración de la obra

**Cuadro 1.** Resumen comparativo de entrevistas.

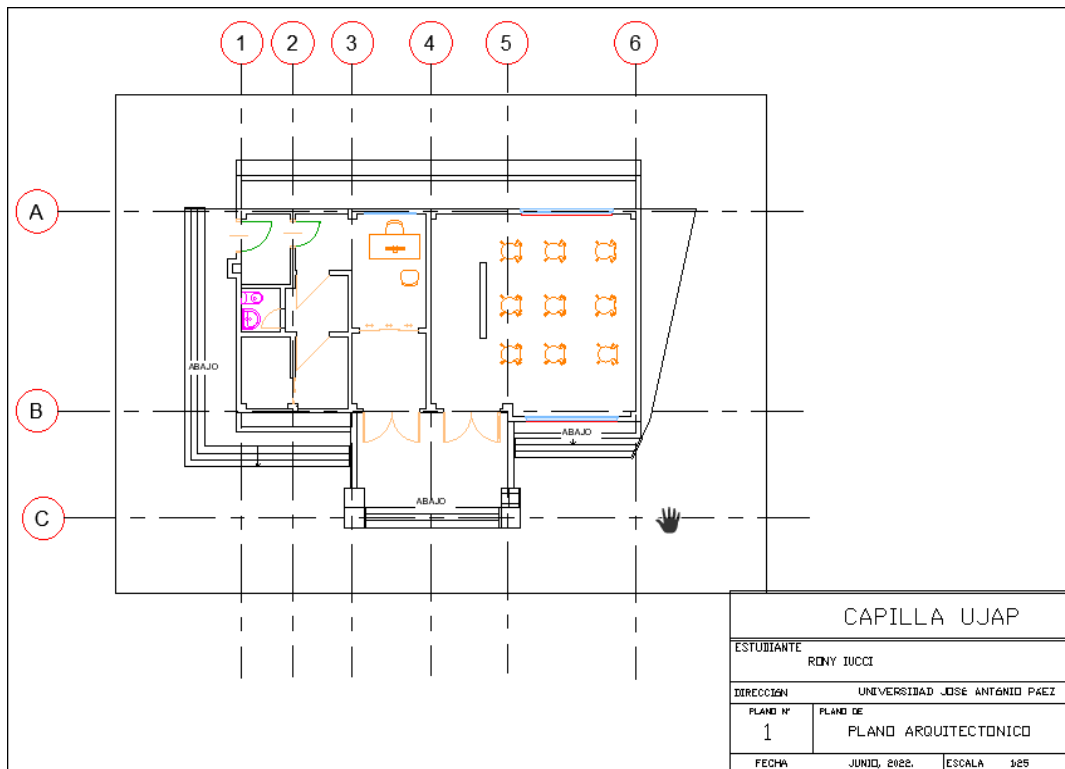
<b>PREGUNTA</b>	<b>RESUMEN COMPARATIVO</b>
<p><b>1.</b> ¿Considera usted que actualmente la universidad posee la información detallada de las estructuras que contiene?</p>	<p>Inexistencia planos de detalle e información paramétrica de las estructuras. Dicha información es necesaria para optimizar el procedimiento de encontrar cualquier posible problema a futuro dentro de las instalaciones.</p>
<p><b>2.</b> ¿Según usted, cuál es la importancia que existe en tener planos (manuales o digitalizados) de las estructuras de la universidad José Antonio Páez?</p>	<p>Más que importante para hacer cualquier tipo de revisión y de mantenimiento preventivo o correctivo es necesario contar con planos digitalización o físicos, sin contar que legalmente es de carácter obligatorio poseerlos.</p>
<p><b>3.</b> ¿Según usted, qué tan necesario es tener memorias descriptivas, cómputos métricos, especificaciones de materiales y parámetros de detalle sobre estructuras que posee?</p>	<p>Más allá de ser importante es necesario, permite optimizar el proceso lo que se traduce directamente en un ahorro monetario ya que mejora el tiempo de ejecución de cualquier tipo de actividad.</p>
<p><b>4.</b> ¿Le gustaría que la Universidad José Antonio Páez contara con modelos y planos 3D de todas sus edificaciones, explique?</p>	<p>Si, sería importante contar con planos 3D por diferentes razones, una de ellas sería para que los propios estudiantes del plantel le den uso, así como para optimizar los procedimientos de mantenimiento.</p>
<p><b>5.</b> ¿Según su criterio que se necesita para elaborar un modelo 3D completo en una estructura?</p>	<p>Es necesario manejar previamente softwares de modelados así como contar con el conocimiento para implantar la información que sea relevante.</p>
<p><b>6.</b> ¿Conoce usted la metodología BIM, de ser así podría indicar cuáles cree que son sus principales beneficios?</p>	<p>No todos conocen los beneficios de dicha metodología.</p>

**Fuente:** Iucci R (2022).

## Fase II. Análisis de la información existente para proceder a elaborar los planos y especificaciones de la edificación en estudio.

Una vez realizada la entrevista se procedió a evaluar el estado actual del edificio de la capilla de la universidad, teniendo como resultado la inexistencia de planos de ningún tipo que ayudarán al levantamiento y modelado 3D de la estructura. Por ende a través de un registro fotográfico y observación directa se levantaron los planos arquitectónicos de la capilla en estudio. (Véase Figura 6).

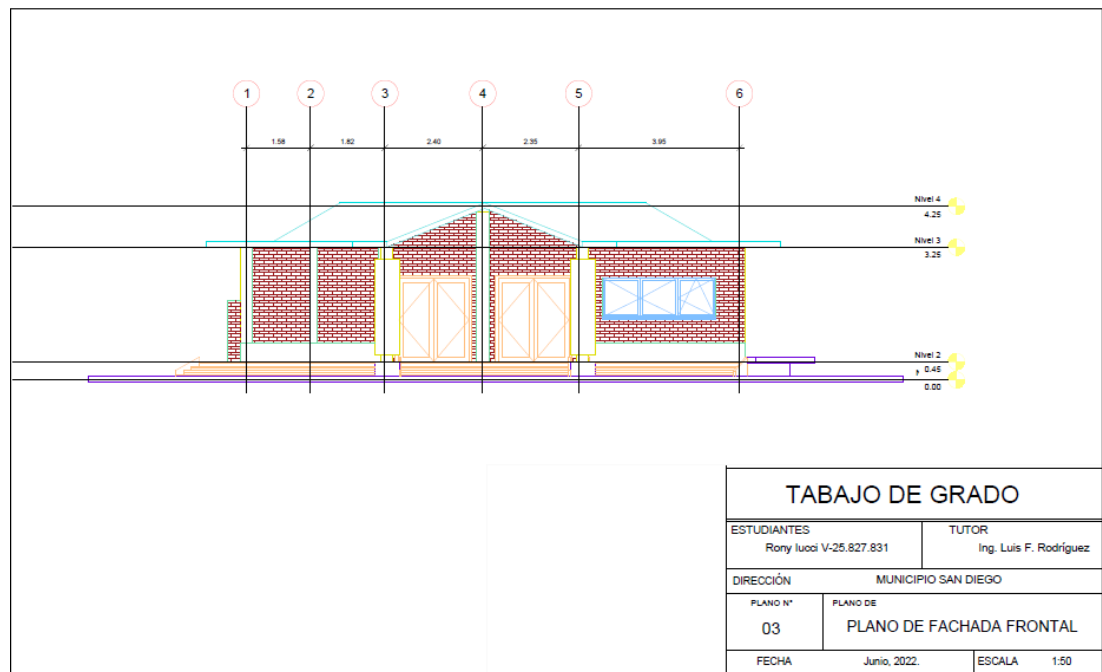
A través del registro fotográfico se llevó la captura de cada elemento que componía la edificación en estudio, con el fin de detallar cada aspecto desde sus componentes hasta sus dimensiones. A la hora de proceder a realizar dicho plano fue necesario mantener las fotografías presentes para no dejar pasar ningún tipo de detalle. En sitio se realizó una medición a mano con ayuda de una cinta métrica, haciendo un boceto de la estructura en conjunto con todas las medidas necesarias para realizar el plano arquitectónico a través del software Autodesk Autocad. (Véase Figura 7)



**Figura 7.** Plano de planta tipo de la capilla (Ver Plano en el apéndice).

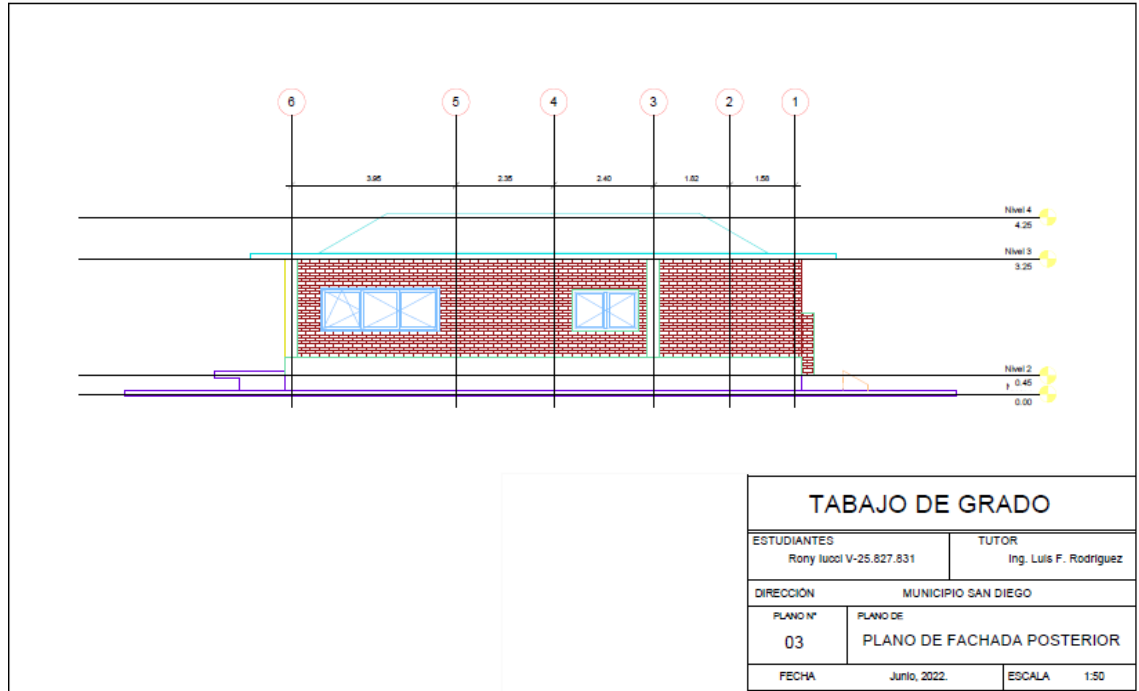
**Fuente:** Rony Iucci (2022).

En cuanto a las fachadas se pudo observar que la parte exterior está cubierta por tabillas de arcillas que simulan ladrillos de un tamaño de 25x05 cm, las columnas exteriores así como las jardinerías poseen un acabado de friso martillado que les da una textura corrugada con un característico color gris cemento, el piso exterior se compone de canto rodado mientras que en interior se cubre con cerámica de 30x30 cm color blanco y paredes con friso pulido de espesor de 2.5 cm y pintura de colores variados marca Montana, finalmente la placa de techo esta recubierta con teja de arcilla criolla. Las puertas exteriores son de vidrio de espesor 5 mm y las puertas internas son entamboradas de madera, por otro lado posee ventanas panorámicas con marco de aluminio con un espesor de vidrio de 3 mm.



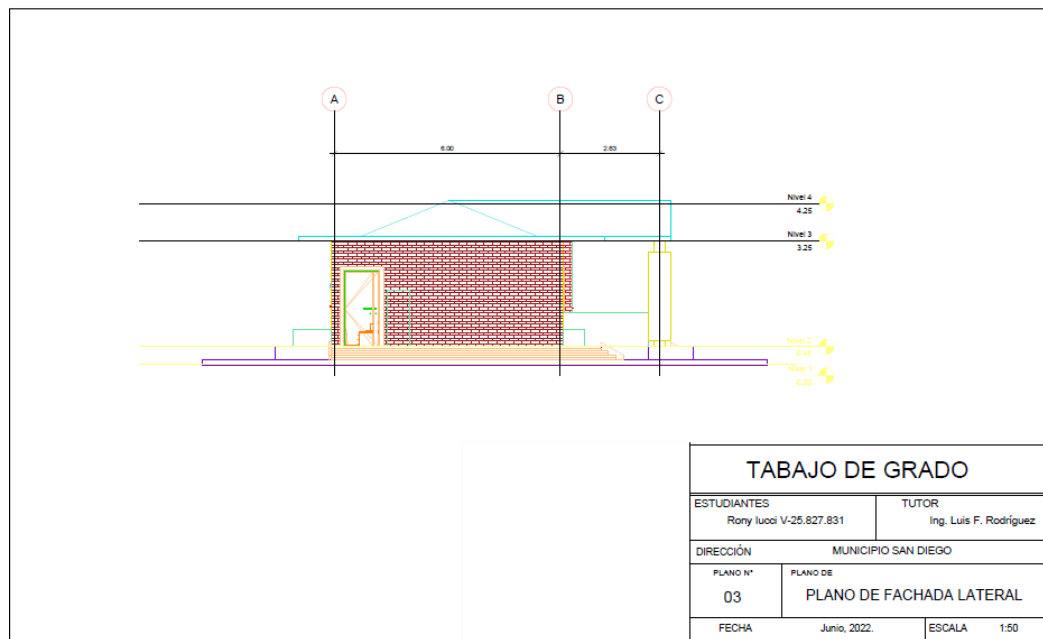
**Figura 8.** Plano de fachada frontal de la capilla (Ver Plano en el apéndice).

**Fuente:** Rony Iucci (2022).



**Figura 9.** Plano de fachada posterior de la capilla (Ver Plano en el apéndice).

**Fuente:** Rony Iucci (2022).



**Figura 10.** Plano de planta lateral de la capilla (Ver Plano en el apéndice).

**Fuente:** Rony Iucci (2022).

### 4.3 Fase III. Diseño los planos estructurales, de instalaciones eléctricas y sanitarias de la edificación de la capilla de la Universidad José Antonio Páez.

Una vez realizados los planos arquitectónicos de la edificación en estudio se pudo proceder a elaborar los planos eléctricos y sanitarios de la misma, contando de nuevo con un registro fotográfico que ayudó a identificar las piezas y objetos de interés se elaboraron dichos planos con la limitación que se mencionó al inicio del trabajo de grado, la cual explica que al no contar con planos ni memorias de cálculo, no se cuenta con la distribución real que existe dentro de la capilla, sin embargo se realizó tomando en cuenta los puntos de ubicación de las diferentes piezas, ya sean los diferentes objetos como lavamanos y WC, o tomas de iluminación.

#### 4.3.1 Diseño de plano de aguas blancas y residuales de la capilla en estudio

Se inició tomando la ubicación de las piezas sanitarias como punto de partida, así como la estación de hidroneumático ubicada en la parte posterior de la capilla en estudio. Se observó la presencia de un solo WC de tamaño estándar y un lavamanos pequeño de tamaño estándar también, las conexiones visibles presentaban un diámetro de ½” con presencia de codos de 90°, anillo de ½” y Te de ½”, sifón de 1” y se asume que la tubería de aguas blancas ubicadas por debajo del terreno son de ½” mientras que para las aguas residuales se tomara para el lavamanos una tubería 2” y para el WC tubería de 4”. Luego se procedió a diseñar los planos de aguas blancas y de aguas residuales como si se estuviesen haciendo a partir de las tomas existentes. (Véase figura 8)



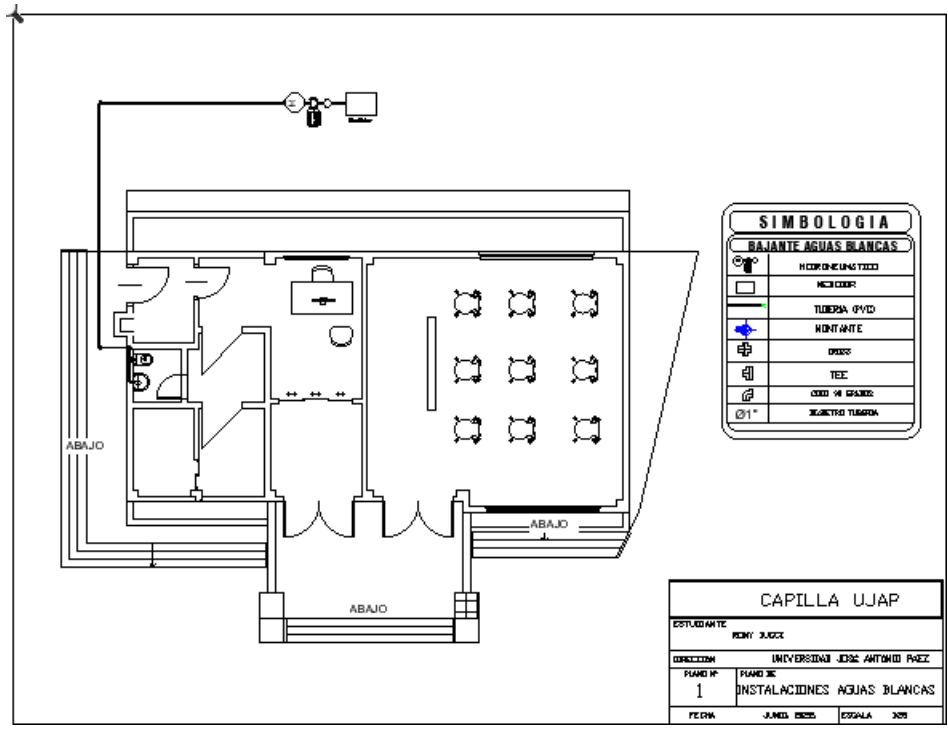
8.a



8.b

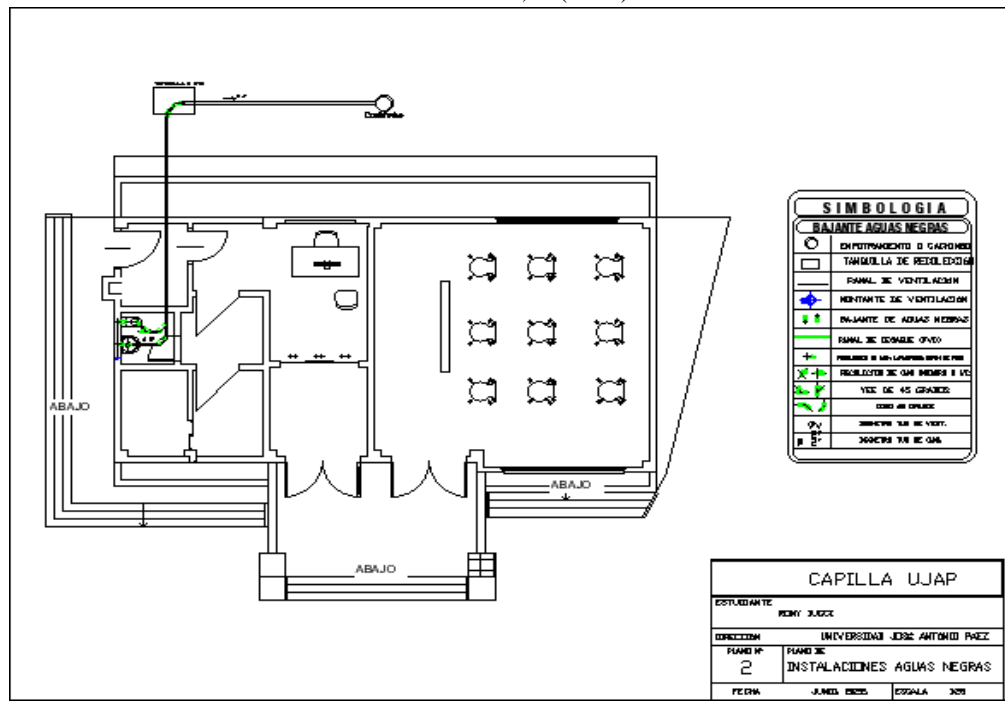
**Figura 11.** Registro fotográfico del baño de la capilla. (Caso estudio).

**Fuente:** Iucci, R (2022).



**Figura 12.** Plano instalaciones de aguas blancas de la capilla. (Ver Plano en el apéndice).

Fuente: Iucci, R (2022).



**Figura 13.** Plano instalaciones de aguas residuales de la capilla. (Ver Plano en el apéndice).

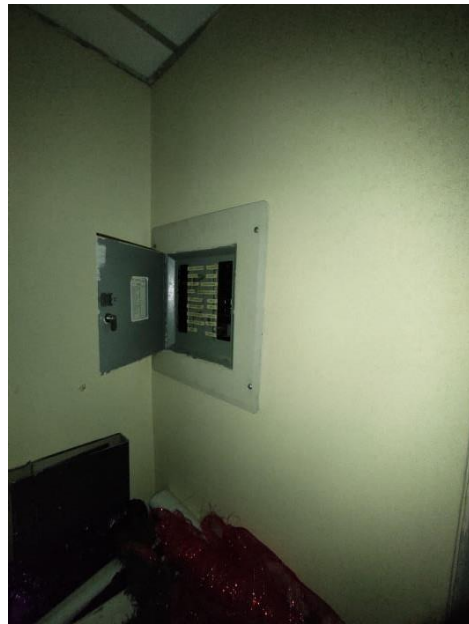
Fuente: Iucci, R (2022).

#### 4.3.2 Diseño de plano de instalaciones eléctricas de la capilla en estudio

De igual manera con ayuda de un registro fotográfico y con la observación directa in situ se procedió a determinar los puntos de iluminación, tomacorrientes y tableros establecidos en la capilla, tomando en cuenta que para el cableado desde la acometida eléctrica hasta el tablero principal se utiliza cable THW #8, para las conexiones de 220V se utiliza cableado THW #10, para los tomacorrientes y cableado para iluminación se utiliza cable THW #12, así como los bombillos en uso son de LED para un menor consumo y mayor ahorro eléctrico dentro de la instalación. Luego se procedió a elaborar los planos de instalaciones eléctricas guiándose de la distribución establecida. (Véase figura 11)(Véase planos en el apéndice).



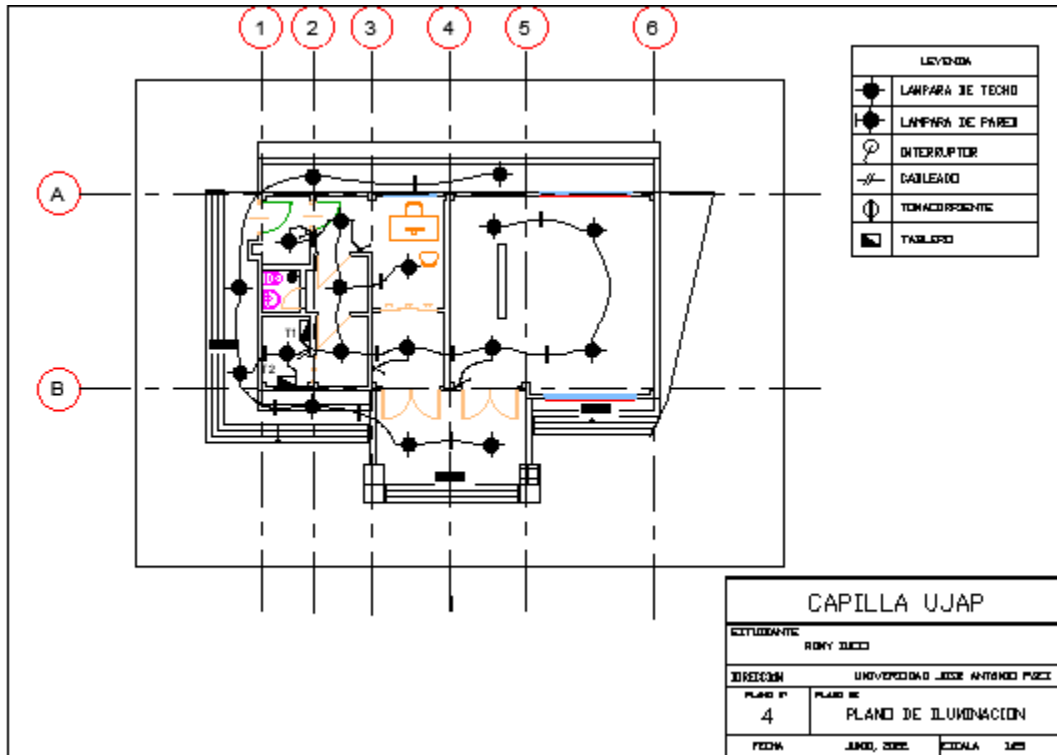
11.a



11.b

**Figura 14.** Registro fotográfico de los tableros de electricidad de la capilla. (Caso estudio).

**Fuente:** Iucci, R (2022).



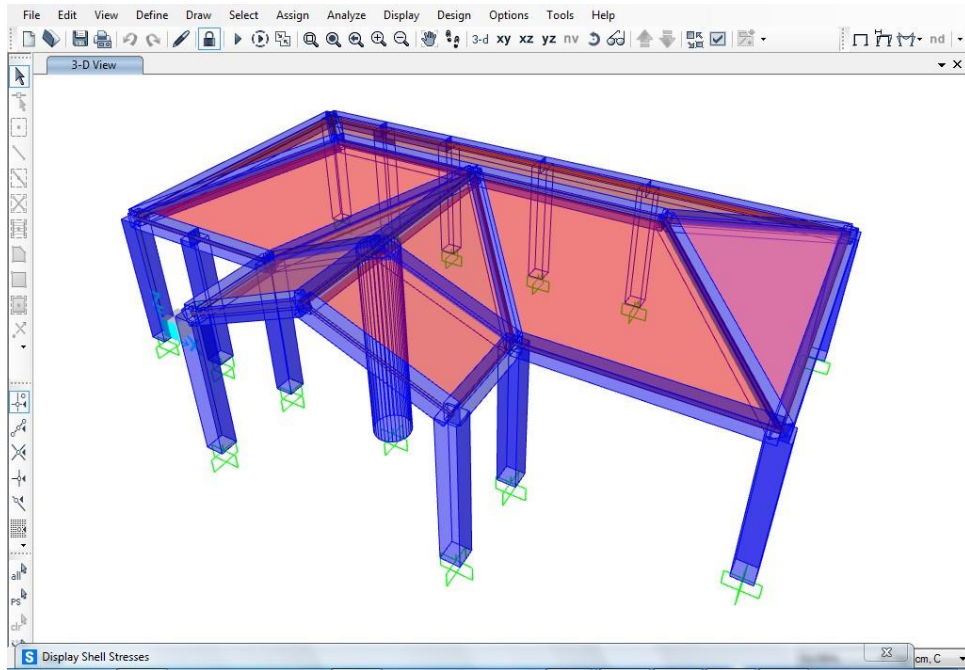
**Figura 15.** Plano instalaciones eléctricas (iluminación) de la capilla. (Caso de estudio).

**Fuente:** Iucci, R (2022). (Ver Plano en el apéndice).

#### 4.3.3 Diseño de modelo 3D a través del software SAP2000 para el cálculo estructural de la capilla en estudio.

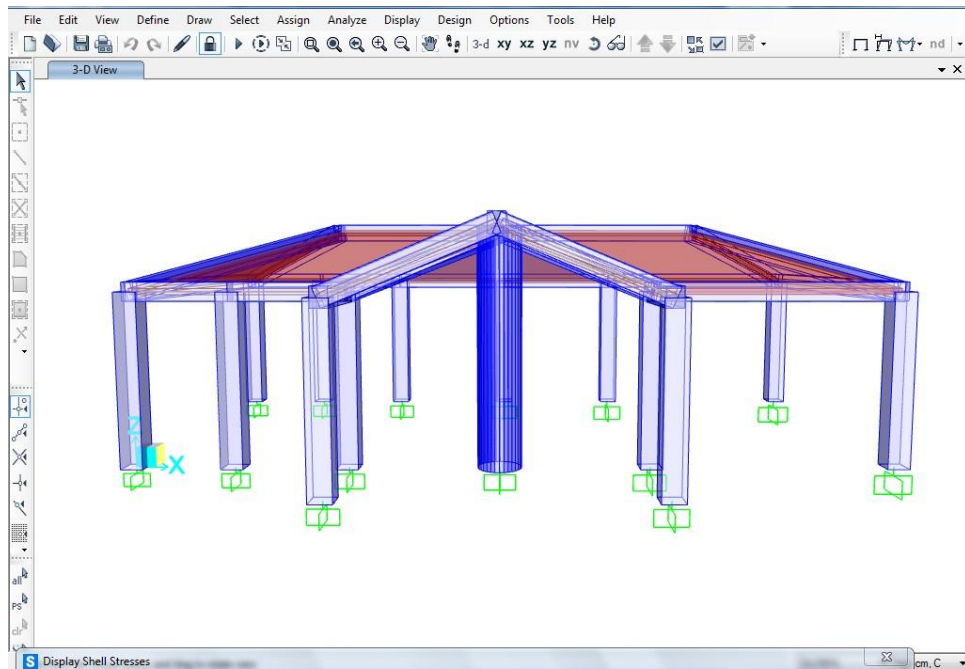
Una vez realizados todos los planos necesarios dentro del trabajo de grado se procedió a montar la estructura en el software de cálculo SAP2000, donde se hizo un previo modelado con las dimensiones obtenidas para realizar un análisis de cálculo que proporciona la información de acero requerida de la misma, con la finalidad de hacer el modelo 3D lo más cercano posible con la realidad. (Véase figura 13, 14, 15, 16 y 17)

Cabe destacar que para proceder al diseño de los aceros necesarios para los miembros solicitados, a SAP2000 se le suministró como información inicial las medidas reales obtenidas en la medición de edificación, es decir se utilizaron columnas de 30x30cm y un pilar central tubular de 70 cm de diámetro, a su vez se colocaron las vigas de 25x30cm y la losa de techo de 10 cm de espesor.



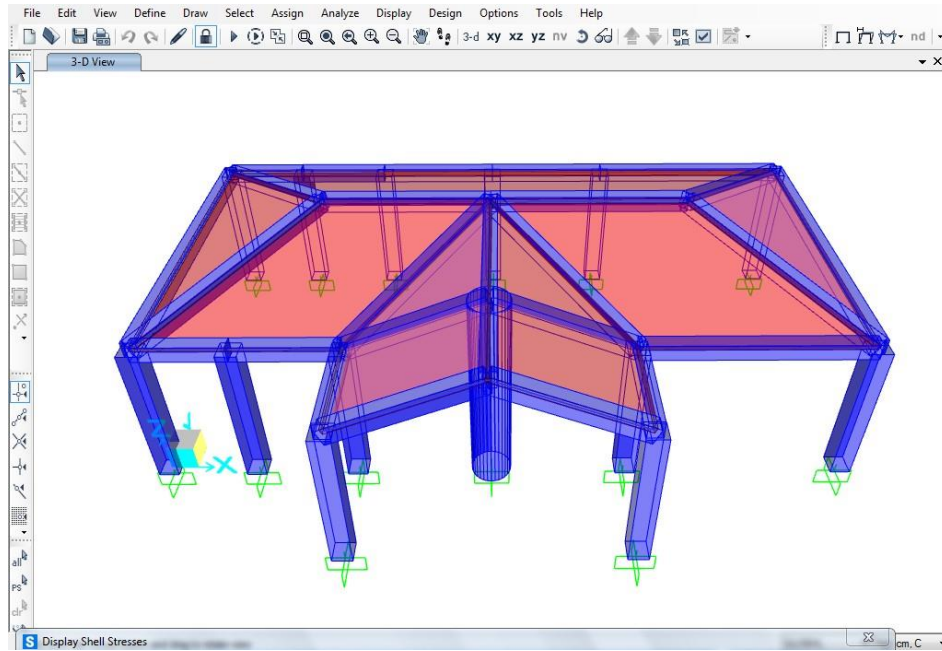
**Figura 16.** Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla. (Caso estudio).

**Fuente:** Iucci, R (2022).



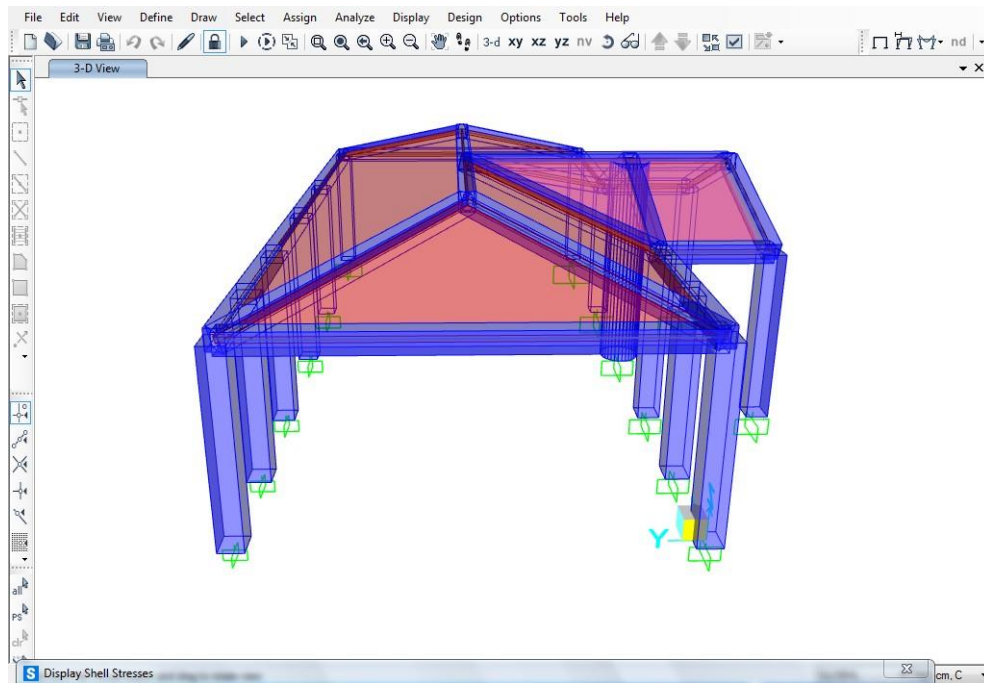
**Figura 17.** Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla. Vista frontal.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



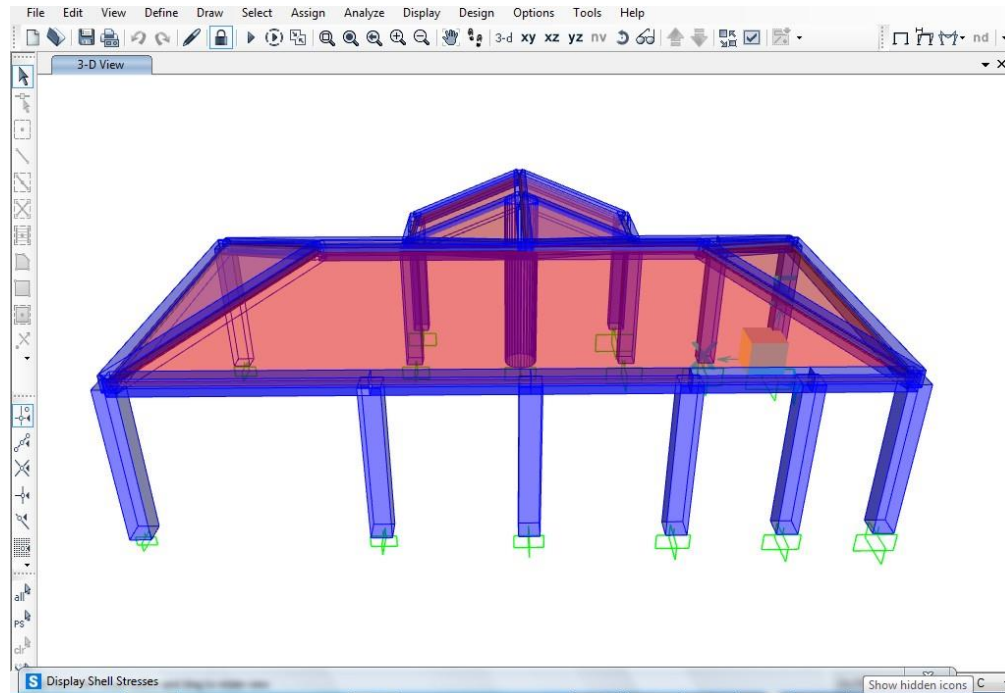
**Figura 18.** Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla. Vista aérea.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



**Figura 19.** Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla. Vista lateral.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



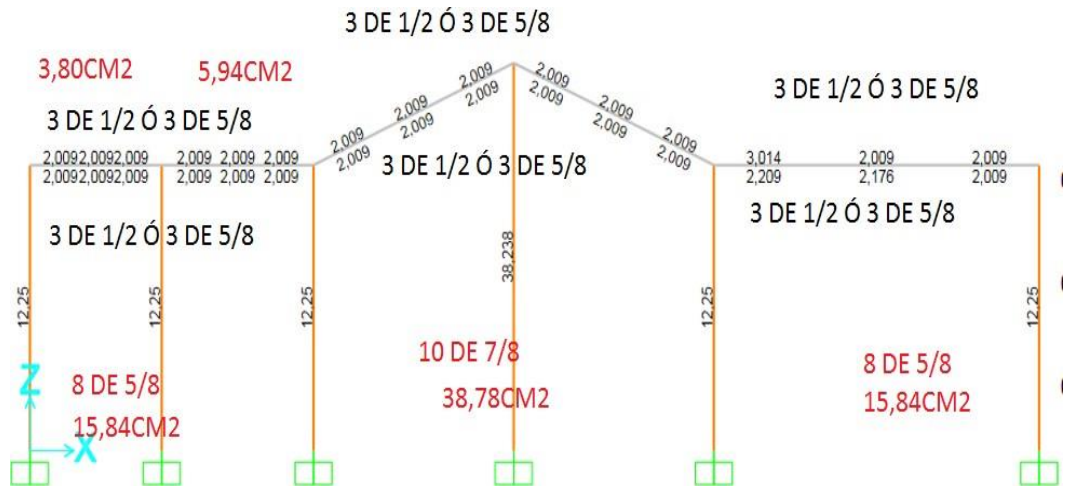
**Figura 20.** Modelado 3D a través de SAP2000 V23 de la capilla vista posterior.

**Fuente:** Iucci, R (2022).

Previamente al modelado se realizó un análisis de carga para establecer en las losas, guiándose por la norma venezolana Covenin y guiándose de las dimensiones previamente establecidas a la hora de la construcción de la estructura, obteniendo los aceros requeridos para el montaje de dicha capilla.

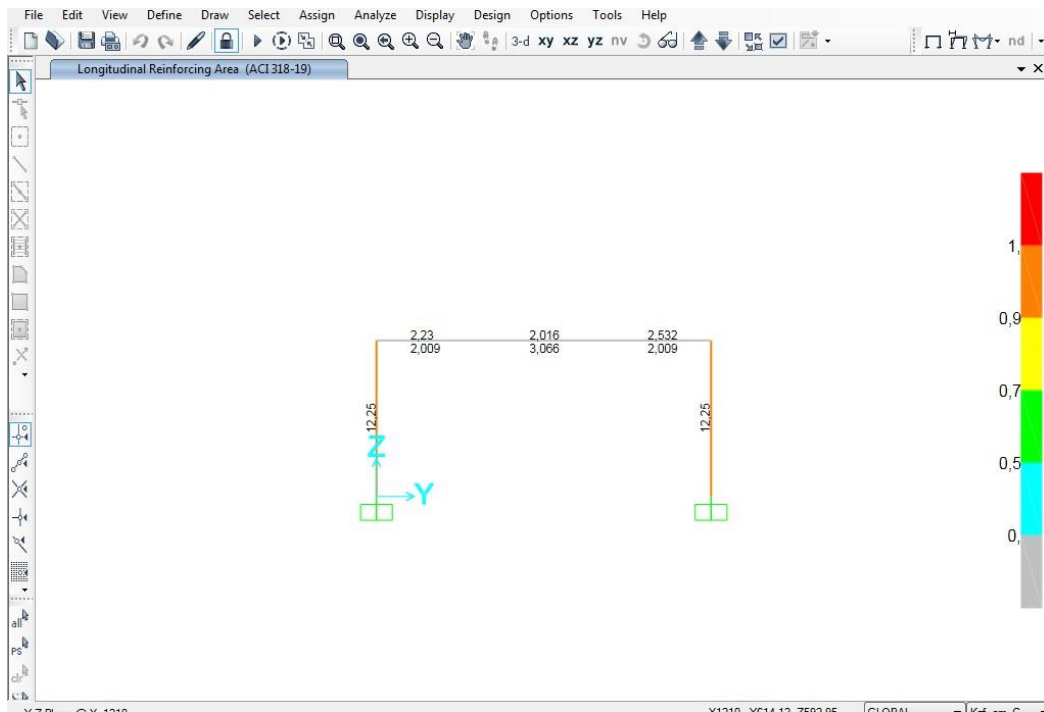
Una vez realizado el cálculo y modelado en SAP2000 este arroja las solicitudes presentadas por los miembros de la edificación, sean vigas, columnas o losas. Estas solicitaciones proporcionaron un área de acero requerido el cual a criterio personal es seleccionado con el diámetro cabillas con el diámetro deseado dando como resultado el número y distribución de las mismas para su detallado estructural.





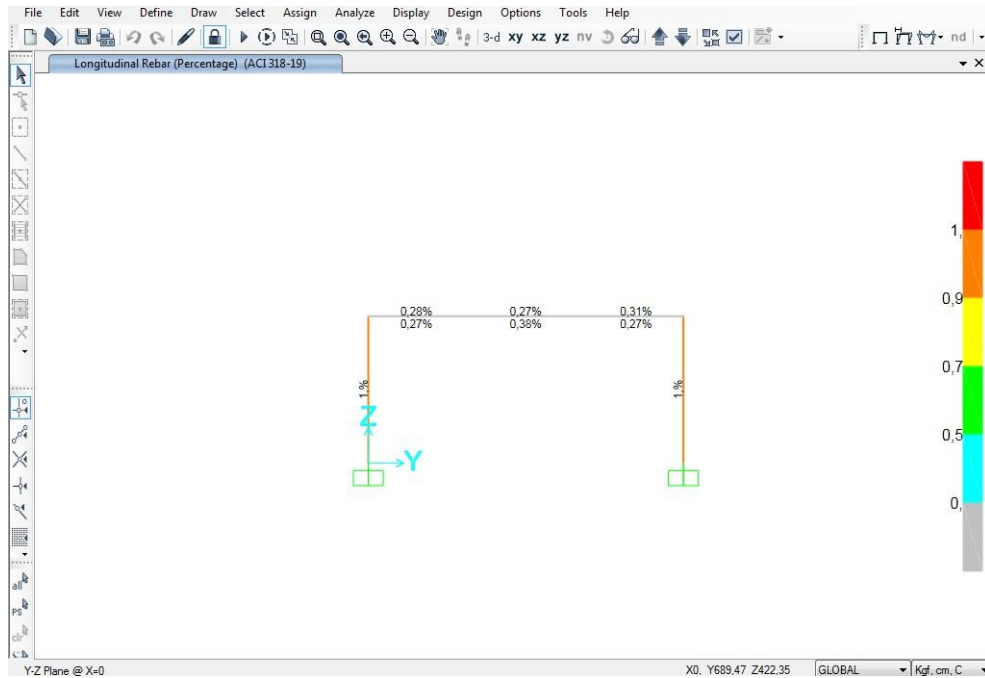
**Figura 22.** Selección acero longitudinal propuesto para la capilla en estudio. Vista Frontal.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



**Figura 23.** Selección acero longitudinal propuesto para la capilla en estudio. Vista Lateral 1.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



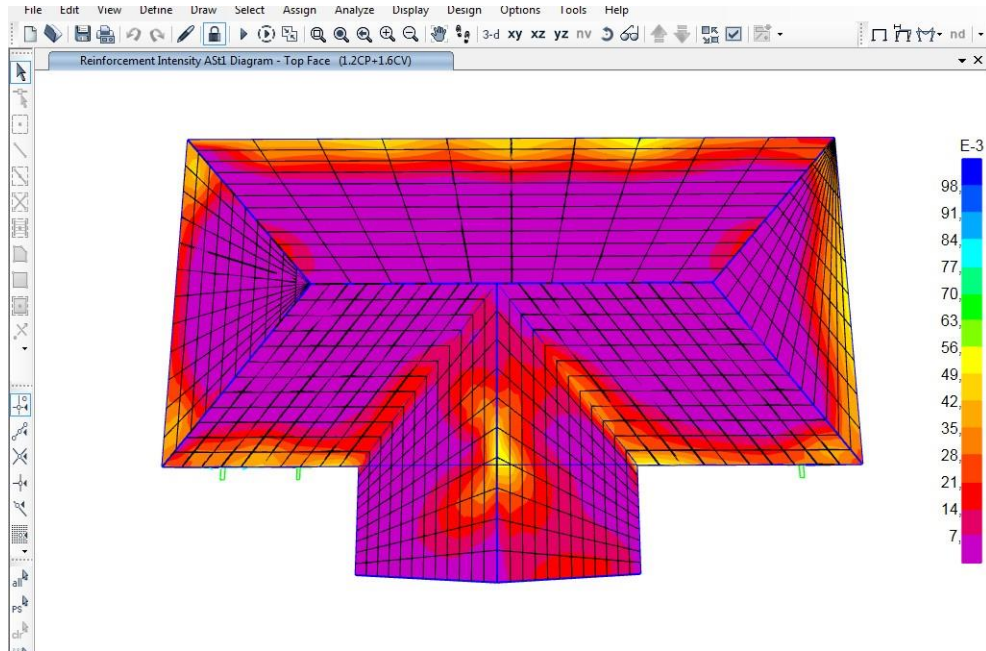
**Figura 24.** Solicitaciones acero longitudinal para la capilla en estudio. Vista Lateral 2.

Fuente: Iucci, R (2022).



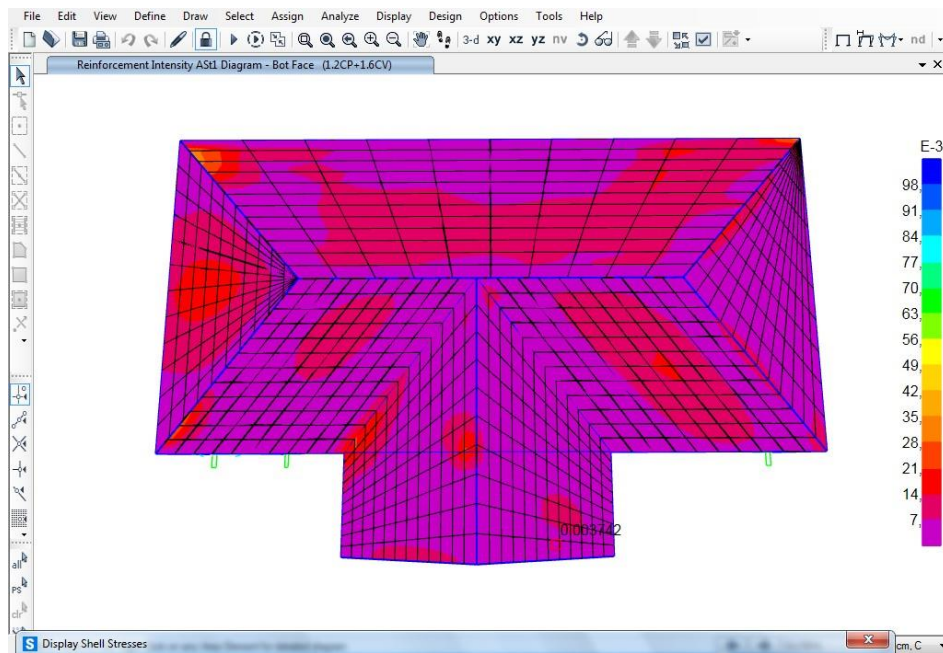
**Figura 25.** Selección acero longitudinal propuesto para la capilla en estudio. Vista Lateral 2.

Fuente: Iucci, R (2022).



**Figura 26** Solicitaciones de acero para las losas de techo de la capilla en estudio. Vista aérea.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



**Figura 27** Solicitaciones de acero para las losas de techo de la capilla en estudio. Vista aérea.

**Fuente:** Iucci, R (2022).

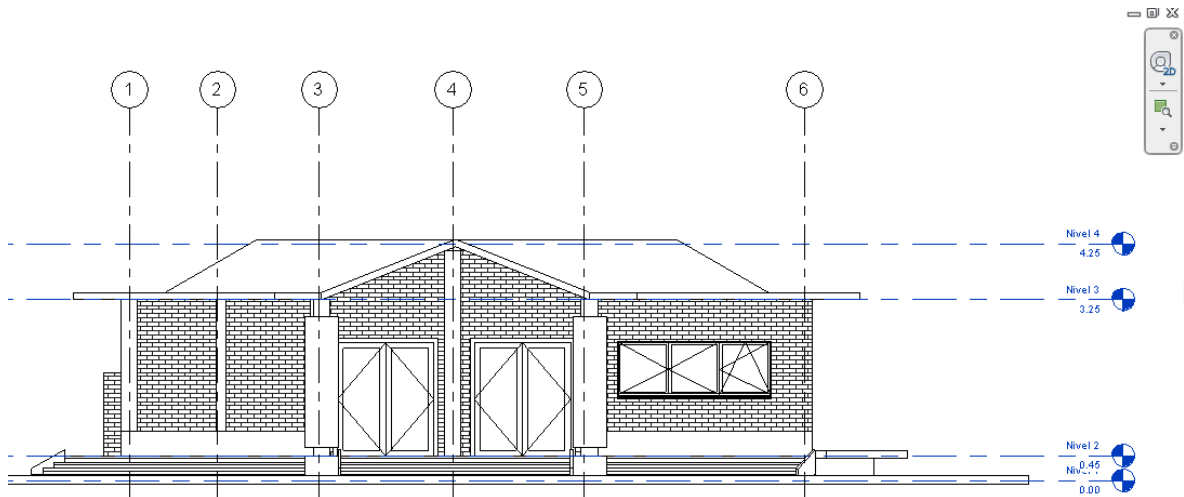
Para finalizar se determinó el uso de 8 cabillas de 5/8” para las columnas de 30x30cm distribuidas en 4 cada cada lado, y con un acero de refuerzo en forma de estribos de 3/8” separados a una distancia de 15 cm. Para el pilar de mayor magnitud fue necesario colocarle 10 cabillas de 5/8” separadas en 5 y 5 con un acero de refuerzo de 3/8” en forma de estribo separados cada 15 cm a lo largo de la longitud de dicha columna. Para las vigas de carga (25x30 cm) y las vigas de riostra (30x30 cm) es necesario colocar un acero superior de 3 cabillas de 5/8” y para el acero inferior 3 cabillas más de 5/8” colocando los estribos de 3/8” separados a 5 cm de las columnas por norma y una distancia mínima de 15cm, cuando la longitud de la viga supera el metro y medio se pueden colocar los estribos a una separación de 20 cm.

#### **4.4 Fase IV. Generación de modelo 3D bajo la metodología BIM del edificio la capilla de la universidad José Antonio Páez**

Teniendo los cálculos establecidos que proporcionan el detallado del acero de la estructura en estudio se realizó un modelo 3D arquitectónico el cual muestra el estado actual de la capilla de la universidad José Antonio Páez. Empezando por el modelado arquitectónico se hizo un modelo el cual contiene todos los parámetros y especificaciones que suministraron a través de la observación directa, con el fin de obtener un modelo completo que poseyera toda la información relevante que ayude a la realización de futuros mantenimientos preventivos y correctivos que puedan aparecer.

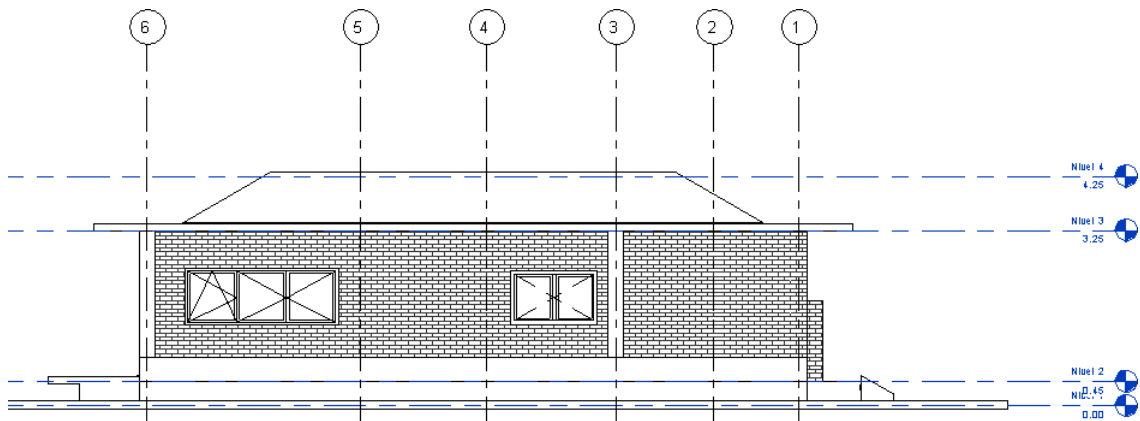
##### **4.4.1 Modelado 3D arquitectónico de la capilla en estudio**

Primero se procede a elaborar el modelo 3D con detallado arquitectónico de la capilla, utilizando el software Autodesk Revit, con el fin de mostrar un modelo que permita parametrizar cada uno de los detalles existentes dentro de la estructura. Luego se procede parametrizar cada uno de sus elementos con información relevante, que arroje como resultado un modelo universal en 3D con información actualizada, precisa y paramétrica que sirva de ayuda a la hora de realizar cualquier tipo de mantenimiento preventivo o correctivo que está presente. Esto se logra añadiendo dicha información en los datos de cada uno de los elementos, ya sean paredes, vigas, elementos de mobiliario o elementos sanitarios. Véase figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.



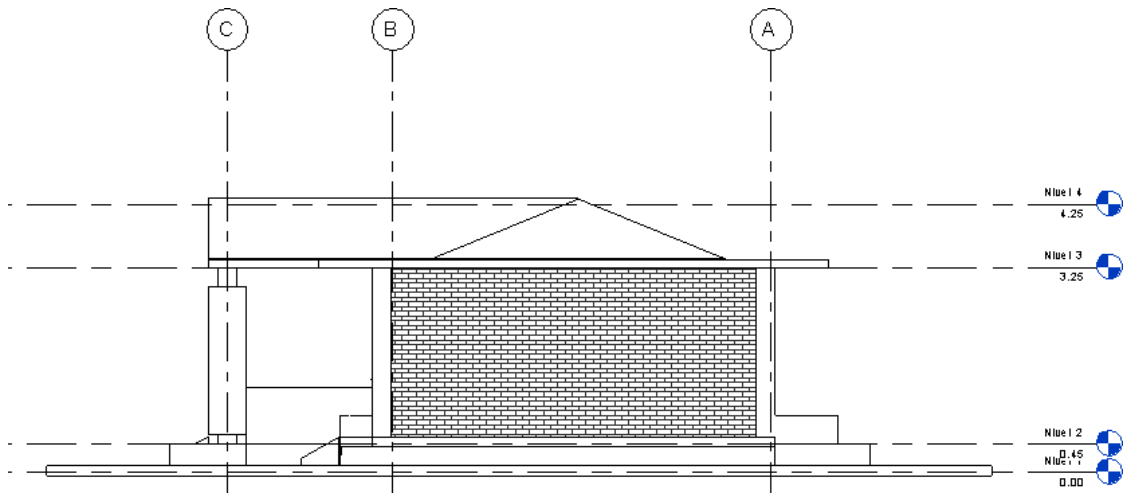
**Figura 28** Fachada frontal del levantamiento 3D a través de Autodesk Revit. Vista aérea.

**Fuente:** Iucci, R (2022). (Véase el plano en el apéndice).



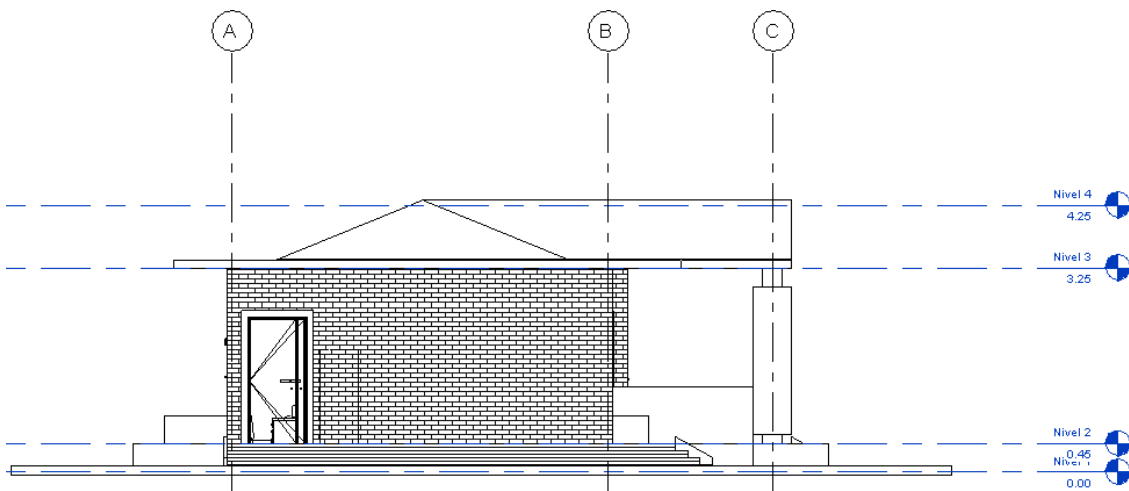
**Figura 29** Fachada posterior del levantamiento 3D a través de Autodesk Revit.

**Fuente:** Iucci, R (2022). (Véase el plano en el apéndice).



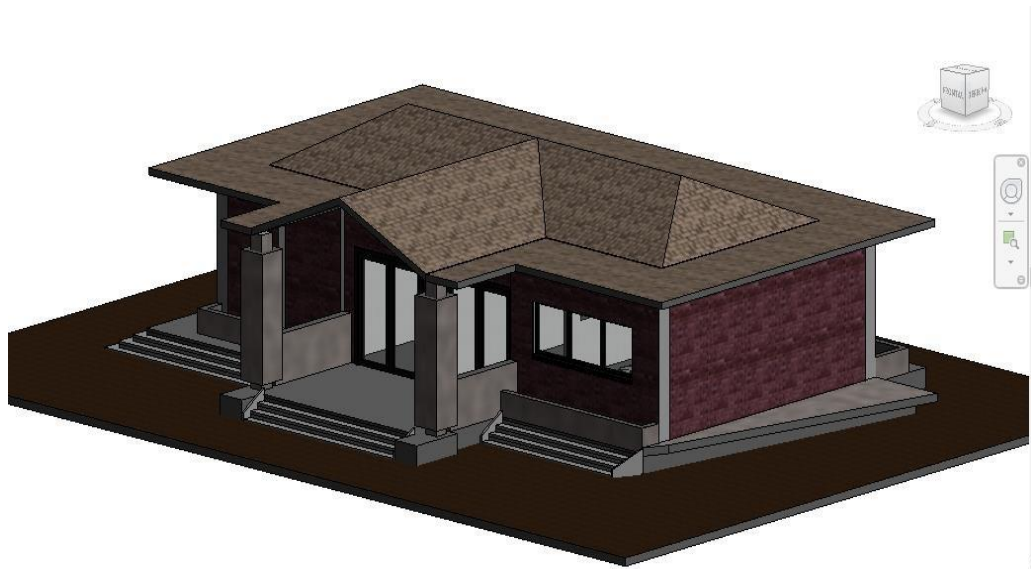
**Figura 30** Fachada lateral 1 del levantamiento 3D a través de Autodesk Revit.

**Fuente:** Iucci, R (2022). (Véase el plano en el apéndice).



**Figura 31** Fachada lateral 2 del levantamiento 3D a través de Autodesk Revit.

**Fuente:** Iucci, R (2022). (Véase el plano en el apéndice).



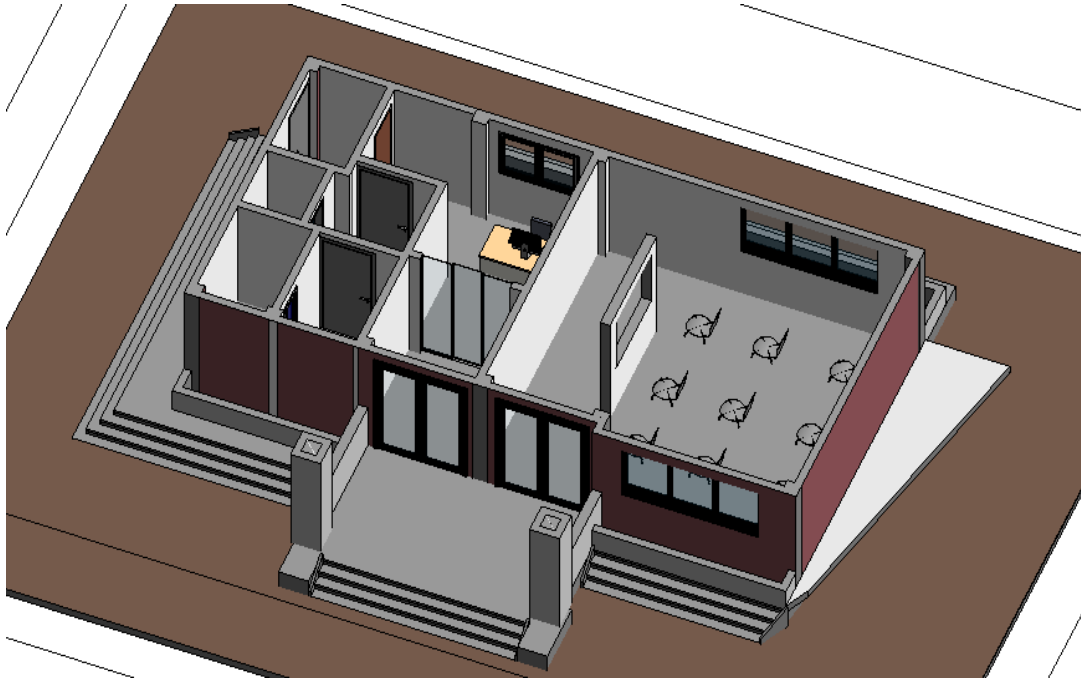
**Figura 32** Vista 3D del levantamiento realizado a través de Autodesk Revit.

Fuente: Iucci, R (2022).



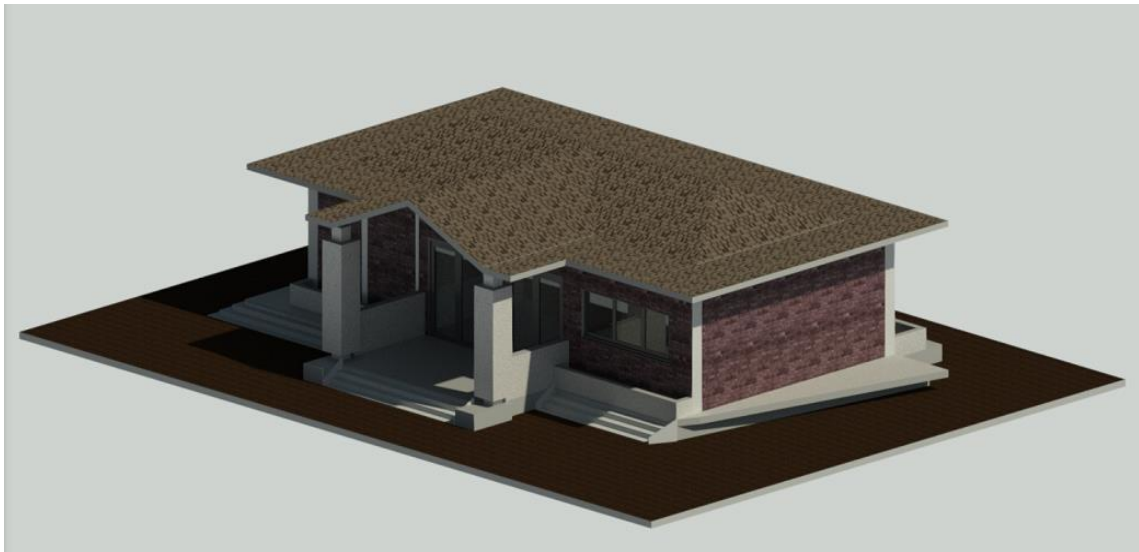
**Figura 33** Vista frontal con detallado del levantamiento realizado a través de Autodesk Revit.

Fuente: Iucci, R (2022).



**Figura 34** Detallado de divisiones del edificio en estudio.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



**Figura 35** Render 1 de la capilla a través de Autodesk Revit

**Fuente:** Iucci, R (2022).



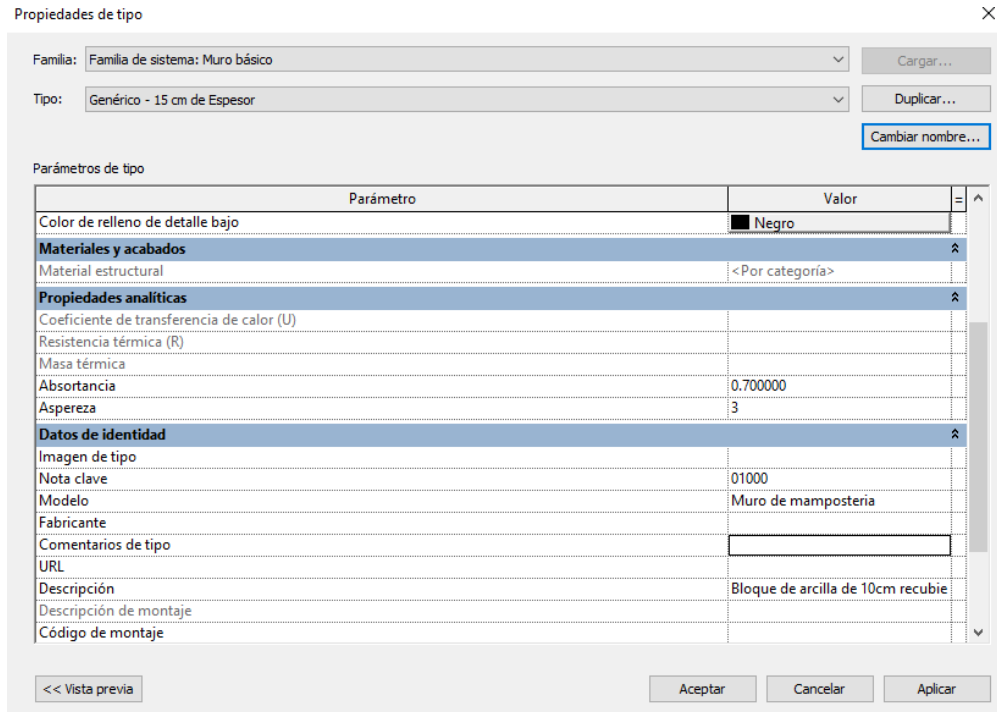
**Figura 36** Render 2 de la capilla a través de Autodesk Revit

Fuente: Iucci, R (2022).

#### **4.4.2 Parametrización de elementos.**

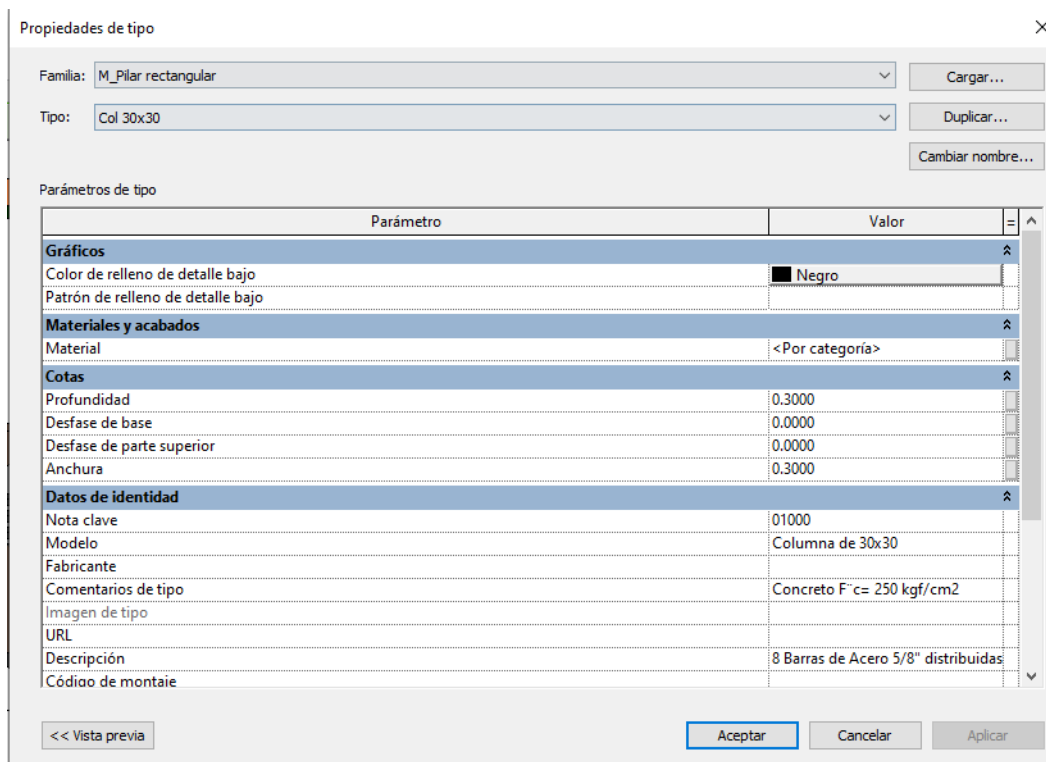
En este caso se le coloca a cada uno de los miembros estructurales, de mampostería, sanitarios y de mobiliario su respectiva información de interés. Dentro de las propiedades de cada elemento se dividen entre modelo, fabricante, notas clave y comentarios, en donde se les suministra el tipo de concreto que se utilizó que, en este caso para todo se usa concreto armado con  $F'c$  de  $250 \text{ kgf/cm}^2$ , a los muros se les suministra información referente al bloque de arcilla utilizado, los espesores de recubrimiento con mortero liso, el tipo de pintura utilizada en conjunto a su espesor, la cantidad de acero longitudinal y de refuerzo suministrada, marcas, modelos entre otros parámetros que servirán de ayuda a la hora de realizar cualquier tipo de mantenimiento ya sea correctivo o preventivo.

Dichos parámetros también servirán como memoria descriptiva dentro del modelado para ofrecer todo tipo de información de interés a quien lo solicite, utilizando así materiales creados dentro del programa con el fin de acertar lo más posible a la realidad.



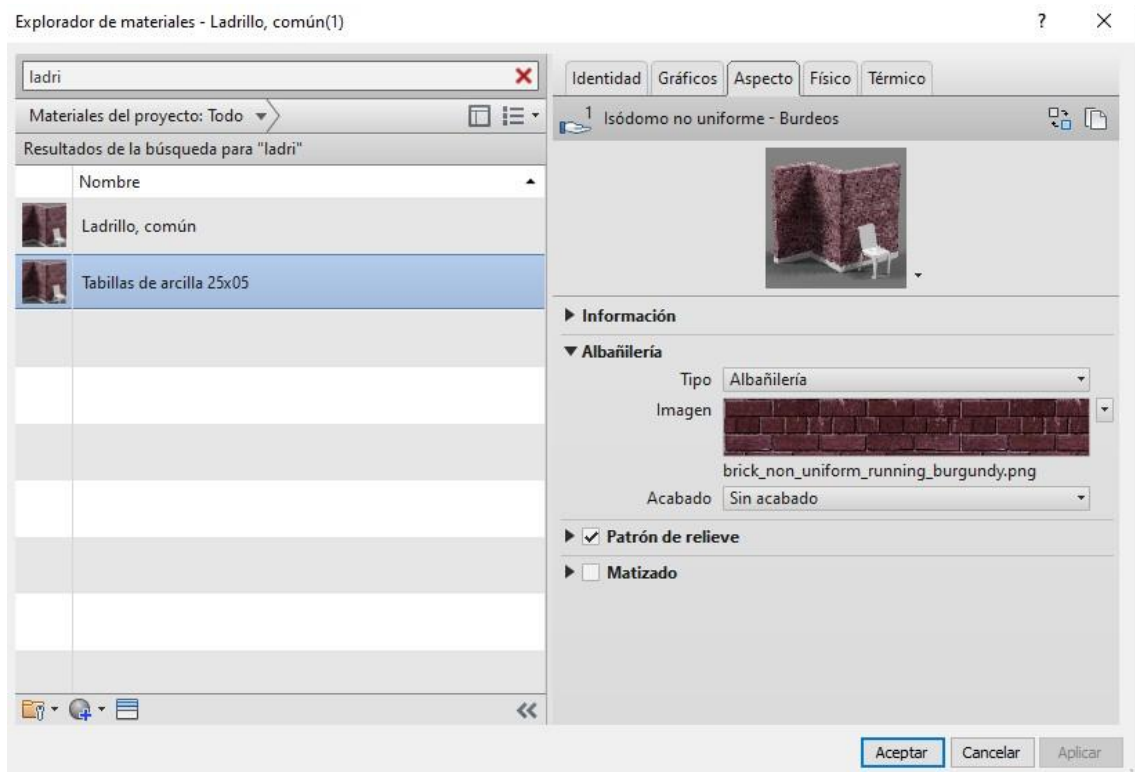
**Figura 37** Parametrización de muros de 15 cm de espesor dentro del modelo 3D

Fuente: Iucci, R (2022).



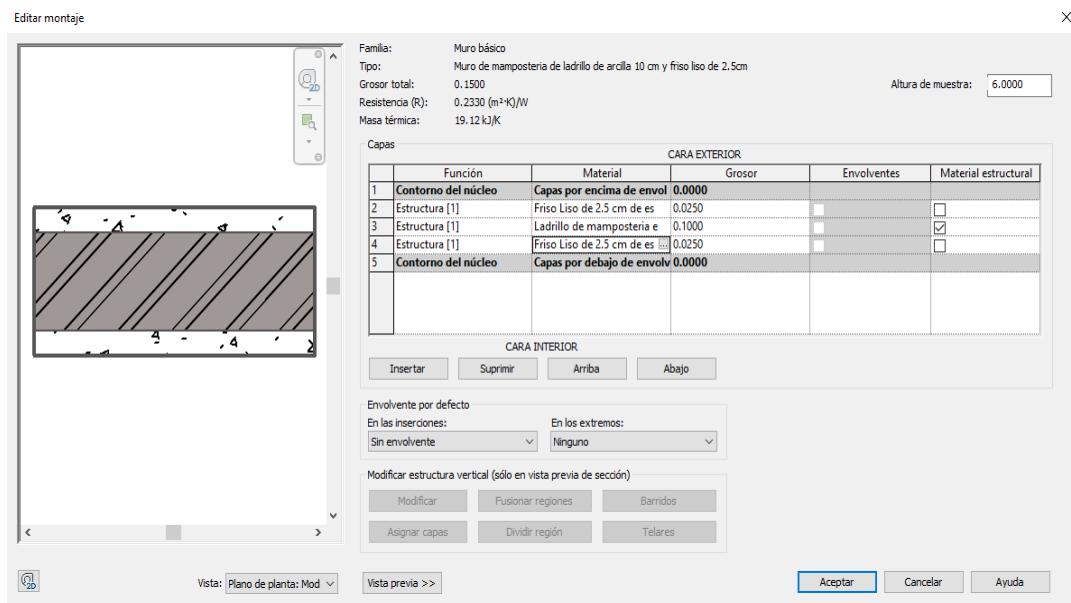
**Figura 38** Parametrización de columnas de 30x30cm de espesor dentro del modelo 3D

Fuente: Iucci, R (2022).



**Figura 39** Parametrización de Materiales necesarios para el modelo 3D

Fuente: Iucci, R (2022).



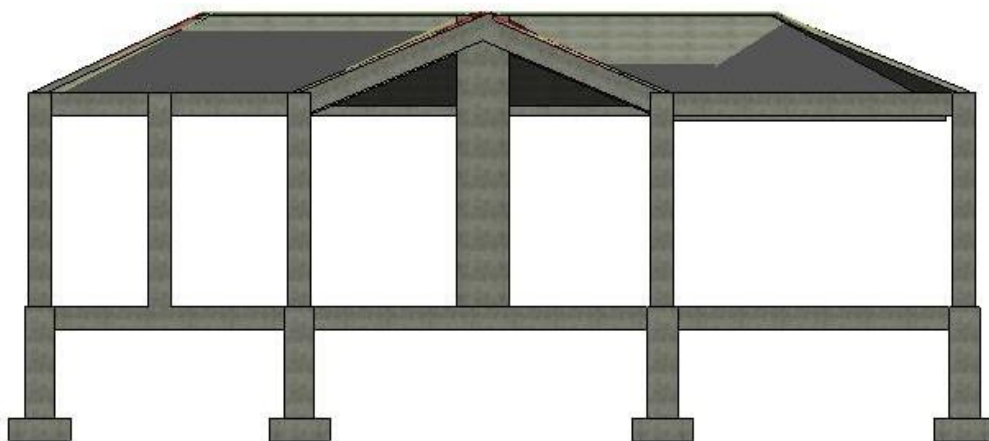
**Figura 40** Parametrización de elementos estructurales.

Fuente: Iucci, R (2022).

#### 4.4.3 Modelado 3D Estructural de la capilla en estudio

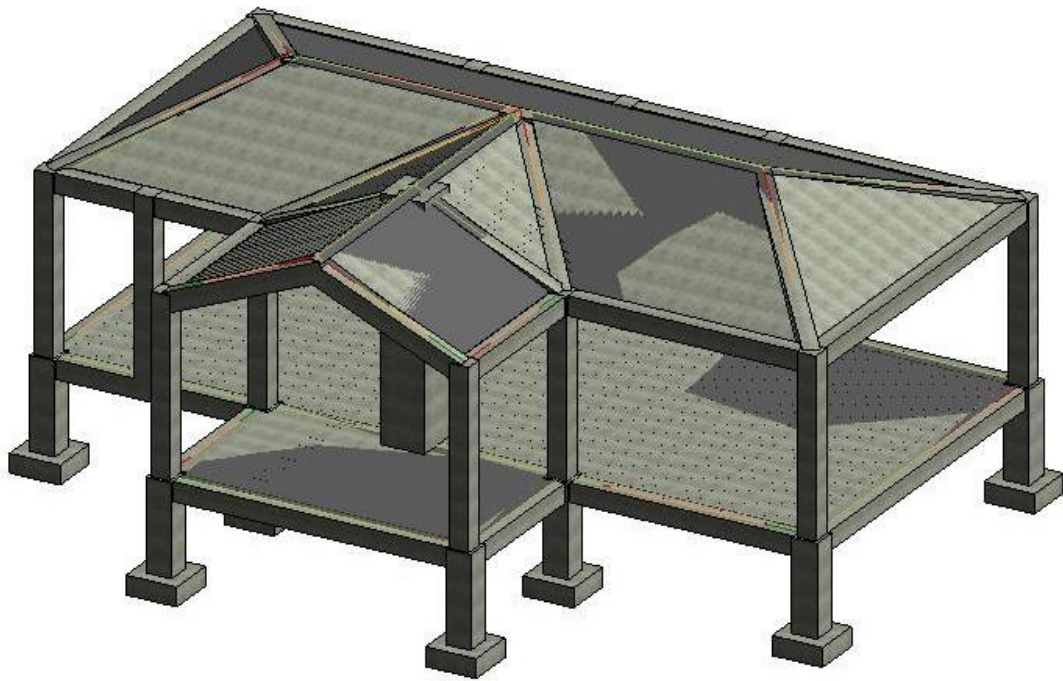
Para finalizar con los objetivos de esta investigación se procedió a realizar un modelo estructural también a través del software autodesk Revit, el cual contiene toda la información del detallado del armado del acero dentro de los miembros estructurales que contiene la edificación en estudio. A través de dicho software se pudo realizar un modelo preciso y detallado que especifica las cantidades de aceros arrojadas por el cálculo de SAP2000 y a su vez muestra la manera en cómo deberían estar armadas.

Una de las limitantes de dicho proyecto al realizarse es que al no conocer con exactitud cómo fue elaborada la capilla se realizó este modelo siguiendo la normativa con el fin de tener una noción más acertada y precisa de cómo fue realizada, a través del cálculo y del modelado debería acercarse bastante a la realidad tomando en cuenta las solicitaciones suministradas.



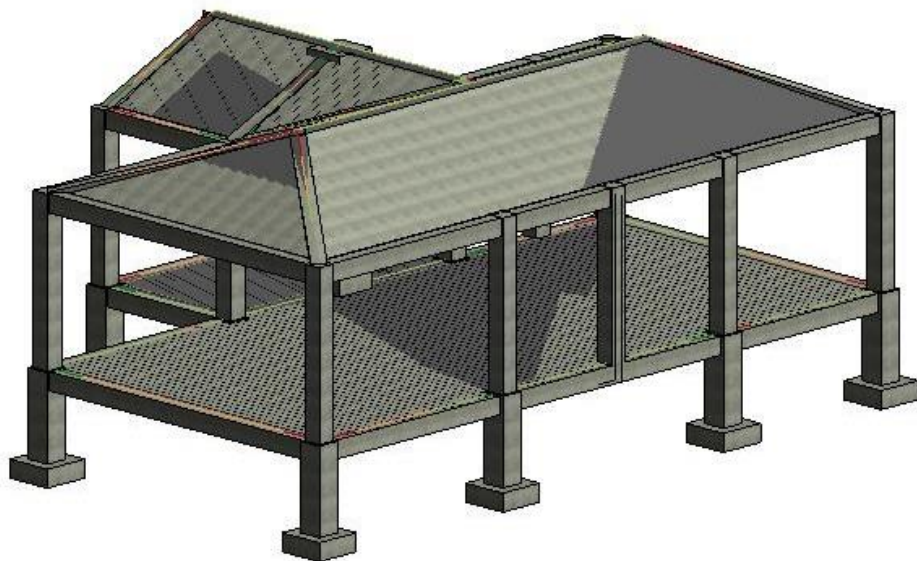
**Figura 41** Vista frontal del modelo estructural de concreto armado de la capilla en estudio.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



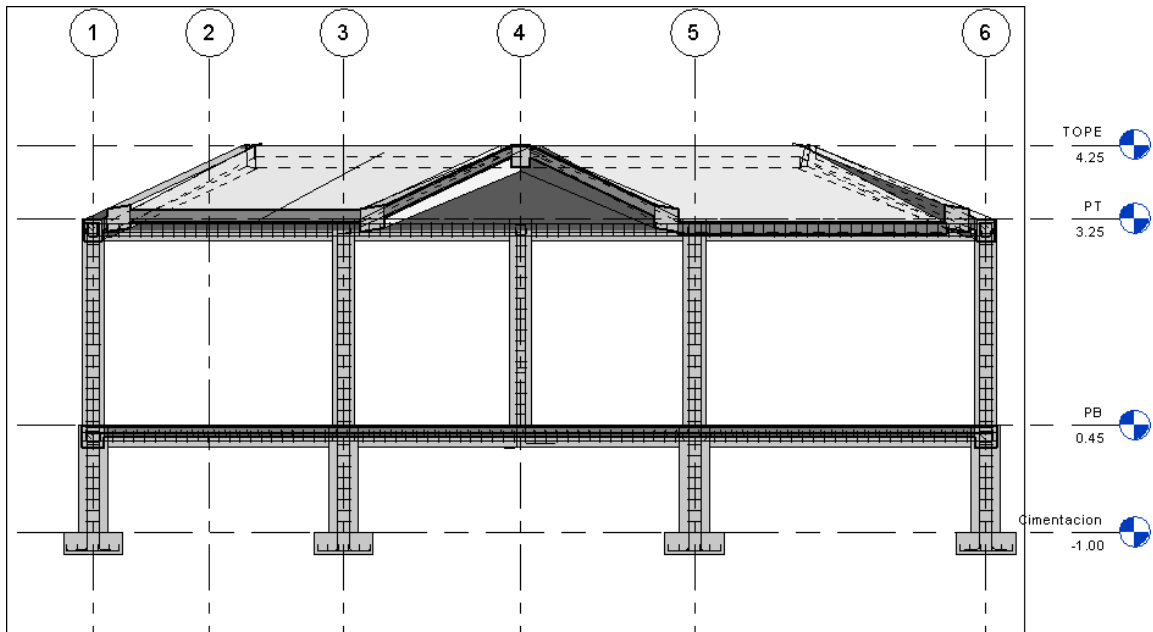
**Figura 42** Vista 3D del modelo estructural de concreto armado de la capilla en estudio.

**Fuente:** Iucci, R (2022).



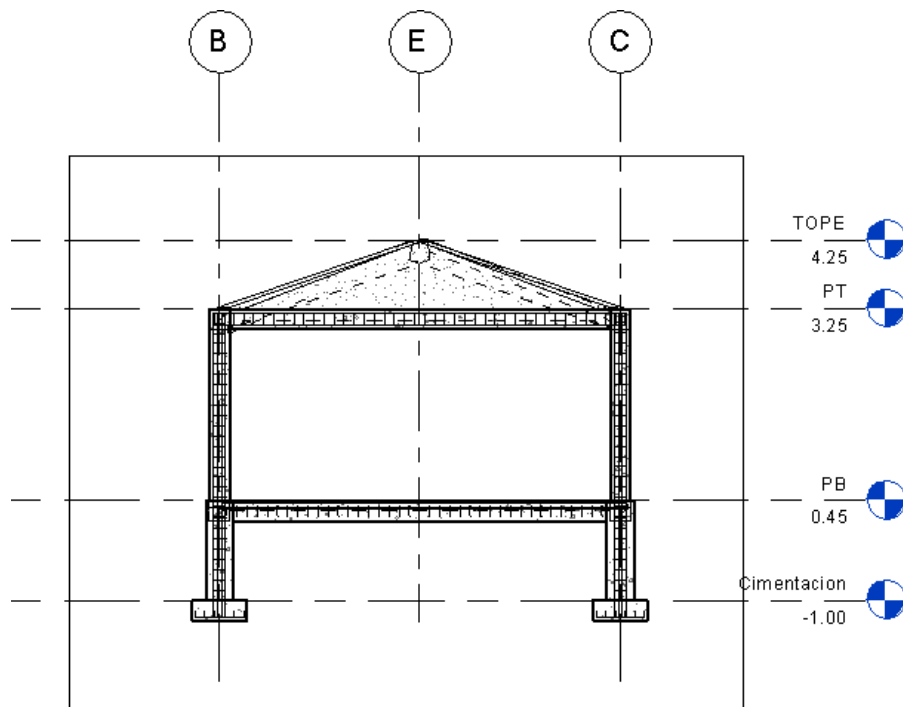
**Figura 43** Vista dorsal del modelo estructural de concreto armado de la capilla en estudio

**Fuente:** Iucci, R (2022).



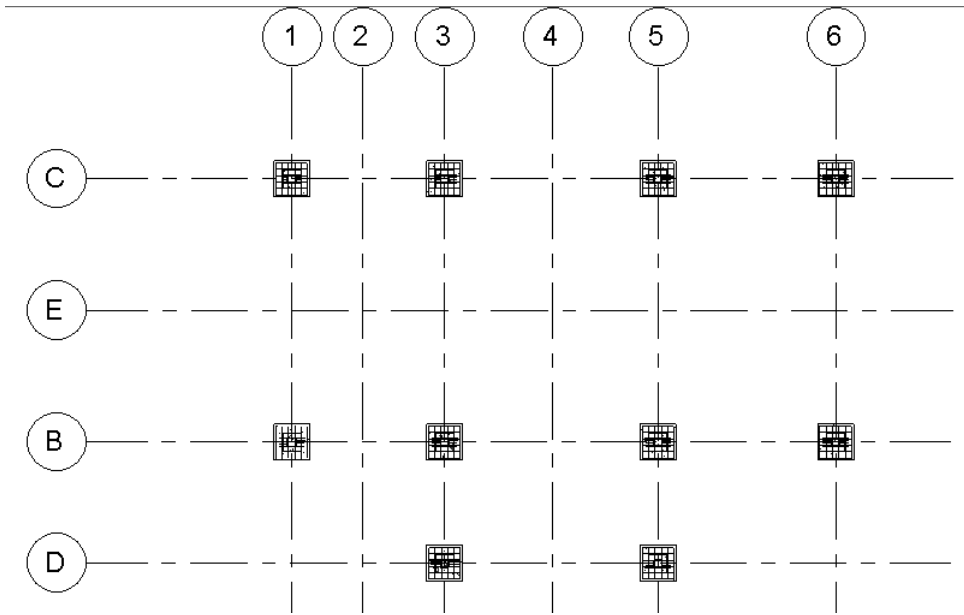
**Figura 44** Corte longitudinal 1-1 del modelo estructural con detallado de acero.

Fuente: Iucci, R (2022).



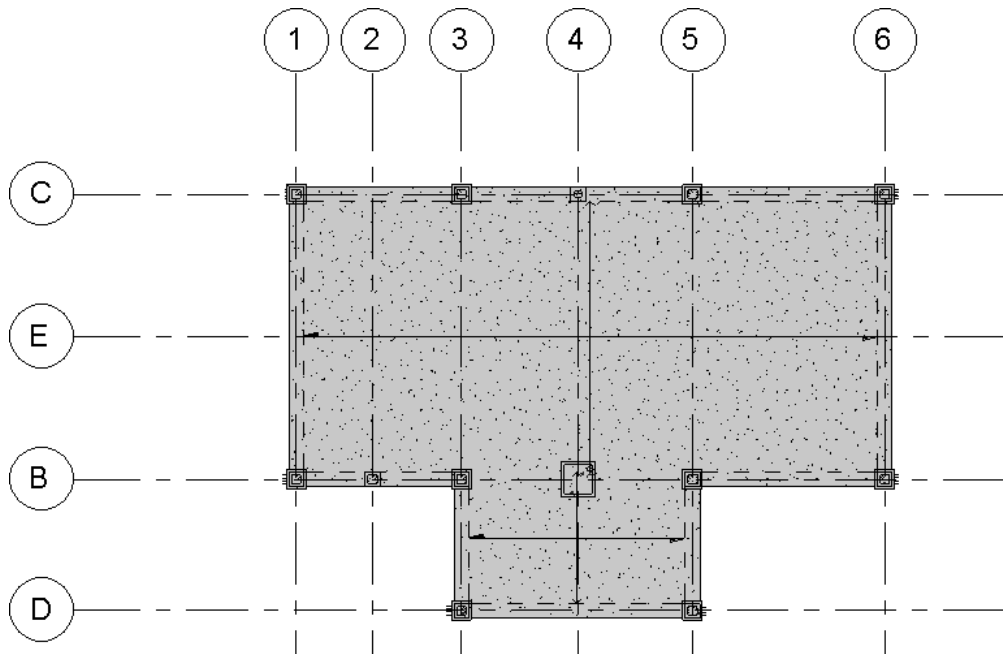
**Figura 45** Corte Transversal 2-1 del modelo estructural con detallado de acero.

Fuente: Iucci, R (2022).



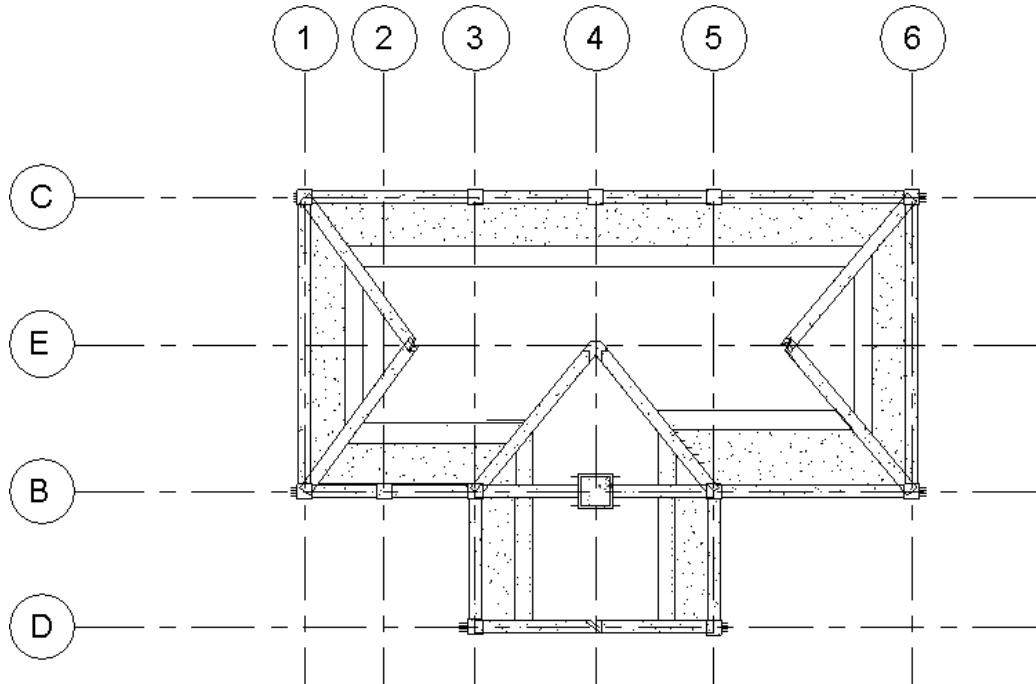
**Figura 46** Plano de fundaciones con detallado acero del modelo estructural

Fuente: Iucci, R (2022).



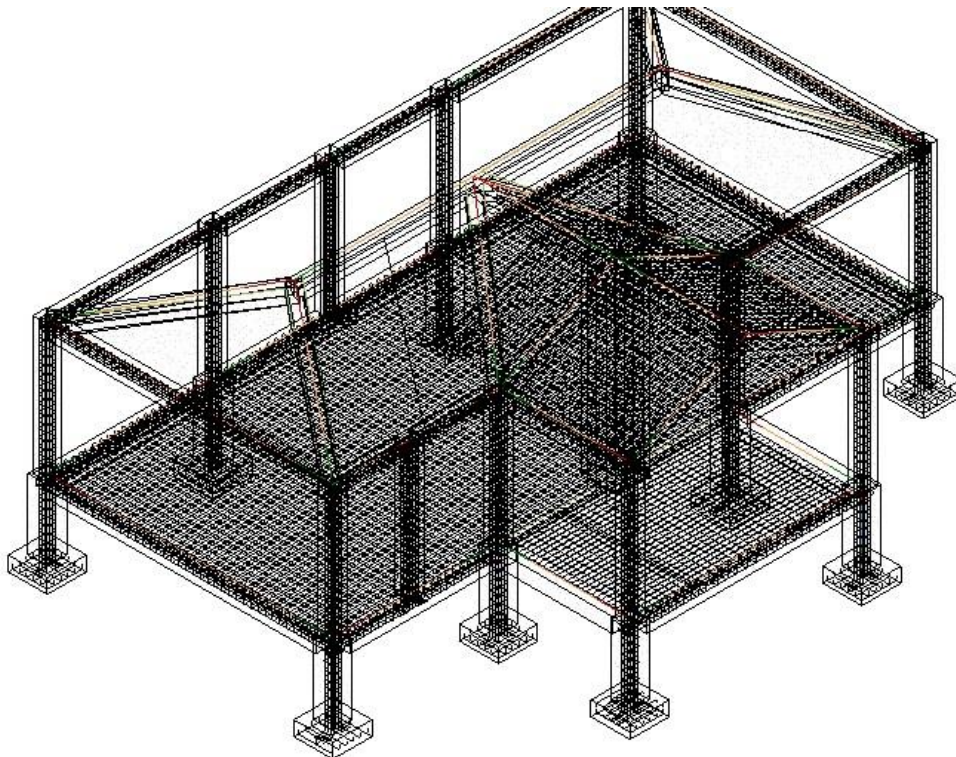
**Figura 47** plano Planta con detallado de columnas y losas del modelo estructural

Fuente: Iucci, R (2022).



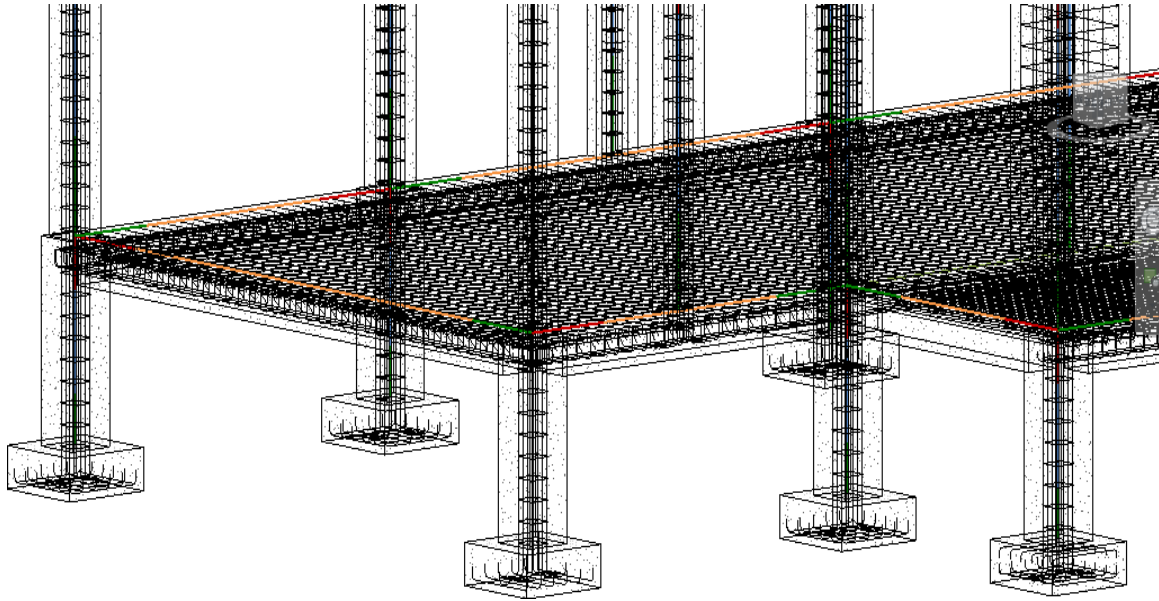
**Figura 48** Plano de techo del modelo estructural de la capilla en estudio

Fuente: Iucci, R (2022).



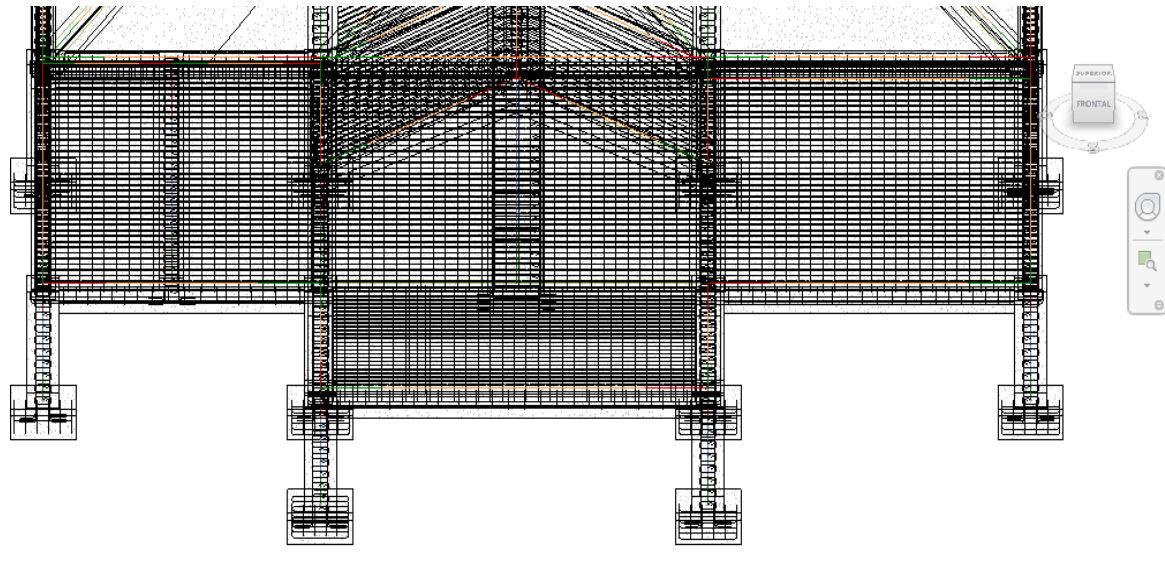
**Figura 49** Modelo 3D con detalle de armado de acero.

Fuente: Iucci, R (2022).



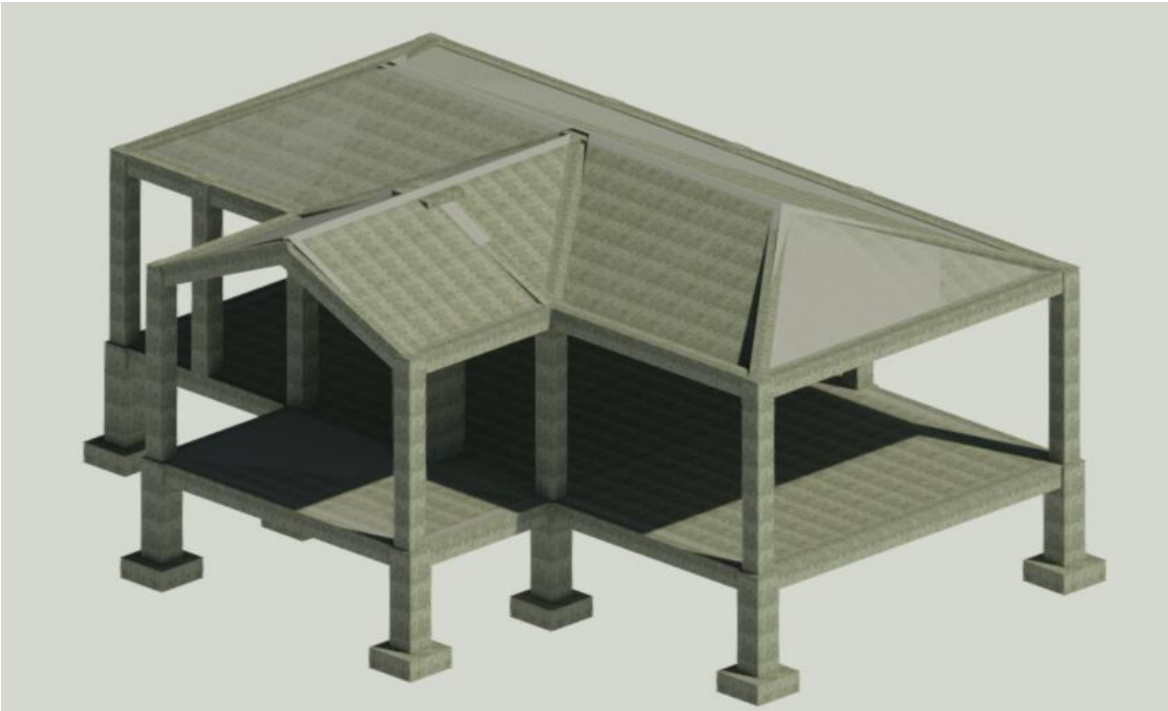
**Figura 50** Detallado de armado de acero.

Fuente: Iucci, R (2022).



**Figura 51** Detallado de armado de acero 2.

Fuente: Iucci, R (2022).



**Figura 52** Render del modelo estructural de la capilla en estudio.

**Fuente:** Iucci, R (2022).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En primera instancia realizar dicho trabajo de grado sirvió para recolectar toda la información referente a los elementos que conforman la capilla en estudio y reunirla dentro de un único modelo paramétrico 3D, dándole a la Universidad José Antonio Páez una representación digital que puede usarse en toda la vida útil de la infraestructura en estudio, en donde acceder a información como detalles de elementos, memorias descriptivas, cómputos métricos, entre otras, se hace de manera más óptima y fácil, lo que facilita los procesos de detección y acción de cualquier tipo de situación que suceda.

La metodología BIM está revolucionando la forma en que se entregan proyectos en todas las industrias gracias a la incorporación de inteligencia y eficiencia a la ejecución del proyecto y la conexión de equipos, datos y flujos de trabajo en cada etapa del proyecto en la nube para obtener mejores resultados, lo que se traduce en que favorece el trabajo colaborativo entre las distintas especialidades que trabajan dentro de una obra de construcción minimizando así la cantidad de posibles errores.

Por otra parte, dicha metodología también permite realizar simulaciones dentro de su modelo paramétrico las cuales pueden ser de evacuación, iluminación, ventilación, acústica, de visibilidad, de gestión del proyecto, entre otras las cuales ayudan con la elaboración de presupuestos que aciertan de manera más cercana a la realidad.

Contar con un modelo parametrizado 3D de la capilla de la universidad realizado a través de la metodología BIM hace posible que realizar cualquier tipo de computo métrico sea una tarea sencilla, pues este es capaz de arrojar toda la información referente a las áreas de interés, al mismo tiempo que vuelve los cálculos más exactos al extraer la información directamente de los elementos previamente parametrizados.

Otra ventaja fundamental que se encontró dentro de la metodología BIM para la gestión de obras, es que el modelado 3D avanzado permite planificar y simular virtualmente la fase de construcción. Esto puede ayudar a determinar la secuencia de construcción óptima para proyectos complejos y permite que se prueben diferentes opciones antes de que comience el trabajo. También es útil para calcular el tiempo que durará cada actividad de construcción, lo que permite crear un calendario de construcción preciso.

La metodología BIM no solo permite que los equipos de diseño y construcción trabajen de manera más eficiente, si no que les permite capturar los datos que se crean durante el proceso para mejorar las operaciones y actividades de mantenimiento. Esto abre una nueva puerta dentro de la minimización de costos al prever a los ingenieros de posibles fallas a la hora de realizar operaciones, así como también permite diseñar un plan de mantenimiento preventivo o correctivo que actúen a favor de garantizar la durabilidad y sostenibilidad de la estructura.

Es importante tener en cuenta que poseer una fuente de información precisa y centralizada de las estructuras dentro en un único modelo paramétrico brinda un impacto positivo a la hora de buscar soluciones a problemas que pueden presentarse en dicha capilla, ya que proporciona información en tiempo real del estado de la misma, lo que se traduce a un ahorro directo con respecto a tiempo de identificación de problemas, y tiempo en búsqueda de soluciones lo que se traduce a un ahorro monetario para la entidad.

Con los resultados, soluciones y conclusiones obtenidas a través del estudio realizado, es importante resaltar ciertos puntos para obtener un mejor aprovechamiento de la investigación, al igual que resaltar las importancias de poseer planos actualizados y modelos de detalle que provean a cualquier solicitante información precisa de los elementos que conforman las estructuras en estudio.

- Se recomienda contar con conocimientos amplios en el área de estructuras, y al manejo de softwares utilizados en la metodología BIM a la hora de realizar cualquier tipo de investigación referente al tema
- Se le recomienda a la universidad promover la utilización de la metodología BIM ya que esta está tomando un rumbo importante dentro del día a día de los ingenieros civiles.
- Se recomienda promover actividades dentro de las aulas que involucren los planos y modelos de las estructuras de la universidad con el fin de motivar a los estudiantes el ampliar sus conocimientos a través de edificaciones que ya conocen.
- Se recomienda la utilización de esta tesis como base para la continuación de la aplicación de las siguientes dimensiones a través de otro trabajo de grado con la finalidad de dar a conocer todas estas y de los beneficios que otorga su implementación.

- Se recomienda siempre contar con información detallada referente a los elementos estructurales y arquitectónicos que conforman las instalaciones de la Universidad José Antonio Páez.
- Se recomienda facilitar a los estudiantes cursos e información referente a la digitalización de estructuras a través de diferentes softwares que ayuden al mismo al tener conocimientos básicos referentes a las tecnologías que hoy día se utilizan.
- Se recomienda a los profesores trabajar con la metodología BIM dentro de sus asignaturas con el fin de promover un ambiente de trabajo más armónico y eficiente dentro del desarrollo de cualquier cálculo que involucre una obra civil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Arias, Fideas (1999). **Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración**. Edición N°3. Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini (2006) **Como se Elabora un Proyecto de Investigación**. Caracas: Editorial Consultores y Asociados
- Blanco (2018), “**Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM**”. Tesis de grado
- Candela y Carbajal (2019), “**Modelado Virtual de información para el control de edificación del instituto de seguridad minera, Distrito la Victoria**” Trabajo de Grado. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Ceron y Ramos (2017),”**Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida de un proyecto**”, Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C, Colombia.
- Hernando, Felipe y OTT (2019).”**Diseño y modelación de proyectos en dos y tres dimensiones con la metodología BIM soportado en la herramienta Autodesk Revit**”. Trabajo de grado. Universidad Cooperativa de Colombia. Tolima. Colombia.
- Miranda y Muñoz (2015), “**Tecnología BIM y la optimización de la productividad en obras retail**”, Trabajo de Grado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú
- Nieto E. (2017) **Metodología BIM en el grado de edificación: modelo de taller, en la asignatura Expresión gráfica de Tecnología**, tesis de grado. Universidad de Sevilla, España
- Normas Sanitarias Para Proyectos, Construcción, Reforma Y Mantenimiento De Edificaciones (1988). **Gaceta Oficial N° 4.044**. Caracas, Venezuela.
- Salazar Alzate, M. (2017) “**Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizale**”, tesis de grado. Universidad nacional de Colombia
- Tamayo y Tamayo M. (2012). “**El proceso de la investigación científica**”. México: Editorial Limusa, S. A de C. V.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2011) “**Manual de Trabajos de Grado**

**de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**". Edición N° 4, Editorial FEDEUPEL, Caracas, Venezuela.

Villena, F. & Lucena, C. (2019) **“La construcción 4.0: hacia la sostenibilidad en el sector de la construcción”**, tesis de grado. Universidad Católica de Murcia (UCAM) España

Zanni, L. & Mieres, R. (2020) **“Definición de lineamientos generales para la gestión de planificación de obras para edificaciones unifamiliares mediante la aplicación de las herramientas BIM 4D Powerproject y 5D Maprex.**, Trabajo de grado. Universidad José Antonio Páez (UJAP), Venezuela.

## APÉNDICE

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Entrevistador: Rony Iucci V-25.827.831

Tema: Modelado en 3d de la capilla de la universidad José Antonio Páez a través de la metodología BIM.

### ENTREVISTA ESTRUCTURADA

Nombre del Entrevistado: \_\_\_\_\_

Objetivo de la investigación: Conocer, diagnosticar y analizar la factibilidad y sostenibilidad de la realización de un modelo 3D de las edificaciones de la universidad José Antonio Páez.

#### PREGUNTAS:

1. ¿Considera usted que actualmente la universidad posee la información detallada de las estructuras que contiene?

---

---

---

---

2. ¿Según usted, cuál es la importancia que existe en tener planos (manuales o digitalizados) de las estructuras de la universidad José Antonio Páez?

---

---

---

---

3. ¿Según usted, qué tan necesario es tener memorias descriptivas, cómputos métricos, especificaciones de materiales y parámetros de detalle sobre estructuras que posee?

---

---

---

---

4. ¿Le gustaría que la Universidad José Antonio Páez contara con modelos y planos 3D de todas sus edificaciones, explique?

---

---

---

---

5. ¿Según su criterio que se necesita para elaborar un modelo 3D completo en una estructura?

---

---

---

---

6. ¿Conoce usted la metodología BIM, de ser así podría indicar cuales cree que son sus principales beneficios?

---

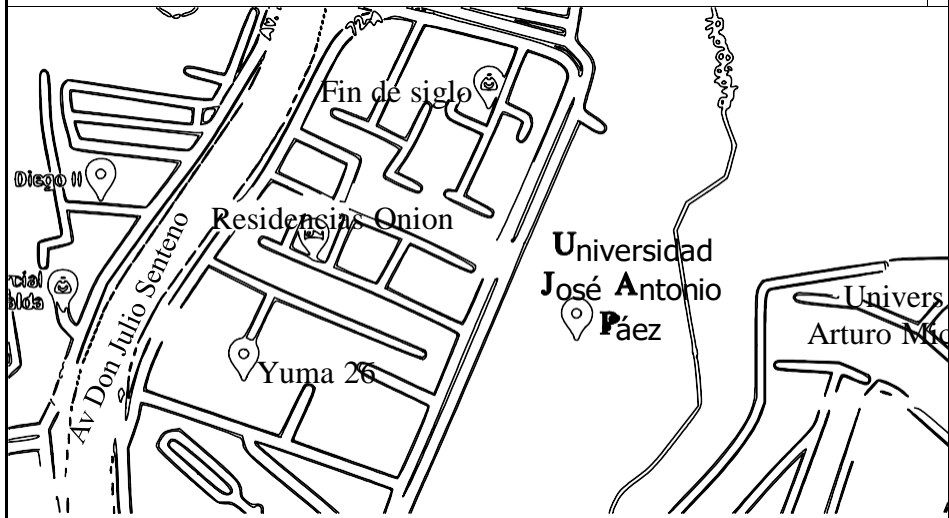
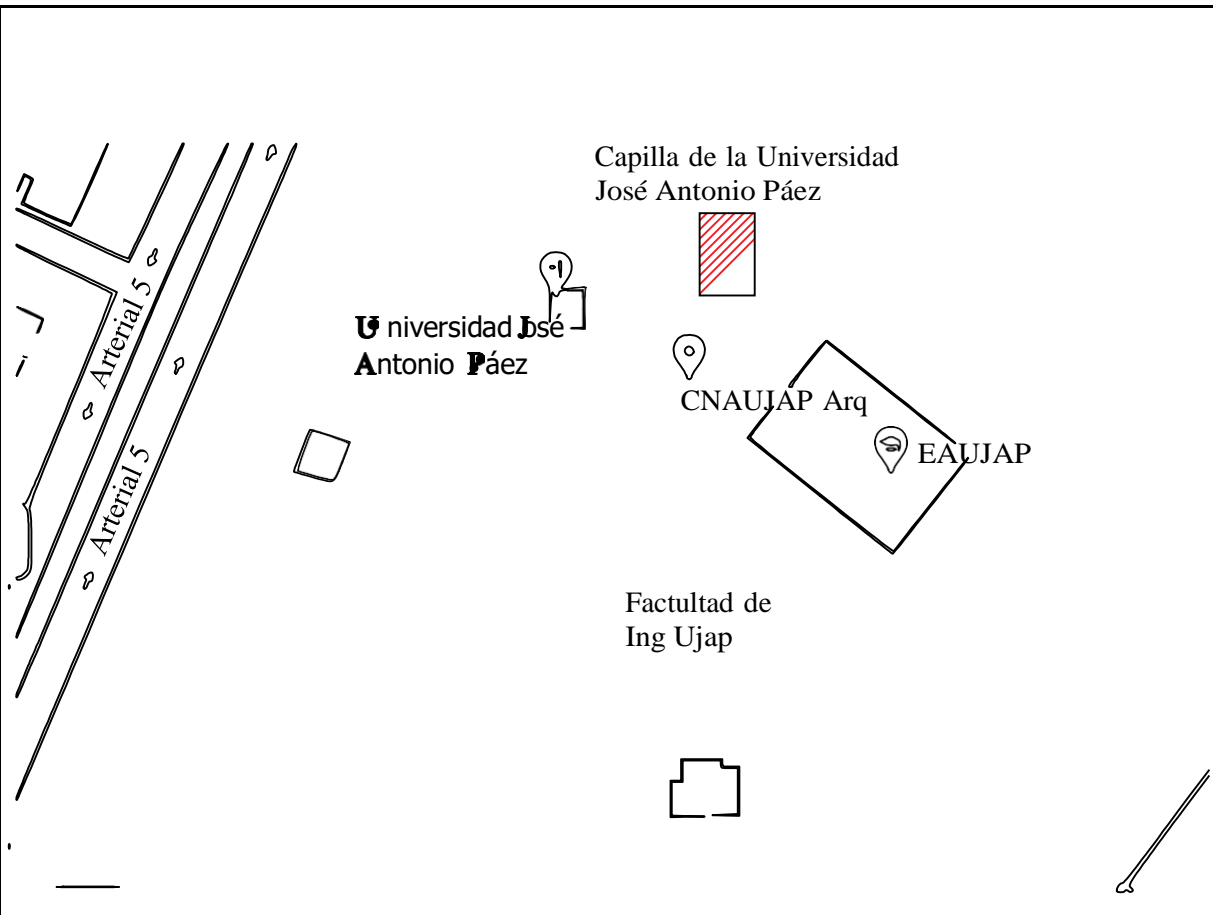
---

---

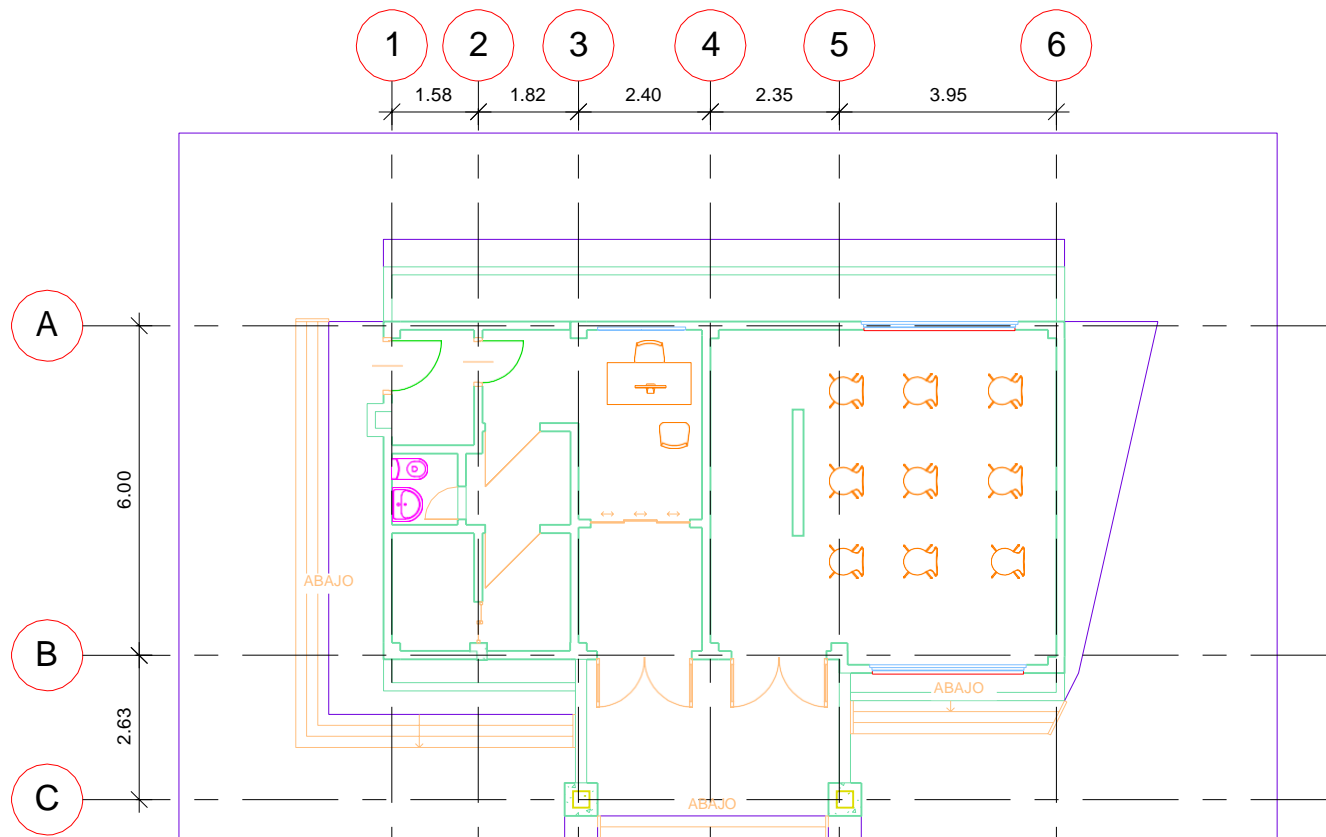
---



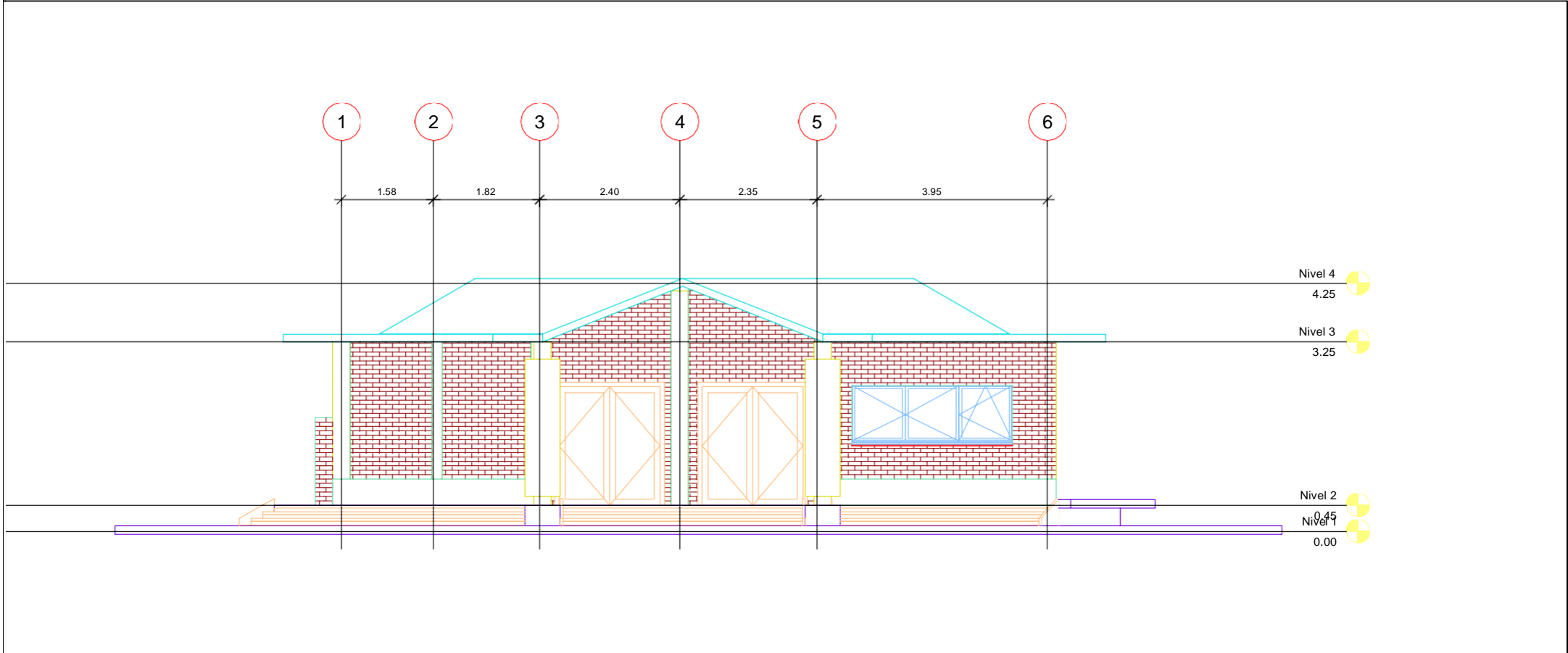
Ubicación geográfica



<b>TABAJO DE GRADO</b>			
ESTUDIANTES Rony Iucci V-25.827.831		TUTOR Ing. Luis F. Rodríguez	
DIRECCIÓN		MUNICIPIO SAN DIEGO	
PLANO N° <b>01</b>	PLANO DE <b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>		
FECHA	Junio, 2022.	ESCALA	1:500



<b>CAPILLA UJAP</b>		
ESTUDIANTE		
RONY IUCCI		
DIRECCIÓN		
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTÓNIO PÁEZ		
PLANO N°	PLANO DE	
1	PLANO ARQUITECTÓNICO	
FECHA	JUNIO, 2022.	ESCALA 1:25



# TABAJO DE GRADO

ESTUDIANTES

Rony Iucci V-25.827.831

TUTOR

Ing. Luis F. Rodríguez

DIRECCIÓN

MUNICIPIO SAN DIEGO

PLANO N°

03

PLANO DE

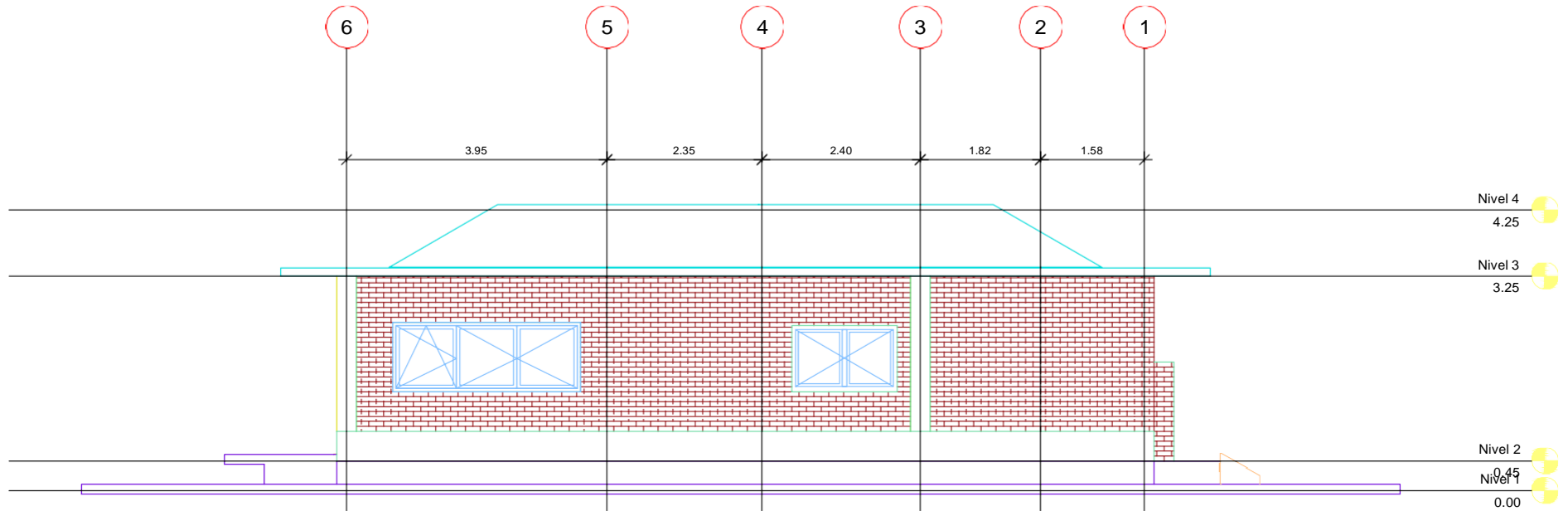
PLANO DE FACHADA FRONTAL

FECHA

Junio, 2022.

ESCALA

1:50



# TABAJO DE GRADO

ESTUDIANTES

Rony Iucci V-25.827.831

TUTOR

Ing. Luis F. Rodríguez

DIRECCIÓN

MUNICIPIO SAN DIEGO

PLANO N°

03

PLANO DE

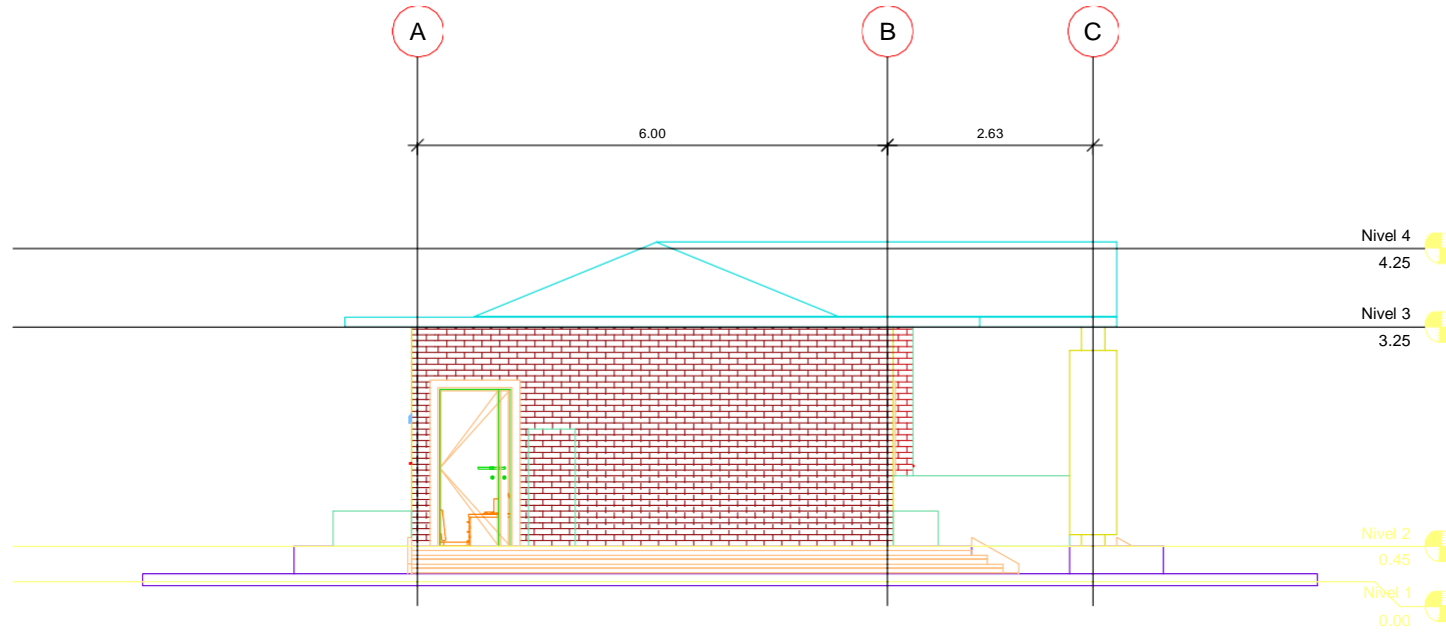
PLANO DE FACHADA POSTERIOR

FECHA

Junio, 2022.

ESCALA

1:50



# TABAJO DE GRADO

ESTUDIANTES

Rony Iucci V-25.827.831

TUTOR

Ing. Luis F. Rodríguez

DIRECCIÓN

MUNICIPIO SAN DIEGO

PLANO N°

03

PLANO DE

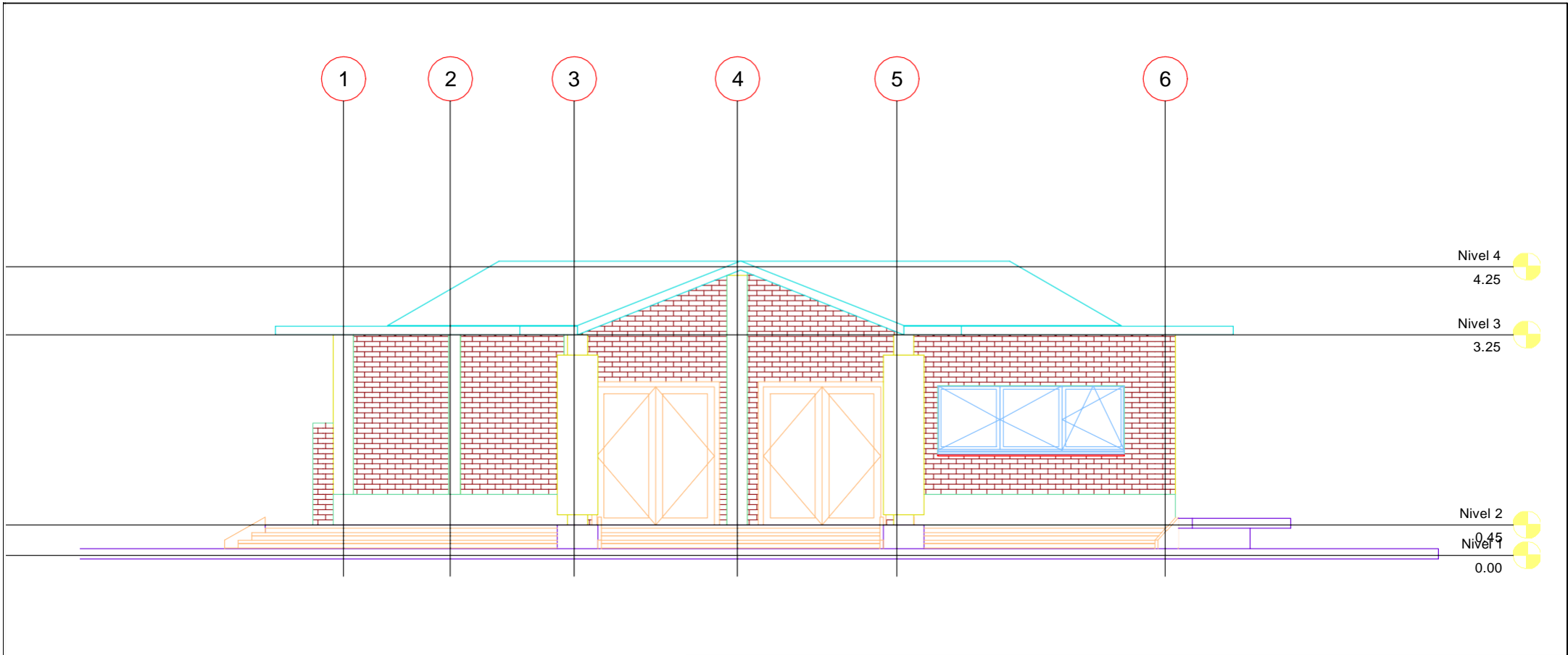
PLANO DE FACHADA LATERAL

FECHA

Junio, 2022.

ESCALA

1:50



# TABAJO DE GRADO

ESTUDIANTES

Rony Iucci V-25.827.831

TUTOR

Ing. Luis F. Rodríguez

DIRECCIÓN

MUNICIPIO SAN DIEGO

PLANO N°

03

PLANO DE

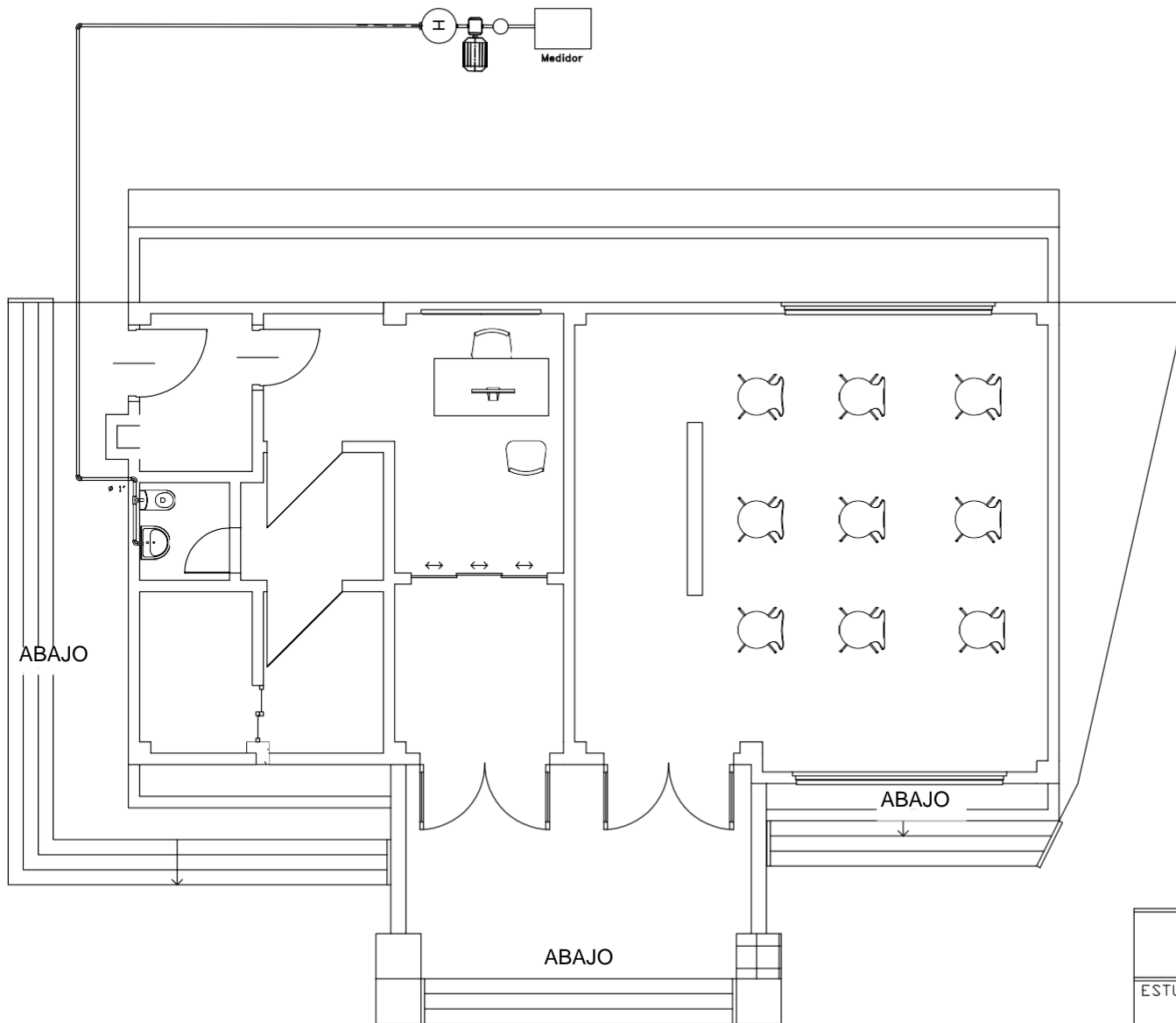
PLANO DE FACHADA FRONTAL

FECHA

Junio, 2022.

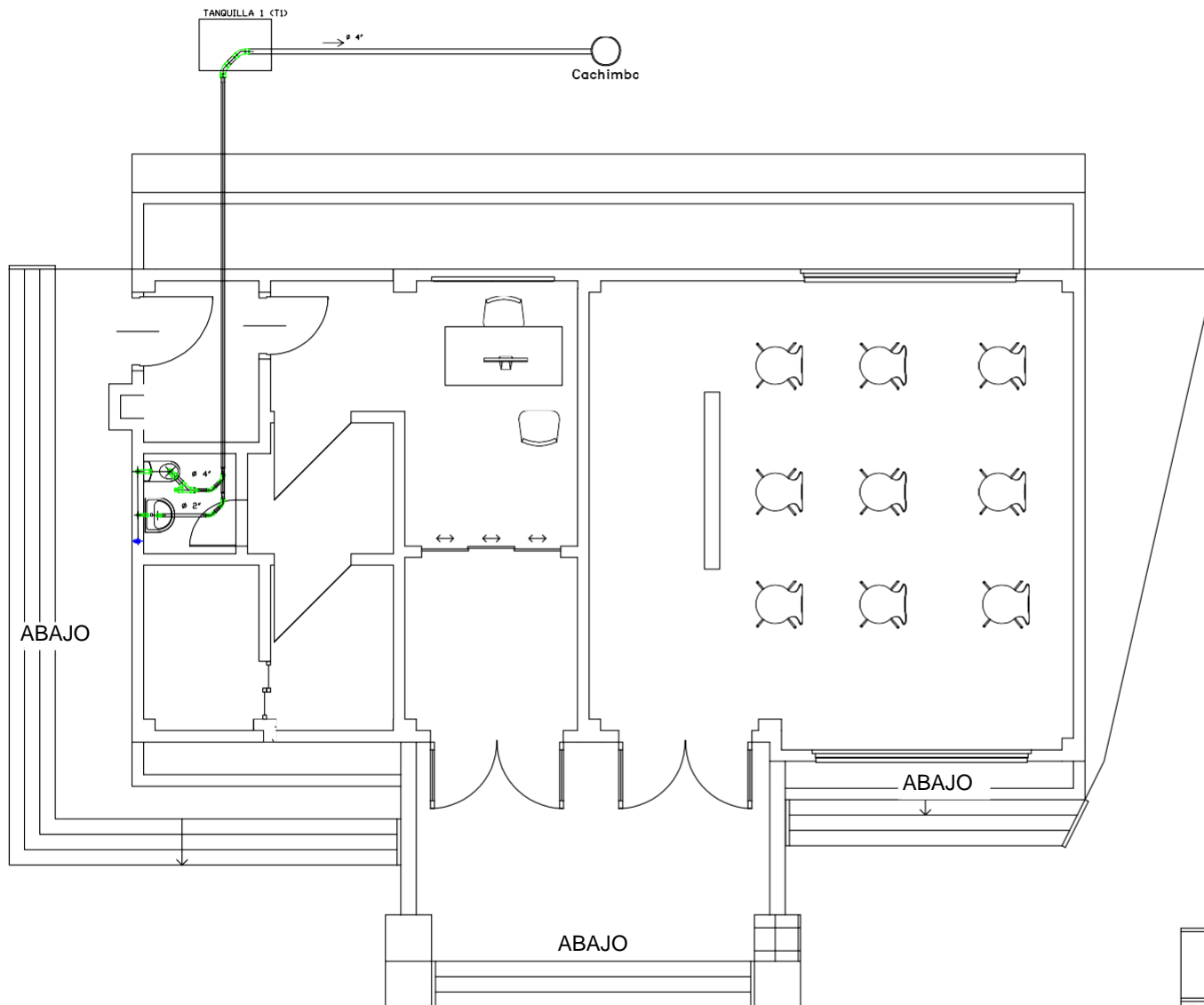
ESCALA

1:50



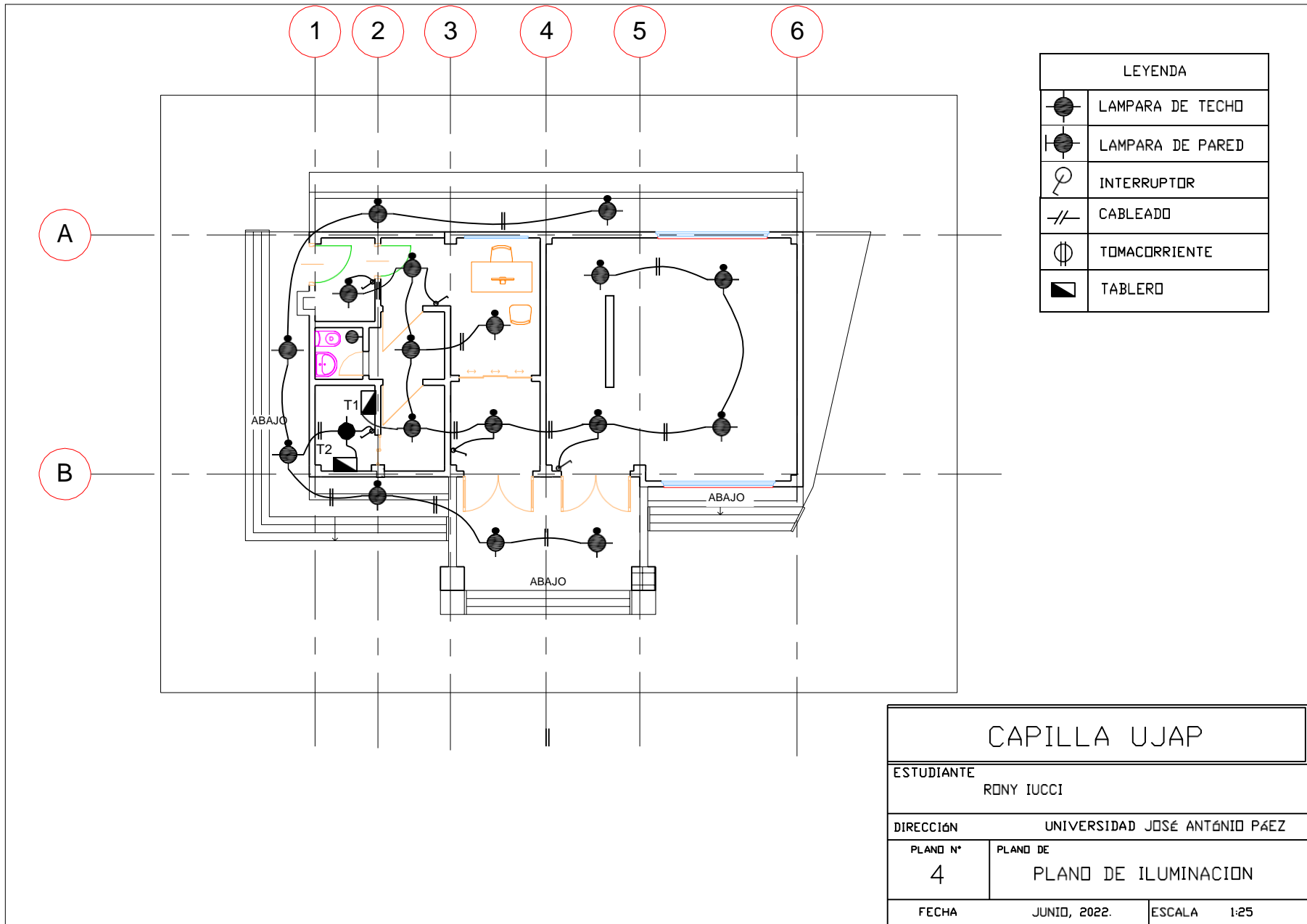
SIMBOLOGIA	
BAJANTE AGUAS BLANCAS	
	HIDRONEUMÁTICE
	MEDIDOR
	TUBERÍA (PVC)
	MUNIANTE
	CROSS
	TEE
	CODO 90 GRADOS
	DIÁMETRO TUBERÍA

CAPILLA UJAP		
ESTUDIANTE RONY IUCCI		
DIRECCIÓN UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ		
PLANO N° 1	PLANO DE INSTALACIONES AGUAS BLANCAS	
FECHA JUNIO, 2022.	ESCALA 1:25	



SIMBOLOGIA	
BAJANTE AGUAS NEGRAS	
	EMPOTRAMIENTO O CACHIMBO
	TANQUILLA DE RECOLECCIÓN
	RAMAL DE VENTILACIÓN
	MONTANTE DE VENTILACIÓN
	BAJANTE DE AGUAS NEGRAS
	RAMAL DE DESAGUE (PVC)
	RECOLECTOR DE (AN), LAVAMANOS, SIFÓN DE PISO
	RECOLECTOR DE (AN) INDOORO O WC
	YEE DE 45 GRADOS
	CODO 45 GRADOS
$\varnothing v$	DIÁMETRO TUB DE VENT.
$\varnothing 2"$	DIÁMETRO TUB DE (AN).

CAPILLA UJAP	
ESTUDIANTE RONY IUCCI	
DIRECCIÓN UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ	
PLANO N° 2	PLANO DE INSTALACIONES AGUAS NEGRAS
FECHA JUNIO, 2022.	ESCALA 1:25



LEYENDA	
	LAMPARA DE TECHO
	LAMPARA DE PARED
	INTERRUPTOR
	CABLEADO
	TOMACORRIENTE
	TABLERO

CAPILLA UJAP		
ESTUDIANTE		
RONY IUCCI		
DIRECCIÓN		
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTÓNIO PÁEZ		
PLANO N°	PLANO DE	
4	PLANO DE ILUMINACION	
FECHA	JUNIO, 2022.	ESCALA 1:25