



FACULTAD DE ARQUITECTURA

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TEMA DE TESIS:

“REVALORIZACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO A TRAVÉS DE LA ARQUITECTURA VIRTUAL”

CLAVE:

ARQ2017-1/CT-5

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO(A) EN ARQUITECTURA

INTEGRANTES:

CARLOS ANTONIO GÓMEZ ACA
ALEJANDRA RODRÍGUEZ RAMÍREZ

DIRECTOR (A):

MTRA NAHELY MALDONADO CASTRO

TUTORES:

DR. JUAN FRANCISCO SALAMANCA MONTES
ING. FRANCISCO NAVA MUNIVE



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
I.- IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	4
II.- JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.....	5
III.- PREGUNTAS CONDUCTORAS E HIPÓTESIS.....	6
IV.- OBJETIVOS.....	7
GENERAL.....	7
PARTICULAR.....	7
V.- METAS, ALCANCES Y LIMITACIONES	8
CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL.....	9
1.1 ENTORNOS VIRTUALES	10
1.4 PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO.....	19
CAPÍTULO 2 MARCO HISTÓRICO - CONTEXTUAL	21
2.1 ANTECEDENTES MOTOR GRÁFICO.....	22
2.2 ANTECEDENTES REALIDAD VIRTUAL.....	24
2.3 ANTECEDENTES DEL SITIO	26
CAPÍTULO 3 MARCO ANALÍTICO.....	35
3.1 APLICACIÓN INTERNACIONAL: SIMULACRO ARQUITECTÓNICO AL ALCANCE DE LAS MANOS	36
3.2 APLICACIÓN NACIONAL: VISUALIZANDO EL PASADO EL CASO DEL TEMPLO MAYOR DE MÉXICO.....	38
3.3 APLICACIÓN LOCAL: PLATAFORMA VIRTUAL DE CU	40



Revalorización del patrimonio edificado a través de la arquitectura virtual

CAPÍTULO 4 VIRTUALIZACIÓN DEL MODELO	42
4.1 CARACTERÍSTICAS E INFORMACIÓN DEL SITIO	45
4.2 ANÁLISIS Y PERFIL DE USUARIO	58
4.3 CREACIÓN DE UN MODELO	62
4.4 DESARROLLO DEL ENTORNO	69
4.5 APLICACIONES POTENCIALES	83
CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RESUMENES	84
5.1 CONCLUSIONES	85
5.2 BALANCE AUTOCRÍTICO DE LOGROS.....	86
5.3 POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A FUTURO	87
BIBLIOGRAFÍA	88
GLOSARIO DE TÉRMINOS	89



INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de nuestro tema a desarrollar es hacer entender al lector lo importante que es la preservación y conservación de la arquitectura por medio de la virtualización, como las herramientas gráficas hoy en día son formas de preservar información y promoverla de forma rápida y con un grado de detalle significativo y atractivo.

Hablaremos de cómo ha ido evolucionando las formas gráficas de mostrar un diseño: propuesta, algo que ya está construido o en su defecto arquitectura que ha desaparecido.

Por mencionar el desarrollo del motor gráfico y la realidad virtual.

La importancia que hoy en día tiene el patrimonio arquitectónico y como es que se virtualizó un inmueble catalogado por la UNESCO como patrimonio de la humanidad que en el caso de estudios es la “casa de la Aduana Vieja”; dando un explicación del origen de dicha casa y haciendo un análisis tipológico de los elementos que conforman la “casa de la Aduana Vieja”.

Para su correcto entendimiento se retoman tres analogías en las cuales se mencionara su desarrollo como nos aporta y los avances tecnológicos que se han venido aplicando a la realidad virtual desde hace una década.

Es de suma importancia tener una guía que al usuario le ayude a entender cómo se desarrolla un entorno virtual es por eso que nos damos a la tarea de hacer un análisis del perfil de usuario, las características del hardware básico ya que el usuario debe tener las herramientas indispensables.

Se explicará paso a paso el desarrollo del modelo a crear para su correcto entendimiento, desde el diseño en 2D del proyecto que en el caso será en AutoCAD y el modelado 3D, la exportación a 3DMAX. Por último y lo más destacado su explicación en el motor gráfico Unreal Engine el cual será nuestro editor y dentro de este se trabajara.

I.- IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

A lo largo de la historia se ha intentado preservar la arquitectura de manera gráfica principalmente mediante dibujos, planos o fotografías, transmitiendo los avances culturales a través del tiempo. Esta necesidad de preservar urgentemente el patrimonio se debe a lo fácil que llegan a deteriorar las obras o incluso desaparecer completa o parcialmente debido a algún desastre natural, colapso o deterioro por el mal uso de la sociedad. Sin embargo, aunque actualmente se considera que hemos avanzado bastante en este aspecto, esto no siempre se realiza de manera eficiente.

Un correcto proceso de preservación y conservación requiere técnicas y procesos más avanzados que represente información gráfica detallada. Si bien es cierto que actualmente se cuenta con un proceso de virtualización del patrimonio arquitectónico, es principalmente representado mediante fotografías o planos dibujados en AutoCAD, que en su mayoría son bidimensionales, con gráficos carentes de información completa y visualización limitada.

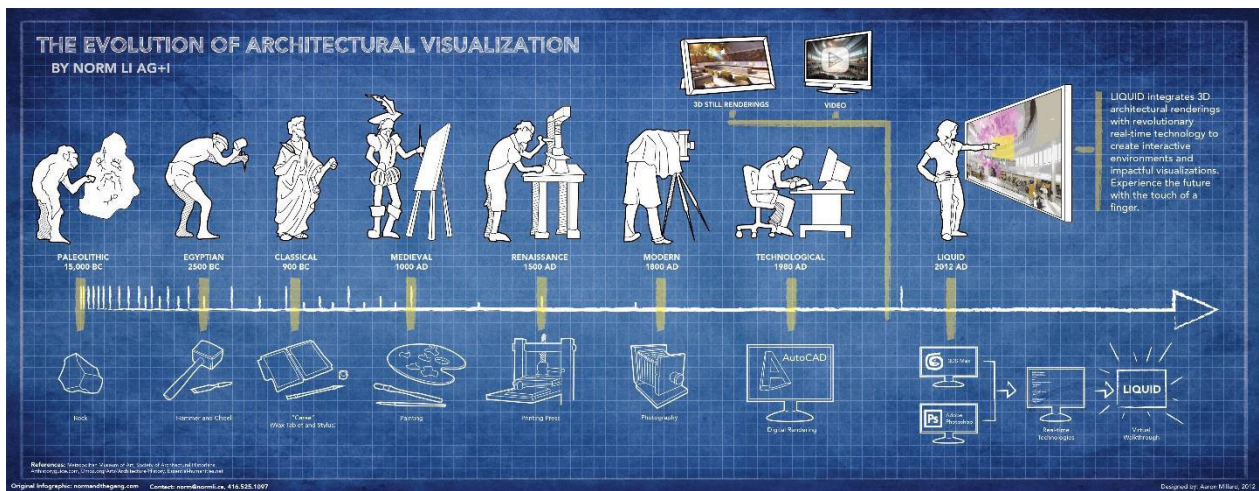


Figura 1 Millard Aaron, "The Evolution of Architectural Visualization", Metropolitan Museum of Art, 2012.



II.- JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

La necesidad de documentación del patrimonio arquitectónico suele ser tendencia a nivel internacional y se requieren técnicas recientes para apoyar su preservación, esto da como consecuencia mejoras tecnológicas en esta área, abriendo posibilidades para un mejor intercambio de conocimientos y comunicación. Actualmente contamos con herramientas graficas (motores gráficos) e información que darán a pie a aplicaciones interesantes en el área de la reconstrucción del patrimonio.

Otro punto importante es el avance de los componentes de computadora, que viene de la mano con el desarrollo de nuevos y más sofisticados softwares necesarios para la ejecución de técnicas más avanzadas de digitalización, los cuales son capaces de procesar geometrías y texturas complejas que dan resultados entornos virtuales más realistas con recursos cada vez menos exigentes.

En este caso, un entorno virtual desarrollado dentro de un motor gráfico es construido principalmente mediante herramientas CAD y 3D, que llegan a manejar gran parte de los arquitectos en la actualidad, y recordando que un entorno en particular es una plataforma en la que la interactividad se lleva a cabo, la modificación de un nivel enfocado a la reconstrucción patrimonial puede llegar a representar recreaciones en tiempo real, llevando esto más allá que la idea de comunicar y representar ideas sino a funciones más amplias.



III.- PREGUNTAS CONDUCTORAS E HIPÓTESIS

PREGUNTAS CONDUCTORAS

1. ¿Existe un software apropiado y accesible para la virtualización en 3D, aplicable para la recreación de sitios o inmuebles con gran valor patrimonial que coadyuve a la comprensión, preservación y difusión de casos que pueden desaparecer debido a fenómenos o circunstancias imponderables?
2. ¿Los modelos virtuales en 3D pueden servir como testimonio de lo que fue y ya no es y mostrar sus características arquitectónicas e históricas de casos representativos de una época o estilo?
3. ¿Qué otros recursos gráficos se pueden utilizar para realizar una mejor documentación patrimonial, de tal forma que se aprovechen mejor las nuevas tecnologías de visualización virtual?
4. ¿Qué importancia pueden llegar a tener los nuevos recursos de virtualización en 3D para elaborar testimonios de casos con un alto nivel patrimonial, que también resulten pertinentes para enriquecimiento cultural y turístico?

HIPÓTESIS

Actualmente la modernización de las tecnologías digitales da como resultado recreaciones 3D mostrando datos e información del sitio histórico cada vez más fieles a su estado original, antes de algún tipo de deterioro. Una de las más importantes características del gran avance tecnológico da como resultado una mejor manera de comunicación y preservación, de sitios con valor patrimonial, mediante el uso de un entorno virtual generado en un motor gráfico, dentro de este software se puede agregar percepción y navegación por parte del usuario final. Todo este contenido puede ser fácilmente analizado por alguien que tenga conocimiento del tema, aunque ampliando la presencia o entendimiento de un público general, se puede llegar a tener un impulso cultural y turístico.



IV.- OBJETIVOS

GENERAL

Recrear un inmueble de valor histórico mediante el uso de nuevos recursos como un motor gráfico que además de ser completamente accesible, será una mejor manera de mezclar varios datos multimedia dentro de una sola plataforma, ya que los métodos actuales de preservar el patrimonio carecen de la capacidad de conservar la identidad del edificio. Y que a su vez se promueva una cultura de documentación patrimonial.

PARTICULAR

- Demostrar el potencial de que somos capaces de desarrollar nuevos medios para la recreación patrimonial.
- Impulsar una cultura de preservación de patrimonio, mediante la recreación de un edificio histórico dentro de un entorno virtual.
- Identificar sus fortalezas y debilidades de esta implementación digital.
- Probar si los motores gráficos actuales son el siguiente paso para la recreación de sitios con valor patrimonial.



V.- METAS, ALCANCES Y LIMITACIONES

METAS

Se busca demostrar que un motor de gráfico tiene la suficiente capacidad para una recreación patrimonial de manera casi real, y que nos ayude a remover la limitada perspectiva del espectador a la que normalmente se está acostumbrado en fotos o planimetría.

ALCANCES

La tesis abarcara el desarrollo de un entorno virtual semi inmersivo enfocado a la virtualización del patrimonio, específicamente recreando la vieja aduana, además de los pasos previos para el desarrollo de un prototipo que funcione de manera óptima dentro de un motor gráfico.

LIMITACIONES

- Aunque se esté familiarizado con algún software especializado para el diseño arquitectónico, introducirse a un motor gráfico significa una gran curva de aprendizaje que la gran mayoría no podrá lograr.
- Los componentes óptimos que se requieren dentro de un sistema de cómputo actualmente no tienen un costo muy elevado, pero trabajar con un equipo obsoleto o de bajos recursos puede dificultar la elaboración de un entorno virtual.
- Si bien se cuenta con un equipo de cómputo que nos facilite el trabajo, en algunos casos si se quiere llegar a una experiencia completamente inmersiva y es necesario el uso de dispositivos especializados como oculust rift, que pueden llegar a ser muy costosos.
- Incluso si se cuenta con información, librerías, y proyectos ya elaborados que pueden facilitar el desarrollo y minimizar tiempos, en muchos casos no es gratis.



CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO - CONCEPTUAL

1.1 Entornos Virtuales

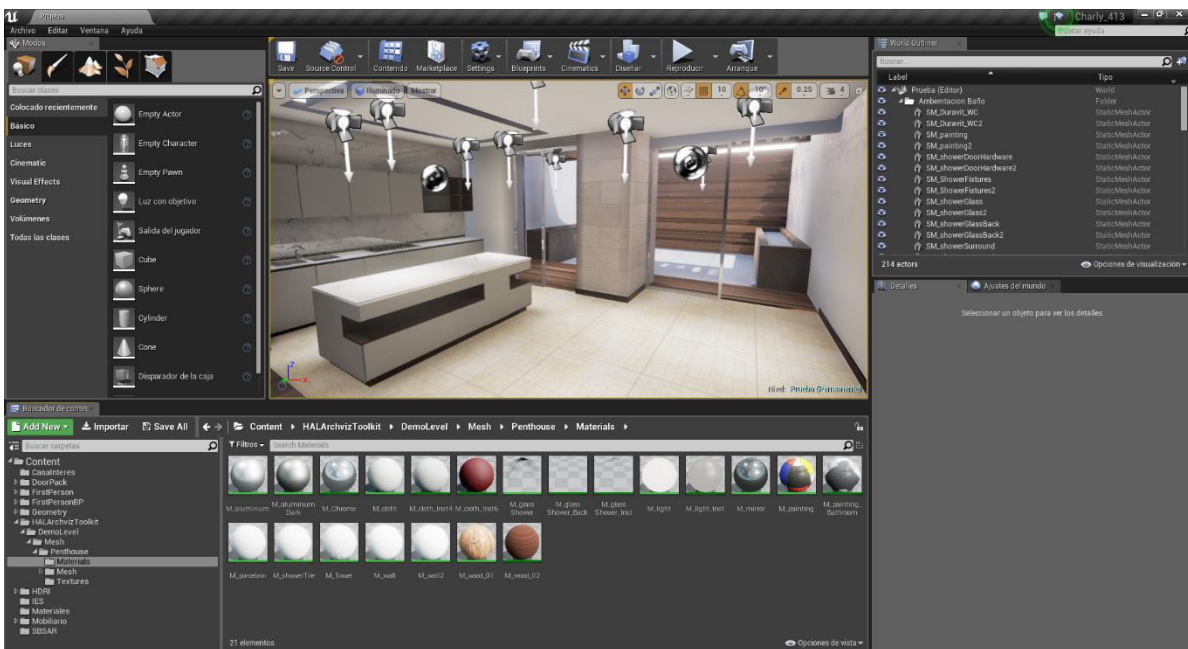
1.2 Patrimonio Arquitectónico

1.1 ENTORNOS VIRTUALES

- Motor Gráfico

Un motor de juego o motor gráfico, es como tal un software usado para desarrollar gráficos en la pantalla de un dispositivo específico, por lo tanto, todo motor debe proporcionar normalmente como función básica el renderizado para gráficos 2D o 3D. Además, una de las características más importantes de un motor gráfico reside en su capacidad de desarrollo, esto nos permite hacer de algo más que solo mostrar objetos de manera virtual, la flexibilidad de un motor hace posible usar este software para otros usos aparte del desarrollo de videojuegos.

Figura 1



Interfaz Motor Gráfico Unreal Engine, Imagen por autor de Tesis

Un motor gráfico no solo es potente, son unas herramientas especializadas que requieren una gran curva de aprendizaje empinada, aparte de tener que trabajar con frecuencia con estos ya que se van evolucionando constantemente en muy poco tiempo. Hay ciertamente una gran cantidad de motores, pero vamos a discutir de tres principalmente, Cry Engine, Unity y Unreal Engine (figura 1), que aparte de ser totalmente gratis y contar con una gran comunidad de desarrollo y soporte bien documentado, estos nos permiten trabajar con formatos exportados de diferentes softwares de modelado 3D.

- Tipos de Entorno Virtual

Existen tres tipos de entorno virtual, inmersivo, semi-inmersivo, y no inmersivo. Esto significa la sensación de estar dentro de un entorno en particular y hasta qué grado podemos interactuar.

Un entorno no inmersivo, es donde menos implementa técnicas de realidad virtual. Con el uso de una computadora el entorno virtual puede ser visto a través de un monitor estándar con buena resolución y la forma de interactuar es mediante simples dispositivos como teclado y mouse (figura 2). Las ventajas de un sistema no inmersivo es que no requieren un hardware con grandes especificaciones, aunque esto significa que estos sistemas serán superados por implementaciones más sofisticadas.

Un ejemplo de un entorno semi-inmersivo puede ser un simulador de vuelo, el usuario es parte del entorno, pero no está completamente sumergido. Sin embargo, la calidad de la imagen es importante, esto requiere a menudo un sistema de cómputo relativamente alto en gráficos junto con un gran sistema de proyección, esto es bastante similar a las experiencias generadas en los cines IMAX.

Figura 2



Realidad Virtual No Inmersiva, "Virtual-reality-based rehabilitation system helps"

La mejor manera de tener un entorno virtual totalmente inmersivo es mediante sistemas de realidad virtual, con el uso de dispositivos HMD (Head Mounted Display, figura 3) como un Oculus Rift. Esto nos permite excluir la vista del mundo exterior y aumenta la visión del entorno generado por computadora, y están equipados con un sistema de seguimiento que permite al usuario tener una vista de 360 grados, lo que significa que el usuario recibirá una imagen si este voltea la cabeza en cualquier dirección. Un completo sistema de inmersión llega a ser más demandante en lo que respecta al nivel de hardware que se necesita para un buen nivel de realismo y está en constante desarrollo.

Figura 3



*Head Mounted Display, "Oculus and Xbox create virtual reality tie-up"
<http://www.bbc.com/news/technology-33103833>*

- Factores de un Entorno Virtual

Estos entornos virtuales están destinados a ser aceptado por el comprador en lugar de una vista real del inmueble ya terminado, por lo que es importante que la experiencia del usuario sea prácticamente como si estuviera caminando por su futura casa. Para esto manejan elementos que nos dan un tour virtual completo como la presencia, navegación y la visualización.

“Presencia se define como la experiencia subjetiva de estar allí, y es un fenómeno psicológico que reside en las percepciones del usuario” (Bostan, 2009), este sentimiento que nos puede dar la realidad virtual puede hacer que el usuario está teniendo una experiencia real (figura 4). Con la actual calidad que tienen los motores gráficos el usuario es capaz de sentir cierto grado de presencia en un mundo virtual.

Figura 4



Presencia en un entorno virtual

<http://www.middlevr.com/resources/why-is-vr-useful/>

Una de las maneras básicas de hacer que el usuario pueda sentir presencia es teniendo un sistema de navegación óptimo, que no sea muy complicado. Uno de los mejores sistemas de navegación es el de primera persona con la configuración de WASD en el teclado y mouse, el teclado nos permite mover mientras que el mouse nos permite mirar alrededor, y dependiendo de la aplicación se puede configurar interacciones con otras teclas, en ocasiones abrir puertas, mover o cambiar objetos, etc. (Clarke, 2006) Un proceso más avanzado de presencia virtual requiere el uso de dispositivos más avanzados como el antes mencionado Oculus Rift que genera un entorno completamente inmersivo.

La calidad de la visualización del ambiente es un importante factor para que se pueda sentir la presencia dentro del tour virtual (Bostan, 2009). Podemos basar esto en cuestión de gráficos, es decir, mientras más realismo llega a tener el entorno, la calidad de visualización de usuario incrementa, a diferencia si llegamos a tener un entorno con mala iluminación, malas texturas, y con mucha falta de detalle en el modelo, menos será la inmersión lograda por el usuario, obviamente para evitar esto se requieren mejores recursos gráficos (figura 5).

Figura 5



Calidad de la visualización <http://thegamersparadise.com/18-news/pc/551-award-winning-and-critically-acclaimed-virtual-reality-game-loading-human-unreal-engine-4-and-unity-comparison-shots>

Aquí es necesario un punto técnico ya que se necesita un buen equipo y configuración para que nuestro ambiente virtual corra de manera óptima. Como ya lo mencionamos anteriormente los desarrolladores de software en este caso Epic Games nos dan los requerimientos mínimos, para no tener problemas de calidad baja en la visualización. Así también se necesita un monitor que no necesariamente tiene que ser grande, si no que cuenta con buena resolución, y demás puntos técnicos que no veremos en esta ocasión.

Algo más que se tiene que tener en cuenta es la información que se muestra con el tour virtual. El usuario usualmente puede llegar a sentirse molestos o incómodos si la información que se muestra en la pantalla es pobre o muy saturada. Esto es conocido como obstrucción virtual (Clarke, 2006), donde en ocasiones la información no deja ver lo que el usuario quiere, o es demasiado pequeña que no nos podemos dar cuenta de algunas anotaciones.

Otro obstáculo que puede afrontar un tour virtual es una incomodidad visual, esto puede ser causado por ejemplo con la luz que se muestra, si la escena no está bien iluminada puede llegar a verse hasta cierto punto triste, generando un sentimiento opuesto a lo que se quiere llegar, o si en cambio la iluminación es demasiada, el ojo humano puede llegar a dañarse o simplemente no se podrá dar notoriedad a algunos elementos (figura 6).

Figura 6



Incomodidad Visual "Unreal Engine 4 Global Illumination Example With Experimental Real Time GI"

Por último hay que considerar el movimiento que genera durante el recorrido, este factor influye de manera positiva o negativa al usuario dependiendo de la manera en que se implementa un uso óptimo genera una buena experiencia y un entorno más inmersivo. En cambio un mal uso de este factor genera incomodidad por parte del usuario, ya que un estudio hecho por el ejército de los Estados Unidos nos muestra que por lo menos la mitad de los pilotos que entrenan en simuladores tienen síntomas, entre ellos el más común son malestares (Johnson, 2005) causando experiencias desagradables dentro del entorno (figura 7).

Figura 7



Movimiento dentro de un Entorno Virtual <http://www.sheppard.af.mil/News/Article-Display/Article/369399/virtual-reality-updates-obsolete-a-10-trainer/>

- Realidad Virtual

Según Donath, D. & Regenbrecht, H. (1995) “La realidad virtual puede definirse como el componente de la comunicación que tiene lugar en un espacio sintético generado por ordenador y que incorpora a los usuarios como una parte integral del sistema” (Donath, 1995).

Es decir, un es una interacción artificial generado por computadora, desarrollado por un software especializado y mostrado al usuario de tal forma que se perciba como un ambiente real.

- Realidad Aumentada

La realidad aumentada es una variación de realidad virtual (figura 8), la diferencia es que como se explicó anteriormente la realidad virtual sumerge al usuario en un entorno totalmente virtual, apartándolo completamente del mundo real. “La realidad aumentada, al contrario, permite al usuario interactuar con el mundo real con elementos virtuales superpuestos o combinados con el mundo real” (Azuma, 1997).

Figura 8



Realidad Virtual: qué es y cuáles son sus usos (infografía)

<http://www.softandapps.info/2016/03/17/realidad-virtual-cuales-usos-infografia/>

Además, la realidad aumentada no se limita al uso de HMD para su uso podemos nombrar sus cuatro componentes básicos (Telefónica, 2011).

- Elemento que capture el marcador: Sería como tal una cámara que capture el entorno real o una imagen personalizada.
- Elemento que proyecte el resultado: Es la pantalla donde se mostrara la superposición de nuestro elemento sintetizado con el marcador leído.
- Elemento de procesamiento: Su cometido es el de interpretar la información del mundo real que recibe el usuario, generar la información virtual que cada servicio concreto necesite y mezclarla de forma adecuada.

Así también podemos catalogar los tipos de realidad aumentada en dos, los simples y los inmersivos.

La realidad aumentada simple es mediante dispositivos móviles, aunque no fueron diseñados totalmente para el uso de esta tecnología, tienen la capacidad de soportarla, aunque tienen un nivel de inmersión pobre aún (figura 9).

Figura 9



Realidad Aumentada, 10 Technologies Architects Should Embrace in 2017, <http://architizer.com/blog/10-technologies-architects-should-embrace/>

Y por último la realidad aumentada totalmente inmersiva donde se requieren dispositivos avanzados como son los hololens donde se sumerge completamente al usuario a una mezcla entre el entorno real y virtual, generando una gran interactividad entre ambos (figura 10).

Figura 10



Realidad Aumentada mediante el uso de Hololens,
<https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

1.4 PATRIMONIO ARQUITECTONICO

- Patrimonio Cultural

La cultura se define como un conjunto de todas las formas de conducta y expresión, dando como resultado toda la información y habilidades que posee el ser humano en una sociedad determinada. Y el Patrimonio son aquellos bienes heredados, tanto objetos materiales como derechos y obligaciones.

El patrimonio cultural es heredado de un largo recorrido histórico, representan un testimonio de las ideas o conceptos que se tenían en el pasado, creados en edificios o conjuntos con valor intrínseco. “Esto se traduce como los valores o legado cultural de nuestros ancestros



y del cual somos depositarios en los llamados Bienes Culturales, que son aquellos objetos materiales asociados a las artes y las tradiciones culturales.”

La conservación patrimonial se define como “la acción y efecto de mantener en buen estado, guardar cuidadosamente”, “es un cuidado permanente, un respeto absoluto”.

El patrimonio arquitectónico es un inmueble o conjunto de inmuebles, que, a través del tiempo, posee un valor más grande al que en un principio se le fue asignado, en un momento específico de su historia.

- Valoración y Conservación

La revalorización se refiere a la adquisición o recuperación de un valor que cierto objeto había perdido o nunca la tuvo.

La diversificación de las ramas en materia de la revalorización arquitectónica da como resultado que un trabajo multidisciplinario posea diferentes visiones, teorías y técnicas con enfoque a la conservación del patrimonio arquitectónico.

Según el Arquitecto Juan Francisco Noguera en su libro, *Arquitectura y Restauración*, la conservación de un inmueble no solo se refiere a proteger la materialidad de la construcción, sino los valores implícitos que una sociedad le otorga, la cual se refleja en formas tangibles o intangibles que caracteriza a un bien inmueble.



CAPITULO 2 MARCO HISTÓRICO - CONTEXTUAL

2.1 Antecedentes Motor Grafico

2.2 Antecedentes Realidad Virtual

2.3 Antecedentes del Sitio



En los últimos años el significativo avance tecnológico en dispositivos y computadoras han generado nuevas y mejores maneras de visualización en el área de la arquitectura, provocando un gran proceso de migración tecnológica a mediados de los años 90. Gracias a este avance tecnológico surgen las aplicaciones CAD y BIM son herramientas que se han estandarizado en la práctica de la arquitectura y herramientas como la realidad virtual están recibiendo una gran cantidad de atención, causando que el diseño arquitectónico se expanda gracias a los avances de la visualización en tiempo real. Estos medios que prometen ampliar más allá la manera de visualización y presentación de los modelos arquitectónicos y urbanos.

La principal causa de esto se debe al crecimiento de la industria de los videojuegos, y que gracias a esto es actualmente la industria más grande de entretenimiento, estando por encima de la música y el cine (Bellis, 2017).

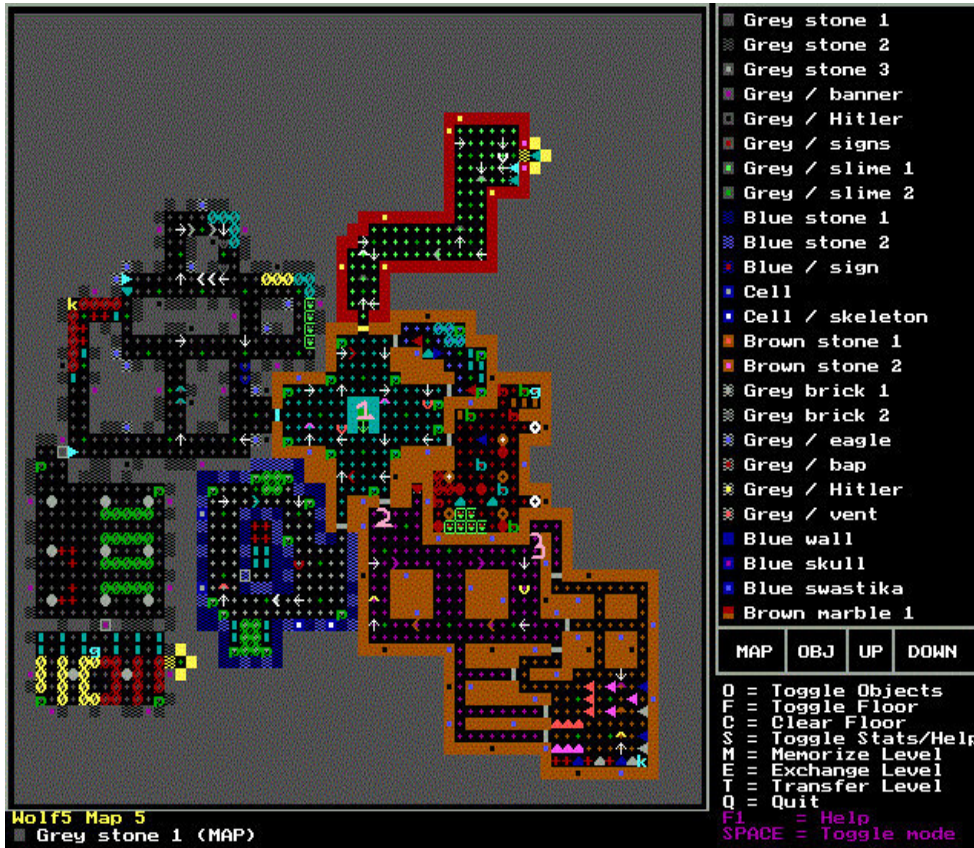
2.1 ANTECEDENTES MOTOR GRÁFICO

A finales de la década de 1970 fue cuando se introdujo los primeros simuladores de ambiente tridimensionales, eran modelos basados en vectores de baja calidad, estos juegos eran programados como una entidad singular.

Pero fue hasta la década de 1990 que el aumento de los motores gráficos en 3D permitió la distribución de motores gráficos a terceros, esto permitía a los desarrolladores diseñar sus propios gráficos, personajes y niveles.

Un ejemplo es Id Software con éxitos como “Wolfenstein 3D” (figura 11) y “Doom” (1994) donde los procesadores podían mostrar un entorno tridimensional sólido, a color y mapeado de texturas (Armesto, 2001).

Figura 11



Liz R “Adventures in level design: Wolfenstein 3D” Thursday, April 26, 2012

<http://ellaguro.blogspot.mx/2012/04/adventures-in-level-design-wolfenstein.html>

A partir de entonces la evolución de los motores gráficos se ha centrado principalmente en la calidad inmersiva y de los gráficos en tiempo real, mejorando la experiencia del usuario y forzando un constante desarrollo bastante acelerado. Esto nos ha llevado a tener una gran variedad de motores gráficos, dentro de los motores más conocidos y recientes y potentes se encuentran, Cry Engine, Unreal Engine, Frosbite, Unity, desarrollando impresionantes obras visuales como Gears of War 4 o Battlefield 1.

2.2 ANTECEDENTES REALIDAD VIRTUAL

Actualmente los juegos de computadora en 3D lideran en cuanto se refiere a la tecnología de realidad virtual, aunque desde hace décadas se realizaban esfuerzos para desarrollar la tecnología de la realidad virtual, solo en los últimos años se ha progresado de tal manera que su aplicación al fin es viable.

El termino Realidad Virtual (VR) fue acuñado por Jaron Lainer en 1987, y su trabajo e investigación contribuyeron en gran parte a esta industria, sin embargo, los comienzos de la tecnología VR se dieron en la década de 1960. Cabe destacar “The Ultimate Display” (Sutherland, 1965) donde Sutherland amplía este avance introduciendo los términos clave inmersión y entrono virtual, además de un hardware con entradas y salidas sensoriales sentando la base del casco de realidad virtual HDM o Head Mounted Display (figura 12).

Figura 12



NASA; USPTO #2,955,152 (Telesphere Mask); <https://www.engadget.com>

En 1984 la NASA construyó VIVED, (Virtual Visual Environment Display), teniendo como objetivo el desarrollo de una interfaz multiusuario para facilitar la interacción con tareas complejas, empezando después el proyecto VIEW (Virtual Interactive Environment Workstation).

Pero no fue hasta 1985 la compañía VPL manufacturo DataGlove y Eyephone HMD (Gervautz, 1999) los primeros dispositivos de realidad virtual lanzados al público en 1989, donde Autodesk y VPL presentaron en un show juntos estos aparatos. Desde entonces esta tecnología capturo la atención del público, y desarrolladores que han trabajado en nuevos dispositivos, tales como Oculust Rift, HTC Vive (figura 13), además de explorar nuevas áreas como la aplicación en medicina, ingeniería, arquitectura, etc.

Figura 13



Oculus Rift Vs. HTC Vive /blog/oculus-rift-vs-htc-vive/

2.3 ANTECEDENTES DEL SITIO

A partir de 1574 Puebla tuvo que pagar la alcabala (tributo sobre ventas). Así que en 1581 se estableció un convenio con el rey, que consistía en que la ciudad de Puebla pagaría al erario real lo que se estimara prudente.

Dado que este convenio provocó muchas dificultades para el erario y los habitantes de la ciudad, se estableció una Aduana, lugar donde se pagaban tributos. A lo largo de la historia fueron variados los sitios donde éste se estableció. Se presume que después de 1634 se ubicó en la Calle de los Infantes o del Colegio de Infantes (3 Oriente entre 2 y 4 Sur), nombrada así porque existió una vivienda ocupada por infantes músicos o niños del coro de la catedral, llamados monaguillos o seises.

Anteriormente en el Colegio de San Juan primero, y posteriormente en el Colegio de San Pablo, que ocupaba casi una manzana completa, ubicados en la calle 5 oriente y 16 de septiembre (Actualmente Casa de la Cultura, figura 14).

Figura 14



https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Colegio_de_San_Juan_y_San_Pablo_y_Colegio_de_San_Pedro,_Puebla.jpg

Debido a que molestaban mucho, el obispo Santa Cruz compró para ellos (1686) la casa de la 3 Oriente 208; la Aduana se localizaba frente a la casa que al poniente lindaba con el colegio. Por haber estado la Aduana en esta calle, Veytia se refiere a ella (1780) con el nombre de la Aduana Vieja. También se dice que estuvo en la Calle del Costado de San Pedro (2 Oriente entre la 2 y 4 Norte, figura 15) en el periodo 1709-1729.

Figura 15



4 Nte, 2 oriente, Imagen por Google Maps

Aquí fue administrador de Azogues, hasta su muerte (1722), Juan José Veytia Linage, que a la sazón desempeñaba el cargo de superintendente de Alcabalas y alcalde mayor de Puebla y, como parte de sus funciones, se le ordenó la construcción de almacenes con capacidad de hasta 10,000 quintales de azogue. De inmediato habilitó unos almacenes para guardar entre 8,000 y 9,000 quintales de azogue en tres habitaciones del Hospital de San Pedro, inmediatas a la casa de la Aduana donde él vivía. Mientras tanto se construía una nueva planta que resultaba cara y lenta. Es posible que esos nuevos almacenes hayan sido el resultado de la construcción del entresuelo de la casa de la 2 Oriente 409. "La necesidad de un edificio se estudió y consideró y en 1733 se pensó en buscar una casa para que, comprada por la Corona eliminase el desembolso del arrendamiento. La cercanía de la casa de Veytia con los almacenes facilitaba la vigilancia, no obstante, el superintendente solicitó se destinase una escuadra de quince soldados con un cabo para que custodiasen los caudales previendo así los robos que en Puebla eran frecuentes.

Después de la muerte de don José Veytia hubo un interinato de casi un año que recayó en don José Fernández Veytia, sobrino de aquél, que había desempeñado el cargo de abogado fiscal de Azogues. Posteriormente fue nombrado don José Joaquín de Uribe (1723-1738), quien tuvo diferencias con las autoridades novohispanas y éstas pudieron ser una de las causas por la que se trasladó a la ciudad de México.

Años después, a esta misma Calle del Costado de San Pedro, se conoció también como "Aduana Vieja" (1723-1809), pero es posible que hubiera mantenido el nombre debido a que la Aduana ya se encontraba una calle abajo (2 Oriente 409, entre la 4 y 6 Norte), es decir, en el sitio de la casa que actualmente se conserva. Posteriormente, en 1730, se trasladó a la calle Bóvedas de la Compañía (4 Norte, entre Juan de Palafox y Mendoza y 2 Oriente).

A partir de 1735 se localizó en la calle Echeverría, antes llamada de la Compañía (4 Norte entre Juan de Palafox y Mendoza y 2 Oriente, figura 16). Las casas de esta cabecera de manzana pertenecieron en 1762 a Mariano Francisco de Echeverría y Veytia, aunque él no residía en ninguna de ellas. La Real Aduana estuvo en la misma acera de la Posada de Diligencias, llamada Casa de Postas u Hotel Diligencias en 1836, siendo su propietario don Rafael Mangino.

Figura 16



4 Nte, 2 oriente, Imagen por Google Maps

Es durante el período 1739-1753 cuando la Aduana ocupa por primera vez el edificio de la 2 Oriente 409 (entre 4 y 6 Norte), calle que a partir de entonces se llamó de la Aduana Vieja. En esta época todavía era “Real Aduana de Azogues”, y correspondió el cargo de superintendente a don Pedro Malo de Villavicencio que, además, desempeñaría su plaza de Oidor, a quien le correspondió el traslado de la misma a la capital. Durante 1731 se cita que en esta calle (la 2 Oriente entre 4 y 6 Norte), las casas fueron edificadas de nuevo y se les llamó de “altos y bajos”, es decir, se colocaron entresuelos o entresuelos en las plantas bajas como a los entresuelos se les colocan ventanas, dan la impresión de ser construcciones de tres pisos (figura 17). Cuando se dice que las casas se construyeron de nuevo, es posible que se trate de un error de apreciación, puesto que, si así hubiera sido, las nuevas construcciones de esta calle hubiesen resultado de tres pisos naturales, como la Casa de los Muñecos y no como en la Aduana que se le agregó el entresuelo. Cuando se instala aquí la casa ya tenía los tres niveles que todavía se mantienen.

Figura 17



Entresuelo, da la impresión de tener tres pisos, Foto por autores de Tesis

Durante 1754 la Aduana regresa a su sitio de origen en la Calle de los Infantes. No obstante, en el plano de Medina, la Aduana está localizada en la 2 Oriente 409 y, según Veytia, en esa fecha este edificio servía de cuartel para las milicias de españoles.

En 1789-1799 cambia de sitio a la Calle de Jarcerías, aquí estuvo en casa du Rafael Mangino, administrador de las Reales Alcabalas; el edificio se convirtió en 1854 en Hotel Universal; en 1908 en Hotel Nuevo y desde 1915 en Hotel Arronte (en la actualidad pertenece a la Universidad Autónoma de Puebla).

Figura 17



Hotel Arronte <http://www.mexicoenfotos.com>

Retorna luego a la 2 Oriente 409, Leicht nos dice que ese nuevo establecimiento funcionó otra vez en este lugar desde 1779 hasta 1788, sin embargo, existen las siguientes observaciones: presumiblemente antes de 1762 la casa perteneció a Manuel Toledo. En 1762 el dueño fue Joseph Toledo. Durante 1779-80 heredó la casa el presbítero Miguel Toledo y, por este motivo, se llamó Casa de los Toledo hasta 1819.

En 1780 don Mariano Francisco Fernández de Echeverría y Veytia, cuando se refiere a la Calle de los Infantes, lo hace con el nombre de Aduana Vieja, y en 1809 a la Calle del Costado de San Pedro se le añade “La Aduana Vieja”. Veytia estaba informado del asunto puesto que poseía además de las casas de la 4 Norte, el número uno de la calle adyacente que colindaba con la Aduana Vieja. Debido a los apellidos de sus propietarios, la calle se llamó oficialmente Calle Toledo durante 1783, a partir de 1832, Calle Toledo o Aduana Vieja, y en 1833, Casa del Capitán Toledo.

El último edificio sede de la Aduana fue el antiguo Colegio de San Jerónimo, hoy Escuela de Psicología de la Universidad Autónoma de Puebla (figura 18). Desde 1790, fecha en que se suprimió el colegio, la casa se utilizó para el estanco del tabaco, posteriormente llegó una extensión de la Aduana (1807-1886). El estanco desapareció en 1824, el edificio entonces se utilizó para la recaudación de rentas, donde se pagaban las alcabalas o derechos sobre ciertos géneros, especialmente comestibles, que se introducían en la ciudad y luego como Tesorería General del Estado.

Figura 18



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colegio_de_San_Jerónimo,_Puebla.jpg

Las modificaciones más importantes realizadas al edificio de la 2 Oriente 409 se realizaron durante el siglo XVIII, por este motivo, las características del siglo XVII no aparecen evidentes, tornaron su carácter formal y expresivo apareciendo como representativos de una época diferente. El inmueble es abandonado parcialmente en 1977 y completamente en 1984, excepto los locales comerciales de las accesorias que dan a la calle, mismo que fueron desocupados en fechas recientes.

Luis García Acevedo procede a intervenir en la casona, aprovechando una licencia lograda en 1982, se consigue sustituir las cubiertas y los entrepisos originales por unos de concreto armado (figura 19); inyectar los aplanados; pintar los muros de color ocre y los enmarcamientos de los vanos en blanco y limpieza de cantería con agua y jabón.

Figura 19



Cubierta Aduana vieja, "La Real Aduana de Azogues", Carlos Montero

Durante 1991 se permite mediante licencia, la demolición de agregados del siglo XX (liberación); calas estructurales y encalamiento de la pintura mural (figura 20).

Figura 20



Aduana vieja, antes y después.

La Aduana Vieja, situada en la 2 Oriente 409, ha tenido en fechas recientes a los siguientes propietarios: Francisco Beistegui Cortés, Lucía Gómez viuda de Beistegui, Francisco Beistegui Gómez, Luis García de Acevedo (1985), Gobierno del Estado de Puebla (1990) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (1992), que la cedió al Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades. Cuando pasó a ser propietario de la Universidad Autónoma de Puebla se autorizaron operaciones como rejunteo en bóvedas y re nivelaciones del pavimento.

La Casa de la Aduana Vieja aparece en el catálogo de monumentos históricos con la clave A-XVII, es decir, se trata de un edificio de categoría A, construido en el siglo XVII, aunque con agregados en los siglos XVIII, XIX y XX.

Figura 21



Fachada Aduana vieja, "Colección Puebla desde el Aire"; Luz del Carmen Jimarez Caro, Juan Francisco Salamanca Monte



CAPÍTULO 3 MARCO ANALÍTICO

3.1 Aplicación Internacional

3.2 Aplicación Nacional

3.3 Aplicación Local

3.1 APLICACIÓN INTERNACIONAL: SIMULACRO ARQUITECTÓNICO AL ALCANCE DE LAS MANOS

Como ejemplo internacional tenemos el desarrollo por parte de Tristán Armesto de Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño – Universidad Nacional de Rosario – Argentina en el año 2001. Dentro del documento destaca el uso de motores gráficos dentro de la arquitectura, para la reconstrucción virtual de patrimonio, donde a través de editores de niveles nos plantea la probabilidad de poder recrear de manera casi realista obras de arquitectura de gran valor histórico con un deterioro considerable o totalmente desaparecidas (Armesto, 2001) (figura 22).

Figura 22



Tomb Raider VI. Eidos Interactive, T. “Simulacro Arquitectónico Al Alcance De Las Manos”, Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño – Universidad Nacional de Rosario – Argentina

El núcleo del documento son los apartados donde maneja un análisis resumido del camino que se ha recorrido para llegar hasta el punto donde se plantea el desarrollo de una reconstrucción patrimonial. Resalta el avance del Hardware como las tarjetas gráficas, microprocesadores y software que promueven el avance tecnológico necesario para recrear un entorno convincente y a la altura de una reproducción fiel a su original.

Teóricamente el documento es resumido pero conciso, abarca aportes técnicos e históricos que pueden apoyar a futuras investigaciones, aporta mucha información.

El fallo del documento es simple, no cuenta con un ejemplo aplicado, incluso aunque tiene una metodología este no se ve aplicado, y aunque sus ejemplos se basan en entorno creados en videojuegos realmente sin tener una base ya aplicada no se puede demostrar el funcionamiento de un entorno para recreación patrimonial (figura 23).

Figura 23



MadOnion Armesto, T. “Simulacro Arquitectónico Al Alcance De Las Manos”, Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño – Universidad Nacional de Rosario – Argentina

3.2 APLICACIÓN NACIONAL: VISUALIZANDO EL PASADO EL CASO DEL TEMPLO MAYOR DE MÉXICO

Aunque en este caso la aplicación reside en México, el responsable del proyecto es un extranjero Antonio Serrato-Combe, Arquitecto Profesor, Universidad de Utah en el año 2002 que plantea desarrollar una completa reconstrucción del templo mayor de México (Serrato-Combe, 2002). El autor describe que se puede interpretar y entender de mucho mejor manera el valor de la historia si se cuenta con el correcto apoyo visual, en este caso el objetivo es una completa recreación virtual del Templo Mayor. A partir de aquí el trabajo se divide en cuatro categorías:

1. Representación plana
2. Visualización en tres dimensiones
3. Representación estática y animada
4. Interfaz de usuario y tecnología inmersiva

Analiza en orden por que un punto es más relevante que el anterior y como se puede mejorar de manera ilustrativa para que el entendimiento del tema, en este caso el Templo Mayor para que sea más fácil y preciso (figura 24). En cada punto menciona la manera de combinar diversas técnicas y tecnologías para un mejoramiento gráfico y como interviene esto en la manera de educar a través de estos recursos.

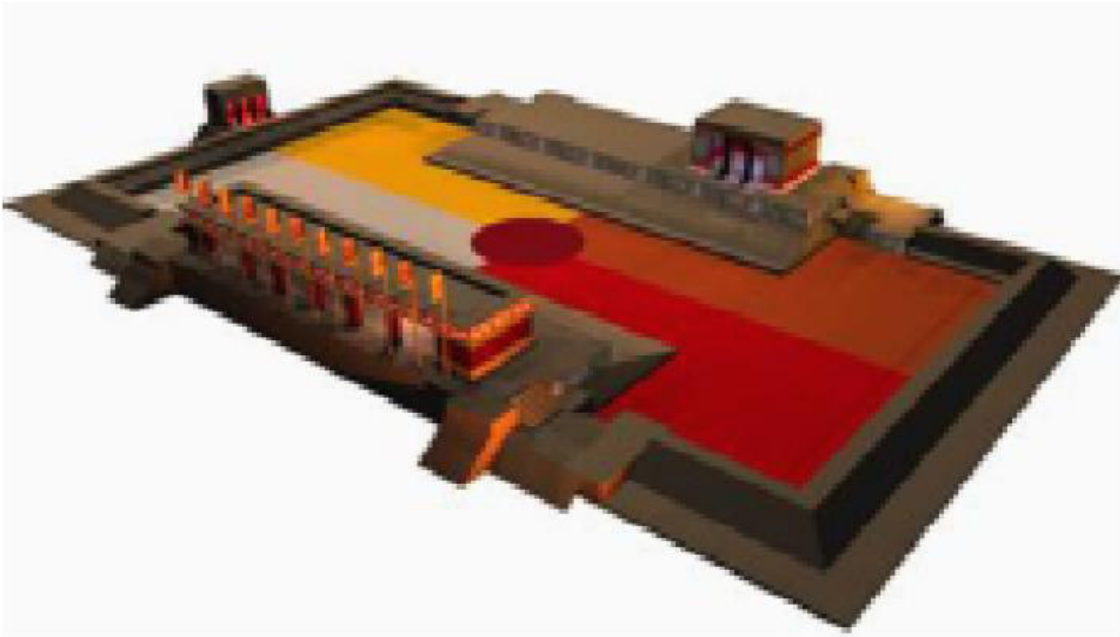
Figura 24



Antonio Serrato-Combe, "Visualizando el pasado el caso del templo mayor de México", Universidad de Utah, E.E.U.U.

Hasta el punto número tres, la manera de aprendizaje mediante apoyo visual es meramente pasiva, y es a partir del número cuatro cuando comienza el tema principal, donde menciona como un entorno inmersivo puede enriquecer de manera gráfica la manera en la que se puede mejorar el aprovechamiento y estudio de un edificio de valor histórico (figura 25).

Figura 25



Antonio Serrato-Combe, "Visualizando el pasado del caso del templo mayor de México",
Universidad de Utah, E.E.U.U.

Hay que mencionar que, si bien no es el primer documento que menciona la creación de un entorno totalmente inmersivo e interactivo como apoyo gráfico, esto se viene trabajando desde hace más de una década, y hay que destacar que, aunque su investigación sigue hasta la actualidad, estos avances tecnológicos no tomaron un papel importante en ese momento. El por qué no se dio el reconocimiento a una mayor escala reside en que, aunque el autor menciona que es un momento crucial en el que se puede incrementar el nivel realismo en una experiencia virtual, la tecnología de ese año no era lo suficientemente sustentable para poder llevarse a cabo, los costos elevados y su largo proceso de desarrollo hicieron que, si bien este avance no cayera en declive, tardara más años en que realmente sea accesible para el aprovechamiento que se plantea.

3.3 APLICACIÓN LOCAL: PLATAFORMA VIRTUAL DE CU

Este ejemplo fue desarrollado por investigadores de la Facultad de Ciencias de la Computación con la colaboración de alumnos de la Facultad de Arquitectura de la BUAP el 2 de agosto del 2015, donde intentan crear un entorno virtual completamente inmersivo gracias al uso del oculust rift y también de una tarjeta de programación de tipo arduino instalado en una bicicleta que detectan los movimientos. Esto genera buena cinestesia dentro del entorno, la presencia logra parcialmente su objetivo gracias a los dispositivos que detectan el movimiento logrando buenas mecánicas dentro del nivel, la información que se muestra, aunque es poca cumple con el objetivo por el que se muestra sin llegar a molestar visualmente. Otro punto a favor es la sencillez de su sistema de interacción que además de ser amigable, nos plantea que de ser necesario se puede adaptar otros sistemas como un sensor Kinect, facilitando aún más la manera en el que el usuario llega a desenvolverse dentro del entorno (figura 26).

Figura 26



Reportaje Azteca Puebla, "BUAP RECORRIDO VIRTUAL",
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Pero, aunque este entorno no parece diferenciarse de los que ya se manejaban en ese momento y tecnológicamente gracias a los dispositivos que usaron puede llegar a superarlos, faltan características que lo hagan funcionar como documentación histórica, y esto debido a que notablemente el equipo visual era inexperto. Es importante destacar esto ya que la calidad con que se muestra el entorno puede llegar a impactar de manera positiva o negativa la presencia que llega a sentir el usuario, y en el ejemplo que mostramos es un obstáculo, logrando que el entorno pierda notoriedad cuando es realmente lo que debería resaltar (figura 27).

Figura 27



Reportaje Azteca Puebla, "BUAP RECORRIDO VIRTUAL", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Esto puede ser causado por la calidad de ejecución de tres importantes pasos; modelado, texturizado e iluminación, y en este caso dichos pasos su participación falla casi totalmente, aunque se nota lo grande que fue la labor y magnitud de hacer un proyecto así, se sacrificó mucha calidad visual (figura 28), esto tomando en cuenta que en el momento en el que se desarrolló ya existían ejemplos con muchos mejores gráficas, aunque se pueden pulir detalles como estos si se dará el uso que plantea este mismo proyecto de difundir de manera nacional e internacional la infraestructura que tiene la BUAP, además de potenciar el turismo.

Figura 28



Reportaje Azteca Puebla, "BUAP RECORRIDO VIRTUAL", Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



CAPÍTULO 4 VIRTUALIZACIÓN DEL MODELO

4.1 Características e Información del Sitio

4.2 Análisis y Perfil de Usuario

4.3 Creación de un Modelo

4.4 Desarrollo del entorno

4.5 Aplicaciones potenciales

El enfoque de este capítulo va totalmente a la creación de un entorno en sus diferentes fases, desde el análisis hasta el desarrollo. Se comentó al principio que el método de desarrollo del entorno es parecido a la manera convencional de elaboración de un render en la industria de la visualización arquitectónica, sin embargo por la naturaleza del proyecto se no se tiene un método específico para desarrollar este tipo de proyectos, pero se tienen referencia de documentos con proyectos similares ya elaborados, en la versión número 34 de las conferencias anuales de eCAADe (Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe) se menciona un artículo enfocado a la reconstrucción 3D (Oulu School of Architecture, 2016) que nos muestra un gráfico de la metodología que siguieron para desarrollar su prototipo (figura 29).

Figura 29

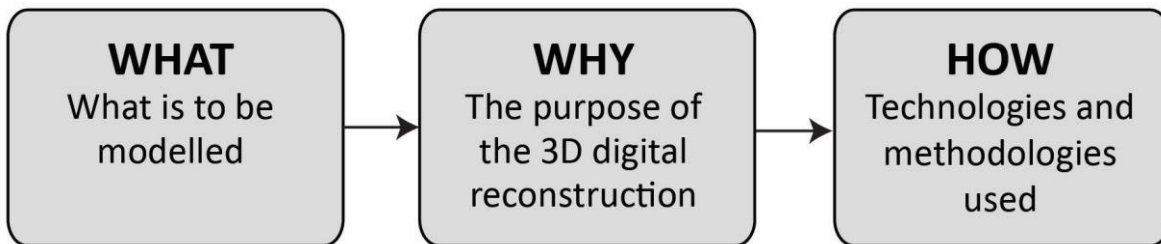


Diagrama de metodología “3D Digital Reconstructions of Lost Buildings”

Este diagrama divide el proceso en diferentes preguntas, el que, por qué y cómo, y aunque no se explicara cada una detalladamente ya que tiene herramientas o pasos más allá de los que se abarca en la tesis, se puede apoyar para seguir una metodología parecida a la que se presenta, incluso apoyándose con las mismas herramientas que propone.

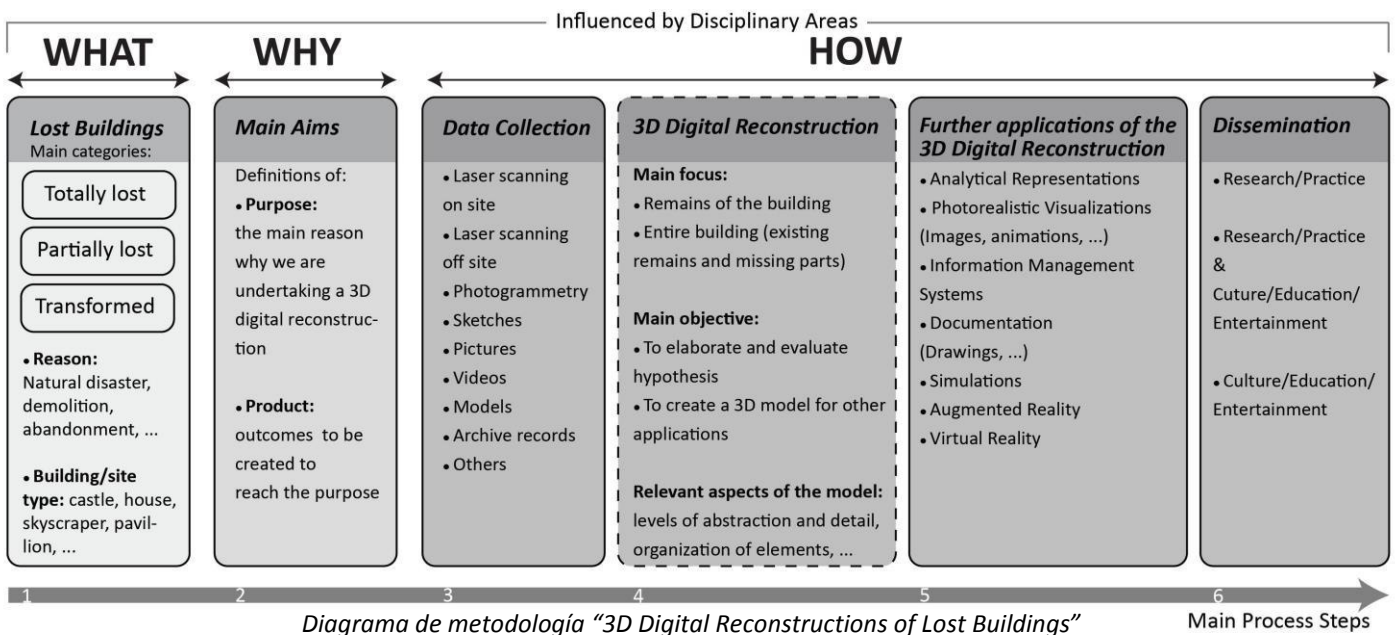
El “que” es el que va a ser recreado, identificando básicamente el objeto de estudio en este caso la Vieja Aduana, en nuestro caso aparte del marco histórico se desarrolla un análisis de cada uno de los elementos del edificio, así como una evaluación del estado actual, ubicación etc.

En el caso de la tesis el “por qué” habla del propósito de la reconstrucción y sus ventajas, que se cumple en el capítulo del protocolo. Aun así, debido al análisis del edificio se justifica el

por qué se tomó como objetivo la Vieja Aduana por encima de otros edificios del centro histórico.

Finalmente, el “como” es el proceso que se siguió para recrear el entorno y este mismo se divide en diferentes pasos, la recolección de datos muestra los diferentes medios para recabar información del edificio. Reconstrucción 3D es el pináculo de este artículo tomando toda la documentación y pasos anteriores para recrear el edificio, terminando aquí el trabajo de dicho documento, sin embargo, en apartado de aplicaciones a futuro tenemos dos puntos que llegan a tocar esta tesis, simulaciones, realidad virtual, y visualización fotorrealista, esto no quiere decir que llegamos a la punta del iceberg, si no que siempre se tiene que ver que investigaciones se abarcara a futuro, tema que se abarcara al final de la tesis. Por último tenemos la difusión, que en este caso sería llegar a una conclusión dentro de la tesis (figura 30).

Figura 30



4.1 CARACTERÍSTICAS E INFORMACIÓN DEL SITIO

La Casa de la Aduana Vieja se desplanta sobre una superficie de 1,256m², que corresponden a la mitad de los solares originales de la fundación. Un solar era un cuadrado de 50 varas en cada lado, es decir, 2,500 varas cuadradas (2095 m²). La superficie construida es de 1,057m² en la planta baja; 761.21 m² en planta intermedia o entresuelo y; 1045m² en la planta alta; 484.24m² en pasillos y circulaciones y en los tres patios 179.97 m². Las superficies correspondientes a recintos suman 2,864m² tomando en cuenta los pórticos, zaguán y demás circulaciones cubiertas se logran 3,039.23m²; además los 179.97m² de los espacios abiertos(patios).

La construcción del siglo XVII es una estructura porticada en forma de “L” (crujías norte y oriente), en ambas plantas. Un pórtico con arcada libre en planta baja con acceso directo al patio y a la planta alta en donde se repite la imagen con la arquería. En la crujía norte, que da a la calle. planta baja, se ubicaron las accesorias para despachos y negocios (figura 31).

Figura 31



El Patrimonio Edificado de la BUAP, “Puebla desde el Aire”
http://www.buap.mx/vision/patrim/Puebla/a-m_m.html

El ingreso es un zaguán lo suficientemente amplio para dar cabida a las carretas y las diligencias que llega directamente al portal sostenido por arcadas. A la crujía, por su relación con el patio, le diseñan extraordinarias portadas de cantería gris (piedra basalto), incluso, cuando reciben el entrepiso es necesario iluminarlo, lográndose con balcones. La escalera principal ubicada al final de este pórtico (figura 32).

Figura 32



Ingreso y escalera Principal, Foto por autores de Tesis

La subida es bastante sencilla, un arco de medio punto sin más decoración que la pintura (figura 33), se imitan dovelas en cantería gris y juntas de mortero; en cambio, si es importante la extraordinaria bóveda de arista que cubre a la escalera, se nota la intersección de las bóvedas de cañón y el descenso de los arcos hacia capiteles fitomorfos; los paños de los muros no muestran decoración alguna, por encontrarse cubiertos con pintura vindica.

El cubo se ilumina a través de un óculo mixtilíneo. Se termina el ascenso con un doble arco mixtilíneo dividido y sostenido en el centro por una columna salomónica elaborada en piedra basalto. Visto por un sentido opuesto, dan la apariencia de arcos geminados, éstos se pintaron también imitando una fábrica de cantería.

Figura 33



Cubo de Escalera, Foto por autores de Tesis

Figura 34



Crujía Porticada, Foto por autores de Tesis

El espacio inmediato es la crujía porticada, desde el desembarque de la escalera, es la magnífica portada de la antigua sala (figura 34). En la crujía norte (a la calle) se ubicaron la sala y la antesala ocupando completamente la crujía. La portada, aunque con características neoclásicas, coincide más con el carácter del Renacimiento purista, es decir, con la época del Barroco austero, del Barroco Palafoxiano.

En la crujía oriente se ubicaron las recámaras y la asistencia para invitados de confianza y es probable que también el comedor y la cocina hacia el extremo sur.

La arquería de los pórticos en ambas crujías se diseñó con arcos de medio punto (planta baja) y escarzanos (planta alta), no obstante ser elaborados con sillares, fueron enlucidos y luego pintados siguiendo y destacando el dovelado del arco; se sostienen con columnas "toscanas" de piedra basalto, enlucidas de cal y después pintadas en color gris como los arcos, con la finalidad de proteger el elemento arquitectónico y continuar dando el carácter sobrio y austero del gris de la cantería (figura 35).

Figura 35



Arcos, Foto por autores de Tesis

Figura 36



Columnas, Foto por autores de Tesis

Hoy se muestran desnudas porque se limpiaron para mostrar la bondad del material. Las bases de las columnas del pórtico de la planta baja son bastante extrañas, dan la impresión de mostrar parte de la cimentación (figura 36), como si ésta estuviese por encima del nivel actual del piso terminado, sólo puede decirse que es un pedestal que, por alguna circunstancia, no se elaboró conforme a los cánones clásicos.

La bajada de las aguas de lluvia de la azotea se logró elevando (con relleno) los niveles de la cubierta en su parte central (como si fuera a " dos aguas"), obligándola a escurrir hacia el pretil, que las conducía a las gárgolas para lanzarlas hacia el patio y la calle (figura 37). En el agregado se abandona esquema porticado y de arquería, quedando los paños de los muros directamente a los patios.

Figura 37



Aduana vieja, Foto por autores de Tesis

Figura 38



Aduana Vieja, Foto por autores de Tesis

Estas dos crujías no presentan, como en las porticadas, vanos que destaquen por la fábrica de sus elementos, mantienen el tipo rectangular del vano con variaciones en las dimensiones y nada más; los enmarcamientos se hicieron con tabique rojo, se revocaron y finalmente se pintaron imitando enmarcamientos de cantería a la manera de los elementos del siglo XVII (figura 38).

En la crujía poniente se halla una escalera de una sola rampa, ésta se construyó en este siglo para llegar al entrepiso. Integrada al muro de la crujía sur, se halla una fuente que fue tapiada para sustituirla por una pila de agua adosada al muro (figura 39). Como resultado de cerrar y cortar con esta crujía el patio, resultó el traspatio.

Figura 39



Aduana Vieja, Foto por autores de Tesis

Para llegar al traspatio se cruzaba por debajo de la rampa alta de la escalera. Allí existen ahora dos cuartos, adosados al muro colindante sur y antes que ellos la "letrina" (esquina suroriente, figura 40).

Figura 40



Aduana vieja, Foto por autores de Tesis

La circulación se delimita y protege con una baranda o antepecho de balaustres geométricos hechos con tabique rojo y revocados con mortero de cal con el cual les hicieron molduras discretas para lograr movilidad y evitar la rigidez (figura 41). De los usos que tuvieron estas nuevas crujías, pudo identificarse que la crujía poniente, en planta alta, albergó los servicios de cocina, azotehuela y cuartos de criados, en tanto que la crujía sur fue ocupada por el comedor.

Figura 41



Aduana vieja, Foto por autores de Tesis

Figura 42



Aduana Vieja, Foto por autores de Tesis

El ingreso al patio suroriente siguió como tradicionalmente se hacía, por debajo de la rampa de la escalera, mientras que para el patio sur poniente modificaron la crujía sur que cierra el primer patio: redujeron la superficie de la planta baja con un muro divisorio y cerraron el vano que comunicaba la crujía sur con el poniente para dejar libre un pasillo (figura 42).

Las cubiertas siguieron siendo planas, sólo que el sistema de terrado se sustituye por el de bóveda catalana sostenido por vigas de madera.

Figura 43



Aduana Vieja, Foto por autores de Tesis

El carácter formal y expresivo más antiguo se aprecia en la cantería de las jambas, dinteles, arcos y columnas de fachada. Las canterías interiores fueron pintadas de un color, gris idéntico al de la piedra, con sus juntas en color blanco similar al del mortero (figura 43).

Tendencia similar se siguió con la crujía del siglo XVII que cerró el patio, aun cuando sus vanos no se fabricaron con cantería sino con ladrillo revocado, las jambas y dinteles se pintaron tomando como modelo la estructura porticada. La tipología barroca tradicional se logró con pintura mural (cenefas) desde los paños de los patios interiores hasta los de la fachada.

Las cenefas son flores enormes con guías y hojas dentro de dos líneas rectas que, dependiendo de su colocación, pudieron utilizarse como jambas, dinteles y guardapolvos, aunque son policromas predomina un color rojo óxido (figura 44). Otros colores descubiertos en capas estratigráficas y que se usaron para destacar los enmarcamientos fueron blanco de cal, rojo óxido, azul cielo, amarillo, ocre, paja, azul en tonalidad gris, durazno con manchas rojas informes.

Figura 44



Aduana Vieja, Foto por autores de Tesis

La forma exterior del edificio es una fachada a doble altura con paños limpios, interrumpidos solamente por los vuelos de los balcones, por tanto, presenta un carácter del siglo xix. Para lograr esta imagen se tapiaron las lumbreras que iluminaban el entrepiso; a los balcones se les colocó el clásico toldo europeo; la cantería que enmarca el vano principal de la entrada se respetó y se mantiene aparente; no sucede lo mismo con los vanos de las accesorias, cuyos marcos se revocan. La decoración con cenefas barrocas en la fachada se cubrió (afortunadamente) con pintura para acabar así con el estilo caduco e imponer el carácter del estilo de la modernidad: el neoclásico (figura 45).

Figura 45



Aduana Vieja, Foto por autores de Tesis

- Ubicación

El Edificio de la Aduana Vieja como ya se había dicho se ubica sobre la calle 2 Oriente, número 409, entre la 4 Norte y 6 Norte, en la Colonia Centro, Puebla, Pue (figura 46). Actualmente pertenece a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla desde 1992, que la cedió al Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades.

Figura 46



Macrolocalización, elclima.com.mx/ubicacion_geografica_de_la_ciudad_de_puebla.htm

Se consideró tomar principalmente patrimonio perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, del cual se tiene una lista y un mapa con su recorrido. Así como una lista de edificios pertenecientes a la universidad dentro de la zona monumental de Puebla (figura 47).

Figura 47



El Patrimonio Edificado de la BUAP, "Puebla desde el Aire"
http://www.buap.mx/vision/patrim/Puebla/a-m_m.html



Revalorización del patrimonio edificado a través de la arquitectura virtual

Edificios de la BUAP dentro de la Zona Monumental de la ciudad de Puebla

Casos con valor monumental (histórico, artístico y arquitectónico) según orden de recorrido en el Volumen 6/10 de la Colección "Puebla desde el aire"

Nº	Denominación	Dirección	Epoca de construcción.	Dependencias
1	Ex Casa de Ovando	3 Oriente 1008	Siglo XVII	Sede del Museo de la Memoria Histórica Universitaria
2	Ex Colegio de San Jerónimo	3 Oriente 403	Siglo XVI	Facultad de Psicología
2.1	Ex Colegio de San Jerónimo	3 Oriente 403 bis	Siglo XVI	Edificio Anexo a la Facultad de Psicología
3	Casa de Don Melchor de Covarrubias	4 Sur 302	Siglo XVII	Posgrado de la Facultad de Psicología
4	Edificio Carolino	4 Sur 104	Siglo XVI	Sede central de la BUAP, Rectoría y oficinas principales
5	Casa de La Palma o del Gobernador Calderón	4 Sur 303	Siglo XIX,	Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado
6	Casa María Fernanda	5 Oriente 202-A	Siglo XVIII	Vicerrectoría de Docencia y otras dependencias de planeamiento institucional)
7	Casa Gabino Barreda	3 Oriente 210	Siglo XIX	Colegio de Filosofía
8	Casa Sor Juana Inés de la Cruz	3 Oriente 214	Siglo XIX	Colegio de Lingüística y Literatura Hispánica
9	Casa de los Muñecos	2 Norte números 2 y 4	Siglo XVIII	Museo Universitario-Museo Interactivo
10	Casa Presno	Av. Juan de Palafox y M. 208	Siglo XIX	Sede Principal del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades "Alfonso Vélaz Pliego" y otros Departamentos de Investigación
11	Edificio Arronte	Av. Juan de Palafox y M. 219	Siglo XVII	Actualmente en Proceso de Restauración, aquí estaba instalada la Biblioteca José Revueltas del Área de Ciencias Sociales y Humanidades
12	Casa de Alfonso Reyes	Av. Juan de Palafox y M. 227	Siglo XIX	Colegio de Lingüística e Historia y Posgrados
13	Casa Flores Magón	Av. Juan de Palafox y M. 229	Siglo XIX	Colegio de Historia
14	Casa Don Bosco	Av. Juan de Palafox y M. 218	Siglo XIX	Dirección General de Educación Superior
15	Casa de Las Bóvedas	Av. Juan de Palafox y M. 406	Siglo XVII	Vicerrectoría de Extensión y Difusión de la Cultura
16	Casa del Traductor	Av. Juan de Palafox y M. 408	Siglo XIX	Edificio anexo de la Preparatoria Emiliano Zapata
17	Casa del Pueblo	Av. Juan de Palafox y M. 410	Siglo XIX	Antigua escuela Taller de Restauración y en proceso de habilitación de aulas para alumnos de la Facultad de Filosofía y Letras
18	Casa del Libro	2 Oriente 413	Siglo XVII	En etapa de restauración
19	Casa de La Aduana Vieja	2 Oriente 409	Siglo XVII	Subsede del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades-"AVP", cubículos de investigación y salas de usos múltiples
20	Casa Amarilla	2 Oriente 410	Siglo XIX	Subsede del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades-"AVP" y Posgrados
21	Casa de Las Diligencias	4 Norte 6	Siglo XVII	Preparatoria Emiliano Zapata
22	Casa de Atanacio Pláceres	4 Oriente 412	Siglo XIX	Edificio anexo de la Preparatoria Gral. Lázaro Cárdenas del Río
23	Casa del Capitán Manuera o de Antonio del Rincón	4 Oriente 414	Siglo XVIII	Preparatoria Gral. Lázaro Cárdenas del Río
24	Casa del Alguacil Mayor	8 Oriente 409	Siglo XVIII	Escuela de Música
25	Casa de Don Rafael Aguilar	10 Oriente 415	Siglo XVIII	Escuela de Artes
26	Casa Sede de la Fundación BUAP	Bld. Héroes del 5 de Mayo 1405	Siglo XX	Administración de la Fundación BUAP
27	Casa San José	2 Norte 1404	Siglo XIX	Extensión y Difusión Cultural y Dirección General de Fomento Editorial
28	Casa de Los Arcos	2 Norte 1006	Siglo XVIII	Subsede del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades-"AVP" (en proceso de restauración): Lab. de cómputo y otros.
29	Ex Casa del Estudiante Serrano "Carmen Serdán"	5 Poniente 310	Siglo XX	Casa del Estudiante (Mujeres)
30	Ex Casa del Estudiante Serrano	5 Poniente 317	Siglo XX	Casa del Estudiante (Hombres)
31	Casa con asignación de uso pendiente	9 Poniente 507	Siglo XIX	Uso por definirse (en proceso de restauración)
32	Casa de La Reina	Av. Reforma 913	Siglo XIX	Secretaría Administrativa y Departamento de Patrimonio Universitario
33	Casa Sede de Contabilidad General BUAP	15 Sur 902, esquina con 9 Poniente	Siglo XX	Contabilidad General
34	Casa Sede de la Defensoría de los Derechos Universitarios	15 Sur 906	Siglo XX	Defensoría de los Derechos Universitarios
35	Casa Sede de la Contraloría General de la Universidad y Sorteo BUAP	11 Poniente 1315 esquina con 15 Sur	Siglo XX	Contraloría General

- Información

Se encontró con las planimetrías en AutoCAD, aunque están levantados en un formato que facilita el levantamiento en 3D, cuenta con pocas especificaciones y detalles, solo se tiene planos arquitectónicos, fachada, y corte (figura 48, 49 y 50).

Figura 48



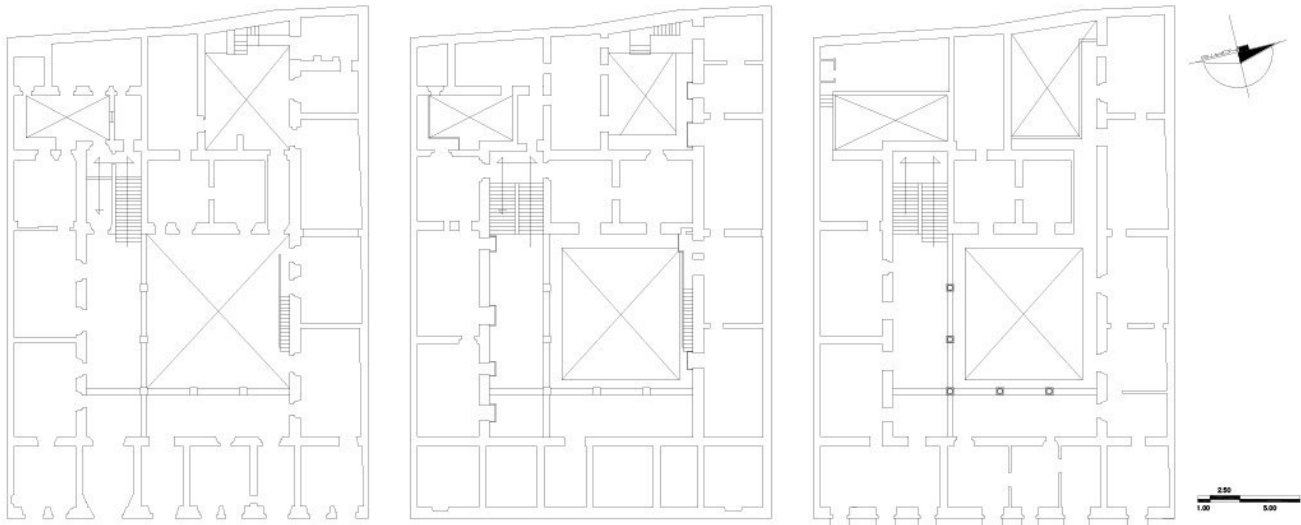
El Patrimonio Edificado de la BUAP, "Puebla desde el Aire"
http://www.buap.mx/vision/patrim/Puebla/a-m_m.html

Figura 49



El Patrimonio Edificado de la BUAP, "Puebla desde el Aire"
http://www.buap.mx/vision/patrim/Puebla/a-m_m.html

Figura 50



El Patrimonio Edificado de la BUAP, "Puebla desde el Aire"
http://www.buap.mx/vision/patrim/Puebla/a-m_m.html

Es importante recalcar la escasa información visual que se tiene, es decir, no solo tenemos pocos planos, si no que están muy poco detallados. No se tiene cotas, mobiliario, niveles de piso terminado, ejes, simbología en general, etc. Para poder empezar el proceso de modelado será necesario más información, en este caso no se cuenta con el tiempo suficiente para poder levantar el faltante en AutoCAD, así que será necesario guiarse con un levantamiento totalmente fotográfico, lo que implica desventajas de precisión y exactitud en cuestión de medidas. Aunque hay detalles que no serán tomados en cuenta se resaltarán los que sean más visibles.

Antes de empezar a trabajar en el entorno virtual es necesario un análisis de los recursos con los que contamos y serán necesarios para un desarrollo y experiencia óptima. A partir de ahí se empezará a desarrollar un flujo de trabajo con herramientas que suelen usarse en la industria de la visualización arquitectónica, esto será la base para poder empezar a trabajar directamente dentro del motor de gráfico.



4.2 ANÁLISIS Y PERFIL DE USUARIO

Se cuenta con un amplio catálogo de programas y extensiones para el proceso de virtualización, previo al desarrollo dentro del motor gráfico, y aunque cada uno de los programas que existen cuenta con diferentes procesos el fin es llegar a un resultado similar, para el desarrollo dentro del motor gráfico.

Además, también influyen los elementos que componen nuestra estación de trabajo, ya que al igual que en el caso de los programas, dentro del apartado del hardware contamos con diferentes componentes, y aunque no es necesario comprender específicamente el funcionamiento de cada uno, se necesita el conocimiento básico de cómo influyen dentro de nuestro proceso de desarrollo.

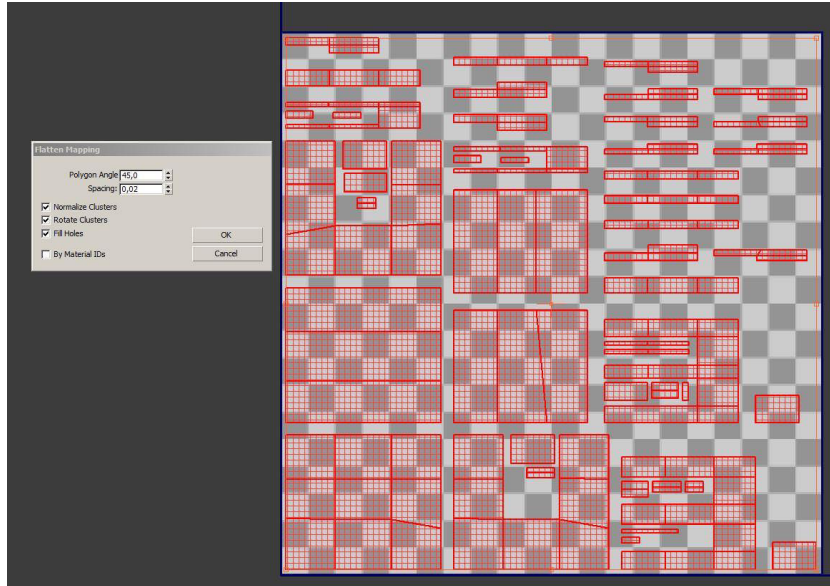
- SOFTWARE

Aunque existen diversos programas para el desarrollo 2D y 3D, Autodesk suele ofrecer aparte de variedad, una gran compatibilidad entre sus diferentes programas, lo que hace que los procesos que llevamos a cabo sean más fluidos. AutoCAD es el programa de representación 2D que más se usa por arquitectos, diseñadores e ingenieros, servirá para poder realizar la planimetría y poder comunicarse con personas que no son expertos en el tema de virtualización.

Se tomó en cuenta diferentes programas de modelado 3D, actualmente los más usados en el área de arquitectura son AutoCAD, Sketchup, 3D Max, Revit y Archicad. AutoCAD vuelve a ser usado de preferencia, por su sencillez de uso y aunque no puede llegar a tener un modelado tan orgánico como Sketchup o 3D Max, ofrece bastante precisión además de un flujo de trabajo por capas que más adelante nos facilitara el trabajo.

En el proceso de mapeo es indispensable, aunque solo contamos con dos programas para su elaboración 3D Max y Maya, ambos productos de Autodesk, aunque se optó por 3D Max debido a su uso en previos trabajos realizados (figura 51).

Figura 51



Proceso de Mapeo <https://www.ronenbekerman.com/striving-for-real-time-photorealism-in-architectural-visualisation/>

Los motores gráficos que destacan actualmente son tres Unity, Unreal Engine y Cry Engine, cada uno con gran potencial para desarrollar un entorno virtual (figura 52). Sin embargo, Unreal Engine tiene un funcionamiento óptimo en computadoras de gama media obteniendo la mejor calidad entre otros dos motores gráficos.

Figura 52



Motores Gráficos, Collage por Autores de Tesis



- HARDWARE

Oficialmente dentro de su página nos incluye los requerimientos de software y hardware mínimos y recomendables para poder desarrollar dentro de Unreal.

Se usó un sistema de cómputo recomendable en la industria de la visualización arquitectónica, este nos dio un resultado óptimo con un rendimiento estable durante el proceso de desarrollo. Los componentes de la computadora fueron los siguientes:

- Intel Core I7-6700 CPU @ 3.40 GHz
- 16 gb de RAM DDR4
- NVIDIA GeForce GTX 970
- Disco Duro con 15gb de espacio libre

Oficialmente no es recomendable el uso de dispositivos portátiles, es preferible manejar el desarrollo dentro de una Workstation, aunque si llegase a tener que desarrollar en una se recomienda que esta tenga una tarjeta de video integrada. Se recomienda el uso de un disco duro sólido, llega a mejorar la experiencia del usuario y agilizar el proceso de desarrollo.

Otro detalle para destacar, es que se recomienda el uso de sistema operativo windows, desde el windows 7 hasta el windows 10, debido a que otros sistemas operativos como Mac OSX o Linux, por la falta de plataformas, software y soporte hacia estos sistemas, además de que puede llegar a ser mucho más costosos en caso de equipos Mac.



- PERFIL DE USUARIO

Es importante recalcar los conocimientos previos que son necesario para el desarrollo de un proyecto así, es imposible partir de la nada sin antes haberse familiarizado con algún software de representación 2D y 3D.

Aunque no daremos especificaciones técnicas, resaltaremos elementos generales que se deben de manejar preferentemente en cada una de las etapas.

El requerimiento más básico que se debe tener es el uso de herramientas como AutoCAD ya que es crucial para el desarrollo de la idea, y siempre debemos empezar de lo más sencillo, que en este caso sería la representación y lectura de planos en 2D. Saber que representa cada simbología, calidad de línea, y elementos que compone un proyecto arquitectónico representado en 2D, plantas, cortes, alzados e isométricos en algunos casos. Es un paso indispensable para empezar a levantar la volumetría de nuestro proyecto.

Para el siguiente paso es necesario el uso de herramientas 3D, al igual que el paso anterior es indispensable y puede ser desarrollado de preferencia en los siguientes softwares: AutoCAD 3D, Revit, ArchiCAD, Sketchup, 3D Max. Cabe decir que es necesario en el caso de Sketchup o AutoCAD el correcto uso de capas, así como Revit se tiene que elegir trabajar con respecto a sus texturas, o tipo de elementos.

A partir de esto se puede empezar a desarrollar nuestro prototipo para trabajar en nuestro motor gráfico, y aunque son necesarios otros pasos específicos que mencionaremos a continuación estos son los conocimientos previos que suponemos se requieren ya se empezó a trabajar con estas bases.

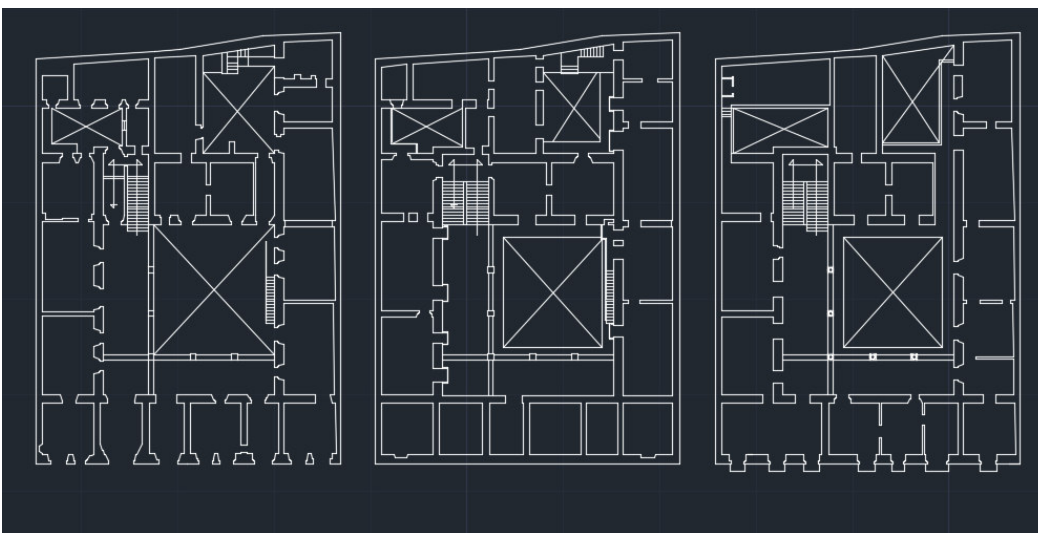
4.3 CREACIÓN DE UN MODELO

Como el proceso de virtualización está enfocado a patrimonio ya edificado, se necesita como base un levantamiento arquitectónico preferentemente en AutoCAD, así como fotos del sitio en el estado actual ya que se cuenta con información antes de que el edificio fuese restaurado, esto sería lo más básico para empezar a realizar el modelo 3D, si es posible tener más información como plano topográfico, detalles, estructural, de acabados, todo lo que facilite la creación del 3D. Esto servirá para detallar más nuestro modelo virtual. Para un proceso más detallado lo dividiremos en pasos, los cuales fueron los siguientes:

- Diseño 2D del proyecto.

En este caso el software más usado en representación 2D en gran parte de la industria arquitectónica es AutoCAD, lo más óptimo es seguir con ese flujo de trabajo desarrollando en ese programa, este será prácticamente la base del trabajo, y es aquí donde realmente empieza la construcción del entorno, es crucial contar mínimo con un plano arquitectónico correctamente representado para su fácil lectura y entendimiento que pueda facilitar el trabajo en 3D, para esto se quedara un plano totalmente limpio de elementos que puedan dificultar el levantamiento del modelo como muebles, cotas, ejes, detalles, simbología, etc. y se quedara solo con elementos básicos como muros, ventanas, puertas, antepechos (figura 53).

Figura 53

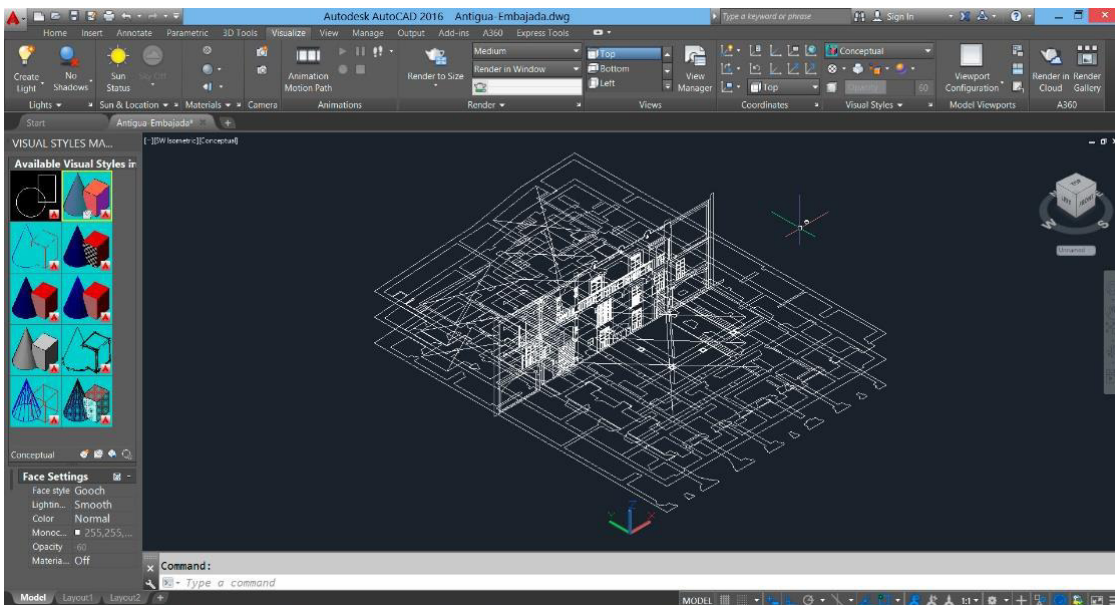


Diseño 2D en AutoCAD, Imagen por autor de

Se tiene que recalcar que la configuración de las unidades debe de ser constante en todos los pasos, en este caso trabajaremos con metros. El uso de capas facilita más el trabajo si se levanta el plano desde el comienzo, en este caso como se tiene el levantamiento ya hecho no se detallará más.

Una vez que se tiene la planimetría de manera correcta, se empieza a trabajar de manera tridimensional, agrupando los planos que tenemos de manera de bloques (figura 54).

Figura 54



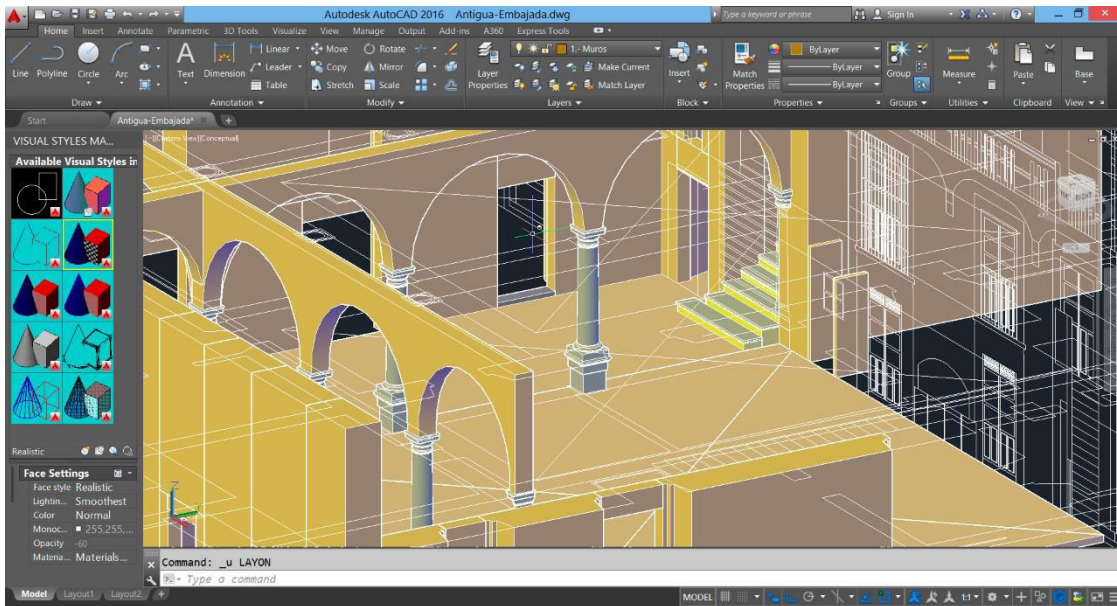
Isométrico para levantamiento 3D, Imagen por autor de Tesis

- Modelado 3D del proyecto.

Aunque este puede desarrollarse en diferentes softwares de modelado como se mencionó antes, se optó por AutoCAD por su flujo de trabajo y facilidad de manejo, podemos empezar a desprender de previo dibujo en 2D (figura 50) usando las mismas capas y con una precisión bastante digna.

Para levantar el modelo 3D se tomó como principio la planimetría apilada en bloques, como se ve en la imagen anterior, a partir de esto se empieza generando elementos básicos como muros, pisos, losas y escaleras que serán la base de la volumetría (figura 55).

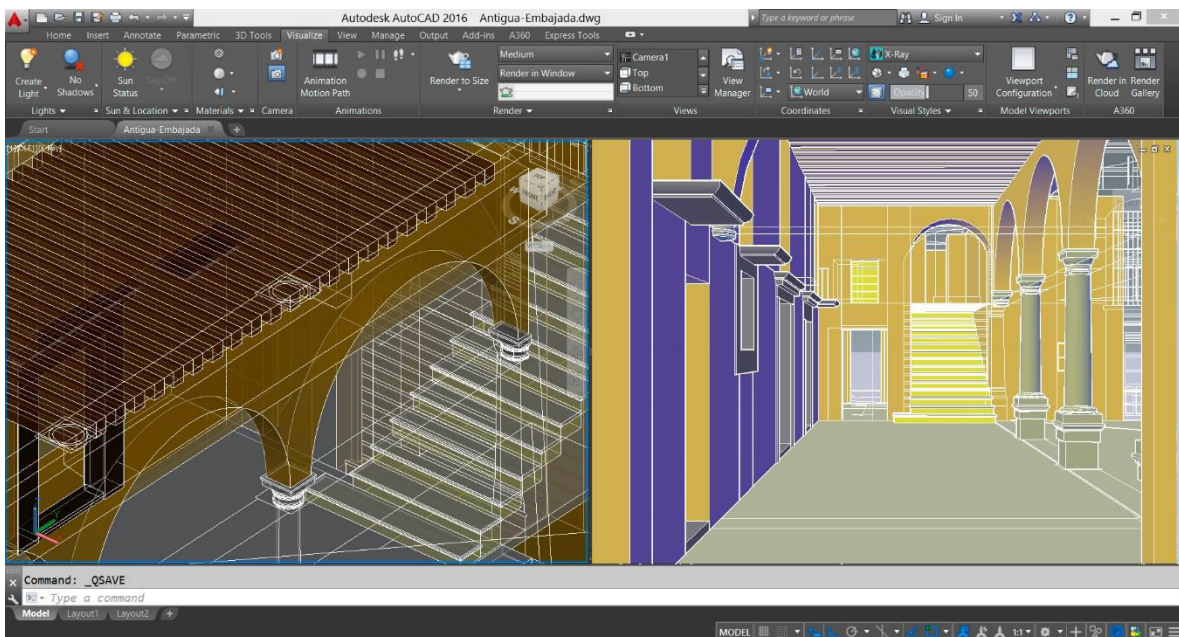
Figura 55



Levantamiento modelo 3D, Imagen por autor de Tesis

A partir de este punto se puede empezar a detallar cada uno de los elementos que tenemos, ventanas, puertas, nichos, ornamentos, herrería y todo el detalle que se tenga (figura 56).

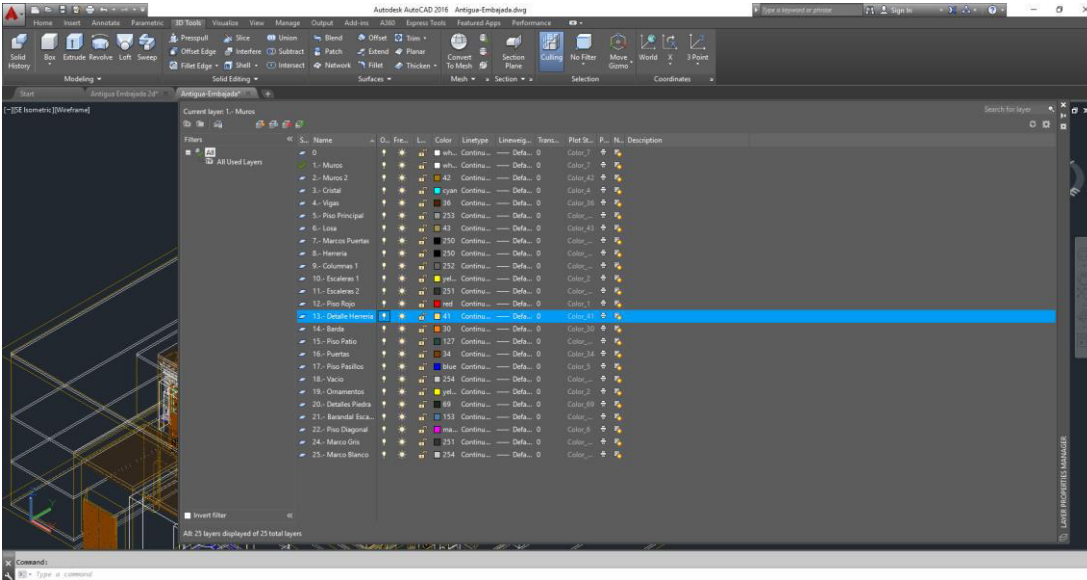
Figura 56



Levantamiento modelo 3D, Imagen por autor de Tesis

Es necesario el constante uso de capas ya que al momento de ir al siguiente paso nos generara orden y será más fácil de purgar nuestro modelo 3D, de igual forma cada detalle, cambio de acabado, piso, nivel debería ir en su respectiva capa cada uno (figura 57).

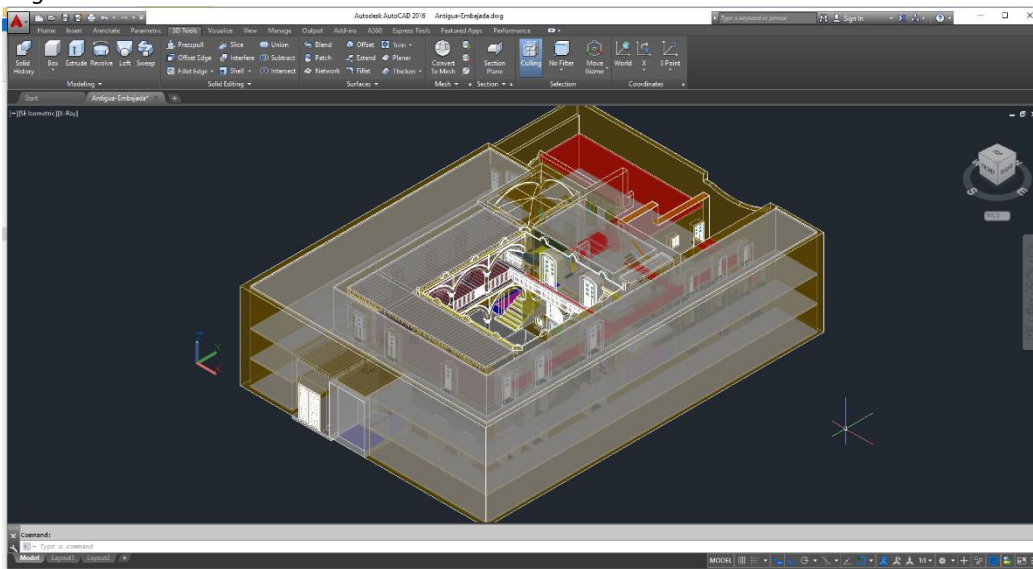
Figura 57



Capas en modelo 3D, Imagen por autor de Tesis

Una vez terminada la volumetría (figura 58) el siguiente paso es abrirlo desde 3D Max, ya que es un paso indispensable antes de empezar a trabajar directamente en el editor.

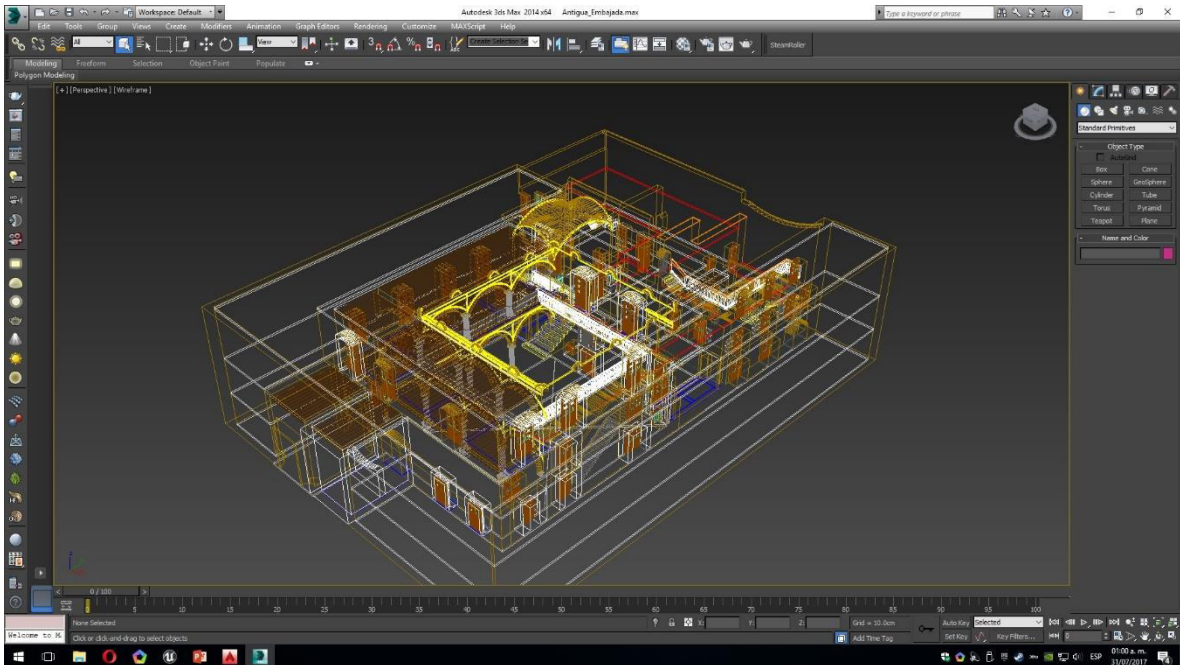
Figura 58



Levantamiento modelo 3D, Imagen por autor de Tesis

Al importar el volumen 3D generado en AutoCAD se verifica una vez más que las unidades sean manejadas en metros, ya que se tiene el modelo insertado en el programa no es necesario editar geometría, ya que el trabajo de 3D es simplemente mapear y exportar, a partir de aquí es necesario un correcto mapeo en 3D max, este permitirá un desarrollo óptimo en el motor de juego, y simplemente sin este paso no se puede trabajar dentro del editor (figura 59).

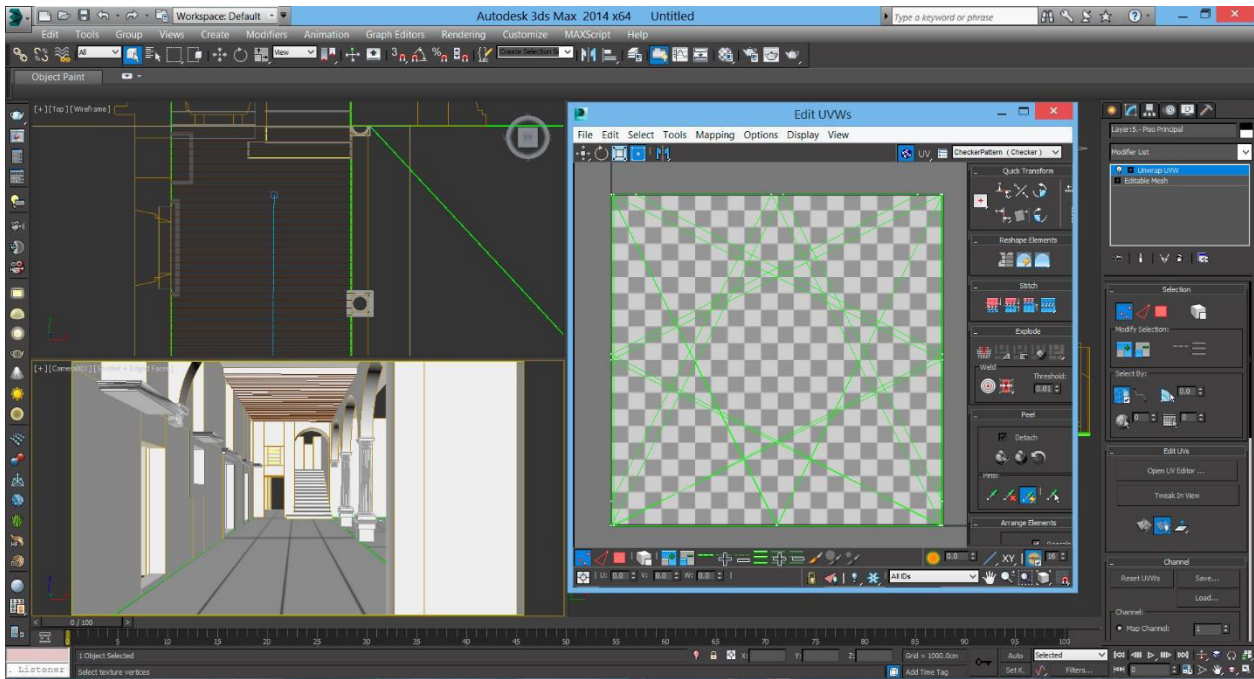
Figura 59



Modelo en 3D Max, Imagen por autor de Tesis

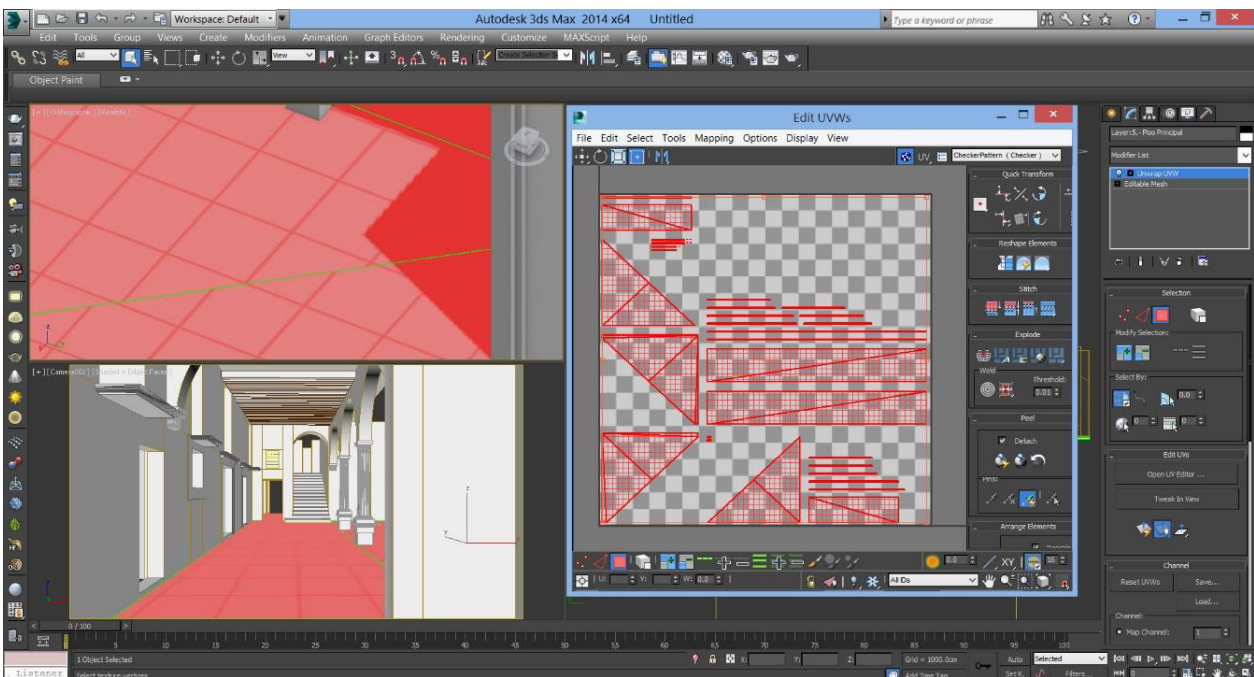
El proceso de mapeo es largo y debe aplicarse a cada elemento por separado, por defecto el mapeo de la geometría esta sobrepuesta (figura 60), lo único que se debe hacer es acomodar el mapeo de cada una de las caras de la geometría, esto puede hacerse manualmente (figura 61), aunque puede que en primera instancia no se note la diferencia dentro de 3D Max, dentro del editor este paso es esencial. Hay que mencionar que hay complementos o plug-ins que facilitan este proceso, pero hay que tomar en cuenta que en algún momento se tendrá que regresar para poder acomodar algún mapa que tenga una orientación incorrecta.

Figura 60



Mapeo en 3D Max, Imagen por autor de Tesis

Figura 61

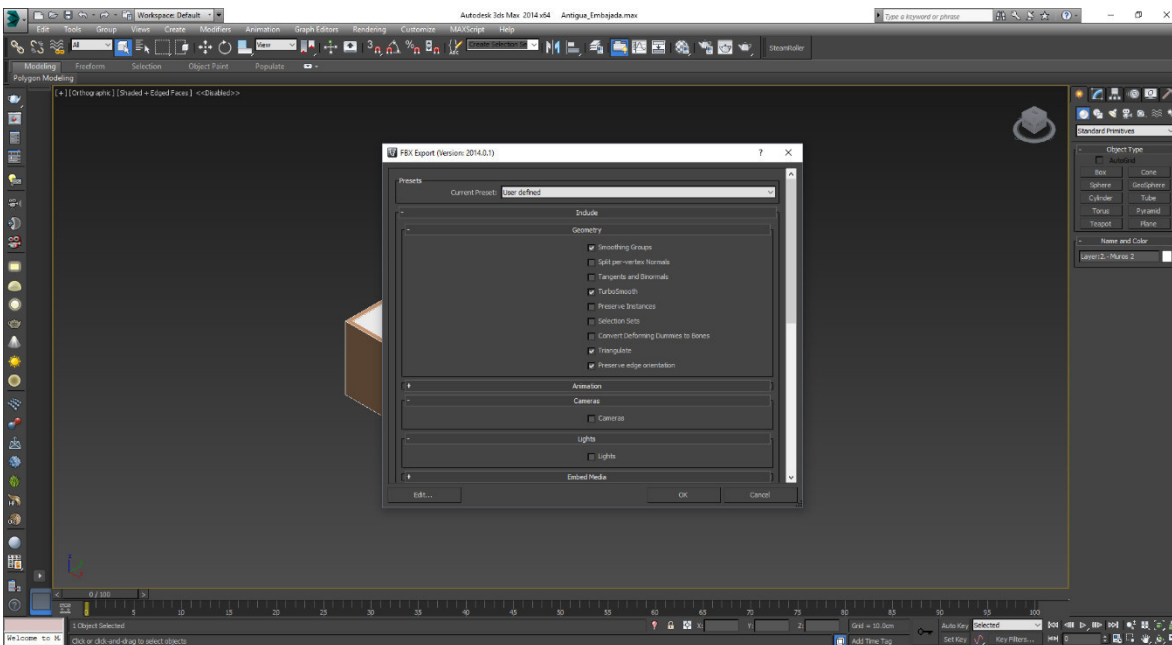


Mapeo en 3D Max, Imagen por autor de Tesis

- Exportar de 3D Max en formato fbx.

La extensión fbx no debería generar problema al importar desde el motor de juego, es fácilmente reconocible y maneja un flujo de trabajo fácilmente de trabajar dentro del editor. Hay que resaltar que se tienen que verificar las unidades en las que se exporta ya que al momento de importar dentro del editor si no se realizó de manera correcta las mayas estarán muy pequeñas o muy grande generando error de escala (figura 62).

Figura 62



Exportar en formato fbx, Imagen por autor de Tesis

Al momento de exportar es necesario eliminar cualquier cámara o tipo de luz, aunque se tiene que verificar esto en la ventana que genera dentro del menú en nuestro motor al importar el modelo 3D, está de más mencionar que nuestra escena debe estar totalmente limpia, libre de volúmenes, líneas o puntos innecesarios, esto es fácil de controlar en AutoCAD y 3D max, pero software como Sketchup tiende a llevar consigo muchas imperfecciones si no se tiene cuidado con la limpieza.

4.4 DESARROLLO DEL ENTORNO

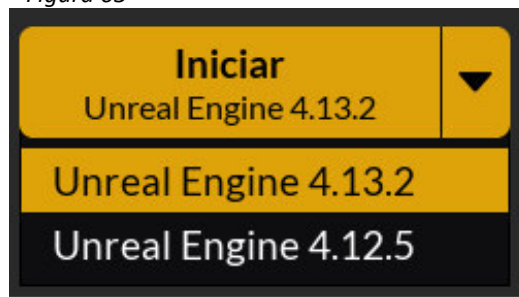
En este capítulo se trabajará dentro del motor de juego paso por paso desde la preparación del entorno hasta el empaquetado, usando el prototipo generado anteriormente por AutoCAD y mapeado en 3D Max, el desarrollo del entorno se encuentra dentro de la cuarta versión del motor de juego Unreal Engine, por su aspecto visual, capacidad de generar aplicaciones interactivas, y gran compatibilidad con herramientas CAD y BIM que usualmente se manejan dentro de la industria de la arquitectura, todo esto sin un mayor.

- Plantilla de Trabajo

El proceso de creación de contenido se empieza generando una plantilla que aparte de funcionar dentro de este proyecto, puede servir para futuros trabajos ya que es fácil migrar “assets” y “gameplays” de proyectos ya terminados a uno totalmente nuevo, partiremos como empezar desde cero, aunque en el proceso agregaremos contenido ya desarrollado.

Para empezar, abriremos nuestro editor y dentro de este trabajaremos con la versión más estable actualmente que es la 4.13.2, con versiones anteriores puede que algunos plug-ins o complementos no estén disponibles o no funcionen, sucede lo mismo con versiones más actuales (figura 63).

Figura 63



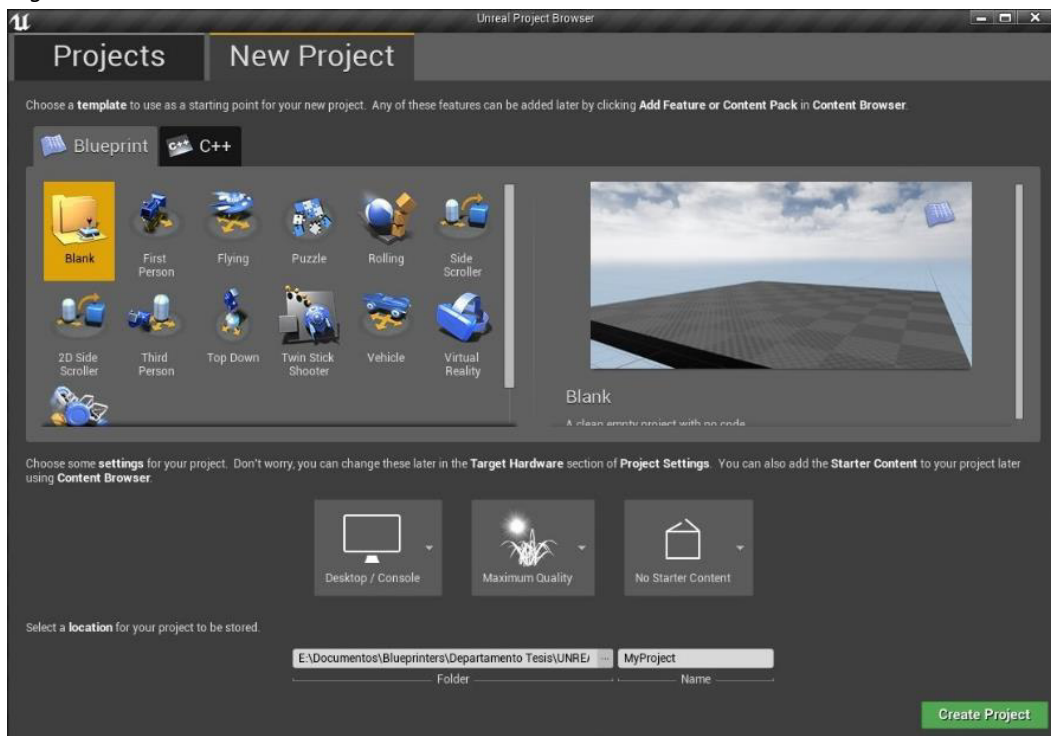
Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis



Revalorización del patrimonio edificado a través de la arquitectura virtual

El desarrollador puede simplemente seleccionar una plantilla con un “gameplay” ya programado con una base funcionando establemente, seleccionaremos el “Blueprint” “Blank” (figura 64), dentro de este no tendremos ninguna mecánica de juego ni contenido creado, a diferencia de las otras plantillas que nos ofrecen otro tipo de jugabilidad con componentes ya creados que realmente no sirven para este tipo de proyecto, después fijaremos la plataforma sobre la cual vamos a trabajar, después tendremos tres recuadros con dos opciones cada uno, en este caso trabajaremos con las opciones que se muestran en la figura 60.

Figura 64



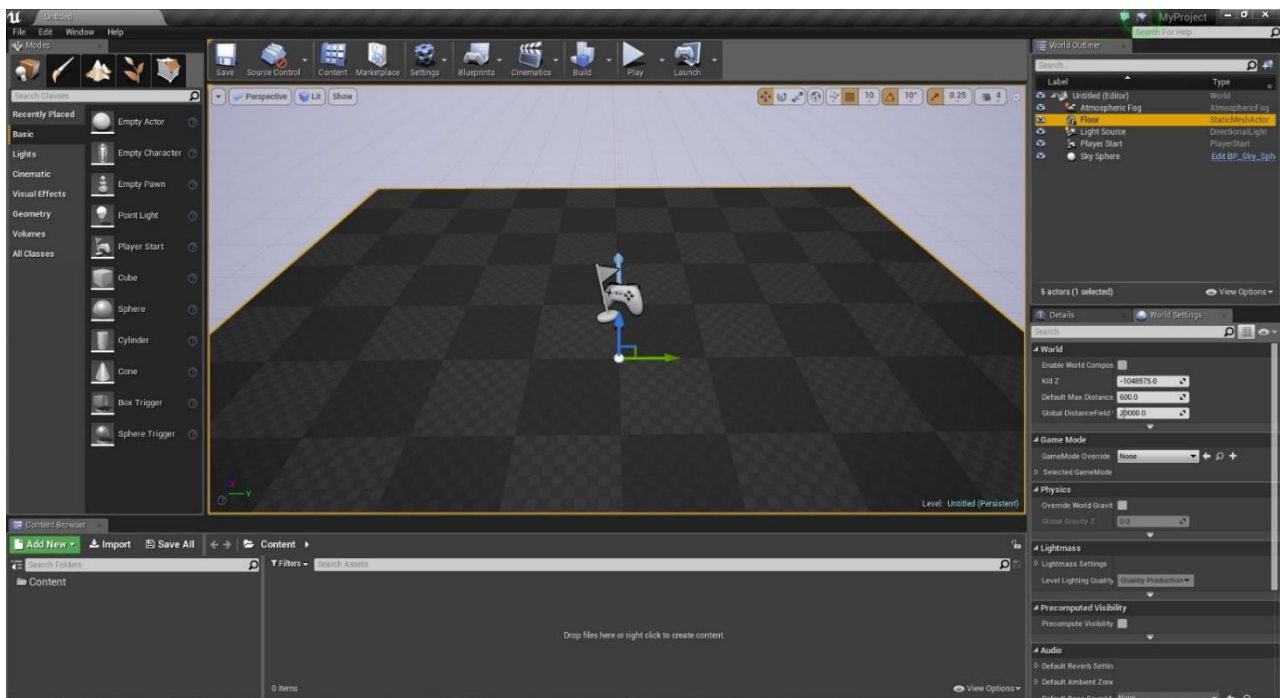
Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Finalmente seleccionaremos la carpeta destino de nuestro proyecto, como se mencionó antes es importante tener ordenado todo en una sola carpeta, texturas, geometría, referencias, lo externo a todo el contenido del editor para un mejor flujo de trabajo. Igualmente, todo lo que vayamos a migrar desde otros proyectos se trabajara en la carpeta de “content” que se ubicara dentro de la misma ruta que seleccionamos.

A partir de aquí de empezaremos a trabajar directo en el editor, y esta plantilla que tenemos por defecto es un buen punto para empezar, tenemos elementos como “Atmospheric Fog”, “Light Source”, “Player Start” y Skysphere (figura 14), que serán de utilidad dentro del entorno.

En este momento no hemos tocado ningún elemento o exportado alguna geometría, antes de estos pasos se tiene que guardar el proyecto y verificar que efectivamente al abrir el editor aparece en la biblioteca (figura 65), una vez verificado esto podemos pasar nuestra geometría en formato fbx y mapeada anteriormente en 3D Max, es recomendable empezar a crear carpetas dentro del editor ordenando cada uno de los assets, mesh, texturas, mapas, bitmaps, blueprints, etc. manejando cada tipo de elementos por separado.

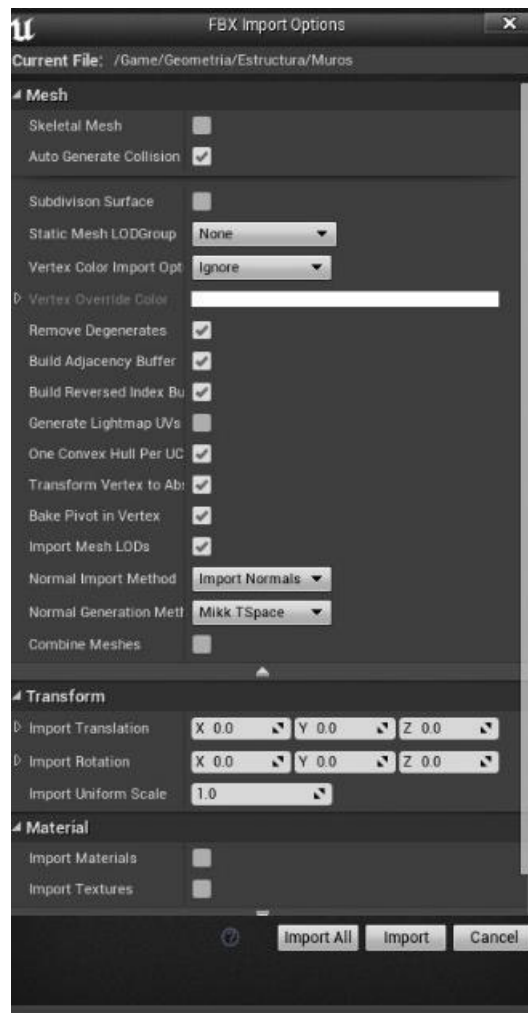
Figura 65



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Para importar la geometría simplemente se arrastra el archivo fbx al editor, dentro de la pestaña “Content Browser”, y se desplegara una ventana con diferentes valores, en este caso lo más importante a destacar es no intentar importar algún material hecho en algún otro software, y generar automáticamente la colisión. los demás valores quedan de la manera mostrada en la figura 66, más adelante se explicará algunos de estos valores por que se maneja de esta manera y en que puede llegar a afectar en particular, para poder identificar algún error que genere.

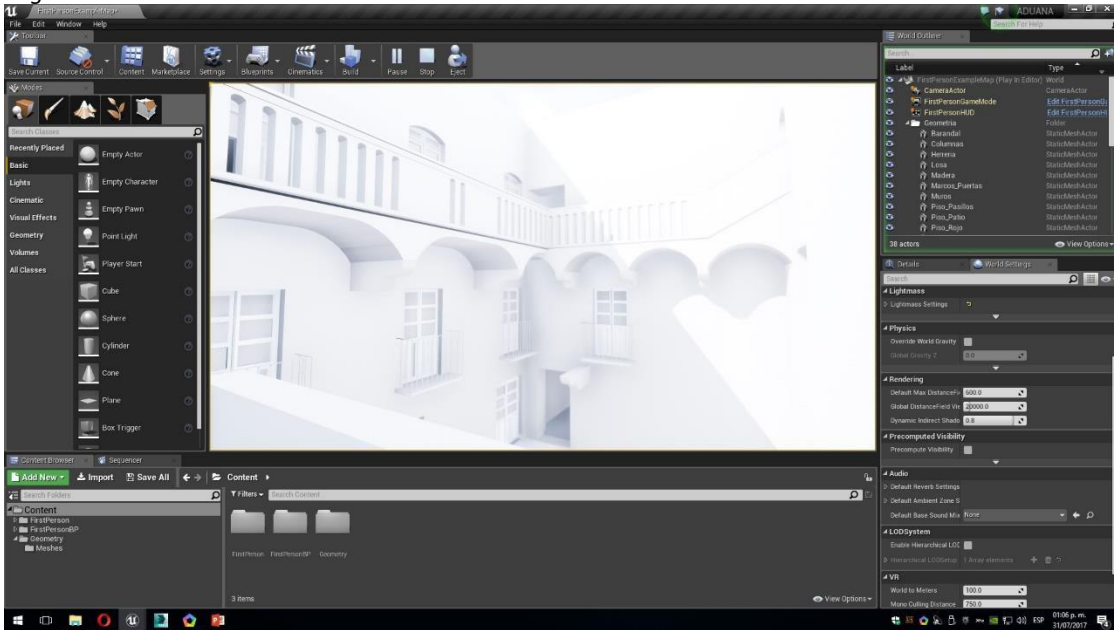
Figura 66



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Una vez importado al editor y ubicado dentro de una carpeta las geometrías, simplemente se va mover dentro del nivel, y al abrir la geometría, elemento por elemento se puede modificar o generar la colisión que tendrá dicha geometría (figura 67).

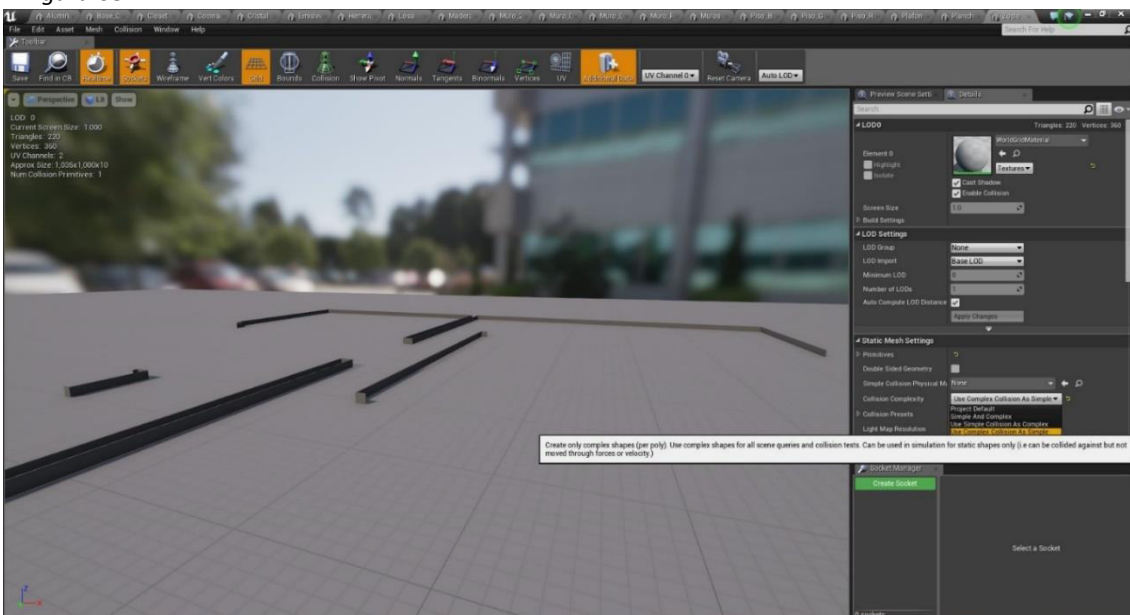
Figura 67



Editor Unreal. Imagen por autor de Tesis

Es importante resaltar este paso y decir en que consiste, al tener algún objeto al interior de la escena, por los valores que se manejaron al importar la geometría origino un parámetro que le indicará en que parte se va a chocar o encontrar con ese volumen al momento de caminar dentro del nivel. El editor por defecto genera una colisión que realmente no sirve en este caso, se cambia ese valor por el que se encuentra en la (figura 68).

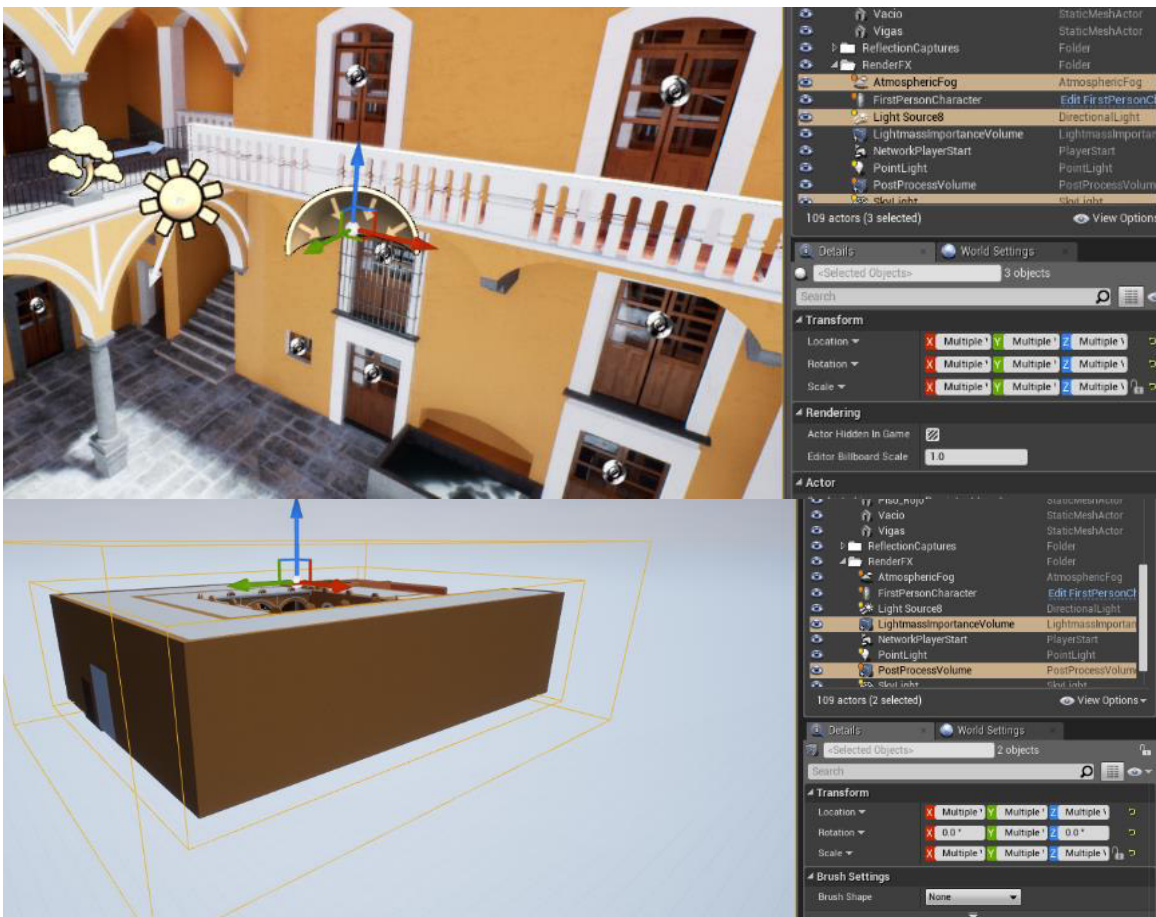
Figura 68



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Una vez que la geometría se importó de manera correcta, el siguiente paso es seguir construyendo la escena, empezando por pruebas de iluminación como un render o recorrido virtual convencional, la diferencia son los actores o elementos que generan la iluminación. La **Skysphere** como dice su nombre, es una esfera que nos da el efecto de cielo, **Lightmass** actuara como un delimitador que le da prioridad de cálculo de luz a los elementos que estén dentro del volumen, **Skylight** y **Atmospheric fog** simplemente ayudan a proyectar de manera más realista los rebotes de luz, **Light source** cumple la función de un sol que le dará dirección a las luces y proyección de sombras, de igual manera se puede modificar parámetros de intensidad con respecto a luces directas, indirectas, color sombras etc., por último está el **Post Process** que simplemente es como un actor que actúa como Photoshop dentro del editor. No será necesario explicar los valores de cada uno de estos actores, simplemente se menciona que elementos están dentro de la escena (figura 69).

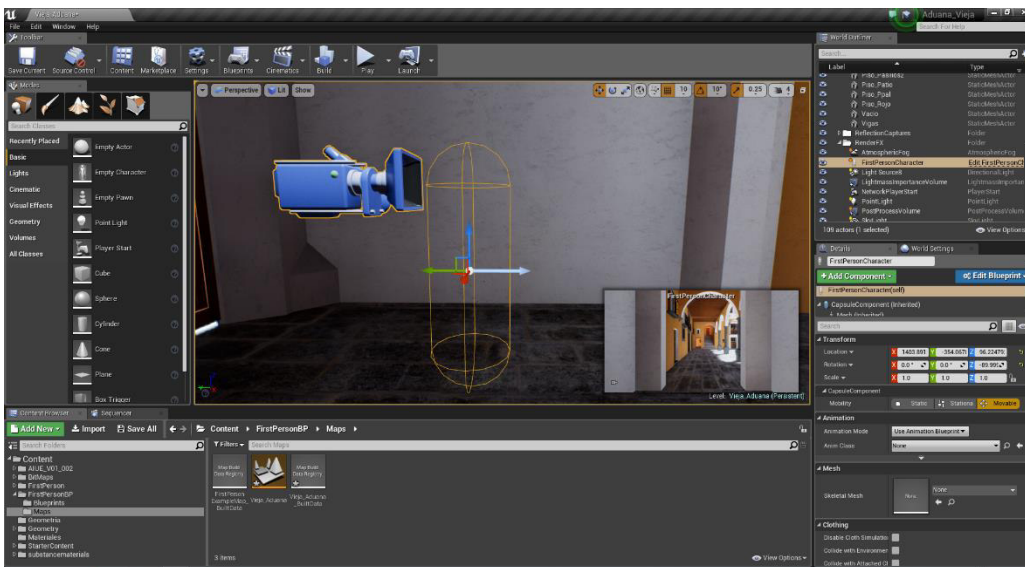
Figura 69



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Otro elemento que influye dentro del entorno es el FirstPersonCharacter, este actor tendrá el papel de simular una cámara o persona dentro del editor que se podrá controlar, en este caso simplemente tendrá la función de caminar dentro del entorno (figura 70).

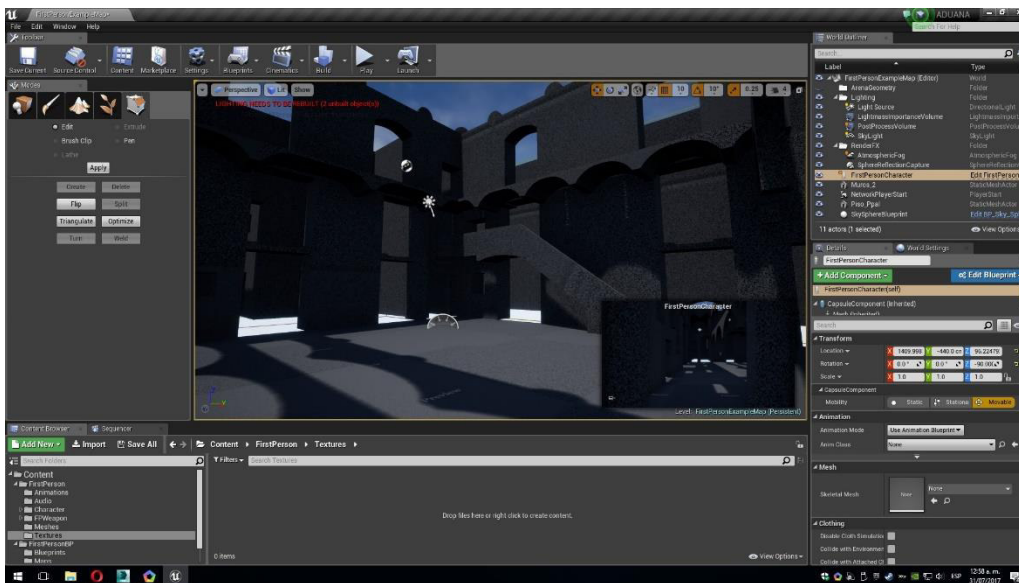
Figura 70



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Continuando con la construcción de la escena, por defecto el material estándar que tiene no ayuda en la construcción de luces, hay que usar colores neutros para empezar a simular la luz (figura 71).

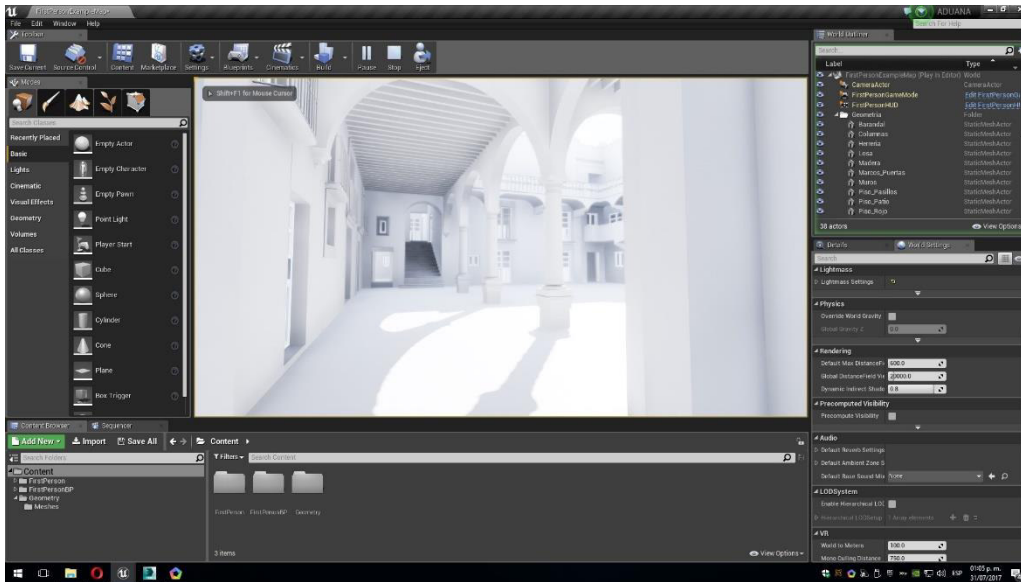
Figura 71



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

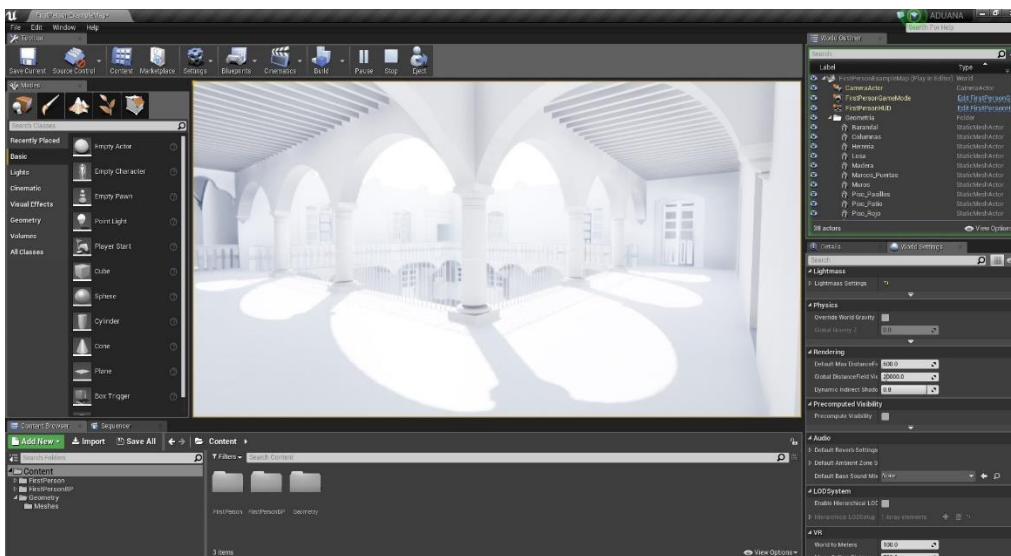
Generar un color blanco y aplicarlo a toda la geometría es la mejor opción, en dado caso que se diseñe la iluminación nos ahorrara tiempo y peso antes de empezar a texturizar todo el proyecto (figura 72, 73, 74).

Figura 72



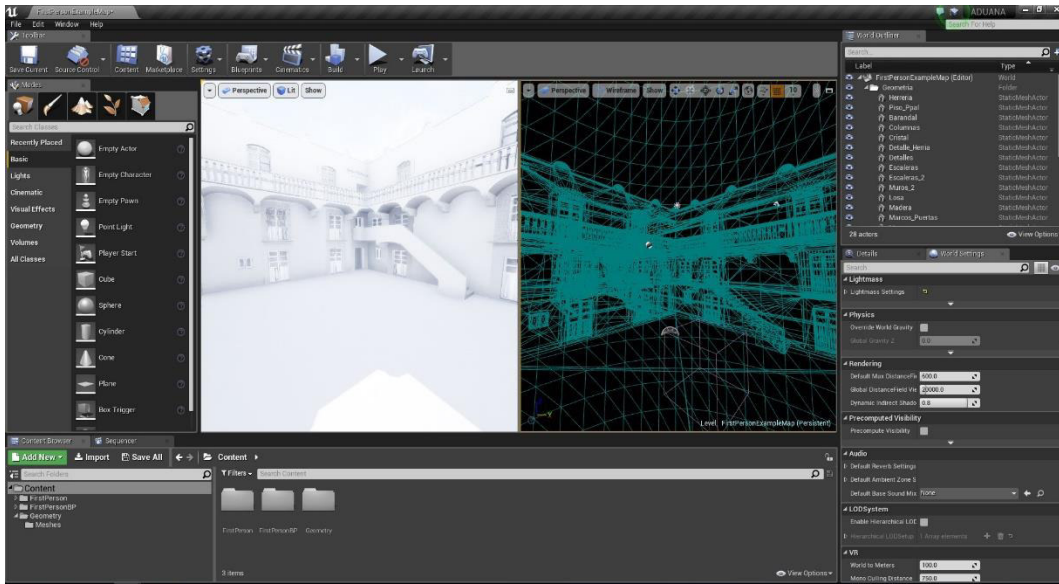
Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Figura 73



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

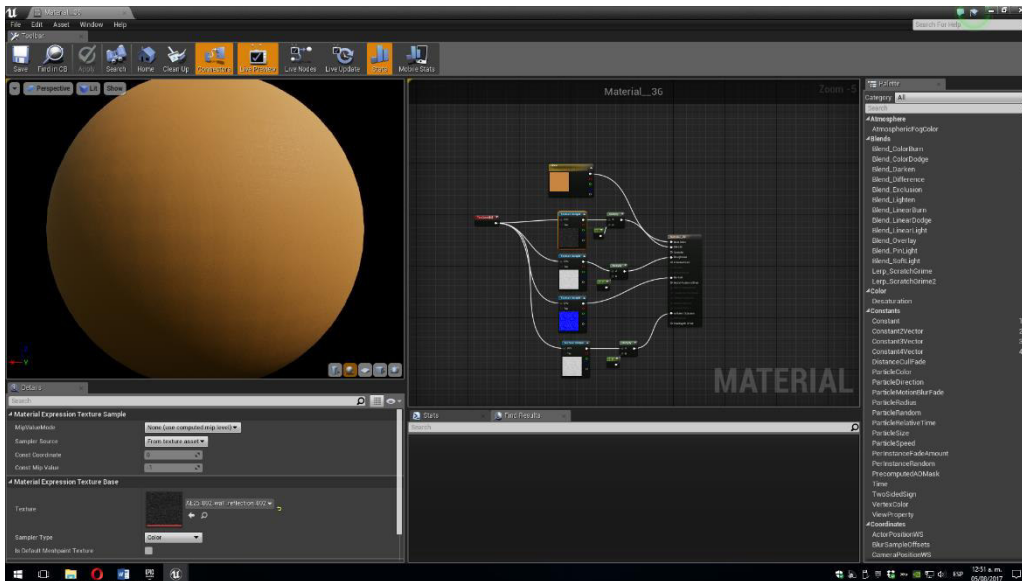
Figura 74



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

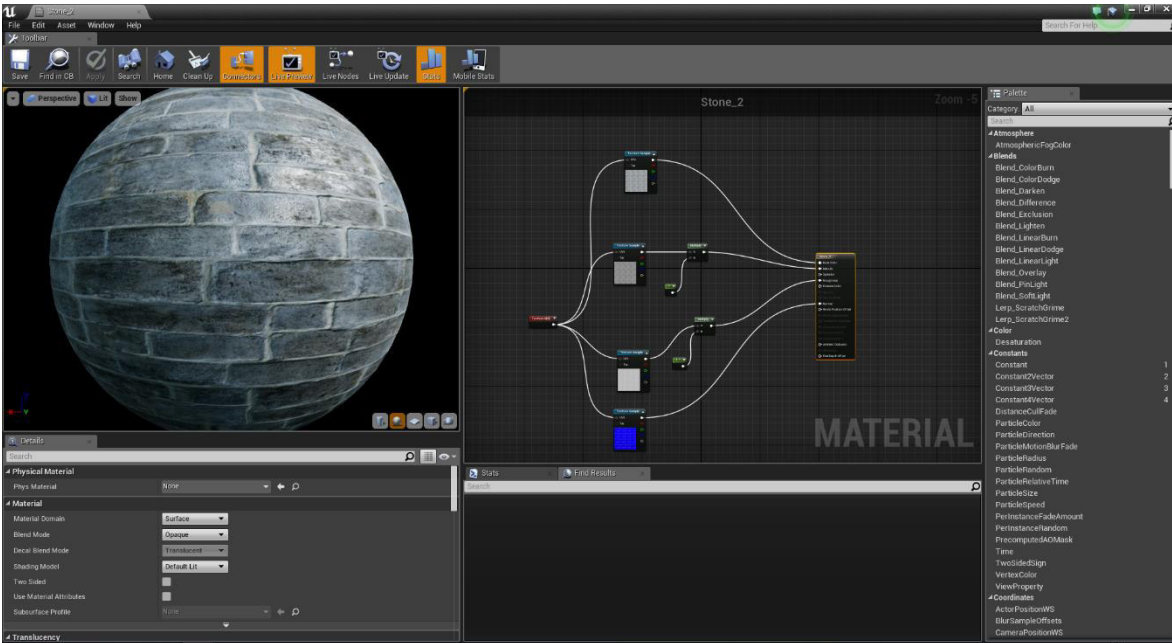
Una vez teniendo la iluminación correcta se empieza a texturizar, como se mencionó antes en el proceso de modelado 3D se trabajó por capas, cada capa representa una textura distinta, en este caso solo se genera la textura (figura 75, 76), y se aplica a cada uno de los elementos (figura 77, 78, 79).

Figura 75



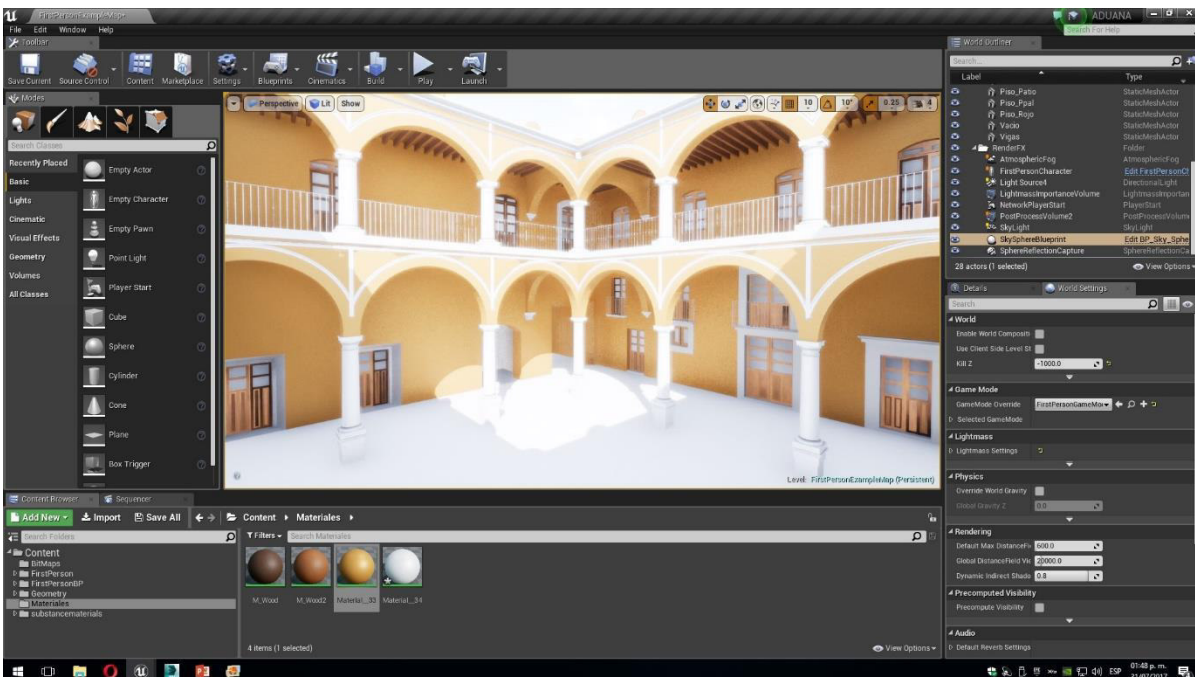
Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Figura 76



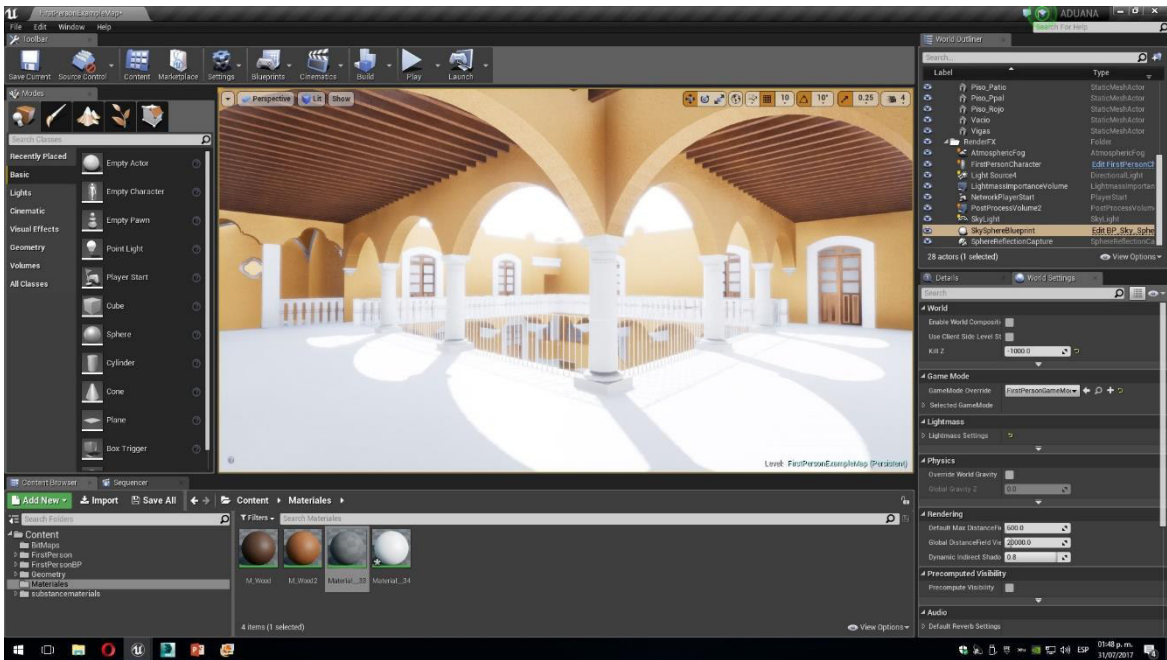
Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Figura 77



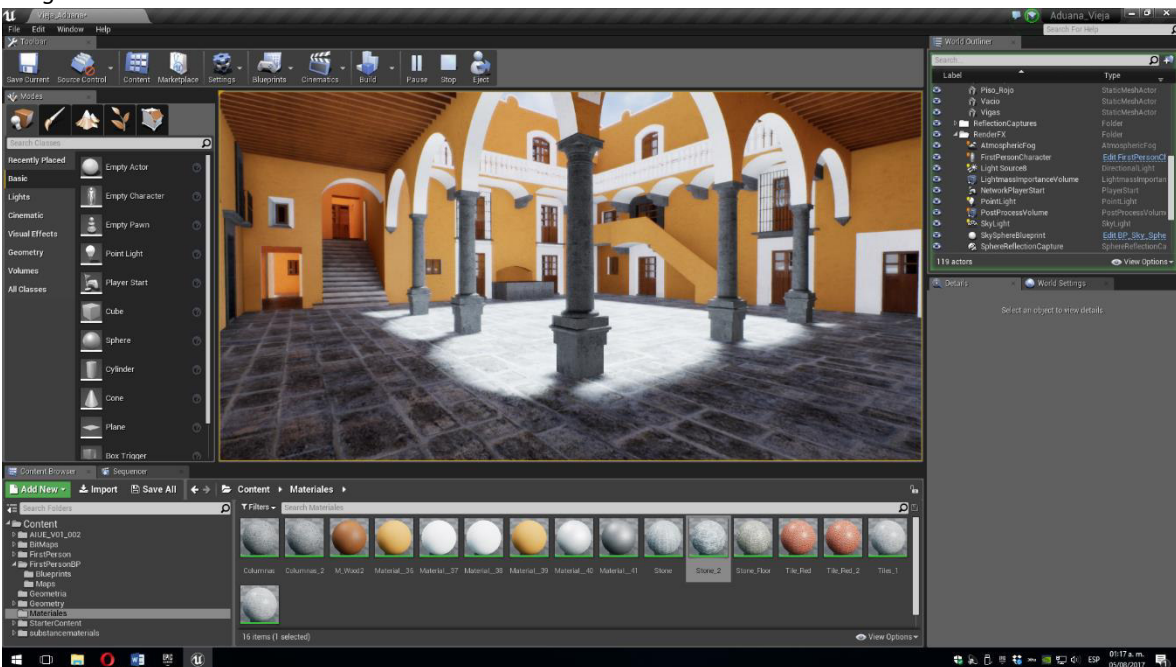
Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Figura 78



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

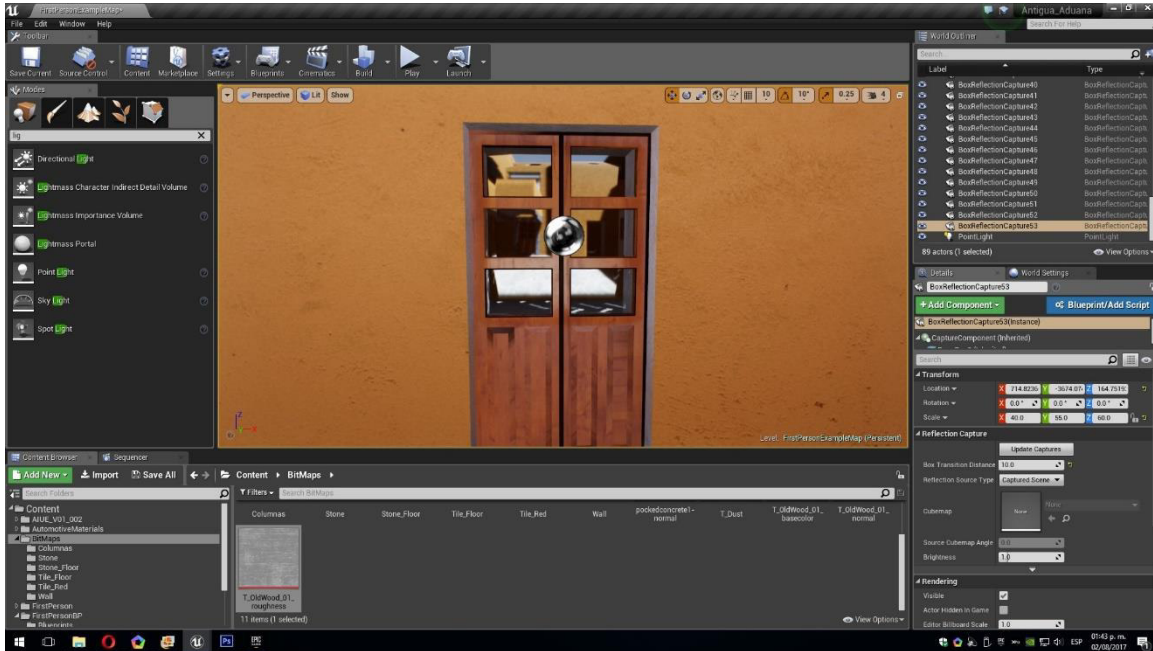
Figura 79



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

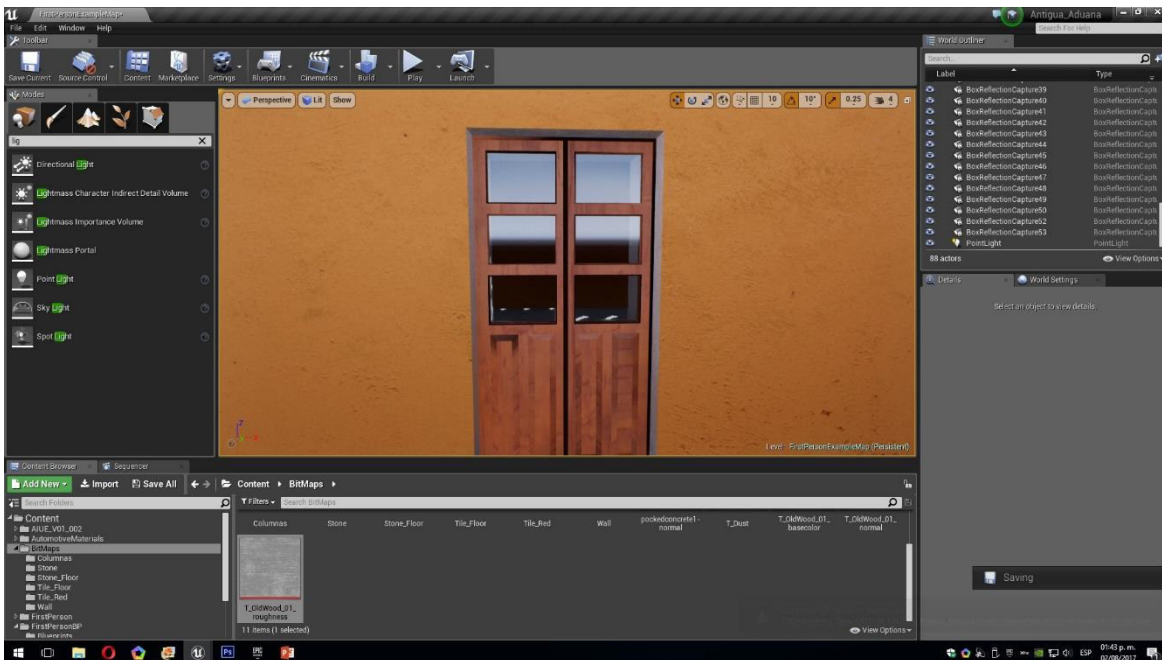
Una vez que se haya terminado de generar y aplicar materiales, hay que aplicar esferas de reflejo, colocando en cada superficie que vaya a tener algún valor de reflejo (figura 80, 81).

Figura 80



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

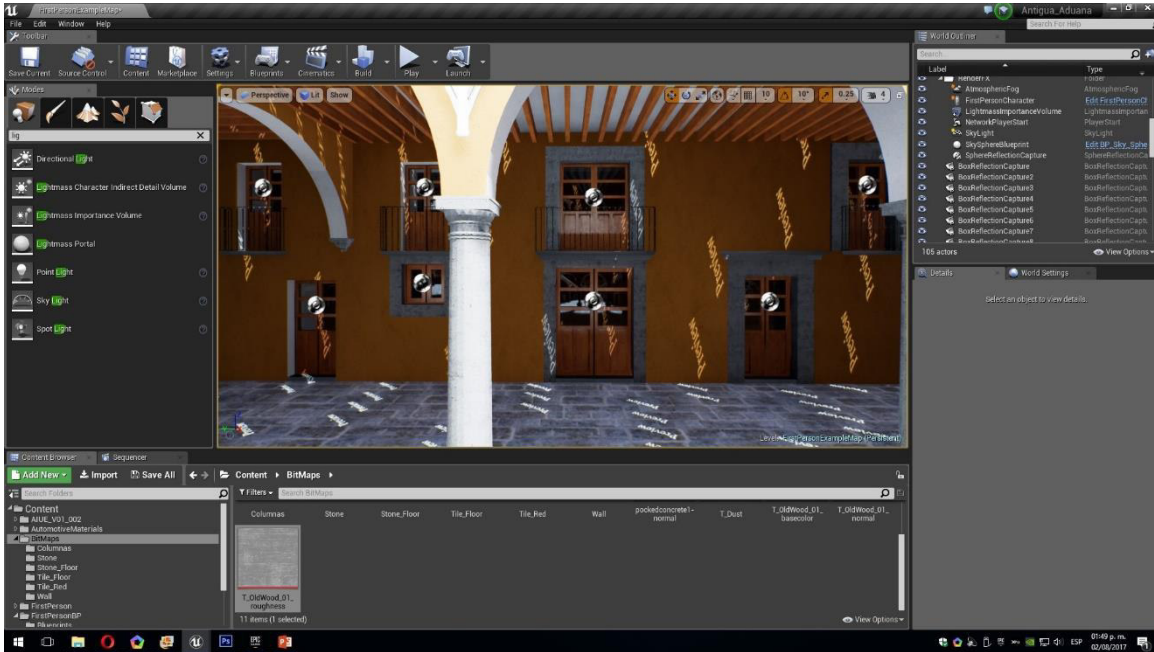
Figura 81



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

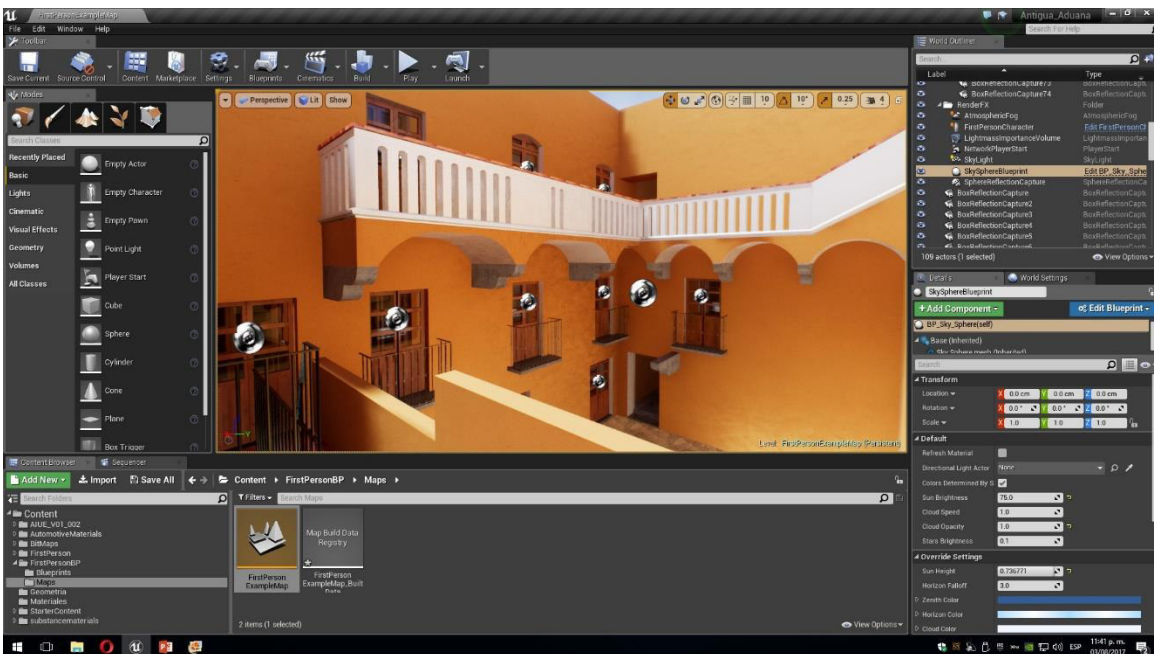
Es necesario configurar cada esfera según el tamaño de la superficie, ya que cada una genera cierta cantidad de luz que llega a romper la inmersión del entorno, además de al final colocar una caja de reflejos para que aplique este valor a cada superficie del entorno (figura 82, 83).

Figura 82



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Figura 83



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Gráficamente está terminado el entorno, si es necesario colocar algún tipo de mobiliario es necesario recalcular otra vez la iluminación, y así sucesivamente mientras se hagan cambios, importantes ya que posiblemente la iluminación del objeto cambio y se note fuera del entorno (figura 84).

Figura 84



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

Finalmente, una vez terminado el entorno hay que montar el HDM (Head Mounted Display), en este caso un Oculus Rift (figura 85). El control es un Xbox controller ya configurado desde el “first person character”. En cuestión de Kinestesia, la sensación de motion sickness sigue presente en el entorno, es importante no usar el Head Mounted Display por un tiempo prolongado.

Figura 85



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis



4.5 APLICACIONES POTENCIALES

Una vez finalizado el prototipo se puede empezar a notar el impacto a un público cerrado, sus reacciones y actitudes, con el enfoque que se le dio al documento. Mostrando los resultados que engloban el tema de tesis, desarrollar una “metodología fotográfica y de difusión cultural, de fácil acceso y de gran impacto entre el público, como herramienta de recuperación histórica en manos de expertos, nos permite la valoración, protección y conservación del patrimonio arquitectónico” (Mariolly, 2013).

A partir del prototipo realizado es posible usar el entorno para fines pedagógicos en alguna clase de historia o cultura de la arquitectura, volviendo la impartición de estos cursos más relevantes, tal cual lo propone un ejemplo del marco analítico “Visualizando el pasado el caso del templo mayor de México”.



CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RESUMENES

5.1 Conclusiones

5.2 Balance autocritico de logros

5.3 Posibles líneas de investigación a futuro



5.1 CONCLUSIONES

Una de las ventajas de la integración de geometría 3D dentro de un motor gráfico es la expansión de contenido que se puede desarrollar dentro de este, y es una manera de preservar a largo plazo de manera virtual un entorno, esto es necesario para poder preservar información y monitorearla, principalmente el patrimonio que está dañado por el entorno, desastres naturales o meramente mala intervención del hombre. Todos estos daños que por lo general son irreversibles, si se realiza una correcta virtualización, guarda información fundamental para la reconstrucción del patrimonio, antes de que sea demasiado tarde y perder todo testimonio existente.

La aplicación de esta metodología, sirviendo de ejemplo la Aduana Vieja promueve la difusión del patrimonio cultural y actuando como multiplicador de conocimiento por su fácil acceso, y un presupuesto no tan elevado para generar este tipo de trabajos, generando un gran impacto entre el público. Además, contribuye a la valoración del patrimonio por la cantidad de monumentos y edificios históricos que se encuentran dentro del zócalo de Puebla que fue nombrada patrimonio cultural por la UNESCO.

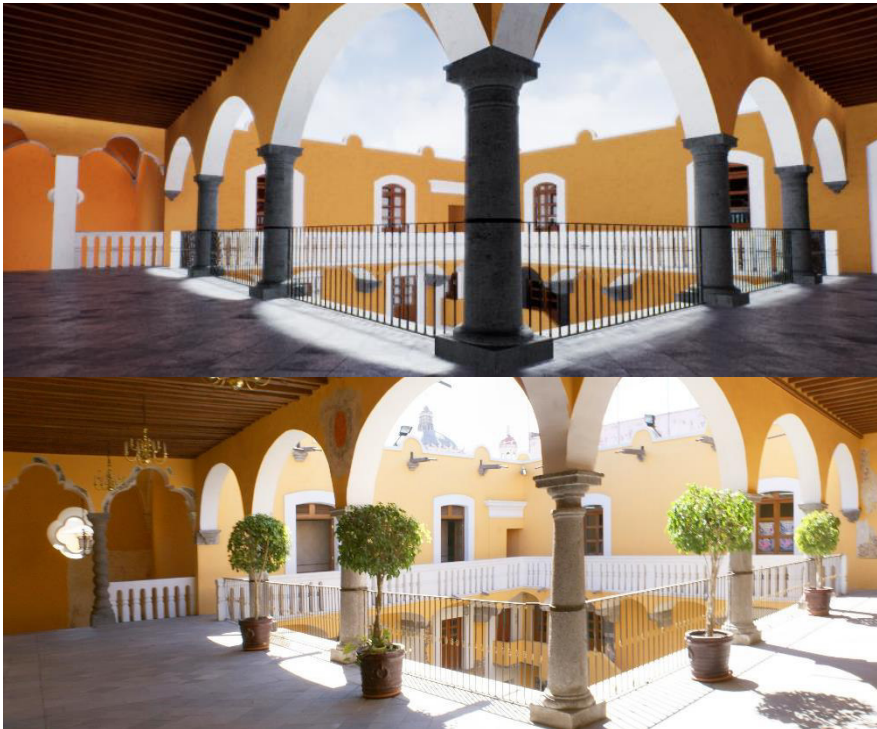
Las fases que fueron necesarias para el desarrollo del entorno virtual son las que se mencionan a continuación. Adquisición y análisis de información, recopilando en primera instancia planimetrías, fotos y artículos que ya se tenían documentados, para después hacer una búsqueda exhaustiva para filtrar la información útil de la prescindible. De igual manera se analizó los recursos con los que se contaba para realizar el trabajo, así como un perfil de usuario. Creación del modelo, esta fase es principalmente la transformación de planimetría 2D y documentos fotográficos a geometría en 3D, así como su previa preparación para insertarla dentro del entorno. Desarrollo del entorno, desarrollamos un proceso de virtualización para integrar la geometría dentro de un motor gráfico, elaborando contenido y assets para el entorno.

5.2 BALANCE AUTOCRÍTICO DE LOGROS

Como punto positivo tenemos la recreación parcial de la Vieja Aduana, solo se recrearon áreas abiertas por no poder acceder a las áreas cerradas del edificio, dificultando la fase de creación de modelo 3D. Ahora si bien es medianamente logrado el entorno podría ser la falta de algunos detalles que si bien no son relevantes no se encuentran dentro del entorno por falta de documentación.

Aun con el entorno creado, y bien la calidad en comparación de algunos casos dentro del marco analítico, sigue sin tener ese hiperrealismo que se necesita para un entorno totalmente inmersivo (figura 86).

Figura 86



Editor Unreal, Imagen por autor de Tesis

El motion sickness sigue presente y es que realmente simular una buena Kinestesia dentro del entorno no es algo fácil de lograr. Aun con estos errores se logró mostrar un trabajo de calidad que con suficientes recursos y tiempo puede llegar a mejorar considerablemente en todos los aspectos.



5.3 POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A FUTURO

Como primer punto se mencionó anteriormente el impacto que tiene esta metodología, que podría ampliarse a otros monumentos históricos y edificios con valor patrimonial no solo en el zócalo de Puebla, si no también se pueden tomar edificios que han sido dañados o desaparecido completamente dentro del país.

En segunda instancia es el desarrollo que se tiene pensado dentro del área tecnológica, el prototipo que desarrollamos está enfocada a una experiencia inmersiva, pero no tiene manera de ser portable por un usuario común. El uso de dispositivos portátiles y visualización web mediante una plataforma o aplicación móvil podría multiplicar el impacto que vaya a generar. Este tipo de herramientas, viendo el lado positivo, son de fácil acceso, fáciles de entender con un acceso casi ilimitado, pero son difíciles para desarrollar y se necesita alguien especializado en el área de programación, así como el equipo necesario para poder elaborar prototipos.

Por ultimo hay que mencionar que la manera en la que se recreó la Aduana Vieja sigue un método muy convencional de modelado 3D, con todos sus defectos que eso implica en cuestión de tiempo y fidelidad al edificio original. Un artículo preservación de patrimonio (HUNG-MING CHENG, 2009) propone herramientas más avanzadas como lo son escáneres 3D y fotogrametría, de esta manera geometría y materiales pueden llegar a ser más realistas y el entorno mucho más fiel al original.



BIBLIOGRAFÍA

- Armesto, T. (2001). *Simulacro Arquitectónico Al Alcance De Las Manos*. Santa Fe: Facultad de Arquitectura Planeamiento y Diseño – Universidad Nacional de Rosario.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence*, Massachusetts institute of Technology.
- Bellis, R. (01 de 02 de 2017). *Fastcompany*. Obtenido de Fastcompany: <https://www.fastcompany.com/3066537/work-smart/10-expert-tips-to-make-2017-your-most-productive-year-yet>
- Bostan, B. (2009). Requirements analysis of presence: Insights from a RPG game. *Computers in Entertainment (CIE)* .
- Clarke, D. &. (2006). How computer gamers experience the game situation: behavioral study. *Computers in Entertainment, (CIE)*.
- Donath, D. &. (1995). Virtual Reality Aided Design (VRAD) in the early phases of the architectural design process. . In: *Proceedings of caad futures* .
- Gervautz, T. M. (1999). *Virtual Reality History, Applications, Technology and Future*. Vienna: Institute of Computer Graphics.
- HUNG-MING CHENG, Y.-N. Y.-B. (2009). *DIGITAL ARCHIVING IN CULTURAL HERITAGE PRESERVATION*. Taiwan: China University of Technology, Taiwan. Obtenido de cumincad.org: http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2009_120.content.pdf
- Johnson, D. M. (2005). *Introduction to and review of simulator sickness research*. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Luz del Carmen Jimarez Caro, J. F. (2015). *Colección Puebla desde el Aire* . Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Dirección de Fomento Editorial.
- Mariolly. (2013). *Estudio para la valoración y recuperación de patrimonio arquitectónico religioso Venezolano a través de técnicas digitales: Iglesia de San Jacinto, Caso de estudio*. Caracas: SIGraDi.
- Oulu School of Architecture, U. o. (1 de Agosto de 2016). *eCAADe*. Obtenido de http://ecaade.org/testsite/wp-content/uploads/2016/09/eCAADe2016_volume2_lowres.pdf
- Pantoja, C. M. (2008). *La Real Aduana de Azogues*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 1997.
- Serrato-Combe, A. (2002). *VISUALIZANDO EL PASADO EL CASO DEL TEMPLO MAYOR DE MÉXICO*. Caracas: SIGraDi.
- Sutherland, I. (1965). The Ultimate Display. *Proceedings of IFIP*.
- Telefónica, F. (2011). *Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Madrid: Editorial Ariel.



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Alcabala: La alcabala fue el impuesto más importante del Antiguo Régimen que gravaba el comercio y era el que más ingresos producía a la hacienda real, pues, aunque el diezmo era aún más importante, su perceptor principal era la Iglesia, con participación del rey.

Arduino: Arduino (Genuino a nivel internacional hasta octubre 2016), es una compañía de hardware libre y una comunidad tecnológica que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware, compuestas por Microcontroladores, elementos pasivos y activos . Por otro lado las placas son programadas a través de un entorno de desarrollo (IDE), el cuál compila el código al modelo seleccionado de placa.

Arduino se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos multidisciplinarios.¹²Toda la plataforma, incluyendo sus componentes de hardware (esquemáticos) y Software, son liberados con licencia de código abierto que permite libertad de acceso a ellos..

Azogue: El nombre antiguo del elemento químico mercurio.

Caudales: Definición de caudal. Caudal es un término que posee dos raíces etimológicas distintas. Cuando procede del latín capitālis (es decir, “capital”), puede aprovecharse para identificar a la hacienda (entendida como el conjunto o acumulación de la riqueza), el dinero o los capitales financieros.

Cala: Acción y resultado de cortar o taladrar diversos materiales: practicaron una cala a la madera para ver si tenía carcinoma.

Perforación que se hace en un terreno o en una obra de fábrica para reconocer su profundidad, composición, estructura, etc.

Canones: m. Regla o precepto, generalmente fijados por la costumbre o los usos sociales: canon de la buena mesa.

Modelo de características perfectas, en especial el ideal clásico griego de proporciones para el cuerpo humano: canon griego de belleza.



Cinestesia: La cinestesia o Kinestesia o quinesia es la rama de la ciencia que estudia el movimiento humano. Se puede percibir en el esquema corporal, el equilibrio, el espacio y el tiempo. Proviene del griego κίνησης /kínesis/, ‘movimiento’, y αἴσθησις /aísthesis/, ‘sensación’. Es decir, etimológicamente, “sensación o percepción del movimiento” es el nombre de las sensaciones nacidas de la lógica sensorial que se transmiten continuamente desde todos los puntos del cuerpo al centro nervioso de las aferencias sensoras.

Crujias: Se denomina crujía al espacio arquitectónico comprendido entre dos muros de carga, dos alineamientos de pilares (pórticos), o entre un muro y los pilares alineados contiguos.

Cry Engine: CryEngine es un motor de juego creado por la empresa alemana desarrolladora de software Crytek, originalmente un motor de demostración para la empresa Nvidia, que al demostrar un gran potencial se implementa por primera vez en el videojuego Far Cry, desarrollado por la misma empresa creadora del motor. El 30 de marzo de 2006, la totalidad de los derechos de CryEngine son adquiridos por la distribuidora de videojuegos Ubisoft.

Dintel: Viga, madero u otro elemento horizontal que, apoyado sobre las jambas, cubre el vano de una puerta o ventana, y sirve de sostén del muro superior.

"sobre el dintel se lee la inscripción: “bienvenidos”"

Dovela: Actualmente se elaboran en hormigón (concreto) armado o pretensado. En arquitectura clásica, la dovela es una pieza, normalmente de piedra, en forma de cuña que componen el arco o la bóveda y se caracterizan por su disposición radial. La dovela del centro, que cierra el arco, se llama clave.

Enlucido: Adj. Revestimiento de yeso, estuco, cal, etc., que se da a las paredes para alisarlas.

"dar un enlucido; revocar el enlucido de una obra"

Escarzano: El arco escarzano (denominado también arco corvado) es un tipo de arco rebajado simétrico que consiste en un sector circular que posee su centro por debajo de la línea de impostas. Se suele encontrar en los puentes debido a que presenta una mayor sección de desagüe que un arco de medio punto equivalente.



Revalorización del patrimonio edificado a través de la arquitectura virtual

Estratigrafía: La Estratigrafía es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación, así como de la identificación, descripción y secuencia tanto vertical como horizontal de las rocas estratificadas; también se encarga de la cartografía y correlación de estas unidades de roca,

Fitomorfo: Si aplicamos el concepto de composición en castellano como el procedimiento que permite la formación de palabras con vocablos o elementos de otras lenguas, FITOMORFO viene del griego PHITÓN que significa planta o vegetal y de MORPHOS (elemento también del griego) que significa forma. En consecuencia, fitomorfo es aquello que tiene forma de planta o vegetal. Una sombra puede ser fitomorfa; en el paisaje podemos ver nubes fitomorfas. Las rocas pueden adoptar contornos o tener vetas fitomorfas.

Geminado: Algunas células se geminan para reproducirse. intr. y prnl. ling. Producirse la geminación o repetición de un elemento lingüístico.

Inmersiva: Es una instalación multimedia que reconstruye un paisaje panorámico de video en forma cilíndrica abarcando un campo visual de 360°. La instalación involucra de manera directa al espectador, dado que este interactúa con la proyección, definiendo dos parámetros: encuadre y zoom.

Interinato:

OFICIOS Y PROFESIONES Interinidad, tiempo que dura el desempeño interino de un cargo.

Intrínseco: adj. Que es propio o característico de la cosa que se expresa por sí misma y no depende de las circunstancias.

Lumbrera: Persona inteligente e informada, capaz de iluminar o ilustrar a los demás.

"tan fácilmente no se echa en olvido la bien ganada fama de una lumbrera nacional"

Abertura en el techo o en la parte alta de una habitación, que comunica con el exterior y proporciona luz y ventilación.

"la lumbrera hace que este cuarto sea el más luminoso de la casa"

Mixtilíneo: Que está formado por líneas rectas y por líneas curvas.



Revalorización del patrimonio edificado a través de la arquitectura virtual

"en la arquitectura conventual, son importantes los claustros, de ricos perfiles mixtilíneos en sus arcadas"

Oculus rift: Oculus Rift es un casco de realidad virtual que está siendo desarrollado por Oculus VR. Durante su periodo como compañía independiente, Oculus VR ha invertido 91 millones de dólares para el desarrollo de Oculus Rift.

Presbitero: Hombre que ha recibido la tercera de las órdenes sacerdotales mayores que otorgan las iglesias católica, ortodoxa y anglicana y que tiene entre sus funciones principales celebrar misa, anunciar el Evangelio, administrar los distintos sacramentos (excepto la confirmación) y orientar espiritualmente a sus fieles.

Purista: [persona] Que se preocupa por preservar la limpieza del idioma y trata de evitar, consciente y afectadamente, los extranjerismos y los neologismos innecesarios.

adjetivo/nombre común [persona] Que escribe o habla con pureza, tratando de acercarse al máximo a la norma de la lengua.

Policromo: Esta técnica puede llevarse a cabo en una construcción, un monumento u otro cuerpo. Existen diversos caminos para lograr que algo sea policromo. Aunque la manera tradicional consiste en utilizar distintas pinturas, también se puede policromar a través de azulejos, mármoles y otros objetos.

Quintales: De quintal, Sistema internacional de unidades. El quintal métrico es el segundo múltiplo del kilogramo y el quinto del gramo. También lleva el nombre de decitonelada, y cuando es mencionado de esta forma, se considera primer submúltiplo de la tonelada métrica. Esta es una unidad muy difundida actualmente para pesar las cosechas. Un quintal era una antigua unidad de peso¹ española, que equivalía a:

- 100 libras castellanas, 46,008 kg.

En Castilla equivalía al peso de 100 libras, 46 kg aproximadamente. Las fracciones de un quintal se medían en arrobas, que era la cuarta parte de un quintal (11,5 kg).

La definición moderna es de:

$$1 \text{ quintal métrico} = 100 \text{ kg}$$



Revalorización del patrimonio edificado a través de la arquitectura virtual

Salomonica: De Salomón (rey de Israel del siglo x a. C.) o relacionado con él.

"época salomónica" [juicio, decisión] Que pretende dar parte de razón a todos los implicados.

"el Gobierno argentino tomó una decisión salomónica en el reparto de la empresa estatal de telefonía"

Tapiada: CONSTRUCCIÓN Rodear una cosa con una tapia tapiaremos el terreno para que no entre nadie. cercar,CONSTRUCCIÓN Cerrar una abertura con un muro o un tabique tapia ron la entrada del cine. emparedar.

Toscano: El toscano es una variedad de italo-romance que se desarrolló durante la Edad Media y que sirvió de base para el italiano. Poco influida por otras lenguas románicas, se impuso sobre las demás lenguas y dialectos italianos gracias al prestigio de sus grandes escritores del siglo XIV: Dante Alighieri, Francesco Petrarca, Giovanni Boccaccio, y, en época posterior, de Maquiavelo y Francesco Guicciardini, que confirieron al toscano la dignidad de "lengua literaria" de Italia.

Unity: Unity es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X, Linux. La plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas (Véase la sección Plataformas objetivo). A partir de su versión 5.4.0 ya no soporta el desarrollo de contenido para navegador a través de su plugin web, en su lugar se utiliza WebGL. Unity tiene dos versiones: Unity Professional (pro) y Unity Personal.

Unreal Engine: Unreal Engine es un motor de juego de PC y consolas creados por la compañía Epic Games. Implementado inicialmente en el shooter en primera persona Unreal en 1998, siendo la base de juegos como Unreal Tournament, Deus Ex, Turok, Tom Clancy's Rainbow Six: Vegas, America's Army, Red Steel, Gears of War, BioShock, BioShock 2, BioShock Infinite, Star Wars Republic Commando, Batman: Arkham Asylum, SMITE o Mass Effect. También se ha utilizado en otros géneros como el rol y juegos de perspectiva en tercera persona. La versión actual está programada en C++ y es compatible tanto con OpenGL como DirectX 11 y 12, siendo compatible con varias plataformas como PC (Microsoft Windows, GNU/Linux), Apple Macintosh (Mac OS X) y la mayoría de consolas (Xbox One , PlayStation 4 y Nintendo Switch). Unreal Engine también ofrece varias herramientas de



gran ayuda para diseñadores y artistas facilitando la visualización de entornos o de construcciones.

Vindica: (Del lat. vindicare.)

1. v. tr. y prnl. Causar un daño a una persona como respuesta a otro o a un agravio recibido de ella se vindicó de los males recibidos. vengar
2. Defender, en especial por escrito, a una persona que es atacada o calumniada injustamente se e vindica para recuperar su buena fama.
3. v. tr. Recuperar una persona una cosa que le pertenece. reivindicar

WASD: Orden de las teclas en como se juegan los videojuegos. Ubicar el origen del WASD es complicado. Antes sólo se usaba el teclado para jugar, la introducción del ratón como modo de controlar la visión fue toda una revolución para los jugadores, y **cada jugador trataba de crear su propia configuración de teclas** para conseguir ventaja. Esto hacía que nos encontrásemos combinaciones como EDSF, ZXC, ASDX o incluso ZXCV