



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
PROGRAMA DE LA LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

ARQUITECTURA VIRTUAL DEL CASTILLO SAN ANTONIO DE LA
EMINENCIA DE LA CIUDAD DE CUMANÁ
(Modalidad: Investigación)

JAVIER MANUEL MÁRQUEZ FONTÁN

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN INFORMÁTICA

CUMANÁ, 2011

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	5
PRESENTACIÓN	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
ALCANCE Y LIMITACIONES	6
Alcance	6
Limitaciones	6
CAPÍTULO II.....	8
MARCO DE REFERENCIA.....	8
MARCO TEÓRICO	8
Antecedentes de la investigación.....	8
Antecedentes de la organización	9
Área de estudio	10
Área de la investigación	11
Computación Gráfica.....	13
Construcción tridimensional.....	15
Transformaciones Geométricas	17
Representación tridimensional	17
Textura e iluminación	18
Características de la Realidad Virtual.	20
Estructura de un software de Realidad Virtual.....	23

Arquitectura Virtual.....	26
Reconstrucción virtual.....	26
Elementos de la reconstrucción virtual.....	27
Multimedia.....	27
Bases Legales	27
Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).....	28
Ley de protección y defensa del patrimonio cultural.....	28
MARCO METODOLÓGICO	29
Metodología de la investigación.....	29
Métodos	29
Metodología del área de estudio.....	30
Estudio de factibilidad.....	30
Planificación	30
Diseño del Mundo Virtual	30
Construcción del Mundo Virtual.....	30
Prueba y control de calidad	31
Ensayo Piloto.....	31
Distribución del mundo virtual.....	31
CAPÍTULO III:	32
DESARROLLO.....	32
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	32
Justificación de la Investigación.....	32
Criterios de desarrollo	33
Documentación de la Investigación.....	33
Reseña Biográfica del Ingeniero Militar Agustín Cramer.....	33
Cronología del Castillo San Antonio de la Eminencia	34
Cronología	34
Análisis hipotético deductivo de la reseña cronológica del Castillo San Antonio de la Eminencia.....	41

Sismología Histórica.....	45
Estudio de Conveniencia	47
Requerimientos de Salida	47
Requerimientos de Instalación.....	47
Requerimientos de Adaptabilidad	47
Beneficios Intangibles	48
Planificación	48
Análisis documental y bibliográfico.....	49
Ciclo de trabajo en producciones 3d.....	49
Producción	49
Post-producción.....	50
Diseño del mundo virtual	52
Requerimientos lógicos	52
Análisis del plano de Agustín Cramer.....	52
Descripción de los espacios físicos del castillo.....	54
Espacios interiores y espacios exteriores.....	55
Espacios interiores	55
Cuartel	55
Cárcel de los presos comunes	55
Espacios exteriores	56
Base del castillo.	56
El aljibe.....	56
Almacén de pólvora.....	56
Plaza de armas.	56
Puente de madera.....	57
Muro perimetral.	57
Lugar Común.....	57
El paisajismo.....	57
Determinación de los atributos del castillo.....	57

Determinación de los espacios a modelar.....	60
Objetos a modelar	60
Determinación de las texturas del castillo	61
Determinación del sonido de la aplicación.....	62
Definición de secuencias y tiempos de videos	62
Definición de las secuencias de navegación.....	63
Construcción del mundo virtual	64
Modelado de los escenarios y objetos	64
Modelado	64
Edición (sonido, video, texto).....	68
Prueba y control de calidad	68
Ensayo Piloto.....	70
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
HOJA DE METADATOS	84

DEDICATORIA

A.

Dios todopoderoso por darme todo lo que soy, por su infinito amor y misericordia.

A mi madre por su amor, por su paciencia, por su fe, por su empuje, por creer tanto en mí, que hizo que yo también creyera.

A mi padre por su sentido de la responsabilidad, y por su apoyo incondicional.

A mis hermanos por su solidaridad infinita.

A mi tía Omaira, a mi primo Alfredo, y a mi amigo Gustavo.

A toda mi familia.

AGRADECIMIENTOS

A.

Dios y mi familia, por apoyarme, por creer en mí y por las infinitas oportunidades que me ofrecen.

Zulay Duran por ayudarme a lograr este objetivo.

La profesora Mary Carmen Rodríguez por su orientación y por ser mi tutora.

La arquitecta Ana Teresa Oropesa y al Padre Alexander Castro por sus conocimientos y por su humildad.

Xari, a Heriberto y a toda la gran cantidad de modeladores 3d que conocí en este proyecto, y que me brindaron su apoyo.

LISTA DE TABLAS

Tabla 2. Leyenda del plano de Agustin Cramer	53
Tabla 3. Nombres de los espacios físicos del Castillo	54
Tabla 4. Distribución de los espacios físicos del Castillo	55
Tabla 5. Distribución de los espacios físicos de la Cárcel común	56
Tabla 6. Espacios del castillo a modelar	60
Tabla 7. Objetos a modelar del exterior del castillo.....	61
Tabla 8. Objetos a modelar del interior del castillo	61
Tabla 9. Determinación de las texturas del castillo.....	61
Tabla 10. Definición de la música de fondo.....	62
Tabla 11. Definición de los tiempos de video	62
Tabla 11. Verificación de plataformas	69
Tabla 12. Verificación de fallas	69
Tabla 13. Evaluación estética.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representación tridimensional.....	15
Figura 2. Estructura de un software de realidad virtual	26
Figura 4. Plano de Agustín Cramer.....	53
Figura 6. Vista de planta del plano del modelo propuesto	1
Figura 7: Vista frontal del Plano del Modelo Propuesto	59
Figura 7. Diagrama de navegación.....	64
Figura 14. Grafico 1	70
Figura 15. Grafico 2	71
Figura 16. Grafico 3	72
Figura 17. Grafico 4	73
Figura 18. Grafico 5	74
Figura 19. Grafico 6	75
Figura 20. Grafico 7	75
Figura 21. Grafico 8	76
Figura 22. Grafico 9	77
Figura 23. Grafico 10	77

RESUMEN

El Castillo de San Antonio de la Eminencia, constituye una estructura arquitectónica testimonial de la época colonial que hoy ha desaparecido totalmente; al no disponer de ella, se está negando a las presentes y futuras generaciones el acceso a saberes sobre su patrimonio e identidad cultural. Por lo tanto, se asume La Reconstrucción Arquitectónica Virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia con el fin de rescatar las memorias arquitectónicas del estado Sucre, contribuyendo con la difusión de nuestra historia cultural. Para ello, se utilizó la metodología de Vélez (2000), la cual está constituida por las siguientes fases: estudio de factibilidad, planificación, diseño del mundo virtual, prueba y control de calidad, ensayo piloto y distribución del mundo virtual. En la fase de estudio de factibilidad se determinó la viabilidad del proyecto, confirmando la veracidad de las fuentes documentales y del modelo en estudio, definiendo los costos operativos, la disponibilidad de recursos y los equipos necesarios para la ejecución. En la fase de planificación, se especificaron las actividades a realizar, estructurando un plan de ejecución, con cada una de las tareas necesarias para la reconstrucción virtual del Castillo de San Antonio de la Eminencia. En la fase de diseño del mundo virtual, se establecieron los requerimientos del modelo en estudio, definiendo los tiempos aproximados de video, tipos de texturas, tipos de iluminación y, en general, todos los aspectos de diseño. La fase de construcción, consistió en el desarrollo del modelo del mundo virtual en función de las especificaciones y criterios elaborados en la fase de diseño. Durante la etapa de prueba y control de calidad, se verificó que el mundo virtual desarrollado cumpliera con los estándares de diseño y funcionalidad, planteados en las etapas anteriores. En la fase de ensayo piloto se elaboraron pruebas preliminares, exponiendo la aplicación virtual a un pequeño grupo de usuarios, donde se observó su comportamiento e impresiones ante la aplicación, permitiendo determinar las posibles fallas y aplicar las correcciones y ajustes necesarios para garantizar el buen funcionamiento y éxito de la misma. Cabe destacar que la arquitectura virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia, fue desarrollado con la herramienta de modelado y animación Blender, y con el editor de video Sony Vegas, garantizando con ello el éxito del proyecto. Las pruebas de la aplicación, demostraron su eficacia como herramienta pedagógica para la aproximación a los valores constitutivos de la identidad y el patrimonio cultural. Es posible afirmar que, tanto la herramienta como la metodología pueden ser aplicadas exitosamente a la reconstrucción arquitectónica en el campo de la enseñanza.

INTRODUCCIÓN

El hombre, desde sus orígenes, se ha enfrentado a diversas problemáticas para satisfacer múltiples necesidades. Ésto lo ha obligado a buscar soluciones, siendo la generación de ideas y la habilidad de utilizar los recursos, la mejor manera para resolverlos. Esta capacidad innata del hombre de razonar y su curiosidad, le han permitido tener nuevas perspectivas de las cosas y utilizarlas como una nueva herramienta para el desarrollo de la sociedad (García, 2006).

En las últimas décadas, el crecimiento acelerado de la humanidad ha llevado a la creación de nuevas tecnologías en el ámbito de la computación y con ella el incremento de la informática, siendo factor preponderante en la aparición de nuevos conceptos, entre ellos, el de Realidad Virtual.

Aunque no existe una definición totalmente aceptada sobre lo que significa este término, se puede decir que el concepto agrupa dos ideas aparentemente opuestas, y según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2001), la palabra “realidad,” se define como aquello que tiene existencia verdadera y efectiva y por otro lado afirma que “virtual” proviene del latín *virtus* que significa fuerza, virtud, energía inicial, y que alude como adjetivo a lo que tiene virtud para producir un efecto, aunque no lo produce de presente, usándose frecuentemente en oposición a efectivo o real.

La composición entre las definiciones de real y virtual crean una paradoja al quedar la interpretación como, “realidad no real”, dando cabida a discusiones y dudas sobre su contexto gramatical, así la Realidad Virtual no podría verse sólo como una concepción de dos palabras, sino como un paradigma, un nuevo modelo, una nueva manera de ver el mundo, donde su objetivo principal es la de producir un ambiente que sea indiferenciado a la realidad física (Talavera, 2006).

Dado que la Realidad Virtual trata de una tecnología en plena evolución, su definición actual debe ser considerada sólo con carácter transitorio; sin embargo, sus características están plenamente identificadas y sus principales componentes serían la simulación, la interacción, y percepción (Ledesma, 2005). “La simulación, es el proceso de diseñar un modelo del sistema real y llevar a cabo experiencias con el mismo, con la

finalidad de comprender el comportamiento del sistema” (Shannon, 1996), es decir, la representación animada del mundo a experimentar. La interacción, se refiere a la relación entre el usuario y el sistema creado, la manera de controlarlo y manejarlo. La percepción, que es el factor más importante, se refiere a los sentidos y a la forma como se percibe el sistema, y gracias a ello, el usuario puede creer que está viviendo situaciones reales, alcanzando una sensación de inmersión en un ambiente digital (Molina, 2002).

En consecuencia, los usos posibles de la Realidad Virtual son bastante amplios y flexibles: desde aplicaciones que permiten resolver problemas complejos, hasta desarrollos orientados a áreas como medicina, ingeniería, educación, investigación militar, robótica, y entrenamiento, entre otros (Parra, 2001). Hablar de sus diferentes aplicaciones, sería hacer referencia a los simuladores de vuelos para los entrenamientos de pilotos, a los videos juegos, a las aulas virtuales, a los sistemas inteligentes y a innumerables ideas que deja un marco de acción que se pierde de vista, desde donde es posible percibir a la Realidad Virtual como parte integral y cotidiana de la vida del hombre en un futuro cercano.

La arquitectura no está exenta del marco de la Realidad Virtual, naciendo con ello el término de Arquitectura Virtual y definida como aquel universo de objetos construidos, visualizados, accedidos, manipulados y utilizados tridimensionalmente, con propósito arquitectónico (Vélez, 2000). A través de la Arquitectura Virtual se crean espacios, que sólo se pueden visitar digitalmente; como tal, pueda representar cualquier modelo u obra arquitectónica, ofreciendo la oportunidad no sólo de mirar el futuro mediante la creación de nuevas modalidades de objetos arquitectónicos, sino también el pasado, a través de un viaje en el tiempo que permita recorrer y visualizar, cualquier espacio u obra estructural del pasado.

El rescate de los patrimonios arquitectónicos del planeta es una de las prioridades principales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y es la Arquitectura Virtual uno de los baluartes en el logro de este objetivo. Las primeras aplicaciones relacionadas a la arquitectura y reconstrucción virtual se remontan a Europa y Norte América de finales de mil novecientos ochenta,

especialmente a España, Francia e Inglaterra, donde se iniciaron una gama de proyectos patrocinados por sus respectivos gobiernos para la digitalización en tres dimensiones de los patrimonios culturales, como castillos, iglesias, y casa coloniales, destacándose entre ellos el Proyecto Vahalla, que fue desarrollado por la Universidad del Oeste de Inglaterra Bristol (UWE), donde se reconstruyeron algunos de los jardines históricos de Francia e Inglaterra con sus respectivas casas coloniales (Gurri, 2006).

En la actualidad, la Arquitectura Virtual y sus aplicaciones, son herramientas comunes de universidades, instituciones y empresas. Venezuela, a pesar de contar con grandes exponentes de la Arquitectura Virtual como el arquitecto venezolano Gonzalo Vélez y de tener una gran base tecnológica sustentada en universidades e institutos, los proyectos de rescate del Patrimonio Cultural basados en la Realidad Virtual, apenas comienzan, siendo uno de estos pocos, el documental realizado por el Ministerio del Poder Popular para la Cultura, donde se muestra mediante una animación en tres dimensiones, como se hizo el Naviero Leander (Bracci, 2007), barco que fue utilizado por Francisco de Miranda para encabezar la toma de la Vela de Coro, uno de los inicios de la gesta independista en el país.

Para una reconstrucción y recorrido virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia se acudirá a una plataforma de software libre que permita recrear visualmente lo que fue el Castillo arquitectónicamente antes de los movimientos telúricos que causaron su destrucción posterior a 1777, restaurando virtualmente los dormitorios de los oficiales y soldados, la cocina, la cárcel, y otros, lo que equivale a decir todos los interiores del Castillo, al igual que los exteriores con sus objetos como: cañones, balas, fusiles, muros externos, bases del Castillo, contexto paisajístico relevando la presencia de ríos y el mar. Esta aplicación servirá de apoyo como material audiovisual complementario a los usuarios del Museo de Arte Contemporáneo de Cumaná, el cual forma parte de la Fundación Castillo de San Antonio de la Eminencia y se encarga de preservar la memoria histórica de la ciudad, cuya organización será quien difunda, este material para ser utilizado como instrumento pedagógico en las instituciones educativas, no sólo del estado Sucre, sino de toda Venezuela.

El presente trabajo está estructurado en tres (3) capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capítulo I. Presentación.

Este capítulo describe el problema encontrado y el enfoque del que fue objeto durante la investigación, el alcance y las limitaciones presentadas.

Capítulo II. Marco de referencia.

Presenta las bases teóricas para el soporte de la investigación y la metodología utilizada para lograr el objetivo propuesto.

Capítulo III. Desarrollo.

Se desarrollan, de manera detallada, cada una de las fases de la metodología aplicada para la obtención del software y las pruebas realizadas al nuevo sistema.

Finalmente, se presentan las conclusiones y las recomendaciones del trabajo realizado.

CAPÍTULO I.

PRESENTACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Muchas de las estructuras históricas antiguas Venezolanas como son: puentes, teatros, universidades y otros patrimonios, han sido víctimas irremediables del tiempo, del maltrato del hombre y de los fenómenos naturales, quedando de ellas pequeñas ruinas o nada en muchos casos. Los altos costos de reconstrucción arquitectónicos y la carencia de buenos especialistas en restauración de estructuras antiguas en el país, hacen cuesta arriba la restauración, por medios físicos, de estas edificaciones, perdiéndose la oportunidad de conocer sus características arquitectónicas y su belleza, y dejando a los visitantes y turistas de los monumentos históricos, solo la imaginación como único recurso para contextualizar lo que fue estructuralmente Venezuela en sus inicios.

En razón de ello, la Fundación Castillo San Antonio de la Eminencia, en ejercicio de su legítima preocupación por las intervenciones que se han desarrollado en el Castillo de San Antonio de la Eminencia, con cuya ejecución no solamente se ha malgastado una buena cantidad de recursos, sino que, lo más importante de todo, es la pérdida de la esencia arquitectónica de este monumento, falseando su estructura original y generando una deformación de la memoria histórica. En tal sentido, la Fundación se inclinó por la búsqueda de una propuesta factible y viable de reconstrucción del Castillo, por considerar que esta estructura, es hoy, no solamente una ruina, sino un monumento histórico nacional partícipe de más de 400 años de historia, de luchas por la colonización primero, luego por la defensa de los territorios conquistados y finalmente por la independencia; y que lamentablemente, sobre esta estructura se evidencia la completa ausencia de políticas de preservación y revalorización del patrimonio y la identidad Cultural.

En razón de las limitaciones antes descritas, se hace evidente la utilidad de la reconstrucción arquitectónica virtual como metodología para la restauración del Castillo.

Para ello, será necesario utilizar una plataforma de software libre de modelado, iluminación y animación, que facilite el levantamiento virtual de la edificación.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcance

La realización del presente trabajo se basó en el desarrollo de la arquitectura virtual del Castillo de San Antonio de la Eminencia, cuya ejecución permitirá:

- Hacer un arqueo documental del Castillo para los años posteriores a 1777.
- Reconstruir virtualmente, en 3D, mediante la aplicación de una herramienta de software libre, las partes de la estructura que han desaparecido con el tiempo.
- Generar un instrumento didáctico a ser aplicado en las instituciones de Educación Primaria, Media y Universitaria, con la finalidad de acercar a los estudiantes a los valores constitutivos del Patrimonio Cultural del Estado Sucre.
- Contribuir a la revalorización del patrimonio y la identidad cultural.
- Preservar la Memoria Histórica para las nuevas generaciones.
- Ejemplificar el uso del software libre como herramienta para la arquitectura virtual.

Limitaciones

A pesar de las ventajas del software libre, en especial el utilizado en este proyecto (Blender), se evidencia una deficiencia en el enfoque del modelado, en virtud de que la herramienta no presenta, los niveles de precisión característicos de otras herramientas (CAD) de desarrollo arquitectónico.

Ausencia de material documental (dibujos, pinturas, frescos, entre otros..) correspondiente a la estructura; debido a que las políticas nacionales de conservación de los elementos constitutivos del patrimonio y la identidad cultural son escasas, sumado a las muchas guerras independentistas, las cuales causaron la destrucción y pérdida total de muchas esas fuentes.

Intervención arquitectónica y estructural de las edificaciones originales, usando materiales no consecuentes con la época (en ella se usaban la piedra y el mortero, el yeso y cal para los frisos; así como también utilizaban materiales marinos para generar

aglutinantes con los cuales sostener sus edificaciones de piedra), lo cual hace imposible tomar muestras que reflejen fidedignamente la construcción inicial, desde donde es posible señalar que se hizo obligatorio imaginar mucho de lo que constituye el resultado final.

Dificultad para la conversión de las medidas originales, las cuales, al ser llevadas a la métrica decimal actual, generan imprecisiones, en vista de lo polémico de las posturas sostenidas por los distintos autores acerca de la correspondencia entre unas y otras.

Carencia de especialistas en el área de restauración arquitectónica, que hubieran podido servir de asesores para la realización de este trabajo de investiga

CAPÍTULO II.

MARCO DE REFERENCIA

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

Para el análisis de los antecedentes de esta investigación, se recurrió a las fuentes documentales; aunque fueron pocas las referencias encontradas, en virtud de la novedad del campo de estudio, es posible, sin embargo, citar algunas fuentes que permitan elaborar un referente teórico conceptual sobre lo que aquí se desarrolla.

Al respecto, Sabino (2002) señala que los antecedentes se refieren "...a la revisión bibliográfica que se hace para consultar e informarse sobre lo ya investigado, sobre el tema y realizar un primer contacto con el problema a estudiar." (Sabino, 2002). Entre las investigaciones que sirven de apoyo, se encuentran las que a continuación se detallan. Cabe hacer referencia al proyecto desarrollado por la Universidad del Oeste de Inglaterra Bristol (UWE), denominado "Proyecto Vahalla", donde se reconstruyeron algunos de los jardines históricos de Francia e Inglaterra con sus respectivas casas coloniales (Gurri, 2006). Igualmente, el trabajo de la Universidad de California (UCLA), que elabora un riguroso viaje al pasado arqueológico de la ciudad de Roma, donde se reconstruyen virtualmente XIV siglos de historia, con sus Distritos y Monumentos más representativos, que será accesible a los usuarios de la Internet para el año 2020 (Fernández, 2007).

El Grupo de ingeniería Gráfica avanzada de la Universidad de Zaragoza (GIGA), a través del proyecto del Gobierno de Aragón, "Patrimonio Romano de Aragón", desarrolló la reconstrucción virtual de las ciudades de **Bíbilis** (Calatayud, Zaragoza) y de **Labitolosa** (La Puebla de Castro, Huesca), con el fin de rescatar el patrimonio de la provincia y contribuir con las campañas de preservación planteadas por el ayuntamiento de la ciudad (Serón, 2010).

La Fundación Santander 2016 y el Ayuntamiento de Santander, en su promoción por que la ciudad sea elegida capital de la cultura Europea para el 2016, desarrollan

entre sus proyecto la reconstrucción virtual del patrimonio de la ciudad de Santander, se mostraran todos los edificios históricos, con sus iglesias, plazas, calles y demás donde obras arquitectónicas (Lérida, 2010).

En este mismo sentido, en pro del rescate del patrimonio arquitectónico urbano, el Departamento de Patrimonio del Ayuntamiento de Cádiz, patrocinó la reconstrucción virtual de la ciudad de Cádiz del siglo XVIII, donde se puede admirar las estructuras militares, religiosas y festivas de la ciudad (Sanz, 2010).

En Venezuela, a pesar de que son pocos los trabajos realizados y las políticas de Revalorización y Restauración del Patrimonio Cultural son apenas incipientes, es posible resaltar el trabajo realizado sobre el Pueblo de Guaraque, Estado Mérida, bajo los auspicios de la Gobernación del Estado, donde se hace una reconstrucción de las partes más importantes de la arquitectura colonial de la zona.

Así mismo, el Ministerio del Poder Popular para la Cultura, patrocinó un documental animado, en la cual se recrea virtualmente como se hizo el naviero Leander, barco que fue utilizado por Francisco de Miranda para encabezar la toma de la Vela de Coro, uno de los inicios de la gesta independista en el país (Bracci, 2007).

Antecedentes de la organización

La Fundación Castillo de San Antonio es una institución sin fines de lucro, creada por instancias de la Gobernación del estado Sucre durante el segundo período gubernamental del Dr. Ramón Martínez Abdenour, como un ente descentralizado de acción cultural, dependiente administrativamente del Ejecutivo Regional, pero con autonomía y patrimonio propio para desarrollar sus actividades, las cuales están orientadas y regidas por el Plan Cultural del estado Sucre. Teniendo como sede el Museo de Arte Contemporáneo de Cumaná, ubicado a escasos cien metros del Castillo, sitio estratégico para el desarrollo de sus actividades.

La Fundación Castillo de San Antonio, se define como una organización protectora del Patrimonio y la Identidad Cultural del estado Sucre y guardiana de los monumentos históricos que componen los vestigios arquitectónicos coloniales. Es por ello, que tiene como misión la difusión a nivel local, regional y nacional, de su valor socio cultural a través de recursos metodológicos y herramientas pedagógicas como:

talleres, cursos, seminarios, exposiciones, videos, páginas web, excursiones y en general, todas aquellas actividades que propendan a la sensibilización de los ciudadanos acerca de la conservación de la identidad sucrense, para lo cual hará uso de todos los medios a su disposición.

Área de estudio

Representa los aspectos teóricos relacionados con el área donde se desarrolla la aplicación; de acuerdo a las características que presenta este proyecto, se puede ubicar esta investigación dentro de la reconstrucción arquitectónica virtual, ya que se pretende generar digitalmente espacios físicos arquitectónicos, con el fin de simular algún extracto del mundo real; en este caso, aplicado al Castillo de San Antonio de la Eminencia, ubicado en la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

Sobre la reconstrucción virtual, el arquitecto mexicano Chanfón explica, que “... es la intervención que tiene por objeto volver a construir partes desaparecidas o perdidas...” aplicándose esto perfectamente a la estructura en estudio, puesto que buena parte de la misma se encuentra desaparecida y otra, difuminada por el tiempo (Chanfón y Ovando, 2006). Al respecto Fredy Ovando, expresa que se trata de “...la descripción con dibujos y/o textos del patrimonio destruido. Esta acción, por lo general, se realiza cuando el sitio o monumento ya no existe...” (Chanfón y Ovando, 2006), siendo esta la situación particular del Castillo de San Antonio de la Eminencia, de lo cual se desprende no solo la plena justificación de la acción reconstructiva virtual, sino su ubicuidad en cuanto a la teoría existente en el campo de acción.

De allí que, partiendo de lo antes expresado por los autores y comprendiendo la multidisciplinariedad de esta acción es posible adherir lo expresado por Rodríguez (2002) al definir la reconstrucción histórica virtual como:

una acción de intervención del Patrimonio urbano-arquitectónico en la cual, por medio de un lenguaje gráfico y basado en fuentes documentales, lectura de las evidencias del sitio y otros insumos, se ofrece una interpretación de los ambientes edificados perdidos o mutilados del pasado...

De lo anterior, se deviene que el proceso de reconstrucción arquitectónica virtual

que aquí se presenta, pretende ofrecer a las nuevas generaciones la oportunidad de entrar en contacto con partes perdidas, o mutiladas de su patrimonio, usando tecnologías aplicadas, en este caso, al Castillo de San Antonio de la Eminencia, evidencia histórica de la colonización española en suelo venezolano, ubicada en la primera ciudad fundada en todo el Continente Americano: Cumaná.

Área de la investigación

El presente trabajo, enmarcado dentro de las aplicaciones virtuales, refleja los criterios de desarrollo de la Arquitectura Virtual, permitiendo reproducir ciertas características físicas existentes, que dan al usuario una sensación de estar viviendo situaciones verdaderas, que sirve como medio para el conocimiento, comprensión y difusión de la realidad; este tipo de investigación permite elaborar un proyecto de un modelo tangible, el cual es viable para la solución al problema, permitiendo establecer contacto con la realidad a fin de conocer mejor la situación y, de esta manera, poder dar solución eficaz a la situación actual.

En el caso presente, se trata de un proyecto de Reconstrucción Arquitectónica Virtual pero, para analizarla debidamente, es preciso anticipar una definición de Realidad Virtual (RV, o por sus siglas en Inglés, VR Virtual Reality) tarea que es difícil en virtud de que, posiblemente, existen tantas definiciones como investigadores haya, pues su reciente y rápida evolución no ha permitido establecer una definición clara y no es nada extraño que la definición de realidad virtual resulte ser relativa para diferentes personas y en distintas situaciones. Más que “definirla” se muestran un conjunto de aproximaciones, donde cada una entrega una idea de lo que se debería entender por Realidad Virtual:

Realidad virtual es un enfoque que incorpora una nueva concepción filosófica y psicológica de ver y de interpretar aspectos de la realidad, previamente no experimentados, y que se desarrollan en el medio virtual (Vélez, 2000).

Realidad Virtual es una manera mediante la cual los seres humanos visualizan, manipulan e interactúan con computadoras y con información extremadamente complejos (Aukstankis y Blatner, 1993).

Realidad virtual es un sistema de computación usado para crear un mundo artificial, donde el usuario tiene la impresión de estar en ese mundo y la habilidad de navegar y manipular objetos en él (Manetta y Blade 1997).

A ciencia cierta, existen también términos para referirse al mismo concepto como “Realidad Sintética”, “Mundos Virtuales o Ficticios” y “Ciberespacio”, palabras diferentes, mismos significados, idénticas definiciones. Recientemente se ha ido acordando en los círculos científicos el término “Ambientes Virtuales” (Virtual Environments) y más particularmente “Presencia”, que se define como la experiencia subjetiva de estar en un lugar o ambiente, cuando se está físicamente situado en otro. Así se ha verificado que la Realidad Virtual puede ser de dos tipos: Inmersiva y No Inmersiva. La Realidad Virtual no inmersiva ofrece un nuevo mundo a través de medios como Internet, permitiendo interactuar en tiempo real con diferentes personas en ambientes que no existen en la realidad, sin necesidad de dispositivos adicionales a un computador.

Por otro lado, Según Velásquez (2006)

...los métodos inmersivos están relacionados con un ambiente 3D creado por computador que puede ser manipulado por dispositivos adicionales como guantes, lentes, cascos, etc., que capturan la posición y rotación de las diferentes partes del cuerpo humano...” estas señales son enviadas y recibidas desde y hacia un sistema computacional. Esto permite una mayor interacción del usuario, maximizando la experiencia virtual....

En la actualidad, aún se está en presencia del crecimiento y consolidación de las técnicas y recursos de Realidad Virtual, lo cual ha sido posible gracias al esfuerzo e interés combinado de científicos, militares y visionarios y, por qué no decirlo, al dinero de las empresas que ven en ella, es decir, en la Realidad Virtual, una nueva y prometedora tecnología.

Por otro lado, existen algunos fundamentos de software que componen a la Realidad Virtual, los cuales se exponen a continuación:

Computación Gráfica

El aporte que ha realizado la computación gráfica a las diversas actividades ha sido de una magnitud insospechada, es así que actualmente un trabajo de ingeniería o arquitectura no se concibe sin el aporte de la informática (Parra, 2001). A su vez, grandes avances de la computación se deben a los requerimientos que las tareas gráficas les han exigido; De allí pues, que la información gráfica se maneja en el computador, básicamente de dos maneras: como un mapa de de puntos (bit-maps), o como una geometría vectorial.

Las imágenes de puntos se utilizan en el procesamiento de fotografías digitalizadas (por scanner o cámara digital), o en dibujos sencillos (paint) y consisten en una trama de puntos de color (pixels) que representan una imagen. Se caracterizan por su facilidad de manipulación, cambiando la tonalidad de los puntos, además que son planas (bidimensionales). El archivo digital se puede conservar en diversidad de formatos, entre los que cabe mencionar: BMP, PCX, TIF o JPG.

Por su parte Parra (2001), describe que los archivos geométricos guardan la información precisa de las formas gráficas a través de un sistema de coordenadas cartesianas (X,Y). De este modo, cada figura se identifica por sus puntos extremos y puede ser representada a cualquier escala o calidad de imagen (son independientes de la resolución). Naturalmente la definición y manejo de las figuras geométricas son más complejas, pero permiten trabajar con dimensiones exactas e, incluso, con formas tridimensionales, porque basta agregar un tercer eje de coordenadas (Z). Estos programas son denominados CAD (Computer – Aided – Design, o diseño asistido por computador). Por ello ahora no es difícil encontrar diseños de construcciones, automóviles, computadores y otros, realizados con programas CAD.

En tal sentido, Parra (2001), dice que la información gráfica consiste en una base de datos numérica almacenada en un computador que define cualquier tipo de forma o volumen. Para poder visualizarlos, es necesario interpretarlos y generar una imagen en la pantalla. Aunque la geometría sea tridimensional, se genera una vista plana de la información (planta o elevación). Ocasionalmente, esta vista reúne varias caras de las

formas (en una isometría o perspectiva) otorgando una representación de la volumetría.

De este modo, la computación gráfica se encuentra en diversos campos, que ya son parte de la vida cotidiana, como el cine, diseño de edificios, prendas de vestir, avisos publicitarios, edición de periódicos, revistas, textos de estudios, muebles, vehículos y juegos por computadoras en general.

Construcción tridimensional

Los modelos tridimensionales corresponden a escenarios con muchas clases diferentes de objetos tales como: árboles, edificios, muebles, etc. Por esto, es necesario utilizar geometrías que representen con precisión las características de una gran variedad de objetos. Así, los volúmenes rectangulares y cúbicos proporcionan una descripción adecuada para objetos sencillos; sin embargo, alas de aviones, engranajes y otras estructuras de ingeniería con superficies curvas deben definirse con técnicas complejas como las spline. Los métodos como los fractales y los sistemas de partículas permiten, a su vez, representar elementos naturales como nubes, montañas y vegetales, entre otras formas. Las técnicas de modelado, según interacción de fuerzas físicas, permiten reproducir elementos no rígidos, como telas o gelatinas. Difícilmente, habrá un sólo método para describir todos los objetos que existen en la naturaleza y que incluya todas sus características (Molina, 2002).

La descripción de una geometría tridimensional en el computador se realiza, generalmente, según los polígonos externos de las formas, localizados en un espacio determinado por tres ejes cartesianos, que representan el espacio, con cierta magnitud general (tamaño del universo) y precisión (medidas). Puede ser representado en distintas escalas (proporcionando las dimensiones computacionales con las medidas de salida en pantalla o impresora). Por consiguiente, la posición de cada punto se identifican con sus coordenadas (X, Y, Z). A continuación, se muestra la figura 1:

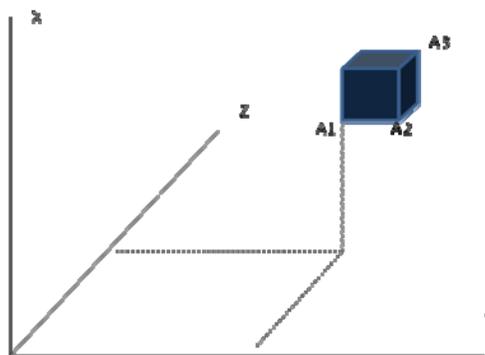


Figura 1. Representación tridimensional

De este modo, un objeto tridimensional se define como un conjunto de superficies poligonales (denominadas facetos o caras) en el cual se identifican sus

aristas y vértices. También se reconoce en cada polígono básico, una “normal” o perpendicular del punto medio, que indica la orientación de la cara, estableciendo un lado visible y otro invisible (Molina, 2002).

Los programas gráficos especifican una superficie poligonal mediante la serie de coordenadas de sus vértices y los parámetros de atributos asociados. Estos datos, se colocan en tablas que se utilizan en el procesamiento y generación de imágenes y en la manipulación de objetos. Estas tablas de datos de polígonos pueden ser organizadas en dos grupos, tablas geométricas y tablas de atributos. Las primeras, contienen las coordenadas de vértices y los parámetros para identificar la orientación espacial de las superficies. La segunda tabla contiene los parámetros que especifican el grado de transparencia del objeto, las características de reflexión y textura de las superficies entre otros datos.

Puesto que las tablas geométricas de datos pueden contener extensas listas de vértices y aristas para objetos complejos. Es importante mencionar que, sobre todo en las aplicaciones interactivas, como es el caso de la Realidad Virtual, es frecuente que se cometan ciertos errores en la manipulación de las tablas de datos, que luego distorsionan la representación de algún objeto.

Los objetos tridimensionales son usualmente poliedros de base rectangular (paralelepípedos regulares como los cubos), también denominados “cajas”. Agrupando estas formas básicas se puede conformar una gran variedad de objetos. También se utilizan muchos volúmenes básicos como pirámides, cilindros o esferas, aunque las superficies curvas son aproximadas a través de secuencias de planos rectos.

Una mayor cantidad de polígonos, permite una descripción más exacta de la curvatura pero, a la vez, exige mayor procesamiento computacional. Formas más complejas pueden ser realizadas determinando un polígono o perfil base y una distancia, en la cual se reproduce el polígono, generando superficies en cada una de sus aristas, en un proceso conocido como “extrusión” o “lofter”, también vinculado con darles espesor a las figuras planas (generando paralelepípedos de base irregular). Algunos programas permiten establecer un trazado de proyección (sweep) produciendo una forma estirada en torno a una trayectoria, útil para modelar tuberías, helicoides,

entre otros.

Se explica que una forma tridimensional es “atómica” si es indivisible, o no descompuesta en formas menores y puede constituir un “objeto virtual”. En ese caso, es un objeto simple, pero también un objeto virtual es denominado complejo, esto es, no es posible representarlo como una sola forma (b) El objeto virtual está conformado por componentes o partes que poseen un “comportamiento” independiente entre ellos.

Transformaciones Geométricas

Las transformaciones geométricas son utilizadas para manipular los objetos dentro de un modelo 3D. Un objeto se puede trasladar y/o rotar en los tres ejes coordenados (X,Y,Z). Para el caso de las rotaciones se puede considerar como una composición de tres rotaciones: una para cada eje cartesiano (Molina, 2002).

Las transformaciones más utilizadas son:

Traslación: es la traslación de un punto desde la posición $P1 = (x1, y1, z1)$, a la posición $P2 = (x2, y2, z2)$.

Rotación: para girar un objeto se debe designar un eje de rotación (en el cual se girará el objeto) y el valor de la rotación.

Representación tridimensional

Se observa que existen varios métodos de representación tridimensional, pero inicialmente es posible afirmar, que para obtener la imagen de una escena 3D, primero es necesario establecer una posición (usualmente en coordenadas cartesianas) para el observador o cámara, que son los conceptos utilizados para denominar al punto de vista desde el cual se ve el modelo computacional Frente a éste (Molina, 2002).

En principio, los objetos son presentados como formas transparentes (wireframe) y luego se aplican técnicas de iluminación y presentación de superficie para colorear y sombrear las áreas visibles. Así, la computadora genera imágenes a partir de la posición de la cámara con respecto a los objetos que ésta debiera estar visualizando.

Dentro de las técnicas para generar la vista de un objeto tridimensional, tenemos (Molina, 2002):

Proyección paralela: este método consiste en proyectar puntos del objeto a través de líneas paralelas al eje de visión. Es así, como en diferentes posiciones de la cámara, se proyectan las superficies visibles del objeto sobre el plano de visualización para

obtener diversas vistas (superiores, laterales, isométricas) que posean medidas proporcionales del objeto.

Proyección polar (perspectivas). Esta técnica, se basa en proyectar puntos del objeto al plano de visualización a lo largo de trayectorias convergentes al punto de vista. Esto implica que los objetos que están más lejos de este plano se desplieguen más pequeños y representen cabalmente la profundidad del entorno, pero sin medidas precisas. En este tipo de proyección, las imágenes de escenarios 3D obtienen mayor realismo visual y las aristas de los objetos convergen en una línea de fondo (horizonte).

Eliminación de líneas ocultas: se utiliza como técnica para poder distinguir el frente y la parte de atrás de los objetos desplegados. Sin ocultamiento un objeto no podría ser comprendido en su posición con respecto a otros.

En el desarrollo del proyecto, se usara el método de Proyección polar, el cual simplifica la representación tridimensional y proporciona los resultados esperados.

Textura e iluminación

Se hace necesario, para lograr que el modelo tridimensional alcance una apariencia realista, incorporar a la geometría dos capacidades relevantes, superficies texturizadas y fórmulas de iluminación. Estas dos propiedades complementan la geometría y generan una mejor reproducción de la situación real que representa el modelo computacional.

Inicialmente, los objetos geométricos pueden ser representados con colores básicos. Los colores se asignan de acuerdo con patrones RGB (red, green, blue: rojo, verde, azul) o HSV (hue-saturation-lightness: tono, intensidad, brillo).

Desde esta perspectiva, como los colores están representados por intensidad luminosa, los valores mayores son más claros. Los tres indicadores al máximo producen el blanco, al mínimo generan el negro como ausencia del color. Al contrario de la pintura convencional, en que la adición de colores genera el negro y la ausencia el blanco.

En este sentido, la variedad de los rangos depende de la paleta de colores que permita el programa y/o el monitor del computador; adicionalmente, se incorpora un valor para la transparencia (alpha-channel). Los colores son asignados por superficie, o

al objeto completo, aunque en este último caso no se distinguen las caras a menos que se marquen las aristas con líneas de otro color.

Se ha reconocido que la variedad de colores, por muy amplia que sea, no alcanza a otorgar un gran realismo visual (los modelos se ven acartonados), debido a que en los ambientes reales, los colores varían de tono en las superficies. Una de las técnicas más eficaces para mejorar la apariencia realista de superficies, ha sido la incorporación de texturas digitalizadas. La técnica de aplicación es similar a la proyección de mapas, por lo que se denomina “mapeo”, y consiste en calzar la imagen en las distintas superficies del objeto tridimensional.

Otro aspecto relevante en la apariencia visual del modelo, es la incorporación de métodos de iluminación. Cuando la luz enfrenta una superficie opaca, en parte se refleja y en parte la absorbe; esta última es llamada reflexión difusa. La mayoría de los programas otorgan una iluminación pareja en todo el ambiente (environment light), reproduciendo esa difusión indirecta. A veces, esta iluminación posee un sentido determinado como el sol, tal que las superficies enfrentadas y perpendiculares a la fuente de luz están más iluminadas y las más inclinadas o posteriores, se oscurecen.

De este modo, se reconocen “sombras propias” en los objetos y se distinguen las diferentes superficies por tonalidades más o menos luminosas del mismo color, otorgando un sentido de volumen. El sentido de la luz se puede determinar a partir de un entorno esférico alrededor del modelo, o por ángulo de altitud y azimut (algunos programas arquitectónicos permiten indicar la fecha, hora, latitud y paralelo de la localización, para colocar la posición real del sol). Otro tipo de iluminación, consisten en colocar algunos focos de luz posicionados dentro del modelo geométrico, especialmente para iluminar zonas posteriores, que la iluminación ambiental deja oscurecidas.

De allí pues que, indicando la posición tridimensional se establece una luz “omnidireccional” que, al igual que una ampolleta, ilumina con similar intensidad en todas las direcciones. Algunas fuentes de luz pueden poseer un sentido o eje determinado, basado en un punto particular (spotlight). Estas luces localizadas se aplican en un “cono”, reproduciendo la iluminación de una lámpara con pantalla, destacando algunas partes de la escena. Es importante mencionar que estos focos no tienen una

geometría determinada, al aparecer en la imagen son sólo puntos de luz, por lo cual a veces se deben definir formas de lámparas para representar en el modelo. Para la Arquitectura Virtual del Castillo San Antonio de la eminencia, se empleará una la técnica de texturizado por mapeo, la cual consiste en la asignación de imágenes en formato JPG, que aunado al método de iluminación por luz focal, que se aplicará mediante las opciones internas de iluminación de software 3d, proporcionan la mejor alternativa para lograr realismo y calidad de render.

Dentro de este marco, el cálculo del valor de la tonalidad del color (o textura) de cada superficie se realiza con ciertos algoritmos gráficos. Básicamente, se relaciona la dirección e intensidad de la luz (y distancia si es un foco), con la “normal” de la superficie (perpendicular en el punto medio).

Características de la Realidad Virtual.

Los productos de software para el desarrollo de aplicaciones de RV se fundamentan en los conceptos de computación gráfica discutidos previamente, por lo que muchas de las características mencionadas aquí son coincidentes con las anteriores.

En ese sentido, el software de desarrollo debe ser coherente con la arquitectura del computador en que se usará el producto. En el diseño tridimensional, los software de Realidad Virtual son muy similares a los programas CAD, pero agregan capacidades de navegación en tiempo real, interacción con el usuario, detección de colisiones, audio, programación de comportamientos, etc. De este modo, en los programas de RV es posible encontrar, comúnmente (Molina, 2002):

Importación de modelos: Capacidad de importar formas 3D para incorporarlas en una determinada aplicación. Generalmente, son provenientes de un programa CAD y se utilizan mayormente en el formato DXF (Drawing Exchange Format). También en algunos casos los programas RV permiten exportar objetos en este mismo formato. Las importaciones de formas no están ajenas a problemas, para lo cual se han desarrollado filtros especiales que manipulan el archivo para resolver las dificultades que se presentan; como diferencia de forma poligonal básica (cuadriláteros, contra triángulos), exceso de polígonos por forma, secuencia de vértices incompatibles, estrategias de texturización distintas (aunque frecuentemente la importación se refiere solo a

geometría).

Librerías: la mayoría de los programas de RV están provistos de librerías 3D, con formas básicas o primitivas, tales como cajas, esferas, conos, pirámides, etc., que sirven para generar formas compuestas. También cuentan con librerías de objetos complejos, texturas, etc. Es útil mencionar que estas librerías permiten que el diseñador utilice muchas formas que simplemente decoran el ambiente virtual.

Operaciones geométricas: consiste en las capacidades de manipular los objetos creados en una posición definida, típicamente referida a las coordenadas cartesianas y, a partir de estos, se puede trasladar, rotar o escalar a otra posición. Eliminando la forma original, o duplicándola. Esto implica internamente un cambio en las tablas de vértices de los objetos. Se incluyen, ocasionalmente, operaciones booleanas y agrupamiento de formas, de modo que se puedan crear objetos compuestos, operando o asociando distintas formas simples.

Nivel de detalle: esta característica, conocida en los textos como LOD (Level Of Detail) permite la optimización de una escena virtual, al cambiar una forma con un alto nivel de detalle, por otra más simple, dependiendo de la distancia del punto de vista. De este modo, el objeto es reemplazado o se hace invisible si el observador está en movimiento o muy distante y, cuando está quieto y cercano, se despliega la forma más compleja.

Animación: corresponde a la asignación de una traslación o rotación a un objeto en un período de tiempo, sincronizando con la navegación por el ambiente virtual. Estos movimientos, generalmente equivalen a comportamientos del mundo virtual (abrir una puerta, desplazar un vehículo) y pueden ser automáticos u originados por algún evento (interacción con el usuario u otro objeto).

Articulado: se refiere a que los objetos puedan ser organizados en jerarquías; es decir, que partes componentes de un objeto posean propiedades de movimiento distintas a otras partes, pero supeditadas al total. Un ejemplo de esto son las ruedas de un automóvil, que pueden girar en un sentido, pero a su vez, desplazarse en la dirección del vehículo completo.

Detección de colisiones: permite identificar cuando un objeto intercepta a

otro, de modo que pueda ser obstaculizado el movimiento del objeto, de manera similar a si estos fueran sólidos, como en el mundo real.

Propiedades físicas: adicionalmente se presenta una serie de atributos relacionados con características físicas, como masa o roce, reconocimiento de gravedad, (movimiento vertical acelerado en proporción al tamaño o peso) e, incluso, de ascensión (salto sobre el objeto.)

Color y texturización: asignación de colores a las superficies y utilización de texturas digitalizadas. Incluyendo propiedades de transparencia (para generar objetos de textura, como árboles o nubes) y secuencias de video.

Fuentes de luz: Definición de iluminación ambiental y focos de luz con cierta posición, orientación, intensidad e, incluso, colores propios. Ocasionalmente, con movimientos propios.

Incorporación de audio: es la propiedad de asociarle, a los objetos de la aplicación virtual, un sonido que les corresponda en el mundo real. Un ejemplo de esto es el caso de un motor que al ser encendido, emite el ruido correspondiente. Una característica importante es controlar el volumen en relación a la distancia existente entre el objeto y el navegador. También se puede incorporar información táctil, que establezca una retro-alimentación física con el usuario (feed-back), a través de dispositivos especiales. Así como en otros sentidos, en exploración (sináptica, temperatura, etc.)

Lenguajes de programación: esta propiedad corresponde a que el software disponga de comandos de control que dicten comportamientos de los objetos y manejen datos de entradas y salidas.

Manipulación de eventos: refleja la capacidad de activar un comportamiento al interactuar con un determinado objeto. Esto implica reconocer la posición y acción del usuario, interpretar una programación y modificar la geometría consecuentemente.

Configuración de dispositivos múltiples: consiste en permitir la incorporación de distintos dispositivos de entrada y salida de datos, como elementos de visualización o interacción del usuario. (Por ejemplo, cascos y guantes)

Mundos paralelos: se refiere a la interacción de ambientes virtuales constituidos por sub-mundos, en los cuales el navegante puede interactuar al momento que ingresa a cada uno de ellos. Esto, con el fin de disminuir la complejidad que se tendría si fuera un solo mundo, completo y, por ende, optimizar el procesamiento.

Conectividad en red: permite que el mundo virtual pueda ser utilizado en una red computacional, a través de diversos dispositivos o señales de entrada y, además, que permita la interacción de diversos usuarios en una misma aplicación. Un ejemplo de esto son los juegos multiusuario.

Estructura de un software de Realidad Virtual

Un Software de Realidad Virtual presenta una estructura de mayor complejidad que lo normal de un software computacional, debido a que, por un lado, constituye un ambiente tridimensional que se extiende hasta capacidades sorprendentes; a la vez que dispone de una programación específica y el control de múltiples dispositivos externos, todo funcionando y modificándose en tiempo real (Milena, 2008). Esto establece una amplitud sofisticada de características que se han descrito previamente en dos procesos principales: el desarrollo de la aplicación, en el cual se utiliza el programa para diseñar el escenario 3D, incorporar el audio, programar los comportamientos y configurar dispositivos; y otra actividad es la navegación interactiva, en que se puede visualizar, recorrer y manipular el ambiente virtual de acuerdo con lo preparado en el desarrollo. En ese momento, actúan los siguientes aspectos del software de RV (Milena, 2008):

Entradas y salidas: consiste en los diferentes dispositivos de entrada y salida de datos que utilizará la aplicación virtual. Además del mouse y del monitor, usualmente los sistemas de RV utilizan joystick, rastreadores, visualizadores estereoscópicos, trajes de datos, etc. Los cuales deben ser adecuadamente reconocidos y controlados por el software, evitando los conflictos y asegurando la transmisión de datos en tiempo real. Muchos de estos dispositivos alteran antecedentes de la aplicación virtual durante su utilización, como el punto de vista del usuario, la orientación, activación de eventos, etc.

Base de Datos: el almacenamiento de la información de los objetos y del mundo virtual es realizado en la base de datos del mismo. Lo que se almacena en este archivo de descripción son los objetos, los programas que describen las acciones de

estos objetos o del usuario, métodos de iluminación, mecanismos de control y soporte del hardware. La descripción de los ítemes almacenados es la siguiente: a) **Objetos:** Los objetos en un mundo virtual pueden tener geometría, jerarquía, comportamiento y otros atributos. Las características de los objetos tienen un impacto considerable en la estructura y el diseño de una aplicación. De acuerdo con esto, una lista de pares atributo – valor es usada para describir los objetos. Mediante los atributos se pueden sumar cambios a los objetos, sin requerir cambios en la estructura de datos de los mismos; b) **Posición y orientación:** un objeto es posicionable y orientable. Esto es, tiene localización y organización espacial. La mayor parte de los objetos puede tener estos atributos modificables, a los cuales se les puede aplicar operaciones de escalamiento, traslación y rotación. Estas operaciones, son a menudo implementadas usando operaciones algebraicas en la manipulación de vectores y matrices. c) **Jerarquía:** un objeto es parte de la jerarquía de otro mediante la relación de parentesco de padre, hermano o hijo. Cada objeto sufre las transformaciones que se la aplican a su padre y desde este es transmitido a sus propios hijos. Por lo anterior, un objeto en particular puede tener padre e hijos a la vez. Las jerarquías son usadas para crear articulación de figuras (grupos), los cuales constituyen una forma más compleja; por ejemplo: un robot (padre) constituido por sus partes (hijos) tales como cabeza, miembros, etc. d) **Volumen de entorno:** un objeto es usualmente contenido en un volumen denominado “Bounding Volume”. Esto es un paralelepípedo rectangular o esférico. Esto favorece el uso rápido del objeto durante su renderización. Cuando el volumen de contorno está completamente fuera del área de vista (cámara), no necesita ser transformado o considerado durante la renderización. El volumen de contorno esférico es más rápido en la detección de colisiones; e) **Geometría de objetos:** el modelado de formas (shapes) y su geometría se basa en los conceptos mencionados de la computación gráfica. Algunos modelos buscan muy profusamente la exactitud geométrica con respecto a los objetos del mundo real.

Programación: un mundo virtual consistente en objetos estáticos es sólo un diseño apacible. Muchos investigadores y entusiastas de la RV han confirmado que la interacción es la clave del éxito e interés de la realidad virtual. Esto requiere definir las

acciones que los objetos realizará por ellos mismos y cuando interactúe el usuario con estos. Lo que se denomina generalmente “guión del mundo virtual”. Concretamente, algunos autores dividen estos guiones de comportamiento en 3 tipos básicos: a) : este modifica la posición, orientación u otros atributos de un objeto, luz o cámara, a partir de la ocurrencia de un “tick” sobre el sistema. Un tick es una acción de simulación en un tiempo de reloj. Generalmente, esto equivale a un frame de la animación virtual. Debemos destacar que la RV generalmente utiliza métodos de simulación discretos (no continuos). Por simplificación y velocidad, solo un guión de movimiento será activado para un objeto en algún instante. Por otra parte, un guión puede ser asociado a un objeto desde una jerarquía. Por ejemplo, un guión puede ser asociado al usuario de un vehículo cuando desea conducir alrededor del mundo virtual. Alternativamente, el usuario puede contener un objeto con su propia programación y que esté jerarquizado con respecto a él (ejemplo, su reloj de pulsera). b) Guiones de reacción ante un evento: son invocados cuando algún evento ocurre, como por ejemplo, una colisión, una aproximación o simplemente una selección. En RV los sistemas necesitan evaluar los parámetros del evento en cada tick (frame). Esto puede ser, por ejemplo, el detector de proximidad de un objeto 3D o la detección de colisión, etc.; c) Guiones de conexión: corresponden a los guiones que controlan la conexión de dispositivos de entrada y salida de varios objetos. Un ejemplo de esto lo constituye el guión que pueda conectar un guante a un objeto que representa una mano virtual, ahora bien, el usuario debe dar alguna indicación de retroalimentación de la interacción cuando el cursor virtual seleccione o toque un objeto. Alternativamente, una señal de audio puede ser generada para indicar una colisión. Algunos sistemas sólo utilizan un simple tacto como feedback, otros producen una vibración en el joystick para indicar colisión.

Procesamiento: durante la utilización de la aplicación virtual, se realiza un intenso procesamiento de datos en tiempo real, esto es, a la misma velocidad que visualiza el usuario. Básicamente es un procesamiento de la imagen visual, pero a su vez interviene un complejo cálculo geométrico, un procesamiento del audio, una interpretación de la programación y un control de los dispositivos de entrada y salida. A continuación, se muestra la figura 2:

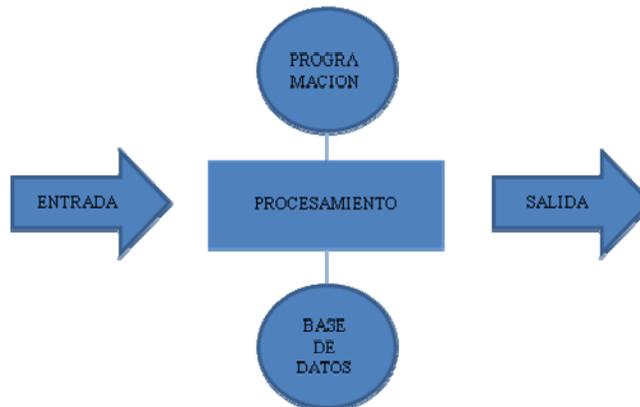


Figura 2. Estructura de un software de realidad virtual

Arquitectura Virtual

Según Vélez (2000) la arquitectura virtual es

aqueel universo de objetos contruidos, visualizados, accedidos, manipulados y utilizados tridimensionalmente, con propósito arquitectónico y de permanencia con derecho propio, en un ámbito digital informático que les confiere su condición de virtualidad, pudiendo esta ser activada dentro o fuera de línea”

.En la reconstrucción arquitectónica virtual se empelan algunos elementos que son indispensables en la representación digital e interpretación de nuestra representación gráfica.

Reconstrucción virtual

Por lo novedoso del campo, la reconstrucción virtual se encuentra en pleno proceso de construcción de una epistemología que la identifique no sólo como recurso tecnológico para el arquitecto, sino como una disciplina científica que tiende a convertirse en una completa revolución en el campo de las aplicaciones computacionales a la arquitectura y la pedagogía. No obstante, es posible adherir lo citado por Rodríguez (2002) quien expresa que la reconstrucción histórica es:

Una acción de intervención del Patrimonio urbano – arquitectónico en la cual, por medio de un lenguaje gráfico y basado en fuentes documentales, lectura de las evidencias del sitio y otros insumos, se ofrece una interpretación de los ambientes edificados, perdidos o mutilados del pasado.

Elementos de la reconstrucción virtual

En la reconstrucción arquitectónica virtual intervienen los siguientes elementos :

a) El Investigador (arqueólogo, arquitecto,, ingeniero, pedagogo, etc.) b) Las fuentes documentales (bibliográficas, hemerográficas, etc.) c) el sitio, con todo lo que de él existe: ruinas, fotos, dibujos, levantamientos, planos, etc.,; y d) Las herramientas o insumos disponibles: metodología y tecnología.

Existe una multiplicidad de variantes a partir de las cuales se pueden analizar - y reconstruir – los vestigios de una pieza arquitectónica patrimonial. Para el presente proyecto se ha tomado como referencia la aproximación por restitución geométrica, la cual implica el abordaje desde las evidencias presentes en el sitio y fuentes documentales para reconstruir parcial o totalmente partes perdidas de la estructura del Castillo de San Antonio de la Eminencia.

Multimedia

Una vez analizado lo anterior, es posible también analizar el rol de la multimedia en la realidad virtual. Según Menjivar (2001) el término Multimedia en el mundo de la computación, es la forma de presentar información que emplea una combinación de texto, sonido, imágenes, video y animación. Cuando un programa de computador, y un documento se combinan adecuadamente, se mejora notablemente la atención, la comprensión y el aprendizaje, ya que se acercará algo más a la manera habitual en que los seres humanos nos comunicamos, cuando empleamos varios sentidos para comprender un mismo objeto o concepto.

Bases Legales

Con la finalidad de precisar el Marco Jurídico Institucional en el cual se enmarca este proyecto de Reconstrucción Arquitectónica Virtual del Castillo de San Antonio de la Eminencia, se citan aquí las dos siguientes contenidos de las Leyes, vigentes en todo el territorio de la República Bolivariana de Venezuela:

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)
Capítulo VI. De los Derechos Culturales y Educativos

Artículo 99. Los valores de la cultura constituyen un bien irrenunciable del pueblo venezolano y un derecho fundamental que el Estado fomentará y garantizará, procurando las condiciones, instrumentos legales, medios y presupuestos necesarios. Se reconoce la autonomía de la administración cultural pública en los términos que establezca la ley. El Estado garantizará la protección y preservación, enriquecimiento, conservación y restauración del patrimonio cultural, tangible e intangible, y la memoria histórica de la Nación. Los bienes que constituyen el patrimonio cultural de la Nación son inalienables, imprescriptibles e inembargables. La Ley establecerá las penas y sanciones para los daños causados a estos bienes .

Ley de protección y defensa del patrimonio cultural

Artículo 2. La defensa del Patrimonio Cultural de la República es obligación prioritaria del Estado y de la ciudadanía

Se declara de utilidad pública e interés social la preservación, defensa y salvaguarda de todas las obras, conjuntos y lugares creados por el hombre o de origen natural, que se encuentren en el territorio de la República, y que por su contenido cultural constituyan elementos fundamentales de nuestra identidad nacional.

Del artículo 99 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), y del artículo 2 de la ley de protección y defensa del patrimonio cultural, se infiere, que el Estado velará por la conservación del patrimonio cultural, ofreciendo los mecanismos de fomento y conservación y aplicando las normas y reglamentos que garantice la preservación en el tiempo, de muestras memorias culturales.

MARCO METODOLÓGICO

Metodología de la investigación

Métodos

Tipo de Investigación. El tipo de investigación que se efectuará para fines de este trabajo, se considera aplicada y descriptiva, ya que comprende el estudio de un problema específico en circunstancias y características concretas, persiguiendo fines de aplicación directos e inmediatos (Sabino, 1996), debido que se pretende conocer el Castillo de San Antonio de la Eminencia de la ciudad de Cumaná, señalando sus características y propiedades arquitectónicas, que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes.

Nivel de Investigación. Debido a que una parte importante de la estructura que conforma el Castillo de San Antonio de la Eminencia, ya no existe, haciendo imposible la identificación de ésta mediante la observación directa, el desarrollo del presente proyecto se apoyará en fuentes y datos documentales, como: consultas de libros, artículos, ensayos, revistas y periódicos, e información proveniente entre otras fuentes, de entrevistas, cuestionarios y observaciones directas. Es por ello que el nivel de investigación es de campo y documental, ya que no sólo tiene que basarse en los hechos a los cuales el investigador tiene acceso de un modo directo, sino que puede extenderse para abarcar una experiencia inmensamente mayor, basándose en informaciones o datos primarios, que son obtenidos directamente de la realidad y de fuentes bibliográficas (Sabino, 1996).

Técnicas de recolección de datos. Las técnicas de recolección de datos utilizadas en esta investigación, serán consultadas a fuentes bibliográficas como libros, tesis y artículos sobre Monumentos Venezolanos, entrevistas no estructuradas a historiadores regionales y personal del Museo Contemporáneo de Cumaná, observación directa del Castillo de San Antonio de la Eminencia y demás imágenes del Castillo. Debe señalarse que las técnicas de recolección de datos permiten obtener todos los datos necesarios para realizar la investigación del problema que está en estudio, mediante la utilización de instrumentos que se diseñaron de acuerdo a las técnicas a seguir. Sabino (2006), expone

que un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la

Metodología del área de estudio.

Para fines del proyecto que se pretende desarrollar, se utilizará un enfoque metodológico para el desarrollo de mundos virtuales, propuesta por Vélez (2000), la cual se divide en las siguientes etapas:

Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad del proyecto, permitirá determinar su viabilidad económica, definiendo los costos operativos, así como la disponibilidad de recursos humanos, materiales y los equipos necesarios para la ejecución; en el mismo sentido se ejemplifica la existencia documental del Castillo de San Antonio de la Eminencia, por medio del análisis de cartas, dibujos, relatos y otros recursos que permitieron identificar la veracidad de la presencia de esta estructura y su valor histórico. También se justifica la utilidad pedagógica de la investigación y el aporte que prestará en todos los niveles y modalidades de la Educación.

Planificación

Con la aplicación de la arquitectura virtual, se pretendió organizar las actividades a realizar en el desarrollo, especificando un plan de ejecución para las fases siguientes; desarrollando un cronograma de actividades, detallando cada una de las tareas necesarias para la reconstrucción virtual del Castillo de San Antonio de la Eminencia.

Diseño del Mundo Virtual

En esta fase, se determinaron las fronteras de la aplicación, es decir, se definieron los escenarios a modelar, los objetos presentes en la aplicación, el contexto paisajístico; también se establecieron los requerimientos del mundo virtual en cuanto a tiempo aproximado de video, tipo de texturas, tipos de iluminación y, en general, todos los aspectos de producción y postproducción de la arquitectura virtual.

Construcción del Mundo Virtual

Consistió en el desarrollo del modelo del mundo virtual en función de las especificaciones y criterios elaborados en la fase de diseño. Se crearon e importaron los objetos y escenarios, estableciendo posicionamientos y atributos; también en esta etapa se generaron las animaciones de los objetos y escenarios e incorporaron luces y cámaras,

dándole un comportamiento interactivo y dinámico a la aplicación desarrollada.

Prueba y control de calidad

Consistió en la verificación de que el mundo virtual desarrollado, cumpla con los estándares de diseño y funcionalidad planteados en las etapas anteriores, verificando posibles errores de animación de objetos, navegación de los escenarios, iluminación y fallas de audio. Esta prueba fue efectuada por diseñadores y animadores de la aplicación, sin la interacción de ningún usuario final.

Ensayo Piloto

Se elaboraron pruebas preliminares exponiendo la aplicación virtual a un pequeño grupo de usuarios, donde se observó su comportamiento e impresiones ante la aplicación. También se midió la funcionalidad de la aplicación, al ser sometido a un ambiente real de uso, verificando su capacidad de respuesta, para así determinar si el mundo virtual cumplía con los objetivos deseados. Los resultados de la evaluación, permitieron determinar las posibles fallas y aplicar las correcciones y ajustes necesarios para garantizar el buen funcionamiento y éxito de la misma.

Distribución del mundo virtual

La fase consistió en la distribución e instalación de la aplicación en los diferentes puntos de interés y en las indicaciones técnicas para su uso. La Arquitectura Virtual del castillo San Antonio de la Eminencia, cubrirá las primeras seis etapas de desarrollo; desde la etapa de estudio de factibilidad, hasta la etapa de ensayo piloto.

CAPÍTULO III: DESARROLLO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Justificación de la Investigación

El Castillo San Antonio de la Eminencia de la ciudad de Cumaná ha sido desde su construcción, entre 1659 y 1686, baluarte defensivo y guardián del tesoro colonial de los pobladores de la ciudad y el único cuartel militar de la región durante más de tres siglos. La estructura ha sufrido cambios a lo largo de su existencia, producto de las guerras y terremotos, destruyendo partes importante de esta obra arquitectónica. En Venezuela, los altos costos de reparación y la carencia de especialistas en el área de restauración de monumentos antiguos, hacen imposible la reconstrucción del Castillo, dejando como únicas posibilidades de conocer la estructura, la observación directa y la documentación histórica contemplada en fotos, planos y dibujos antiguos, que dan una vaga perspectiva de la estructura, por ser solo en dos dimensiones.

La arquitectura virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia tiene como objetivo la reconstrucción de los espacios físicos de esta estructura, siendo posible visualizar tridimensionalmente objetos que dado su valor patrimonial, exigen una representación fidedigna capaz de recrear su aspecto original con fines científicos, pedagógicos y recreativos. La arquitectura virtual, constituye un apoyo a las actividades de recuperación, conservación y difusión del patrimonio arquitectónico y arqueológico; y viene a fungir como soporte documental único, de gran fidelidad y rigor técnico, contribuyendo a la comprensión más profunda del contexto histórico del objeto cultural.

En tal sentido, ésta investigación tiene como objetivo desarrollar la Arquitectura Virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia, de manera que los estudiantes de los diversos niveles de educación, profesores, historiadores, y usuarios en general, puedan sumergirse en un ambiente basado en realidad virtual y conocer nuestra historia arquitectónica. Por lo tanto, esta investigación se justifica desde el punto de vista pedagógico y viene a contribuir con el proceso de desarrollo cultural, y educativo, primordial en el rescate de nuestro patrimonio el identidad histórica, la cual es

fundamental para el desarrollo del país.

Criterios de desarrollo

Se escoge para el desarrollo de la aplicación, el Plano del Ingeniero Militar Agustín Cramer (1777), (Ver anexo 1), por considerar que es un documento sustentado en todas las cartas enviadas a la corona, que pueden ser verificadas en el Archivo de Indias. También se considero esta etapa estructural del Castillo, por su época histórica y por considerarla un vestigio importante representativo de un hito en el desarrollo de Venezuela.

Documentación de la Investigación

Para el éxito de la investigación, fue necesaria la búsqueda de los documentos que den veracidad de la investigación desarrollada, recolectadas en su mayoría en investigaciones, libros, cartas y otras fuentes.

Reseña Biográfica del Ingeniero Militar Agustín Cramer

El Ingeniero Militar cubano Agustín Cramer, fue enviado en 1776 con el grado de Brigadier por sugerencia del teniente general Conde de O'Railly, desde Veracruz México, como inspector de las plazas de la costa sur del Caribe, el propósito era regular los gastos destinados al sistema defensivo y establecer la estrategia para la protección de las fortificaciones en Trinidad, Margarita, Cumaná, Guayana, La Guaira, Puerto Cabello, Cartagena de Indias, Portobelo, Nicaragua y Campeche. Esto lo lograría a partir del reconocimiento de dichas fortificaciones en cuanto a baterías, estado de la artillería y municiones y personal necesario de artesanos y tropas. La Corona, le concede amplios poderes para estos fines y advierte al Gobernador y Capitán General de la provincia de Venezuela de no proceder con ninguna obra militar, sin la previa aprobación del inspector.

Cramer llegó a Cumaná a fines de 1776, acompañado de 5 ingenieros ayudantes; al año siguiente, inicia su labor en los castillos de Guayana y enseguida envía a Madrid los planes de defensa para las Provincias de Guayana y Cumaná. Posteriormente, se desplaza a Puerto Cabello, donde redacta el informe titulado “Razones para conservar sus fortificaciones y aumentarlas”; en el mismo propone completar el Castillo de San Felipe llevándolo a la forma de estrella de 5 brazos, con un baluarte en cada punta; diseña el plano de la ciudad y de sus entornos. Luego de esto, elabora un plan de defensa

para Maracaibo, en el cual propone, en particular, la reconstrucción del Castillo de San Carlos o Moján, que será llevada a cabo según su proyecto por el ingeniero Casimiro Isava. Para La Guaira, Cramer elabora el Plano de la plaza que manifiesta el actual estado en que queda la obra de la muralla frente al mar, sugiriendo algunos cambios a los planos que había elaborado el ingeniero comandante de la provincia, Miguel González Dávila. Otro de sus proyectos se refiere a todo el sistema defensivo entre la Guaira y Caracas, en el cual propone establecer en la cumbre, a mitad del camino entre ambas ciudades, el reducto de San Joaquín. En términos generales, estos estudios se circunscribían a un plan defensivo cuyo objetivo era controlar la comunicación con el mar pero no de facilitarla. Su misión de reconocimiento se prolongó hasta el 28 de junio de 1779, día en el cual emprende el viaje de retorno a La Habana. Sus trabajos le merecen los elogios de la Junta de Fortificación y Defensa de Indias, así como también el grado de Mariscal de Campo y el nombramiento de Gobernador de Yucatán y Campeche, otorgado por el rey Carlos III.

Cronología del Castillo San Antonio de la Eminencia

Es importante resaltar que la aplicación virtual se ambientará en el siglo XVII, aproximadamente para los años posteriores a 1777, es por ello que es primordial constatar la existencia del castillo para la época y así garantizar la veracidad del proyecto.

La reseña cronológica está basada en la información recolectada de la tesis del padre Alexander Castro, quien basó su investigación en las cartas que se encuentran en el Archivo de Indias en Sevilla, enviadas desde Venezuela a la colonia entre los años 1649 y 1765.

Cronología

Durante el gobierno del Obispo Don Fernando Lobo de Castrillo.

Don Gaspar de Hoyo escribió al Rey don Phelipe IV, el 10 de julio de 1649, informándole que don Francisco de Vivero había construido el castillo San Antonio de Padua, en la ciudad de Santa Inés de Cumaná, que estaba construido con buenos materiales y tenía buena proporción, pero:

[...] está indefenso por su fábrica; y que siendo la principal defensa de aquella

Provincia tiene por el servicio de S. M. se le hagan dos baluartes.

Cumaná- 22 de noviembre de 1668, Don Juan Bautista de Urtarte, gobernador interino de la Provincia de Cumaná, durante el treinteno de 1667-1670, escribió al monarca un memorial donde le manifiesta que la “fuerza de esta ciudad Santiago y San Antonio, que cuenta con ocho piezas de artillería, no es una construcción firme,” porque su redondez y circuito que ocupa”, es de barro y de piedra. Es de deducir que una construcción tan endeble “fabrica de tanta flaqueza” la llamaba el Gobernador Urtarte, no era apta para la defensa. Hacía notar también, en su señalamiento y en descargo de ello, que dicha fortaleza fue construida por los habitantes de la ciudad en su mayoría “de cortísimos caudales y labradores” que con sus donativos y peones han colaborado para su construcción

El 04 de junio de 1672, la Junta de Guerra de Indias quedó conforme en enviar un Ingeniero a la ciudad Santa Inés de Cumaná, para hacer un reconocimiento del fuerte de Santa María de la Cabeza, que construyó en esa ciudad el Gobernador Capitán General de la Nueva Andalucía, don Sancho Fernández de Angulo, y para evaluar el estado de ruina en que se encontraban los fuertes de San Antonio de la Eminencia y Santa Cathalina de Alexandría, y si era necesario demolerlos.

El Gobernador de Cartagena de Indias, don Pedro de Ulloa, informó a S. M., el 28 de junio de 1673, que había recibido la Real Cédula del 01 de julio de 1672, en la que se le ordenaba que el Ingeniero Militar Don Juan Betín, pasase a la ciudad de Santa Inés de Cumaná a evaluar las fortalezas existentes en ellas.

Don Bartholomé envía los resultados de estas visitas a la reina doña Ana de Austria, Regente de los Reinos de España, el 25 de febrero de 1675.

Para 1678 el reverendo sacerdote capuchino Fray Francisco de Tauste señalaba la existencia de tres fortalezas en Cumaná. Comentaba en su memorial, que de los tres fuertes señalados, solamente el de Santa María presentaba mas solidez y resistencia, los otros dos carecían de las características anotadas. Sometida la batería de Santa Catalina a la acción continua del oleaje y de los vientos presentaba deterioros en su estructura. Por otra parte, su ineficacia fue comprobada al no poder impedir la llegada de barcos enemigos para la indispensable aguada. Además, que su vigilancia y cuidado no serían

bien atendidos, y no consta de una buena guarnición para la defensa permanente. La fortaleza de San Antonio, más que un fuerte bien cimentado y construido era una edificación de poca solidez donde el barro y la paja, sobre algunos cimientos de sillería, no resistían la acción de las lluvias, y que como se ha señalado, carecía de un buen depósito de agua y cuyas baterías no alcanzaban a la costa.

Durante Las gobernaciones de Francisco de Ribero y Galindo, Juan de Padilla, Gaspar Mateo de Acosta y Gaspar de Hoyo (1680-1693).

El Gobernador Capitán General de Cumaná, Don Juan de Padilla, escribió al Rey, el 20 de marzo de 1681, comunicándole que Don Juan Fermín de Huidobro ya había inspeccionado el castillo San Antonio de la Eminencia, en Santa Inés de Cumaná, y expresa que ese castillo debía ser demolido, no por ser construido totalmente de barro, sino porque era necesario construir uno más sólido para poder defender esa ciudad. Según los cálculos, los gastos ascenderían a 24.000 pesos.

Don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, escribió a S. M., el 15 de agosto de 1681, informándole que se habían concluido las reparaciones en la Real Fuerza de Santiago del Arroyo de Araia y el aljibe que se estaba terminando, que se había logrado construirlo con menos de la mitad de la cantidad que se había librado. También informó, que se habían hecho algunos trabajos, como fosos y terraplenes, etc, en los castillos de Santa María de la Cabeza y San Antonio de la Eminencia, en la ciudad de Santa Inés de Cumaná.

La ciudad de Santa Inés de Cumaná, informa, que ya se había regulado el costo para edificar un nuevo castillo de San Antonio de la Eminencia, incluyendo los sueldos y los materiales. Se notifica que el maestro de albañilería y cantería, Don Diego Matheo, se encargaría de la construcción de la referida fortaleza, ya que anteriormente había construido el castillo de Santa María de la Cabeza, bajo órdenes del Gobernador Fernández de Angulo.

En ese año de 1681, se enviaron a la Corte los Autos Probatorios (de 92 folios) de los méritos del Pbro. Lic. don Matheo de Luna y Lazcano, que en ese momento era el cura de la parroquia de Santa Inés de Cumaná y sub-delegado de la Santa Cruzada. El Gobernador de Cumaná, Lic. don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, dio un

informe sobre la persona y los méritos de Don Matheo, que envió a la corte el día 28 de agosto de ese año . El 5 de octubre de 1682, don Juan, envía otros de méritos de Don Matheo.

Durante la gobernación de Juan Padilla y Guardiola se hizo nuevo hincapié en la necesidad de construir un sistema defensivo más eficaz. En 1682 concreta su informe y anexa a su correspondencia, del 25 de Febrero el proyecto de reforma del nuevo Castillo de San Antonio, imitando la disposición del plano utilizado por Sancho de Angulo en el de Santa María, la forma cuadrangular con baluartes en los ángulos. La junta de guerra aprueba el proyecto y con fecha 31 de Julio del mismo año autoriza la demolición del anterior y la edificación del nuevo, de acuerdo al nuevo proyecto. Los trabajos debieron iniciarse en 1682.

Don Sancho Fernández de Angulo, remite informe a la Corte, el 09 de marzo de 1682, donde decía que el castillo de San Antonio de la Eminencia debía ser demolido abriendo una zanja por todo su circuito hasta que tomasen corriente las aguas, como había dicho el Gobernador de Margarita, don Juan Fermín de Huidobro, ya que, era mucho más económico demolerlo que fortificarlo. También se informa que era necesario demoler la Iglesia Parroquial de esa ciudad y que se reconstruyera en lo último de la plaza .

Por medio de Real Cédula del 31 de julio de 1682, al Gobernador don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, se le comunica, que habiendo visto la carta que envió el 20 de marzo de 1680, se manda a que se proceda a la demolición del castillo de San Antonio de la Eminencia y que sea derribada la Iglesia Parroquial, tal como se había propuesto. También se comunica, que se reedificase el castillo de acuerdo con los planos que habían sido remitidos al Real Consejo de Indias y que se reedificase la Iglesia Parroquial en el lugar que tenía señalado en la plaza mayor. También se le proponía que considerase, que en vez de reconstruir el castillo, más bien era conveniente construir una torre con su puente levadizo, para fortificar la Eminencia de San Antonio de Padua. Al final, se dejaba al arbitrio de don Juan, la decisión de hacer la torre o construir el Castillo.

El Gobernador don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, informó a S. M., el

12 de febrero de 1683, que se encontraba construyendo el nuevo castillo de San Antonio de la Eminencia en la ciudad de Santa Inés de Cumaná y que las obras se iniciaron el 28 de noviembre de 1682. Don Juan dice, que se estaba valiendo para la construcción, de un grupo de esclavos negros que iban a ser vendidos por una fragata holandesa que fue atrapada y como habían sido decomisados, pertenecían al Real Fisco .

El Gobernador don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, informó a S. M., el 19 de abril de 1683, que en su opinión, no era necesario demoler completamente el antiguo castillo de San Antonio de la Eminencia. También informó que la Iglesia Parroquial de Santa Inés de Cumaná, era muy pequeña y de material muy ordinario, y que por lo tanto, se debía demoler para hacer una nueva en la plaza mayor .

El siguiente Gobernador Francisco de Riveros y Galindo, hizo una modificación al plano, sustituyó a forma cuadrangular por el de una estrella de cuatro puntas.

El 08 de septiembre de 1683, don Francisco de Riveros y Galindo, Gobernador de Cumaná, envía una carta al rey don Carlos II, informándole que se estaban prosiguiendo las obras de construcción del castillo San Antonio de la Eminencia y:

[...] que la iglesia, que tiene 44 baras de largo y de ancho tres naves de 16 baras fuera de dos capillas que tiene a los lados de cinco baras cada una.

El informaba que no era conveniente que se trasladara esa Iglesia Parroquial hasta un nuevo sitio en la plaza.

El mismo Gobernador de Cumaná, informó al Rey en otra carta del 08 de septiembre de 1683, que la fundación de un pueblo que había hecho su antecesor el gobernador Padilla y Guzmán en el sitio de Bordonos, era falsa, porque tal pueblo no existía.

El Gobernador de Cumaná, don Francisco de Riveros y Galindo, informa a S. M., el 11 de julio de 1684, sobre el terremoto de sufrió toda la Provincia el 04 de mayo de ese año. La Casa de los gobernadores quedó en ruinas y las partes del viejo castillo de San Antonio de la Eminencia que aún estaban en pie, se desplomaron y se

estaba tratando de finalizar las obras del nuevo Castillo.

El Gobernador Don Francisco Riveros y Galindo, el 22 de diciembre de 1684, remitió al Rey, una planta de las obras ya realizadas del castillo San Antonio de la Eminencia y le expresaba que la ciudad había ayudado a esta obra, con peones y otras cosas necesarias, habiéndose gastado hasta el momento, la cantidad de 3.150 pesos .

El Gobernador don Francisco de Riveros y Galindo, escribió a Su Majestad, el 29 de octubre de 1686, para informarle que la construcción del Castillo San Antonio de la Eminencia en Santa Inés de Cumaná, se encontraba ya a la altura del cordón y estaba listo para empezar a construir el parapeto. Don Francisco expuso, que las obras estarían terminadas para el mes de abril del año siguiente .

Don Benito Rendón, escribió a S. M., el 08 de marzo de 1688, para informarle, que a pesar de que se envió una Real Cédula, para que se construyese el Castillo San Antonio de la Eminencia según los planos enviados a la Corte por don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán; el Gobernador Don Francisco de Riveros y Galindo, no quiso seguirlos y se terminó con los planos que en ese día se estaban enviando con esta correspondencia. También le informa, que todos los gastos habían sido tomados de la Real Hacienda .

Durante la gobernación de Gaspar del Hoyo Solórzano (1693-1696).

El Gobernador Don Gaspar del Hoyo, escribió a S. M., el 19 de septiembre de 1695, informándole que estaba consciente de los defectos de la construcción del Castillo San Antonio de la Eminencia, de la ciudad capital, y le expresaba, que se podían solucionar sin hacer grandes gastos, y si S. M., disponía la ayuda necesaria, se podían tener los ocho pedreros de bronce requeridos para hacer las reparaciones de ese Castillo.

Durante la gobernación de José Ramírez de Arellano (1696-1706).

1702, El Gobernador don Joseph Ramírez de Arellano, escribió al Rey el 16 de Marzo, dándole cuentas, de que había construido una estacada sacada desde los cimientos, con una medio muralla de cal y canto, que fue erigida por toda la

circunvalación del Castillo San Antonio de la Eminencia, en Santa Inés de Cumaná.

El Gobernador José Ramírez de Arellano (1696-1701) quien demostró gran preocupación y actividad por mejorar los antiguos fuertes y construir nuevas obras para la defensa, como el reducto de San José en el barrio Chiclana, con fecha el 16 de marzo de 1704 informa que ha procedido a construir una estacada que rodeaba circularmente el Castillo, hecha de tal solidez por lo fuerte de sus cimientos y su construcción de madera de palo sano que a su juicio, en caso de ataque podía resistir cualquier embate del enemigo. En su informe hacía notar que dicha construcción tenía por objeto sustituir una estacada anterior, que adolecía de falta de solidez,....”porque están las estacadas clavadas en la tierra sin otra seguridad como el terreno es de un calichal y arena que no une ni aprieta, aunque más le pisen nunca se podían afirmar”..... Pasa luego a señalar las condiciones que tiene la nueva construcción por él ejecutada en poco más de tres meses y bajo su diaria inspección, y que según se propia expresión fue gracias a su interés le resultó,.....”buena y barata, pues habiendo corrido todo por mi mano y vista costó menos, y quedó — toda satisfacción”....Prosigue el informe relatando las características de la obra,.....”la obra que se hizo fue una media muralla de cal y canto, sacada de cimiento desde lo firme del terreno y de una vara de grueso, y su alto desde la superficie de la tierra, cerca de vara i media; i en su centro afirmadas las estacadas de una madera que llaman palo sano muy fuerte e incorruptible, apuntadas y aparexadas en bruto, y juntas sin mas distancia que la de tres dedos para poder por sus averturas jugar los mosquetes, y de tres varas de alto igualmente por toda la circunvalación del Castillo, y a cuarenta i seis pies distantes, por fuera de su muralla, y por la parte interior corre un foso de tres varas de ancho desde donde puede pelear la guarnición que se pusiera por defensa y parapeto la media muralla en que afirmar las estacas.

Durante la gobernación de José Dijuga Viila Gomes (1759-1765).

Para 1761, casi 130 años después, el gobernador de la provincia Don José Dijuga y Villagomes presentó al MONARCA un amplio y prolijo informe de los pueblos de su gobernación. Notas para la mas pronta comprensión del mapa general de la gobernación de Cumaná. 1761, es el título que el acua responsable gobernador da a su informe. En estas notas analiza con atención la geografía, la administración política, el comercio,

población, etc. De toda la Provincia. Quien estudié la situación administrativa de la Provincia Neo-Andaluza durante esa época del siglo XVIII tiene necesariamente que conocer el informe del gobernador Dijuga Viila Gomes.

En la parte referente a fortificaciones, refiriéndose al castillo de San Antonio de la Eminencia expresa.

“La serranía que como dicho es, resguarda la ciudad, forma sobre ella tres cerros; en el más elevado está el Castillo de San Antonio de la eminencia, que también domina la mayor parte de la ciudad, al Castillo de Santa María de la cabeza y una gran abra que hay entre este cerro y continuación de la serranía. La figura de esta fortificación es cuadrada compuesta de cuatro cortinas iguales, y los ángulos que forman son mas salientes que el centro de las cortinas: Su fabrica es de sillería y cal como el de santa María; defiéndelo una pequeña estacada sin foso: tiene montados 21 cañones de los calibres y circunstancia que constan por su estado en el mapa., y está provisto de los demás utensilios expresados en su inventario,.... Dicho Castillo puede montar 8 cañones, pero suficiente aljibe, una casa de madera y barro, cubierta con torta de éste, en la que se aloja la guardia, y a un lado del cuartel está el almacén de la pólvora, y al otro la capilla en la que se celebra el santo oficio de la Misa todos los días de Precepto por el Capellán de la tropa”.

Análisis hipotético deductivo de la reseña cronológica del Castillo San Antonio de la Eminencia.

Del escrito que Don Gaspar de Hoyo escribió al Rey don Phelipe IV, el 10 de julio de 1649, se deduce que es 1649 la primera generación estructural del Castillo San Antonio de la Eminencia, ya que no hay otro documento al menos conocido que reseñe otra fecha anterior a la de 1649. En el escrito al Rey no se mencionan el tipo de material utilizado en la construcción, pero si se comenta que al castillo carecía de los baluartes, que son el tipo de estructura para la época adecuada para lograr un mayor desempeño en la defensa de la ciudad.

En la carta que el Gobernador don Juan Bautista de Urtarte envía al Rey de fecha 22 de noviembre de 1668, se observa que la primera estructura del castillo San

Antonio de la Eminencia es de piedra y barro y que dicha estructura tiene forma redonda.

El 04 de junio de 1672, la Junta de Guerra de Indias quedó conforme en enviar un ingeniero a la ciudad Santa Inés de Cumaná, con el fin de verificar en qué estado se encontraba las fortalezas existentes en la zona. Se podría suponer que la supervisión del ingeniero a la fortaleza se debe a políticas militares de la época o en razón de que siendo San Antonio de la Eminencia el baluarte defensivo del pueblo, habría sufrido muchas luchas, ocasionándole muchos daños o simplemente la construcción por tener ya veintitrés años, y por ser en su mayoría de barro, las lluvias incesantes de la época pudieron haber dañado la construcción.

En el memorial que para 1678 el reverendo sacerdote capuchino Fray Francisco de Tauste redacta, se puede ratificar que los materiales con que fue hecho la primera estructura de San Antonio de la Eminencia es de Barro y paja.

En el informe que el gobernador Juan de Padilla, escribió al Rey, el 20 de marzo de 1681, se ve la necesidad y las intenciones de construir un nuevo Castillo de san Antonio de la Eminencia, lo que más tarde sucedió.

En la carta que el gobernador Don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, remite a S. M., el 15 de agosto de 1681, hay una gran incertidumbre en cuanto no queda definido si se habían iniciado la construcción del nuevo castillo para esa época o era simplemente una modificación del anterior, lo cierto es que ya se habla de fosos y terraplenes.

En los folios que envió el Gobernador Don Juan de Padilla en 1681 a S.M se menciona los méritos de don Matheo, maestro de albañilería y cantería, quien posiblemente iniciaría la construcción del nuevo Castillo de San Antonio de la Eminencia.

En el informe que Don Juan de Padilla envía a la corte el 25 de Febrero de 1682, se plantea el proyecto de reforma del nuevo Castillo de San Antonio, utilizando el plano de Santa María, donde el Castillo tomaría la forma cuadrangular con baluartes en los ángulos. Posiblemente con este plano se inicio la construcción en 1682.

En la carta que Don Sancho Fernández de Angulo, remite informe a la Corte, el 09 de marzo de 1682, donde decía que el Castillo de San Antonio de la Eminencia debía ser demolido abriendo una zanja por el medio, lo que presume que el castillo se encontraba muy deteriorado y solo la demolición era la opción más viable.

Por medio de Real Cédula del 31 de julio de 1682, al Gobernador don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, se le comunica, que habiendo visto la carta que envió el 20 de marzo de 1680, se manda a que se proceda a la demolición del Castillo de San Antonio. Se aprecia que la demolición del Castillo para esa fecha era un hecho lo que vino a ser el fin de la primera generación del Castillo.

En el informe que el Gobernador Don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, envía a S. M., el 12 de febrero de 1683, se confirma que la segunda generación del castillo está en construcción y que las obras se iniciaron el 28 de noviembre de 1682.

El Gobernador don Juan de Padilla Guardiola y Guzmán, informó a S. M., el 19 de abril de 1683, que en su opinión, no era necesario demoler completamente el antiguo castillo de San Antonio de la Eminencia. Se puede contactar que la demolición del castillo se hizo solo parcialmente y la nueva estructura es solo una remodelación de la anterior.

El siguiente Gobernador Francisco de Ribero y Galindo, hizo una modificación al plano, sustituyó la forma cuadrangular por el de una estrella de cuatro puntas. En el informe que don Francisco de Riveros y Galindo Gobernador de Cumaná, envía al rey don Carlos II el 08 de septiembre de 1683, se afirma que la remodelación del Castillo es un hecho.

El Gobernador de Cumaná, don Francisco de Riveros y Galindo, informa a S. M., que el terremoto que azotó la ciudad el 11 de julio de 1684 derrumbó la estructura vieja del Castillo, y que las obras de construcción continuaban.

El Gobernador don Francisco Riveros y Galindo, remite una carta al Rey el 22 de diciembre de 1684, y anexa un plano de la construcción, indicándole cómo va la construcción.

Se observa que en el informe que el Gobernador don Francisco de Riveros y Galindo, escribió a Su Majestad, el 29 de octubre de 1686, que el Castillo ya estaba

bastante adelantado y expresaba una fecha de culminación el mes de abril de 1687.

En la carta que Don Benito Rendón, escribió a S. M., el 08 de marzo de 1688, se aprecia que el Castillo se construyó con nuevos planos, desviándose de los planos que anteriormente habían sido enviados a la corona. Cambiando la estructura a un nuevo estilo arquitectónico.

El Gobernador don Gaspar del Hoyo, escribió a S. M., el 19 de septiembre de 1695, informándole que estaba consciente de los defectos de la construcción del Castillo San Antonio de la Eminencia, de la ciudad capital, y le expresaba, que se podían solucionar sin hacer grandes gastos. En este informe puede concluirse que apenas unos años después de la construcción del nuevo Castillo ya presentaba fallas y se pedía por la reparación de la fortaleza.

Del informe que el Gobernador don Joseph Ramírez de Arellano, escribió al Rey el 16 de marzo, dándole cuentas, de que había construido una estacada sacada desde los cimientos, con una medio muralla de cal y canto, que fue erigida por toda la circunvalación del castillo, se deduce que es la primera remodelación de la segunda generación del castillo, donde se construyó un muro que rodea a la estructura y que sirve de escudo protector.

En el extracto del libro fortificaciones de Cumaná que hace referencia a la carta que el Gobernador José Ramírez de Arellano envía al rey el 16 de marzo de 1704, se muestra una discrepancia de fechas con respecto a la información recogida por el padre Alexander castro en el archivo de Sevilla, donde dicho documento hace relación al 16 de marzo de 1702. Lo cierto es que ambos documentos hacen relación a la estacada construida alrededor del castillo como medio defensivo.

En el informe que el gobernador de la provincia Don José Dijuga y Villagomes presentó al Monarca para 1761. En la parte referente a fortificaciones, refiriéndose al castillo de San Antonio de la Eminencia expresa.

“La serranía que como dicho es, resguarda la ciudad, forma sobre ella tres cerros; en el más elevado está el Castillo de San Antonio de la Eminencia, que también domina la mayor parte de la ciudad, al Castillo de Santa María de la cabeza y una gran abra que hay entre este cerro y continuación de la serranía. La figura de esta fortificación es

cuadrada compuesta de cuatro cortinas iguales, y los ángulos que forman son mas salientes que el centro de las cortinas: Su fabrica es de sillería y cal como el de santa María; defiendolo una pequeña estacada sin foso: tiene montados 21 cañones de los calibres y circunstancia que constan por su estado en el mapa., y está provisto de los demás utensilios expresados en su inventario,...Dicho Castillo puede montar 8 cañones, pero suficiente aljibe, una casa de madera y barro, cubierta con torta de éste, en la que se aloja la guardia, y a un lado del cuartel está el almacén de la pólvora, y al otro la capilla en la que se celebra el santo oficio de la Misa todos los días de Precepto por el Capellán de la tropa” los pueblos de su gobernación”

En este informe puede apreciarse que el castillo había mantenido su estructura de cuatro puntas para esa época y se hace relación a la casita e iglesia de barro y a las armas que se encontraban en la fortaleza.

Las fuentes documentales sobre el castillo son escasas, presumiblemente las batallas independentistas libradas en Venezuela destruyeron muchos documentos, dejando un vacío histórico en relación a nuestro pasado arquitectónico colonial. Lo cierto es que la prueba tangible de la existencia del castillo lo representa su vigente estructura, la cual se encuentra aún en los sitios mencionados en los extractos de las cartas recopiladas en esta investigación.

Sismología Histórica

Siendo el estado sucre una zona de constantes movimientos telúricos y fuertes terremotos, y considerada en ese sentido de alto riesgo, es importante para esta investigación que se establezca con aproximación los movimientos sísmicos que posiblemente afectaron la estructura para alrededor de 1777.

Según datos del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, distintos terremotos azotaron al estado Sucre durante la época colonial, donde posiblemente el terremoto de 1776, con un aproximado de 7.6 grados en la escala de ritter, hizo estragos en el castillo y obligo presumiblemente al diseño del plano del Ingeniero Agustin Cramer y a la posterior remodelación del Castillo en base a esa propuesta.

Aunque no hay una fecha exacta del inicio de la construcción del Castillo, en base a la propuesta de Agustín Cramer, se cree que ocurrió alrededor de 1786, cuya

generación del castillo no sobrevivió a más de cien años, esto debido a los constantes terremotos, que se produjeron posterior a 1777 y derivándose con esto nuevas modificaciones y cambios físicos en el Castillo San Antonio de la Eminencia, las cuales pueden considerarse como nuevas generaciones estructurales, y una buena propuesta para investigaciones posteriores.

Tabla 1. Sismología Histórica

Ciudad	Fecha	Ubicación	Intensidad	Profundidad	Daños
Cumaná	1/09 /1530	10° 7' N 64° 1' W			
Cumaná	1629				Daños en el Castillo San Antonio
Cumaná	4/05 /1684				
Cumaná	21/10 /1776	10° 3' N; 63° 5' W	7.6 - 7.8	120 Km.	Los habitantes acamparon en las calles durante 1766 - 1767.
Cumaná	14/12 /1797	10° 6' N; 64° 1' W			Destrucción de 80% de las casas. 16 muertes. 78 días antes hizo

erupción un
volcán en la
Isla de
Guadalupe (27-
09-1797)

C 15/0 64.1' W,
umaná 8/1802 10.6' N

Causó
algunas ruinas
en las casas. No
hubo víctimas.

C 27(0) 63.8' W;
umaná 1/1805 10.5' N

Ca 1823
riaco

Algunas
casas
arruinadas

Estudio de Conveniencia

Requerimientos de Salida

Las salidas que generará la herramienta de realidad virtual son de manera visual; para ello, sólo se requiere un monitor como dispositivo de salida, o cualquier proyector o dispositivo multimedia que permita que el usuario pueda observar la Arquitectura Virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia de la ciudad de Cumaná.

Requerimientos de Instalación

Como requisito para la instalación o difusión de la aplicación, solo se debe contar con un dispositivo de almacenamiento como un disco duro, un disco compacto o cualquier otro dispositivo con capacidad disponible de al menos 4 giga y un reproductor multimedia.

Requerimientos de Adaptabilidad

Por último, esta herramienta tecnológica, tiene como característica propia la

flexibilidad y fácil adaptación a las circunstancias y cambios tecnológicos; es decir, puede darse de ser necesario una migración hacia nuevas tecnologías tanto a nivel de software como de hardware; dado que posee la ventaja de ser multiplataforma, trabajando normalmente bajo cualquiera de los dos ambientes del software, tanto libre como propietario.

Beneficios Intangibles

Los beneficios del desarrollo de la Arquitectura Virtual están enmarcado en el aporte histórico y el aporte educativo en función de describir el castillo para la época colonial y mostrar de manera virtual cada una de las partes del castillo y así conocer con detalles mucha de las características de la época que son imposible visualizar en la actualidad debido a la inexistencia física.

La aplicación permitirá, de forma eficiente, la difusión del conocimiento y podrá ser distribuida en formato digital y de libre reproducción en cualquier institución educativa, biblioteca, museo o entes gubernamental.

Dentro de los beneficios intangibles que se pueden observar para la comunidad virtual se encuentran:

La aplicación reduce los costos en cuanto el objetivo que conlleva el traslado de cualquier parte del país a la ubicación del castillo.

Confiabilidad e integridad de la Información.

Estimulan varias modalidades sensoriales (auditivas, visuales y vestibulares), lo cual resulta muy conveniente para aquellas personas que tienen problemas para imaginar.

Está disponible las 24 horas del día, sin restricción de tiempo o distancia.

Planificación

La arquitectura virtual del castillo san Antonio de la eminencia fue desarrollado en un marco de acción consistente es una serie de actividades repartida en dos grandes grupos; por una parte el estudio de toda la información bibliográfica y documental del castillo, y por otra parte la elaboración de la aplicación virtual repartida en un ciclo de desarrollo 3D, donde se establecieron tres grandes fases de desarrollo, como son la fase de pre-producción, la fase de producción y la fase de post producción, las cuales tuvieron asociadas un conjunto de tareas. El ciclo de producción digital y el análisis

documental se desarrollaron en las fases de diseño, construcción y evaluación y ajuste.

Análisis documental y bibliográfico

El análisis documental consistió en el estudio arquitectónico del plano del ingeniero militar Agustín Cramer, donde se determinaron cada uno de los espacios interiores y exteriores del Castillo San Antonio de la Eminencia, con sus diferentes características físicas, como medidas, colores, texturas y posibles objetos de la época, planteando un marco de referencia que permitió desarrollar un modelo aproximado a la estructura original.

Ciclo de trabajo en producciones 3d

Pre-producción. En esta fase fueron definidos los escenarios que fueron modelados y las secuencias de videos, se establecieron la dirección visual y el estilo del proyecto, y el aspecto técnico que tendría la aplicación.

La fase de preproducción finalizó con la construcción de las secuencias o navegación de la aplicación. Mediante la tabla de navegabilidad, trasladamos el guión a imágenes. Estas imágenes fueron tratadas como unidades que la fase de producción pudo gestionar como bloques de trabajo. La tabla de navegabilidad se centro en determinar la dirección y composición de cámara, acciones... sin prestar atención a detalles técnicos. Aunque hay algunos convenios más o menos establecidos, cada autor define su propio formato de navegabilidad.

Producción

En la etapa de producción se llevan a cabo las tareas más complejas del proyecto. Estando formada por una serie de fases clave que fueron necesarias en prácticamente todo el proyecto de desarrollo. La fase de producción estuvo distribuida en una serie de sub fases que nombraremos a continuación: Modelado, Materiales, Texturas e Iluminación.

Modelado: En esta etapa se obtuvo una representación tridimensional de los objetos y escenarios planteados en el análisis documental y la fase de pre-producción. Se fueron diseñando detalladamente cada una de las partes propuestas, respetando longitudes y aspectos como la simetría de un objeto con el otro y estos a su vez con el escenario final, de tal manera que se logre un modelado realista. En el desarrollo de este proyecto se utilizó una táctica de modelado llamada punto a punto, es decir, se colocaron

imágenes de fondo, como planos y fotografías y se fueron construyendo los modelos, trabajando vértice a vértice sobre dicha imagen.

Materiales y Texturas: Mediante la asignación de materiales y texturas, aplicamos propiedades básicas de reflexión de la luz, color, transparencia a las superficies de nuestros modelos. Lo que permitió construir una aproximación real del modelo en desarrollo. Se usaron texturas para el modelo de imágenes en formato digital JPG, lo que permitió una mejor aproximación a la realidad.

Iluminación: En la búsqueda de la generación de imagen fotorrealista el punto clave es la simulación de la luz. La iluminación permite que las escenas y objetos diseñados y de acuerdo a un algoritmo, la manera como se refleja la luz en la aplicación y El método de iluminación usada fue el de iluminación focal, la cual calcula la iluminación indirecta que proviene del rebote de la luz en los objetos de la escena, permitiendo una iluminación apropiada en este proyecto.

Animación: Consistió en darle movimiento a los escenarios y objetos. Se empleo el movimiento de la cámara mediante curvas de interpolación, (en Blender se denominan curvas IPO). De esta forma, el software se encargo de generar la simulación, la trayectorias de la cámara, el tiempo de recorrido y la velocidad de desplazamiento.

Render: En este paso se realizó el cálculo de la imagen 2D (de tipo mapa de bits) correspondiente a la escena que hemos definido. El motor de Render tiene en cuenta todos los parámetros definidos en las etapas anteriores, y trata de realizar una simulación física (según el método algorítmico de renderizado a utilizar) de la interacción de la luz en la escena. Existen varios métodos de render, siendo norma habitual, que a mayor realismo, tiempos de cómputos mucho más altos. El tiempo de render es un parámetro importantísimo a tener en cuenta a la hora de afrontar proyectos complejos, ya que esto demorará en gran proporción el desarrollo del proyecto. En concreto utilizamos el motor render interno de blender .

Post-producción

La etapa de postproducción consistió en definir e integrar cada una de las secuencias de videostoma como entrada las imágenes y videos generadas en la etapa

de render de la fase anterior y las compone, interceptando cada secuencia, aplicándoles texto, sonido y una serie de filtros y modificadores de videos. En esta fase además se suelen retocar digitalmente cada una de las secuencias de video que formarán la aplicación final, ajustando niveles, brillo, contraste, etc. También suele incorporarse efectos tales como sistemas de partículas (nieve, lluvia...), iluminación y efectos especiales. Esta etapa viene a definir el producto final, que se presentará al usuario.

Es importante resaltar que la fase de planificación viene a determinar el éxito del trabajo, ya que es aquí, donde se determina cada actividad y tarea a realizarse en fases posteriores. Cada tarea y actividad planteada, tiene que desarrollarse respetando las secuencias y siguiendo el orden establecido.

La etapa de planificación concluyo con el diseño de un cronograma de actividades, el cual representa de manera grafica, cada una de las actividades y su relación con las demás. (Ver figura 3)

Diseño del mundo virtual

Requerimientos lógicos

La arquitectura virtual del castillo se realizó bajo un estudio documental, donde se efectuaron estudios técnicos del plano, fotografías y dibujos. También se desarrolló un estudio de campo donde se determinaron las características físicas de la estructura en la actualidad, como medidas, texturas, y distribución, que es imposible determinar en el plano de Agustín Cramer, ya que solo contamos con una copia del original, el cual se encuentra deformada en el sentido de las medidas reales de la estructura.

Cabe destacar que el estudio de campo aunado al análisis documental, podrá en alto grado aproximarnos a un modelo fidedigno del Castillo para 1777.

Análisis del plano de Agustín Cramer

Según la leyenda planteada en el Plano del Ingeniero Militar Agustín Cramer (ver figura 4), el castillo está distribuido en 12 espacios físicos, los cuales tres de ellos representan por su utilidad histórica y por sus características físicas en los tres más importantes espacios, como lo son el cuartel, la base del castillo y la cárcel común. El cuartel es el sitio que contiene las habitaciones del personal militar, entre ellas el cuarto del comandante y el de los soldados; también en el cuartel se encuentran la cocina y la cárcel de castigo de los militares. La base del castillo es el centro principal del modelo, y el soporte de la estructura, el cual presenta un diseño de cuatro puntas, donde cada punta está alineada con un punto cardinal, siendo militarmente estratégico para el resguardo de la ciudad. En la base del castillo también descansa el cuartel y es el eje de guía de las demás estructuras; la cárcel común es la estructura que además de servir como custodia de los presos, es uno de los soportes del muro perimetral y otro punto de vigilancia del castillo. (Ver tabla 2)

Cabe destacar que la inclinación de los muros del Castillo, y la posición geográfica no fue obra del azar y que fueron diseñados por el Ingeniero Militar Agustín Cramer, con fines de resistir con eficiencia a posibles ataques enemigos, ya que por la disposición aritmética del Castillo, los impactos de la artillería son menos efectivos contra esta estructura.

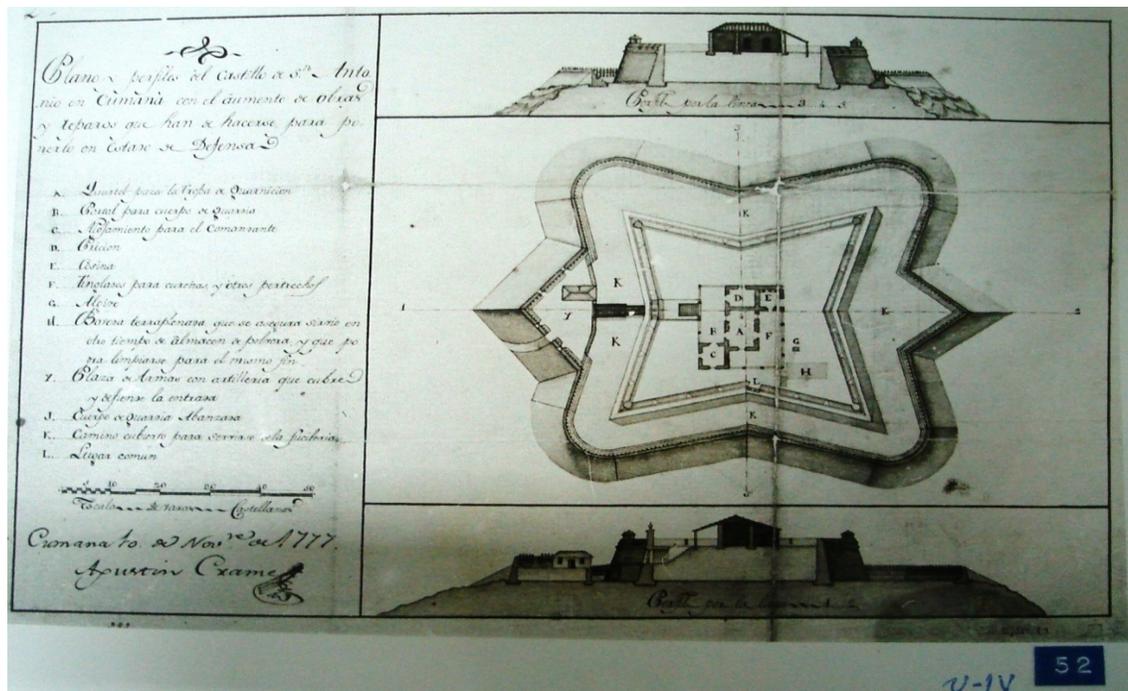


Figura 4. Plano de Agustin cramer

Tabla 2. Leyenda del plano de Agustin Cramer

L etra	Espacio Físico que representa
A	Cuartel para la tropa de guarnición
B	Portal para el cuerpo de guardia
C	Alojamiento para el comandante
D	Prisión
E	Cocina
F	Tingladas para cureñas y otros pertrechos
G	Aljibe
H	Bóveda terraplenada que sirvió en otros tiempos de almacén de pólvora
y	Plaza de armas con artillería que cubre y refuerza la entrada
J	Cuerpo de guardia avanzada
K	Camino cubierto para servirse de la fusilería
L	Ligar común

Descripción de los espacios físicos del castillo

Para 1779 las descripciones técnicas utilizadas en los planos dependían del lenguaje coloquial de la época y en consecuencia en la actualidad tales descripciones tienden a generar cierta confusión. (Ver Tabla 2 y 3)

Tabla 3. Nombres de los espacios físicos del Castillo

Espacio físico que representa	Traducción al lenguaje actual
Cuartel para la tropa de guarnición	Dormitorio de los soldados
Portal para el cuerpo de guardia	Sitio donde los soldados hacían la guardia
Alojamiento para el comandante	Dormitorio del comandante
Prisión	Cárcel de los soldados
Cocina	cocina
Tingladas para cureñas y otros pertrechos	Espacio alrededor de la casa colonial
Aljibe	Sitio de almacenamiento de agua
Bóveda terraplenada que se asegura sirvió en otros tiempos de almacén de pólvora	Almacén de pólvora y de armamento
Plaza de armas con artillería que cubre y refuerza la entrada	Defensa de la artillería
Cuerpo de guardia avanzada	Sitio estratégico para la protección del castillo
Camino cubierto para servirse de la fusilería	Lugar de parada de la tropa
Lugar común	Baño del castillo

Se considero para facilidad de desarrollo de la aplicación, distribuir según su utilidad social y arquitectónica a la estructura en dos espacios, quedando de la siguiente manera (ver tabla 4):

Espacios interiores y espacios exteriores

Tabla 4. Distribución de los espacios físicos del Castillo

Espacios interiores	Espacios exteriores
Cuartel de los militares	Base del castillo
Cárcel de los presos comunes	Puente de madera
	Puesto de vigilancia
	Aljibe
	Casa de pólvora

Espacios interiores

Dentro de los espacios interiores están todas las edificaciones pertenecientes al cuartel y a la cárcel de los presos comunes.

Cuartel

Según el plano del ingeniero Militar Agustín Cramer el diseño presenta en la vista frontal una estructura colonial situada encima de la base principal del castillo, lo que fue llamado el cuartel Militar, donde se puede observar ciertas características de la época como el techo inclinado, tejas y columnas de madera. También en la vista de planta se puede constatar la distribución específica del interior de esta estructura, quedando repartida de la siguiente manera.

Cárcel de los presos comunes

Según criterios e impresiones recogidos verbalmente de varios conocedores sobre arquitectura militar colonial, se cree que motivos estratégicos y de seguridad, la cárcel de los presos comunes no se muestra en el plano de Agustín Cramer, evitando cualquier intento de rescate y atentado militar.

Actualmente se puede observar que el castillo mantiene lo que hipotéticamente sería para la época, la cárcel de los presos comunes y la entrada al puesto de vigilancia, siendo la única prueba de que en verdad la cárcel existió para tiempos coloniales.

En este proyecto se considerara la cárcel como parte del modelo. (Ver tabla 5)

Tabla 5. Distribución de los espacios físicos de la Cárcel común

Nombre Simbólico	Descripción de los espacios de la cárcel común
Habitación 1	Puesto de vigilancia de la cárcel
Habitación 2	Sitio principal de resguardo de los presos
Habitación 3	Sitio alternativo de resguardo de los presos
Habitación 4	Cárcel de castigo
Habitación 5	Entrada al puesto de vigilancia

Espacios exteriores

Los espacios exteriores lo representa todo lo referente a la geometría externa del castillo, como la base del castillo, el puente de madera, la casita de vigilancia, el aljibe, la casa de pólvora, es decir todo lo que puede observarse desde afuera de la estructura.

El paisajismo también se considerara parte de los espacios exteriores, mostrando el mar, el río, la vegetación y demás características del paisaje.

Base del castillo.

La base del castillo es por su diseño el centro de toda la estructura, presenta una forma de cuatro puntas, donde cada una apunta a un punto cardinal y es el soporte del cuartel militar y el enlace con el resto de la fortificación.

El aljibe.

Es el depósito de agua utilizado para cubrir las necesidades de la época, era hecho presumiblemente de piedra y situado cerca del cuartel de los militares.

Almacén de pólvora.

Rancho de madera y barro donde se guardaba la pólvora y armas de la época. Según el plano estaba situado a pocos metros del aljibe.

Plaza de armas.

Puesto de vigilancia estratégico del Castillo. Consistía de una estructura de barro y madera, colocada encima de un espacio de forma triangular, que servía de vigilancia y resguardo de los soldados. Disponía de una serie de cañones dispuestos

para el ataque contra los enemigos.

Puente de madera.

El puente de madera es una estructura que permite el paso de la plaza de armas hacia la parte superior de la base del castillo, donde se encuentra el cuartel, el aljibe, el almacén de pólvora y demás estructura dispuesta en dicho lugar.

Muro perimetral.

Muro que rodea y protege al Castillo de los ataques de los enemigos.

Lugar Común.

Sitio donde los soldados y oficiales hacían sus necesidades fisiológicas.

El paisajismo.

Representa todo lo relacionado a la flora e hidrografía que rodea al castillo. Para el desarrollo de la arquitectura virtual del Castillo se mostrara lo necesariamente posible, en virtud de lo exigente a nivel de tecnología y lo complicado que resulta en el campo del 3d el modelado de paisajes. El diseño de esta clase de exterior será por aproximación y ajustado a la apreciación del desarrollador. Siendo el paisajismo lo más complicado del proyecto

Determinación de los atributos del castillo

Medidas y tendencia arquitectónica: Las medidas del castillo fueron recabadas en gran parte del estudio de campo realizado en el castillo y de los análisis realizados al plano de Agustín Cramer. Cabe destacar que muchos de los espacios diseñados en el plano de Agustín Cramer, no existen en la actualidad; en tal sentido se procedió a recolectar y comparar las medidas de la propia estructura, con las medidas del plano encontrado, dando de esta manera una mayor aproximación real del castillo.

En el caso específico del cuartel las medidas solo pudieron ser recogidas del plano de Agustín Cramer, y de las conjeturas deducidas en bases a las medidas encontradas, ya que ese cuartel no sobrevivió a más de 100 años, siendo imposible apreciarlo en la actualidad.

Debido a la geometría del castillo, donde la fortaleza la forman una diversidad de curvas y ángulos, se tomaran solo las medidas que permitan el levantamiento del modelo, dejando detalles del diseño a la apreciación del ojo humano que se hacen a los planos del Castillo. (Ver figura 4 y 5)

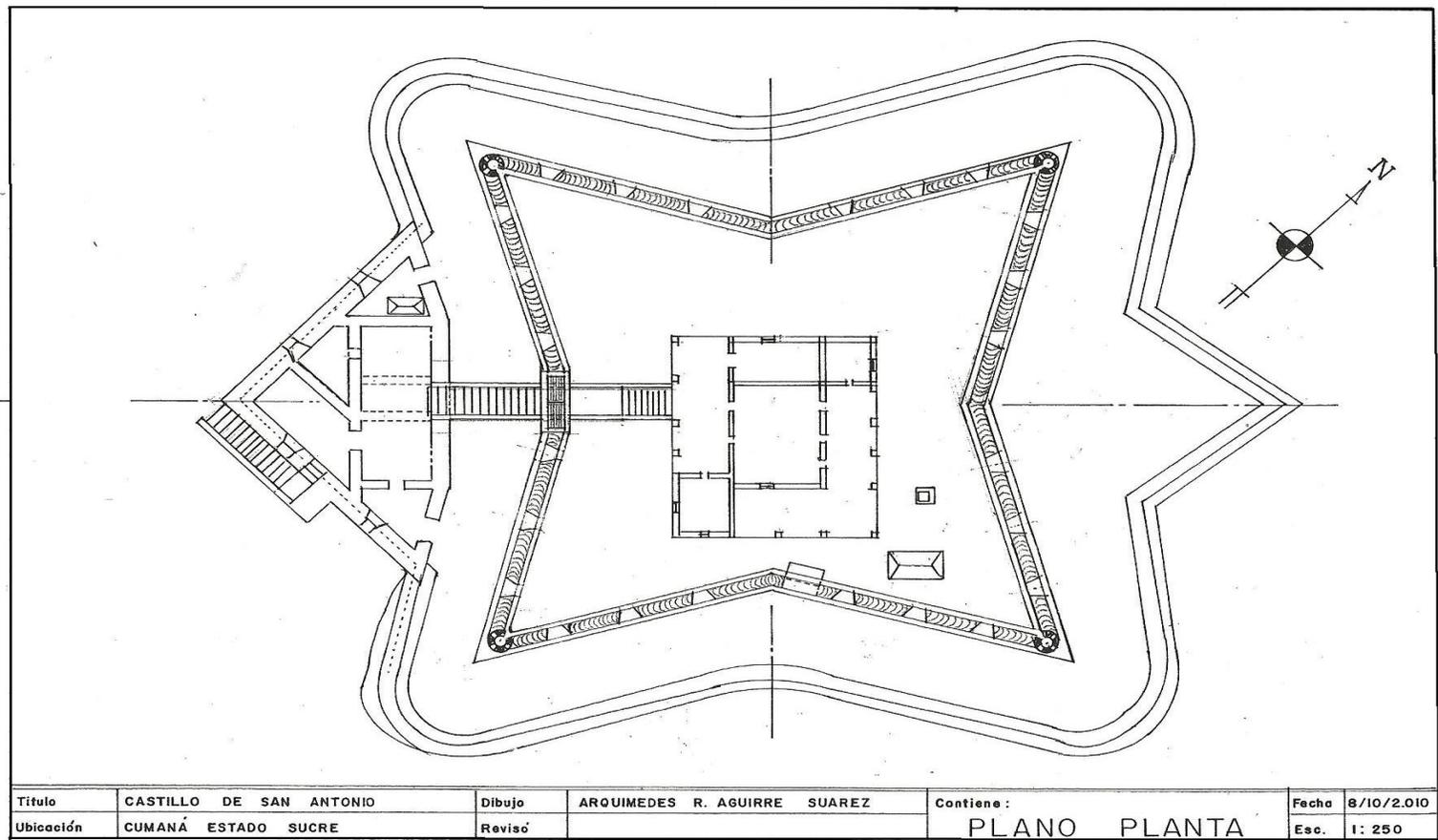


Figura 6. Vista de planta del plano del modelo propuesto

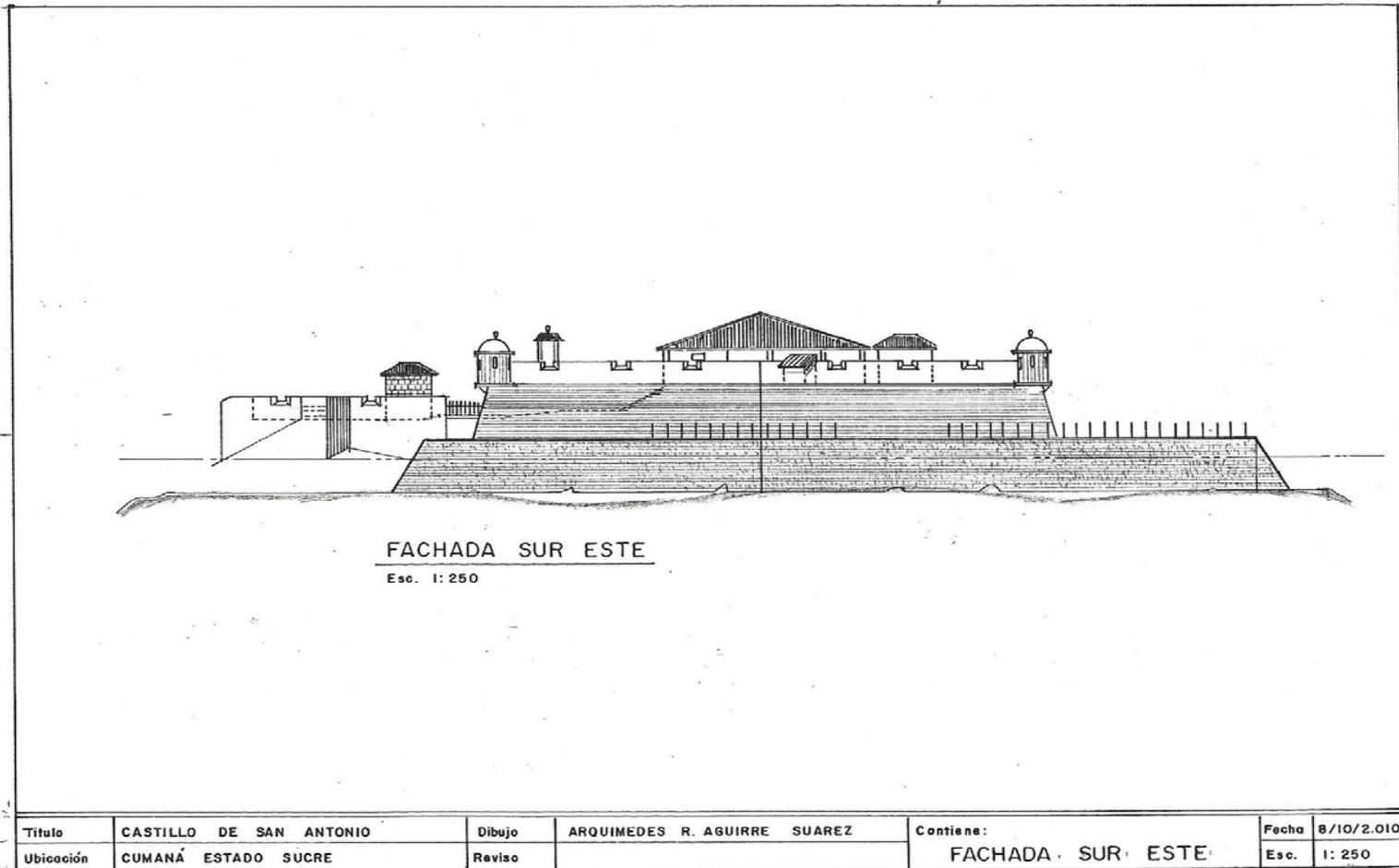


Figura 7: Vista frontal del Plano del Modelo Propuesto

Determinación de los espacios a modelar

Se modelarán los exteriores e interiores, respetando los detalles visibles en el plano del ingeniero Agustín Cramer. También se recrearán los objetos de la época como mesas, sillas, armas, lámparas, puertas, ventanas y toda una serie de elementos que son partes de la estructura. Se usó las técnicas de modelado punto a punto, que consiste en pegar una imagen de fondo y trabajar como si se dibujara sobre dicha imagen, creando así un modelo con alto grado de realidad. (Ver tabla 6)

Tabla 6. Espacios del castillo a modelar

Interiores	Exteriores
Cuartel	Base del castillo
Cárcel de los presos comunes	Cuartel
	Aljibe
	Almacén de pólvoras
	Plaza de Armas
	Puente de madera
	Lugar común
	Muro perimetral
	Paisajismo

Objetos a modelar

Para el exterior se consideraron pocos objetos, en vista de mostrar lo más general del castillo y disminuir los tiempos de render, ya que el modelo del exterior genera muchos vértices, hecho que produce mucha exigencia de video y procesamiento, siendo poco factible para el desarrollo de la aplicación. (Ver tabla 7)

Tabla 7. Objetos a modelar del exterior del castillo

Objetos	Castillo
Cañones	Exteriores
Balas de cañón	
Lámparas	

L

modelar dentro del castillo fueron diseñados en función de objetos de la época y se considerando para el modelado imágenes recabadas en Internet y fotografías de estructuras antiguas. Cada objeto pertenece de acuerdo a su utilidad a un espacio físico del castillo. (Ver tabla 8)

Tabla 8. Objetos a modelar del interior del castillo

Objetos	Castillo
Literas	Interiores
Sillas	
Lámparas	
Mesas	
vasos	
Platos	
Fusil	
Grilletes	
Cuadros	
Mesas	
Barril de madera	

Determinación de las texturas del castillo

Para el desarrollo de la aplicación se utilizaron un grupo de texturas y materiales que simularan con la máxima aproximación al objeto a representar. Para la escogencia de las texturas se hizo una comparación en base a los objetos a modelar con una serie de texturas que fueron seleccionadas de diferentes fuentes. (Ver tabla 9)

Tabla 9. Determinación de las texturas del castillo

Descripción	Formato	de	Espacio	que
	Imagen		representa	

Arcillosa	JPG	Pared del Cuartel	Definición del sonido de la aplicación.
Ladrillo	JPG	Piso	
madera	JPG	Mesas, sillas, puertas, ventanas	
Piedra	JPG	Muro del castillo, Piso del castillo	
Hierro	JPG	Puertas, ventanas, Cañones, balas	
Paisajism	JPG	Exterior	

Se tomó para la creación del fondo musical de la aplicación, vales venezolanos de varios compositores nacionales entre ellos, Antonio Lauro, José Antonio y otros músicos. (Ver tabla 10)

Tabla 10. Definición de la música de fondo

Canción	Autor		Interprete		Definición de secuencias y tiempos de
Bellas noches	Pedro Arcilla		Orquesta	típica	
			nacional		
Vals venezolano N° 2	Antonio Lauro		Alirio Díaz		
Alma llanera	Pedro	Elías	Orquesta	típica	
	Gutiérrez		nacional		

videos

Para el desarrollo de la arquitectura virtual se consideraron varias secuencias de videos que mostraran lo estrictamente necesario de cada espacio del castillo, logrando con esto cumplir con los objetivos pedagógicos y minimizar los tiempos de render y facilitando la postproducción de la escena final. (Ver tabla 11)

Tabla 11. Definición de los tiempos de video

Espacio estructural	Tiempo de video
Créditos	30 seg
Museo Virtual	50 Seg
Exteriores	148 Seg

Cuartel para la tropa de guarnición	05 Seg
Alojamiento para el comandante	05 Seg
Prisión de los soldados	06Seg
Cocina	05 Seg
Almacén de Pólvora	18 Seg
Baños	05 Seg
Puesto de Vigilancia	09 Seg
Cárcel Común	12 Seg
Aljive	05 Seg
Créditos finales	26 Seg

Definición de las secuencias de navegación

En el proyecto se definió la navegabilidad de la aplicación, lo cual permitió determinar el orden de las secuencias de videos y la forma como sería visualizado los espacios del Castillo y las relación existente entre cada una de las distintas secuencias de videos. (Ver figura 7)

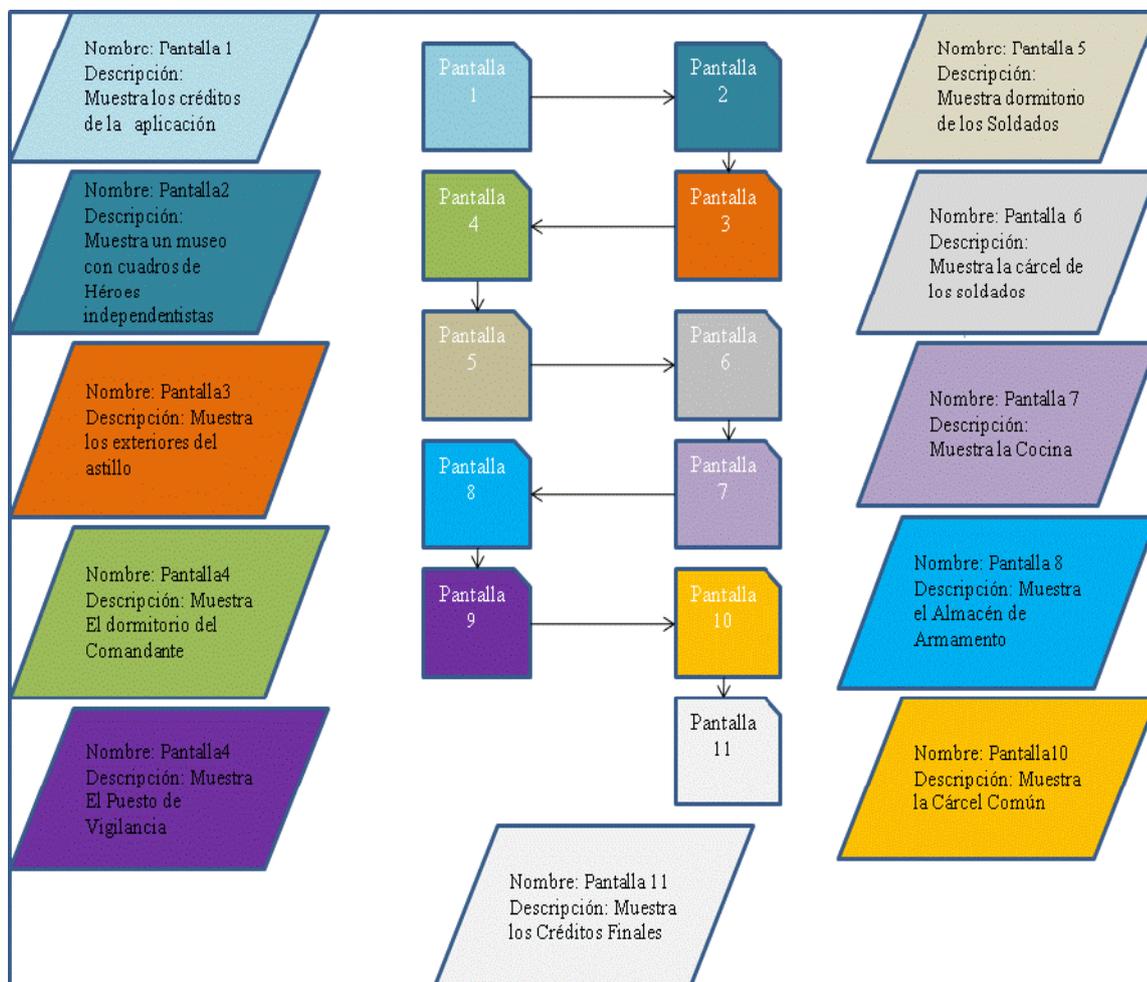


Figura 7. Diagrama de navegación

Construcción del mundo virtual

Modelado de los escenarios y objetos

Siguiendo el esquema de desarrollo propuesto en la fase anterior, se modelaran los escenarios haciendo el levantamiento digital de cada uno de los espacios del castillo. En esta etapa el trabajo se desarrolló bajo la herramienta de modelado Blender. El modo de trabajo con dicha herramienta será un modelado punto a punto donde se colocara el plano 2d como fondo de trabajo y se procederá al levantamiento digital

A continuación se presenta algunas de las distintas secuencias de modelado del Castillo San Antonio de la Eminencia que abarcarán las etapas de. Modelado, Iluminación, Texturizado y Renderizado.

Las distintas pantallas son las escenas o interfaz de modelado de blender, se procedió a capturar algunas de las etapas de modelado, con el fin de evidenciar o dar una muestra de las distintas etapas de desarrollo del proyecto de reconstrucción en 3d del Castillo San Antonio de la Eminencia de la ciudad de Cumaná. Cabe destacar que el proceso de diseño es de constante modificación de vértices, siendo imposible reflejar dichas transformaciones, ya que serían infinitas pantallas, por lo cual se escogen solo algunas de las secuencias.

Modelado

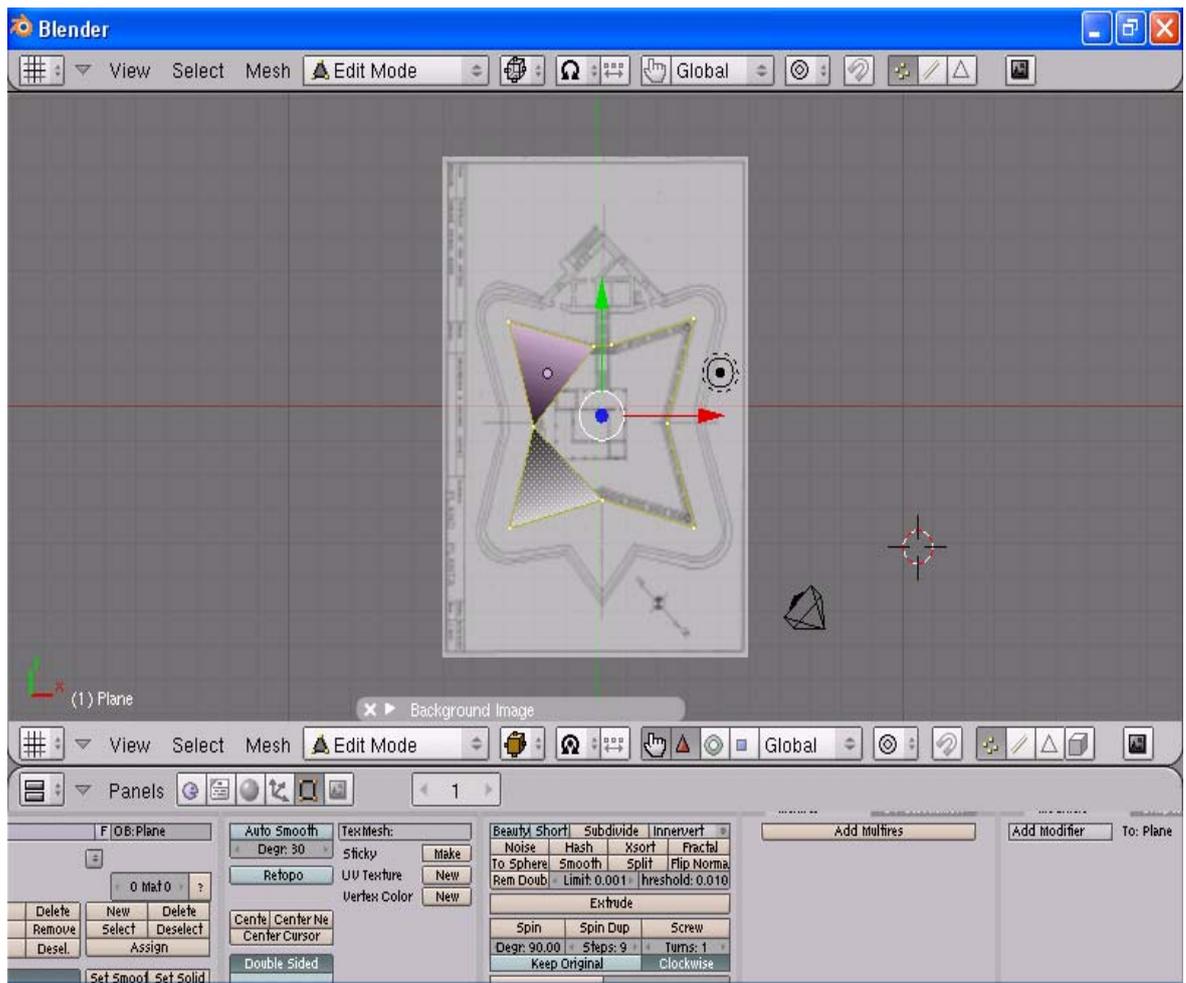


Figura 8. Pantalla de modelado

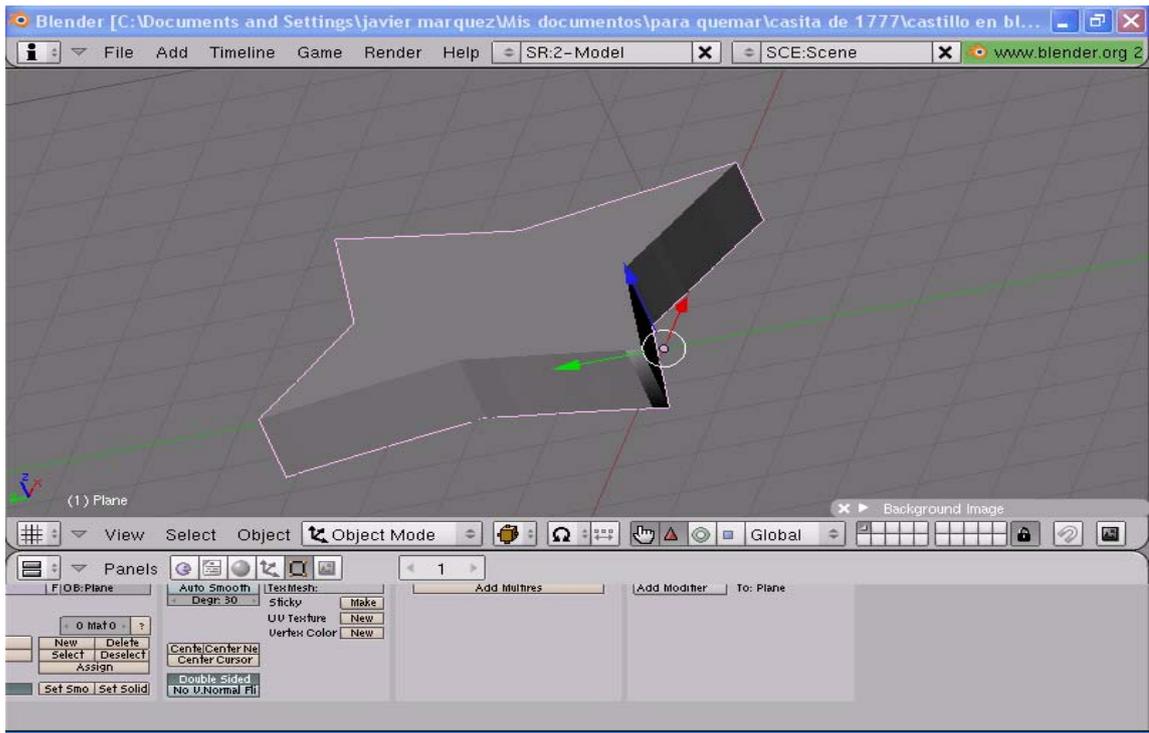
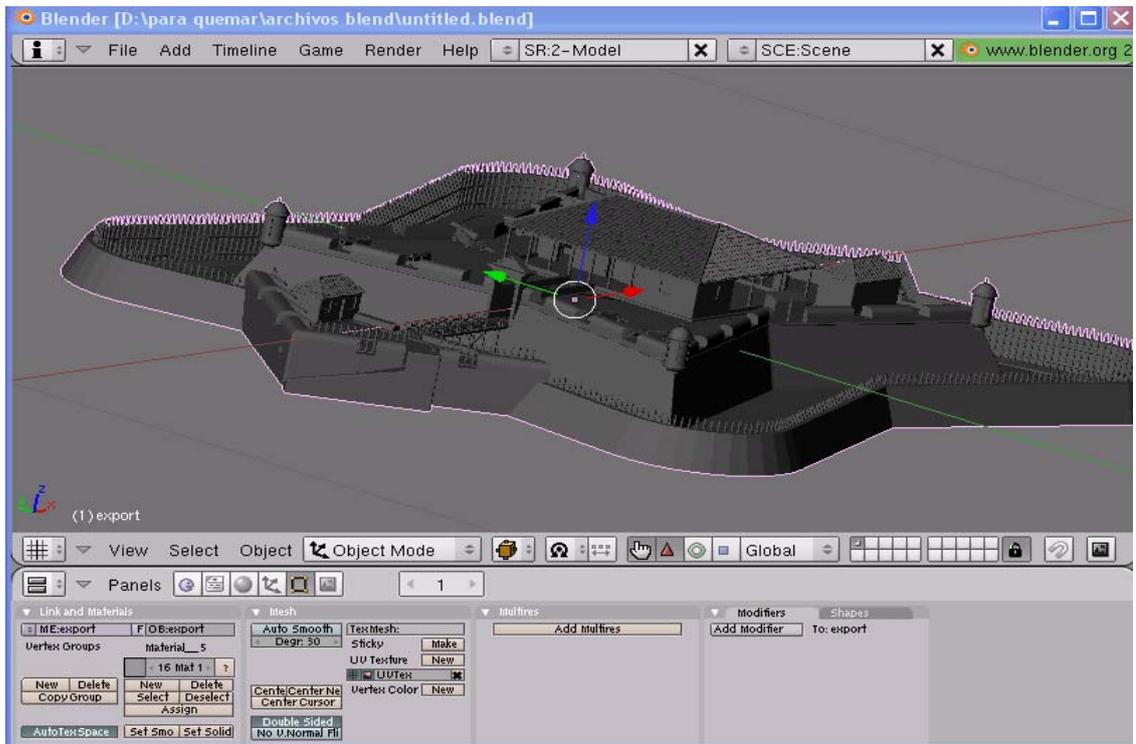


Figura 9. Pantalla de modelado



Texturizado e iluminación de las escenas y objetos
Figura 10. Pantalla de modelado



Figura 11. Pantalla de Texturizado e iluminación uno

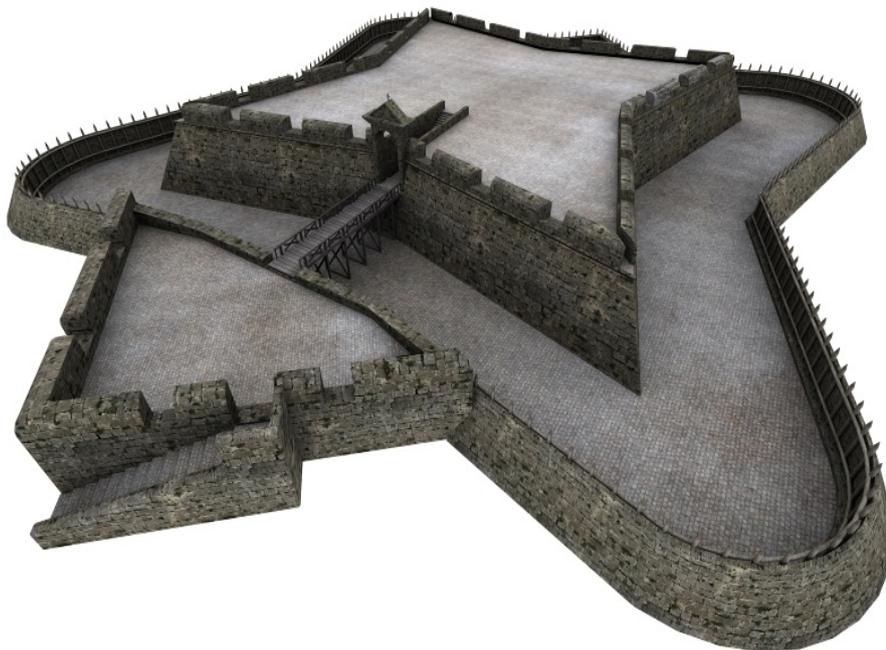


Figura 12. Pantalla de Texturizado e iluminación dos



Figura 13. Pantalla de Texturizado e iluminación

Se consideró colocar solo algunas pantallas de ejemplos, en vista que se pretende demostrar cómo se van construyendo los modelos. Las próximas secuencias de videos y edición de videos, serán mostradas en la aplicación final.

Edición (sonido, video, texto)

La edición de sonido, video y texto, se realizó con la herramienta profesional de Sony Vegas 8, cuyos resultados se mostraran en el video final.

Prueba y control de calidad

Luego de realizar la construcción del modelo, se procedió a realizar una serie de pruebas con el fin de verificar si la aplicación cumplía con las especificaciones planteadas en las etapas pasadas. Para las aplicaciones virtuales se hacen dos tipos de pruebas: las pruebas de evaluación de ejecución y la prueba de evaluación estética.

Evaluación de ejecución: Esta prueba se realiza con el fin de verificar si los componentes de interactividad, como son los dispositivos 3d, entre ellos: guantes, lentes, joystics, se adaptan a la aplicación y cumplen con los parámetros de navegación y colisión. También se verifica si la aplicación se ejecuta perfectamente en distintas plataformas. La interactividad en este proyecto es no inmersiva, en razón de ello, solo se muestra un video final, por lo cual no se utilizan ningún tipo de dispositivos alternativos, causando que prácticamente solo se verificó que la aplicación se ejecutará perfectamente en distintas

plataformas. Siendo positiva dicha prueba. (Ver tabla 11)

Tabla 11. Verificación de plataformas

PLATAFORMA	FUNCIONAL	DISFUNCIONAL
LINUX	X	
WINDOWS	X	
MAC	X	

En la evaluación de ejecución también se verificó que los tiempos de videos planteados en la etapa de diseño, se cumplieran sin ningún problema, se analizaron posibles fallas de sonidos, videos y texto; obteniendo ningún resultado negativo. (Ver tabla 12)

Tabla 12. Verificación de fallas

ITEM EVALUADO	CONDICION
VIDEO	AJUSTADO
SONIDO	AUDIBLE
TEXTO	CONCISO, CLARO Y VISIBLE

Evaluación estética: Consistió en verificar la apariencia de la aplicación final, en cuanto a iluminación, fotografía y velocidad de navegación. También se constató el aspecto de los objetos más resaltantes, con el fin de determinar que se pueden detallar sin ningún problema. En el caso de la arquitectura virtual del Castillo no hubo necesidad de realizar cambios, puesto cumplió con los parámetros propuestos. (Ver Tabla 13)

Tabla 13. Evaluación estética

ITEM EVALUADO	CONDICION
ILUMINACIÓN	ACORDE CON LAS ESCENAS
FOTOGRAFÍA	BIEN ENFOCADA Y ENCUADRADA
VELOCIDAD DE NAVEGACIÓN	CORRECTA

grandes problemas puesto que los parámetros de desarrollo fueron respetados y, por lo tanto, el video final cumplió con los objetivos buscados.

Ensayo Piloto

Como parte de la evaluación de la aplicación virtual, se realizó una experiencia con los estudiantes del 1er año, sección "01" del Liceo Bolivariano "Isaías Ruiz de Coronado" de San Lorenzo, Municipio Montes del Estado Sucre, conjuntamente con siete empleados de la Fundación Castillo de San Antonio de la Eminencia (ver anexo I), a quienes luego de proyectarles el video contentivo de la Reconstrucción Arquitectónica de la estructura, se les invitó a visitarlo y, posteriormente se les formuló un cuestionario dividido en dos partes (ver anexo II): en la primera, los estudiantes tenían que hacer una valoración estética del video: color, fondos, texturas, iluminación, sonido, valor de los objetos en el espacio, etc.

En la segunda parte de la encuesta, los estudiantes tenían que responder algunas preguntas que dieran pistas acerca de los impactos pedagógicos del video: sus apreciaciones darían sentido de cuánto se logró reconstruir la arquitectura original del castillo y si quedan claros los espacios, formas, ubicaciones, etc.

A la pregunta N° 1 formulada en los términos siguientes: **¿ Son los colores de la aplicación, apropiados al ambiente?**, los estudiantes respondieron como se aprecia a continuación. (Ver figura 14).

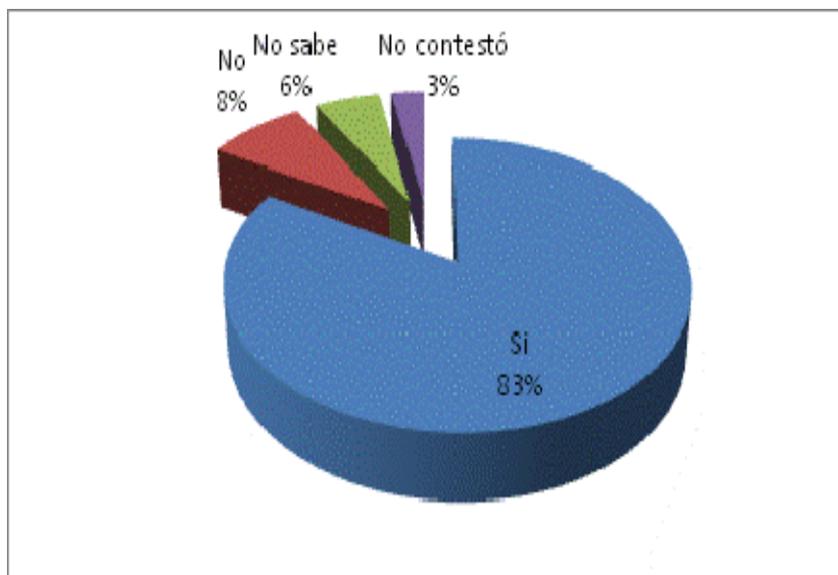


Figura 14. Grafico 1

Tal como se desprende de lo que se observa en la gráfica, un 83% de los encuestados respondió que los colores son apropiados para el ambiente, quedando demostrado que se aplicaron los materiales, las texturas y la correcta iluminación que permiten la apreciación de

las formas y figuras, acercándolos lo más posible a la realidad, siendo ese el objetivo perseguido durante todo el desarrollo de este proyecto de Reconstrucción Arquitectónica Virtual.

Seguidamente, se inquirió a los estudiantes acerca del aspecto de los espacios, pero ya en la búsqueda de la confirmación de si podían percibirlos como lugares sólidos, espacios “reales”.

En este sentido, ante la pregunta, No 2: **¿ Te agrada el aspecto de los espacios físicos del Castillo?**, se obtuvieron las siguientes respuestas: (Ver figura 15)

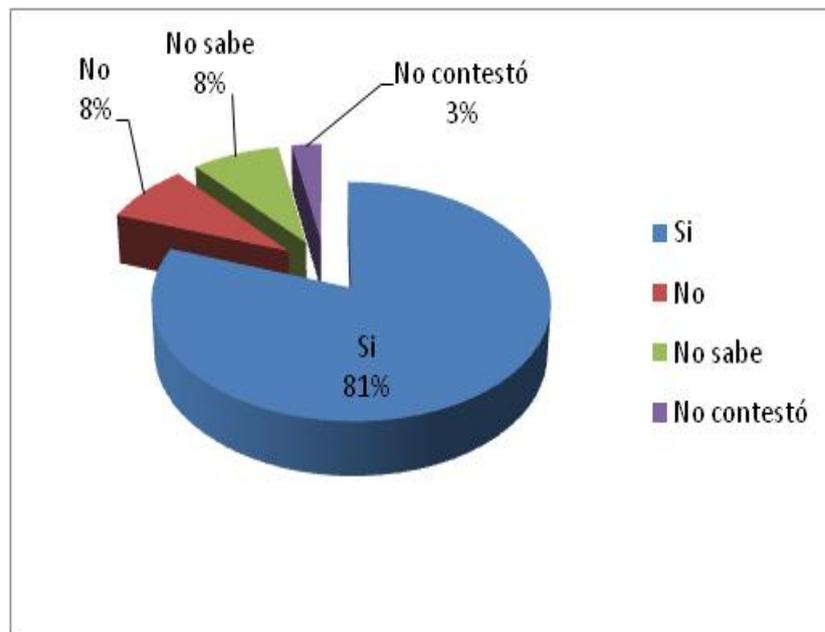


Figura 15. Grafico 2

De lo expresado por los alumnos, tal como aparece reflejado en el gráfico N° 2, se desprende que el 81% de los encuestados manifestó que sí le gustaba el aspecto de los espacios, el 3% No contestó la pregunta, el 8% No sabe y solamente un 8% manifestó no sentirse agrado por los espacios representados en el video de Reconstrucción Virtual del Castillo de San Antonio de la Eminencia.

Ante estos resultados se observa que los espacios aparecen bien definidos, perfectamente delimitados y solamente un pequeño porcentaje de las personas pudiera sentirse desorientada acerca de su ubicación. Esto quizá se deba al punto focal del observante, posiblemente sea necesaria la proyección del video en gran formato, utilizando pantalla gigante para que pueda apreciarse bien desde todos los puntos de observación.

Otro de los aspectos que interesaba evaluar, era si el sonido de fondo, utilizado para la realización de la producción audiovisual estaba acorde con el ambiente, por eso se formuló la

pregunta N° 3: **¿El sonido se adapta al ambiente?**, de lo cual se obtuvieron las siguientes respuestas: (Ver figura 16).

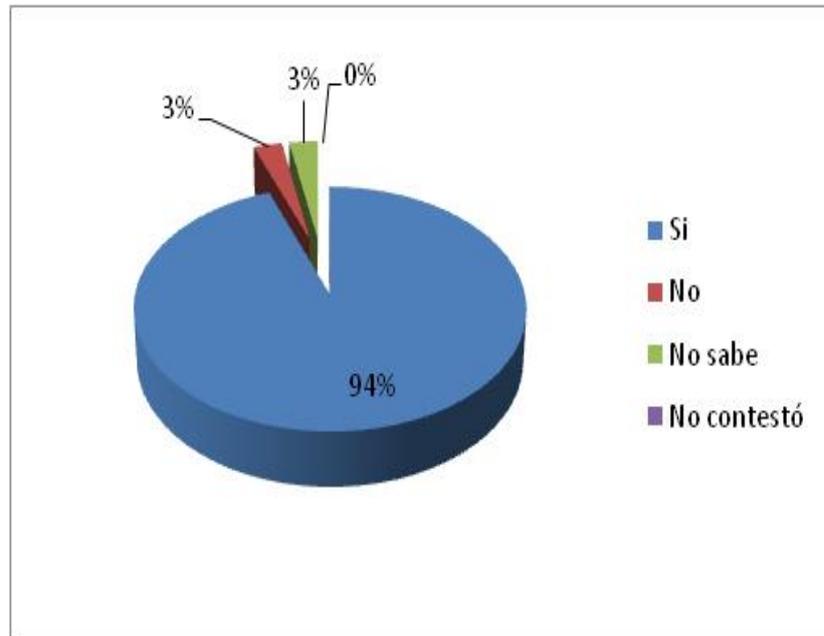


Figura 16. Grafico 3

Al observar las respuestas de los estudiantes, se puede inferir de lo expresado en el Gráfico N° 3 que el 94% de los encuestados, señaló que el sonido sí se adapta al ambiente, mientras que un 3% dijo que no sabe, y otro 3% dijo que no.

Esto hace sugerir que el sonido que se utilizó en la proyección fue seleccionado apropiadamente, permitiendo la relación empática entre el observador y la Reconstrucción Virtual. Se ha logrado entonces ambientar musicalmente la producción de tal manera que los sonidos coincidan con lo observado y generen una mayor identificación del observador con el producto. El objeto de la Reconstrucción Virtual es, siempre, aproximarse lo más posible a lo que existía, dándole la oportunidad al usuario de encontrarse con un vestigio del pasado casi en las condiciones originales.

De seguidas, se trató de analizar, junto a los usuarios, el valor de la iluminación en los ambientes que se crearon. Siendo la iluminación un factor importante para crear la sensación de realidad y, además, para que el observador pueda apreciar las formas que se le presentan. De manera tal que se les formuló la pregunta: **¿Los ambientes se ven suficientemente iluminados?**, obteniéndose las siguientes respuestas: (Ver Figura 17).

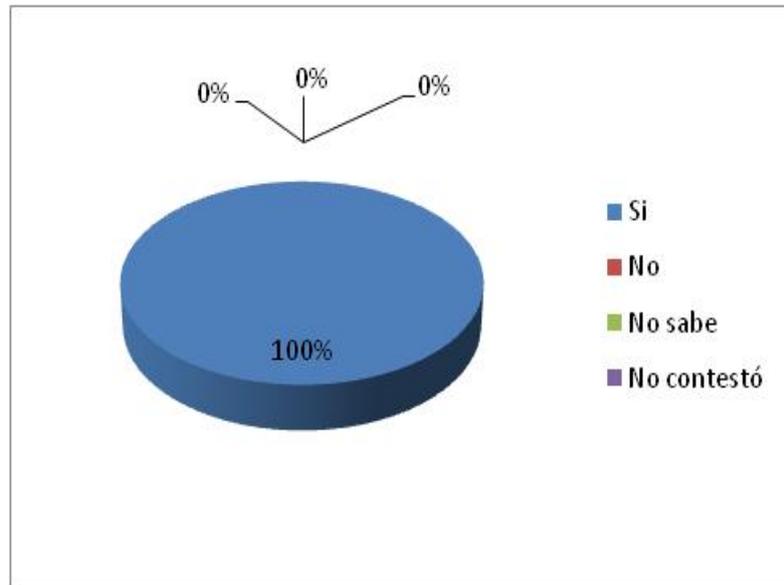


Figura 17. Grafico 4

Claramente, se observa que el 100% de los encuestados respondió que los ambientes se encuentran suficientemente iluminados como para poder observar con facilidad cada uno de sus detalles, lo cual hace inferir que se hizo un buen trabajo de iluminación.

La iluminación, constituye un factor de suma importancia en el proceso de producción, puesto que ayuda a resaltar aquellos aspectos que el diseñador quiso colocar de relieve, facilitando que el observador fije su vista en ellos. También, una buena iluminación da sensación de profundidad y cercanía, generando el sentido de los espacios y las formas que se deben apreciar en el ambiente.

Es posible aseverar, entonces, que el trabajo de iluminación cumplió ampliamente sus objetivos en cuanto a la Reconstrucción Virtual del Castillo de San Antonio de la Eminencia: los claroscuros creados dieron sentido de los espacios y pudieron recrear el ambiente que se hubiera observado de estar allí las estructuras en su totalidad, lo cual es, en suma, la meta que se persigue con este trabajo.

Continuando con la indagación, se buscaba identificar los niveles de logro de los detalles. Especialmente, de los objetos en el espacio, por considerar que su presencia era indispensable y la percepción de los usuarios de suma relevancia para este estudio, por lo tanto, se les formuló la pregunta: **¿Se pueden apreciar bien los objetos?**, obteniéndose las siguientes respuestas: (Ver figura 18).

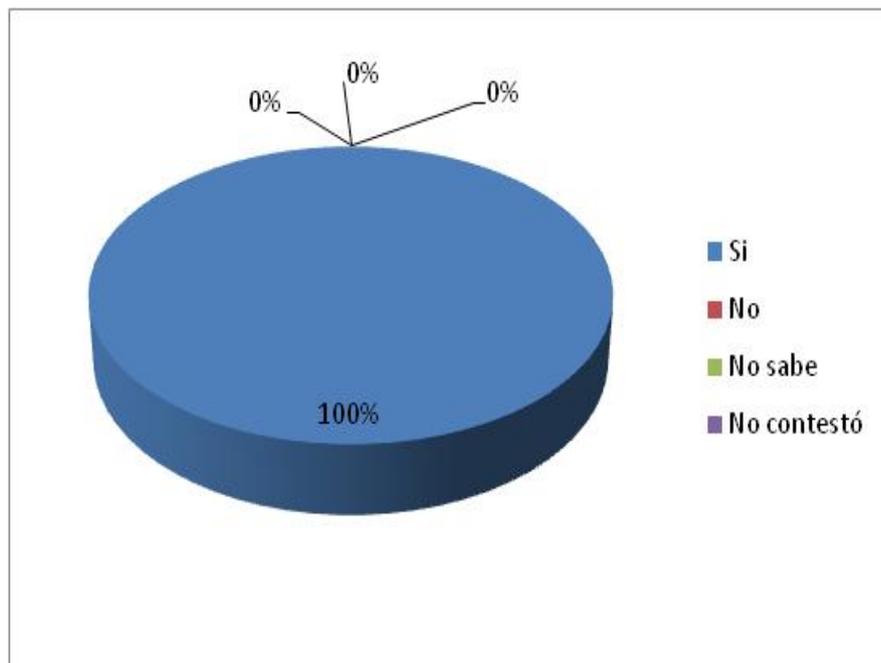


Figura 18. Grafico 5

Tal como se desprende de lo que se observa en el Gráfico N° 5, el 100% de los encuestados respondió que sí se observan bien los objetos; esto demuestra que los mismos fueron ubicados convenientemente, en la perspectiva adecuada para garantizar que el observador, , pudiera percibirlos adecuadamente.

La segunda parte de la encuesta, se refería a la contribución pedagógica que se desprende de la producción audiovisual. En este sentido, se pidió a los estudiantes que realizaran una comparación entre el video y la estructura real. Para ello se les realizó una visita al Castillo de San Antonio de la Eminencia, donde se pasearon por cada una de las partes que aún persisten en el tiempo, para luego llevarlos a una sala de proyección multimedia, existente en el museo de arte contemporáneo de Cumaná, donde se les mostro la aplicación, y se continuo con el cuestionario, respondiendo de la manera siguiente a la pregunta: **¿Qué espacios del castillo muestra la aplicación que no existen actualmente?.**

(Ver figura

19).

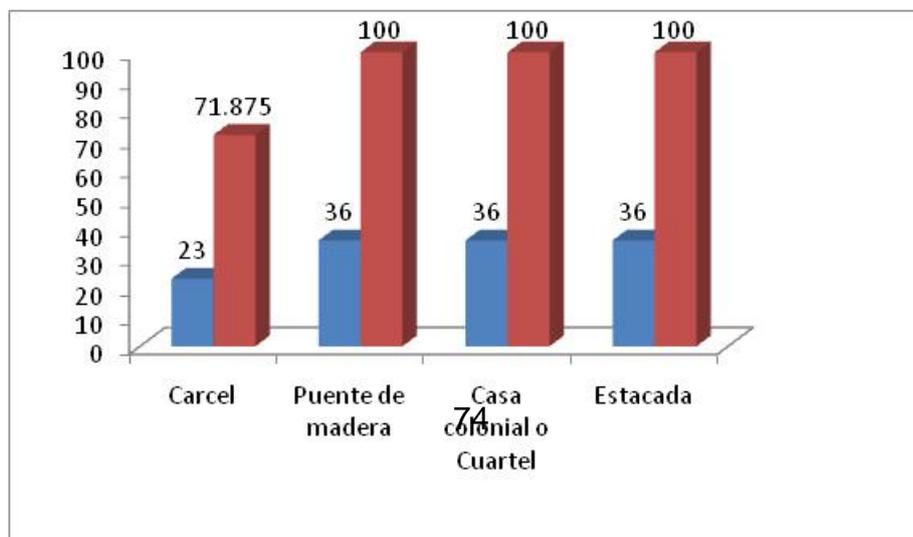


Figura 19. Grafico 6

Como se observa en el gráfico, las respuestas fueron: La cárcel 71%; puente de madera 100%; Casa colonial o cuartel, 100% y Estacada 100%. Lo cual demuestra que la mayoría de los observantes pudieron captar de manera clara y precisa los espacios reconstruidos a partir de la aplicación. Solamente un pequeño porcentaje no pudo apreciar la cárcel que se encuentra dentro del cuartel.

Seguidamente, se formuló la siguiente pregunta: 2. **¿Cuántas habitaciones tiene el cuartel?**, cuyas respuestas son las que se aprecian. (Ver figura 20).

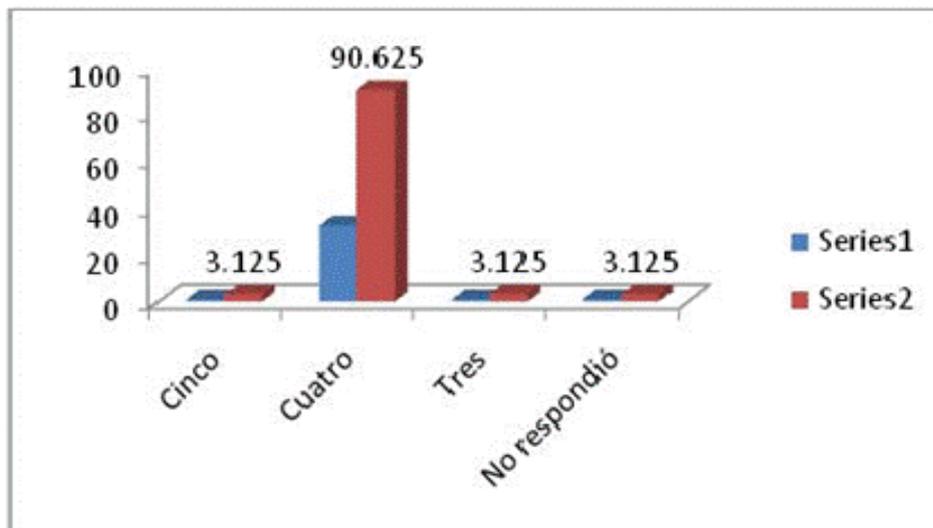


Figura 20. Grafico 7

Al analizar el gráfico se aprecia que el 90% de los observantes respondió correctamente al afirmar que existieron 4 habitaciones en el cuartel. Un ínfimo porcentaje no pudo responder y otro pequeño grupo dio respuestas equivocadas.

De lo aquí observado se desprende que los espacios del cuartel aparecen bien delimitados y fáciles de percibir.

A continuación, se les formuló la siguiente pregunta 3. **¿De qué material era el techo y las paredes del cuartel y del castillo?**, obteniéndose las siguientes respuestas:

(Ver Figura 21).

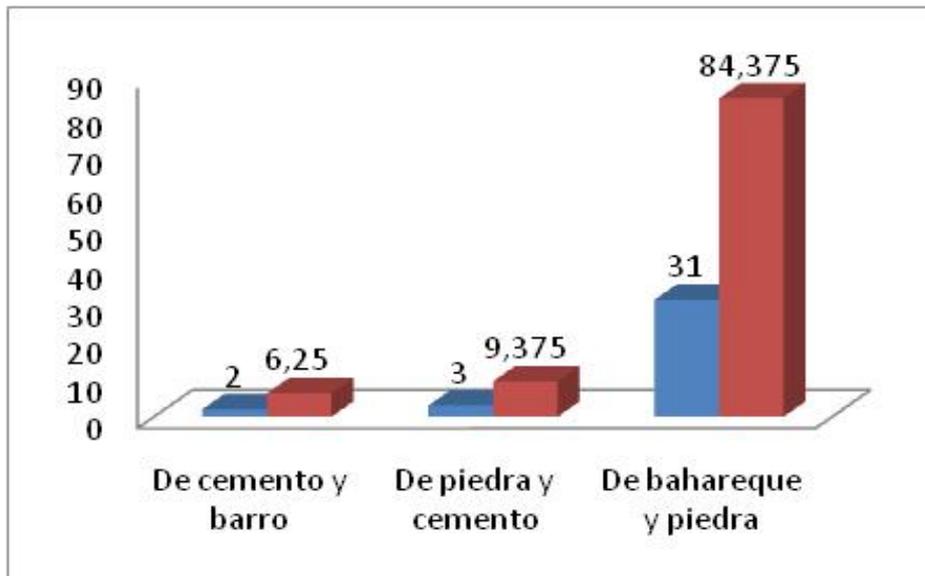


Figura 21. Grafico 8

El gráfico anterior, describe las condiciones en las cuales respondieron los observantes a la pregunta, evidenciándose que solamente un pequeño porcentaje no pudo apreciar los materiales de que están hechas las paredes del cuartel y del castillo

A continuación se formuló la pregunta **¿Qué paisaje se observa desde el Castillo?** , desde donde se obtuvieron las siguientes respuestas. Un 2.8% de los encuestados señaló que se observa el mar; una cantidad similar de entrevistados, respondió que se observa el río. Mientras tanto, el 5.6% de los encuestados dijo que se observan el río y el mar. Un grupo igual (5.6%) dijo que podía verse la montaña. Por su parte, el 83.3% escogió la opción “todas las anteriores”, con lo cual se evidencia que el paisaje que circunda el Castillo fue bien diseñado y representado en la aplicación. (Ver figura 22).

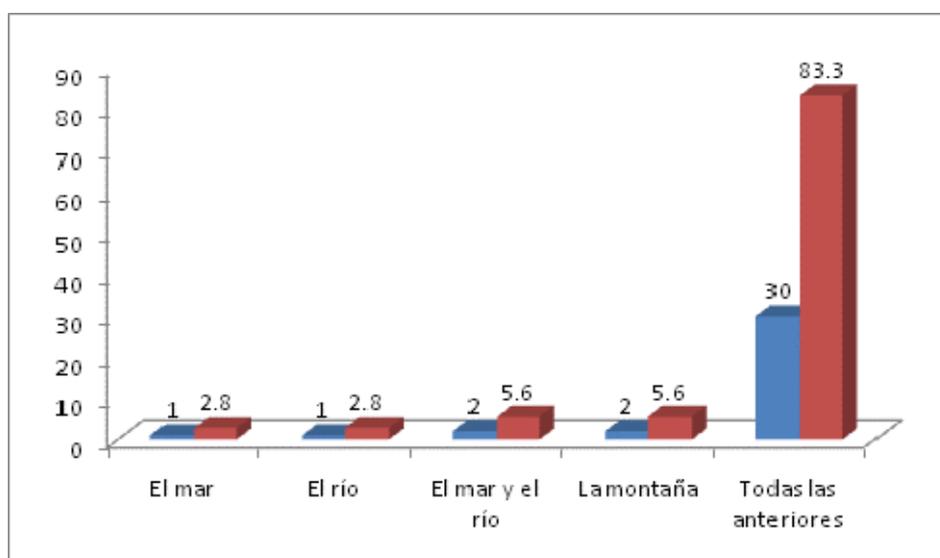


Figura 22. Grafico 9

A la pregunta, **¿Qué forma tenía el Castillo?**, los encuestados respondieron:

Forma de Rectángulo (8.3%), Forma Ovalada (2.8%), Forma Circular (5.6%), Forma Estrellada (69.4%), y solamente un 13.9% , manifestó no saber. (Ver figura 23).

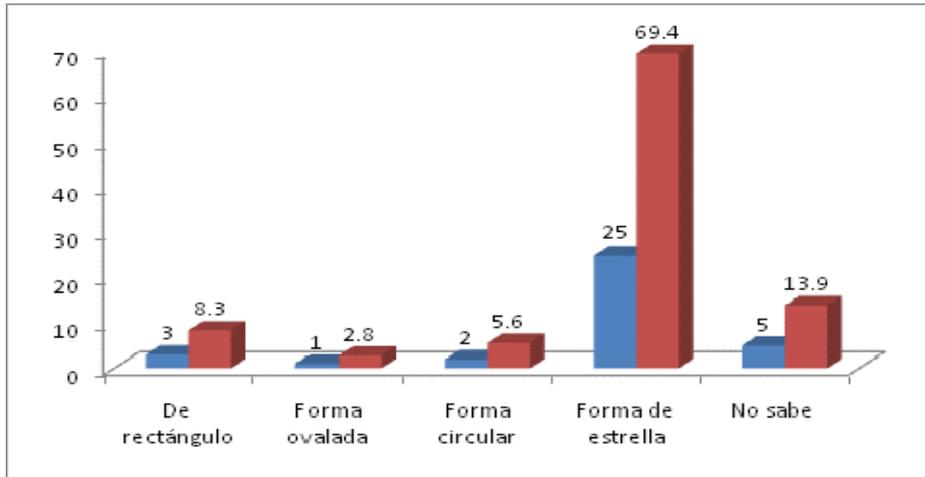


Figura 23. Grafico 10

En razón de lo antes observado y, teniendo en cuenta las respuestas de los encuestados, se puede concluir que:

- *La aplicación resultó altamente satisfactoria en cuanto a su impacto pedagógico.*
- *La herramienta de software utilizada probó ser la más eficiente para el logro de los objetivos propuestos.*
- *Esta metodología puede ser ampliamente usada en otras edificaciones y otros campos pedagógicos.*

CONCLUSIONES

La metodología de desarrollo utilizada en este proyecto de investigación, fue la propuesta por Vélez (2000), la cual está constituida por un conjunto de actividades y técnicas, que brindan un marco de desarrollo ajustado a los requerimientos del proyecto.

La aplicación permite recrear el contexto estructural del Castillo San Antonio de la Eminencia de la ciudad de Cumaná, para alrededor de 1777, contribuyendo al rescate de nuestras memorias históricas arquitectónicas.

La aplicación fue desarrollada con la herramienta multiplataforma para modelado y animación blender 3d; permitiendo libertad de desarrollo y facilidad de usabilidad.

La arquitectura virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia es una herramienta visual, lo que hace que su distribución para fines pedagógicos, se realice sin mayores inconvenientes y sea de fácil acceso a usuarios de cualquier edad e índole cultural y académico.

RECOMENDACIONES

La Arquitectura Virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia, es una herramienta totalmente visual, por lo cual, no presenta mayor inconveniente a la hora de su presentación. La recomendación primordial, es que se proyecte en un sitio con las condiciones mínimas, para que el usuario no distraiga su atención por situaciones externas, como ruido, tránsito de personas y otras alteraciones visuales y auditivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aukstakalnis, S. Blatner, D. 1993. *El espejismo de silicio*. Editorial Barcelona. España.
- Bracci, Luigino. 2007. “Animación hecha en Blender de cómo se hizo una maqueta del barco Leander”.”lubrio.blogspot”. <<http://lubrio.blogspot.com>> (10/02/2007)
- Chanfón, C. Ovando F. 2006. *Conservación del patrimonio urbano y arquitectónico*. Editor Universidad Autonoma de Chiapa. México.
- Charte, F. 1994. *Programación en Windows multimedia*. Anaya multimedia. Madrid.
- Fernández, Cañero. 2007. “La reconstrucción y la recreación ·3D”. Ayto-santander.es”. <<http://www.ayto-santander.es/Concejalias>> (10/02/2007)
- García, Jorge. 2006. “Entornos virtuales de enseñanza”. “contexto-educativo”. <http://contexto-educativo.com.ar/2003/4/nota-06.htm> > (04/03/2007)
- González Carlos. 2006. *Blender y Yafray*. Ediciones **Creative Commons**. **España**.
- Gurri, Joseph. 2006. “Realidad Virtual en nuestros museos”.”*uoc.edu*”. <<http://www.uoc.edu/in3/dt/20287/20287.pdf> > (15/02/2007)
- Ledesma, Jesús. 2005. “Introducción a la Realidad Virtual”.”lorien.die.upm.es”.** <<http://lorien.die.upm.es/insn/docs/VR0304.pdf>> (02/03/2007)
- Lérida, Rafael. 2010. “Patrimonio de aragon”. “santander2016” <<http://www.santander2016.eu/es/>> (24/06/2010).
- Ley de protección y defensa del patrimonio cultura. 1993. Editor Instituto del Patrimonio Cultural. Venezuela

Manetta C. y R. Blade. 1995. Encyclopedia of virtual communities and technologies. Ediciones Idea Group inc. USA.

Milena, A. 2008. *Construcción de un sistema de captura de movimiento para entornos de realidad virtual*. Trabajo de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Molina, I. 2002. *Diseño de sistemas de entornos virtuales de edificios domotizados con JAVA 3d*. Trabajo de grado. Departamento de Informática, Universidad de Castilla la Mancha, España.

Parra, J. 2001. *Introducción Práctica a la Realidad Virtual*. Ediciones universidad del Bio-Bio. Chile.

Real Academia Española. 2001. *Diccionario de la lengua Española*. Veintidós Ediciones. Espaca-Calpe. España.

Rodríguez, Antonio. 2002. "La Reconstrucción Histórica Virtual". "Arqtevirtual".

<http://www.Arqtevirtual.com> (18/03/2010)

Sabino, Carlos. 2002. *El proceso de Investigación*. Ediciones Panapo. Venezuela.

Sanz, Javier. 2010. "Cadiz Virtual". "historiasdelahistoria.com".

<http://historiasdelahistoria.com/2010/05/29/reconstrucciones-virtuales-de-ciudades-romanas/> (08/09/2010)

Serón, Francisco. 2010. "Reconstrucción virtual del patrimonio romano en Aragón". "giga.cps.unizar". < <http://giga.cps.unizar.es/proyectos/174> > (12/08/2010)

Shannon, R. 1996. *Simulación de Sistemas*. Editorial Trillas. México.

Talavera, F. 2006. "La Realidad Virtual en México". "hormigarebelde.blogspot".

<http://hormigarebelde.blogspot.com/2006/12/serie-la-raza-ilustrada-la-realidad.html> (09/09/2010)

Vélez, Gonzalo, 2000. *Arquitectura Virtual: Fronteras. Libro de ponencias del 4to.*

Congreso de SiGraDi, Rio de Janeiro, brazil, pp. 126-131.

Zambrano, F. 2004. *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela:*
comentada Editorial Atenea. Venezuela

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	ARQUITECTURA VIRTUAL DEL CASTILLO SAN ANTONIO DE LA EMINENCIA DE LA CIUDAD DE CUMANÁ
Subtítulo o	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Márquez Fontán Javier Manuel	CVLAC	11382616
	e-mail	fontanjav@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Arquitectura virtual
Castillo San Antonio de la Eminencia
Cultura
Patrimonio

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Informática

Resumen (abstract):

El Castillo de San Antonio de la Eminencia, constituye una estructura arquitectónica testimonial de la época colonial que hoy ha desaparecido totalmente; al no disponer de ella, se está negando a las presentes y futuras generaciones el acceso a saberes sobre su patrimonio e identidad cultural. Por lo tanto, se asume La Reconstrucción Arquitectónica Virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia con el fin de rescatar las memorias arquitectónicas del estado Sucre, contribuyendo con la difusión de nuestra historia cultural. Para ello, se utilizó la metodología de Vélez (2000), la cual está constituida por las siguientes fases: estudio de factibilidad, planificación, diseño del mundo virtual, prueba y control de calidad, ensayo piloto y distribución del mundo virtual. En la fase de estudio de factibilidad se determinó la viabilidad del proyecto, confirmando la veracidad de las fuentes documentales y del modelo en estudio, definiendo los costos operativos, la disponibilidad de recursos y los equipos necesarios para la ejecución. En la fase de planificación, se especificaron las actividades a realizar, estructurando un plan de ejecución, con cada una de las tareas necesarias para la reconstrucción virtual del Castillo de San Antonio de la Eminencia. En la fase de diseño del mundo virtual, se establecieron los requerimientos del modelo en estudio, definiendo los tiempos aproximados de video, tipos de texturas, tipos de iluminación y, en general, todos los aspectos de diseño. La fase de construcción, consistió en el desarrollo del modelo del mundo virtual en función de las especificaciones y criterios elaborados en la fase de diseño. Durante la etapa de prueba y control de calidad, se verificó que el mundo virtual desarrollado cumpliera con los estándares de diseño y funcionalidad, planteados en las etapas anteriores. En la fase de ensayo piloto se elaboraron pruebas preliminares, exponiendo la aplicación virtual a un pequeño grupo de usuarios, donde se observó su comportamiento e impresiones ante la aplicación, permitiendo determinar las posibles fallas y aplicar las correcciones y ajustes necesarios para garantizar el buen funcionamiento y éxito de la misma. Cabe destacar que la arquitectura virtual del Castillo San Antonio de la Eminencia, fue desarrollado con la herramienta de modelado y animación Blender, y con el editor de video Sony Vegas, garantizando con ello el éxito del proyecto. Las pruebas de la aplicación, demostraron su eficacia como herramienta pedagógica para la aproximación a los valores constitutivos de la identidad y el patrimonio cultural. Es posible afirmar que, tanto la herramienta como la metodología pueden ser aplicadas exitosamente a la reconstrucción arquitectónica en el campo de la enseñanza.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail								
Rodriguez Mary Carmen	ROL	A	<input type="text"/>	S	<input type="text"/>	U	<input type="text"/>	U	<input type="text"/>
	CVLAC	11539744							
	e-mail	Mary.rodriguez@udo.edu.ve							
	e-mail								
Romero Carmen Victoria	ROL	A	<input type="text"/>	S	<input type="text"/>	U	<input type="text"/>	U	<input type="text"/>
	CVLAC	10947403							
	e-mail	cvromerob@gmail.com							
	e-mail								
Lockiby A Jose F	ROL	A	<input type="text"/>	S	<input type="text"/>	U	<input type="text"/>	U	<input type="text"/>
	CVLAC	10.3025.899							
	e-mail	jlockiby@gmail.com							
	e-mail								

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2011	7	15
------	---	----

Lenguaje: SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
TESIS-Márquezj.DOC	Application/word

<http://www.sucra.udo.edu.ve/>

Alcance:

Espacial: **NACIONAL** (Opcional)

Temporal: **TEMPORAL** (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: **Licenciada en Informática**

Nivel Asociado con el Trabajo: **LICENCIADO**

Área de Estudio: **INFORMÁTICA**

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Martínez*
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNPELE
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



MARQUEZ JAVIER
AUTOR



RODRIGUEZ MARY CARMEN
TUTOR