UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DE LA “SACRISTÍA DISEÑADA POR DIEGO DE PORRES”- EN EL TEMPLO LA RECOLECCIÓN EN ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ

Guatemala, julio de 2024

Proyecto desarrollado por: Dulce María Valle Ramos

Al conferirse el título de: Arquitecta, en el grado académico de Licenciatura

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ESCUELA DE ARQUITECTURA

TESIS

RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DE LA "SACRISTÍA DISEÑADA POR DIEGO DE PORRES"- EN EL TEMPLO LA RECOLECCIÓN EN ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ

Guatemala, julio de 2024

Proyecto desarrollado por: Dulce María Valle Ramos

Al conferirse el título de: Arquitecta, en el grado académico de Licenciatura

"Me reservo los derechos de autor haciendo responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del tema, en el análisis y conclusión final, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos"

JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
VOCAL II	Msc. Lcda. Ilma Judith Prado Duque
VOCAL III	Arqta. Mayra Jeanett Díaz Barillas
VOCAL IV	Br. Oscar Alejandro La Guarda Arriola
VOCAL V	Br. Laura del Carmen Berganza Pérez
SECRETARIO	M. A. Arq. Juan Fernando Arriola Alegría

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
SECRETARIO	M. A. Arq. Juan Fernando Arriola Alegría
EXAMINADOR	Dr. Danilo Ernesto Callén Álvarez
EXAMINADOR	Arq. Al Moshé Asturias Romero
EXAMINADOR	Arq. Herman Arnoldo Búcaro Méndez

DULCE MARÍA VALLE RAMOS

ACTO QUE DEDICO A

Dios	Por estar presente en cada momento de mi vida y sostenerme.
Mi madre	Claudia Ramos, por ser mi inspiración y fuerza por brindarme tanto amor incondicional, en cada momento de la vida. Fue gracias a su lucha diaria que aprendí el significado de la perseverancia.
Mis abuelos	Adelina Lemus e Isabel Ramos, por todas las enseñanzas brindadas en cada etapa de mi vida, por cada consejo y el amor brindado. Por ser el ejemplo de cómo deben ser unos padres, luchadores, personas que se superan constantemente.
Mi tío	Sedwin Ramos, por convertirse en padre en cada momento de la vida, enseñándome la importancia de analizar cada situación desde distintos puntos de vista.
Mi novio	Marcelo Asturias, por su apoyo y ánimos para lograr terminar la carrera, y por ser parte importante en cada una de las facetas de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por ser una importante influencia en mi carrera a través de la Facultad de Arquitectura, con todo su claustro de profesores que me han apoyado en mi formación personal y profesional.

Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala (CNPAG)

Por apoyarme y brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas supervisadas en la Institución, asimismo, por abrirme las puertas para la realización de mi trabajo de graduación (tesis).

Coordinador de EPS

Por apoyarme y guiarme en el proceso de elaboración de mi trabajo de graduación, en cada una de las unidades de la Facultad de Arquitectura.

Mis asesores

Hernán Búcaro, Danilo Callen y Al Moshé Asturias, por su apoyo incondicional en la elaboración de mi trabajo de graduación, aportando sus conocimientos y experiencias, para lograr un compendio de conocimientos que servirán como aporte a la sociedad.

Mis amistades de la licenciatura

Por su amistad y todo el apoyo que me brindaron durante cada etapa de la carrera.

ÍNDICE

ACTO QUE DEDICO A I
AGRADECIMIENTOS A III
ÍNDICE V
Tabla de ilustraciones VIII
GLOSARIO XI
INTRODUCCIÓN XV
GENERALIDADES 1
1. ANTECEDENTES 3
2. JUSTIFICACIÓN 5
3. OBJETIVOS 7
3.1 GENERAL 7
3.2 ESPECÍFICOS 7
4. DELIMITACIÓN DEL TEMA 9
4.1 Delimitación territorial 9
4.2 Delimitación espacial 10
4.3 Delimitación temporal 10
5. PROBLEMA 11
6. METODOLOGÍA 13
6.1 FASE 1: INVESTIGACIÓN 13
6.2 FASE 2: VISITAS DE CAMPO 13
6.3 FASE 3: TRABAJO DE GABINETE 14
FASE I 17
1. ARQUITECTURA COLONIAL Y LEGADO DE DIEGO DE PORRES EN LA ANTIGUA GUATEMALA 19
1.1 Contexto histórico y arquitectónico de la época colonial en Guatemala 19
1.2 Contribuciones arquitectónicas y artísticas del arquitecto Diego de Porres 24
1.3 Análisis de la importancia de la Sacristía del Templo La Recolección 25
1.3.1 Preservación del patrimonio histórico 25
1.3.2 Documentación precisa 25

1.3.3 Investigación arqueológica remota 27
1.3.4 Recreación de elementos perdidos 27
1.3.5 Experiencia inmersiva para el público 27
1.3.6 Difusión de la cultura y de la historia 28
1.3.7 Planificación de restauraciones 29
1.3.8 Colaboración interdisciplinaria 29
1.3.9 Recreación de contextos históricos 30
1.3.10 Innovación en la presentación de datos 31
1.4 Arquitectura y estilo de la Sacristía del Templo la Recolección 31
1.4.1 Características estilísticas y elementos decorativos de la época colonial 31
1.4.2 Arquitectura barroca 31
1.4.3 Fachadas monumentales 32
1.4.4 Columnas salomónicas 35
1.4.5 Cúpulas 36
1.4.6 Uso de materiales locales 37
1.4.7 Elementos decorativos 38
1.4.8 Esculturas en fachadas 38
1.4.9 Ornamentación fruta, flores y sirenas 39
1.4.10 Herrería artística 40
1.4.11 Azulejos y cerámica 41
1.4.12 Pinturas murales 41
1.4.13 Altar mayor y retablos 42
1.5 Marco legal 43
1.5.1 Constitución Política de la República de Guatemala 43
1.5.2 Ley de Protección del Patrimonio Cultural de la Nación Decreto 26-97 45
1.5.3 Ley Protectora de la Ciudad de la Antigua Guatemala Decreto 60 - 69 46
FASE II 51
2. ESTADO ACTUAL DE LA SACRISTÍA DEL TEMPLO LA RECOLECCIÓN 53
2.1Descripción detallada de la arquitectura y ornamentación de la Sacristía del Templo La Recolección 53

2.1.1 Planta del levantamiento 3D de la Sacristía 54
2.1.2 Descripción de las antesacristías 55
2.1.3 Descripción de la sacristía 59
2.2 Trabajo de campo 65
2.2.1 Fotogrametría en interiores de la sacristía 65
2.2.2 Levantamiento con cámara 360 en la Sacristía 68
FASE III 73
3. RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DE LA SACRISTÍA DEL TEMPLO LA RECOLECCIÓN 75
3.1 Documentación histórica y fuentes primarias en la reconstrucción virtual de la sacristía 75
3.2 Desafíos y limitaciones de la reconstrucción virtual de la sacristía 79
3.3 Desafíos éticos y culturales en la reconstrucción virtual de espacios sacros 80
3.4 Proceso de trabajo de gabinete para la reconstrucción virtual de la Sacristía del Templo La Recolección 80
3.5 Resultados del renderizado en 3D de la Sacristía del Templo La Recolección 90
3.6 Comparación entre el estado actual y la reconstrucción virtual de la Sacristía del Templo La Recolección 101
4. MANUAL DE RECOSNTRUCCIÓN 105
4.1 Preparación del proyecto 105
4.2 Modelado de monumentos 108
4.3 Texturización y materiales históricos 109
4.4 Iluminación y atmósfera 111
4.5 Visualización, exportación y distribución del proyecto 113
CONCLUSIONES 119
RECOMENDACIONES 121
BIBLIOGRAFÍA 123
APÉNDICE 127

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 – Delimitación territorial del área de estudio 9
Ilustración 2 – Convento de Santa Clara 21
Ilustración 3 – Templo San Francisco El Grande 22
Ilustración 4 – Interior de la Sacristía 23
Ilustración 5 – Fotogrametría con nube de puntos 26
Ilustración 6 – Reconstrucción virtual en 3D 28
Ilustración 7 – Inmersión en reconstrucción virtual 29
Ilustración 8 – Escala de evidencia histórica 30
Ilustración 9 – Ventana ortogonal y segmento de la fachada El Carmen característicos del Barroco 32
Ilustración 10 – Fachadas monumentales del convento del Carmen y templo de la Merced 33
Ilustración 11 – Bóvedas baídas de la sacristía del templo La Recolección 34
Ilustración 12 – Columnas salomónicas del templo de San Francisco 36
Ilustración 13 – Cúpula nervada del convento Santa Clara y cúpula baída con base elipsoidal del templo La Recolección 37
Ilustración 14 – Metopas y triglifos de la Iglesia y convento de San Agustín 38
Ilustración 15 – Pilastra de sirenas en la fachada lateral del convento Santa Clara 40
Ilustración 16 – Fragmento del mural del antiguo Colegio y Convento de la Compañía de Jesús 42
Ilustración 17 – Anagrama de Diego de Porres e interior de la sacristía 53
Ilustración 18 – Planta del levantamiento 3D de la sacristía del Templo La Recolección 54
Ilustración 19 – Estado actual de la antesacristía (cámara 1) 55
Ilustración 20 – Antesacristía con vestigios de mezanine (cámara 1) 56
Ilustración 21 – Estado actual de la antesacristía (cámara 3) 57
Ilustración 22 – Portada de antesacristía (cámara 3) e ingreso a cripta 58
Ilustración 23 – Nichos del ingreso a la sacristía 59
Ilustración 24 – Sacristía de Templo La Recolección (cámara 2) 60
Ilustración 25 – Detalles de la tercera cúpula de la sacristía del sur hacia el norte 62
Ilustración 26 – Detalle del anagrama de Diego de Porres en la primera cúpula del sur hacia el norte 63
Ilustración 27 – Portada norte de la sacristía del Templo La Recolección 64
Ilustración 28 – Toma de medidas en la nube de puntos obtenida en la sacristía (1/2) 66
Ilustración 29 – Toma de medidas en la nube de puntos obtenida en la sacristía (2/2) 67
Ilustración 30 – Cámara 360 Matterport Pro 2 68
Ilustración 31 – Puntos de escaneo utilizando la cámara 360 Matterport Pro 2 69
Ilustración 32 – Vista de planta de la sacristía del Templo La Recolección 75
Ilustración 33 – Sección transversal sacristía 76
Ilustración 34 – Sección transversal sacristía y antesacristía 76
Ilustración 35 – Sección longitudinal sacristía 77

Ilustración 36 – Hipótesis del arquitecto Guillermo Aguirre respecto del estado original de la sacristía de El Templo La Recolección 78
Ilustración 37 – Nube de puntos procesados en ReCap 81
Ilustración 38 – Modelado general de la sacristía 82
Ilustración 39 – Modelado de detalles de la sacristía 83
Ilustración 40 – Texturizado en modelado de detalles de la sacristía (piedra) 84
Ilustración 41 – Texturizado del modelado en detalles de la sacristía (piso de baldosa) 85
Ilustración 42 – Ambientación del mobiliario de la sacristía 86
Ilustración 43 – Ambientación del mobiliario de la sacristía (ornamentación del nicho) 87
Ilustración 44 – Ambientación final de la sacristía 88
Ilustración 45 – Ambientación lumínica de la sacristía 89
Ilustración 46 – Renderizado de techo reflejado de la sacristía 90
Ilustración 47 – Renderizado de planta amoblada de la sacristía 91
Ilustración 48 – Renderizado de la sección longitudinal muro oeste de la sacristía 92
Ilustración 49 – Renderizado de la sección longitudinal muro este de la sacristía 93
Ilustración 50 – Renderizado de la sección transversal norte de la sacristía 94
Ilustración 51 – Renderizado de la sección transversal sur de la sacristía 95
Ilustración 52 – Renderizado del ingreso a la sacristía desde la cámara 1 96
Ilustración 53 – Renderizado del ingreso a la sacristía desde la cámara 3 97
Ilustración 54 – Renderizado de la vista con orientación de norte a sur de la sacristía 98
Ilustración 55 – Renderizado de la vista con orientación de sur a norte de la sacristía 99
Ilustración 56 – Renderizado de la vista lateral del muro oeste de la sacristía 100
Ilustración 57 – Comparación entre el estado actual y la reconstrucción virtual de la sacristía 104
Ilustración 58 - Verificación de nivel para cámara 360 106
Ilustración 59 - Importación de fotografías a Meshroom para crear una nube de puntos. 107
Ilustración 60 - Creación de nube de puntos. 107
Ilustración 61- Importación de recursos a Blender 108
Ilustración 62 - Modelado de muros y base de las colunas adosadas 109
Ilustración 63 - Mapeo y texturización de materiales en Blender 110
Ilustración 64 - Sitio para descargar materiales. 111
Ilustración 65 - Visualización de ingreso de iluminación natural. 112
Ilustración 66 - Pasos para la colocación de cámaras. 113
Ilustración 67 - Configuración de iluminación ambiental. 114
Ilustración 68 - Recorrido 360 realizado en Blender y visualizado en Lapentor. 115

GLOSARIO

ANAGRAMA Símbolo o emblema, especialmente el constituido por letras.

BÓVEDA REBAJADA Esta bóveda se creó para cubrir espacios de plantas rectangulares, son fáciles de reconocer porque quedan delimitadas por cuatro arcos de medio punto que se encuentran enfrentados entre sí e iguales dos a dos.

CÚPULA BAÍDA Resulta de cortar una cúpula semiesférica en cuatro planos verticales, que se encuentran perpendiculares dos a dos, y que posee solo cuatro puntos de apoyo en su base.

ESCÁNER 3D Trata de un dispositivo que tiene la capacidad de analizar un objeto o una escena para reunir datos sobre su forma y, ocasionalmente, su color. Con la información obtenida se puede pasar a construir modelos digitales tridimensionales utilizados en una amplia variedad de aplicaciones.

FOGRAMETRÍA Se define como medir sobre fotos. Y es que la fotogrametría es una técnica que tiene como objetivo el estudio y la definición precisa de la forma, las dimensiones y/o la posición en el espacio de un objeto, a través de los datos obtenidos de una o varias fotografías.

LINTERNILA

En arquitectura, es un elemento en forma de tubo dispuesto como remate sobre una cúpula, que mediante huecos permite la iluminación y la ventilación del espacio interior del edificio.

METOPAS

Pieza rectangular de piedra, mármol o terracota que ocupa parte del friso de un entablamento dórico, situada entre dos triglifos.

MEZANINE

Piso situado entre la primera planta y la planta baja de un edificio.

MOLDURA

Es un elemento decorativo en relieve, de acusado componente longitudinal, que conserva idéntico perfil en todo su trazado.

MURALES

Es una técnica artística pintada o aplicada directamente sobre un muro o pared, bien sea piedra o algún tipo de construcción. Los modelos históricos más habituales son de composiciones pictóricas, o también realizados en mosaico, cerámica o esgrafiado.

NICHOS

Es una concavidad en el espesor de un muro, generalmente semicilíndrico y rematado en un cuarto de esfera en el que se colocan imágenes u objetos decorativos y romper la monotonía de los grandes paños de pared.

NUBE DE PUNTOS

Es un conjunto de vértices en un sistema de coordenadas tridimensional que representa y define una

	geometría concreta, como puede ser un edificio, una infraestructura o cualquier otro tipo de elementos.
ORNAMENTACIÓN	Embellecer algo a través de la inclusión de adornos y detalles decorativos.
PÁTINA	En arquitectura, es signo del tiempo y testimonio de la vida y de la autenticidad de la obra.
PILASTRAS	Es un pilar o columna, de base cuadrangular, adosado a un muro o pared. Su función puede ser estructural, sosteniendo techo, tejado, entablamento, moldura o arquitrabe, o meramente decorativa.
RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL	Es una técnica audiovisual que se utiliza para simular la reconstrucción de un monumento histórico o pieza icónica en urbanismo. La reconstrucción virtual del patrimonio histórico es una pieza clave para la recuperación de monumentos, entornos y culturas, abordando la problemática de la intervención física en los edificios o centros.
RETABLOS	Es la estructura arquitectónica, pictórica y escultórica que se sitúa detrás del altar en las iglesias católicas.
SACRISTÍA	Es el lugar donde se revisten los sacerdotes y están guardados los ornamentos y otras cosas pertenecientes al culto.
TAPIADO	Puertas y/o ventanas cerradas con material debido al cambio de uso.

TRIGLIFOS

Adorno del friso dórico que tiene forma de rectángulo saliente y está surcado por dos glifos centrales y medio glifo a cada lado.

INTRODUCCIÓN

La Antigua Guatemala, es uno de los destinos turísticos más cotizados del país. Conocida internacionalmente por sus ruinas y su historia, destaca por mostrar cómo la fuerza de la naturaleza toma importancia en el desarrollo de su población debido a los traslados que realizaron después de la catástrofe del terremoto de 1773, aunque un porcentaje de la población se negó a irse del valle de Panchoy.

Desde 1979 la Unesco declaró a la ciudad de La Antigua Guatemala como patrimonio cultural intangible de la humanidad, en tal sentido, el Consejo Nacional para la Protección de la Antigua Guatemala, tiene como propósito el cuidado, protección, restauración y conservación de los bienes muebles e inmuebles nacionales, municipales o particulares que estén dentro del perímetro de conservación. Pero debido al bajo presupuesto otorgado a esta institución no se ha logrado generar propuestas de conservación para todos los monumentos a su cargo, entre los cuales se encuentra la Sacristía del Templo de La Recolección, la cual fue diseñada por el arquitecto Diego De Porres.

La tecnología entra con un rol importante dentro de las metodologías que se pueden utilizar para preservación y conservación de dichos monumentos. La fotogrametría es una técnica avanzada de captura de datos que ha demostrado ser extremadamente útil en el levantamiento de monumentos arquitectónicos y en la reconstrucción virtual de estos, ofrece ventajas significativas en el procesamiento de documentación y levantado arquitectónico, otorga precisión, estudio no invasivo, costo – efectividad y flexibilidad.

GENERALIDADES

I . ANTECEDENTES

El paso del tiempo sobre los monumentos, el uso inadecuado e intensivo por parte del pueblo y los diferentes acontecimientos climáticos como terremotos, erupciones y lluvias, propios de la naturaleza, repercuten considerablemente en la conservación de los monumentos y el Templo de La Recolección uno de las más notorios en cuanto a estos daños, ya que muestra deterioro en el aspecto físico y de uso.

El templo se encontraba dentro de áreas agrícolas destinadas al cultivo del café para el cual es necesario utilizar arboles de sombra. El monumento debido a esto y a la baja insolación que se da en el área, ha sufrido daños debido a la humedad que se genera alrededor y dentro del edificio, deteriorando los materiales de construcción, la sacristía y la antesacristía son de los ambientes más afectados de todo el complejo de La Recolección.

Agregado a todo el deterioro por parte de la naturaleza, después de que el templo fuese abandonado, cumplió con diversos tipos de uso, por ejemplo, fue utilizado como una fábrica de jabón industrial, lo que acentuó un deterioro acelerado. Luego se fueron quitando partes del monumento para porque su material sería usado para reconstrucciones de las casas de La Antigua Guatemala.

En la actualidad, la sacristía del templo de La Recolección se encuentra en un estado de ruinas, aunque se están llevando a cabo algunos esfuerzos para restaurar y conservar el lugar por parte del Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala. La sacristía del templo de La Recolección ha sufrido daños significativos debido a los terremotos y al abandono, aún se pueden observar restos de las decoraciones originales.

2. JUSTIFICACIÓN

La sacristía, objeto de estudio en este trabajo, forma parte del complejo del Templo La Recolección, ubicado en La Antigua Guatemala, el cual es un edificio histórico de gran importancia patrimonial y cultural para la región. Sin embargo, su existencia actual se encuentra en un estado de abandono y deterioro, lo que plantea el problema de la conservación del edificio.

La ausencia de propuestas para la conservación y la integración de nuevas tecnologías en monumentos históricos como la Sacristía del Templo La Recolección puede atribuirse a diversos factores. Entre ellos se incluyen los elevados costos asociados con los levantamientos fotogramétricos, la carencia de un límite presupuestario para la adquisición del equipo necesario, tanto para llevar a cabo dichos levantamientos como para realizar restauraciones.

Este último aspecto es consecuencia de los limitados recursos asignados al Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala (CNPAG), destinados a la restauración de monumentos y a la falta de fondos para llevar a cabo levantamientos fotogramétricos. Además, la carencia de un consenso entre las autoridades y las partes interesadas en relación con el uso apropiado del edificio puede obstaculizar la toma de decisiones.

Todo lo anterior se deriva de una combinación de factores económicos, políticos y de conocimiento. Es necesario abordar este problema mediante la realización de investigaciones y estudios específicos que permitan identificar las posibles soluciones y la manera de implementarlas adecuadamente con la tecnología necesaria para su conservación mediante el apoyo de la reconstrucción virtual.

3. OBJETIVO

3.1 GENERAL

Reconstruir de manera virtual la sacristía diseñada por Diego de Porres, en el templo La Recolección en La Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

3.2 ESPECÍFICOS

1. Utilizar técnicas de reconstrucción fotogramétrica para crear un modelo tridimensional de la sacristía con base en las hipótesis del arquitecto Guillermo Aguirre.
2. Fomentar el uso de las nuevas tecnologías para concientizar a la población del valor real y tangible que tienen los monumentos en el desarrollo social y turístico del país.
3. Crear un modelo en 3D de la sacristía, para su posterior implementación en una plataforma digital en la que las personas puedan tener interacción con dicho modelo y así conocer la historia de la sacristía y del templo mediante una experiencia de realidad virtual.

4. DELIMITACIÓN DEL TEMA

Se partirá del estudio regional del área para el tema presentado. Con base en la red curricular de la Facultad de Arquitectura, se tomará la línea de conservación de monumentos, por lo que, el tema está dentro de los límites del patrimonio arquitectónico de la ciudad de La Antigua Guatemala establecido por el Consejo Nacional Para la Protección de La Antigua Guatemala.

Ilustración 1 – Delimitación territorial del área de estudio

Fuente: elaboración propia, realizada con el software Google Earth.

4.1 Delimitación territorial

El área de cobertura que se estableció es de 200 m^2 que sería un total de 9 manzanas cuadradas, dicha área es la que corresponde para la influencia del turismo en los monumentos.

4.2 Delimitación espacial

Se seleccionó como objeto de estudio e investigación para una propuesta de conservación el monumento Convento de La Recolección, situado en La Antigua Guatemala, Sacatepéquez, específicamente en la 1a aalle Poniente y avenida de la Recolección.

Latitud: 14°33'38.94"N

Longitud: 90°44'29.79"O

4.3 Delimitación temporal

El presente trabajo se enfoca en la sacristía "Capilla Diego de Porres", propone una recopilación de datos históricos con el objetivo de llevar a cabo una reconstrucción virtual mediante una nube de puntos.

Los proyectos de conservación o restauración arquitectónica requieren de un proceso metodológico que permita identificar las acciones necesarias, ajustándose a las especificaciones y requerimientos del proyecto en cuestión. En esta fase de investigación, la nube de puntos emerge como una herramienta valiosa al proporcionar información detallada y precisa sobre el estado actual de la sacristía. Esta información resulta fundamental para establecer un diagnóstico concreto y determinar las intervenciones necesarias para lograr la conservación del valioso patrimonio arquitectónico.

5. PROBLEMA

Los monumentos históricos son testigos de la historia y la cultura de una sociedad, y su conservación es esencial para preservar la memoria colectiva y permitir el acceso a las futuras generaciones. Sin embargo, estos monumentos están sujetos a una serie de factores que pueden afectar su integridad, como el deterioro natural, el cambio climático, el uso indebido, la falta de mantenimiento, los desastres naturales, entre otros.

Para la preservación de su integridad física y asegurar la accesibilidad, legibilidad y representación, al público. Es necesario tomar medidas para proteger los monumentos contra los factores que los pueden dañar, pero también es importante permitir el acceso público a los monumentos mediante la investigación, la educación y la interpretación y conocer cómo puede esto afectar el desarrollo del contexto social.

La Antigua Guatemala es una ciudad colonial de gran importancia histórica y cultural en Centroamérica. Conocida por sus impresionantes edificaciones coloniales, patrimonio arquitectónico y su rica historia, es considerada como una de las ciudades patrimonio de la humanidad por la Unesco. Sin embargo, el problema de conservación en La Antigua Guatemala se plantea como un desafío a la hora de preservar el patrimonio cultural de una comunidad.

Aunque muchos de los monumentos de La Antigua Guatemala se construyeron con materiales perecederos (adobe, piedra, ladrillo y argamasa), son vulnerables al deterioro debido a la humedad, catástrofes naturales y cambios climáticos.

Este es el caso de la sacristía (denominada Capilla de Porres) del templo La Recolección, donde el cambio climático, poca insolación y la humedad por falta de desfogue de agua pluvial del interior y del exterior, han hecho que la capilla se encuentre en un estado de deterioro lamentable. Por lo que es necesario implementar métodos de conservación para preservar su integridad física e histórica.

6. METODOLOGÍA

6.1 FASE 1: INVESTIGACIÓN

Recopilación de datos preliminares e históricos del monumento de La Recolección para comprender su contexto social, cultural y económico, para esto se consultarán diversas fuentes bibliográficas dentro la sede CNPAG y otras para alcanzar los objetivos planteados en esta propuesta.

Se investigarán métodos de conservación tales como la reconstrucción virtual y revitalización, así como su implementación siguiendo el método científico, el cual se basa en un proceso sistemático y lógico para recopilar y analizar información con el objetivo de responder preguntas o resolver problemas.

6.2 FASE 2: VISITAS DE CAMPO

- Se realizarán vistas para ver su estado actual y determinar los problemas existentes y se realizará una investigación histórica de éste.
- Se tomarán dimensiones de la sacristía y se documentará su deterioro por medio de imágenes del monumento para generar un registro.
- Generar un levantamiento interno de la sacristía mediante el uso de la fotogrametría.

La recopilación de toda la información obtenida en las vistas al monumento servirá para el desarrollo de gabinete.

6.3 FASE 3: TRABAJO DE GABINETE

En esta fase se hará uso de todos los datos recopilados en las fases anteriores partiendo del uso de una nube de puntos, se utilizará de la siguiente forma:

- Reconstrucción virtual de la sacristía (Capilla de Diego de Porres)
- Comparación y rectificación de las dimensiones de la sacristía.
- Levantamiento digital para una propuesta de conservación sin intervención.

La reconstrucción virtual, la documentación y el levantamiento tendrá como fin el hacer un aporte al CNPAG para que los profesionales en restauración puedan realizar trabajos posteriores.

FASE 1

FASE I
INVESTIGACIÓN-MARCO TEÓRICO

1. ARQUITECTURA COLONIAL Y LEGADO DE DIEGO DE PORRES EN LA ANTIGUA GUATEMALA

1.1 Contexto histórico y arquitectónico de la época colonial en Guatemala

La arquitectura colonial en Guatemala se establece como un testimonio invaluable de la intersección entre la historia, la cultura y la edificación. En el centro de este legado arquitectónico resalta la figura de Diego de Porres, un arquitecto cuyo trabajo ha dejado una huella duradera en La Antigua Guatemala.

Explorar la arquitectura colonial en esta región brinda una mirada al pasado, una oportunidad para apreciar la mezcla de diversas influencias y la creatividad de los arquitectos que diseñaron una era de marcada arquitectura por la convergencia de lo autóctono y de lo europeo. Esta investigación permite mostrar una época en la que la arquitectura se convirtió en el lienzo donde las culturas se entrelazaron, dando como resultado una herencia arquitectónica única y significativa.

La época colonial en Guatemala abarca desde la llegada de los conquistadores en el siglo XVI hasta las primeras décadas del siglo XIX. Durante este período, la arquitectura fue un medio a través del cual se estableció la presencia de la corona española y la Iglesia católica en el Nuevo Mundo. Según Pérez y Sánchez (2004), el trazado de las ciudades, la construcción de iglesias y la edificación de espacios administrativos y religiosos se convirtieron en actos simbólicos de poder y dominio.

La arquitectura de Diego de Porres en Guatemala se caracteriza por una combinación de estilos arquitectónicos, barrocos y renacentistas, cuidadosamente adaptados a las particulares condiciones locales. Esta sinergia estética no solo refleja la destreza del arquitecto en dicha época, sino también su habilidad para incorporar elementos de diseño que no solo eran visualmente impresionantes, sino también funcionales y contextualmente apropiados.

A través de esta fusión, la arquitectura colonial guatemalteca se erige como un testimonio tangible de cómo la creatividad arquitectónica puede dialogar con el entorno cultural y geográfico, trascendiendo las épocas para inspirar comprensión del pasado y enriquecer el panorama arquitectónico de estos momentos.

Dentro de este contexto, la influencia de Diego de Porres se destaca. Porres, un arquitecto nacido en antigua Guatemala que emergió como una figura prominente en dicha ciudad, contribuyó significativamente al desarrollo arquitectónico de la época. De acuerdo con Martínez (2011), Porres fue conocido por su habilidad para combinar las tendencias arquitectónicas europeas con las demandas de la región. Sus obras, el Templo La Recolección, por ejemplo, reflejan una síntesis de estilos que abrazan tanto lo europeo como las costumbres que se desarrollaban en ese momento en Guatemala, estableciendo una conexión entre dos mundos.1

1 Muñoz, Luis Luján. 1982. El Arquitecto Mayor Diego de Porres 1677 - 1741.

Ilustración 2 – Convento de Santa Clara

Fuente: elaboración propia.

Sus obras más conocidas son el Templo La Recolección, el Convento de Santa Clara (ver Ilustración 2), el Templo de San Francisco El Grande (ver Ilustración 3), la escuela de Cristo y el Convento de Capuchinas, que siguen siendo monumentos arquitectónicos icónicos en La Antigua Guatemala. Cada una de estas estructuras refleja su enfoque meticuloso en la creación de espacios estéticamente impactantes y funcionalmente significativos.

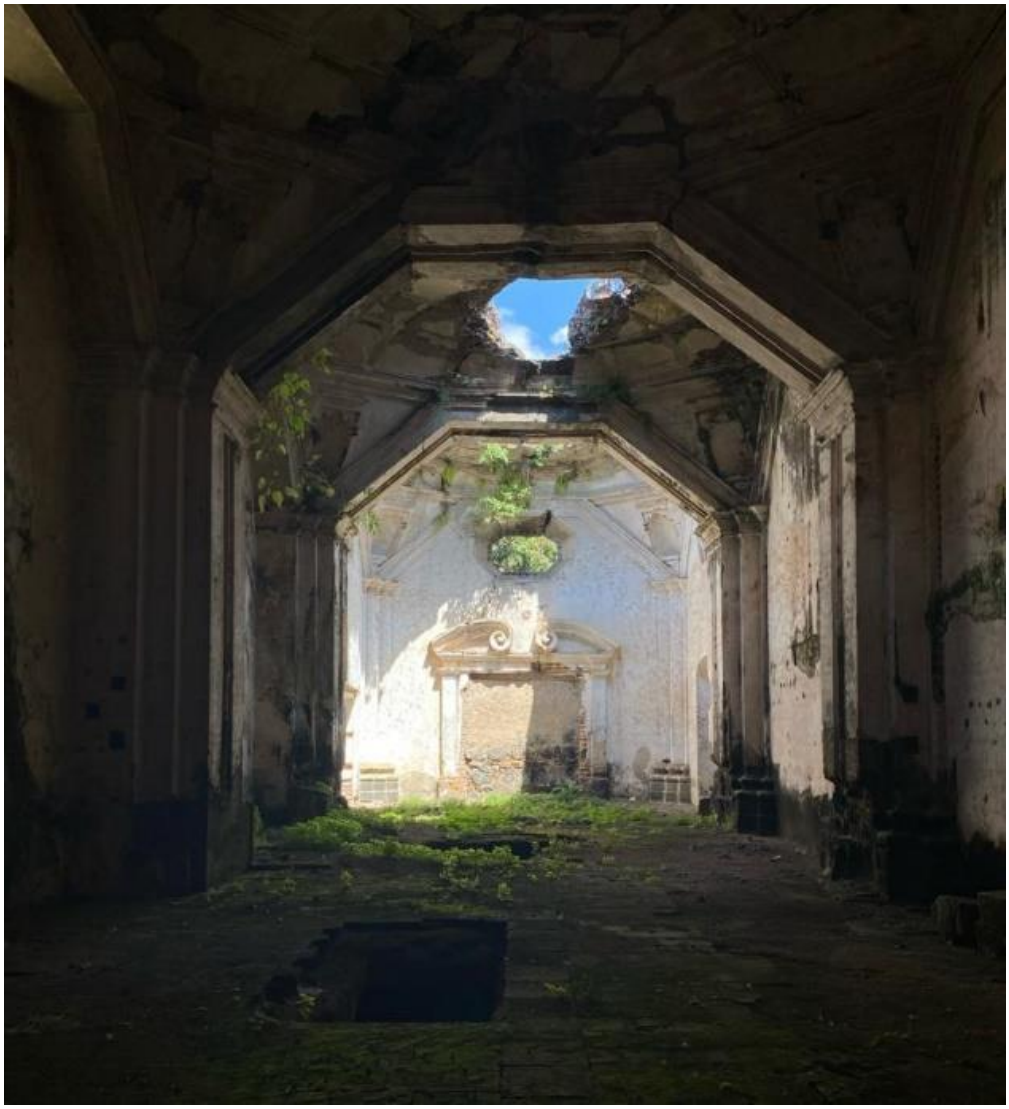
Ilustración 3 – Templo San Francisco El Grande

Fuente: elaboración propia.

La Sacristía del Templo La Recolección (ver Ilustración 4), en la cual se enfoca este estudio, está diseñada y construida por Diego de Porres, encapsula elementos arquitectónicos y ornamentales que reflejan la identidad colonial guatemalteca como también reflejan el distintivo diseño del arquitecto. La sacristía es un ejemplo de la armoniosa coexistencia de arcos de medio punto hexagonales y elementos decorativos de tradición indígena.

La influencia de Porres se manifiesta en la articulación de espacios y la incorporación de elementos ornamentales que fusionan las corrientes estéticas de la época.

Ilustración 4 – Interior de la Sacristía



Fuente: elaboración propia.

1.2 Contribuciones arquitectónicas y artísticas del Arquitecto Diego de Porres

Dentro de la destacada trayectoria arquitectónica de este prolífico maestro, se distinguen diversas obras que definen su legado. Entre éstas, el Templo de La Recolección, un proyecto que asumió tras el fallecimiento de su padre en 1703 y que concluyó en 1717. Asimismo, ha dejado su sello característico en la iglesia y claustro de San Felipe Neri entre 1720 y 1730, así como en el Hospital de San Alejo en 1722. Otras contribuciones notables incluyen la iglesia y Convento de Santa Clara (1730-1734) y el Convento de Nuestra Señora del Pilar o Capuchinas (1731-1736). Se le reconoce también por su participación en la construcción de la Real Casa de la Moneda (1734-1738) y el Palacio Arzobispal (1743), así como por su diseño del Real Palacio.2

Su influencia se amplía más allá del ámbito religioso, se puede estudiar en la concepción de los planos para el magnífico templo del Cristo de Esquipulas, iniciado por su hijo Felipe, alrededor de 1740, claramente inspirado en la grandiosidad de la Catedral de Valladolid. Además, su destreza arquitectónica se refleja en la Catedral de León (Nicaragua), construida por su hijo Diego Joseph desde 1747.

No se limitó únicamente a la arquitectura sacra, sino que también se distinguió como fontanero mayor, introduciendo el suministro de agua en los pueblos de San Bernardino Patzún en 1712 y San Juan Comalapa en 1722. Su pericia se destacó aún más al mejorar el suministro de agua en Santiago y al erigir la imponente fuente de la plaza mayor de Santiago o de Las Sirenas en 1739, una obra maestra inspirada en la fuente de Neptuno de Bolonia, Italia, creada por Giovanni de Bologna, indudablemente influenciada por grabados de obras arquitectónicas europeas.

Adicionalmente, no se dedicó solo a la construcción de edificaciones religiosas y fuentes urbanas, sino que también contribuyó a la infraestructura, erigiendo un puente en San Lorenzo El Tejar en 1715 y realizando reparaciones en el puente del río Los Esclavos en 1728.

2 Muñoz, Luis Luján. 1982. El Arquitecto Mayor Diego de Porres 1677 - 1741.

Su creatividad arquitectónica se manifiesta en el distintivo diseño de una "pilastra-Serliana" de doble lira, influenciada por los escritos de Sebastiano Serlio, la cual incorporó de manera prominente en varias fachadas de iglesias. 3

Este elemento se convirtió en un distintivo formal del barroco tardío en el Reino de Guatemala y revela la meticulosidad con la que abordó cada proyecto. No menos relevante es su elección del emblema de los impresores Platin-Moretus de Amberes, Bélgica, que incorporó en sus planos y algunas de sus construcciones, subrayando su conexión con la rica tradición arquitectónica europea.4

1.3 Análisis de la importancia de la Sacristía del Templo La Recolección

1.3.1 Preservación del patrimonio histórico

El estudio de la sacristía se convierte en un componente vital para preservar el patrimonio histórico y arquitectónico de La Antigua Guatemala. La reconstrucción virtual puede desempeñar un papel esencial al conservar digitalmente los detalles y características únicas de la sacristía, esta metodología permite la reinterpretación del monumento para realizar una conservación sin intervenir físicamente la edificación, permitiendo la preservación íntegra sin destruir o alterar.

1.3.2 Documentación precisa

La fotogrametría permite una documentación precisa de cada elemento de la sacristía, desde la disposición espacial hasta sus detalles ornamentales. Esto proporciona un registro exhaustivo para futuros estudios y garantiza la preservación digital de la información.

3 Manrique, Jorge Alberto. 1983-08-06. «Notas Bibliográficas.» En El Arquitecto Mayor Diego de Porres, 1677-1741, De Luis Luján Muñoz,

4 Muñoz, Jorge Luján. s.f. Real Academia de la Historia. Último acceso: 10 de 10 de 2023

Y con el apoyo del uso de esta tecnología se pueden realizar reconstrucciones virtuales que permitan visualizar la historia del monumento de esa época desde otra perspectiva, proporcionando un vistazo a lo que el espacio arquitectónico pudo haber sido. Un ejemplo de esta tecnología son los programas para fotogrametría (ver Ilustración 5).

Ilustración 5 – Fotogrametría con nube de puntos

Fuente: ALL3DP (2022). Los mejores programas de fotogrametría 3D de 2023.

1.3.3 Investigación arqueológica remota

La fotogrametría con apoyo de la reconstrucción virtual facilita la investigación arqueológica remota, permitiendo a los expertos explorar la sacristía de manera virtual y realizar análisis detallados sin perturbar el sitio físico. Esto puede ayudar a revelar nuevos datos que podrían no ser evidentes en visitas de campo.

1.3.4 Recreación de elementos perdidos

En casos donde elementos de la sacristía se hayan perdido o deteriorado con el tiempo, la reconstrucción virtual brinda la oportunidad de recrear digitalmente, con base a documentos históricos del monumento, estos elementos, basados en hipótesis previamente investigadas, devolviendo un hipotético del original y completando la imagen histórica. Respetando los conceptos de conservación tales como: reversibilidad de los procesos, la pátina y la legibilidad de las intervenciones a través del tiempo.

1.3.5 Experiencia inmersiva para el público

La reconstrucción virtual no solo beneficia a los estudiosos e investigación, sino que también ofrece una experiencia inmersiva al público (ver Ilustración 6). La creación de entornos virtuales accesibles permite que personas de todo el mundo exploren la sacristía y se sumerjan en su historia y arquitectura. Esto no solo en el estado actual en el que se encuentra ahora, sino que también con la recreación de los espacios arquitectónicos para que la inmersión sea "completa."

Ilustración 6 – Reconstrucción virtual en 3D

Fuente: Resco (2019). El conjunto Monumental de Santa Fe: La reconstrucción virtual en 3D de sus fases históricas.

1.3.6 Difusión de la cultura y la historia

La implementación de la reconstrucción virtual amplifica la capacidad de difusión cultural y educativa (ver Ilustración 7). Puede utilizarse como una herramienta didáctica poderosa, brindando a estudiantes y visitantes una comprensión más profunda de la historia y la importancia cultural.

Ilustración 7 – Inmersión en reconstrucción virtual

Fuente: Bravo (2020). ¿Cómo era caminar por Roma Imperial?

1.3.7 Planificación de restauraciones

La reconstrucción virtual puede ser instrumental en la planificación de proyectos de restauración. Permite a los arquitectos y conservadores visualizar cómo podría ser la sacristía después de la restauración, facilitando la toma de decisiones sobre intervenciones físicas.

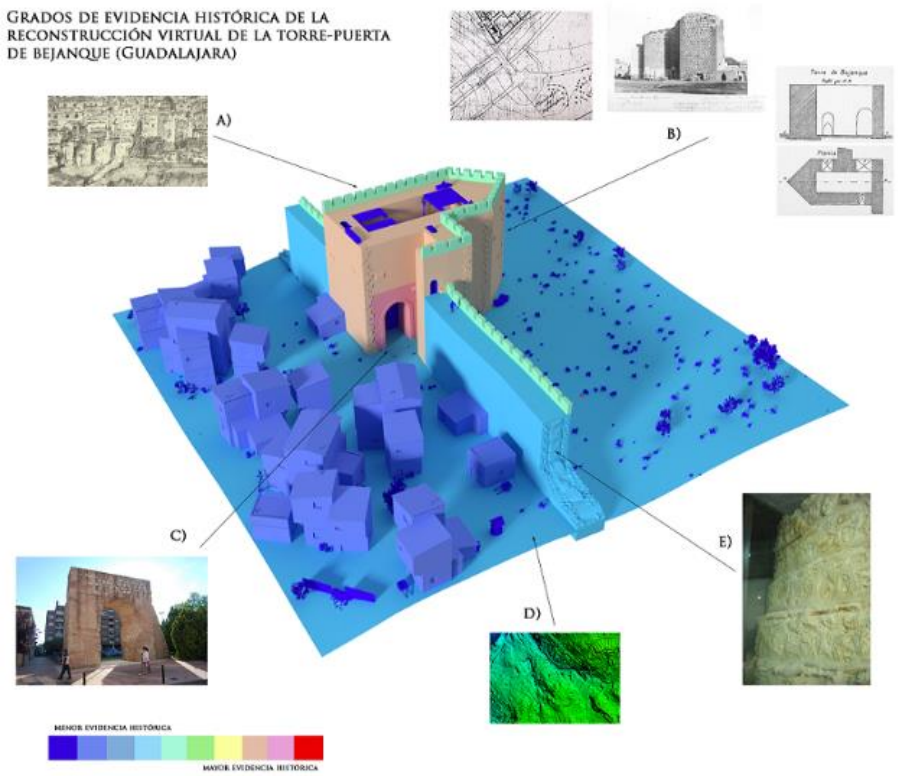
1.3.8 Colaboración interdisciplinaria

Facilita la colaboración entre expertos en arquitectura, historia, informática y conservación. La implementación de la reconstrucción virtual fomenta equipos interdisciplinarios que pueden aportar diversas perspectivas para un estudio completo y preciso.

1.3.9 Recreación de contextos históricos

La reconstrucción virtual no se limita solo a un espacio determinado, sino que también puede recrear el entorno histórico circundante (ver Ilustración 8). Esto proporciona un contexto más completo para entender la función y el significado de los monumentos en su tiempo original.

Ilustración 8 – Escala de evidencia histórica



Fuente: Resco (2014). Reconstrucciones virtuales: La escala de evidencia histórica.

1.3.10 Innovación en la presentación de datos

La implementación de la reconstrucción virtual representa una innovación en la presentación de datos históricos. Ofrece una forma dinámica y cautivadora de comunicar la historia en este caso de la sacristía, atrayendo a una audiencia más amplia a través de medios digitales.

El estudio de la sacristía del Templo La Recolección en La Antigua Guatemala, centrado en la reconstrucción virtual, no solo preserva y documenta el patrimonio histórico, sino que también democratiza el acceso a la historia y enriquece la comprensión cultural mediante tecnologías avanzadas.

1.4 Arquitectura y estilo de la sacristía del Templo la Recolección

1.4.1 Características estilísticas y elementos decorativos de la época colonial

La arquitectura colonial en La Antigua Guatemala se distingue por la fusión armoniosa de estilos europeos, principalmente el barroco y el renacimiento, adaptados con ingenio a las condiciones locales y a las preferencias de la época. A continuación, se presentan las características estilísticas y elementos decorativos emblemáticos de la arquitectura colonial en este contexto.

1.4.2 Arquitectura barroca

La predominancia de la arquitectura barroca en La Antigua Guatemala (ver Ilustración 9), se manifiesta en su exuberancia decorativa, el uso profuso de curvas y contracurvas, así como la meticulosa atención a los detalles ornamentales.

Su expresión fue bastante más modesta, al punto que no se llegó a crear el espacio barroco propiamente dicho, según se entiende dentro del contexto de la historia de la

arquitectura. Sin embargo, se transformaron infinidad de elementos arquitectónicos y se crearon otros nuevos. La suma de esas características, propuestas de expresión y lenguaje arquitectónico da lugar a definir la obra de ese período como un Barroco.[5]

Ilustración 9 – Ventana ortogonal y segmento de la fachada El Carmen característicos del barroco

Fuente: elaboración propia.

1.4.3 Fachadas monumentales

Las fachadas de las iglesias y edificaciones coloniales imponen su presencia con una disposición simétrica y elementos arquitectónicos que subrayan la verticalidad, como torres y campanarios (ver Ilustración 10). El empleo del ladrillo en el núcleo de las imágenes en bulto, creadas en alto relieve para los nichos de las fachadas de todos los

5 Juárez. 2011. La arquitectura monumental de La Antigua Guatemala.

templos, constituye un testimonio elocuente de la maestría arquitectónica de la época colonial.

Estas estatuas, exquisitamente modeladas y en ocasiones policromadas, representan una expresión sublime de la habilidad artesanal y la visión estética que caracterizaban la construcción de templos.6

Ilustración 10 – Fachadas monumentales del Convento del Carmen y Templo de la Merced

Fuente: elaboración propia.

En las fachadas, de más de dos metros de espesor, el juego de pares de columnas colocadas en distintos planos resuelve el problema estructural ante el embate de los sismos, al tiempo que ofrece, debido a su composición, una solución visualmente etérea gracias al juego de luz y sombra que se genera entre ellas. Así mismo, la decoración

6 Elliot, Dvaid Jickling/ Elaine. 1989. Fachadas y festividades de Antigua - Una guía de iglesias y celebraciones.

geométrico vegetal aplicada a sus fustes crea un aligeramiento visual mediante la textura de tosca filigrana que produce la sensación de que las columnas pierden la pesantez que les permite cumplir su función estructural.[7]

En La Antigua Guatemala se tiene el término de barroco sísmico, el cual fue utilizado por Pal Kelemen, para referirse a las soluciones arquitectónicas desarrolladas contra los sismos en el reino de Guatemala y, en especial, en La Antigua.

En el caso de los edificios diseñados por Diego de Porres, se caracterizan por sus gruesas y exentas columnas, sus bóvedas baídas o rebajadas y arcos rebajados (ver Ilustración 11), que son los elementos clave en la resistencia de sus edificios. Rompiendo la proporción vitruviana y generando una proporción propia.[8]

Ilustración 11 – Bóvedas baídas de la Sacristía del Templo La Recolección

Fuente: elaboración propia.

7 Juárez. 2011. La arquitectura monumental de La Antigua Guatemala.

8 Garín, Silvio Escolano / Loren Lemus / Alberto. 2018. Los intentos por una arquitectura antisísmica en Santiago de Guatemala en el siglo XVIII.

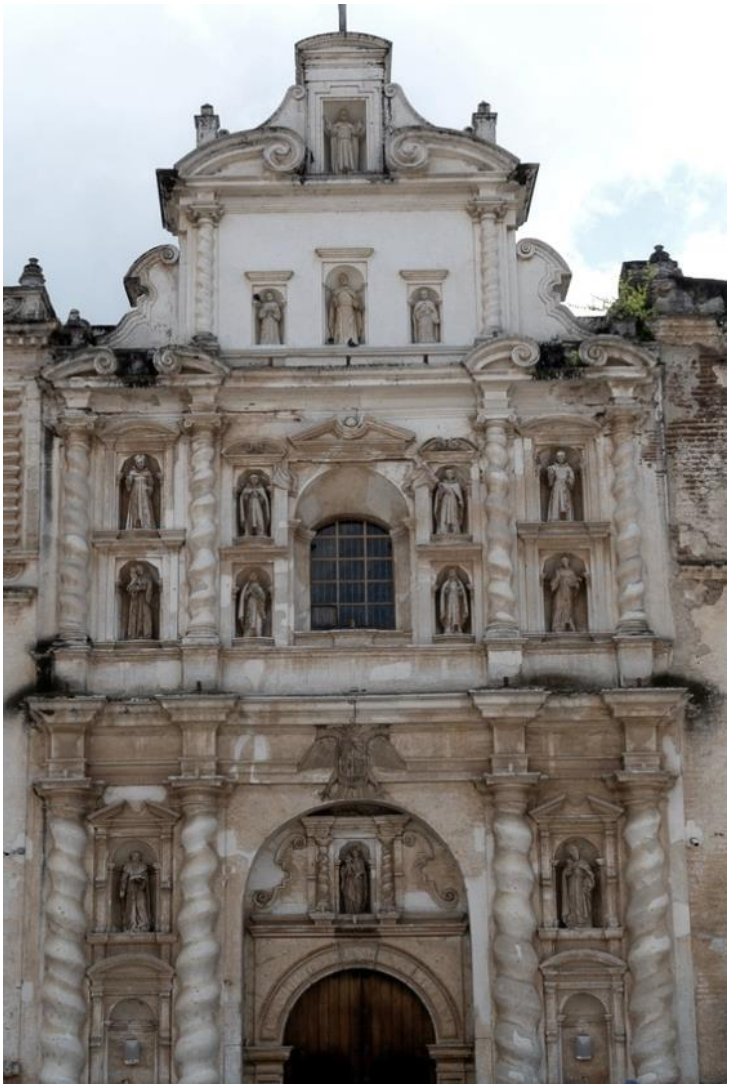
1.4.4 Columnas salomónicas

Las columnas salomónicas, espirales y talladas, constituyen un elemento distintivo del barroco, presentes con frecuencia en portadas y retablos, añaden ornamentación y dinamismo visual (ver Ilustración 12).

La columna salomónica estuvo en uso en la arquitectura guatemalteca más o menos en el mismo período temporal que en los retablos; es decir, aproximadamente de 1680 a 1730. En estos 50 años (como fue durante toda la época colonial), los cambios en arquitectura no se dieron en plantas o en la forma de las fachadas, sino en el tipo de columnas y detalles decorativos en las portadas, y, en los interiores (además de los retablos y otros muebles), en los entablamentos y en el repertorio ornamental en cubiertas (bóvedas y cúpulas), a través de trabajos en estuco o yeserías y en pintura mural. [9]

9 Muñoz. 2003. La columna salomónica en el arte colonial guatemalteco.

Ilustración 12 – Columnas salomónicas del Templo de San Francisco



Fuente: elaboración propia.

1.4.5 Cúpulas

Las iglesias coloniales en La Antigua Guatemala a menudo exhiben cúpulas destacadas. Estas cúpulas pueden ostentar detalles decorativos en relieve y están rematadas por elementos como linternas o cruces. Las cúpulas pueden ser nervadas, baídas y rebajadas (ver Ilustración 13). En el caso de La Antigua Guatemala, la mayoría de las cúpulas se derrumbaron a causa de los terremotos.

Ilustración 13 – Cúpula nervada del Convento Santa Clara y cúpula baída con base elipsoidal del Templo La Recolección

Fuente: elaboración propia.

1.4.6 Uso de materiales locales

La arquitectura colonial hace un uso extensivo de materiales autóctonos, como la piedra volcánica y la madera. Detalles tallados a mano en la piedra son comunes, generando una textura rica en las fachadas. La adaptación de muros para los edificios eclesiásticos constituyó una forma de construcción que ha perdurado a lo largo de los siglos. Estos muros, construidos con mampostería, revelan un intento rudimentario de ajustar las piedras mediante el uso de argamasa.

El espesor de dichos muros variaba en función de la altura del edificio, proporcionando una solidez estructural acorde con los requisitos arquitectónicos de la época. En la parte superior de estos muros, específicamente en la transición de las bóvedas, se optaba exclusivamente por el uso de ladrillos, aportando una capa adicional de complejidad y detalle a la estructura.

Además, tanto el interior como el exterior de estas construcciones se veían enriquecidos mediante la aplicación de estuco, un revestimiento que confería no solo una estética

refinada sino también una protección adicional a la edificación, destacando así la atención meticulosa dedicada a estos edificios a lo largo del tiempo.[10]

1.4.7 Elementos decorativos

Las fachadas suelen lucir relieves escultóricos que representan motivos religiosos (ver Ilustración 14), tales como escenas bíblicas, figuras de santos o ángeles. Estos relieves pueden encontrarse tanto en portadas como en los interiores de las iglesias. También se tiene el uso de volutas en forma de espiral o caracol como elementos decorativos en los capiteles.

Ilustración 14 – Metopas y triglifos de la Iglesia y Convento de San Agustín

Fuente: elaboración propia.

1.4.8 Esculturas en fachadas

Esculturas de santos y figuras religiosas se sitúan en nichos en las fachadas de las iglesias, estableciendo una conexión visual con la espiritualidad y la devoción (ver Ilustración 12).

Las estatuas, al ser esculpidas en ladrillo, no solo demostraban una innovación técnica, sino que también ofrecían una ventaja estilística significativa. La maleabilidad del ladrillo permitía a los escultores detallar con precisión cada pliegue de la vestimenta, cada rasgo facial y cada elemento simbólico. Esta riqueza en los detalles, superior a lo que se

10 Annis, Verle L. 1543-1773. «La Arquitectura de la Antigua Guatemala.» En *La Arquitectura de la Antigua Guatemala*

podría haber logrado con la piedra, confiere a estas obras una singularidad que trasciende el tiempo.

La elección del ladrillo como material central para estas imágenes enaltece su singularidad, evidenciando una adaptación ingeniosa a los recursos disponibles. A pesar de las limitaciones técnicas inherentes a la talla en ladrillo, los escultores de la época lograron superar cualquier restricción, creando obras que desafían las expectativas y subrayan la destreza técnica y creativa que caracteriza a la arquitectura colonial.

Estas estatuas, emplazadas estratégicamente en los nichos de las fachadas, no solo servían como expresiones devotas, sino que también añadían una dimensión artística distintiva a la arquitectura de los templos. La elección de materiales y la excelencia en la ejecución evidencian la importancia atribuida a la estética y la espiritualidad en la construcción de estos monumentos coloniales, perpetuando así una tradición artística que ha dejado una marca indeleble en la historia arquitectónica.

1.4.9 Ornamentación fruta, flores y sirenas

Elementos decorativos que evocan frutas, flores y guirnaldas son comunes, aportan vitalidad y simbolismo a la ornamentación. La figura de la sirena aparece en expresiones de arte religioso (ver Ilustración 15), como en la parte superior de fachadas de iglesias, en cruces procesionales, peanas, diversos pedestales de vasos sagrados, en marcos con repisas y en frontales, entre otros.

También se pueden encontrar en el arte secular, en fachadas de casas de habitación, sosteniendo balcones o como cariátides o atlantes, y en fuentes ornamentales, particularmente aquellas adosadas a los muros.

En cuanto a sus características comunes, se menciona que la iconografía de las sirenas en el arte guatemalteco es muy variada y requiere de un estudio más completo para

definir su tipología. Sin embargo, se pueden encontrar ejemplos de sirenas en la platería, con una gran variedad de diseños, especialmente en el período plateresco.11

Ilustración 15 – Pilastra de sirenas en la fachada lateral del Convento Santa Clara

Fuente: elaboración propia.

1.4.10 Herrería artística

La herrería artística adorna ventanas y balcones con diseños intrincados. Rejas y barandas de hierro forjado frecuentemente exhiben motivos florales y geométricos.

11 Muñoz, Luis Luján. s.f. «presencia de sirenas en el arte guatemaltco.»

1.4.11 Azulejos y cerámica

Azulejos y cerámica decorativa se emplean en pisos, paredes y cúpulas. Patrones geométricos y florales son comunes y contribuyen a la paleta visual de la arquitectura colonial.

1.4.12 Pinturas murales

Las paredes internas y externas de las iglesias pueden estar decoradas con pinturas murales que representan escenas religiosas o alegóricas (ver Ilustración 16), añadiendo color y narrativa a los espacios sagrados.

Ilustración 16 – Fragmento del mural del antiguo Colegio y Convento de la Compañía de Jesús

Fuente: La Bitácora (2023). La Antigua Guatemala.

1.4.13 Altar mayor y retablos

Los altares y retablos desempeñan un papel fundamental en la ornamentación de las iglesias coloniales. Estos elementos, tallados y dorados, suelen albergar esculturas y pinturas religiosas de gran importancia para la época. La arquitectura colonial en La Antigua Guatemala refleja una rica amalgama de estilos y técnicas, generando un paisaje visual que resalta la devoción religiosa y la maestría artesanal de la época.

1.5 Marco legal

Para llevar a cabo intervenciones en los monumentos, es necesario cumplir con lo establecido en los marcos normativos y las leyes que buscan preservar la historia que estos representan. A través de ellos, se obtiene evidencia de la cultura, la sociedad y la ideología de épocas anteriores. Además, estos monumentos nos representarán en el futuro, por lo que es crucial preservar su originalidad. Las leyes destinadas a la protección del Patrimonio Cultural de la Nación han sido creadas para que las acaten ciudadanos guatemaltecos y extranjeros.

La protección del patrimonio cultural en Guatemala se basa en un marco legal que abarca la Constitución y como leyes específicas diseñadas para preservar y conservar los elementos culturales y arqueológicos que son fundamentales para la identidad y la historia del país.

A continuación, se proporciona una breve introducción a algunas de las leyes relevantes:

1.5.1 Constitución Política de la República de Guatemala

La Constitución establece los principios fundamentales del país y puede contener disposiciones relacionadas con la protección del patrimonio cultural. Estas disposiciones pueden destacar la importancia de preservar la identidad cultural y la historia nacional.

CAPÍTULO II

SECCIÓN II – CULTURA

Artículo 58 Se reconoce el derecho de las personas y de las comunidades a su identidad cultural de acuerdo con sus valores, su lengua y sus costumbres.

Artículo 59 Es obligación primordial del Estado proteger, fomentar y divulgar la cultura nacional; emitir las leyes y disposiciones que tiendan a su enriquecimiento, restauración, preservación y recuperación; promover y reglamentar su investigación científica, así como la creación y aplicación de tecnología apropiada.

Artículo 60 Forman el patrimonio cultural de la Nación los bienes y valores paleontológicos, arqueológicos, históricos y artísticos del país y están bajo la protección del Estado. Se prohíbe su enajenación, exportación o alteración, salvo los casos que determine la ley.

Artículo 61 Los sitios arqueológicos, conjuntos monumentales y el Centro Cultural de Guatemala, recibirán atención especial del Estado, con el propósito de preservar sus características y resguardar su valor histórico y bienes culturales. Estarán sometidos a régimen especial de conservación el Parque Nacional Tikal, el Parque Arqueológico de Quiriguá y la ciudad de Antigua Guatemala, por haber sido declarados Patrimonio Mundial, así como aquellos que adquieran similar reconocimiento.

Artículo 64 Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.

Artículo 65 La actividad del Estado en cuanto a la preservación y promoción de la cultura y sus manifestaciones, estará a cargo de un órgano específico con presupuesto propio.12

1.5.2 Ley de Protección del Patrimonio Cultural de la Nación Decreto 26-97

Esta ley se centra en la preservación y conservación del patrimonio cultural de Guatemala. Puede abordar la protección de monumentos, sitios arqueológicos, bienes culturales y otros elementos significativos para la identidad nacional. La legislación establece directrices y regulaciones para asegurar la integridad y autenticidad de estos elementos a lo largo del tiempo.

CAPÍTULO II

PROTECCIÓN DE LOS BIENES CULTURALES

ARTICULO 4. Normas. Las normas de salvaguardia del Patrimonio Cultural de la Nación son de orden público, de interés social y su contravención dará lugar a las sanciones contempladas en la presente ley, así como las demás disposiciones legales aplicables.

ARTICULO 5. Bienes culturales. (Reformado por el Decreto 81-98 del Congreso de la República). Los bienes culturales podrán ser de propiedad pública o privada. Los bienes culturales de propiedad o posesión pública son imprescriptibles e inalienables. Aquellos bienes culturales de propiedad pública o privada existentes en el territorio nacional, sea quien fuere su propietario o poseedor, forman parte, por ministerio de la Ley de Patrimonio Cultural de la Nación, y estarán bajo salvaguarda y protección del Estado.

Todo acto traslativo de dominio de un bien inmueble declarado como parte del patrimonio cultural de la Nación deberá ser notificado al Registro de Bienes Culturales.13

12 Corte de Constitucionalidad. 2002. «Capitulo II - Derechos Sociales, Sección II - Cultura.

13 El Congreso de la República de Guatemala. 1997. *Compilación de Leyes Penales de Guatemala*

CAPÍTULO IV

REGISTRO DE BIENES CULTURALES

ARTICULO 28. Inventario Nacional del Patrimonio. (Reformado por el Decreto 81-98 del Congreso de la República). Con el propósito de preservar el patrimonio cultural, el Registro de Bienes Culturales, mantendrá al día un inventario nacional de los bienes que integran el patrimonio cultural de la Nación.

1.5.3 Ley Protectora de la Ciudad de La Antigua Guatemala Decreto 60 - 69

CAPÍTULO I

El CONSEJO PARA LA PROTECIÓN DE LA ANTIGUA GUATEMALA

Esta ley aborda temas como la conservación de edificios históricos, el control del desarrollo urbano, y la promoción del turismo sostenible. Aunque las leyes específicas pueden variar, a menudo comparten el objetivo de mantener la autenticidad y el valor histórico de la ciudad.

ARTÍCULO 2. Se crea el Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala, como entidad estatal descentralizada, con personalidad jurídica, fondos privativos y patrimonio propio. Su misión fundamental es el cuidado, protección, restauración y conservación de los bienes muebles e inmuebles, nacionales, municipales o de particulares, situados en aquella ciudad y áreas circundantes.

Artículo 9.- Son funciones del Conservador:

a) Estudiar los planos y especificaciones de los proyectos de edificación y restauración, formulando las recomendaciones técnicas del caso, para su aprobación por el Consejo y supervisar la ejecución de los trabajos.

b) Vigilar el desarrollo del conjunto urbanístico de la Ciudad y su autenticidad histórica y artística.

c) Proponer al Consejo la selección de los edificios que habrán de clasificarse como religiosos, civiles y de otra índole.

d) Asesorar gratuitamente a todas aquellas personas de escasos recursos que requieran sus servicios, cuando por disposición del Consejo así se acuerde;

e) Dirigir la aplicación del Plan Regulador y proponer al Consejo las modificaciones que estime necesarias o convenientes.

f) Investigar sobre los aspectos importantes de la historia de la arquitectura de la región;

g) En general, velar porque se mantenga la integridad histórica y artística de la Ciudad y de las áreas aledañas que se determinen, y cumplir y hacer que se cumpla esta ley.

h) Asistir a las sesiones del Consejo.

i) Desempeñar cualquier otra atribución que, dentro de la índole del cargo de Conservador de la Ciudad, le asigne el Consejo.

Artículo 14. Queda prohibida la reconstrucción de los edificios y monumentos mencionados en los incisos 1) y 3) del artículo 12, las obras que se emprendan tendrán como finalidad únicamente el cuidado, protección, conservación, restauración y consolidación del edificio o de las partes que lo necesiten. Estas obras sólo podrán ser ejecutadas bajo la supervisión del Conservador de la Ciudad y con la autorización expresa del Consejo para la Protección de la Antigua Guatemala. Toda obra que se proyecte ejecutar en los edificios a que se refiere el inciso 2) del Artículo 12 requerirá la aprobación previa del Consejo.

Tanto la conservación como la restauración tienden a la salvaguardar, tanto la obra de arte como el testigo de historia que constituye el monumento. La reconstrucción, en cambio, elimina la autenticidad y permite libertades que pueden producir la adulteración de los valores estéticos e históricos.[14]

14 Katherine Gribsy, Blanca Niñon Norton, Oscar Mora. 2006. *Ley Protectora de la Ciudad de Antigua Guatemala.* Vols. UNESCO,2006, de *Compendio de Leyres sobre la Proteccíon del Patrimonio*

FASE II

FASE II

VISITAS DE CAMPO

2. ESTADO ACTUAL DE LA SACRISTÍA DEL TEMPLO LA RECOLECCIÓN

2.1 Descripción detallada de la arquitectura y ornamentación de la Sacristía del Templo La Recolección

La sacristía del Templo La Recolección, tiene características muy propias del estilo de Diego de Porres (ver Ilustración 17). Esto se puede evidenciar en el anagrama que se encuentra en la parte superior de una de las tres bóvedas vaídas del templo, las otras dos tienen daños por deterioro debido al paso del tiempo y a los fenómenos naturales, asimismo, los meteoros atmosféricos de la región, cuando ingresaban a través de los agujeros creados en las estructuras que se vieron afectadas por los distintos eventos sísmicos desde el terremoto de 1773.

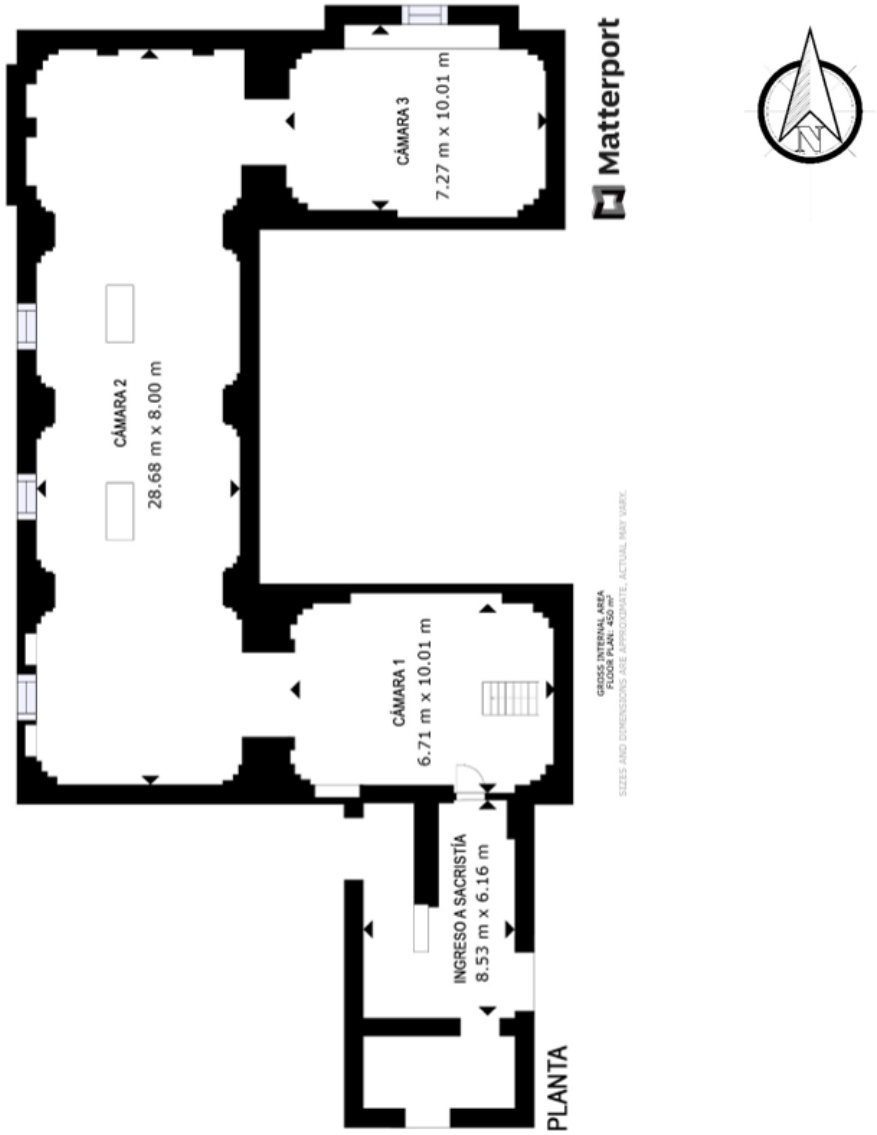
Ilustración 17 – Anagrama de Diego de Porres e interior de la Sacristía

Fuente: elaboración propia.

2.1.1 Planta del levantamiento 3D de la Sacristía

Para el objeto de análisis de este trabajo se identifica la sacristía y sus respectivos ingresos designándoles el nombre de cámaras, tal y como se puede evidenciar en la Ilustración 18.

Ilustración 18 – Planta del levantamiento 3D de la Sacristía del Templo La Recolección



Fuente: elaboración propia, realizada con la plataforma de Matterport.

2.1.2 Descripción de las antesacristías

Las cámaras 1 y 3, son antesacristías, las cuales servían de ingreso para la sacristía y para el presbiterio, el cual era el altar mayor del templo La Recolección, que se ubicaba entre dichas cámaras. En la actualidad, el presbiterio se encuentra destruido en su mayoría y se pueden visualizar vestigios de las bóvedas y muros que se desplomaron.

Ilustración 19 – Estado actual de la antesacristía (cámara 1)

Fuente: elaboración propia.

A la cámara 1 se puede ingresar desde el claustro, mediante una puerta de madera cerrada con cadena y candado, ya que este espacio del templo La Recolección no tiene acceso al público. En este espacio se pueden apreciar las gradas que bajan a las criptas (a la izquierda de la Ilustración 19).

Esta cámara cuenta con una linternilla en la bóveda baída de base elíptica. Esta puerta comunicaba hacia al presbiterio que ahora se encuentra totalmente destruido por los terremotos de 1773 y 1776, al lado de esta puerta se encuentran las escaleras que suben al sopra coro.

Las escaleras que están al lado del ingreso al presbiterio finalizan en lo que se cree fue una mesanina, el marco de puerta que da ingreso a la sacristía la cual tiene también un derrame hacia adentro de la sacristía (ver Ilustración 20).

Ilustración 20 – Antesacristía con vestigios de mezanine (cámara 1)

Fuente: elaboración propia.

Tiene como ornamentación dos pilastras adosadas a los lados bajo una moldura recta, enmarcada en un arco con moldura en el cual se puede observar el vestigio o huella que dejó el mezanine, en la parte superior del arco se encuentra un marco de una

ventana rectangular y sobre esta ventana un arco de medio punto que compone la bóveda elíptica y su linternilla.

En la antesacristía denominada cámara 3, se puede observar la bóveda baída con base elíptica, también las nervaduras de la bóveda que en este caso presenta una gran falla a corte, en la totalidad de la bóveda se observan diversas grietas (ver Ilustración 21). Esta bóveda no tiene linternilla, al lado izquierdo se puede observar una ventana octagonal con derrame, característica del barroco.

Ilustración 21 – Estado actual de la antesacristía (cámara 3)

Fuente: elaboración propia.

En el muro lateral derecho se encuentra las gradas (ver lado derecho de la Ilustración 21), de manera similar a la cámara 1, las cuales se cree finalizan en un mezanine ya que los marcos de puertas se encuentran tapiados al igual que la puerta que da al presbiterio. Esto pudo ser en los usos posteriores del templo y de la sacristía como tal.

En el muro que da a la sacristía (ver parte izquierda de la Ilustración 22), se encuenta el marco de una puerta con ornamentación, a los lados de esta puerta, se pueden ver pilastras adosadas con sus bases, las cuales se coronan con una moldura cuadrada. En la parte superior de la moldura se pueden encontrar dos volutas, las cuales tienen un

derrame, al igual que la ventana octógonal superior, que también cuenta con derrame, este tipo de ornamentación es muy característico del barroco.

Cerca del muro posterior a este se encuentra la entrada a la cripta, por medio de gradas que van por debajo bajo del piso (ver parte derecha de la Ilustración 22).

Ilustración 22 – Portada de antesacristía (cámara 3) e ingreso a cripta

Fuente: elaboración propia.

2.1.3 Descripción de la sacristía

Al ingreso de la antesacristía (cámara 3), se observa que en el muro se encuentran 3 nichos con arcos de medio punto y con su respectiva base, éstos eran utilizados para resaltar o albergar figurillas o bultos de algún santo a manera de altar. En la parte superior de estos arcos se ve una pequeña moldura que los corona en el muro haciéndolos resaltar aún más (ver Ilustración 23).

Ilustración 23 – Nichos del ingreso a la sacristía

Fuente: elaboración propia.

La sacristía del Templo La Recolección cuenta con 4 tramos, que se pueden evidenciar en la Ilustración 24, en la que se muestra el interior de dicha sacristía con un solo ambiente, con las orientaciones Sur (izquierda de la ilustración) y Norte (derecha de la ilustración). Cada tramo está compuesto por arcos semihexagonales de medio punto con derrame de moldura, que reposan en las columnas estriadas y exentas de los muros sobre una base de piedra. Asimismo, el ambiente contiene 4 cúpulas con base semihexagonal y elipsoidal nervada, correspondiente a cada tramo.

Las dos cúpulas del Sur conservan la mayor parte de su estructura, caso contrario con las dos cúpulas orientadas hacia el Norte. En todas las cúpulas se pueden encontrar pechinas rectas con hornacinas vacías, que posiblemente tuvieron imágenes o estatuillas. En la parte inferior de las hornacinas se encuentra una moldura recta.

Ilustración 24 – Sacristía de Templo La Recolección (cámara 2)

Fuente: elaboración propia.

En la segunda cúpula con orientación de Norte a Sur, todavía se pueden observar los vestigios del anagrama de Diego de Porres, con estuco que está pintado de color rojo y la utilización de ladrillos para la composición de la cúpula (ver Ilustración 25).

La primera cúpula con orientación de Sur a Norte, contiene el anagrama de Diego de Porres (ver Ilustración 26), que consiste en un compás de arquitectura abierto y sostenido por una mano que aparecía entre nubes y entrelazado en los brazos de dicho compás una filacteria con la leyenda "*Labore et constancia*", es decir, con labor y constancia, que no es más que el emblema de la famosa prensa de la familia Plantin de Amberes, Bélgica, y que imprimió numerosas ediciones de libros de arte con magníficas ilustraciones, firmadas por los más connotados artistas de la época.[15]

15 Zepeda (1986). Proyecto para la restauración y puesta en valor del monumento nacional: Convento e Iglesia de la Recolección Antigua Guatemala.

Ilustración 25 – Detalles de la tercera cúpula de la Sacristía del sur hacia el norte

Fuente: elaboración propia.

Ilustración 26 – Detalle del anagrama de Diego de Porres en la primera cúpula del sur hacia el norte

Fuente: elaboración propia.

En la primera cúpula con orientación de norte a sur, sobre el muro norte se encuentra una puerta tapiada con calicanto, dicha puerta tiene una ornamentación de dos pilastras adosadas con sus respectivas bases que rematan con doble moldura y dos volutas con derrame (ver Ilustración 27), en la parte superior se encuentra una ventana octogonal y un arco adosado.

En los muros se puede observar la pátina debido al deterioro por la humedad, meteoros atmosféricos y los distintos usos que se les han dado a través del tiempo. Incluida la falta de mantenimiento debido a la escasez de presupuesto que se puede destinar para llevar a cabo los trabajos de restauración con sus debidos procesos físicos.

Ilustración 27 – Portada Norte de la Sacristía del Templo La Recolección

Fuente: elaboración propia.

2.2 Trabajo de campo

Para realizar el levantamiento fotogramétrico de la Sacristía del Templo La Recolección se tuvo el apoyo del Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala (CNPAG) que brindó permisos, asesorías, documentación para la investigación y el acompañamiento a las visitas de campo, también se tuvo el apoyo del arquitecto Al Moshé Asturias, ya que proporcionó el equipo necesario para el levantamiento, el acompañamiento en campo y la asesoría técnica para su utilización.

2.2.1 Fotogrametría en interiores de la sacristía

La fotogrametría 3D que se obtiene mediante el uso de cámaras 360 en interiores crea un modelo 3D para una interacción completa entre el usuario y el ambiente en el que se está trabajando, ya que permite obtener una nube de puntos para posteriormente realizar la distribución, ambientación y mediciones con gran precisión y de forma remota. Lo que permite a los agentes restauradores realizar un trabajo de gabinete exhaustivo sin tener que visitar constantemente el lugar del levantamiento.

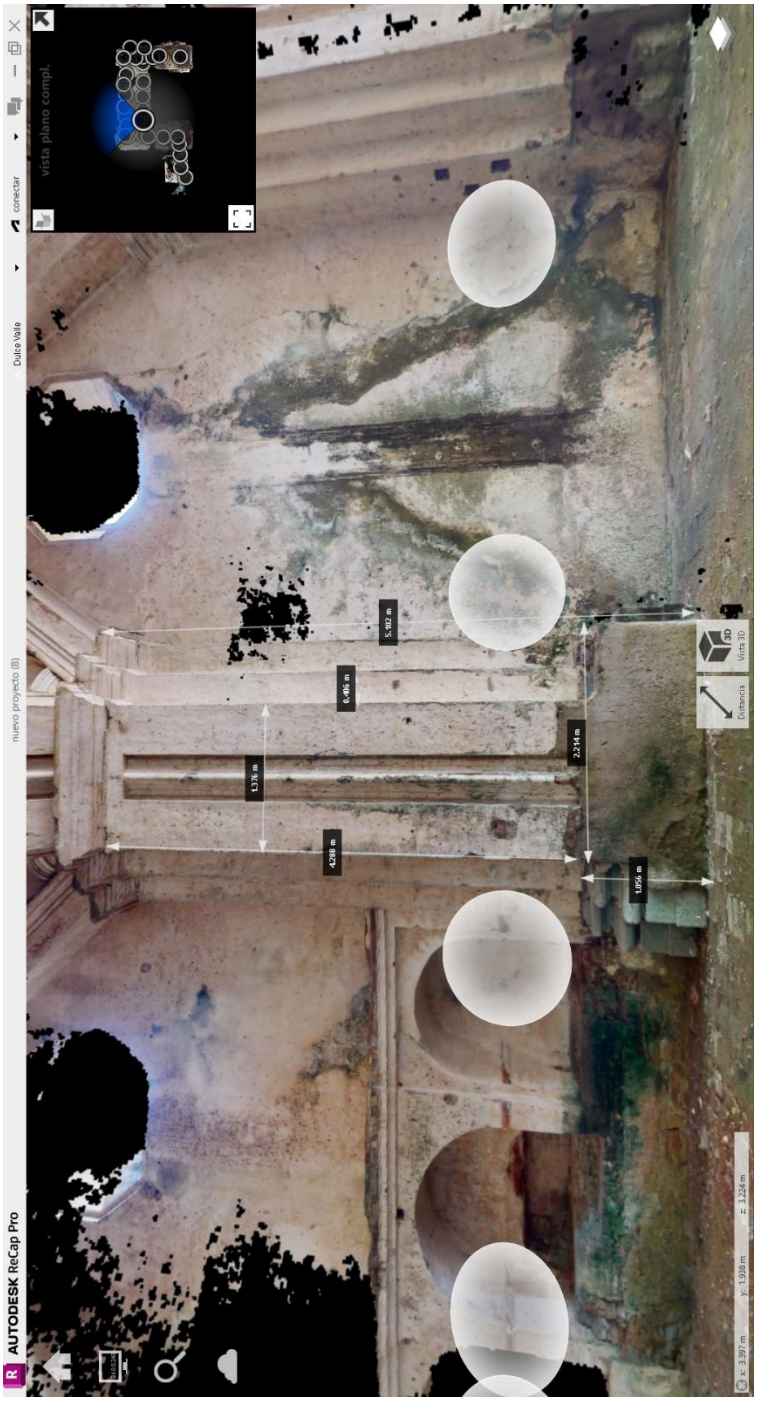
Esto proporciona una gran ventaja en la recopilación de información para generar esquemas, dibujos y planos. Por ello, los profesionales de la restauración pueden utilizar dicho levantamiento para obtener datos de daños y deterioros presentes en los monumentos, que usualmente a simple vista no se logran apreciar a mayor detalle debido a los retos de accesibilidad, visibilidad y el factor humano en las visitas de campo. Ya que en muchos monumentos existen restricciones para evitar el contacto directo entre las personas y la estructura existente de los monumentos.

En la sacristía se realizó el levantamiento utilizando una cámara 360, para obtener la nube de puntos y posteriormente procesar grandes cantidades de información, con la finalidad de obtener un estado actual de la sacristía del Templo La Recolección. Lo que permite tomar mediciones en el modelo 3D, conocer la distribución de las cámaras en las que se compone la sacristía y las condiciones estructurales actuales (ver Ilustraciones 28 y 29). Se utilizó el software de ReCap Autodesk, para la visualización de la nube de puntos obtenida en el levantamiento que se realizó en el trabajo de campo y el software de Meshroom, para el procesamiento de las fotografías obtenidas.

Ilustración 28 – Toma de medidas en la nube de puntos obtenida en la sacristía (1/2)

Fuente: elaboración propia, realizada con el software ReCap Autodesk.

Ilustración 29 – Toma de medidas en la nube de puntos obtenida en la sacristía (2/2)



Fuente: elaboración propia, realizada con el software ReCap Autodesk.

2.2.2 Levantamiento con cámara 360 en la Sacristía

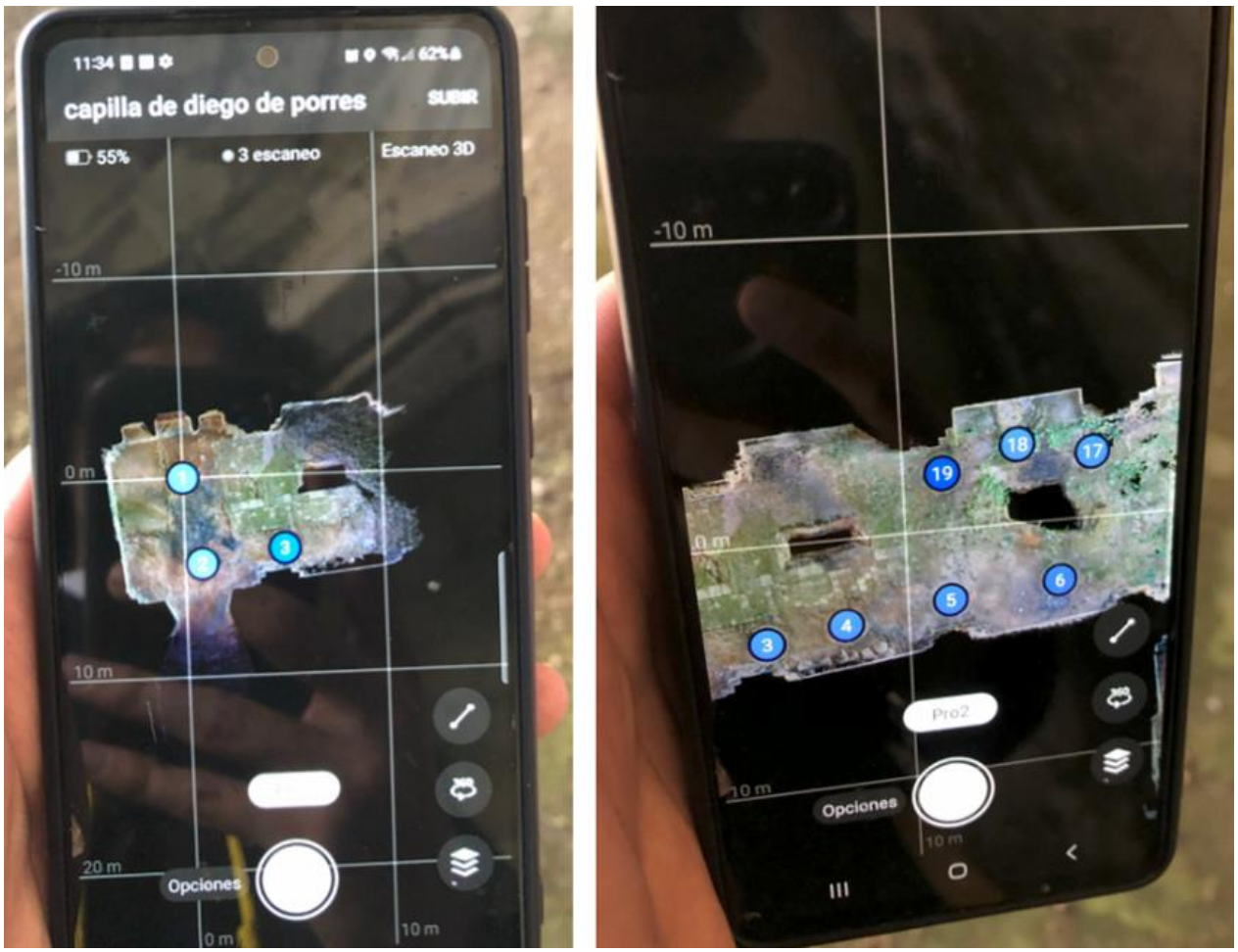
Para el presente trabajo se utilizó una cámara 360 Matterport Pro 2 con su respectivo trípode (ver Ilustración 30). Con la que se realizó un conjunto de puntos de escaneo dentro de la sacristía, verificando que la cámara se encontrara siempre en un ángulo recto respecto del suelo para evitar el desfase de la rotación de la cámara en la toma de cada punto. Se realizó un conjunto de 22 puntos en el interior de la sacristía (ver Ilustración 31).

Ilustración 30 – Cámara 360 Matterport Pro 2

Fuente: elaboración propia.

Con esta información se ingresó a la plataforma virtual de Matterport, en la cual se obtiene el archivo de nube de puntos, para procesar la información del levantamiento y así generar planos que representen el estado actual de la sacristía, incluyendo sus medidas y así obtener las imágenes 360.

Ilustración 31 – Puntos de escaneo utilizando la cámara 360 Matterport Pro 2



Fuente: elaboración propia.

Luego del procesamiento de información en la plataforma de Matterport, se debe comprar el archivo E57 para obtener la nube de puntos desde cada estación procesada y así posteriormente se puede importar a un software de visualización y procesamiento de nube de puntos para obtener el modelo en 3D, en este caso, de la sacristía.

FASE III

FASE III

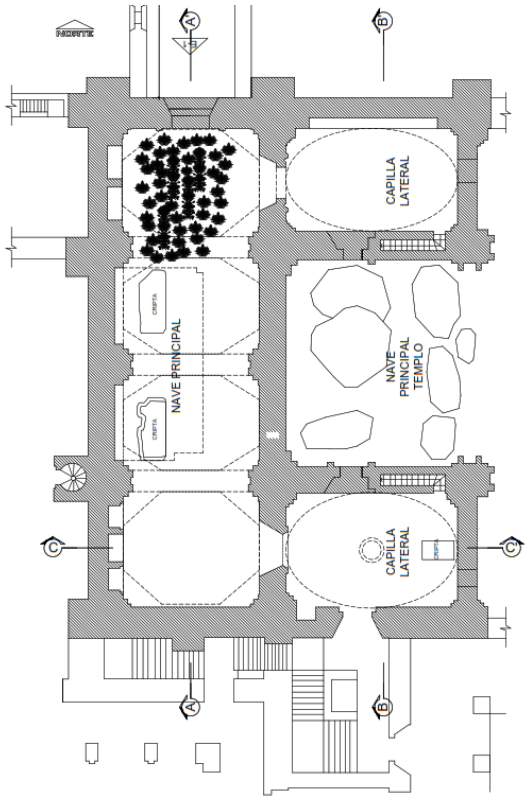
TRABAJO DE GABINETE

3. RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DE LA SACRISTÍA DEL TEMPLO LA RECOLECCIÓN

3.1 Documentación histórica y fuentes primarias en la reconstrucción virtual de la sacristía

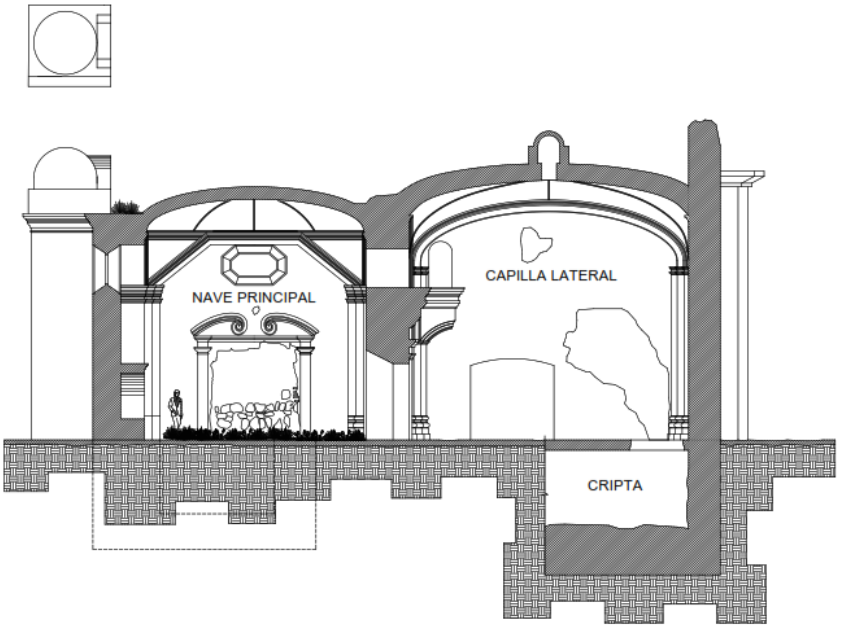
La documentación histórica para la reconstrucción virtual de la sacristía del Templo La Recolección se obtuvo gracias al apoyo del Consejo Nacional para la Protección de La Antigua Guatemala (CNPAG), al facilitar los permisos y brindar acompañamiento de campo para corroborar los registros bibliográficos y los dibujos realizados hasta el momento, relacionados con la sacristía (ver desde la Ilustración 32 hasta la 35).

Ilustración – Vista de planta de la Sacristía del Templo La Recolección



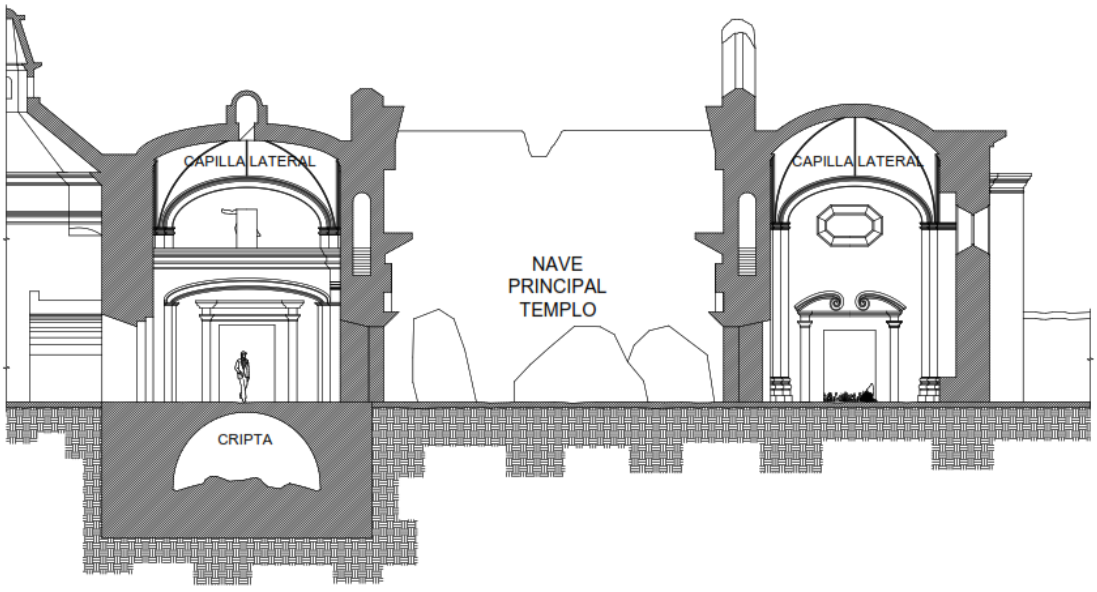
Fuente: CNPAG (2023), Vista de planta de la sacristía.

Ilustración 32 – Sección transversal sacristía



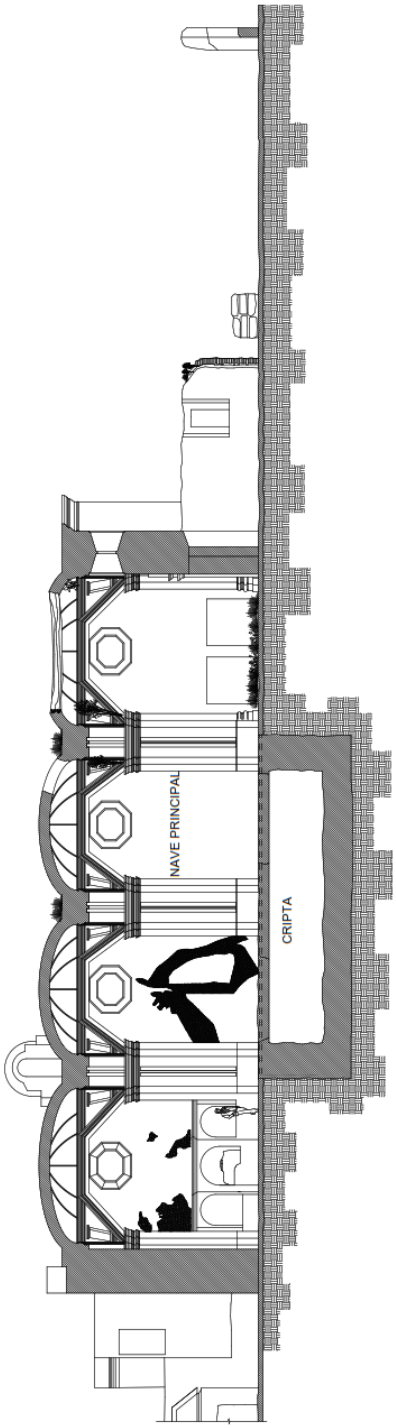
Fuente: CNPAG (2023), Vista de planta de la sacristía.

Ilustración 33 – Sección transversal sacristía y antesacristía



Fuente: CNPAG (2023), Vista de planta de la sacristía.

Ilustración 34 – Sección longitudinal sacristía



Fuente: CNPAG (2023), Vista de planta de la sacristía.

En una de las supervisiones que se realizaron por parte del CNPAG, durante el EPS realizado por la autora de este trabajo, se tomaron medidas a mano en la sacristía del Templo La Recolección. Surgió la necesidad de crear una nube de puntos para visualizar de manera remota el estado actual de la sacristía, para su posterior procesamiento y documentación. Como parte de las fuentes primarias para realizar una reconstrucción virtual, que respete los parámetros teóricos que conlleva una conservación, se utilizó como base la hipótesis del arquitecto Guillermo Aguirre (ver Ilustración 36), para llegar a un modelo 3D que se aproximara a las características originales de la sacristía, respetando los lineamientos de diseño de Porres dentro de dicha sacristía.

Ilustración 35 – Hipótesis del arquitecto Guillermo Aguirre respecto del estado original de la sacristía de El Templo La Recolección

Fuente: Aguirre (2023). Santiago de Guatemala. Sacristía de La Recolección.

3.2 Desafíos y limitaciones de la reconstrucción virtual de la sacristía

Se utilizó el archivo E57 Matterport para generar la nube de puntos en el software de ReCap Autodesk, un software con licencia estudiantil, para procesar, optimizar y visualizar el levantamiento fotogramétrico 3D y así obtener dimensiones certeras para la reconstrucción virtual. Siempre se respetaron los lineamientos de conservación teórica para generar la documentación del patrimonio arquitectónico de la sacristía del Templo La Recolección.

Entre los desafíos y limitaciones de la reconstrucción virtual de la sacristía, se tienen los permisos para realizar levantamientos interiores, evitando dañar la estructura existente del monumento, el equipo también es una limitación debido a que debe ser de alta calidad y que pueda trabajar con software actualizado, por lo tanto, para adquirir el equipo, se requiere de una alta inversión económica, ya sea para comprarlo o alquilarlo. Asimismo, se tiene el tema de las licencias, archivos de nubes de puntos y toda documentación generada con el equipo de Matterport, representa un alto costo económico.

El equipo de cómputo que se requiere para el procesamiento de la nube de puntos debe ser lo más actualizado posible y de la mejor calidad. Las características principales del hardware de la computadora que se utilizó para el presente trabajo son: Procesador Core i7-12650H, Tarjeta Gráfica Geforce RTX 3060, 16 Gb de RAM, 1 Tb de SSD NVMe para mayor velocidad de lectura y escritura.

Otro desafío fue la iluminación de los ambientes, ya que unas secciones del monumento se encuentran colapsadas, lo que permite el paso de la iluminación natural directa en puntos específicos, por lo que las cámaras 360 deben tener la capacidad de atenuar la intensidad de iluminación natura.

Uno de los desafíos más grandes fue el de la precisión en la toma de medidas de la sacristía. Tomando en cuenta que se tomaron medidas de manera tradicional y con el levantamiento fotogramétrico.

3.3 Desafíos éticos y culturales en la reconstrucción virtual de espacios sacros

Se debe respetar la autenticidad de los espacios arquitectónicos sacros, obteniendo la mayor cantidad de fuentes históricas de información para que los trabajos de conservación y/o restauración, se apeguen al diseño original con el que fueron creados los monumentos. En el caso de la implementación de nuevas tecnologías virtuales, se realizan los trabajos con base a hipótesis, esquemas, grabados, bibliografía y otros.

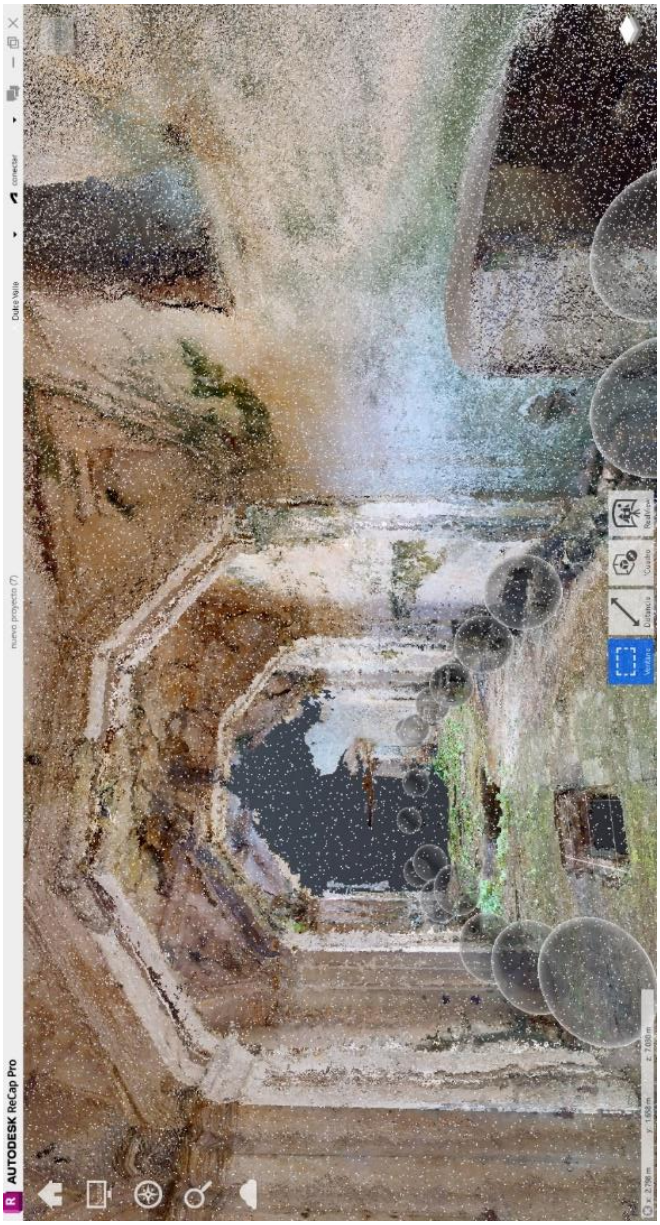
Con la idea de que al ser virtuales no se altera físicamente el monumento existente, por lo tanto, se pueden realizar levantamientos 3D que se aproximen a la realidad. Respetando el contexto cultural y social que engloba al monumento. Es importante considerar también, la información que puede proporcionar la comunidad local para lograr preservar en la mayor medida posible el contexto histórico y cultural del monumento.

3.4 Proceso de trabajo de gabinete para la reconstrucción virtual de la Sacristía del Templo La Recolección

A continuación, se detallan los pasos principales para el trabajo de gabinete de la reconstrucción virtual, con el propósito de evitar la saturación de imágenes en este apartado, se puede visualizar en la sección de apéndice, las imágenes complementarias.

a) El archivo E57 Matterport, se procesó en el software ReCap para obtener la nube de puntos del levantamiento fotogramétrico de la sacristía (ver Ilustración 37).

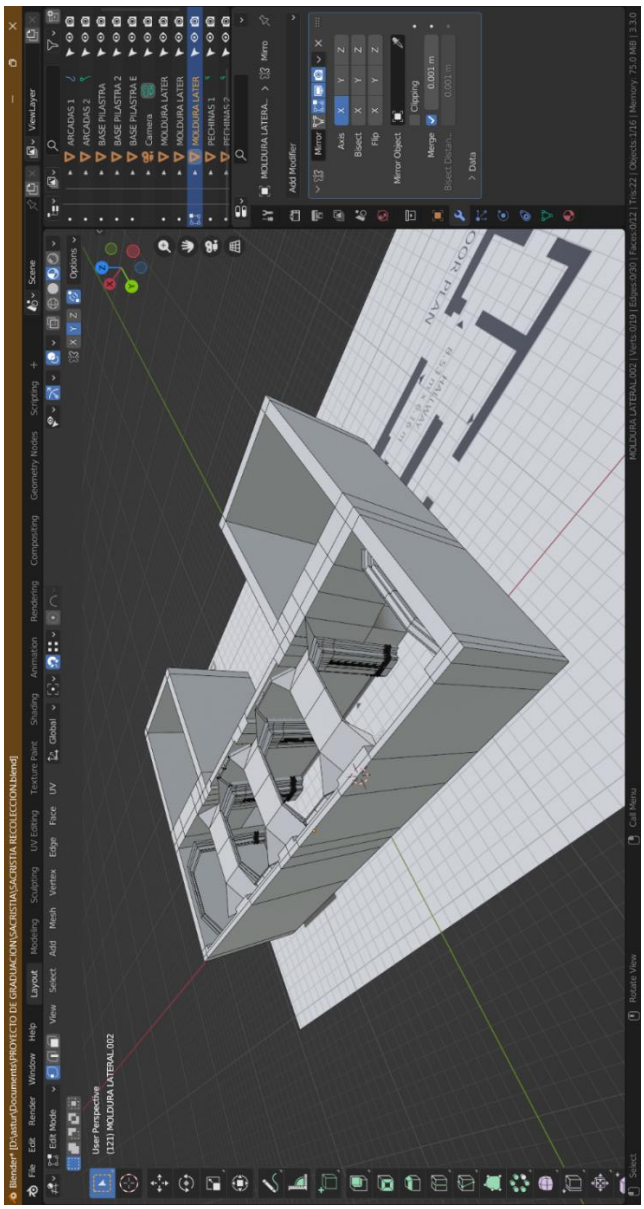
Ilustración 36 – Nube de puntos procesados en ReCap



Fuente: elaboración propia, realizado con el software ReCap Autodesk.

b) Se obtiene el plano de la vista en planta con las medidas proporcionadas por Matterport, como resultado del levantamiento 3D con la cámara 360 (ver Ilustración 18), para utilizarlo como base para el modelado general de la sacristía (ver Ilustración 38).

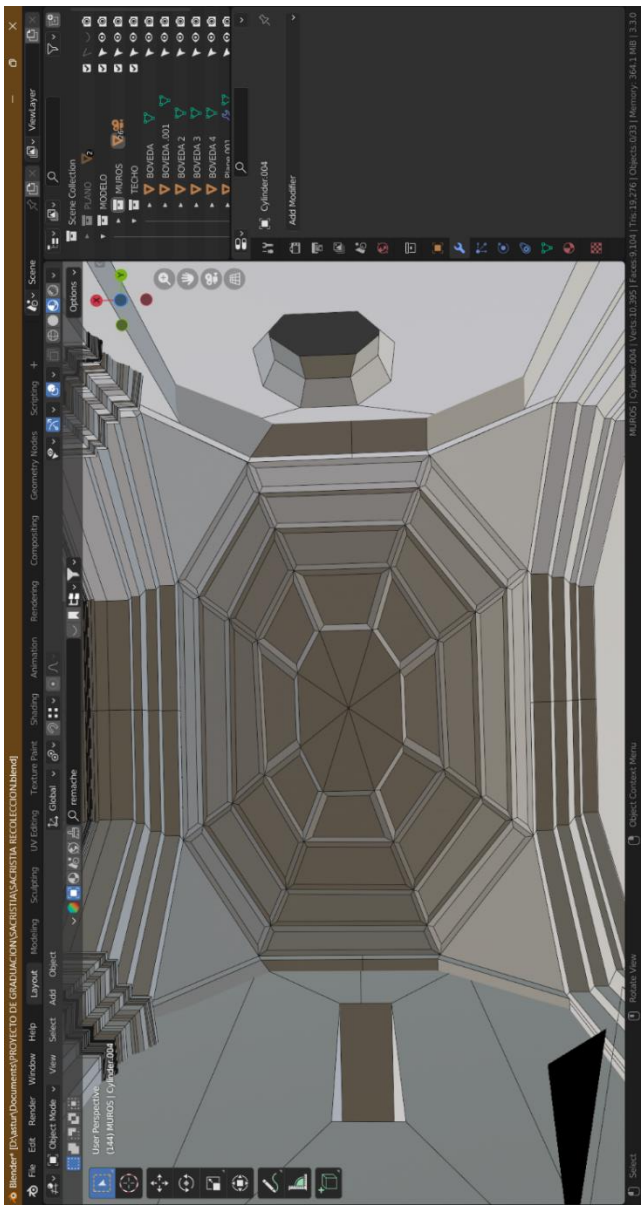
Ilustración 37 – Modelado general de la sacristía



Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

c) Se utilizó la nube de puntos y las imágenes 360 obtenidas de Matterport, para modelar los detalles de la sacristía utilizando el software de Blender (de uso libre), tales como las cúpulas, ventanas octagonales, las molduras y otros (ver Ilustración 39).

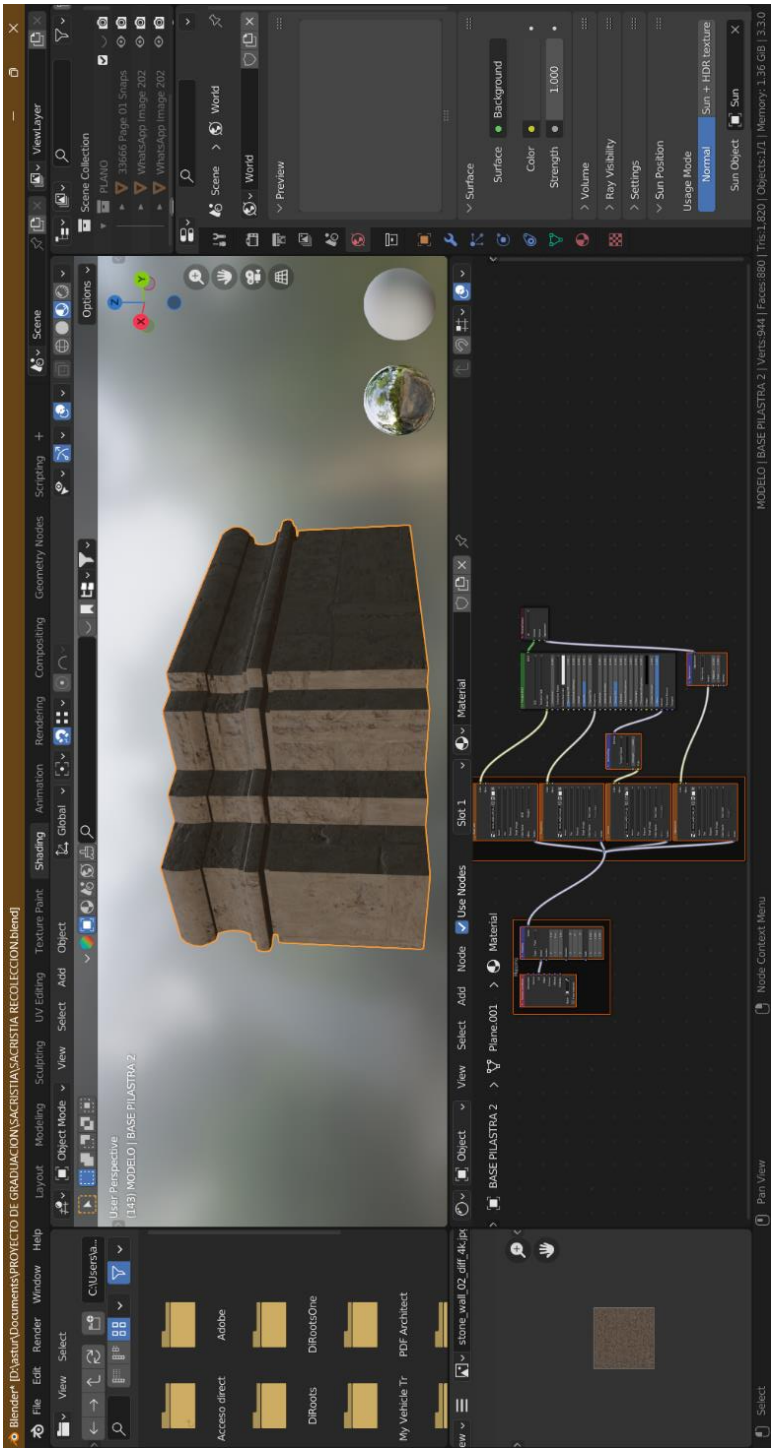
Ilustración 38 – Modelado de detalles de la sacristía



Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

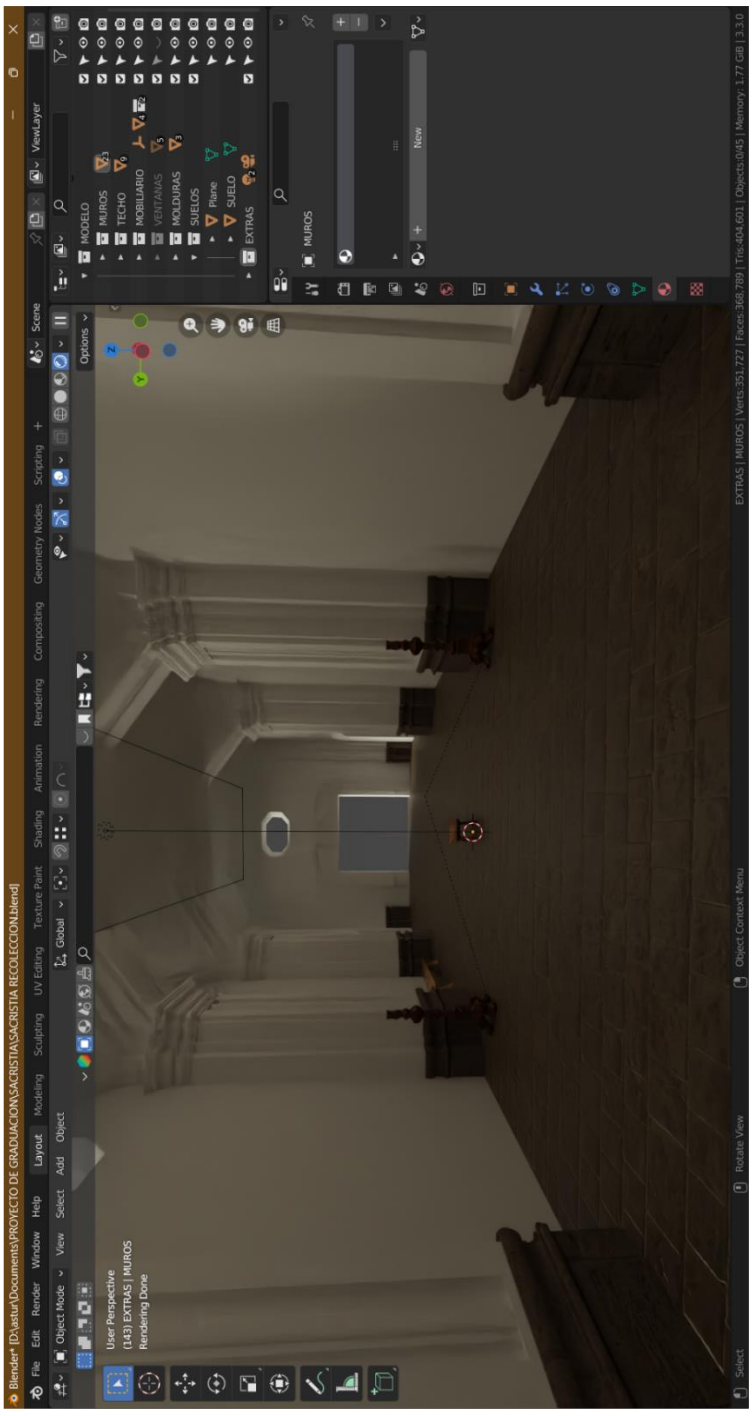
d) Para el procesado de texturizado se utilizó como referencia la hipótesis del arquitecto Aguirre e imágenes de iglesias de la época, para determinar el tipo de material que se necesitaba aplicar en el piso, bases y muros (ver Ilustraciones 40 y 41).

Ilustración 39 – Texturizado en modelado de detalles de la sacristía (piedra)



Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

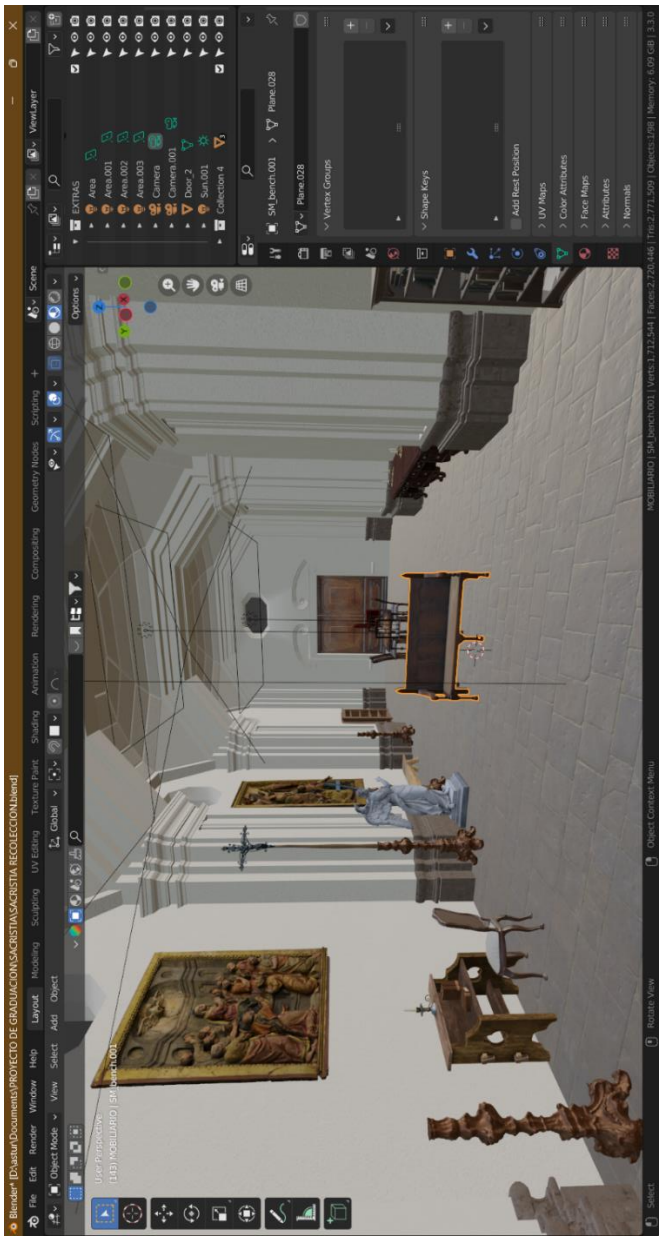
Ilustración 40 – Texturizado del modelado en detalles de la sacristía (piso de baldosa)



Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

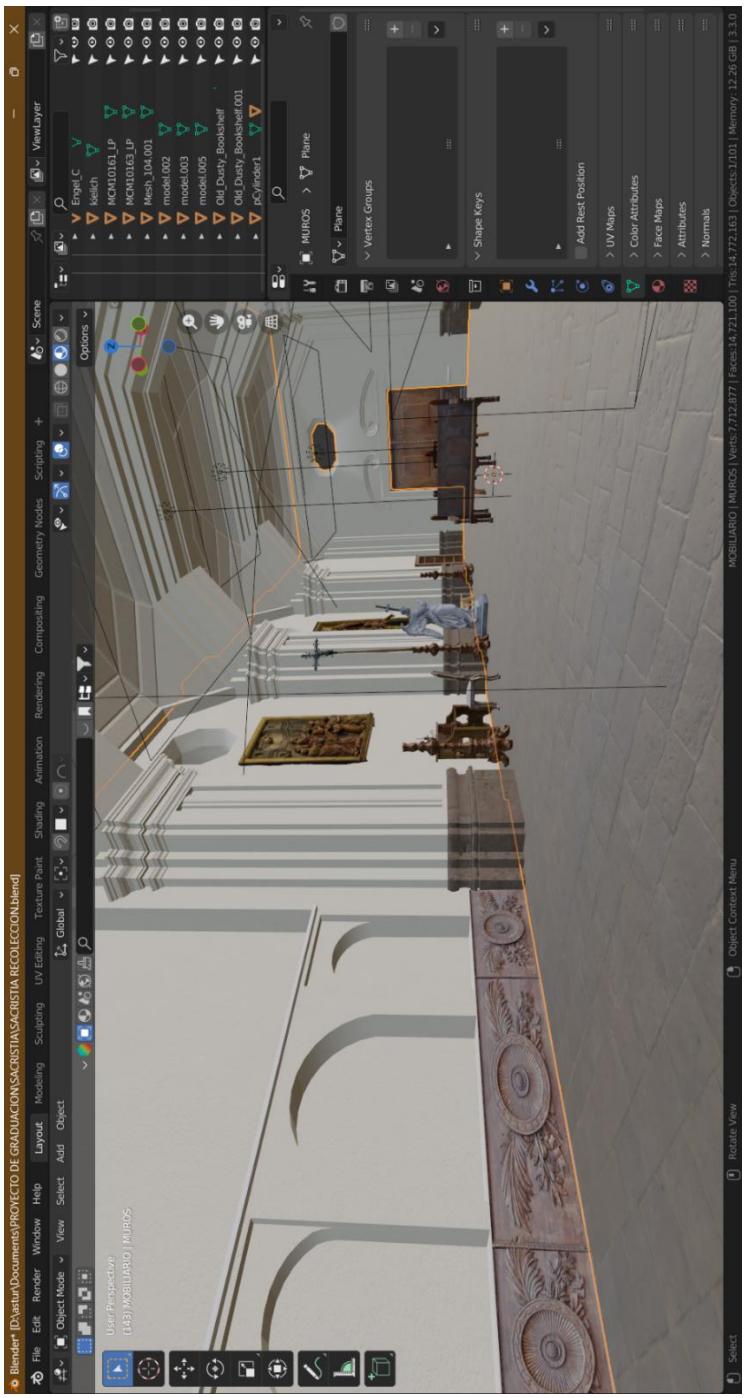
e) Se ambientó la sacristía con base a la investigación del mobiliario de la época y el uso de la sacristía, que corresponde a la preparación de los sacerdotes para oficiar una misa (ver Ilustraciones 42 y 43).

Ilustración 41 – Ambientación del mobiliario de la sacristía



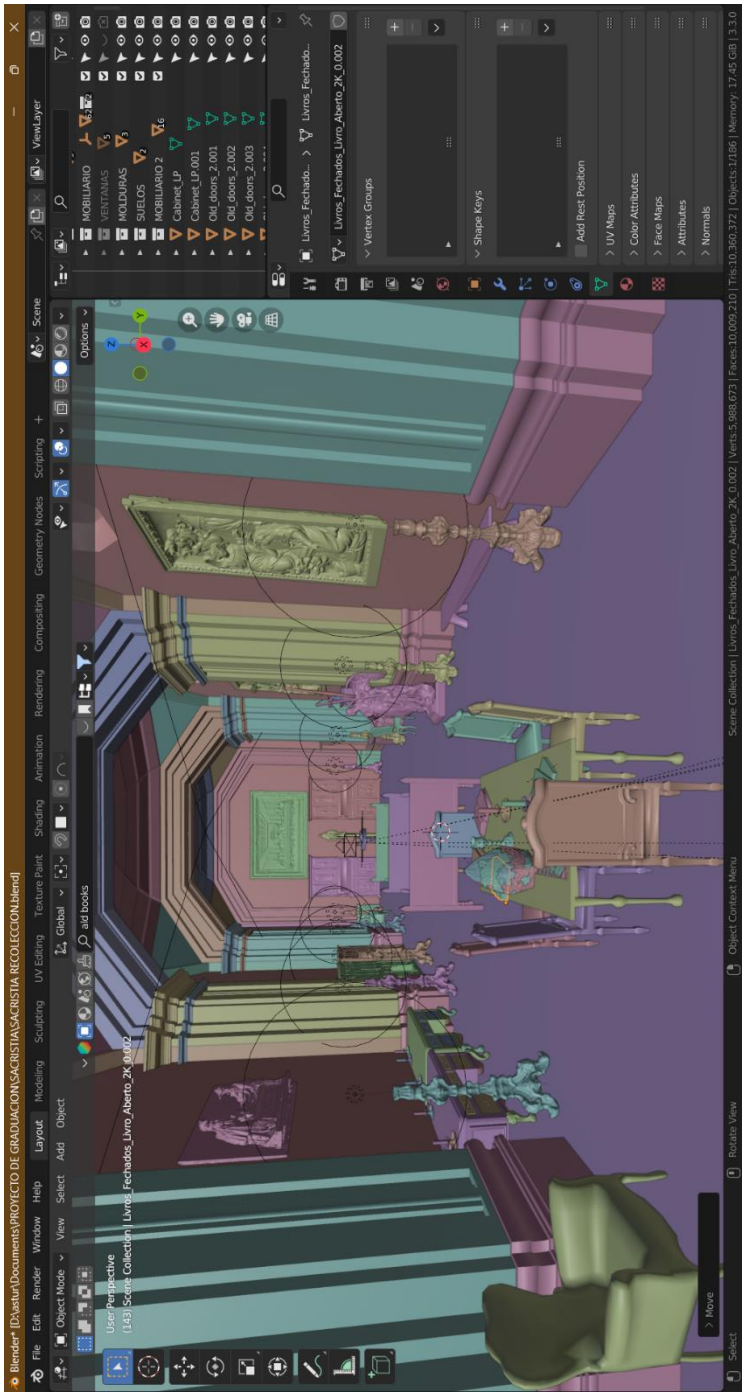
Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 42 – Ambientación del mobiliario de la sacristía (ornamentación del nicho)



Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

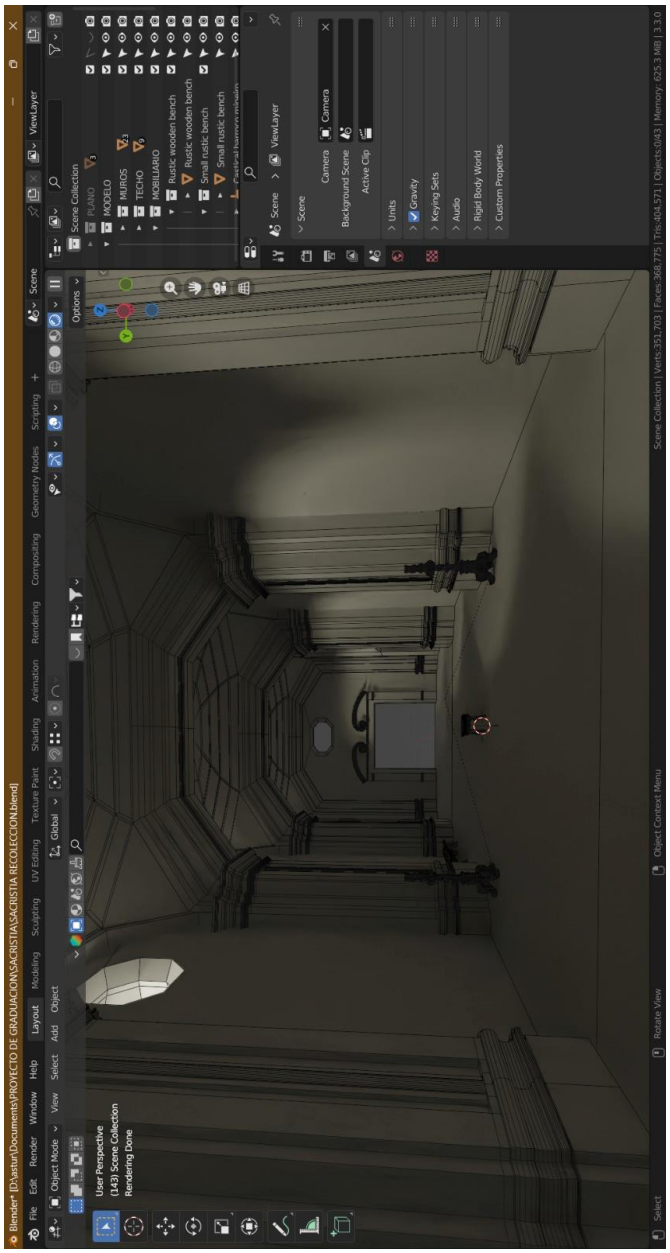
Ilustración 43 – Ambientación final de la sacristía



Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

f) Ambientación de la sacristía respecto de la iluminación natural y artificial, buscando la luz indirecta de las ventanas octogonales y la iluminación de ambiente de las candelas en pedestal (ver Ilustración 44).

Ilustración 44 – Ambientación lumínica de la sacristía

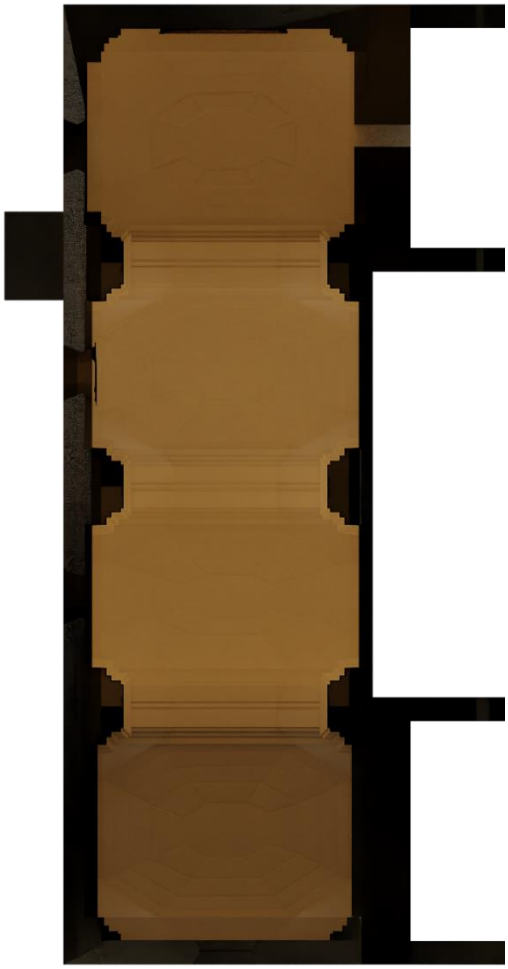


Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

3.5 Resultados del renderizado en 3D de la Sacristía del Templo La Recolección

A continuación, se presentan los resultados finales obtenidos del proceso de renderizado utilizando el software Blender, que utiliza el motor de renderizado Cycles y las texturas funcionan con una metodología llamada PBR (*Physically Based Rendering*), que son texturas escaneadas de la realidad, para obtener la reconstrucción virtual de la Sacristía del Templo La Recolección (ver desde la Ilustración 46 hasta la 59).

Ilustración 45 – Renderizado de techo reflejado de la sacristía



Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 46 – Renderizado de planta amoblada de la sacristía

Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

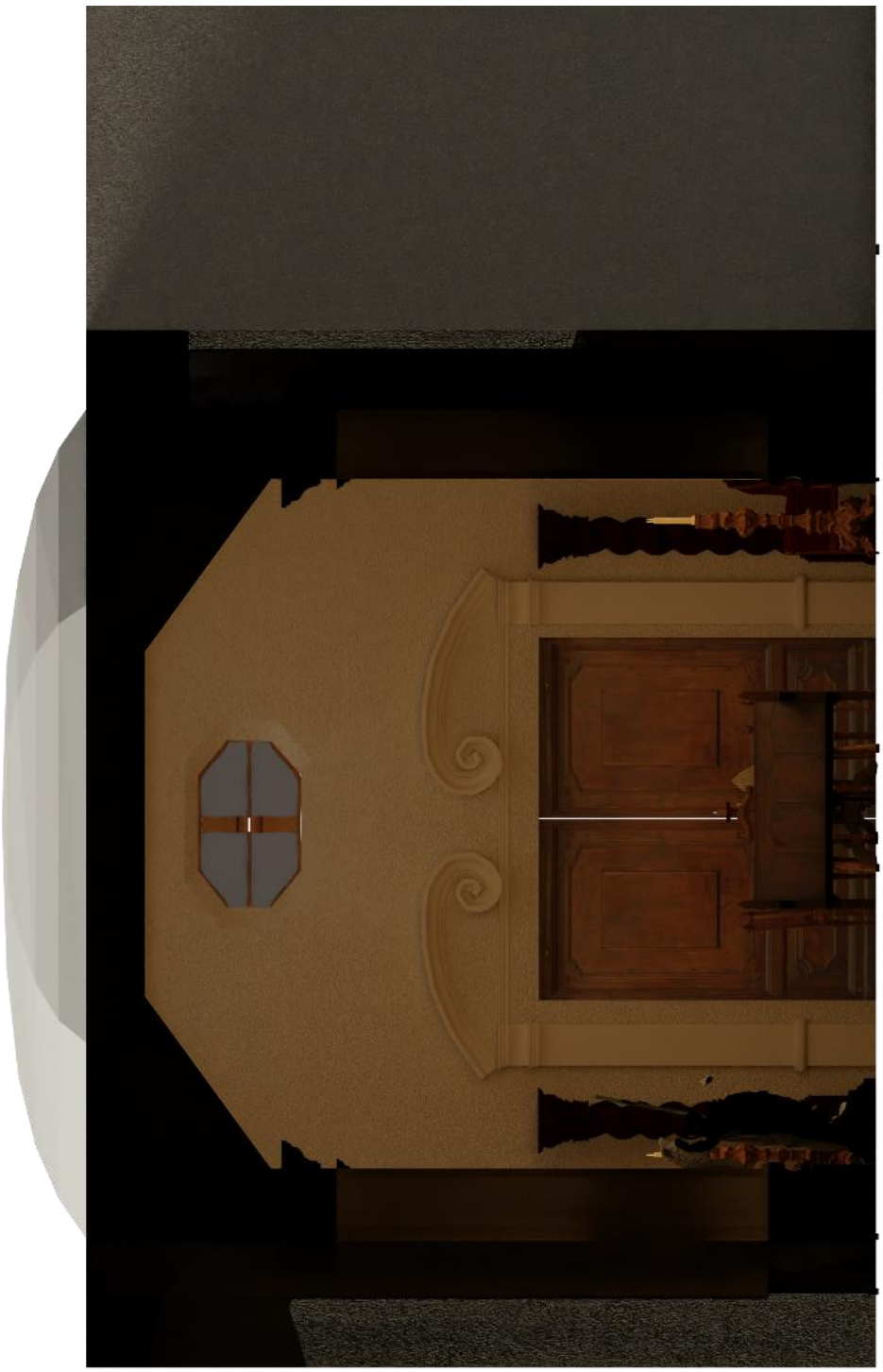
Ilustración 47 – Renderizado de la sección longitudinal muro oeste de la sacristía

Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 48 – Renderizado de la sección longitudinal muro Este de la sacristía

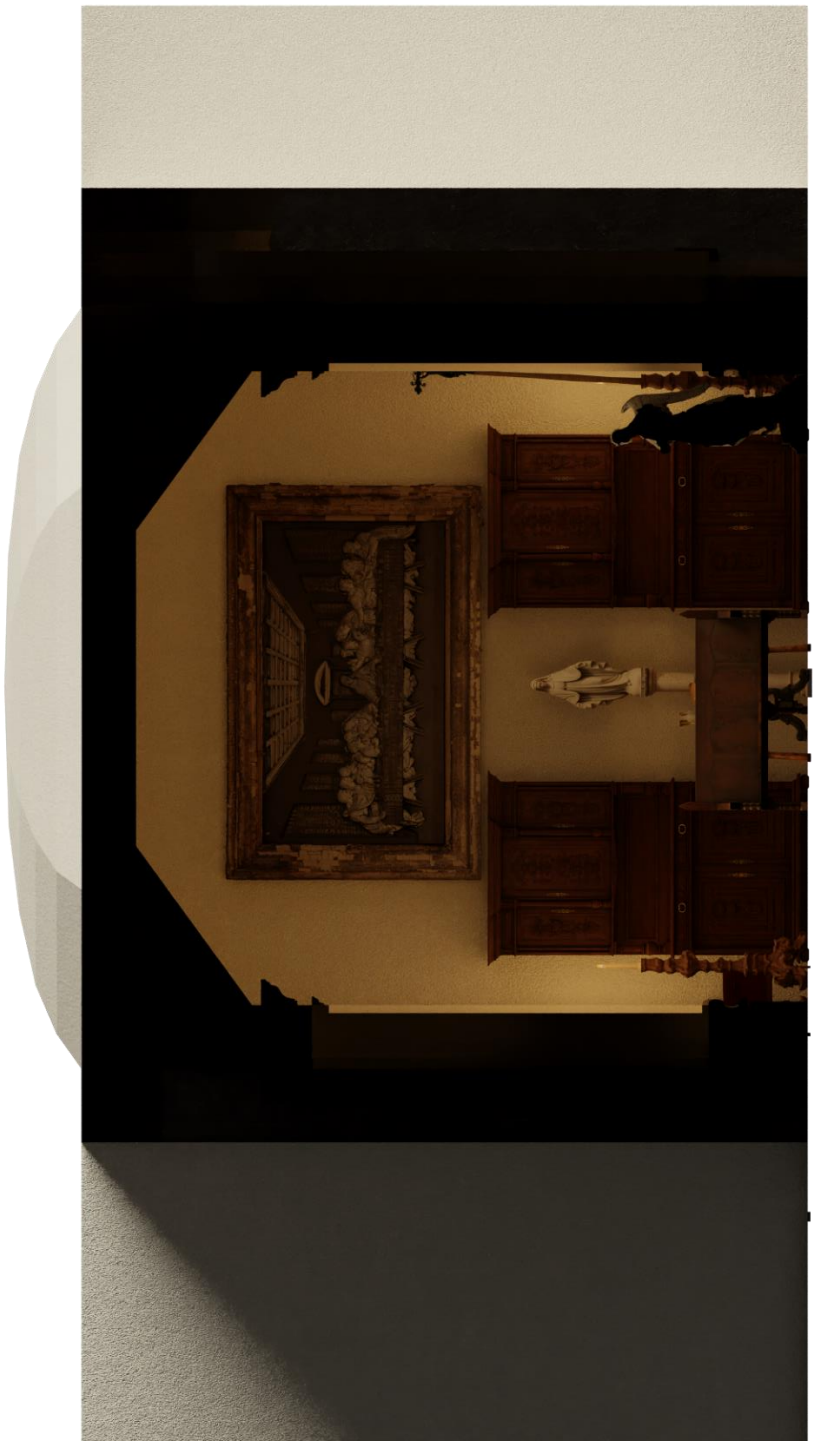
Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 49 – Renderizado de la sección transversal Norte de la sacristía



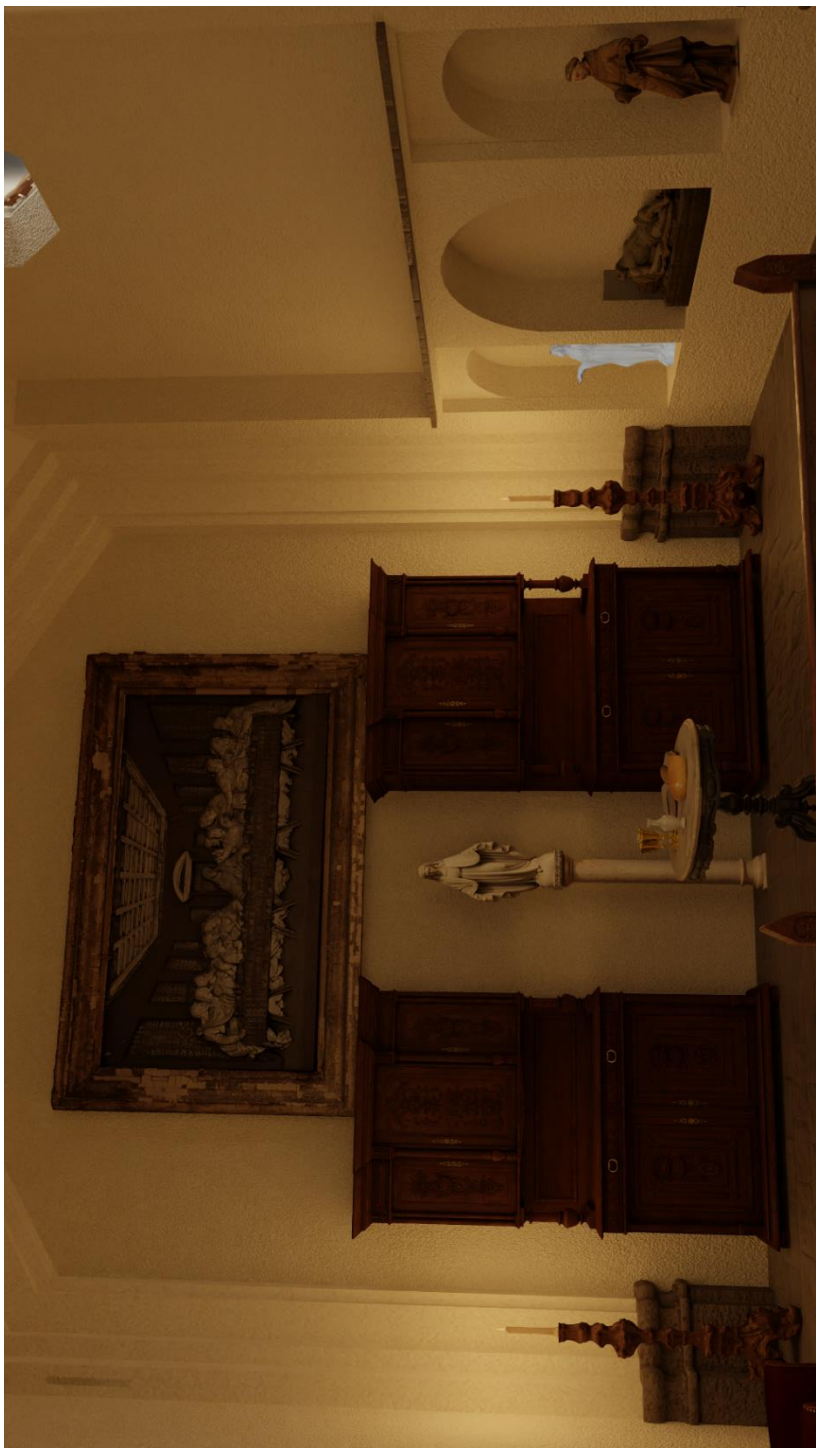
Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 50 – Renderizado de la sección transversal Sur de la sacristía



Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 51 – Renderizado del ingreso a la sacristía desde la cámara 1

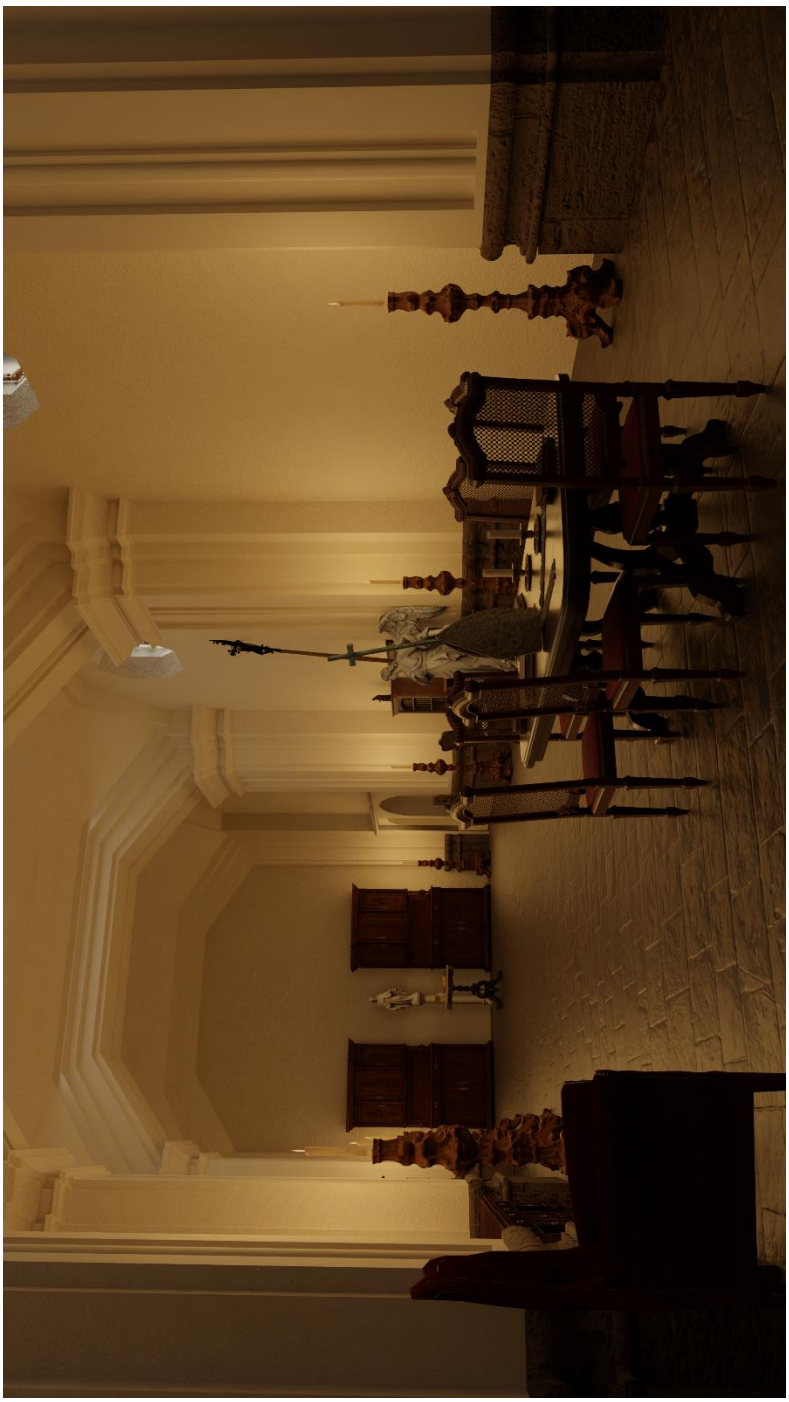


Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 52 – Renderizado del ingreso a la sacristía desde la cámara 3

Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 53 – Renderizado de la vista con orientación de norte a sur de la sacristía

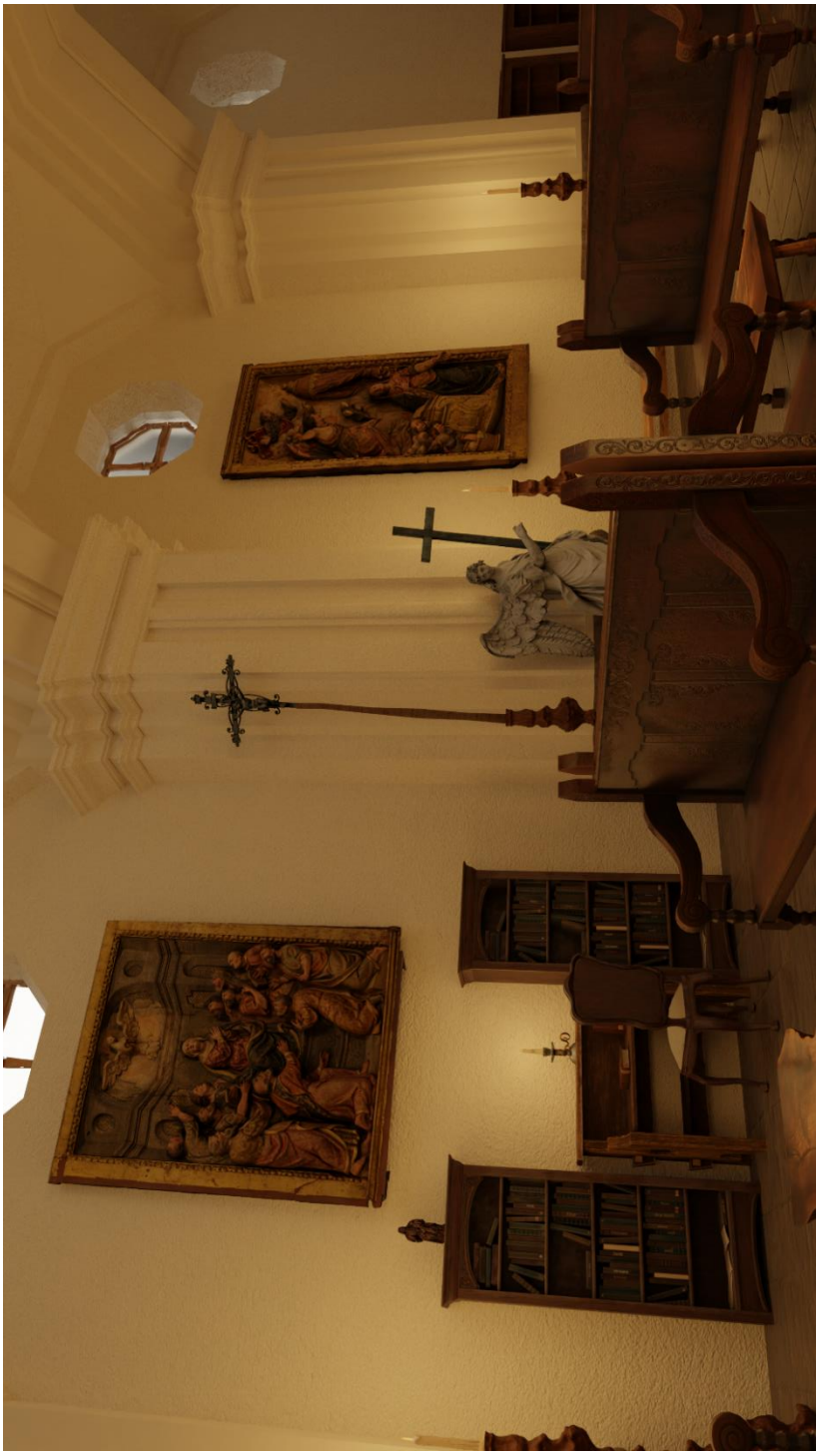


Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 54 – Renderizado de la vista con orientación de sur a norte de la sacristía

Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

Ilustración 55 – Renderizado de la vista lateral del muro oeste de la sacristía



Fuente: elaboración propia, realizada con el software Blender.

3.6 Comparación entre el estado actual y la reconstrucción virtual de la Sacristía del Templo La Recolección

En la parte superior de la Ilustración 57, se evidencia el estado actual, en donde se puede observar el deterioro de la estructura existente debido a la humedad, exposición a la intemperie y los meteoros atmosféricos que tuvieron contacto con la superficie del monumento. A esto se agregan los daños estructurales provocados por la actividad sísmica constante (terremotos y sismos), asimismo, los daños ocasionados en las instalaciones debido a los saqueos de materiales en el pasado.

En la parte inferior de dicha ilustración, se tiene el renderizado de la reconstrucción virtual de la sacristía, considerando el contexto cultural y social de su época. Asimismo, se requirió la investigación exhaustiva de la documentación histórica del monumento, como también las referencias fotográficas y artísticas del arquitecto Aguirre. Esto con la finalidad de plasmar la autenticidad del monumento en la reconstrucción virtual, considerando el estilo de diseño de Diego de Porres.

En el trabajo de graduación de Luz Toledo en 199316, se hace referencia a las medidas internas de lo que se consideran como cámaras A, B y C en dicho trabajo. Para fines del presente trabajo, se le denomina a cada cámara de manera numérica como cámaras 1, 2 y 3, respectivamente:

1. *Cámara A al sur con una longitud de 10.03 m y un ancho de 6.88 m.*
2. Cámara 1 al sur con una longitud de 10.01 m y un ancho de 6.71m.

1. *Cámara B o mayor con una longitud de 28.07 m y un ancho de 6.37 m.*
2. Cámara 2 al sur con una longitud de 28.68 m y un ancho de 8.00 m.

16 Toledo (1993). Comunicación interna de criptas y túneles en algunos edificios religiosos de Antigua Guatemala, mito y realidad.

1. *Cámara C al norte similar a la cámara A.*
2. *Cámara 3 al norte con una longitud de 10.01 m y un ancho de 7.27 m.*

Las medidas realizadas a mano presentan las limitaciones del equipo manual y el factor humano al momento de realizar la toma, la iluminación, el clima, el tiempo para tomar medidas y el permiso para los accesos a puntos de difícil alcance.

Esto debe tomarse en cuenta al momento de la comparación, ya que una de las ventajas del levantamiento fotogramétrico es la precisión de las medidas, debido a la georreferenciación de los puntos de muestro y las radiaciones realizadas por el equipo de fotogrametría.

Al comparar las medidas de las cámaras A y 1, se tiene gran similitud entre su longitud y ancho. Al comparar las medidas de las cámaras B y 2, se tiene una diferencia que se debe a los factores de error que pudieron presentarse al momento de realizar la medición de tramos más largos, dependiendo del tipo de instrumentos de medición y el factor humano. Al comparar las medidas de las cámaras C y 3, se tiene que, en el trabajo de 1993, se colocó como nota, que las medidas de la cámara C, eran similares a las medidas de la cámara A, lo cual indica que posiblemente no realizaron medidas exhaustivas de manera manual en la cámara C.

Lo anterior es un ejemplo, de las ventajas que se tienen al realizar un levantamiento fotogramétrico, ya que las medidas tienen una gran precisión y la información queda documentada como nube de puntos para su posterior análisis y procesamiento de manera remota, sin necesidad de presentarse en diversas ocasiones en el monumento para la realización de la toma de medidas. Asimismo, se puede visualizar el estado de los materiales, su textura, su estado estructural, su exposición a la intemperie y otros.

Al considerar todas las ventajas que se tienen a partir de la realización de un modelo 3D mediante el uso de la fotogrametría, cabe resaltar que existe un gran potencial en las nuevas tecnologías para el registro, documentación y reinterpretación de los monumentos existentes dentro del país, lo cual permitiría el acceso al público para la divulgación visual del monumento y así fomentar el desarrollo social y turístico del país.

Ya que el modelo 3D podrá ser visualizado en el interior del país, y en el mundo. Es importante fomentar el uso de las nuevas tecnologías que permitan una ventana de oportunidades para el fortalecimiento cultural y social del país. Lo cual tendría incidencia en el aumento significativo de la actividad turística al momento de generarse un museo nacional de reconstrucción virtual.

Ilustración 56 – Comparación entre el estado actual y la reconstrucción virtual de la sacristía

Fuente: elaboración propia, (parte superior) tomada en campo y (parte inferior) renderizado realizado con el software Blender.

4. MANUAL DE RECOSNTRUCCIÓN

La reconstrucción virtual de monumentos es una herramienta interdisciplinaria que combina arqueología, historia del arte, informática y diseño y modelado 3D para recrear digitalmente monumentos y estructuras históricos que han sido dañados o destruidos. Esta práctica tiene una considerable importancia histórica y cultural, ya que permite preservar y estudiar el patrimonio arquitectónico de la humanidad sin alterar o dañar el monumento, además de brindar una experiencia inmersiva y educativa para el público en general.

El objetivo de este manual es proporcionar una guía básica sobre el uso de Blender y Meshroom, herramientas de modelado 3D y levantado fotogramétrico gratuitas que pueden utilizarse en el proceso de reconstrucción virtual de monumentos. Su función es facilitar el proceso de reconstrucción virtual proporcionando instrucciones básicas y consejos prácticos para lograr una reconstrucción.

4.1 Preparación del proyecto

La preparación del proyecto de reconstrucción virtual de monumentos es fundamental para garantizar la precisión y autenticidad de la reconstrucción.

1. Recopilación de datos históricos y fotográficos: investigación exhaustiva para recopilar datos por lo que se realiza la recopilación de antecedentes históricos en los que se puede encontrar; planos arquitectónicos y fotografías antiguas del monumento en su estado original, grabados, dibujos, pinturas o hipótesis realizadas con anterioridad.

2. Levantamiento fotogramétrico con cámara 360 y Dron DJI: se realiza un recorrido de inspección para utilizar las herramientas, se analizan los puntos en los que se tomará el levantado con la cámara 360 matterport. Es importante que en cada punto que se realice se inspeccione el nivel de la cámara debido a la rotación que ésta realiza.

Ilustración 57 - Verificación de nivel para cámara 360

Fuente: elaboración propia.

3. Importación de información tomada en sitio para procesado: se suben las fotografías tomadas por la cámara o el dron al programa de Meshroom para procesar la información y crear una nube de puntos que permitirá obtener información del estado actual del monumento, en el cual se podrán tomar medidas con exactitud sin tener que realizar más visitas a lo largo del modelado 3D. De esta nube de puntos se pudo obtener planos de la sacristía y medidas de los detalles que ésta contiene.

   Esta información en conjunto con la investigación previamente realizada se utilizará para realizar una reconstrucción virtual de la sacristía.

Ilustración 58 - Importación de fotografías a Meshroom para crear una nube de puntos. Fuente: elaboración propia con el programa de Meshroom.

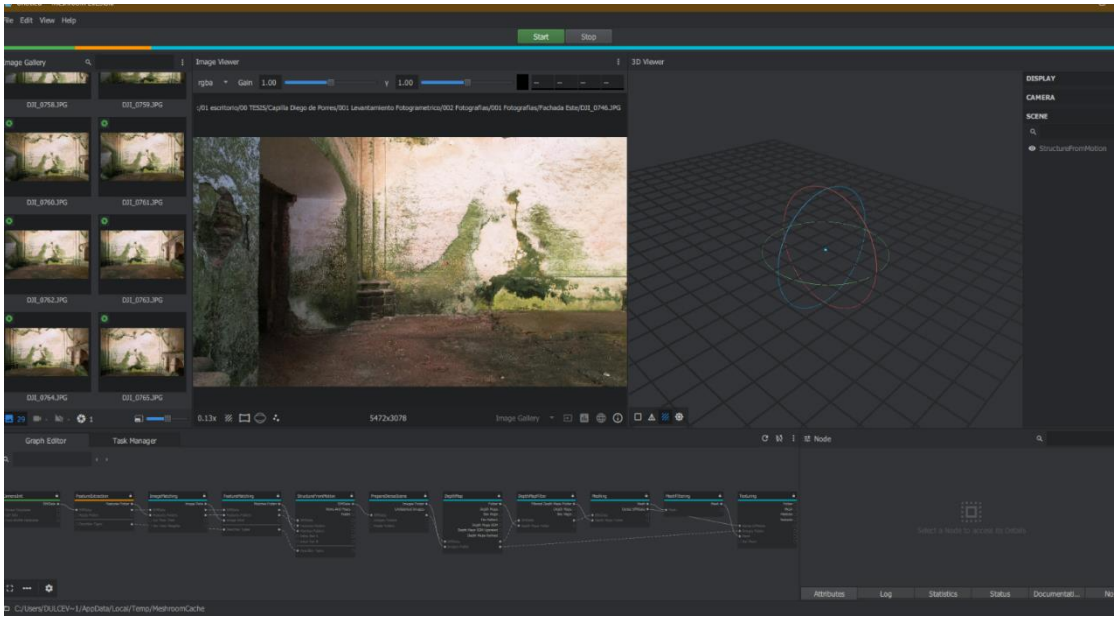
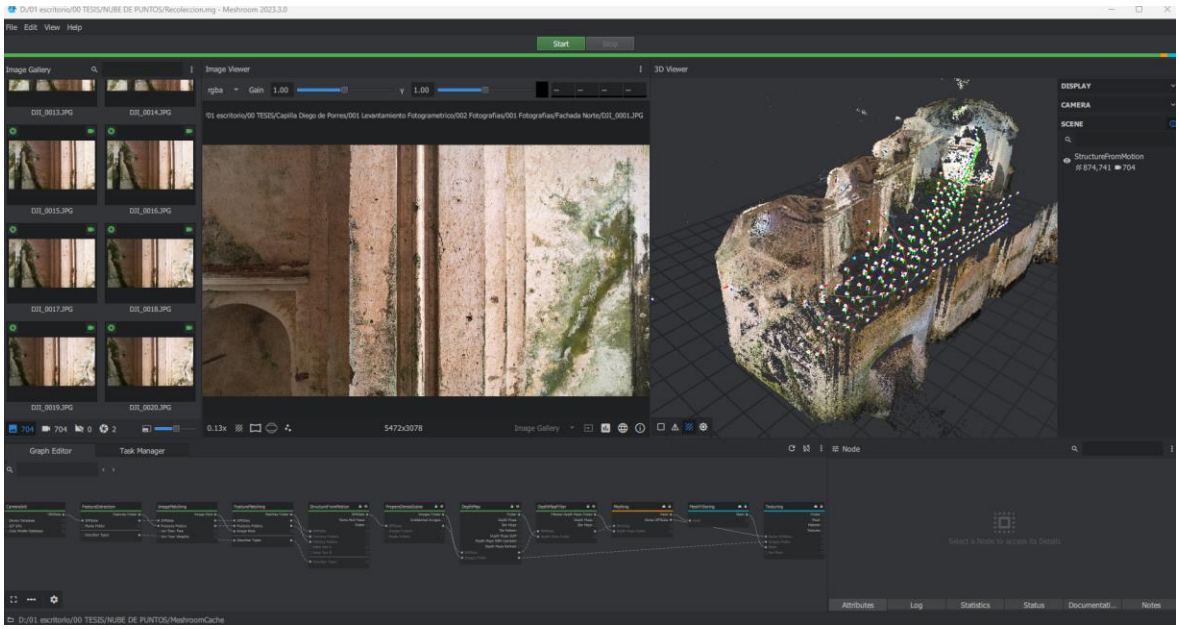


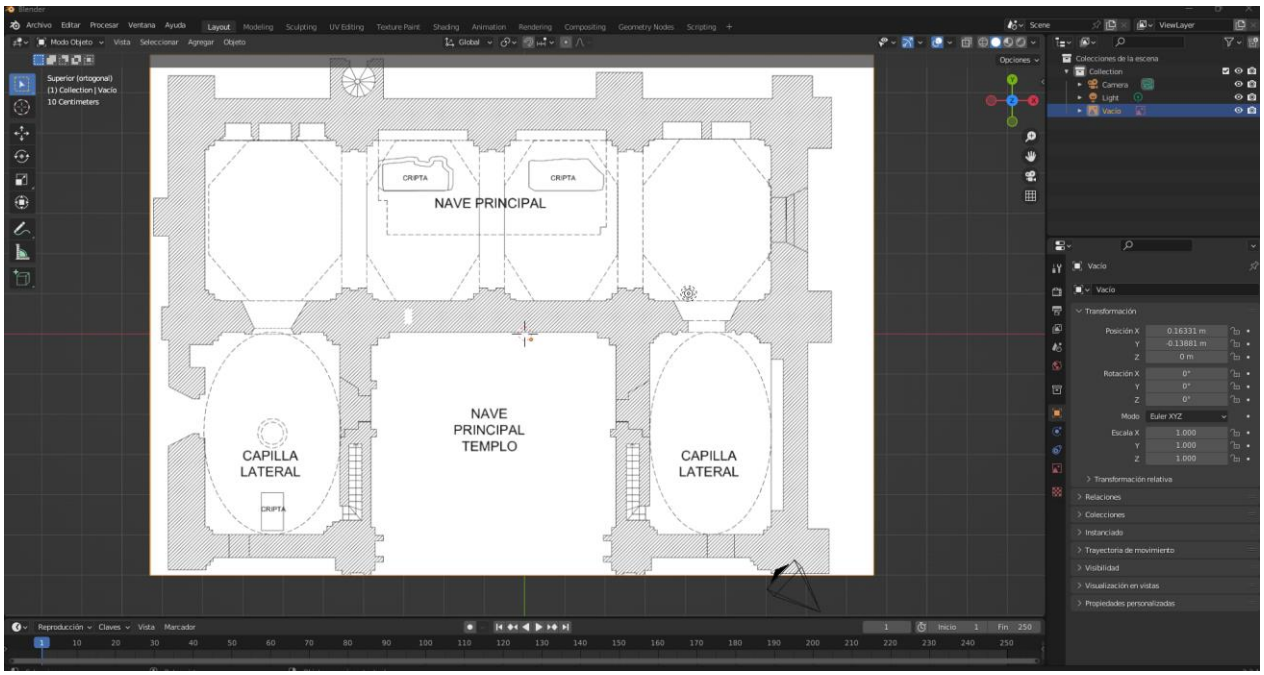
Ilustración 59 - Creación de nube de puntos.



Fuente: elaboración propia con el programa de Meshroom.

4. Importación y referencia de materiales visuales en Blender: importación de imágenes de referencia histórica y planos arquitectónicos a Blender para utilizarlos como guía durante el proceso de modelado.

Ilustración 60- Importación de recursos a Blender



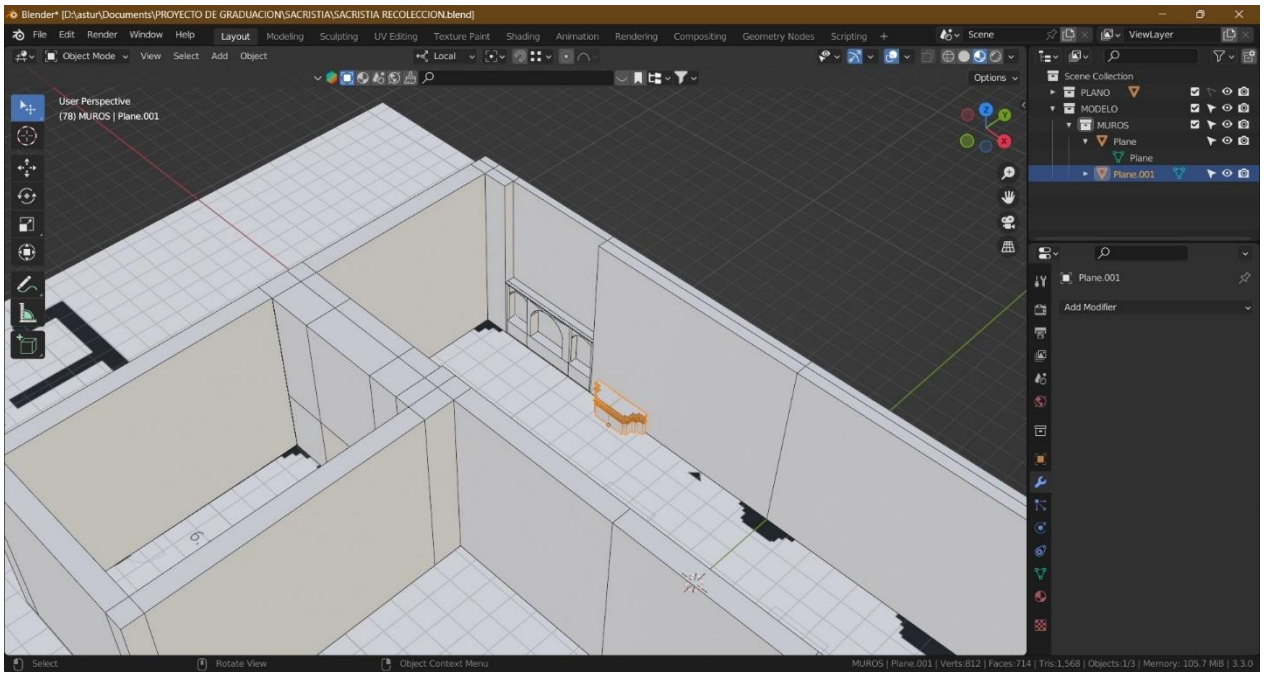
Fuente: elaboración propia con el programa de Blender.

4.2 Modelado de monumentos

1. Técnicas de modelado 3D: uso de herramientas de modelado como extrusión, subdivisión y *sculpting* para crear modelos detallados de monumentos. Enfocarse en la precisión histórica y arquitectónica dando mayor énfasis a detalles históricos y arquitectónicos para garantizar la veracidad y autenticidad del modelo final respecto del monumento en su estado actual.

   Para desarrollar esto es necesario el manejo de la nube de puntos y planos para verificar los detalles y dimensiones de los objetos que se estén modelando, el modelado por piezas individuales facilita la colocación de materiales específicos que el monumento tenga.

Ilustración 61 - Modelado de muros y base de las colunas adosadas



Fuente: elaboración propia con el programa de Blender.

4.3 Texturización y materiales históricos

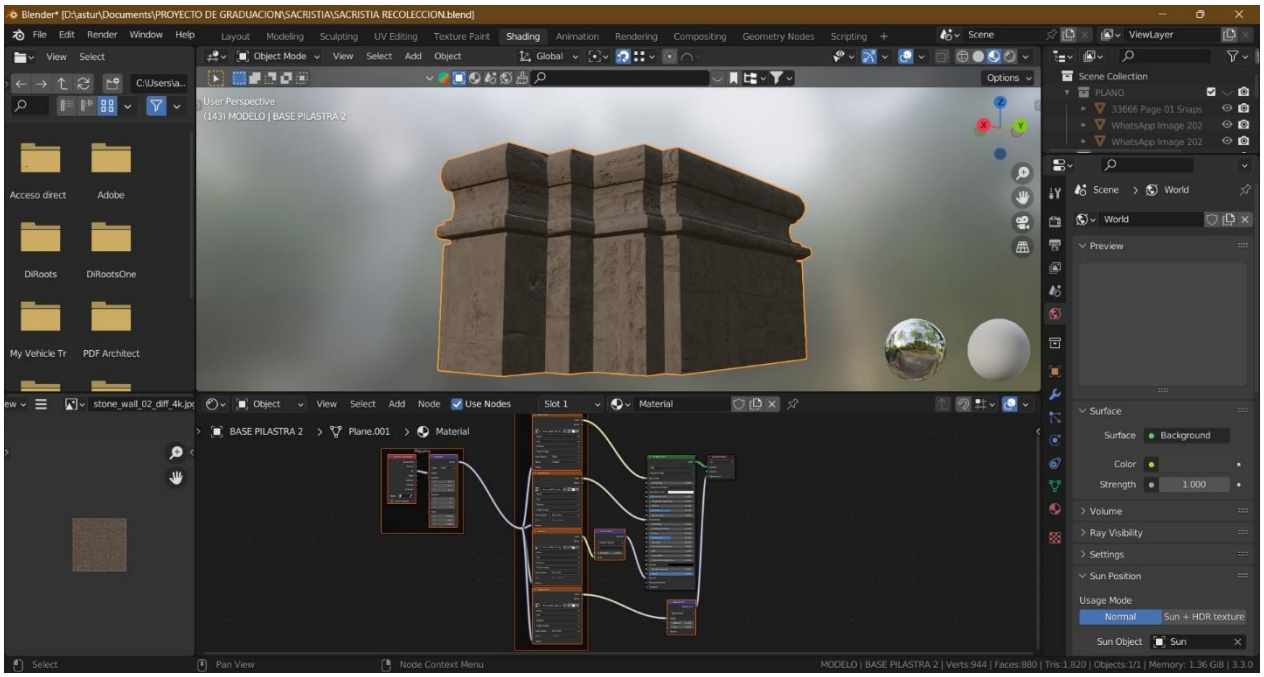
La texturización y aplicación de materiales históricos en Blender es crucial para la reproducción fiel y autentica de la reconstrucción, proporcionando

1. Investigación y aplicación de texturas históricas: investigación de materiales históricos y aplicación de texturas que reflejen con precisión la apariencia del monumento original.

   A partir de una textura fotográfica, se puede utilizar la información proporcionada por fotogrametría y la nube de puntos, tomando o creando mapas normales o de relieve, para aplicarlos a las superficies del objeto al crear el material. El mapeo de relieve se utiliza para crear un efecto de distorsión en la superficie de un objeto sin alterar su geometría. Al añadir una textura en relieve, se mejora el realismo del objeto replicando fielmente su comportamiento ante la iluminación incidente.

Usando una textura con mapas normales o de relieve, se genera un efecto visual en el material que afecta directamente en cómo el objeto interactúa y refleja la luz que cae sobre él.

Ilustración 62 - Mapeo y texturización de materiales en Blender



Fuente: elaboración propia con el programa de Blender.

2. Uso de Imágenes de referencia histórica: utilización de imágenes históricas como referencia para crear materiales auténticos que reflejen la apariencia original del monumento. Si la imagen fue obtenida de sitios de descarga, con bases de datos o catálogos *online*, como Textures o CGTextures, Jacobsen 3D, entre otros, se podrá acceder a una amplia gama de texturas en alta resolución, organizadas por categorías las cuales ya se encuentran mapeadas con sus distintas capas.

Ilustración 63 - Sitio para descargar materiales.

Fuente: Jacobsen (2024) https://jacobsen3d.com/project/biblioteca-de-texturas-gratis/

4.4 Iluminación y atmósfera

La iluminación adecuada en Blender es esencial para recrear condiciones realistas y atmosféricas en la escena de la reconstrucción. Al utilizar textura procesal se tiene la capacidad de generar un efecto visual en el material que permite incorporar detalles que influyen directamente en cómo reacciona el objeto a la luz incidente y cómo refleja esa luz. Este proceso otorga un mayor control sobre la apariencia y características visuales del objeto, permitiendo ajustar su comportamiento lumínico para lograr efectos específicos y mayor fidelidad visual en su representación.

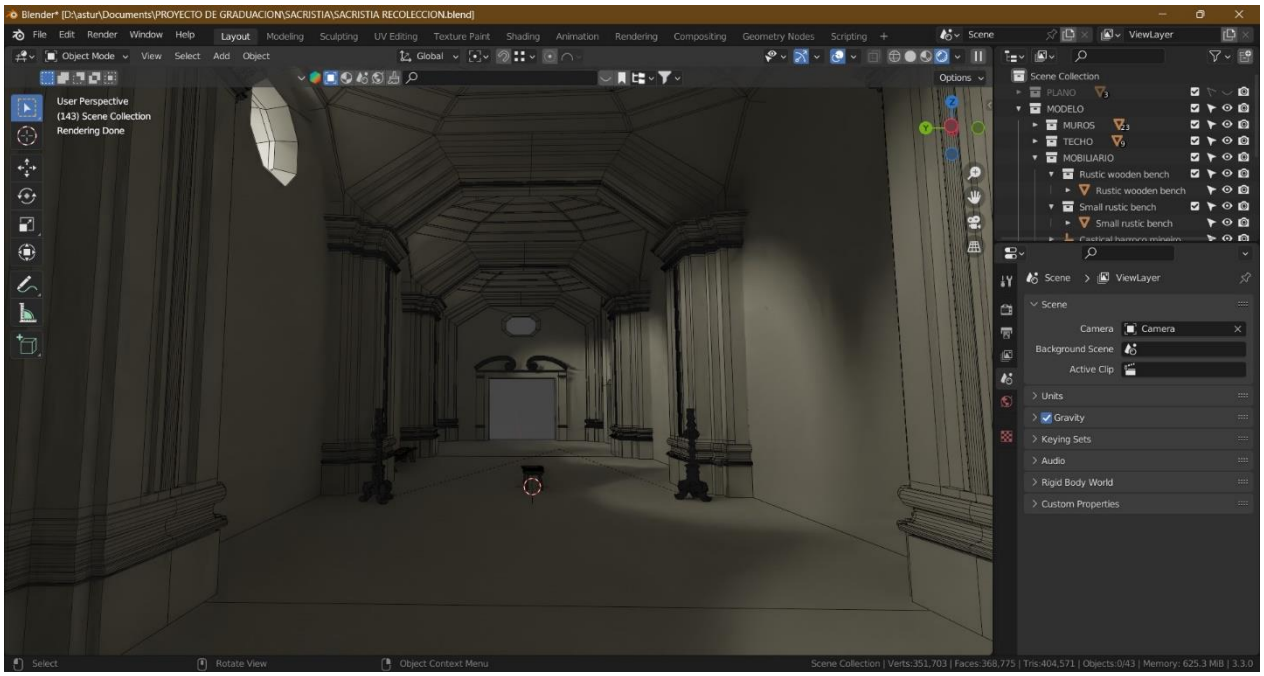
1. Configuración de la iluminación: uso de luces y configuraciones para recrear condiciones de luz naturales y artificiales. Con base en la época del monumento, se tomó como referente la iluminación por candelas u objetos que iluminaran mediante fuego, como también la iluminación natural que ingresa por las ventanas octagonales. Estas referencias se utilizaron para los efectos de luz que se querían lograr. En Blender, hay disponibles una variedad de tipos de luz, que incluyen luz direccional, luz puntual, luz de área y luz puntual. Cada una de estas opciones tiene características y comportamientos únicos, lo que permite utilizarlas de manera efectiva para lograr diferentes efectos visuales.
2. Uso de efectos de luz: aplicación de efectos de luz para resaltar características arquitectónicas y crear una atmósfera realista en la escena. Tomando criterios como la temperatura de la fuente de luz, ángulos de inclinación para ingreso de

iluminación natural y el material, tanto de la fuente de iluminación como del material que la reflecta.

La luz direccional es ideal para simular la luz solar natural, crea sombras largas y un efecto de luz direccional. Por el contrario, la luz puntual emite luz en todas direcciones desde un único punto, genera sombras suaves y difusas, ideales para simular fuentes de luz artificiales como bombillas o faroles.

La iluminación de área, por otro lado, emite luz desde una superficie, proporciona una iluminación suave y uniforme, útil para simular fuentes de luz difusas como ventanas o pantallas de lámparas. Finalmente, el foco proyecta la luz en una dirección específica, lo que permite controlar con precisión el área y la intensidad de la iluminación, lo cual es útil para efectos como reflejos o enfatizar partes específicas de la escena. Dominar el uso de cada tipo de luz en Blender permite a los artistas crear escenas visualmente impactantes y realistas, que adapten la iluminación a las necesidades específicas de cada proyecto.

Ilustración 64 - Visualización de ingreso de iluminación natural.



Fuente: elaboración propia con el programa de Blender.

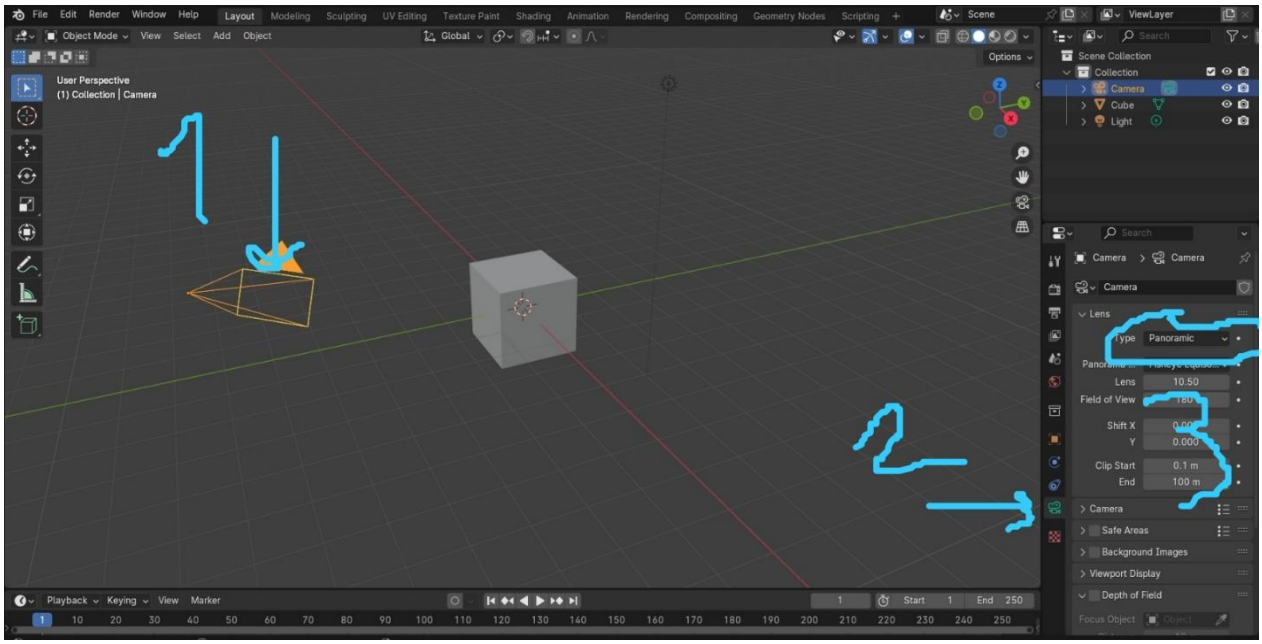
4.5 Visualización, exportación y distribución del proyecto

La exportación y distribución del proyecto finalizado en diferentes plataformas y dispositivos es crucial para compartir la reconstrucción virtual del monumento con el público. La animación y visualización en Blender permiten presentar el monumento reconstruido en diferentes contextos y períodos de tiempo.

1. Creación de animaciones: el uso de técnicas de animación ofrece una forma dinámica y cautivadora de presentar un monumento en diversos contextos y situaciones. Esta herramienta da vida al monumento a través del movimiento, ofrece una experiencia inmersiva y memorable al espectador.

   Esto permite al espectador experimentar el monumento de una manera única y emocionante, contribuyendo a su apreciación y comprensión.

Ilustración 65 - Pasos para la colocación de cámaras.



Fuente: elaboración propia con el programa de Blender.

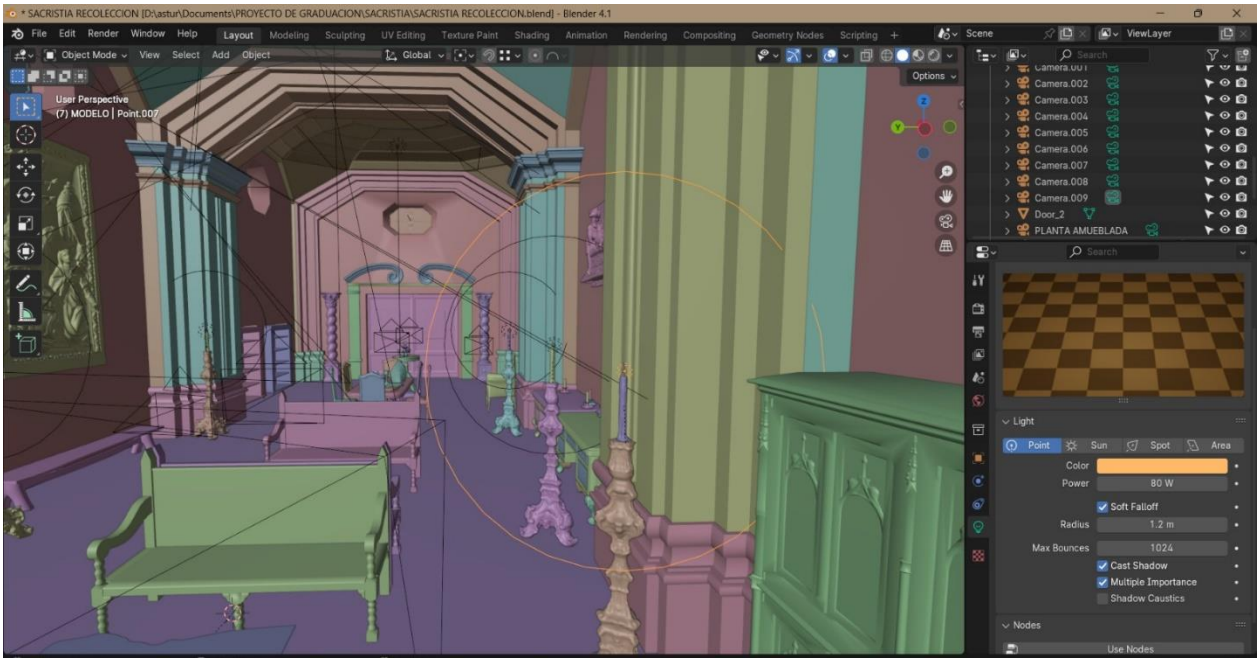
2. Visualización interactiva: creación de visualizaciones interactivas que permitan a los usuarios explorar el monumento desde diferentes perspectivas y ángulos. Se debe animar gradualmente la intensidad de una luz para simular el amanecer o el atardecer, creando transiciones suaves y naturales entre diferentes horas del día, cambiando la posición de las luces para simular el movimiento del sol o la luna en el cielo, lo que añade un nivel extra de realismo a la escena.

3. Preparación de archivos: exportación de los modelos, texturas y animaciones en formatos compatibles con diferentes software y dispositivos.

4. Enlaces a recursos adicionales: proporcionar enlaces a bases de datos históricas, bibliotecas de texturas y otras fuentes de información relevantes para la reconstrucción virtual de monumentos.

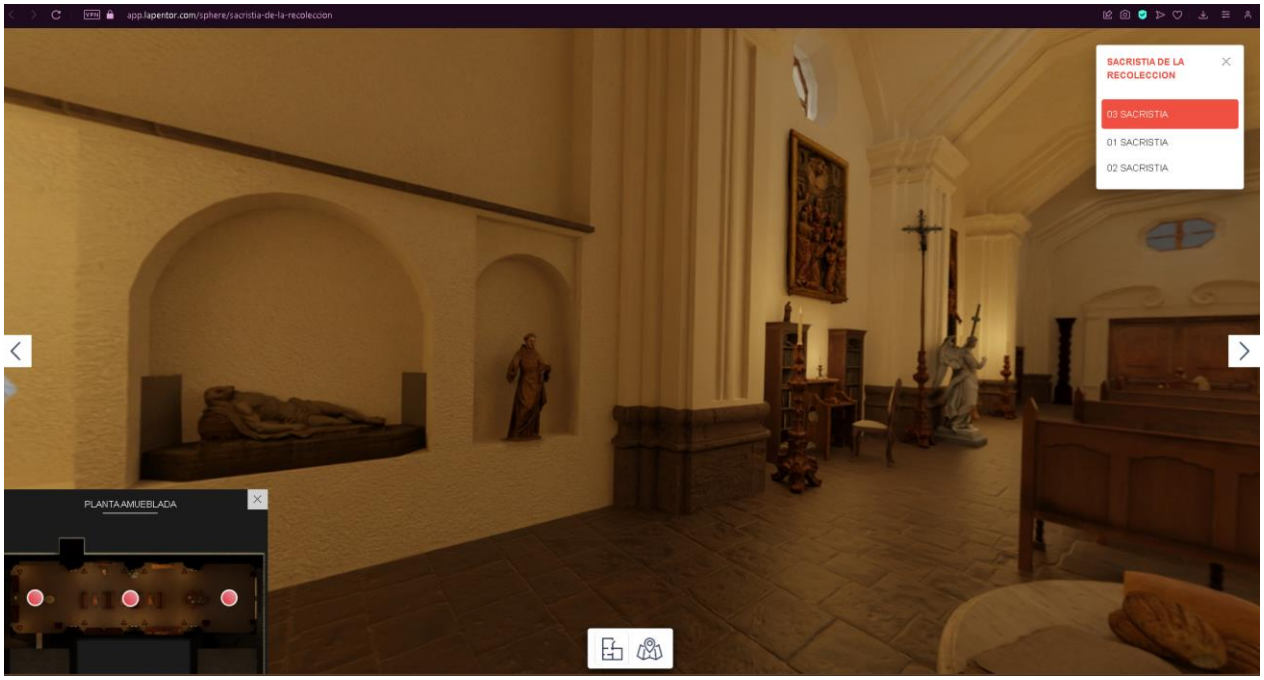
Este manual servirá como una guía básica para los interesados en utilizar Blender para la reconstrucción virtual de monumentos. Su objetivo es proporcionar las herramientas con las que puedan crear reconstrucciones precisas y auténticas que preserven el patrimonio cultural y arquitectónico de la humanidad.

Ilustración 66 - Configuración de iluminación ambiental.



Fuente: elaboración propia con el programa de Blender.

Ilustración 67 - Recorrido 360 realizado en Blender y visualizado en Lapentor.



Fuente: elaboración propia con el programa de Blender y Lapentor.

CONCLUSIONES

1. En la presente reconstrucción virtual de la sacristía del Templo La Recolección se respetan los principios de conservación, de integralidad, contextualidad y autenticidad, ya que se realizaron las investigaciones pertinentes, para el modelo 3D, sin alterar la integridad física del monumento, preservando su contexto histórico y cultural para la posterioridad.

2. La reconstrucción virtual conserva digitalmente las características y detalles únicos de la sacristía considerando la referencia de la hipótesis del arquitecto Guillermo Aguirre y las referencias históricas de la época, lo cual permite la reinterpretación del monumento para realizar una conservación sin intervenir físicamente en la edificación, por lo tanto, su preservación es íntegra, sin destruir o alterar lo existente.

3. Se deben fomentar los espacios digitales para que las personas tengan la experiencia de inmersión virtual, para conocer la cultura y la historia de los monumentos existentes en cualquier parte del mundo en la que exista este tipo de espacios con sus modelos en 3D, lo cual se logrará con la implementación de las nuevas tecnologías, para la recreación de los monumentos tangibles, potencializando el desarrollo social y turístico del país.

4. El modelado en 3D es el primer paso que se tiene que dar para la creación de un sistema nacional de reconstrucción virtual de los monumentos existentes en el país. Ya que para la realización del modelo se debe trabajar la recopilación de la documentación histórica textual, verbal y gráfica que engloba a cada monumento. Tal y como se realizó el modelado de la sacristía del Templo La Recolección. Para implementar, posteriormente, una plataforma de inmersión virtual para las personas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una investigación exhaustiva de la documentación histórica escrita, para no caer en falsos históricos, asimismo, también de la recopilación de la documentación gráfica existente del monumento, trabajar en las consultas que se pueden realizar a la población local que conozca la historia del monumento, y pueda dar referencias útiles para la posterior investigación.

2. Trabajar, en la medida de lo posible, una reconstrucción virtual sin intervenir de manera directa en las estructuras de los monumentos, para lograr la preservación y la autenticidad del paso del tiempo sobre el monumento, trabajando con la mayor cantidad de referencias gráficas que se puedan obtener desde la fecha más antigua posible, según la investigación que se realice.

3. Fomentar el uso de las nuevas tecnologías y sus plataformas, tanto para la creación como para la visualización de los modelados tridimensionales, por medio de todos los espacios posibles para la divulgación a nivel nacional y así concientizar a la población respecto de todas las riquezas culturales, históricas y arquitectónicas que hay en el país, las cuales se pueden mostrar mediante una plataforma digital.

4. Propiciar que la creación de una plataforma digital para la inmersión virtual se realice con una colaboración conjunta entre instituciones, universidades, profesionales y personas con conocimientos de los monumentos. Para lograr su creación, divulgación e implementación.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Aguirre, Guillermo. «Santiago de Guatemala. Sacristía de La Recolección.» https://www.instagram.com/p/CvIO7i9L6a2/?igsh=cWp3am9hbGI2OXIv, 2023.*

2. *ALL3DP. Los mejores programas de fotogrametría 3D de 2023. 22 de noviembre de 2022. https://all3dp.com/es/1/mejores-programas-fotogrametria/ (último acceso: 15 de Julio de 2023).*

3. *Annis, Verle L. 1968. «La Arquitectectura de La Antigua Guatemala .» En La Arquitectectura de la antigua Guatemala , de Verle L. Annis, 169-173. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala .*

4. *Annis, Verle L. «La Arquitectura en La Antigua Guatemala .» En La Arquitectura en La Antigua Guatemala , de Verle L. Annis, 56-57. Antigua Guatemala: Editorial Universitaria, 1543-1773.*

5. *Bailey, Ernesto. «Levantamientos fotogramétricos en arquitectura moderna de Guatemala aplicado a la fachada del CCMAA.» Universidad San Carlos de Guatemala . (Tesis de licenciatura). Guatemala, 2019.*

6. *Barrios, Jenny. «Restauracion y revitalizacion del complejo arquitectonico de La Recoleccion en la Nueva Guatemala de la Asunción.» Universidad San Carlos de Guatemala. (Tesis de licenciatura). Guatemala, 2006.*

7. *Bell, Elizabeth. 1993. La Antigua Guatemala: La historia de la ciudad y sus monumentos. Guatemala, Guatemala : Impreos Industriales. Último acceso: 10 de 2022.*

8. *Berlin, Heinrich. 1988. Ensayo sobre historia del arte de Guatemala y México. Editado por Jorge Luis Arriola. Vol. 32. 500 vols. Guatemala, Centroamérica: Academia de Geografía e Historia de Guatemala.*

9. *Bravo, Manuel. El Foro Romano. Youtube.com. 25 de noviembre de 2020. https://youtu.be/fbJfiUklOEM (último acceso: 17 de Febrero de 2023).*

10. *Elliot, Dvaid Jickling/ Elaine. 1989. Fachadas y festividades de Antigua- Una guia de iglesias y celebraciones. Guatemala, Guatemala : Casa del Sol.*

11. *Wuildfred, Milian Yesika / Arroyo. 2005. Análisis arquitectónico de las obras del Arquitecto Mayor Diego de Porres. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.*

12. *CNPAG. «Consejo Nacional Para la Protección de la Antigua Guatemala.» Protección del Patrimonio de la Antigua Guatemala. 1969 - 2024.*

13. *Corte de Constitucionalidad. «Capítulo II - Derechos Sociales, Sección II - Cultura.» En Constitución Política e la República, de Corte de Constitucionalidad 2002. Guatemala, Guatemla, 2002.*

14. *El Congreso de la República de Guatemala. Compilación de Leyes Penales de Guatemala. Guatemala, Guatemala: Organismo Ejecutivo, 1997.*

15. *Garín, Silvio Escolano / Loren Lemus / Alberto. «Los intentos por una arquitectura anitsísmica en Santiago de Guatemala en el siglo XVIII.» Boletín de Monumentos Históricos I Tercera época, n° 42 (2018): 19.*

16. *Higeros, Carmen. «Levantamiento fotogramétrico de materiales, daños y alteraciones en apoyo al proyecto de recuperacion de las ruinas de la iglesia de Nuestra Señora de la Asunción de Chiquimula de la Sierra.» Univesidad de San Carlos de Guatemala . (Tesis de licenciatura). Guatemala, 2019.*

17. *Juárez, José María Magaña. «La Arquitectura Monumental de La Antigua Guatemala.» Apuntes 24, n° 1 (2011): ISSN 1657-9763. 92-105.*

18. *Katherine Gribsy, Blanca Niñon Norton, Oscar Mora. Ley Protectora de la Ciudad de Antigua Guatemala. Vols. UNESCO,2006, de Compendio de Leyes sobre la protección del patrimonio cultural guatemalteco, de Blanca Niñon Norton, Oscar Mora Katherine Gribsy, 25-34. Guatemala, Antigua Guatemala: Unesco, 2006.*

19. *La Bitácora. La Antigua Guatemala. 2023. https://labitacora.es/la-antigua-decimoseptimo-dia-centroamerica-indigena/.*

20. *Manrique, Jorge Alberto. «Notas bibliográficas.» En el Arquitecto Mayor Diego de Porres, 1677-1741, de Luis Luján Muñoz, de Jorge Alberto Manrique, 216-258. México: Anales del Instituto de Investigacón, 1983-08-06.*

21. *Muñoz, Jorge Luján. «La columna salomónica en el arte colonigal guatemalteco.» Editado por Universidad de Málaga. Boletín de Arte, 2003: 35-52.*

22. *—. Real Academia de la Historia. s.f. https://dbe.rah.es/biografias/88129/diego-de-porres (último acceso: 10 de 10 de 2023).*

23. *Muñoz, Luis Luján. 1982. El Arquitecto Mayor Diego de Porres 1677 - 1741. Vol. 15 . Guatemala, Guatemala: Universitara San Carlos de Guatemala.*

24. *—. «Presencia de sirenas en el arte guatemaltco.» De Luis Lujan Muñoz, 136-152. Guatemala, s.f.*

25. *Quiñónez, Edgar. «Arte: Exposición de "Santiago de Guatemala" en Antigua Guatemala, una muestra imperdible.» 24 de julio de 2023. https://republica.gt/vive-guatemala/exposicion-de-santiago-de-guatemala-en-antigua-guatemala--2023722193057 (último acceso: 1 de agosto de 2023).*

26. *Resco, Pablo Aparicio. El conjunto Monumental de Santa Fe (Toledo) (II): La reconstrucción virtual en 3D de sus fases históricas. 2 de abril de 2019. https://parpatrimonioytecnologia.wordpress.com/category/reconstruccion-3d/page/2/ (último acceso: 24 de Enero de 2023).*

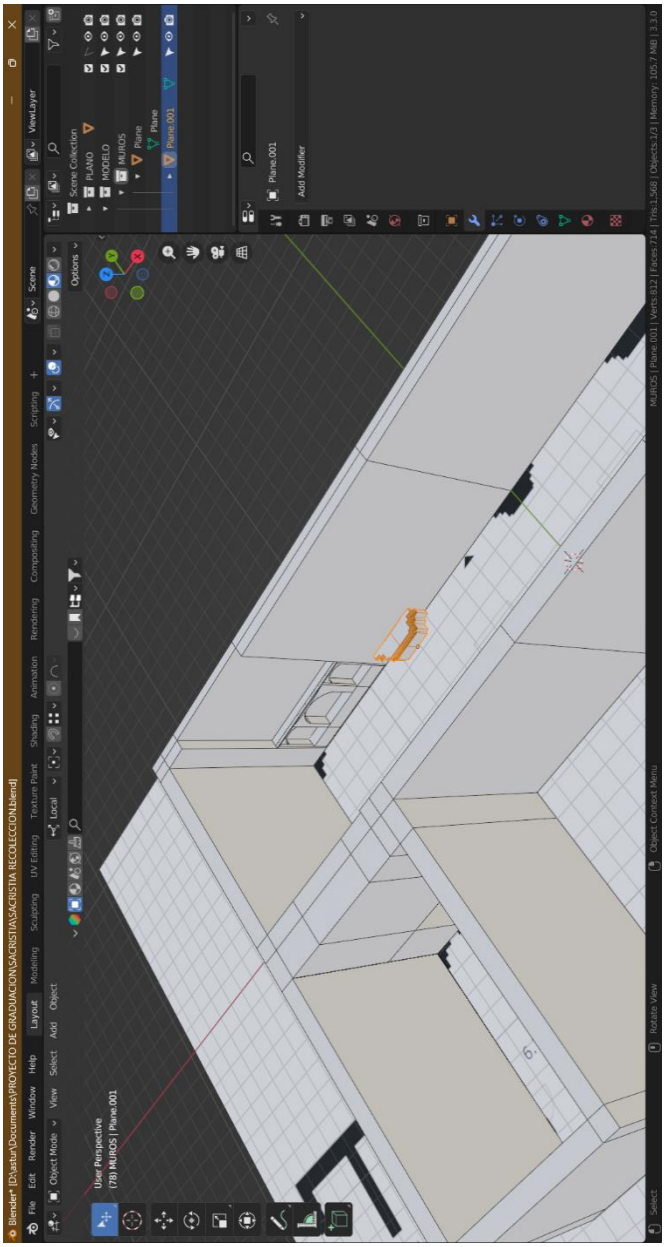
27. *—. Reconstrucciones virtuales: La escala de evidencia histórica. 10 de julio de 2014. https://parpatrimonioytecnologia.wordpress.com/2014/07/10/reconstrucciones-virtuales-la-escala-de-evidencia-historica/ (último acceso: 20 de Marzo de 2023).*

28. *Toledo, Luz María Elizabeth Lemus. «Comunicación interna de criptas y túneles en algunos edificios religiosos de Antigua Guatemala, mito y realidad.» 13 de julio de 1993. (último acceso: 12 de septiembre de 2023).*

29. *Zepeda, Carlos R. Mendoza. «Proyecto para la restauración y puesta en valor del monumento nacional: Convento e Iglesia de La Recolección Antigua Guatemala.» 75. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 1986.*

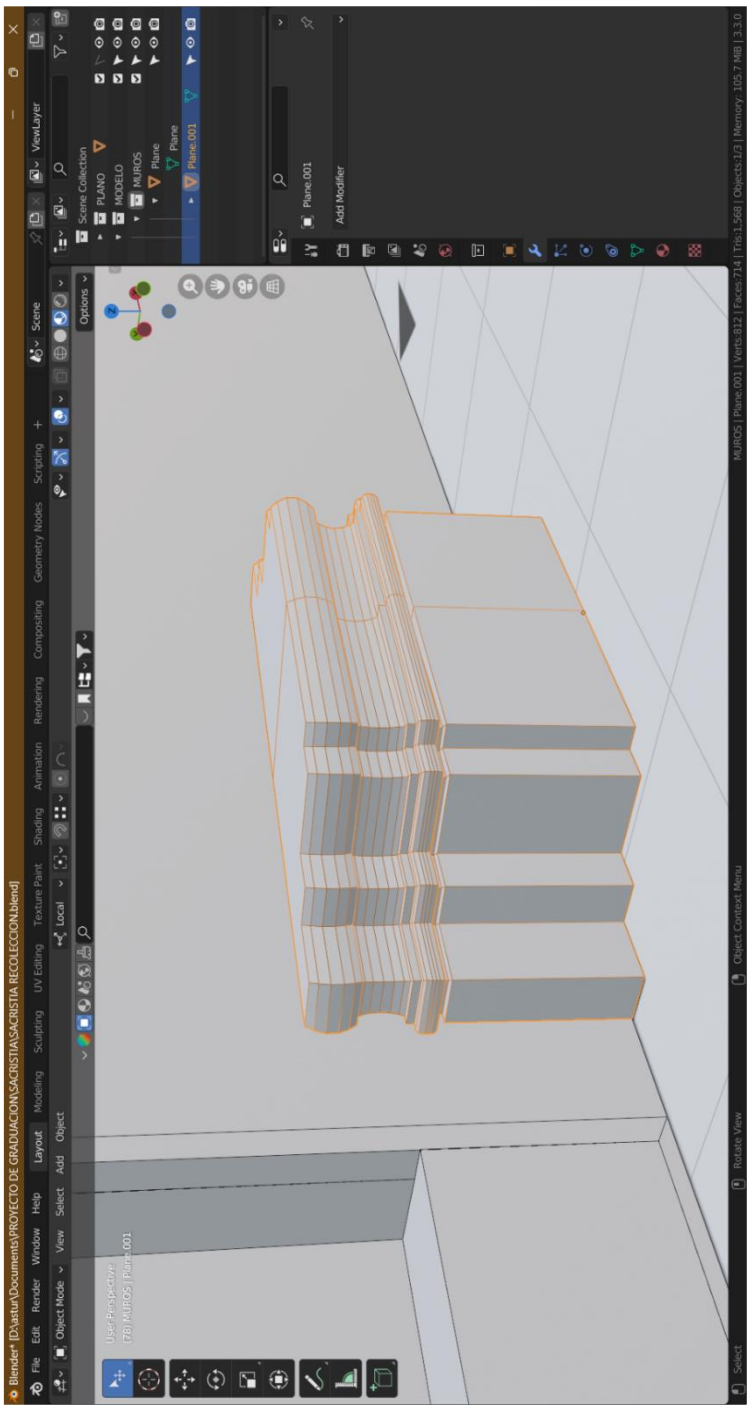
APÉNDICE

Apéndice 1. Modelado general de la Sacristía



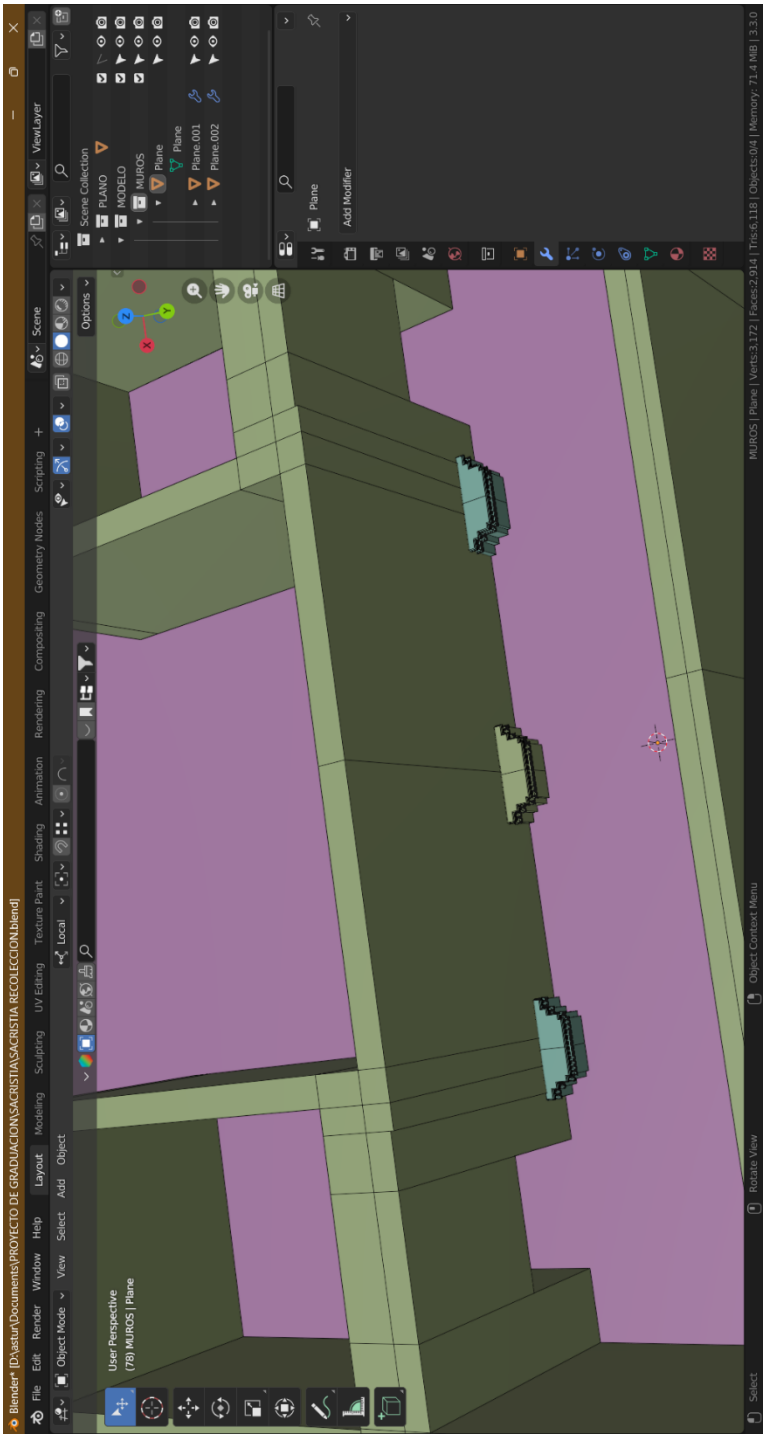
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 2. Modelado de pilastras de la Sacristía



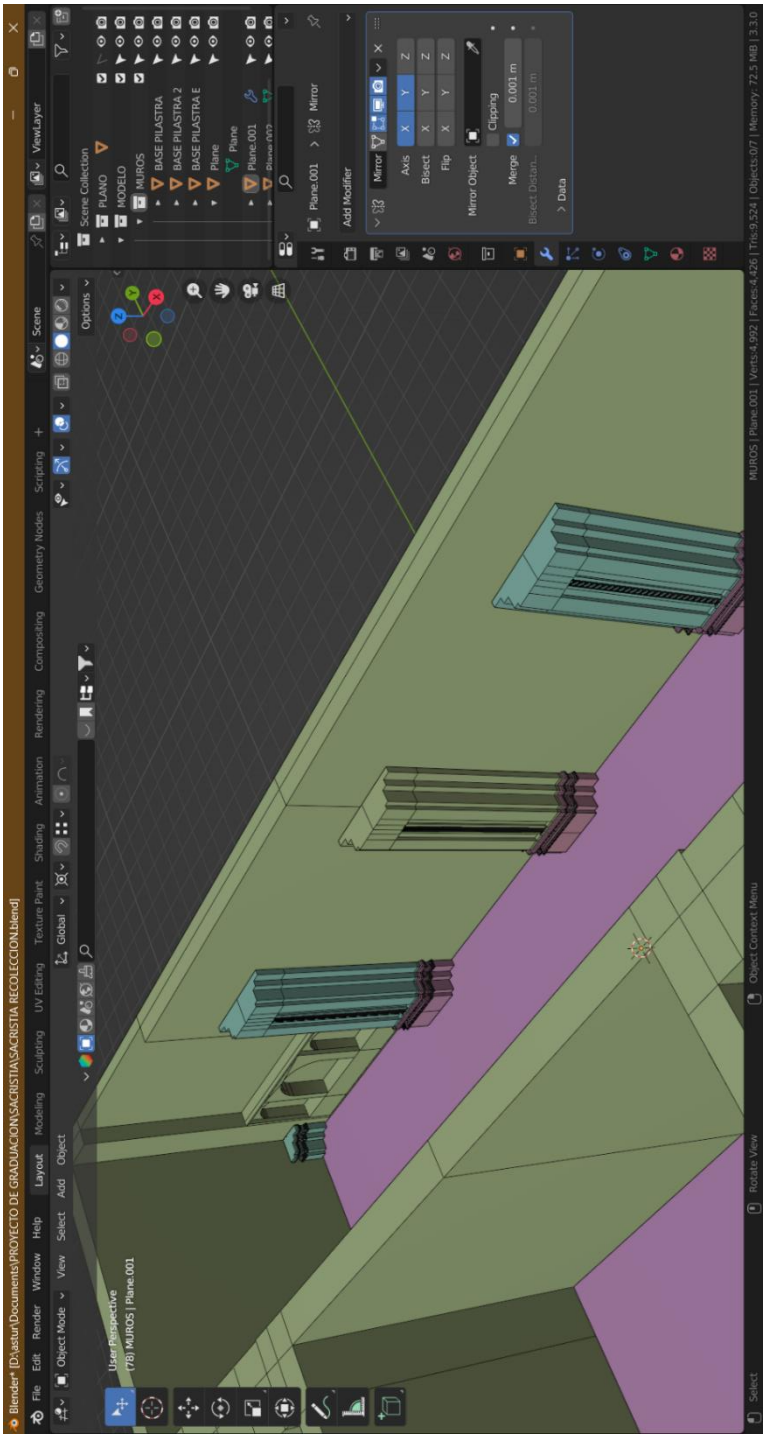
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 3. Separación de texturas del modelo 3D de la Sacristía



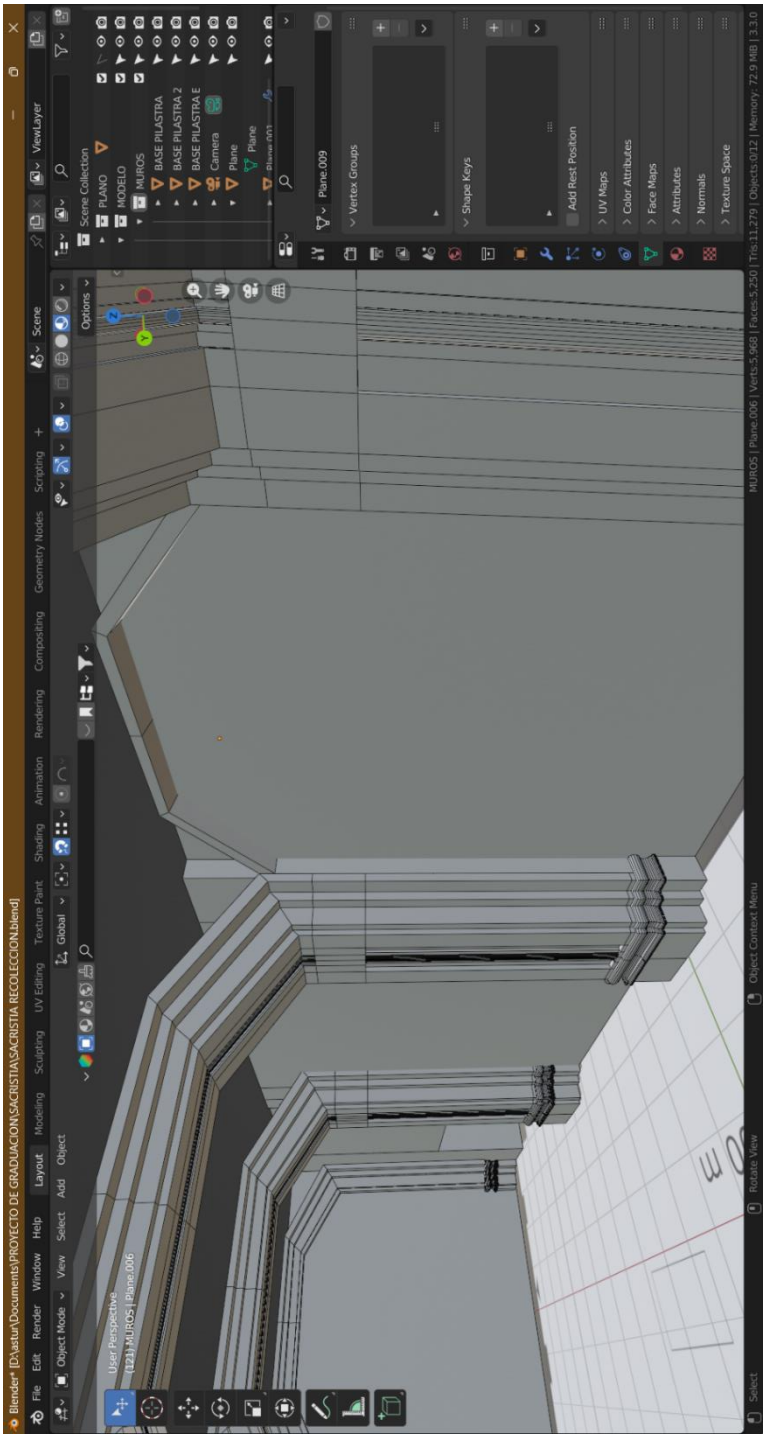
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 4. Separación de texturas de pilastras respecto del muro de la Sacristía



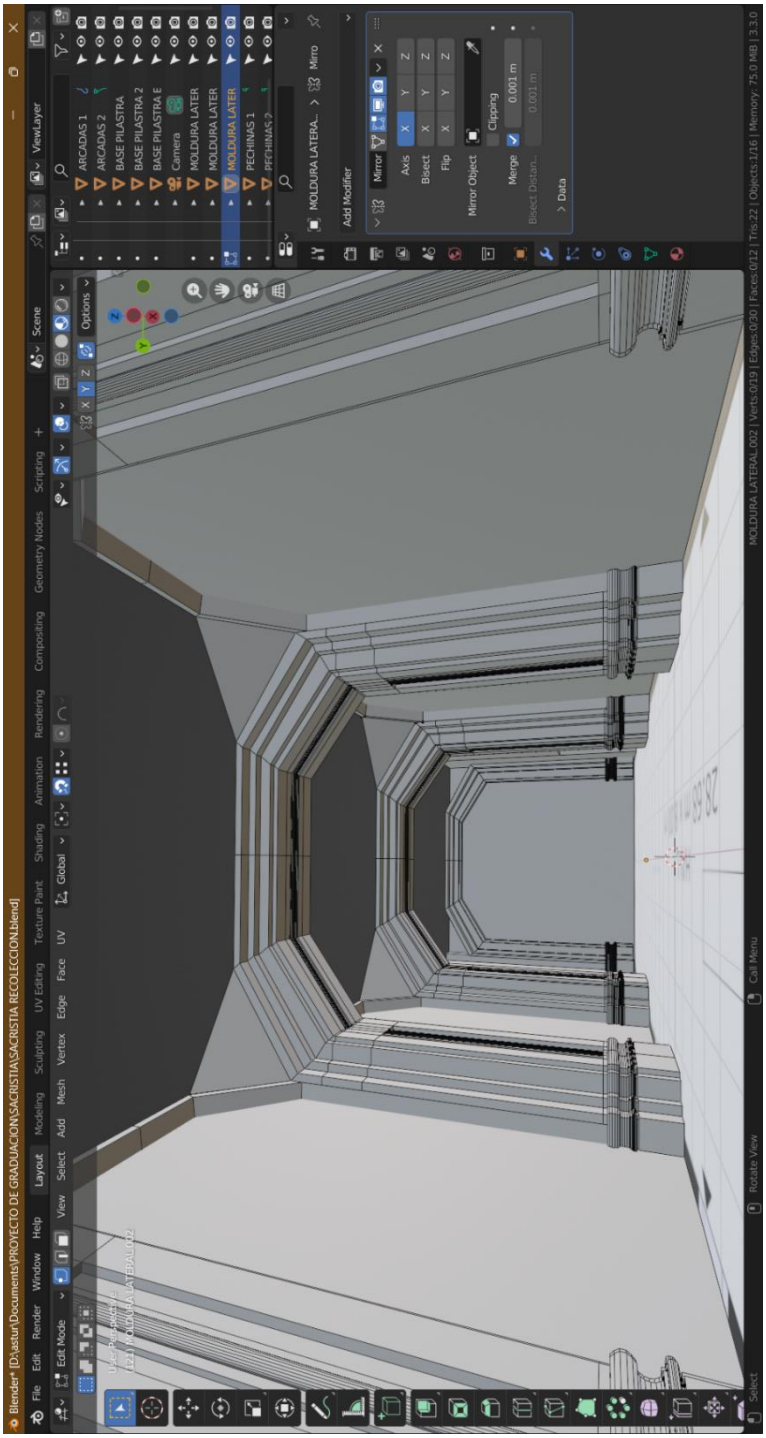
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 5. Modelado de pilastras y arcadas de la Sacristía



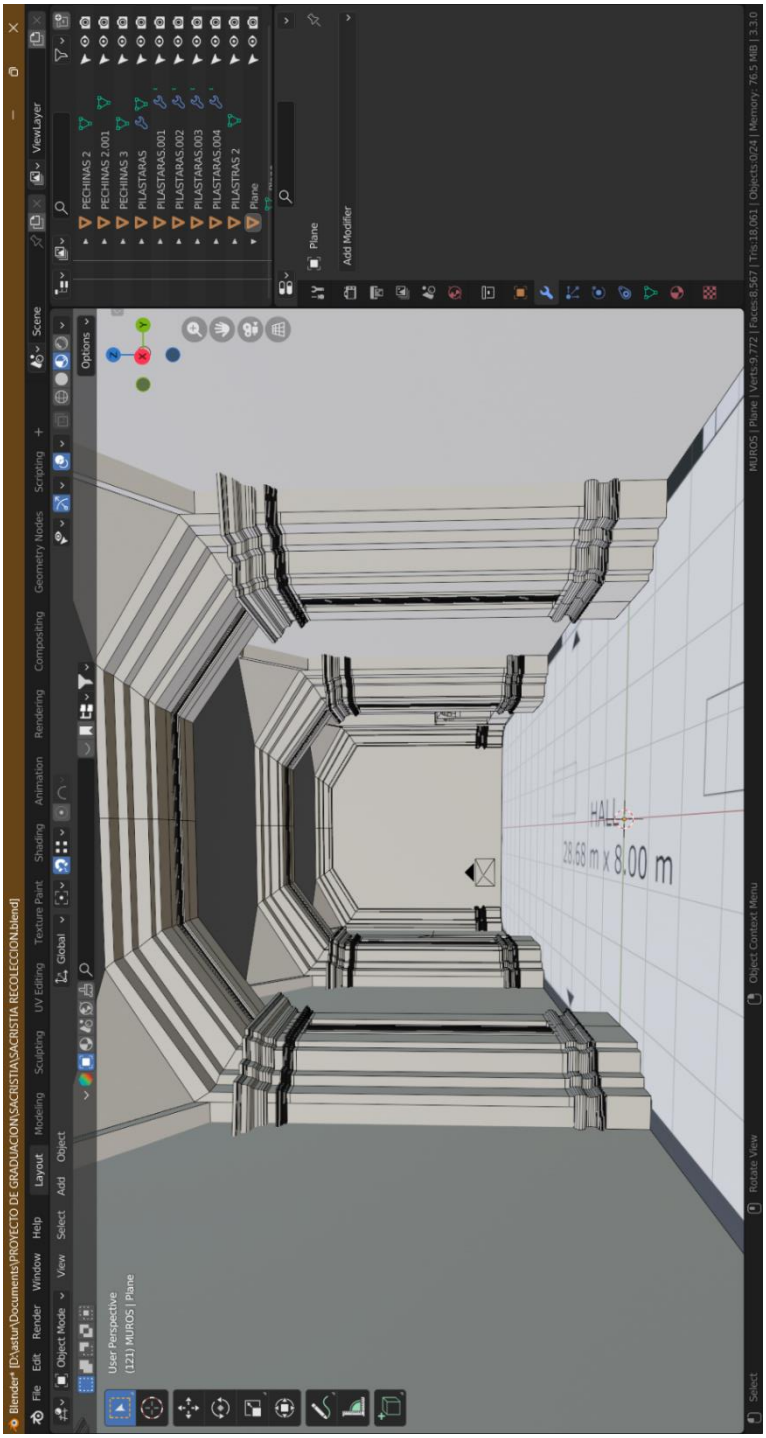
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 6. Modelado de pechinas de la Sacristía



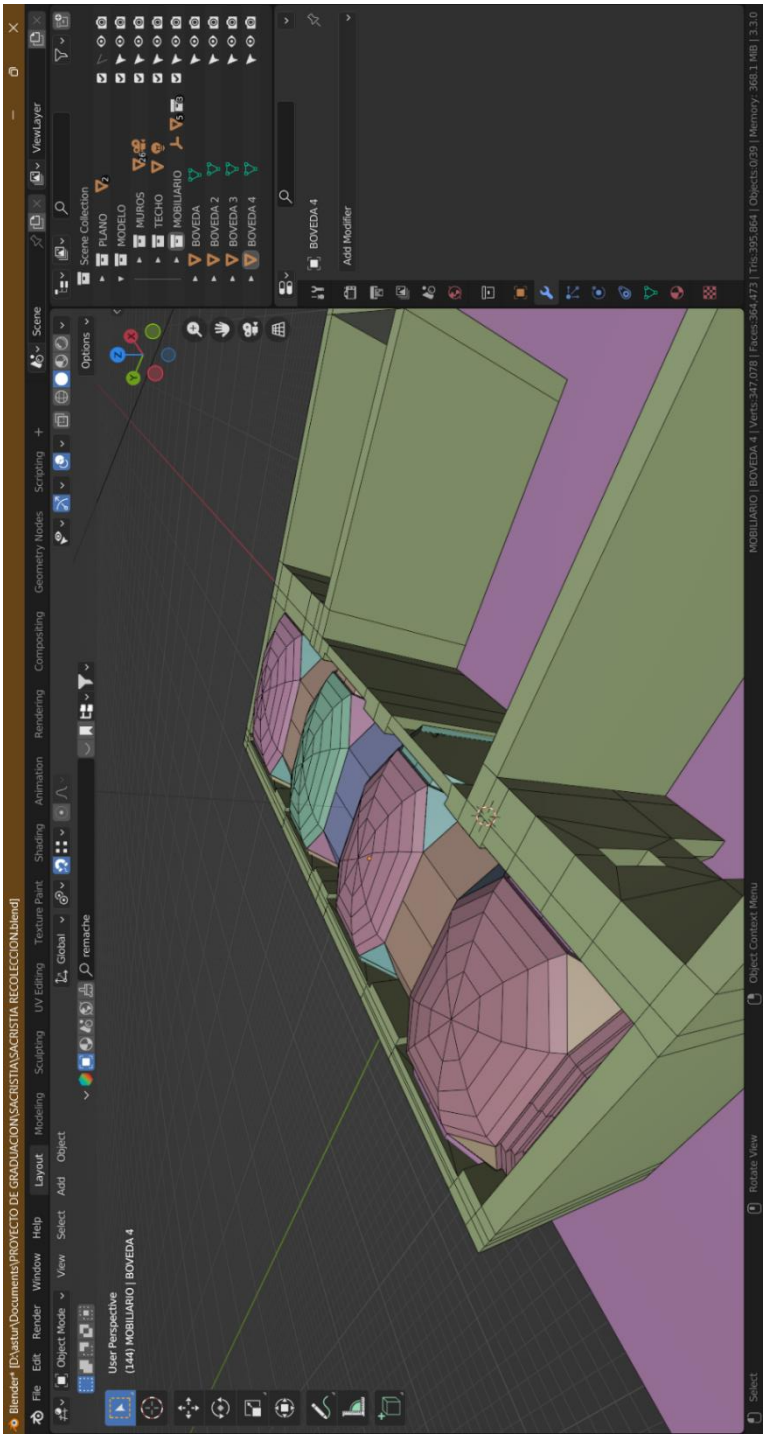
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 7. Modelado molduras de la Sacristía



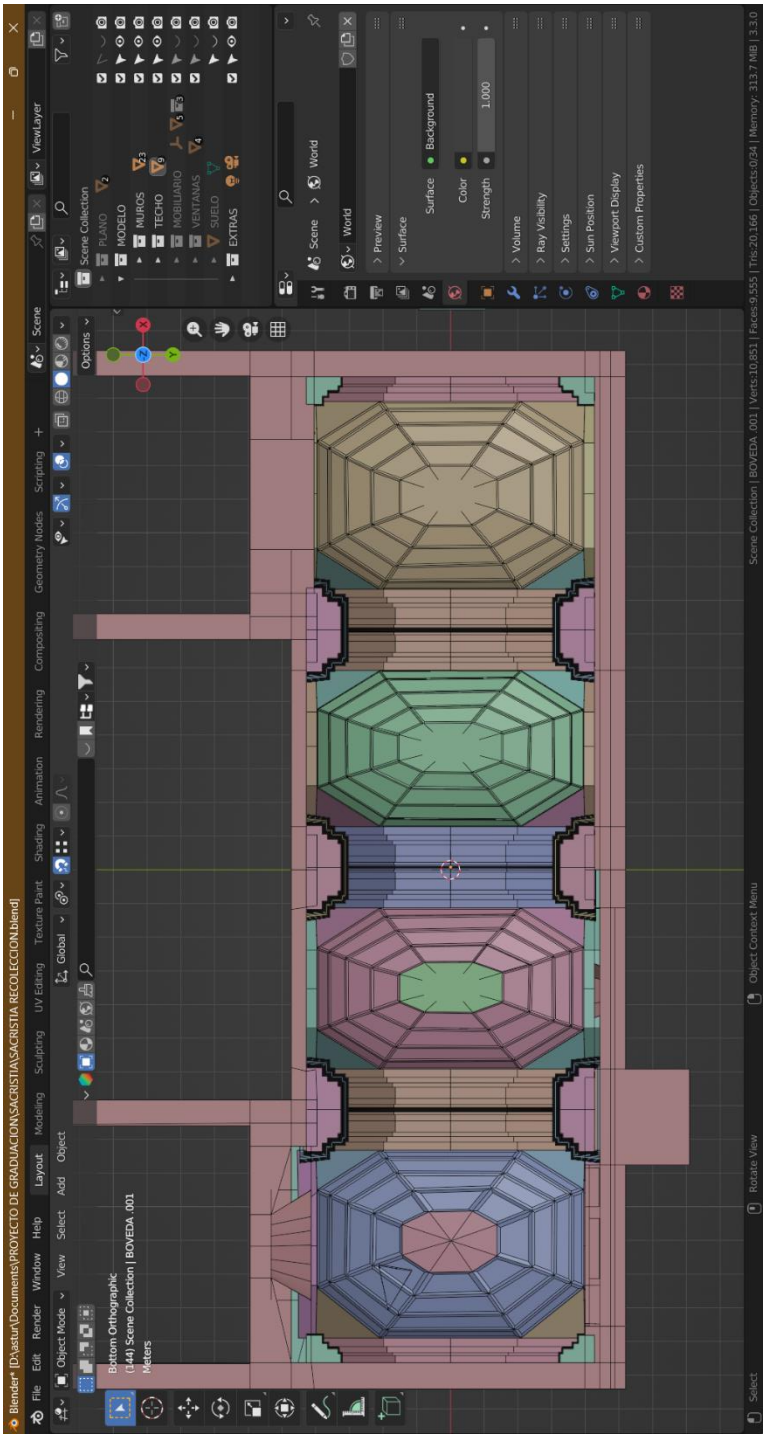
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 8. Modelado para creación de bóvedas de la Sacristía



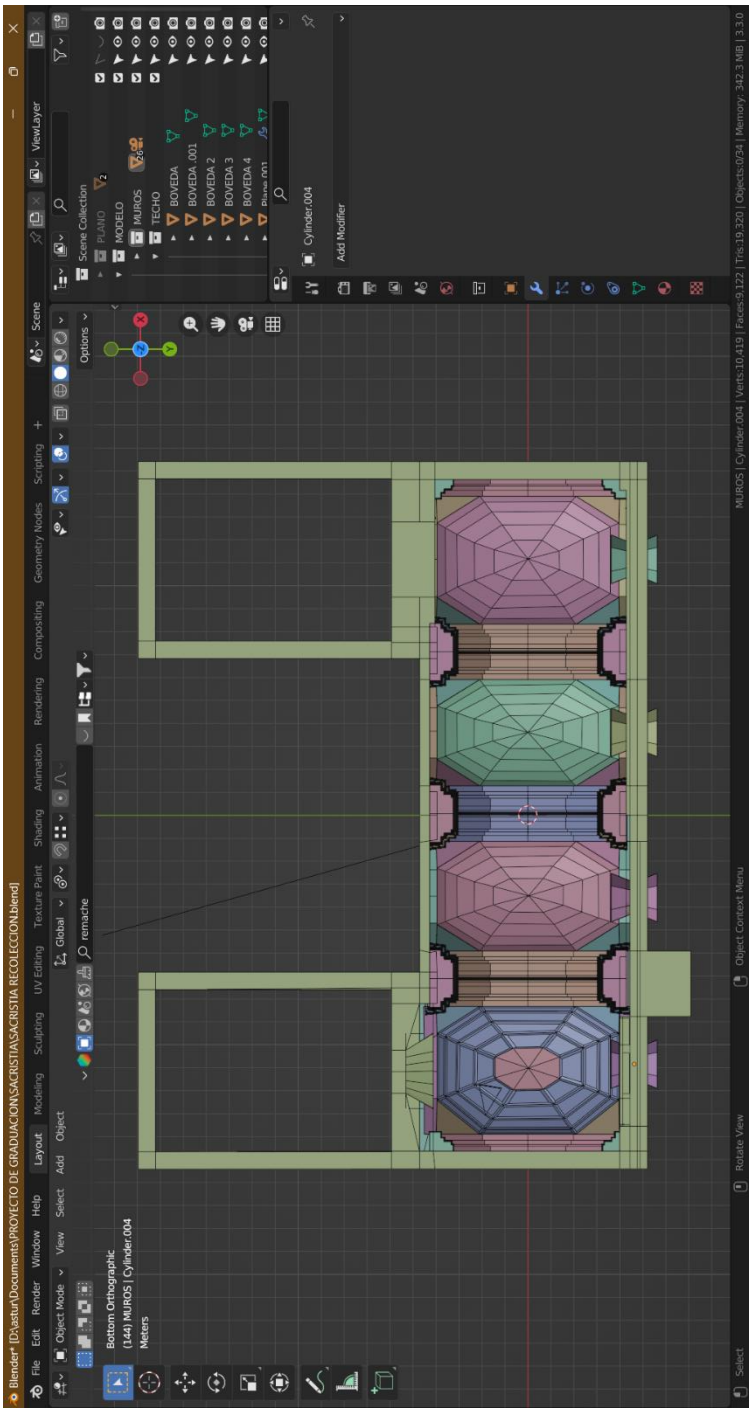
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 9. Modelado para creación de techos de bóvedas de la Sacristía



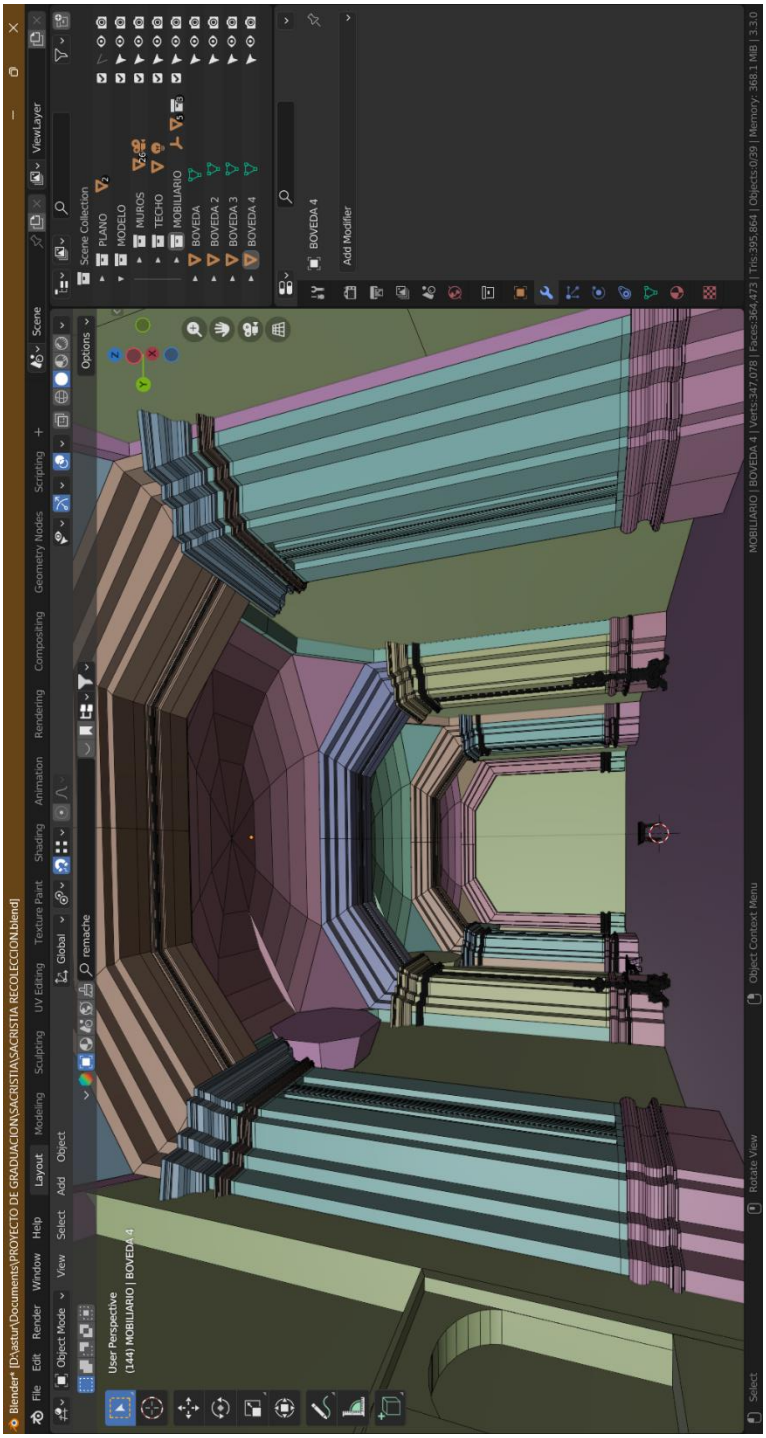
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 10. Modelado para creación de vista reflejada de techos de bóvedas de la Sacristía



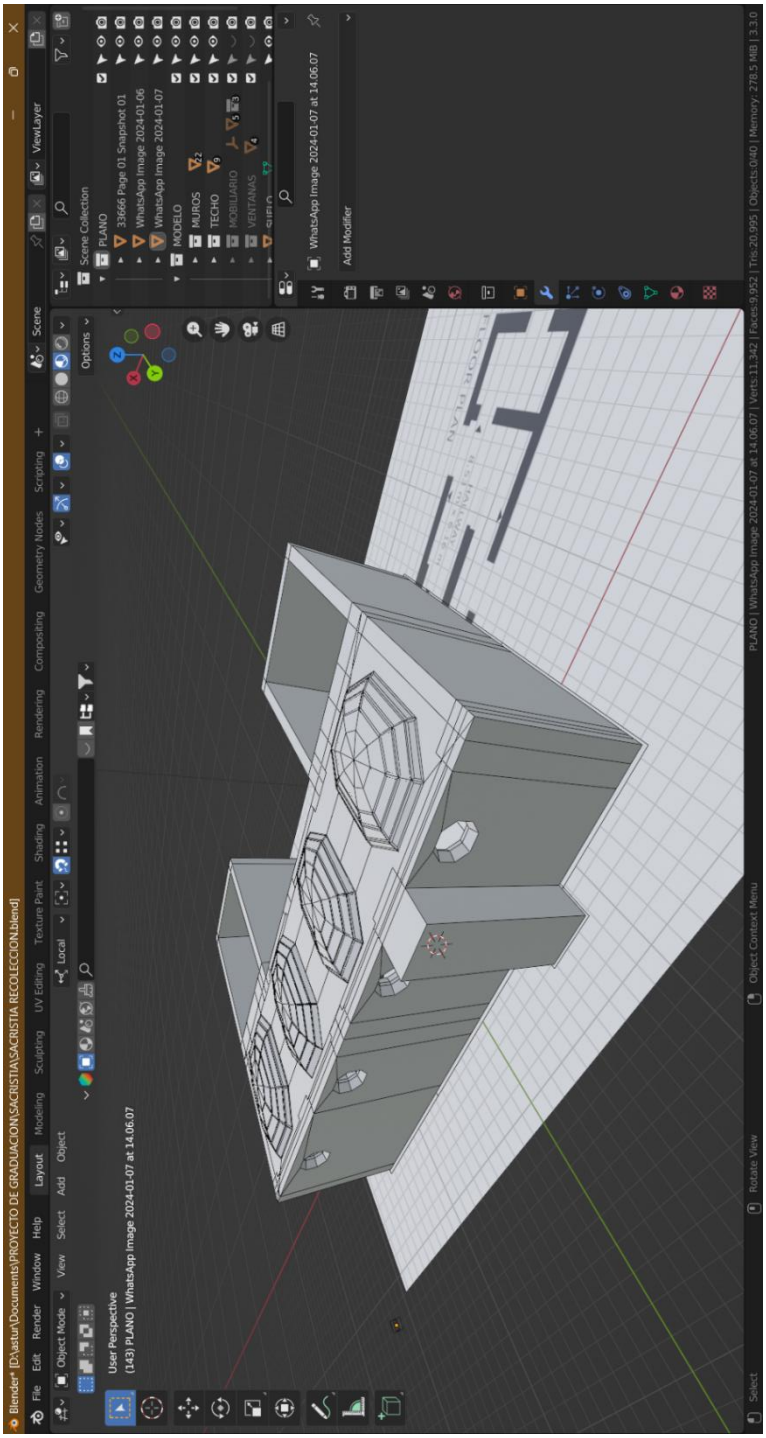
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 11. Visualización del modelado interior de la Sacristía



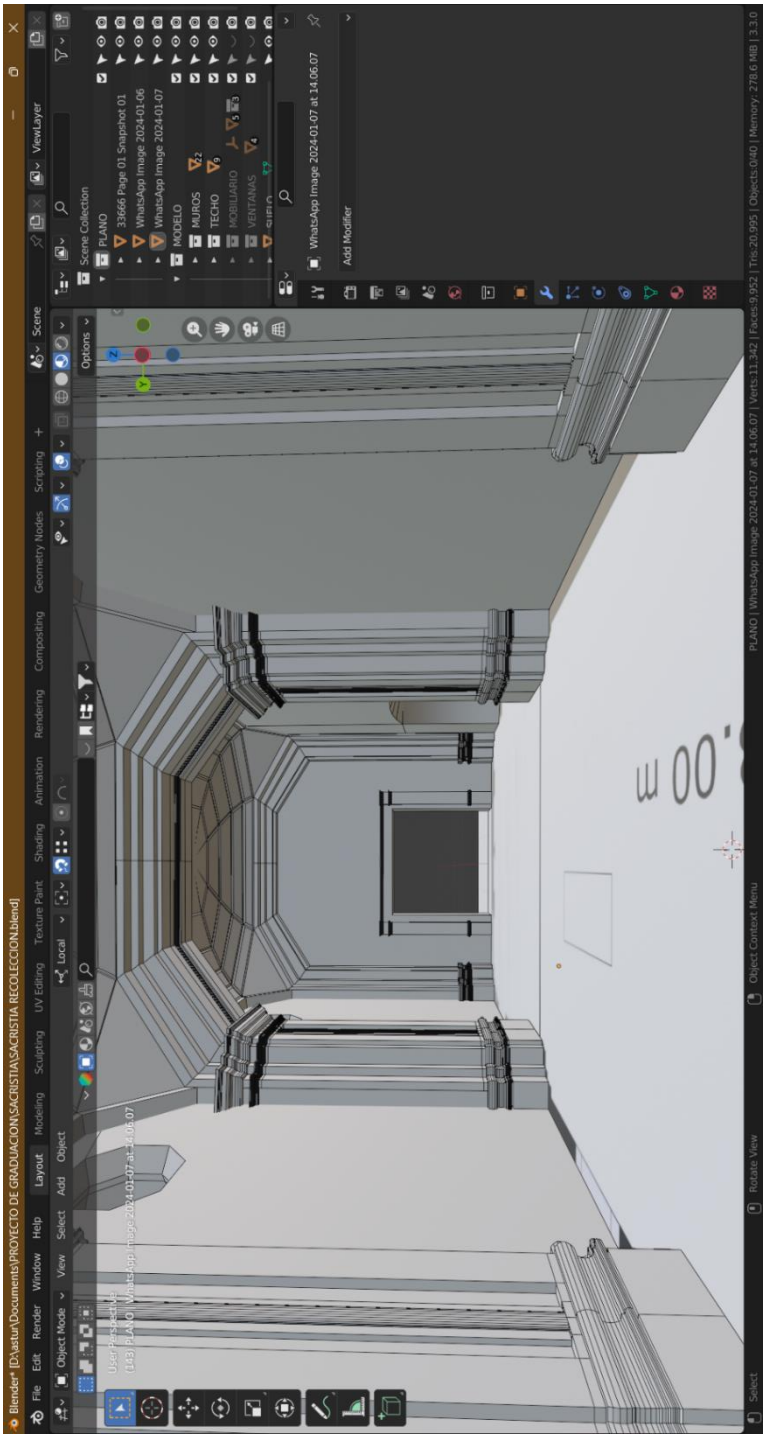
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 12. Modelado exterior de la Sacristía



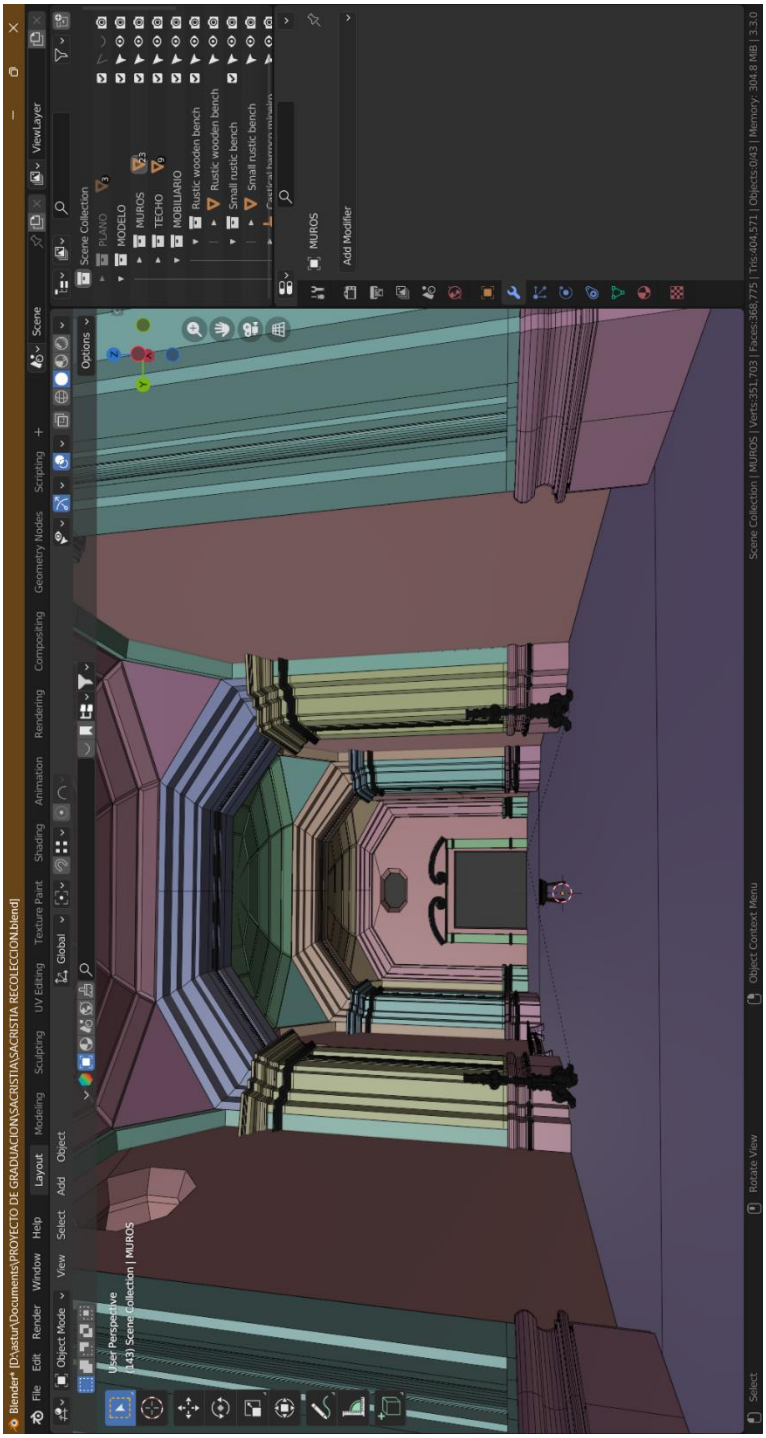
Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 13. Modelado de detalles de la Sacristía



Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Apéndice 14. Modelado separado por elementos de texturas de la Sacristía



Fuente: elaboración propia, realizado con el software Blender.

Virsa Valenzuela Morales -Licenciada en Letras
33 avenida "A" 10-79 zona 7 Tikal 2- Teléfono 59824483

Nueva Guatemala de la Asunción, 13 de junio de 2024

Arquitecto
Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano en Funciones
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que he realizado la revisión de estilo del proyecto de graduación **RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DE LA "SACRISTÍA DISEÑADA POR DIEGO DE PORRES"- EN EL TEMPLO LA RECOLECCIÓN EN ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ**, de la estudiante **Dulce María Valle Ramos** de la Facultad de Arquitectura, carné universitario **201605110**, previo a conferírsele el título de **Arquitecta** en el grado académico de Licenciado.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta cumple con la calidad técnica y científica requerida.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, suscribo respetuosamente,

Dra. Virsa Valenzuela Morales
No. de colegiada 6,237

Virsa Valenzuela Morales
Licenciada en Letras
Colegiada No. 6237

Observaciones: el documento fue revisado y corregido en formato Word, consta de 163 páginas, 16,104 palabras.

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

"RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DE LA "SACRISTÍA DISEÑADA POR DIEGO DE PORRES"- EN EL TEMPLO LA RECOLECCIÓN EN ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ"

Proyecto de Graduación desarrollado por:

Dulce María Valle Ramos

Asesorado por:

Arq. Herman Arnoldo Búcaro Méndez
No. Colegiado 491

Dr. Arq. Danilo Ernesto Callen Álvarez
No. Colegiado 1314

Arq. Al Moshe Asturias Romero
No. Colegiado 4149

Imprímase:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Guatemala, julio de 2024

Dulce María Valle Ramos