



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DISEÑO GRÁFICO

**MODELADO 3D DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE
AMBATO APLICADO EN ENTORNOS VIRTUALES**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:
LICENCIADO EN DISEÑO GRÁFICO

AUTOR: DIEGO ISRAEL SALAZAR JACOME

DIRECTORA: Ing. MARIA LORENA VILLACRÉS PUMAGUALLE

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Diego Israel Salazar Jacome**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Diego Israel Salazar Jacome, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 01 de diciembre de 2022



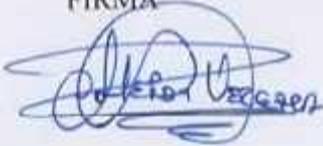
Diego Israel Salazar Jacome
180514029-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DISEÑO GRÁFICO

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **MODELADO 3D DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE AMBATO APLICADO EN ENTORNOS VIRTUALES**, realizado por el señor: **DIEGO ISRAEL SALAZAR JACOME**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Heidi Elizabeth Vergara Zurita PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-01
Ing. María Lorena Villacrés Pumagualle DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-01
Lcdo. Ramiro David Santos Poveda ASESOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-01

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mis padres, hermanos y abuela, quienes han sido pilares fundamentales a lo largo de mi vida estudiantil, los cuales me han apoyado a seguir adelante para cumplir lo que me proponga.

Diego

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis padres y hermanos por apoyarme incondicionalmente en cada etapa de mi vida, cada consejo y cada palabra de apoyo fueron de gran utilidad para llegar a ser la persona y profesional que hoy en día soy.

De igual manera a los docentes de la Escuela de Diseño Gráfico quienes me brindaron todo su conocimiento a lo largo de toda la carrera universitaria, en especial a la Ing. María Lorena Villacrés y al Lcdo. Ramiro Santos cuya labor contribuyó al perfecto desarrollo y ejecución del presente Trabajo de Integración Curricular.

Diego

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.2.1 <i>Árbol de problemas</i>	4
1.2.2 <i>Prognosis</i>	4
1.2.3 <i>Sistematización del problema</i>	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos	5
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1 Ciudad de Ambato	6
2.1.1 <i>Centro histórico de Ambato</i>	6
2.1.2 <i>Casa del Portal</i>	7
2.1.3 <i>Colegio Nacional Bolívar</i>	8
2.1.4 <i>Iglesia de Santa Faz – La Providencia</i>	9
2.1.5 <i>Capilla de la Medalla Milagrosa</i>	9
2.1.6 <i>Casa Museo Juan Montalvo</i>	10
2.1.7 <i>Centro Cultural Universitario</i>	11
2.1.8 <i>Edificio de la Gobernación</i>	12

2.1.9	<i>Antiguo edificio G.A.D Municipalidad de Ambato</i>	13
2.1.10	<i>Hotel Roka Plaza</i>	14
2.1.11	<i>Museo Edmundo Martínez Mera</i>	14
2.2	Diseño Tridimensional	15
2.2.1	<i>Modelado 3D</i>	15
2.2.2	<i>Modelado 3D en videojuegos</i>	16
2.3	Autodesk Maya	16
2.4	Adobe Substance 3D Painter	17
2.5	Substance	17
2.6	Materiales PBR	17
2.6.1	<i>Base Color</i>	17
2.6.2	<i>Normal</i>	18
2.6.3	<i>Specular</i>	18
2.6.4	<i>Metallic</i>	19
2.6.5	<i>Roughness</i>	19
2.6.6	<i>Height</i>	20
2.6.7	<i>Ambient Occlusion</i>	21
2.7	Iluminación	21
2.8	Materiales HDRI	21
2.9	Renderizado	22
2.10	Entorno virtual	22
2.11	Motor de videojuegos	22
2.11.1	<i>Unreal Engine</i>	23
2.11.2	<i>Unity</i>	23
2.11.3	<i>Godot</i>	23
2.11.4	<i>GameMaker Studio</i>	24
2.12	Fotografía	24
2.12.1	<i>Fotografía de arquitectura</i>	24
2.13	Planos Fotográficos	25

2.13.1	<i>Gran Plano General</i>	25
2.13.2	<i>Plano Detalle</i>	25
2.13.3	<i>Plano Normal</i>	25
2.13.4	<i>Plano Contrapicado</i>	25

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1	Enfoque de investigación	26
3.1.1	<i>Investigación Cualitativa</i>	26
3.1.2	<i>Investigación Bibliográfica</i>	26
3.1.3	<i>Método Histórico</i>	27
3.2	Población	27
3.3	Técnicas e instrumentos	28
3.3.1	<i>Fichas de Observación</i>	28
3.4	Metodología del diseño – CityGML	29
3.4.1	<i>Recopilación de datos</i>	29
3.4.2	<i>Desarrollo de los modelos 3D</i>	29
3.4.3	<i>Control de calidad</i>	29
3.5	Modelado Poligonal	30
3.6	Box Modeling	30

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS	31
4.1	Resultados del proceso CityGML	31
4.1.1	<i>Recopilación de datos</i>	31
4.1.2	<i>Desarrollo de modelos 3D</i>	44
4.1.3	<i>Control de calidad</i>	49

	CONCLUSIONES	55
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	56
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3: Listado de edificios con valor patrimonial de la ciudad de Ambato	27
Tabla 1-4: Edificios más antiguos de la ciudad de Ambato.....	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Árbol de problemas.....	4
Ilustración 1-2: Fotografía panorámica de la ciudad de Ambato	6
Ilustración 2-2: Mapa de los edificios de valor patrimonial de la ciudad de Ambato.....	7
Ilustración 3-2: Fachada de la Casa del Portal	8
Ilustración 4-2: Fachada del Colegio Nacional Bolívar	8
Ilustración 5-2: Fachada de La Providencia.....	9
Ilustración 6-2: Fachada de la Medalla Milagrosa	10
Ilustración 7-2: Fachada Casa Museo Juan Montalvo.....	11
Ilustración 8-2: Fachada del Centro Cultural Universitario	12
Ilustración 9-2: Fachada del edificio de la Gobernación.....	13
Ilustración 10-2: Fachada del antiguo edificio GAD Municipalidad de Ambato.....	13
Ilustración 11-2: Fachada del Hotel Roka Plaza	14
Ilustración 12-2: Fachada del Museo Edmundo Martínez Mera	15
Ilustración 13-2: Mapa PBR – Base Color.....	18
Ilustración 14-2: Mapa PBR – Normal.....	18
Ilustración 15-2: Mapa PBR – Specular.....	19
Ilustración 16-2: Mapa PBR – Metallic	19
Ilustración 17-2: Mapa PBR – Roughness	20
Ilustración 18-2: Mapa PBR – Height.....	20
Ilustración 19-2: Mapa PBR – Ambient Occlusion.....	21
Ilustración 20-2: HDRI.....	22
Ilustración 1-3: Plantilla de Ficha de Observación.....	28
Ilustración 1-4: Ficha de Observación de la Providencia	32
Ilustración 2-4: Ficha de Observación del Colegio Nacional Bolívar.....	33
Ilustración 3-4: Ficha de Observación de la Medalla Milagrosa.....	34
Ilustración 4-4: Ficha de Observación de la Casa del Portal.....	35
Ilustración 5-4: Ficha de Observación de la Casa Museo Juan Montalvo.....	36
Ilustración 6-4: Ficha de Observación del Centro Cultural Universitario.....	37
Ilustración 7-4: Ficha de Observación de la Gobernación	38
Ilustración 8-4: Ficha de Observación del edificio del Municipio antiguo	39
Ilustración 9-4: Ficha de Observación del Hotel Roka Plaza.....	40
Ilustración 10-4: Ficha de Observación del Museo Edmundo Martínez Mera.....	41
Ilustración 11-4: Blocking del Colegio Nacional “Bolívar”	42
Ilustración 12-4: Blocking del Centro Cultural Universitario.....	43

Ilustración 13-4: Blocking del edificio de La Gobernación	43
Ilustración 14-4: Blocking del Hotel Roka Plaza	44
Ilustración 15-4: Blocking del Museo Edmundo Martínez Mera.....	44
Ilustración 16-4: Niveles de detalle del modelado del edificio Colegio Nacional Bolívar	45
Ilustración 17-4: Niveles de detalle del modelado del edificio Centro Cultural Universitario .	46
Ilustración 18-4: Niveles de detalle del modelado del edificio de La Gobernación.....	47
Ilustración 19-4: Niveles de detalle del modelado del edificio Hotel Roka Plaza	48
Ilustración 20-4: Niveles de detalle del modelado del edificio Museo Edmundo Martínez M.	49
Ilustración 21-4: Ejemplo del Mapeo UV de las figuras modeladas.....	50
Ilustración 22-4: Ejemplo de texturización de las figuras modeladas	50
Ilustración 23-4: Ejemplo de la colocación de texturas en las figuras modeladas	51
Ilustración 24-4: Ejemplo de colocación de iluminación para las figuras modeladas.....	51
Ilustración 25-4: Comparación entre referencia y modelado – Colegio Nacional Bolívar	52
Ilustración 26-4: Comparación entre referencia y modelado – Centro Cultural Universitario .	52
Ilustración 27-4: Comparación entre referencia y modelado – La Gobernación.....	53
Ilustración 28-4: Comparación entre referencia y modelado – Hotel Roka Plaza	53
Ilustración 29-4: Comparación entre referencia y modelado – Museo Edmundo Martínez M.	54
Ilustración 30-4: Miniatura del video de resultado final	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Mapeo UV

Anexo B: Texturizado

Anexo C: Renders Finales

Anexo D: Aplicación en Unreal Engine

Anexo E: Colocación de personaje principal

Anexo F: Colocación de personajes secundarios

Anexo G: Diálogos de personajes

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de integración curricular fue realizar un modelado y texturizado 3D de los edificios con valor patrimonial que aún se mantienen en pie en la ciudad de Ambato, similares a la realidad para ser colocados en un entorno virtual, para lo cual mediante investigaciones cualitativas y con el apoyo de fichas de observación, se recabó diferente información y características de los edificios patrimoniales existentes en la ciudad, teniendo así desde datos generales como la localización y año de construcción, hasta aspectos técnicos como dimensiones y paletas de color de cada edificio, los cuales fueron de gran utilidad para la selección de los edificios realizados, tomando así a los cinco más antiguos de la ciudad, localizados en un área de 150.197,97 metros cuadrados. Con la técnica del *'blocking'* se trazaron figuras primitivas, como punto de partida para el proceso de modelado y así obtener los diferentes niveles de detalle (*LODs*), teniendo inicialmente polígonos simples hasta llegar a la representación final de cada edificio, los cuales fueron sometidos a un control de calidad mediante fichas de comparación entre el objeto 3D y fotografías previamente hechas de los edificios, todo esto forma parte del modelo CityGML, con los modelos tridimensionales finalizados se procedió a la texturización en programas especializados para finalmente ser colocados en el motor de videojuegos; teniendo como resultado final un entorno virtual de los edificios patrimoniales seleccionados distribuidos tal cual en la realidad, con diálogos entre los personajes que brindan información básica de cada construcción, presentado en un video final. Para la realización de proyectos 3D se debe tener un conocimiento básico tanto de los programas que se utilizaran como de las técnicas adecuadas para su elaboración, de igual manera de los recursos del computador que estos requieren para evitar errores de funcionamiento e incluso la avería de archivos o equipo.

Palabras clave: <DISEÑO GRÁFICO>, <MODELADO TRIDIMENSIONAL (3D)>, <CENTRO HISTÓRICO>, <ENTORNO VIRTUAL>, <AMBATO (CANTÓN)>.



2005-DBRA-UPT-2022

SUMMARY

The objective of this curricular integration work was to carry out a 3D modeling and texturing of buildings with heritage value that are still standing in Ambato city to be placed in a virtual environment. Through qualitative research and observation sheets, the information and characteristics of the existing heritage buildings in the city were collected: general data, location, and year of construction, as well as technical aspects such as dimensions and color palettes of each one which were very useful for the building selection, made taking the five oldest in the city, located in an area of 150,197.97 square meters. With the 'blocking' technique primitive figures were drawn as a starting point for the modeling process and obtained the different levels of detail (LODs) gotten simple polygons until reaching the final representation of each building. They were quality control through comparison sheets between the 3D object and previously made photographs of the buildings, all this is part of the CityGML model. With the three-dimensional models finished texturing was carried out with programs, finally, they were placed in the video engine games with a final result of a virtual environment of the selected heritage buildings distributed as in reality with dialogues between the characters providing basic information on each construction presented in the final video. To carry out 3D projects, you must have a basic knowledge of both; the programs that will use and the appropriate techniques for their elaboration, as well as the computer resources that they require to avoid malfunctions and even the breakdown of files or teams.

Keywords: <GRAPHIC DESIGN>, <THREE-DIMENSIONAL MODELING (3D)>, <HISTORIC CENTER>, <VIRTUAL ENVIRONMENT>, <AMBATO (CITY)>.


Lic. Maritza Larrea Mg.
0603370784

INTRODUCCIÓN

Ambato es la ciudad capital de la provincia de Tungurahua, ubicada en el centro del país, conocida como “La Ciudad de las Flores y las Frutas”, esta ciudad ha sido destruida en varias ocasiones por movimientos telúricos y erupciones volcánicas, siendo el más destructivo el suscitado en el año de 1949, dejando a la ciudad devastada, sin embargo la tenacidad de sus habitantes ayudo para que esta logre levantarse de tan duro golpe, debido al historial de destrucción que posee la ciudad la arquitectura colonial de la misma es escasa, existen edificios antiguos que aún se mantienen en pie siendo notorios para las personal locales y extranjeras, debido a que estos están rodeados de edificios nuevos, estas edificaciones que resistieron los sismos forman parte del centro histórico de la ciudad, considerados patrimonio que obligan a ser preservados y cuidados por la ciudadanía, además de ser parte importante de la historia de esta cabecera cantonal.

El modelado 3D es un recurso importante en la actualidad, utilizado en varias industrias, por los acabados realistas, y los terminados estéticos que aportan para el fin que sean elaborados, el aspecto visual y las texturas que en estos se representan captan la atención del público, un modelado tridimensional aplicado en un entorno virtual como son los videojuegos, puede tener gran difusión.

El documento está conformado por cuatro capítulos. Capítulo I – Diagnostico del problema, aquí se encuentra la problemática identificada con su respectiva justificación, seguido de los objetivos del trabajo de integración curricular tanto general como específicos. Capítulo II – Fundamentación Teórica, en este punto se recopila toda la información de validez y apoyo para sustentar el proyecto, además de conceptos o generalidades de términos que se utilizan en la redacción. Capítulo III – Marco Metodológico, se detallan la metodología, técnicas e instrumentos utilizados en la investigación y recopilación de datos. Capítulo IV – Marco de Resultados, al ser el capítulo final se encuentran y se detallan uno a uno los resultados obtenidos en la investigación y en el desarrollo de la metodología, técnicas e instrumentos, de igual manera la propuesta final del proyecto técnico, teniendo un video de la presentación de los edificios modelados y texturizados colocados en el motor de videojuegos, con diálogos escritos que proporcionan información básica de cada edificio.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El modelado 3D lleva varios años presente en nuestras vidas, en un inicio siendo utilizado únicamente por la industria del cine, alcanzando grandes éxitos con largometrajes animados, los gráficos hechos en computadora pasaron a ser el estándar para este tipo de películas, posteriormente y con el paso de los años, el modelado 3D alcanzó gran relevancia y protagonismo en las diferentes industrias, orientados a solucionar diferentes problemas dependiendo del ámbito en el que este sea aplicado, ya sean científicas, arquitectónicas o de entretenimiento. En esta última, las empresas dedicadas al desarrollo de videojuegos, al igual que todas, tuvieron que adaptarse y evolucionar de la mano con la tecnología, esto refiriéndose a los gráficos utilizados en sus productos, ahora podemos ver videojuegos con gráficos muy realistas, desde escenarios hasta personajes e incluso deportistas famosos detallados a la perfección, gracias a la implementación del modelado 3D en esta industria y con la ayuda de motores de juegos, podemos disfrutar de esta calidad de imagen al momento de sumergirnos en este tipo de entretenimiento.

Ambato es la ciudad capital de la provincia de Tungurahua, la cual sufrió un terremoto en el año de 1949, este destruyó en su gran mayoría las edificaciones por lo que actualmente no se puede observar en gran cantidad la arquitectura colonial, sin embargo, existen construcciones que resistieron al movimiento telúrico al cual consideramos el centro histórico de la ciudad entre las que están La Casa del Portal, el edificio principal del Colegio Nacional Bolívar, el anterior edificio del Municipio, el Museo Edmundo Martínez Mera y la Casa Museo de Juan Montalvo, estas edificaciones se encuentran ubicadas a los alrededores del Parque Juan Montalvo, localizado entre las calles Bolívar, Castillo, Sucre y Juan Montalvo.

La idea de mundo virtual ha sido trabajada y revisada de manera operacional por arquitectos, desarrolladores de software, ingenieros, técnicos en sistemas computacionales, ingenieros en diseño y artistas de modelado de objetos en tres dimensiones sin la generación de teoría sobre ello, es decir sin procesos inductivos o deductivos y sin trabajo de campo o empírico (Bell, 2008). Mark W. Bell (2008) es uno de los principales referentes para el estudio de los entornos virtuales en los videojuegos. Él publicó un artículo en el que señaló que la palabra “mundo virtual” implicaba comprender su naturaleza, funciones, usos y aplicaciones. (Orozco, 2018)

El mundo virtual es la oportunidad perfecta para lograr una nueva identidad (Cherney, 1999), (Carlostrom, 1992), (Clodius, 1997), en la que el performance se vuelve un motor principal para guiar la acción (Clodius, 1996) y esta, necesariamente, no está relacionada con la vida fuera de pantalla de sus jugadores (Carlostrom, 1992). La etnografía ha sido utilizada para describir los mundos virtuales a partir de un inventario amplio de espacios digitales. En su obra titulada Antropología de los Mundos Virtuales, publicada por FLACSO Ecuador, Estrella (2011) realiza una etnografía virtual, develando el potencial que ofrece esta técnica para este tipo de estudios. (Orozco, 2018)

En el año 2021 se realizó el trabajo “Modelado 3D mediante el programa Autodesk Maya para la conservación y difusión del Patrimonio arquitectónico en la ciudad de San Gabriel” perteneciente a la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, el cual tiene un concepto similar al que se va a realizar en el presente trabajo, que es la difusión y conservación del patrimonio de una ciudad, con la diferencia que Josselyn Gutiérrez quien es su autora, colocó el modelado realizado en piezas gráficas como infografías y afiches, cumpliendo con los objetivos planteados en el trabajo.

Por esto se propone un proyecto técnico que consiste en realizar un modelado 3D de las edificaciones aledañas al Parque Juan Montalvo, para posteriormente ser usado en entornos virtuales como un videojuego, con el fin de tener un modelo virtual del patrimonio de la ciudad. Además de tener un medio de difusión amplia como son los videojuegos.

1.2 Planteamiento del problema

Ambato es una ciudad con pocas edificaciones antiguas, esto debido a que la misma ha sufrido varios movimientos telúricos que han causado grandes daños siendo el más destructivo el suscitado hace 73 años, destruyendo gran parte de la ciudad, el historial de movimientos sísmicos de la ciudad obliga a preservar las pocas edificaciones de valor patrimonial que aún se mantienen en pie, con la ayuda del modelado 3D y su aplicación en entornos virtuales su conservación y difusión será mayor, captando atención de personas locales y extranjeras.

1.2.1 *Árbol de problemas*



Ilustración 1-1: Árbol de problemas

Realizado por: Salazar, D. 2022

1.2.2 *Prognosis*

Los pocos edificios con valor patrimonial que aún se mantienen en pie en la ciudad capital de la provincia de Tungurahua, no reciben el cuidado adecuado que deberían tener para su conservación, si bien es cierto que algunas de las fachadas de estos edificios fueron restauradas tiempo atrás, actualmente se encuentran descuidadas por la ciudadanía en general, este desinterés tendrá como efecto la pérdida de la historia que cargan estas edificaciones, de importancia para la ciudad; el deterioro natural es otro factor de importancia del mal estado que pueden tener, lo que produce una mala imagen para la población local y extranjera, por lo que se debe tener en cuenta el valor que estas edificaciones aportan a la ciudad y tomar medidas para una mejor preservación de estas. Con el modelado 3D la preservación de estas edificaciones será efectiva al ser aplicadas en entornos virtuales, las cuales poseen gran nivel de difusión debido al avance tecnológico de la actualidad.

1.2.3 *Sistematización del problema*

-) ¿Cómo se puede preservar las edificaciones de valor patrimonial de la ciudad de Ambato?
-) ¿Cuáles son los edificios con valor patrimonial ubicados en la ciudad de Ambato?
-) ¿Qué motores de videojuegos existen en el mercado para la aplicación de modelados en 3D?
-) ¿Cuáles son las técnicas de modelado y texturizado?

1.3 Justificación

El modelado 3D en la actualidad es aplicado en varios ámbitos profesionales desde el cine y televisión hasta ramificaciones de ciencias de la salud, e incluso en la arquitectura, al existir programas que faciliten el desarrollo de varios objetos o herramientas esta industria irá aumentando su popularidad y cada vez será más utilizada en distintas profesiones, en la industria del entretenimiento es el estándar para usar en cada creación o producción nueva.

Las empresas dedicadas al desarrollo de videojuegos han ganado protagonismo en la industria del entretenimiento, el nivel de difusión que estos tienen es gigantesco, destinado para todo tipo personas, con categorías enmarcadas en distintos rangos de edad, este ámbito es el adecuado para preservar el patrimonio de la ciudad, con la ayuda del modelado y texturizado 3D de las distintas edificaciones, conservarlas en un entorno virtual que al ser usados en un videojuego podrían llegar a varios países internacionales y con esto dar a conocer la arquitectura del país y la historia de la ciudad.

Por lo tanto, con el presente proyecto se pretende preservar los pocos edificios centenarios que tiene la ciudad de Ambato, realizando un modelado y texturizado apegado a la realidad, reflejando cada detalle de las construcciones arquitectónicas de la ciudad, especialmente los alrededores del parque Juan Montalvo, con esto y su aplicación en entornos virtuales, al ser la tendencia en entretenimiento, su difusión será mayor.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo General*

Modelar el centro histórico de la ciudad de Ambato mediante el uso de programas especializados en modelado y texturizado 3D para su aplicación en entornos virtuales.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

-) Identificar los edificios antiguos que poseen valor patrimonial de la ciudad de Ambato mediante fuentes secundarias como periódicos, informes, entre otros.
-) Analizar los diferentes motores de videojuegos que existen en el mercado para posterior aplicación del modelado realizado.
-) Aplicar técnicas de modelado y texturizado 3D en la creación de las cinco edificaciones del centro histórico de la ciudad de Ambato y utilizarlo en el motor de videojuegos seleccionado.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Ciudad de Ambato

Ambato, según algunos historiadores, fue fundada mucho antes del año 1570, el 20 de julio de 1698 un violento sismo destruyó completamente la ciudad, debido a este desastre Ambato se fundó por segunda vez el 13 de agosto de 1698, años más tarde declaró su independencia el 12 de noviembre de 1820 (Vive Tungurahua, 2021).

Pertenece a la provincia de Tungurahua y está ubicada en el centro de la serranía ecuatoriana, se caracteriza por ser un motor de gran actividad comercial, la ciudad también es conocida como: “Ciudad de las Flores y de las Frutas”, “Cuna de los Tres Juanes”, “Ciudad Cosmopolita” y “Jardín del Ecuador” (Vive Tungurahua, 2021).

La arquitectura es relativamente nueva debido a que esta ciudad ha tenido que ser reconstruida por los fuertes movimientos telúricos o desastres naturales que ha sufrido, el más reciente fue el terremoto del 5 de agosto de 1949 que produjo la destrucción de Pelileo y afectó a Ambato (Vive Tungurahua, 2021).

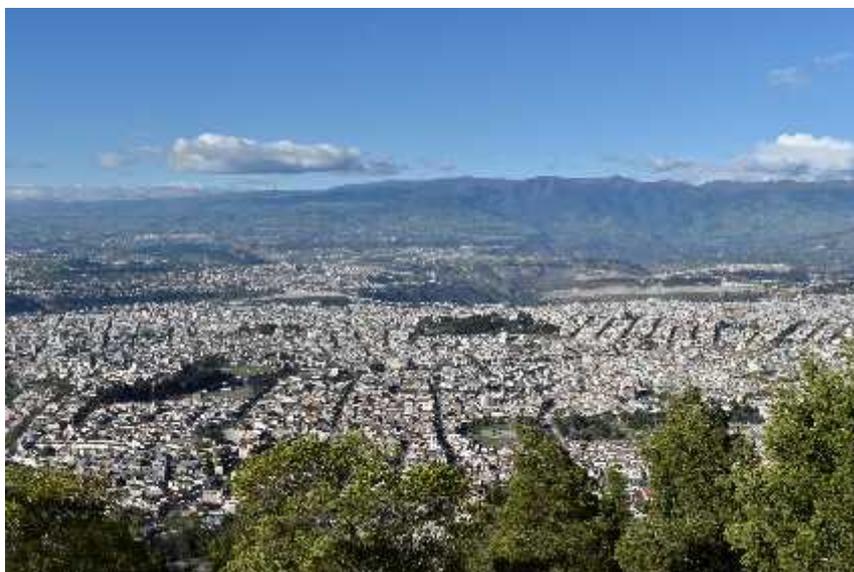


Ilustración 1-2: Fotografía panorámica de la ciudad de Ambato

Realizado por: Salazar, D. 2020

2.1.1 Centro histórico de Ambato

A diferencia de la mayoría de las ciudades del Ecuador, Ambato no posee un centro histórico estructurado, pero si bienes patrimoniales inmuebles aislados. Si bien las quintas de personajes

ilustres, casas patrimoniales y algunos edificios centenarios siguen en pie; el terremoto de 1949 destruyó casi por completo la arquitectura colonial del casco urbano (El Telegrafo, 2016).

Por lo general, en la zona histórica de cada ciudad se suele concentrar gran parte de la oferta artística, gastronómica, de entretenimiento y cultural (El Telegrafo, 2016).

No obstante, en la capital tungurahuese estos servicios se encuentran disponibles cerca del Parque Montalvo, ubicado entre las calles Sucre, Castillo, Bolívar y Juan Montalvo. Allí se visualizan varias edificaciones y espacios públicos que datan del siglo XVII y XVIII que no sucumbieron al fuerte sacudón de hace 67 años (El Telegrafo, 2016).

Algunas de ellas son la Casa del Portal, el antiguo edificio del Municipio, el edificio central del Colegio Bolívar, el Museo Edmundo Martínez, entre otras. Estos se sitúan en un perímetro de 6 bloques, rodeados por edificios y viviendas modernas (El Telegrafo, 2016).

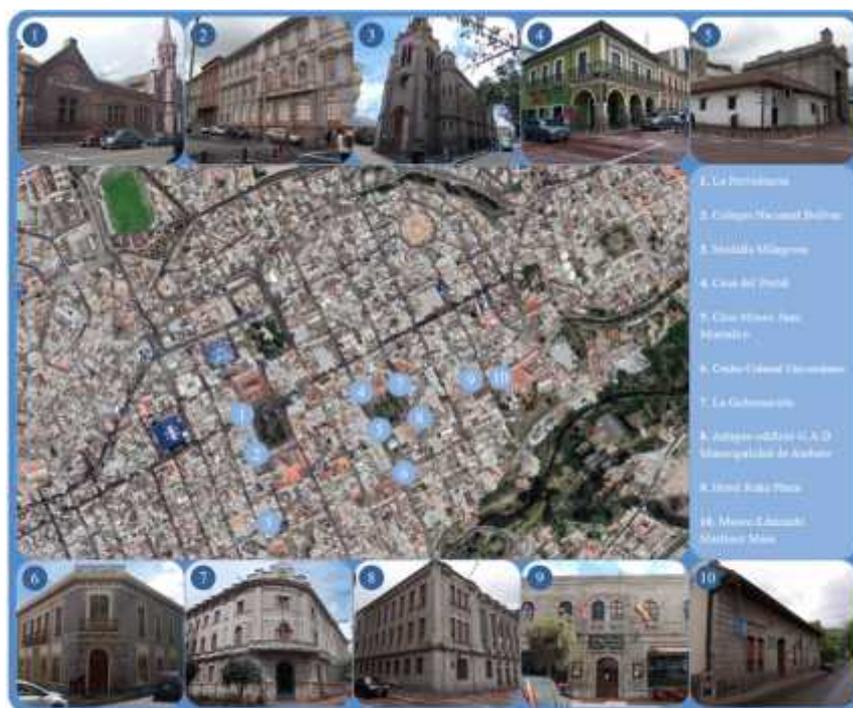


Ilustración 2-2: Mapa de los edificios de valor patrimonial de la ciudad de Ambato

Fuente: Google Earth

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.2 Casa del Portal

Engalana el casco central de la ciudad con su estilo republicano y majestuosa construcción de piedra. Declarada Patrimonio Cultural, fue construida en el año 1900. En el interior de esta edificación se puede apreciar vestigios arqueológicos, muestras pictóricas originales de los artistas Luis A. Martínez y Oswaldo Viteri. (Vive Tungurahua, 2021).



Ilustración 3-2: Fachada de la Casa del Portal

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.3 *Colegio Nacional Bolívar*

Considerado sin duda como el instituto de educación secundaria más grande e influyente en la capital tungurahuese, el Colegio Nacional Bolívar fue fundado el 27 de abril de 1861 (El Telégrafo, 2014).

Desde esta fecha, el centenario colegio mantiene su diseño y materiales originales de construcción en pleno centro de la ciudad, destacan los imponentes muros de piedra cuadrada con los que se ha defendido del paso del tiempo desde hace 161 años (El Telégrafo, 2014).



Ilustración 4-2: Fachada del Colegio Nacional Bolívar

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.4 Iglesia de Santa Faz – La Providencia

Patrimonio cultural de la Ciudad de las Flores y de las Frutas, esta iglesia forma parte del perfil inconfundible de Ambato y es un perfecto punto de partida para los amantes de la arquitectura patrimonial (Vive Tungurahua, 2021).

Está ubicada en la Avenida Cevallos y Joaquín Lalama frente al parque Cevallos, brinda a la ciudad un hermoso ejemplo del estilo gótico (Vive Tungurahua, 2021). La iglesia de La Providencia fue destruida parcialmente en 1.949 y restaurada respetando su diseño original para su reinauguración en 1.952 (Vive Tungurahua, 2021).

En la fachada se puede observar una torre localizada en la parte central frontal que culmina con una imagen de Santo Domingo, fácil de identificar por su estructura formada totalmente de piedra rosada (Vive Tungurahua, 2021).



Ilustración 5-2: Fachada de La Providencia

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.5 Capilla de la Medalla Milagrosa

El templo capta la atención desde las concurridas calles Rocafuerte y Lalama en el centro de Ambato (Castillo, 2017). La propiedad donde esta edificada fue adquirida por los franciscanos después del terremoto y el aluvión que causó el hundimiento del Carihuairazo el 20 de junio de 1698 (Castillo, 2017).

La capilla fue creada en 1920, la construcción tiene un estilo neogótico, la sobriedad de sus formas, la imponencia de sus proporciones y la piedra cantera tallada la constituyen en una verdadera joya arquitectónica que posee Ambato (La Hora, 2018).

Uno de los aspectos más llamativos de la capilla es la imagen de San Gonzalo, en donde los fieles encienden una vela y oran para que sus ruegos sean escuchados, ya que según las personas sería el defensor de la justicia (La Hora, 2018).



Ilustración 6-2: Fachada de la Medalla Milagrosa

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.6 Casa Museo Juan Montalvo

La Casa y Mausoleo de Juan Montalvo está ubicada en la esquina de las calles Bolívar y Montalvo. Allí nació uno de los más grandes escritores de Ambato y Latinoamérica del siglo XIX. Abrió sus puertas en 1988 como institución pública, para difundir y promocionar la vida y la obra de Juan Montalvo. El mausoleo se asemeja a un altar griego, en el que reposan los restos del ilustre escritor (El Telégrafo, 2014).

La Casa de Juan Montalvo al ser el sitio donde nace el dramaturgo, paso a ser patrimonio municipal. Pero antes de ello, cuando Eloy Alfaro, admirador de las obras de Montalvo, se enteró de su muerte ordenó que la edificación se convirtiera en un colegio en homenaje al ambateño (El Telégrafo, 2014).



Ilustración 7-2: Fachada Casa Museo Juan Montalvo

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.7 Centro Cultural Universitario

La casona Universitaria está ubicada en las calles Montalvo y Rocafuerte. En años pasados ahí funcionaba la Casa de los Estancos, dependencia Estatal dedicada al control del contrabando de licor, en especial del agua ardiente (La Hora, 2016).

La edificación no fue afectada por el terremoto de 1949 cuando se redujo el número de casas de estilo clásico que atesoran viviendas con alegorías de la cultura barroca y de otras épocas (La Hora, 2016).

Esta edificación fue restaurada con una inversión significativa, allí se realizan ruedas de prensa, conversatorios, exposiciones, semanas culturales, proyecciones de cine, talleres de arte, conferencias y demás actividades relacionadas con la cultura y vinculación de la comunidad (La Hora, 2016).

El Centro Cultural Universitario de la UTA funciona en horas de oficina, de lunes a sábado y se mantiene abierta a la comunidad, recibiendo la visita del público que quiere admirar una de las edificaciones con estilo clásico, totalmente restaurado, donde funciona el Departamento de Cultura de la UTA (La Hora, 2016).



Ilustración 8-2: Fachada del Centro Cultural Universitario

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.8 Edificio de la Gobernación

El edificio tiene una larga historia que inicia el 21 de febrero de 1840, cuando los ciudadanos y autoridades de Ambato solicitan que se compre el lugar para establecer escuelas, lo que fue aceptado, pero nunca ejecutado, ya que el edificio pasó a manos de la ciudad y no se lo destinó como espacio dedicado a la educación (La Hora, 2020).

El edificio fue comprado por 8 mil 506 pesos, se cuenta que la primera edificación tenía varias columnas y pasillos, con paredes de cal y piedra. El coronel Nicolás Vásquez fue quien compró el espacio a Gaspar Marañón (La Hora, 2020).

El edificio siempre ha funcionado como oficinas públicas y en 1860 cuando se creó la provincia pasó a ser la Gobernación, sirvió como cuartel y en 1919 gracias a las gestiones de Cristóbal Vela y de José Onofre Cobo se resuelve construir el nuevo edificio, el cual se inauguró en 1926 (La Hora, 2020). El edificio fue afectado por el terremoto del 5 de agosto de 1949 y reconstruido bajo la dirección del arquitecto Pedro Vásquez (La Hora, 2020).



Ilustración 9-2: Fachada del edificio de la Gobernación

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.9 Antigua edificio G.A.D Municipalidad de Ambato

Ubicado en la esquina de las calles Bolívar y Castillo, el inmueble de 3 pisos y con antigüedad superior a un siglo (El Telégrafo, 2015). En la fachada se utilizó materiales tradicionales como la piedra pishilata, así como sus técnicas constructivas la destacan como una obra arquitectónica importante, por esto marca una época en el desarrollo urbano de la ciudad. Su imponente construcción en piedra adorna el Centro Histórico de la ciudad (Pilar, 2011).



Ilustración 10-2: Fachada del antiguo edificio GAD Municipalidad de Ambato

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.10 Hotel Roka Plaza

Ubicado en el barrio El Español, en las calles Bolívar entre Guayaquil y Quito, es uno de los sitios tradicionales del centro de la ciudad. Sus casas añejas de piedra, bahareque y techos de teja están matizadas con construcciones de arquitectura moderna (El Comercio, 2011).

Su fachada imponente de piedra tallada con balcones, ventanas con arcos de medio punto y columnas del mismo material le dan un atractivo que es imposible no ver (El Comercio, 2011).

El edificio está matizado por la combinación de la madera considerada como un material noble y decorativo y la piedra tallada, resalta similitudes arquitectónicas con las casas antiguas (El Comercio, 2011).



Ilustración 11-2: Fachada del Hotel Roka Plaza

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.1.11 Museo Edmundo Martínez Mera

Originalmente esta propiedad perteneció a la Sra. Juanita Herdoíza Andrade, esposa del coronel José Ignacio Holguín Iturralde, ambateños muy conocidos en el siglo XIX (El Telégrafo, 2014).

Ellos, a su vez, dejaron de herencia la propiedad a su hija Piedad Holguín Herdoíza, esposa de don Edmundo Martínez Mera. Con el pasar del tiempo, esta casa estuvo en poder de la Empresa Hotelera y Turística Ambato, para luego ir a manos del Cabildo (El Telégrafo, 2014).

Actualmente, funciona el Museo Pictórico de la Ciudad, en el que se puede apreciar la gran colección pictórica que posee el Municipio de Ambato, no solo con los cuadros ganadores de los Salones Nacional de Pintura Luis A. Martínez y el Salón de Noviembre, sino con cuadros de grandes pintores ambateños y de otros lugares del Ecuador (El Telégrafo, 2014).



Ilustración 12-2: Fachada del Museo Edmundo Martínez Mera

Realizado por: Salazar, D. 2022

2.2 Diseño Tridimensional

El diseño tridimensional se considera una actividad proyectual, intelectual, que nace de un pensamiento analítico en conjunto con la creatividad, que se aprende con conceptos y es estimulada por conocimientos que se adquieren a través de la práctica (Martínez, 2020).

Es la técnica en la cual pueden ser constituidos objetos en las tres dimensiones: altura, anchura y profundidad. También puede ser trabajado a través de un espacio virtual y no por esto pierde sus propiedades de profundidad. La estructuración de un objeto tridimensional debe ser coherente desde todos los ángulos, al igual que debe ser funcional y contener un buen impacto visual (UVM).

2.2.1 Modelado 3D

Esta técnica se utiliza para crear formas en tercera dimensión a través de programas instalados en una computadora. De alguna manera, el modelado 3D se asemeja al trabajo que hace un tallador o un escultor cuando está construyendo una obra. Con el modelado 3D el arquitecto o diseñador crea desde cero la imagen que desea mostrar al mundo. Generalmente, es utilizada sobre todo para representar formas que pueden ser ambiguas para el ojo humano sin una imagen que lo respalde (Quispe).

El modelado tridimensional consiste en utilizar uno o varios *software* para crear una representación matemática de un objeto o forma. El objeto creado se denomina modelo 3D y se utiliza en distintas industrias. El cine, los videojuegos, la arquitectura, la construcción, el diseño

industrial, la ciencia y la medicina son ejemplos de industrias que utilizan modelos 3D para visualizar, simular y renderizar objetos (Autodesk).

2.2.2 Modelado 3D en videojuegos

El modelado 3D para videojuegos es un arte en sí. No basta con saber utilizar la herramienta, sino que se hace imprescindible las nociones artísticas y estéticas bien desarrolladas para poder dar ese toque de originalidad de cada autor (Tokio School , 2020).

La base del modelado se fundamenta en el control milimétrico de todos los elementos que afecten a la geometría (texturas, topología, etc.), para obtener la mayor calidad visual con el menor costo posible al procesamiento del equipo (Tokio School , 2020).

En el modelado se utilizan herramientas para conseguir el mayor impacto visual al menor procesamiento. El primer paso antes de modelar es necesario hacer un estudio exhaustivo sobre el objeto en sí. Se debe determinar qué papel va a desempeñar (objeto animado, manipulable, etc.) e incluirlo dentro de alguna categoría. Esta metodología requiere un mayor tiempo de preproducción, pero con grandes beneficios cuando se inicie el proyecto. Así, cuanto más pormenorizado sea la descripción del objeto a modelar, más facilidad tendrá el modelador a la hora de realizarlo, ya que podrá adaptar su sistema de trabajo en función al objeto (Tokio School , 2020).

2.3 Autodesk Maya

Autodesk Maya es una solución de animación en 3D que proporciona un conjunto completo de funciones creativas para realizar en 3D animación por ordenador, modelado, simulación, renderización y composición dentro de una plataforma de producción sumamente ampliable. Ahora Maya incluye tecnología de visualización de última generación, flujos de trabajo de modelado más rápidos y nuevas herramientas para gestionar datos complejos. (ASIDEK).

La funcionalidad de Maya permite realizar producciones complejas. Este *software* proporciona potentes herramientas integradas de animación, modelado, simulación, renderización, rastreo de movimiento (*matchmoving*) y composición en una sólida interfaz fundamental y ampliable de gráficos por ordenador (ASIDEK).

2.4 Adobe Substance 3D Painter

Substance 3D Painter dispone de las herramientas necesarias para aplicar texturas a activos en 3D, desde pinceles avanzados hasta materiales inteligentes que se adaptan automáticamente al modelo (Adobe).

Substance 3D Painter se emplea de forma generalizada en la producción de juegos y películas, de igual manera en la arquitectura, la moda y el diseño de productos. Se trata de una aplicación de texturas en tres dimensiones a la que recurren profesionales creativos de todo el mundo (Adobe).

2.5 Substance

Substance es una familia de programas enfocados en la solución de materiales digitales en 3D. Substance está conformado por Substance Painter, Substance Designer y Substance Alchemist, especializados en pintar texturas en 3D, diseñar materiales y combinar materiales ya existentes. Poderoso motor de pintura, materiales y máscaras inteligentes utiliza la memoria GPU para el *baking* de texturas y creación procedural de materiales, más cien ruidos procedurales, creación de iluminación HDR, combinación de materiales 3D, conversión de fotos en materiales 3D, variación automática de color, imágenes multi-ángulo (Mercado, 2020).

2.6 Materiales PBR

Las texturas PBR (*Physical Based Rendering*) hacen referencia a una técnica de renderizado que permite calcular la luz de una escena en 3D, en base a la vida real. Aún no se ha conseguido un realismo al 100%, pero esta técnica calcula cómo se refleja la luz y las sombras que producen los objetos de una forma más realista. (Texturas 3D).

Estas texturas permiten simplificar el trabajo al aplicar materiales y se pueden usar en la mayoría de las plataformas. Las texturas PBR proporcionan información sobre el nivel de detalle, el color del material, el desplazamiento de los polígonos, la cantidad de reflexión, el detalle de la superficie y demás información como transparencia, refracción, curvatura, etc. Según el tipo de material y su aplicación, se necesita más mapas o menos (Texturas 3D).

2.6.1 Base Color

Contiene la información de color. Si se ha escaneado un objeto con varios cientos de fotos, el Base Color contiene la información del color de todas las imágenes en una sola textura. También conocido como Albedo o Difuse. Albedo es una versión del color ecualizada, donde se eliminan las luces y sombras de la textura (Texturas 3D).



Ilustración 13-2: Mapa PBR – Base Color

Fuente: Página Web A23D

2.6.2 *Normal*

Es un mapa que contiene la información de relieve. Permite simular detalle de alta frecuencia consumiendo pocos recursos. Es un efecto visual con el que condicionamos al motor de render a crear una sombra cuando no hay un objeto poligonal real que la cree (Texturas 3D).

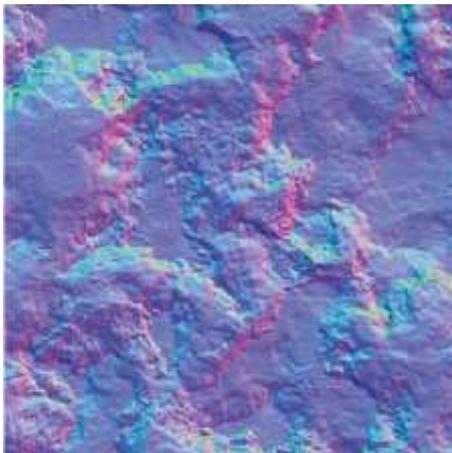


Ilustración 14-2: Mapa PBR – Normal

Fuente: Página Web A23D

2.6.3 *Specular*

Contiene la información con la cantidad de la luz que se refleja en una superficie. Por norma general los objetos metálicos tendrán una luz especular más acentuada (Texturas 3D).

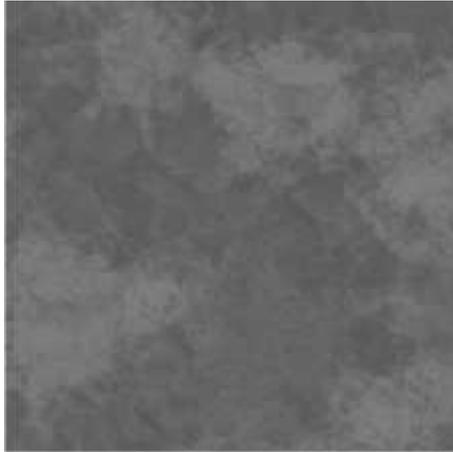


Ilustración 15-2: Mapa PBR – Specular

Fuente: Página Web A23D

2.6.4 *Metallic*

Define si el objeto es metálico o no. Por lo general el objeto o superficie será metálica o no metálica. Si se analiza los elementos que componen un material, se puede encontrar partes de este material que tienen más elementos metálicos que otras, como los distintos minerales que forman una roca, cada uno con propiedades físicas distintas. En este caso, se detalla qué minerales son más metálicos y diferenciarlos en esta textura. (Texturas 3D).

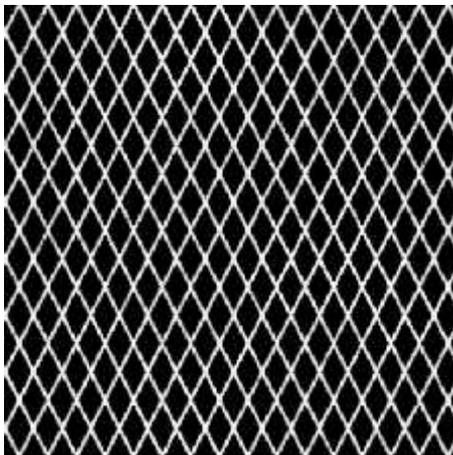


Ilustración 16-2: Mapa PBR – Metallic

Fuente: Página Web A23D

2.6.5 *Roughness*

Mapa con la información de detalle de la difusión de la luz sobre una superficie, aporta información sobre el micro detalle, arañazos, polvo, roturas etc. Permite libertad creativa para dar al objeto. Se puede presentar un objeto como nuevo o darle un aspecto desgastado. Por ejemplo, en una textura de cristal manchado con tierra, las zonas con poco polvo tendrán más reflexión que

las zonas que estén totalmente cubiertas. Las partes blancas de este mapa indican rugosidad y las partes oscuras indican reflexión (Texturas 3D).



Ilustración 17-2: Mapa PBR – Roughness

Fuente: Página Web A23D

2.6.6 *Height*

Textura que indica el desplazamiento de los vértices. La malla de polígonos debe tener una cantidad de polígonos considerable para que este mapa funcione correctamente. El *height map* no produce un efecto óptico, divide la malla y desplaza polígonos reales, por esta razón aportan mucho más realismo, ya que es un mapa que consume muchos recursos, se suele aplicar de distinto modo según el motor de render (Texturas 3D).

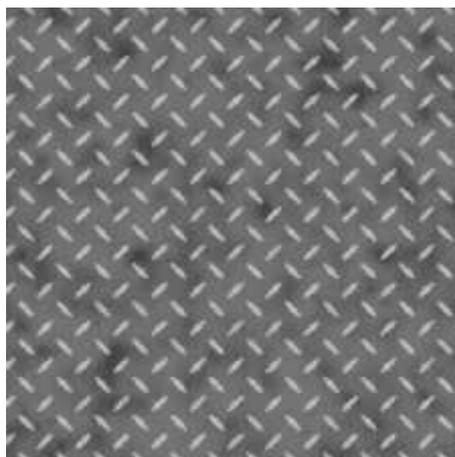


Ilustración 18-2: Mapa PBR – Height

Fuente: Página Web A23D

2.6.7 Ambient Occlusion

Este mapa en escala de grises señala las zonas cóncavas del objeto, permite crear el efecto de una sombra suave en zonas que no tienen luz directamente. En la actualidad los motores de render cuentan con cálculos de luz y desplazamiento de los materiales en tiempo real, por lo que conseguimos un efecto similar (Texturas 3D).

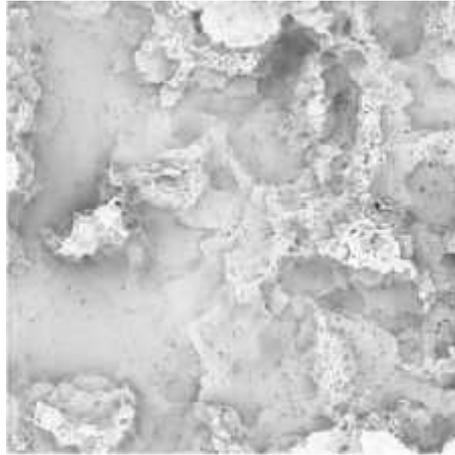


Ilustración 19-2: Mapa PBR – Ambient Occlusion

Fuente: Página Web A23D

2.7 Iluminación

A la hora de trabajar la iluminación, más allá de añadir los elementos de luz ya sean naturales o artificiales, se debe pensar en la relación que se va a establecer con el espacio, los volúmenes, las sombras que generan y el ambiente que se quiere generar, pues la posición y la intensidad de dichas fuentes varían todo el entorno. Debido a esto, es necesario trabajar en paralelo las características de los materiales, considerando el brillo o reflectividad para conseguir un equilibrio entre los diferentes parámetros (S-AART - CREACIÓN E INNOVACIÓN).

2.8 Materiales HDRI

El HDRI son las siglas de *High Dynamic Range Imaging* (imágenes de alto rango dinámico). Es un sistema de iluminación del *render* final, que combina el entorno con las luces, consiguiendo *renders* con un acabado muy real, en lo que a reflejos ambientales se refiere (Fotonostra).

Las técnicas HDRI permiten un mejor rango dinámico de iluminación entre las zonas más claras y las más oscuras de una imagen. Las técnicas de imagen digital estándar o los métodos fotográficos no pueden ofrecer la misma calidad que el HDRI (Fotonostra).



Ilustración 20-2: HDRI

Fuente: Página Web VFX HUT

2.9 Renderizado

El proceso de renderizado consiste en la generación de una imagen 2D a partir de la descripción abstracta de una escena 3D. La construcción de una imagen bidimensional requiere varias fases como el modelado, configuración de materiales y texturas, iluminación, y finalmente, el renderizado. Los algoritmos utilizados en el proceso de renderizado utilizan información relacionada con la geometría de cada objeto, materiales, texturas, y cámaras virtuales, a partir de ésta se obtiene como salida una imagen, o secuencia de imágenes al tratarse de una animación (Optimización del proceso de render 3D distribuido con software libre, 2007).

2.10 Entorno virtual

Un entorno virtual es un *software* que, normalmente, está instalado en un servidor o intranet que se encargar de mantener, gestionar, almacenar, etc., actividades de formación virtual. Estas formaciones pueden darse en un entorno completamente virtual o como apoyo a formaciones presenciales (IGNITE).

2.11 Motor de videojuegos

Es un término que hace referencia a una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, creación y representación de un videojuego. De igual forma, existen motores de juegos que operan tanto en consolas de videojuegos y sistemas operativos (EcuRed).

La funcionalidad básica de un motor es proporcionar al videojuego un motor de renderizado para los gráficos 2D y 3D, motor físico o detector de colisiones, sonidos, *scripting*, animación, inteligencia artificial, redes, *streaming*, administración de memoria y un escenario gráfico. El proceso de desarrollo de un videojuego varía de gran manera por reutilizar o adaptar un mismo motor de videojuego para crear diferentes juegos (EcuRed).

2.11.1 Unreal Engine

Es uno de los motores de juego más populares y usados del momento, perteneciente a la compañía Epic Games. Su funcionamiento se basa en código C++ y su primera versión se creó en 1998, aunque hasta 2015 no estuvo disponible de forma gratuita y pública (Soloaga, 2019).

En un inicio, se creó como motor de juegos para programadores, pero gracias a su versatilidad, poco a poco se ha hecho un hueco en sectores tan diversos como la arquitectura, ingeniería, medicina y realidad virtual (Soloaga, 2019).

Se han creado 5 versiones, ampliando sus características poco a poco permitiendo una mayor capacidad de procesamiento de datos, renderizado, mejora de texturas e integración de nuevas funciones. Es un paquete completo que no requiere de complementos o *addons* para funcionar a su máximo rendimiento (Soloaga, 2019).

2.11.2 Unity

Unity 3D es un programa que permite crear videojuegos mediante un editor visual y lenguaje de scripting logrando un acabado profesional. El cual permite exportarlo a más de 20 plataformas diferentes como computadoras, videoconsolas, teléfonos móviles, etc. (Beltrán, 2021).

Unity es una herramienta que no engloba únicamente motores para el renderizado de imágenes, de físicas de 2D o 3D, audio, animaciones u otros motores, sino que engloba también herramientas de *networking* para multijugador, herramientas de navegación *NavMesh* para inteligencia artificial o soporte de Realidad Virtual (Erosa, 2019).

2.11.3 Godot

Godot Engine es un motor de videojuegos multiplataforma con numerosas características para crear juegos 2D y 3D desde una interfaz unificada. Proporciona un conjunto exhaustivo de herramientas comunes para que los usuarios puedan enfocarse en crear juegos; que puedan exportarse en un sólo clic a múltiples plataformas, incluyendo las principales plataformas de escritorio (macOS, Windows), móviles (Android, iOS) y basadas en la web (HTML5) (Godot Docs).

Godot tiene acceso gratuito y de código abierto bajo la licencia permisiva del MIT. Sin condiciones ni regalías. Los juegos de los usuarios les pertenece por completo. Está respaldado por *Software Freedom Conservancy* sin fines de lucro (Godot Docs).

2.11.4 *GameMaker Studio*

Es un programa orientado al desarrollo de videojuegos. Se creó con el fin de ayudar a estudiantes con pocas nociones de programación, filosofía que aún se mantiene hasta la actualidad. Tiene una interfaz muy sencilla que permite desarrollar prototipos en minutos, debido a las acciones predefinidas que posee, al igual que imágenes y sonidos que ayuda a tener resultados de manera rápida (AprendeGameMaker).

Tiene una versión gratuita que permite acceder a todas las herramientas que el programa ofrece, con la posibilidad de exportar a juegos únicamente para Windows. Con esta versión gratuita aparecerá en la pantalla inicial el logo de *GameMaker*. La versión “*Professional*” tiene opciones más avanzadas con un precio de \$149,99 dólares americanos, ofrece versiones más avanzadas con precios de hasta \$799,99 dólares americanos (AprendeGameMaker).

2.12 Fotografía

Su nombre proviene de dos vocablos griegos *photos*, “luz” y *graphos*, “dibujo o escritura”, es decir la fotografía es la técnica y el arte de obtener imágenes fijas y duraderas a través de la proyección de la luz. Se logra gracias a materiales que reaccionan químicamente a ella o en dispositivos electrónicos sensibles a la misma (Uriarte, 2020).

La fotografía es un invento, que inauguró una gama de gigantes posibilidades de captura y reproducción de imágenes. Esta técnica es aprovechada por el cine y por otras tecnologías posteriores (Uriarte, 2020).

Su funcionamiento elemental replica el de la cámara oscura, que es la fotografía estenopeica. Además, diversos avances tecnológicos han permitido ajustar y conservar la imagen proyectada (Uriarte, 2020).

2.12.1 *Fotografía de arquitectura*

Se encarga de retratar y mostrar los espacios constructivos. Es decir, plasma las diferentes edificaciones creadas por el ser humano. Se puede hablar de fotografía urbana, siendo un grupo de edificios los protagonistas, fotografía de un edificio, el interior de una vivienda o local o la relación de un entorno con el mobiliario (MAS in Collective Housing, 2019).

Esta rama de la fotografía es necesaria para documentar los proyectos realizados por el ser humano. Desde las primeras cámaras de campo hasta la fotografía actual, mucho más rápida y ventajosa en ese aspecto (MAS in Collective Housing, 2019).

2.13 Planos Fotográficos

Se llama plano fotográfico a la proporción que el objeto o sujeto que ocupa en el encuadre de la imagen a fotografiar. Lo que quede por fuera de los bordes de la fotografía, no es parte del plano (TOO MANY FLASH, 2022).

2.13.1 Gran Plano General

Este es el más amplio de todos los planos. Se utiliza, generalmente, para mostrar paisajes y es conocido también como plano panorámico. En un gran plano general, el protagonista es el espacio (TOO MANY FLASH, 2022).

2.13.2 Plano Detalle

Este tipo de plano es el más cercano. Por lo general, se utiliza para resaltar alguna parte del rostro, pero también puede usarse con cualquier otra fracción del cuerpo. El plano detalle se centra en una porción del objeto (TOO MANY FLASH, 2022).

2.13.3 Plano Normal

Se considera como plano normal a aquel que no tiene angulación de la cámara. Esta se encuentra posicionada paralela al suelo y a la misma altura que los ojos del sujeto (TOO MANY FLASH, 2022).

2.13.4 Plano Contrapicado

La cámara se posiciona por debajo del sujeto u objeto, con una leve angulación hacia arriba. De este modo, magnificará y dará importancia al modelo o sujeto (TOO MANY FLASH, 2022).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de investigación

3.1.1 *Investigación Cualitativa*

En la investigación cualitativa, se estudia la realidad en su contexto natural tal y como sucede, sacando e interpretando los fenómenos de acuerdo con las personas implicadas. Utiliza variedad de instrumentos para recoger información como las entrevistas, imágenes, observaciones, historias de vida, en los que se describen las rutinas y las situaciones problemáticas, así como los significados en la vida de los participantes (Blasco, y otros, 2007).

3.1.2 *Investigación Bibliográfica*

Es aquella que procura obtener, seleccionar, compilar, organizar, interpretar y analizar información sobre un objeto de estudio a partir de fuentes documentales, tales como libros, documentos de archivo, hemerografía, registros audiovisuales, entre otros. Este tipo de investigación es muy usada en las ciencias sociales y es característica del modelo de investigación cualitativa, donde constituye un objetivo en sí mismo (Significados).

Por lo tanto para la realización del presente proyecto con la ayuda de la investigación cualitativa se puede registrar las diferentes características que poseen cada uno de los edificios que existen en la ciudad de Ambato, la ubicación y el estado en el que se encuentran, estos detalles no medibles son de gran importancia para el modelado tridimensional, debido a que estos son los que se ven reflejados en el mismo, teniendo como principal herramienta a la observación para recabar la información necesaria. Adicional a esto se procede con una investigación bibliográfica la cual consiste en recopilar información que aporte de manera positiva y aumenten la visión del punto de partida, se recolectó información de fuentes secundarias como libros, revistas, periódicos que sirven para la identificación de las edificaciones centenarias que se mantienen en pie en la ciudad capital de la provincia de Tungurahua, de igual manera se utilizan recursos digitales como videos y sitios web, las cuales son de utilidad para obtener información sobre los diferentes *software* de modelado y texturizado 3D, esto ayuda a la elección del motor de videojuegos más apto para la culminación del trabajo de titulación, esto con el fin de obtener buenos resultados.

3.1.3 Método Histórico

El método histórico es un procedimiento investigativo utilizado para recopilar evidencias de fenómenos del pasado, lo cual permite a posteriori formular teorías o proposiciones acerca de la historia. Existen diferentes herramientas creadas para analizar la información más relevante de un tema histórico (Métodos).

Este método se selecciona ya que es el ideal para ampliar la visión inicial que se tiene sobre las distintas edificaciones patrimoniales de la ciudad de Ambato, se definen los distintos periódicos y artículos publicados relacionados al tema como fuentes secundarias para la investigación, de los que se obtienen datos de gran importancia para el presente proyecto, al ser datos publicados en diarios oficiales del país y la ciudad, se verifica su autenticidad y se procede a recabar dicha información.

3.2 Población

En la ciudad de Ambato se pueden encontrar 10 edificios con valor patrimonial, que son utilizados por instituciones públicas o negocios privados, los mismos que están ubicados en el centro del casco urbano, como se puede observar en la figura 2-2, comprendidos entre las calles Joaquín Lalama, Pedro Fermín Cevallos, Guayaquil y Vicente Rocafuerte en un área de 150.197,97 m².

Tabla 1-3: Listado de edificios con valor patrimonial de la ciudad de Ambato

N°	Nombre del Edificio	Dirección
1	Iglesia de Santa Faz – La Providencia	Joaquín Lalama y Cevallos
2	Edificio central del Colegio Nacional “Bolívar”	Joaquín Lalama y Sucre
3	Capilla de la Medalla Milagrosa	Joaquín Lalama y Rocafuerte
4	Casa del Portal	Juan Montalvo y Sucre
5	Casa Museo Juan Montalvo	Juan Montalvo y Bolívar
6	Centro Cultural Universitario	Juan Montalvo y Rocafuerte
7	Edificio de la Gobernación de Tungurahua	Castillo y Sucre
8	Antiguo edificio del G.A.D. Municipalidad de Ambato	Castillo y Bolívar
9	Hotel Roka Plaza	Guayaquil y Bolívar
10	Museo Edmundo Martínez Mera	Guayaquil y Bolívar

Realizado por: Salazar, D. 2022

3.3 Técnicas e instrumentos

3.3.1 Fichas de Observación

Es un instrumento de investigación de campo que consiste en realizar una descripción específica del objeto de estudio. Para realizar esta observación el investigador necesita trasladarse al lugar de los hechos o acontecimientos que se está investigando. (Tipos de fichas.com).

Este tipo de fichas ayuda a registrar información de las edificaciones que hacen parte de la población del presente proyecto, obteniendo datos o variables importantes que sirven para la elección de los cinco edificios, además de colores y detalles característicos. La ficha que se usa tiene el siguiente formato:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:		CÓDIGO:	
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA:		NOMBRE DEL EDIFICIO	
	LOCALIZACIÓN		
	Provincia:		
	Ciudad:		
	Dirección:		
	Referencia:		
	Año de construcción:		
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
	ALTO:		
	ANCHO:		
	PROFUNDIDAD:		
	ESTILO ARQUITECTÓNICO		

Ilustración 1-3: Plantilla de Ficha de Observación

Realizado por: Salazar, D. 2022

3.4 Metodología del diseño – CityGML

Es una iniciativa del OGC (*Open Geospatial Consortium*) que lo publicó como estándar oficial en 2008 para desarrollar un modelo 3D. Es también un modelo de datos abierto que permite la representación de Modelos Urbanos 3D, su almacenamiento, exportación e intercambio (Álvarez, y otros, 2018).

CityGML define los objetos y sus relaciones dentro del entorno urbano, estandarizando tanto la representación de la geometría, como las propiedades topológicas, semánticas, los atributos temáticos, las relaciones entre los objetos y propiedades espaciales de los mismos (Álvarez, y otros, 2018). Conformado por 3 etapas que son las siguientes:

- Recopilación de los datos.
- Desarrollo de los modelos 3D.
- Control de calidad del modelo generado.

El modelado 3D se representa en cinco niveles de detalle o *LOD* que van desde el LOD0 hasta el LOD4 en el que irá avanzando la complejidad de su representación, siendo el LOD0 el más simple con detalles nulos del objeto y el LOD4 el más pegado a la realidad con sus características representadas en la figura tridimensional.

3.4.1 Recopilación de datos

Esta etapa consiste en recabar toda la información necesaria que permite empezar con la segunda etapa, los datos que se reúnen pueden ser de tipo multimedia o escrita, ya sean fotografías, o registros periodísticos que amplían la visión del punto de partida. Mediante fichas de observación la recopilación de datos se puede presentar de manera más sencilla, colocando las fotografías realizadas de cada edificio patrimonial con datos técnicos y específicos de los mismos.

3.4.2 Desarrollo de los modelos 3D

La segunda etapa consiste en la generación o creación de los objetos tridimensionales, esta es la etapa más demorada debido a que aquí se presentan los diferentes *LODs*, es decir, se van presentando paso a paso el avance en el detalle de los objetos modelados hasta llegar a la representación final.

3.4.3 Control de calidad

Como última etapa está el control de calidad, en la cual se realiza una comparación del objeto modelado con la realidad, aquí intervienen los registros fotográficos de la primera etapa y los *LODs* generados en la segunda etapa, los cuales son útiles para cotejar la similitud entre estos.

3.5 Modelado Poligonal

Para la realización del modelado 3D se utilizará el método del modelado poligonal el cual consiste en utilizar polígonos para formar la geometría de los objetos, esta es la forma más sencilla y usada. Es decir, para la realización del modelado de las edificaciones se partirá de polígonos primitivos o figuras sencillas hasta estilizar cada detalle de cada edificio centenario de la ciudad de Ambato.

3.6 Box Modeling

Esta técnica es la más usada dentro del mundo tridimensional, la cual consiste en crear objetos a partir de figuras primitivas como puede ser un plano, un cubo, o una esfera para modificarla añadiendo o quitando geometría para que el volumen gane forma y detalle (Deloitte).

Para la realización del modelado de cada edificio se parte de un cubo, como base de cada edificación, a partir de este, se extruyen caras y agregan líneas, puntos y otras figuras para dar la forma correcta, estilizando paso a paso hasta llegar al modelado final con los detalles previamente analizados en las fichas de observación.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS

Se desarrollan los modelados 3D de los edificios patrimoniales de la ciudad de Ambato, en base a la información reunida de las fuentes secundarias, en especial de periódicos locales y nacionales, obteniendo información histórica de cada uno de ellos, que aportan para un mejor análisis de estos, además, mediante la aplicación de la técnica seleccionada como es la ficha de observación, se registran diferentes datos de importancia para el desarrollo de los modelos 3D, esto junto a la selección de la técnica adecuada para modelar y el motor de videojuegos lo cual se realizó analizando los estándares del mercado mediante investigaciones en páginas web y foros, ayuda a cumplir el objetivo principal, modelar el centro histórico de la ciudad de Ambato mediante el uso de programas especializados en modelado y texturizado 3D para su aplicación en entornos virtuales.

4.1 Resultados del proceso CityGML

Una vez definido el proceso estándar CityGML, se puede ver detallado a profundidad el desarrollo de cada una de sus etapas, aplicadas en el presente proyecto.

4.1.1 *Recopilación de datos*

Para la recopilación de información fue necesaria la investigación y la observación, con la ayuda de fichas se registraron datos de importancia de cada edificio con valor patrimonial existente en la ciudad de Ambato, de las que se obtuvieron las siguientes:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:	21-05-2022	CÓDIGO:	OBS01
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA		NOMBRE DEL EDIFICIO	
		Iglesia de Santa Faz - La Providencia	
		LOCALIZACIÓN	
		Provincia:	Tungurahua
		Ciudad:	Ambato
		Dirección:	Cevallos y Joaquin Lalama
		Referencia:	Frente al Parque Cevallos
		Año de construcción:	1952
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
		ALTO:	14 m
		ANCHO:	57 m
		PROFUNDIDAD:	31 m
		ESTILO ARQUITECTÓNICO	
		Gótico	
R: 189 G: 182 B: 188	R: 110 G: 103 B: 107	R: 128 G: 82 B: 78	R: 29 G: 29 B: 27
R: 153 G: 137 B: 136			

Ilustración 1-4: Ficha de Observación de la Providencia

Realizado por: Salazar, D. 2022

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:	21-05-2022	CÓDIGO:	OBS02
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA		NOMBRE DEL EDIFICIO	
		Colegio Nacional "Bolívar"	
		LOCALIZACIÓN	
		Provincia:	Tungurahua
		Ciudad:	Ambato
		Dirección:	Sucre y Joaquin Lalama
		Referencia:	Frente al Parque Cevallos
		Año de construcción:	1872
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
		ALTO:	16 m
R: 158 R: 110 R: 155 R: 203 R: 29 G: 155 G: 85 G: 123 G: 189 G: 29 B: 158 B: 81 B: 102 B: 191 B: 27		ANCHO:	69 m
		PROFUNDIDAD:	60 m
ESTILO ARQUITECTÓNICO			
Neoclásica			

Ilustración 2-4: Ficha de Observación del Colegio Nacional Bolívar

Realizado por: Salazar, D. 2022

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:	21-05-2022	CÓDIGO:	OBS03
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA	NOMBRE DEL EDIFICIO		
	Capilla de la Medalla Milagrosa		
	LOCALIZACIÓN		
	Provincia:	Tungurahua	
	Ciudad:	Ambato	
	Dirección:	Rocafuerte y Joaquín Lalama	
	Referencia:	Junto a la Escuela Juan Montalvo	
	Año de construcción:	1920	
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
  			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
			
R: 189	R: 110	R: 126	R: 25
G: 182	G: 103	G: 77	G: 26
B: 188	B: 107	B: 73	B: 46
			
R: 29	R: 29		
G: 29	G: 29		
B: 27	B: 27		
		ESTILO ARQUITECTÓNICO	
		Neogótico	

Ilustración 3-4: Ficha de Observación de la Medalla Milagrosa

Realizado por: Salazar, D. 2022

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:	21-05-2022	CÓDIGO:	OBS04
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA		NOMBRE DEL EDIFICIO	
		Casa del Portal	
		LOCALIZACIÓN	
		Provincia:	Tungurahua
		Ciudad:	Ambato
		Dirección:	Sucre y Montalvo
		Referencia:	Junto al Parque Montalvo
Año de construcción:	1900		
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
		ALTO:	12 m
R: 141 R: 126 R: 190 R: 231 R: 255 G: 140 G: 118 G: 179 G: 223 G: 255 B: 72 B: 117 B: 159 B: 223 B: 255		ANCHO:	41 m
		PROFUNDIDAD:	17 m
ESTILO ARQUITECTÓNICO			
Colonial			

Ilustración 4-4: Ficha de Observación de la Casa del Portal

Realizado por: Salazar, D. 2022

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:	21-05-2022	CÓDIGO:	OBS05
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA		NOMBRE DEL EDIFICIO	
		Casa Museo Juan Montalvo.	
		LOCALIZACIÓN	
		Provincia:	Tungurahua
		Ciudad:	Ambato
		Dirección:	Bolívar y Montalvo
		Referencia:	Junto al Parque Montalvo
Año de construcción:	1932		
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
		ALTO:	14 m
R: 255 R: 142 R: 95 R: 160 R: 29 G: 255 G: 106 G: 74 G: 157 G: 29 B: 255 B: 83 B: 70 B: 165 B: 27		ANCHO:	26 m
		PROFUNDIDAD:	35 m
ESTILO ARQUITECTÓNICO			
Monumental Griego			

Ilustración 5-4: Ficha de Observación de la Casa Museo Juan Montalvo

Realizado por: Salazar, D. 2022

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:	21-05-2022	CÓDIGO:	OBS07
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA		NOMBRE DEL EDIFICIO	
		Edificio de la Gobernación	
		LOCALIZACIÓN	
		Provincia:	Tungurahua
		Ciudad:	Ambato
		Dirección:	Sucre y Castillo
		Referencia:	Diagonal al Parque Montalvo
		Año de construcción:	1840 aprox.
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
		ALTO:	16 m
R: 189 R: 110 R: 144 R: 29 R: 121 G: 182 G: 103 G: 73 G: 29 G: 107 B: 188 B: 107 B: 60 B: 27 B: 88		ANCHO:	38 m
		PROFUNDIDAD:	38 m
ESTILO ARQUITECTÓNICO			
Neoclásico			

Ilustración 7-4: Ficha de Observación de la Gobernación

Realizado por: Salazar, D. 2022

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:	21-05-2022	CÓDIGO:	OBS08
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA	NOMBRE DEL EDIFICIO		
	Antiguo edificio G.A.D. Municipalidad de Ambato		
	LOCALIZACIÓN		
	Provincia:	Tungurahua	
	Ciudad:	Ambato	
	Dirección:	Bolívar y Castillo	
	Referencia:	Junto al Parque Montalvo	
Año de construcción:	1927		
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
			
R: 189	R: 110	R: 128	R: 29
G: 182	G: 103	G: 82	G: 29
B: 188	B: 107	B: 78	B: 27
	R: 255		
G: 255			B: 255
ESTILO ARQUITECTÓNICO			
Republicano			

Ilustración 8-4: Ficha de Observación del edificio del Municipio antiguo

Realizado por: Salazar, D. 2022

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA CIUDAD DE AMBATO			
FECHA:	21-05-2022	CÓDIGO:	OBS09
INFORMACIÓN GENERAL			
FOTOGRAFÍA	NOMBRE DEL EDIFICIO		
	Hotel Roka Plaza		
	LOCALIZACIÓN		
	Provincia:	Tungurahua	
	Ciudad:	Ambato	
	Dirección:	Bolívar y Guayaquil	
	Referencia:	Frente a la Universidad Indoamérica	
Año de construcción:	1890		
FOTOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS			
			
DATOS TÉCNICOS			
PALETA DE COLOR		DIMENSIONES	
		ALTO:	14 m
R: 165 R: 110 R: 87 R: 112 R: 38 G: 158 G: 107 G: 60 G: 94 G: 48 B: 151 B: 103 B: 55 B: 93 B: 58		ANCHO:	20 m
		PROFUNDIDAD:	21 m
ESTILO ARQUITECTÓNICO			
Neoclásico			

Ilustración 9-4: Ficha de Observación del Hotel Roka Plaza

Realizado por: Salazar, D. 2022

Tabla 1-4: Edificios más antiguos de la ciudad de Ambato

Código	Nombre del edificio	Año de construcción
OBS01	Iglesia de Santa Faz – La Providencia	1952
OBS02	Edificio central del Colegio Nacional “Bolívar”	1872
OBS03	Capilla de la Medalla Milagrosa	1920
OBS04	Casa del Portal	1900
OBS05	Casa Museo Juan Montalvo	1932
OBS06	Centro Cultural Universitario	1840
OBS07	Edificio de la Gobernación de Tungurahua	1840
OBS08	Antiguo edificio del G.A.D. Municipalidad de Ambato	1927
OBS09	Hotel Roka Plaza	1890
OBS10	Museo Edmundo Martínez Mera	1886

Realizado por: Salazar, D. 2022

Ya definidas las 5 edificaciones se da paso a la siguiente etapa, la elaboración de los modelos tridimensionales, para lo cual es necesario realizar el proceso denominado ‘blocking’ el cual consiste en trazar figuras primitivas sobre las referencias fotográficas, con el objetivo de tener una visión más clara de los polígonos que se usan para comenzar con el modelado, a partir de los cuales se irán estilizando los detalles, este proceso debe realizarse en las fotografías de los 5 edificios, teniendo los siguientes resultados:

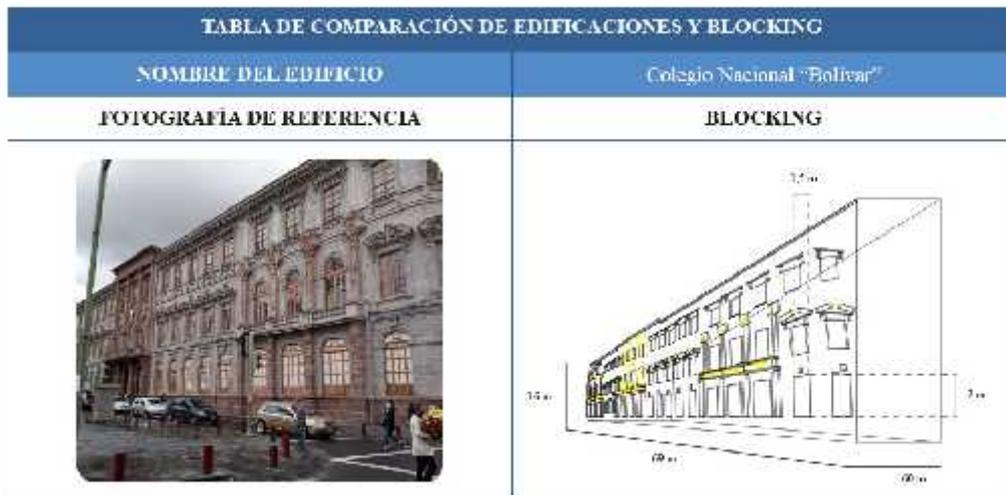


Ilustración 11-4: Blocking del Colegio Nacional “Bolívar”

Realizado por: Salazar, D. 2022

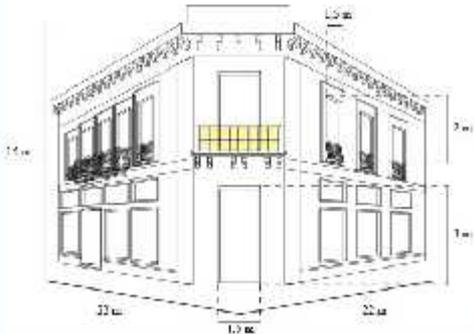
TABLA DE COMPARACIÓN DE EDIFICACIONES Y BLOCKING	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Centro Cultural Universitario
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	BLOCKING
	

Ilustración 12-4: Blocking del Centro Cultural Universitario

Realizado por: Salazar, D. 2022

TABLA DE COMPARACIÓN DE EDIFICACIONES Y BLOCKING	
NOMBRE DEL EDIFICIO	La Gobernación
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	BLOCKING
	

Ilustración 13-4: Blocking del edificio de La Gobernación

Realizado por: Salazar, D. 2022

TABLA DE COMPARACIÓN DE EDIFICACIONES Y BLOCKING	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Hotel Roka Plaza
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	BLOCKING
	

Ilustración 14-4: Blocking del Hotel Roka Plaza

Realizado por: Salazar, D. 2022

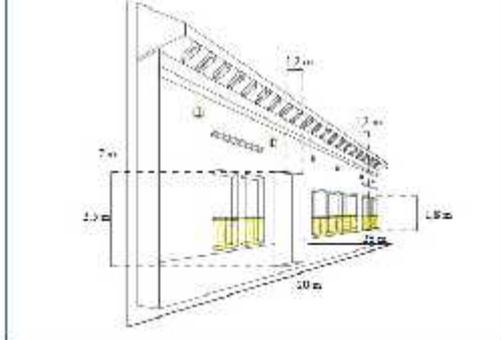
TABLA DE COMPARACIÓN DE EDIFICACIONES Y BLOCKING	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Museo Edmundo Martínez Mera
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	BLOCKING
	

Ilustración 15-4: Blocking del Museo Edmundo Martínez Mera

Realizado por: Salazar, D. 2022

4.1.2 Desarrollo de modelos 3D

Para el modelado de los edificios se parte de figuras primitivas como cubos, esferas o cilindros, a partir de los cuales se va estilizando poco a poco para obtener los diferentes niveles de detalle o *LODs*, hasta llegar al modelado que se asemeje a la realidad.

Para el modelado es necesario el uso de las fotografías de cada edificio, para usarlos como referencia y tener mejores resultados; se utilizan fotografías de los ángulos y detalles, ya sean puertas o ventanas.

TABLA DE PRESENTACIÓN DE NIVELES DE DETALLE DEL MODELADO 3D	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Colegio Nacional Bolívar
<i>LOD0</i>	<i>LOD1</i>
	
<i>LOD2</i>	<i>LOD3</i>
	
<i>LOD4</i>	
	

Ilustración 16-4: Niveles de detalle del modelado del edificio Colegio Nacional Bolívar

Realizado por: Salazar, D. 2022

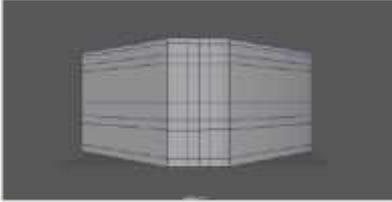
TABLA DE PRESENTACIÓN DE NIVELES DE DETALLE DEL MODELADO 3D	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Centro Cultural Universitario
<i>LOD0</i>	<i>LOD1</i>
	
<i>LOD2</i>	<i>LOD3</i>
	
<i>LOD4</i>	
	

Ilustración 17-4: Niveles de detalle del modelado del edificio Centro Cultural Universitario
Realizado por: Salazar, D. 2022

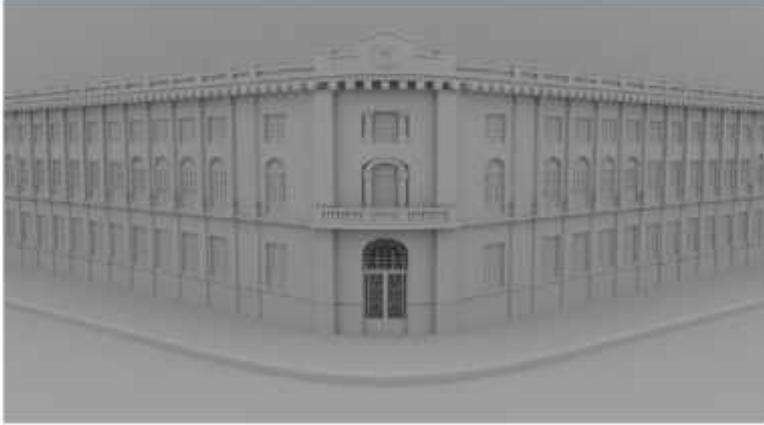
TABLA DE PRESENTACIÓN DE NIVELES DE DETALLE DEL MODELADO 3D	
NOMBRE DEL EDIFICIO	La Gobernación
<i>LOD0</i>	<i>LOD1</i>
	
<i>LOD2</i>	<i>LOD3</i>
	
<i>LOD4</i>	
	

Ilustración 18-4: Niveles de detalle del modelado del edificio de La Gobernación

Realizado por: Salazar, D. 2022

TABLA DE PRESENTACIÓN DE NIVELES DE DETALLE DEL MODELADO 3D	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Hotel Roka Plaza
<i>LOD0</i>	<i>LOD1</i>
	
<i>LOD2</i>	<i>LOD3</i>
	
<i>LOD4</i>	
	

Ilustración 19-4: Niveles de detalle del modelado del edificio Hotel Roka Plaza

Realizado por: Salazar, D. 2022

TABLA DE PRESENTACIÓN DE NIVELES DE DETALLE DEL MODELADO 3D	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Museo Edmundo Martínez Mera
<i>LOD0</i>	<i>LOD1</i>
	
<i>LOD2</i>	<i>LOD3</i>
	
<i>LOD4</i>	
	

Ilustración 20-4: Niveles de detalle del modelado del edificio Museo Edmundo Martínez M.

Realizado por: Salazar, D. 2022

4.1.3 Control de calidad

Para este último paso se debe tener en cuenta la comparación de las fotografías previamente hechas con los modelados de los edificios realizados ya texturizados, analizando la similitud que existen entre estas.

El proceso de texturizado conlleva un orden lógico de pasos a seguir, en primera instancia se necesita abrir las figuras modeladas en un ámbito 2D lo que se le conoce como *Mapeo UV*, esto con el fin de facilitar la generación de las texturas.

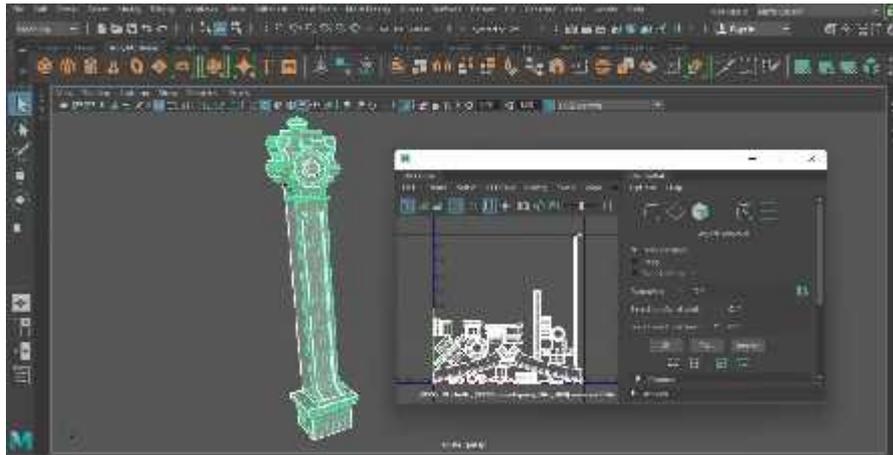


Ilustración 21-4: Ejemplo del Mapeo UV de las figuras modeladas

Realizado por: Salazar, D. 2022

Seguido de esto, y teniendo capa parte y cada figura “abierta”, se procede a exportar esta selección en formato ‘.fbx’ para llevarlo al programa Substance Painter el cual facilita este proceso generando cada uno de los mapas de texturas necesarios, pintando las figuras manualmente y proporcionándole los detalles que se desean.



Ilustración 22-4: Ejemplo de texturización de las figuras modeladas

Realizado por: Salazar, D. 2022

Como penúltimo paso se exportan los mapas de texturas generados, obteniendo así el *Normal Map*, *Ambient Occlusion*, *Base Color*, *Roughness*, *Metallic* y *Height* para aplicarlos en el programa Autodesk Maya mediante la herramienta ‘*Hypershde*’ en la cual se puede visualizar todas las texturas creadas en el documento, de este modo se coloca cada mapa de textura en su sitio correspondiente para obtener el resultado deseado y visualizarlo en el render final.

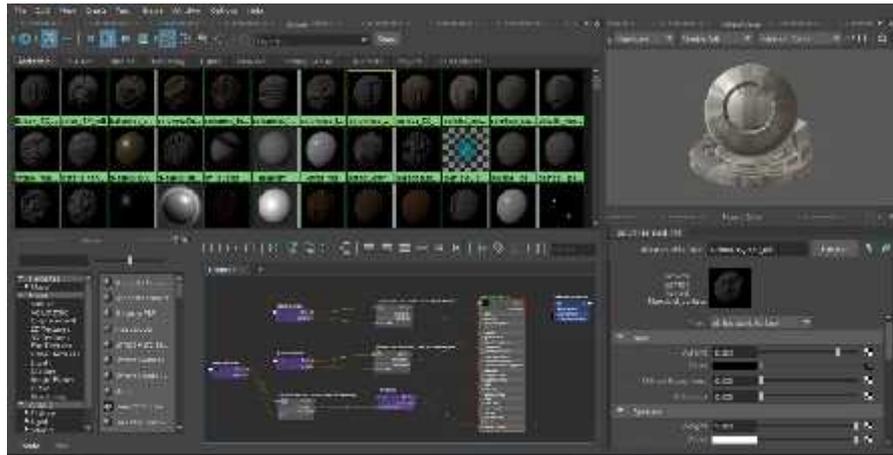


Ilustración 23-4: Ejemplo de la colocación de texturas en las figuras modeladas

Realizado por: Salazar, D. 2022

Para finalizar este proceso se coloca la iluminación, para estos modelados se utilizó el ‘*Skydome Light*’ el cual consiste en proporcionar una luz global a todo el modelado, además de permitir la colocación de imágenes HDRI que otorga una imagen de fondo que da un mejor resultado al render final.

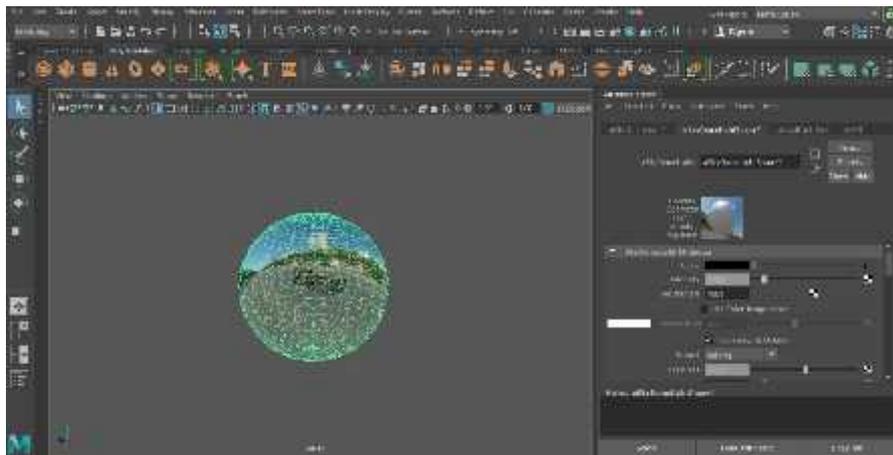


Ilustración 24-4: Ejemplo de colocación de iluminación para las figuras modeladas

Realizado por: Salazar, D. 2022

FOTOGRAFÍA VS MODELADO	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Colegio Nacional "Bolívar"
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	MODELADO FINAL
	

Ilustración 25-4: Comparación entre referencia y modelado – Colegio Nacional Bolívar

Realizado por: Salazar, D. 2022

FOTOGRAFÍA VS MODELADO	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Centro Cultural Universitario
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	MODELADO FINAL
	

Ilustración 26-4: Comparación entre referencia y modelado – Centro Cultural Universitario

Realizado por: Salazar, D. 2022

FOTOGRAFÍA VS MODELADO	
NOMBRE DEL EDIFICIO	La Gobernación
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	MODELADO FINAL
	

Ilustración 27-4: Comparación entre referencia y modelado – La Gobernación

Realizado por: Salazar, D. 2022

FOTOGRAFÍA VS MODELADO	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Hotel Roka Plaza
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	MODELADO FINAL
	

Ilustración 28-4: Comparación entre referencia y modelado – Hotel Roka Plaza

Realizado por: Salazar, D. 2022

FOTOGRAFÍA VS MODELADO	
NOMBRE DEL EDIFICIO	Museo Edmundo Martínez Mesa
FOTOGRAFÍA DE REFERENCIA	MODELADO FINAL
	

Ilustración 29-4: Comparación entre referencia y modelado – Museo Edmundo Martínez M.
Realizado por: Salazar, D. 2022

Teniendo los edificios completamente modelados y texturizados, usando las diferentes técnicas adecuadas para llegar a este punto, es posible aplicarlos en el motor de videojuegos seleccionado; Unreal Engine en su versión 5.0.2 permite colocar estos modelos siendo exportados con la extensión ‘.fbx’, con herramientas extensas que permite realizar diferentes acciones en la programación del videojuego, además de bibliotecas de recursos de libre acceso, de las cuales se hicieron uso de la colocación de personajes para emplear diálogos que den información básica de cada edificio puesto en este software. En el siguiente enlace puede visualizarse el resultado final de los edificios modelados y texturizados con personajes que brindan información básica de cada uno colocados en el motor de videojuegos: <https://youtu.be/e7mQ4KwHz6g>



Ilustración 30-4: Miniatura del video de resultado final
Realizado por: Salazar, D. 2022

CONCLUSIONES

- J El presente trabajo logró recabar toda la información existente en las fuentes secundarias investigadas, consiguiendo así determinar y ubicar geográficamente los edificios patrimoniales que aún se mantienen en pie dentro de la ciudad de Ambato, los datos recolectados facilitaron la selección de los 5 edificios y así identificar cada detalle de estos, mediante registros fotográficos, que fueron de gran utilidad para el desarrollo adecuado del trabajo de integración curricular.

- J En el mercado existen muchos motores de videojuegos, algunos utilizados por empresas gigantes de la industria y otros por desarrolladores independientes, cada uno posee características que ayudan al usuario, dependiendo del conocimiento que tengan ya sea en programación o la cantidad de recursos que ocupa del computador, pero todos ofrecen resultados increíbles de renderizado, llegando así a la conclusión de la utilización del motor de videojuegos Unreal Engine 5, el cual es un motor potente que utiliza '*blueprints*' para simplificar su uso sin complicar al usuario.

- J Se aplicaron técnicas de modelado y texturizado estándar en el desarrollo del trabajo de titulación, entre las cuales tenemos el *box modelling* y el mapeado UV, comenzando con figuras primitivas hasta llegar a los modelados finales, obteniendo así los diferentes niveles de detalle que se requerían para cumplir con la metodología seleccionada, de esta manera se logró obtener los cinco edificios patrimoniales seleccionados; con la ayuda de comparaciones entre las fotografías y los modelados ya texturizados, se concluyó en la fidelidad de las creaciones realizadas, dando paso a la aplicación de estos en el motor de videojuegos seleccionado, dando como resultado renders de calidad.

RECOMENDACIONES

- J Es de gran importancia identificar fuentes de información confiable, de esta manera evitamos una recopilación errónea de los datos que necesitemos, es recomendable utilizar fuentes secundarias como periódicas o revistas reconocidas a nivel nacional o local, hay que evitar páginas web que no pertenecen a instituciones, además de blogs personales sin certificaciones.

- J Se debe tener en consideración el equipo que se dispone al momento de decidirse por un trabajo de modelado tridimensional, los recursos y requerimientos de los programas que se utilizan son muy demandantes, lo cual el tener un computador básico puede resultar en el daño del equipo, es por ello que previo a la elección de los programas que se utilizarán se debe conocer a la perfección los componentes que posee el equipo que se usará y compararlos con los requerimientos básicos que tiene cada programa, que por lo general están detallados a la perfección en las páginas de descarga de estos.

- J Es necesario tener un conocimiento básico en técnicas de modelado y texturizado, con el fin de agilizar su proceso, disminuyendo así el tiempo de ejecución del trabajo de titulación, además de conocer el programa que se utilizará, cada herramienta que posee y las que servirán para aplicarlas y tener mejores resultados finales.

BIBLIOGRAFÍA

Adobe. Pinta en 3D en tiempo real. [En línea] [Citado el: 23 de Abril de 2022.] <https://www.adobe.com/la/products/substance3d-painter.html>.

ÁLVAREZ, M. et al. Dialnet - Universidad de la Rioja. [En línea] 30 de Marzo de 2018. [Citado el: 20 de Junio de 2022.] <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/5895/6961>.

AprendeGameMaker. Qué es Game Maker Studio. [En línea] [Citado el: 16 de Junio de 2022.] <https://www.aprendegamemaker.com/que-es-game-maker-studio/#comments>.

ASIDEK. Autodesk Maya- Una solución completa para animación en 3D. [En línea] [Citado el: 27 de Abril de 2022.] <https://www.asidek.es/visualizacion-y-animacion-3d/autodesk-maya/>.

Autodesk. Software de Modelado 3D. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2022.] <https://www.autodesk.mx/solutions/3d-modeling-software>.

BELTRÁN, Yael. ¿Qué es Unity 3D? Crea tu propio videojuego sin saber nada de programación. [En línea] 2021. [Citado el: 28 de Abril de 2022.] <https://www.crehana.com/blog/animacion/que-es-unity/>.

BERDÚN, Jose. Design Thinking, su metodología explicada de forma fácil. [En línea] 2019. [Citado el: 14 de Junio de 2022.] <https://blog.enzymeadvisinggroup.com/design-thinking-metodologia>.

BLASCO, Josefa, & PÉREZ, José. METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN EN LAS CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE: AMPLIANDO HORIZONTES. [En línea] 23 de Octubre de 2007. [Citado el: 4 de Junio de 2022.] <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/12270/1/blasco.pdf>.

CASTILLO, José Miguel. La capilla de la Medalla Milagrosa es un sitio de fe y recogimiento. [En línea] 2017. [Citado el: 28 de Mayo de 2022.]

<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/la-capilla-de-la-medalla-milagrosa-es-un-sitio-de-fe-y-recogimiento>.

Deloitte. Introducción al modelado 3D. [En línea] [Citado el: 12 de Junio de 2022.] <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/introduccion-modelado-3d.html>.

EcuRed. Motor de videojuego. [En línea] [Citado el: 27 de Abril de 2022.] https://www.ecured.cu/Motor_de_videojuego.

El Comercio. La Roka une piedra, madera y cromática. [En línea] 2011. [Citado el: 28 de Mayo de 2022.] <https://www.elcomercio.com/tendencias/construir/roka-une-piedra-madera-y.html>.

El Telégrafo. Edificio municipal antiguo entra a restauración. [En línea] 2015. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/edificio-municipal-antiguo-entra-a-restauracion>.

El Telegrafo. El casco urbano de Ambato oferta cultura y diversión. [En línea] 2016. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/septimo/1/el-casco-urbano-de-ambato-oferta-cultura-y-diversion>.

El Telégrafo. Lo que dejó el terremoto del 49 hoy es patrimonio. [En línea] 2014. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/2014/1/lo-que-dejo-el-terremoto-del-49-hoy-es-patrimonio-galeria>.

EROSA, David. Qué es Unity. [En línea] 2019. [Citado el: 29 de Abril de 2022.] <https://openwebinars.net/blog/que-es-unity/>.

Fotonostra. HDRI. [En línea] [Citado el: 28 de Abril de 2022.] <https://www.fotonostra.com/glosario/hdri.htm>.

Godot Docs. Introducción. [En línea] [Citado el: 16 de Junio de 2022.] <https://docs.godotengine.org/es/stable/about/introduction.html>.

GONZÁLEZ MORCILLO, Carlos, et al. *Optimización del proceso de render 3D distribuido con software libre.* 190, 2007, Novática, pág. 41.

IGNITE. Entornos virtuales de aprendizaje y su aportación en el aula. [En línea] [Citado el: 28 de Abril de 2022.] <https://igniteonline.la/4971/>.

La Hora. Centro Cultural es patrimonio de Ambato. [En línea] 2016. [Citado el: 28 de Mayo de 2022.] <https://www.lahora.com.ec/noticias/centro-cultural-es-patrimonio-de-ambato/>.

La Hora. El encanto de la Capilla de la Medalla Milagrosa en Ambato. [En línea] 2018. [Citado el: 28 de Mayo de 2022.] <https://www.lahora.com.ec/noticias/el-encanto-de-la-capilla-de-la-medalla-milagrosa-en-ambato/#:~:text=La%20capilla%20fue%20creada%20en,joya%20arquitect%C3%B3nica%20de%20la%20ciudad..>

La Hora. La Gobernación, un símbolo del poder político. [En línea] 2020. [Citado el: 28 de Mayo de 2022.] <https://www.lahora.com.ec/noticias/la-gobernacion-un-simbolo-del-poder-politico/#:~:text=El%20edificio%20ha%20funcionado%20siempre,este%20se%20inaugur%C3%B3%20en%201926..>

MARTÍNEZ, Manuel Alfredo. El diseño tridimensional desde una experiencia de enseñanza-aprendizaje en la Universidad de Cuenca. [En línea] 5 de Enero de 2020. [Citado el: 26 de Abril de 2022.] <https://islas.uclv.edu.cu/index.php/islas/article/view/1108>.

MAS in Collective Housing. 2019. FOTOGRAFÍA DE ARQUITECTURA. TÉCNICAS, SUGERENCIAS Y EJEMPLOS. [En línea] 2019. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://www.mchmaster.com/es/noticias/fotografia-de-arquitectura-tecnicas-sugerencias-y-ejemplos/>.

MERCADO, Pablo. 20 Programas de Animación 3D – Gratis y de Paga. [En línea] 2020. [Citado el: 23 de Abril de 2022.] <https://www.industriaanimacion.com/2020/02/20-programas-de-animacion-3d-gratis-y-paga/>.

Métodos. ¿Qué es el método histórico? ¡Indágalo aquí! [En línea] [Citado el: 4 de Junio de 2022.] <https://101metodos.xyz/historico/>.

PILAR, Yessenia. Patrimonio Arquitectónico de Ambato. [En línea] 2011. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://es.slideshare.net/yesseniapilar92/patrimonio-arquitectnico-de-ambato>.

QUISPE, Italo. ¿Qué es el modelado 3D? [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2022.] <https://arcux.net/blog/que-es-el-modelado-3d/>.

S-AART - CREACIÓN E INNOVACIÓN. Iluminación, encuadre y render. [En línea] [Citado el: 27 de Abril de 2022.] <https://dtfmagazine.com/iluminacion-encuadre-y-render/>.

Significados. Investigación documental. [En línea] [Citado el: 4 de Junio de 2022.] <https://www.significados.com/investigacion-documental/>.

SOLOAGA, Ana. Unreal Engine, qué es y para qué sirve. [En línea] 2019. [Citado el: 29 de Abril de 2022.] <https://www.akademus.es/blog/emprendedores/unreal-engine-que-es-y-para-que-sirve/>.

Texturas 3D. ¿Qué son las texturas PBR? [En línea] [Citado el: 27 de Abril de 2022.] <https://www.texturas3d.com/fotogrametria/texturas-pbr/>.

Tipos de fichas.com. Ficha de Observación (campo) [Que es, como se hace, Ejemplos]. [En línea] [Citado el: 12 de Junio de 2022.] <https://tiposdefichas.com/ficha-de-observacion/>.

Tokio School . 2020. Todos los elementos del modelado para videojuegos. [En línea] 2020. [Citado el: 26 de Abril de 2022.] <https://www.tokioschool.com/noticias/elementos-modelado-videojuegos/>.

TOO MANY FLASH. 2022. Conoce los tipos de planos en fotografía y aprende a dominarlos. [En línea] 2022. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://toomanyflash.com/tipos-de-planos-en-fotografia/>.

URIARTE, Julia Máxima. Fotografía. [En línea] 2020. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://www.caracteristicas.co/fotografia/>.

UVM. Diseño Tridimensional. [En línea] [Citado el: 26 de Abril de 2022.] <https://uvm.mx/experiencia-lince/cultura-uvm/disenio-tridimensional>.

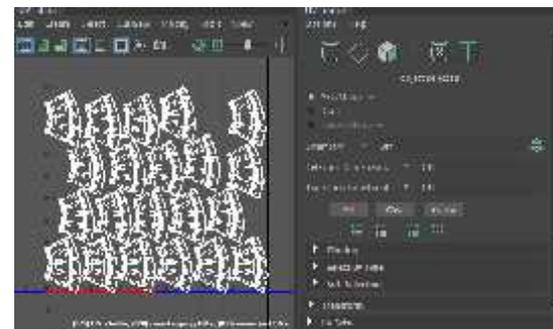
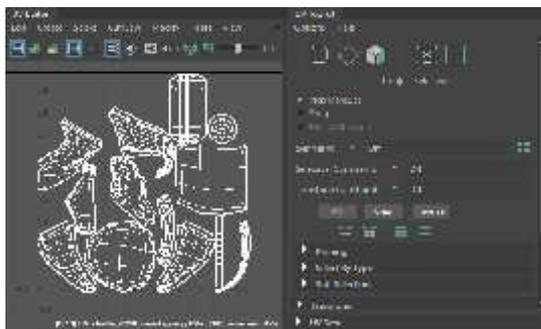
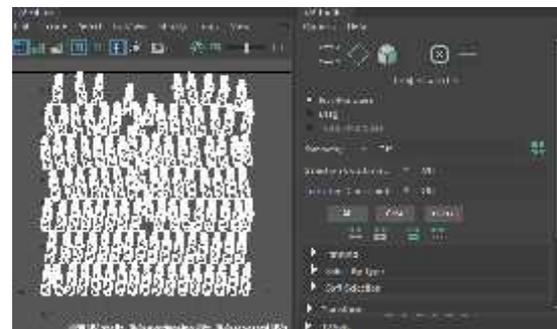
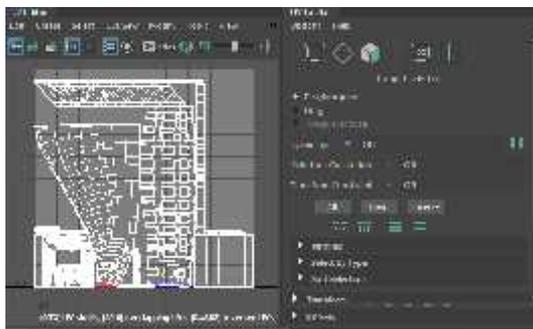
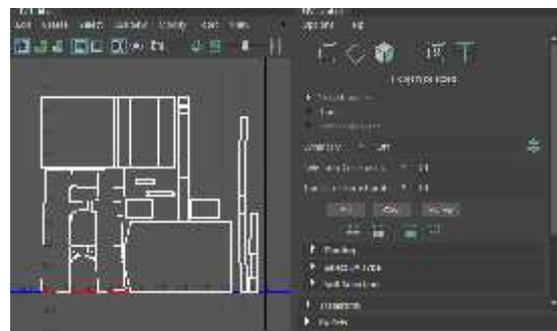
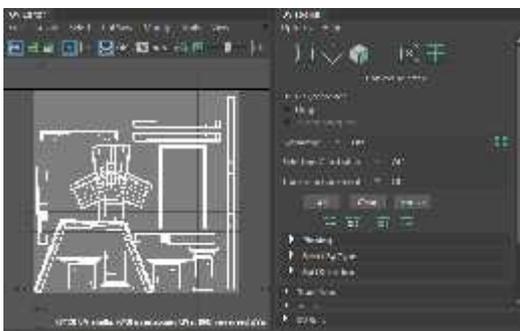
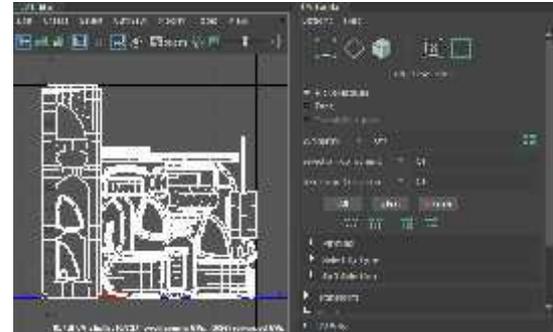
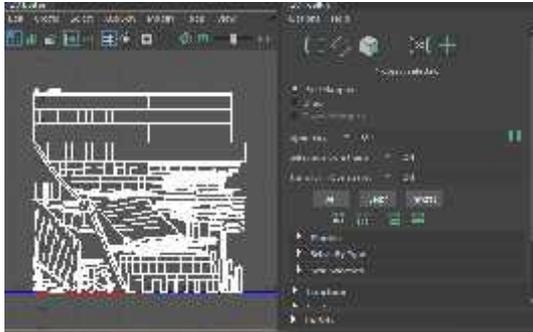
Vive Tungurahua. Historia de Ambato. [En línea] 2021. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/ambato/historias/historia-ambato-ackymy3nj>.

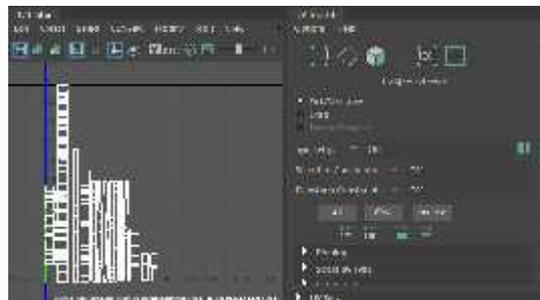
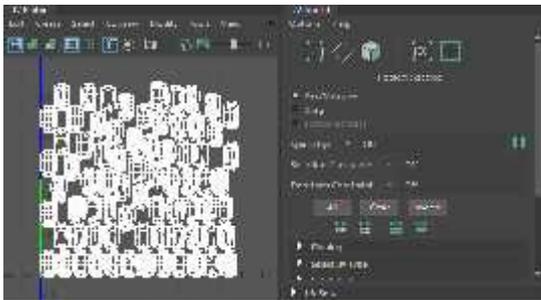
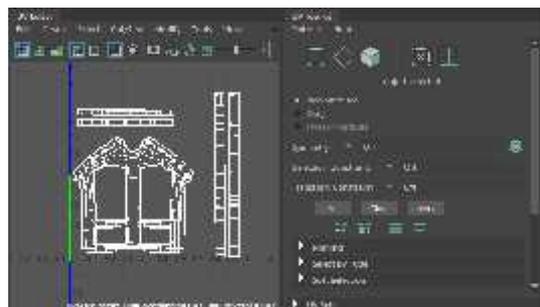
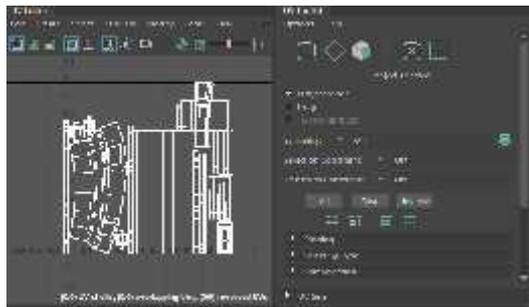
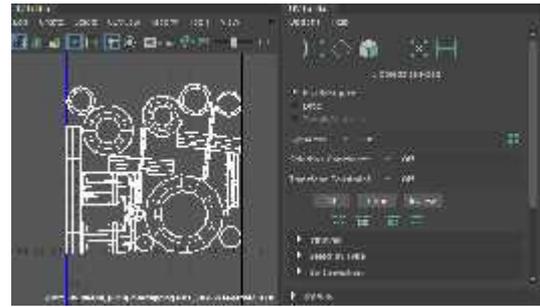
Vive Tungurahua. Iglesia de Santa Faz - La Providencia de Ambato. [En línea] 2021. [Citado el: 28 de Mayo de 2022.] <https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/ambato/iglesias-templos/iglesia-santa-faz-providencia-ambato-ah9trggdf>.

Vive Tungurahua. Museo Provincial Casa del Portal. [En línea] 2021. [Citado el: 25 de Abril de 2022.] <https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/ambato/museos/museo-provincial-casa-portal-afud8wqit>.

ANEXOS

Anexo A: Mapeo UV





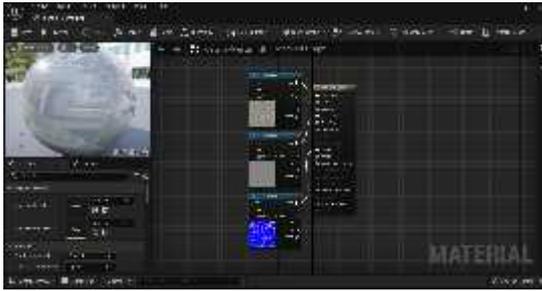
Anexo B: Texturizado



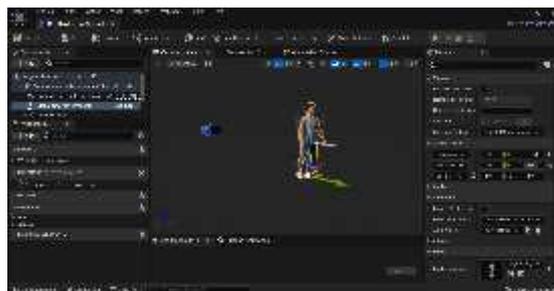
Anexo C: Renders Finales



Anexo D: Aplicación en Unreal Engine



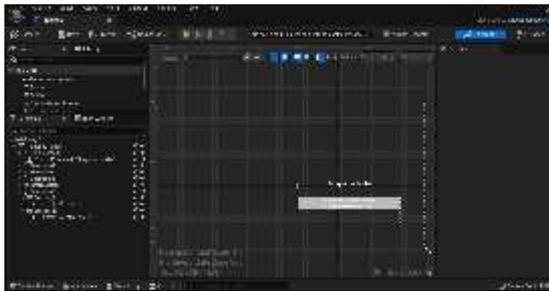
Anexo E: Colocación de personaje principal



Anexo F: Colocación de personajes secundarios



Anexo G: Diálogos de personajes





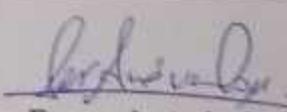
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO



DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 01 / 12 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR	
Nombres – Apellidos: Diego Israel Salazar Jácome	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Facultad de Informática y Electrónica	
Carrera: Diseño Gráfico	
Título a optar: Licenciado en Diseño Gráfico	
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Ing. Fernanda Arévalo M.

