



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE INGENIERÍA

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

APLICACIÓN WEB PARA EL RECORRIDO VIRTUAL 360° DEL PARQUE CENTRAL DE
CAYAMBE BASADO EN UN FRAMEWORK DE REALIDAD VIRTUAL.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:
INGENIERÍA DE SOFTWARE, INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN TICS

AUTOR/A: ROBINSON ALEXANDER MANANGÓN PINTO

ASESOR/A: ALVARO MAURICIO CEVALLOS MARTINEZ

IBARRA, AGOSTO - 2023

Ibarra, 08 de agosto de 2023

Mgs. Álvaro Mauricio Cevallos Martínez
ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.


(f) 

Mgs. Álvaro Cevallos

C.C.: 1002494019

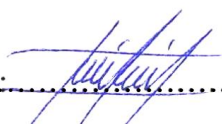
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la
Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): 

Mgs. Álvaro Cevallos

C.C.: 100249401-9

(f): 

Mgs. José Ibarra

C.C.: 100264072-8

(f): 

Mgs. Patricio Ruiz

C.C.: 100283652-4

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Robinson Alexander Manangón Pinto, portador de la cédula de ciudadanía N° 1727590042 declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 11 de agosto de 2023

f): 

Robinson Alexander Manangón Pinto

C.C.: 1727590042

AUTORÍA

Yo, MANANGÓN PINTO ROBINSON ALEXANDER, portador de la cédula de ciudadanía N° 1727590042, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): .....

ROBINSON ALEXANDER MANANGÓN PINTO

C.C.: 1727590042

DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Robinson Alexander Manangón Pinto, con CC: 1727590042, autor del trabajo de grado intitulado: APLICACIÓN WEB PARA EL RECORRIDO VIRTUAL 360° DEL PARQUE CENTRAL DE CAYAMBE BASADO EN UN FRAMEWORK DE REALIDAD VIRTUAL, previo a la obtención del título profesional de INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN, en la Escuela de INGENIERÍA.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 11 de agosto del 2023

(f.).....

ROBINSON ALEXANDER MANANGÓN PINTO

1727590042

CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO

Yo ALVARO MAURICIO CEVALLOS MARTINEZ, declaro que luego del proceso de revisión en el sistema antiplagio TURNITIN el porcentaje de similitud del trabajo de titulación denominado: APLICACIÓN WEB PARA EL RECORRIDO VIRTUAL 360° DEL PARQUE CENTRAL DE CAYAMBE BASADO EN UN FRAMEWORK DE REALIDAD VIRTUAL, es del 6%, de acuerdo al documento 2144002693.

En base a lo anterior, considero que el trabajo de titulación NO SÍ cumple los requisitos de originalidad y autenticidad, de acuerdo con los requisitos establecidos por la ley.

Ibarra, 11 de agosto del 2023



Mgs. Álvaro Cevallos
C.C. 100249401-9

DEDICATORIA

Con profunda gratitud, dedico este trabajo a mis amados padres, Wilmer y Yadira. A lo largo de mi trayecto, han sido un faro constante de apoyo y orientación, iluminando cada paso que he dado. A mis queridos hermanos, cuya inquebrantable solidaridad ha sido mi brújula, guiando mis días con su aliento constante.

A mi novia Erika, una compañera incansable que ha compartido cada alegría y desafío a mi lado, tejiendo su presencia en cada página de esta travesía. A nuestro hijo Steve, cuya llegada ha colmado mi vida de un amor y un propósito sin parangón, inspirándome a encarnar la mejor versión de mí mismo en cada momento.

Dirijo también mi agradecimiento a mis abuelitos y toda la familia, en especial a mi abuelita, cuyo recuerdo perdura a pesar de su partida. Su constante motivación y aliento siguen siendo el motor que impulsa mi camino hacia adelante. Desde lo más profundo de mi ser, aprecio a mi familia por ser el cimiento sólido sobre el cual he construido mis logros. Su amor y respaldo han sido la base de mis éxitos, y les estoy eternamente agradecido por su presencia en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profunda gratitud a Dios por guiarme hasta la culminación de mi formación profesional. Reconozco su cuidado constante sobre mi familia y su benevolencia al permitirme crecer en un núcleo familiar unido, siempre presente en cada paso de mi camino.

A mis entrañables compañeros de universidad, con quienes compartí innumerables momentos de alegría que aligeraron la carga de la vida estudiantil, les extiendo mi más sincero agradecimiento.

Mi reconocimiento también va dirigido a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y a los distinguidos docentes de la carrera de Ingeniería. En particular, deseo expresar mi profunda gratitud a mis mentores, la Dra. Laura Guerra y el Msc. Álvaro Cevallos, cuya influencia fue un pilar fundamental en la concepción y desarrollo de este trabajo.

Cada uno de ustedes ha dejado una huella significativa en mi camino, y por ello, deseo expresar mis más sinceras gracias.

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN. –	3
CAPITULO I	6
ESTADO DEL ARTE	6
1.1 ANTECEDENTES	6
1.2 MARCO TEÓRICO.....	9
1.2.1 REALIDAD VIRTUAL.....	9
1.2.2 COMPLEMENTOS DE LA REALIDAD VIRTUAL	10
1.2.3 DISEÑO DE EXPERIENCIAS DE USUARIO EN APLICACIONES WEB.....	11
1.2.3.1 STREET VIEW	11
1.2.3.2 MODELADO 3D.....	11
1.2.3.3 BLENDER	11
1.3 OPENGL Y WEBGL	12
1.4 WEBVR.....	13
1.5 THREEJS Y A-FRAME	14
1.5.1 CREACIÓN DE EXPERIENCIAS DE REALIDAD VIRTUAL CON A-FRAME	15
1.5.2 POTENCIALIDAD DE A-FRAME CON TOUR VIRTUALES	15
1.6 MURF AI.....	15
1.6.1 MURF AI Y LA GENERACIÓN DE VOZ REALISTA.....	16
1.7 TOUR VIRTUAL	16
1.8 INTERACCIÓN INMERSIVA	16
1.9 NAVEGACIÓN Y EXPLORACIÓN	17
1.10 INMERSIÓN Y REALISMO	17
CAPÍTULO II	18
MATERIALES Y MÉTODOS	18

2.1	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	18
2.2	TÉCNICAS.....	19
2.2.1	<i>Observación Directa</i>	19
2.2.2	<i>Entrevistas</i>	19
2.3	ALCANCE.....	20
2.4	METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	22
2.4.1	<i>PLANIFICACIÓN DEL PRODUCT BACKLOG</i>	22
2.4.1.1	Requisitos Funcionales.....	22
2.4.1.2	Requisitos No Funcionales.....	26
2.4.1.3	Historias de Usuario.....	27
2.4.1.4	Descripción de actividades.....	41
2.4.1.5	Parámetros del sistema.....	44
2.4.1.5.1	Descripción de los parámetros del sistema.....	44
2.4.1.6	Diseño del proyecto de software.....	45
2.4.1.6.1	Modelo de Almacenamiento de Datos (Tour Virtual).....	46
2.4.1.6.2	Modelo de datos (página web).....	47
2.4.2	<i>PLANIFICACIÓN DE LOS SPRINT</i>	47
2.4.3	<i>CONTROL: PRUEBAS DEL PROYECTO</i>	48
	CAPITULO III	50
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1	INTEGRACIÓN DE A-FRAME CON RECURSOS ESFÉRICOS 360°.....	50
3.2	SELECCIÓN DE ESPACIOS RELEVANTES Y CULTURALES CONSIDERADOS PARA LOS PUNTOS DE INFORMACIÓN Y TRASLACIÓN.....	51
3.3	CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS COMPONENTES DE TRASLACIÓN E INFORMACIÓN.....	52
3.4	DISEÑO E INTEGRACIÓN DE LOS MODELOS Y RECURSOS PARA CADA PUNTO (TRASLACIÓN, INFORMACIÓN, INTERACCIÓN).....	53
3.5	INTEGRACIÓN DE LA ARQUITECTURA 3D DEL MUSEO SIMULADO.....	53
3.6	CREACIÓN E INTEGRACIÓN DE PINTURAS ARTÍSTICAS EN MUSEO SIMULADO.....	55

3.7	MENÚ PRINCIPAL	56
3.8	DESARROLLO DE PÁGINA WEB Y BASE DE DATOS	57
3.9	MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN	58
3.9.1	DASHBOARD ESTADÍSTICO	59
3.9.2	RESULTADOS DE VISITANTES	59
3.10	PRUEBAS DE USABILIDAD	60
3.10.1	PRUEBA DE USABILIDAD Y COMPATIBILIDAD.....	60
3.10.2	PRUEBA DE NAVEGACIÓN Y TRANSICIONES EN EL TOUR VIRTUAL .	61
3.10.3	PRUEBA DE INTERACCIÓN CON PUNTOS DE INFORMACIÓN Y ELEMENTOS INTERACTIVOS	62
3.11	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	63
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES.....	66
	BIBLIOGRAFÍA	67
	ANEXOS	69

INDICE DE FIGURAS

<i>Tabla 1. Puntos de interacción del tour</i>	21
<i>Tabla 2. Requisitos Funcionales</i>	22
<i>Tabla 3. Requisitos No Funcionales</i>	26
<i>Tabla 4. Historias de usuario</i>	27
<i>Tabla 5. Descripción de actividades del sistema</i>	41
<i>Tabla 6. Diagrama de actividades</i>	47
<i>Tabla 7. Prueba de Aceptación</i>	49
<i>Ilustración 1. Caso de uso Traslación</i>	45
<i>Ilustración 2. Diagrama modelo de almacenamiento (tour)</i>	46
<i>Ilustración 3. Diagrama modelo de datos (página web)</i>	47
<i>Ilustración 4. Integración de A-Frame con recursos esféricos 360°</i>	51

<i>Ilustración 5. Mapa con la distribución de los puntos del tour virtual.....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 6. Implementación de componentes traslación-información</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 7. Punto de interacción</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 8. Museo 3D – Modelado Final</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 9. Museo 3D entro del framework A-Frame</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 10. Integración de pinturas dentro de museo 3D.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 11. Desarrollo del menú principal.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 12. Desarrollo de página web.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 13. Desarrollo de formulario</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 14. Dashboard Informativo – Módulo Administración.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 15. Sección de resultados – Módulo Administración.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 16. Ejecución en un ordenador</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 17. Ejecución en un dispositivo móvil.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 18. Prueba de navegación con puntos de traslación</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 19. Prueba de puntos de información</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 20. Prueba de puntos interactivos.....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 21. Prueba de aceptación (1).....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 22. Prueba de aceptación (2).....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 23. Prueba de aceptación (3).....</i>	<i>65</i>

RESUMEN

La siguiente propuesta de tesis presenta el diseño y desarrollo de un emocionante proyecto de realidad virtual basado en el framework A-Frame, cuyo objetivo es crear y compartir un apasionante tour virtual del Parque Central de la ciudad de Cayambe. A través de las nuevas tecnologías como la realidad virtual (VR), el proyecto busca proporcionar a los usuarios una experiencia inmersiva y enriquecedora, permitiendo conocer y explorar virtualmente la información actualizada y dinámica de un sitio patrimonial como es el Parque Central de Cayambe desde cualquier parte del mundo. El proyecto ha logrado un fascinante tour virtual con el apoyo de herramientas totalmente gratuitas como lo son: Google View, A-Frame, Blender, WebVR, MySQL y PHP, obteniendo una experiencia envolvente, informativa y accesible para todos los usuarios a través de un celular, un visor y navegadores web.

PALABRAS CLAVE: Realidad Virtual, Blender, Tour virtual, Turismo Digital, A-Frame, Tecnología, WebVR.

ABSTRACT

The following document presents the design and development of an exciting virtual reality project based on the A-Frame framework, whose objective is to create and share an exciting virtual tour of the Central Park of the city of Cayambe. Through new technologies such as virtual reality (VR), the project seeks to provide users with an immersive and enriching experience, allowing them to virtually discover and explore the updated and dynamic information of a heritage site such as the Central Park of Cayambe from any part of the world. The project has achieved a fascinating virtual tour with the support of totally free tools such as: Google View, A-Frame, Blender, WebVR, MySQL and PHP, obtaining an immersive, informative and accessible experience for all users through a cell phone, a viewer, and web browsers.

KEYWORDS: Virtual Reality, Blender, Virtual Tour, Digital Tourism, A-Frame, Technology, WebVR.

INTRODUCCIÓN. –

Las plataformas y tendencias virtuales en la actualidad contribuyen en gran parte al desarrollo de varios ámbitos y en la creación de diferentes modelos de innovación y creatividad digital, por lo que hoy en día aparecen nuevos conceptos y herramientas de alto impacto para las grandes industrias, especialmente se han forjado nuevas concepciones como el turismo virtual que pretende interrelacionarse con las últimas directrices tecnológicas como la realidad virtual.

En los últimos años, la realidad virtual ha tomado importancia por su apoyo y soporte con herramientas y nuevas aplicaciones que pretenden cambiar la cosmovisión e interrelación con el humano-computador, además es una tecnología que crece día a día en donde varias empresas se apuntalan de este concepto por medio de las herramientas de uso libre que aparecen para los desarrolladores, adaptándose a los múltiples terminales y mejorando la compatibilidad con todos los dispositivos, asimismo de integrar elementos que permiten mejorar la experiencia o vivencia con estos materiales como lo son las populares gafas de realidad virtual.

De hecho, en los últimos avances tecnológicos, estos elementos han proporcionado un medio para conectar la realidad virtual con los usuarios en un mundo virtual, en donde generan el apoyo y soporte a los turistas para mejorar la experiencia de una manera más profunda y sumergida de los lugares o centros turísticos que se quiere visitar, los cuales generan referencias reales y ambientes más asociativos e interactivos con los usuarios por medio de las guías en 360 grados como también los entornos tridimensionales, mostrando así a las personas como siente estar en el destino o lugar de visita por medio de la relación con las tecnologías de realidad virtual con medios 3D y 360°. (Feierherd, y otros, 2019)

Sin embargo, como señalan (Gamboa, Hurtado, Mancheno, & Quisimalin, 2021), la revolución que han producido las últimas tendencias tecnológicas para el sector del turismo virtual, reconocen a la vez los problemas a los que se enfrenta la industria del turismo y los cambios como el desconocimiento gradual de los destinos turísticos y culturales, la competitividad, el recorrido digital por el que un turista previamente desea realizar y que

esencialmente no se encuentran integradas en sectores con diversidad de historias ancestrales y culturales.

Un ejemplo de estos sectores es el cantón Cayambe en Ecuador, en donde no solo el turismo, sino la cultura y costumbre de la gran variedad de lugares históricos que existen en la ciudad de Cayambe se han visto afectados con el pasar del tiempo, por la falta de incentivo, propaganda y publicidad de los centros culturales como museos y parques de la ciudad ya no cuentan con información actualizada y menos dinámica. Además, como lo mencionan los autores (Mullo Romero & Padilla Vargas, 2018) de una manera mucho más asertiva: “promueve directamente el intercambio cultural a través de sus actividades con el visitante, mostrando las tradiciones, costumbres y formas de vida del pueblo visitado”.

Finalmente, el presente proyecto tiene como finalidad desarrollar una aplicación en versión prototipo que permita crear una experiencia de realidad virtual basada en la web, que ofrezca un recorrido virtual 360° del parque central de Cayambe con el objetivo de mejorar la información, conocimiento e innovación turística de los sitios que se encuentran alrededor del parque céntrico del cantón, con los lugares más concurrentes de este segmento.

Con lo cual, el trabajo permite impulsar la innovación digital y mejorar el desempeño en la industria del turismo y aún más con lugares de existencia histórica, integrando nuevas maneras de experiencia del usuario como:

- Mostrar información ancestral de los diferentes personajes históricos ubicados en el parque.
- Puntos de enlace para realizar el tour.
- Historia de los retratos y esculturas.
- Integración de productos y servicios con información actualizada como son sus precios, ubicación y relatos.

Además, la aplicación web se adapta a los nuevos métodos de información dinámica y creativa para causar conmoción con los turistas de cualquier edad y cumplir con el prototipo por medio del siguiente objetivo principal:

Desarrollar una aplicación web para el recorrido virtual del parque central de Cayambe, basado en un framework de realidad virtual.

En el cual para cumplir este objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos que serán consecuentes para la realización de la investigación:

- Determinar los espacios más relevantes y culturales del parque central de Cayambe que serán considerados en la aplicación web, mediante entrevistas estructuradas.
- Diseñar los modelos 3D y 2D de los espacios físicos y culturales que se encuentran en el parque central de Cayambe, utilizando la herramienta de modelado Blender.
- Integrar los modelos 3D y 2D en una aplicación web basada en el framework A-Frame que valide los requisitos para el recorrido virtual.
- Evaluar el diseño del sistema web a través de pruebas de usabilidad, para validar su viabilidad.

Por lo tanto, para tener un contexto más comprensible, la estructura del documento se establece en tres capítulos:

- El primer capítulo representa las investigaciones y referencias bibliográficas, así como los conceptos que respaldan los antecedentes para la investigación.
- El segundo capítulo detalla las herramientas tecnológicas utilizadas y el desarrollo del prototipo, en el cual se utilizará la metodología SCRUM para las fases de progreso de software.
- El tercer capítulo presenta los resultados del prototipo final y las pruebas de ejecución con los usuarios en el parque central de Cayambe.

CAPITULO I

ESTADO DEL ARTE

El presente trabajo tiene un enfoque interesante para el desarrollo de nuevas tecnologías innovadoras con la web, además de permitir que varios usuarios se adapten y aprendan de la cultura y el turismo digital por medio de recorridos virtuales en tiempo real de lugares patrimoniales o de alta concurrencia turística, ya que según (Slater & Sanchez-Vives, 2016) abordan un tema importante sobre la presencia, la cual la interpretan como la “ilusión” de estar en ese lugar, además la percepción sensorial acompaña a ese efecto cuando giran la cabeza o realizan un movimiento. Por ende, el objetivo principal de la presente investigación es el poder desarrollar una aplicación web que admita el recorrido virtual del parque central de Cayambe, basado en los nuevos ámbitos de tours virtuales en 360° incorporando recursos 2D y 3D, mejorando las prácticas e impulsando las nuevas tecnologías del sector.

En la actualidad, se puede presenciar un gran crecimiento a la demanda de diferentes tecnologías inmersivas y creativas que impulsan diferentes ámbitos de la vida cotidiana, convirtiéndose en modelos interesantes para aprender, conocer y comprender entornos por medio de sistemas web o aplicaciones. Por esta razón, en el presente capítulo se realiza una revisión exhaustiva de las investigaciones, metodologías, literatura y bases teóricas que serán necesarias para el desarrollo y progreso del prototipo propuesto, proporcionando un apoyo significativo para el campo de la realidad virtual y sus semejantes como los tours virtuales.

1.1 ANTECEDENTES

Los avances tecnológicos crecen de una manera muy favorable en cuanto a los beneficios que brindan para la humanidad, por esto han permitido que se puedan integrar tendencias importantes para el desarrollo como la realidad virtual y la realidad aumentada en diversas áreas, especialmente para la industria del turismo y nuevos conceptos como el turismo digital o turismo cultural. Por lo tanto, refiriendo al trabajo realizado por Neira- Gómez y González-Reverté, (2020), en donde se ejecutaron varios análisis en cuanto al uso

prolongado y factible de la realidad virtual combinada con la realidad aumentada y el turismo cultural. Señalaron que era evidente el beneficio y la mejora que puede brindar ante la experiencia de los turistas al incrementar la información y propaganda dinámica sobre los sitios turísticos de un pueblo patrimonial, también permitir la interacción con enlaces o puntos de traslación, creando una sensación inmersiva del destino turístico.

Asimismo, Neira-Gómez y González-Reverté (2020) hallaron importante mencionar el gran impacto positivo que pueden generar la realidad virtual y la realidad aumentada en la percepción y satisfacción que puede producir en los turistas, ya que se tienen la certidumbre de que generan una sensación de descubrimiento por parte de los turistas y que además se presenta como una experiencia más interesante e interactiva. Los autores mencionan que en el futuro se pueda abordar con temas mucho más interactivos como la experimentación con realidad virtual en los deportes extremos o eventos de fama cultural con entornos mucho más seguros como son los ambientes virtuales. Por esta razón, los autores enfocan sus conclusiones en que la realidad virtual muestra un gran potencial en varios ámbitos, pero aún más con el turismo cultural y la mejora de experiencias turísticas, además de incentivar la recreación de información adicional y entornos inmersivos.

De igual manera, Fernández-Poyatos, González-Moreno, y García-Álvarez (2019) exponen en su investigación que la preservación y promoción del patrimonio cultural se encuentran regidos como uno de los temas más importantes para el ámbito turístico y que la tecnología puede ser una de las herramientas más valiosas para lograr ese objetivo. Además, su investigación exploró el uso de las tecnologías de la información y comunicación en a la creación de tours virtuales con entornos 360 grados y 3D. Por ende, señalan las siguientes características más importantes y beneficiosas de usar la realidad aumentada y realidad virtual para la creación de tours virtuales:

- Promoción del patrimonio cultural en lugares de difícil acceso o conservación costosa.
- Permite que los visitantes experimenten el patrimonio de una manera más accesible y atractiva.

- Aumenta la preservación de la memoria colectiva e historia ancestral de las comunidades locales.
- Reduce el impacto negativo del turismo en la conservación del patrimonio cultural.
- Disminuye la emisión de gases de efecto invernadero asociados con los viajes turísticos.

Es imprescindible mencionar como en los últimos años la influencia de las nuevas tecnologías como la realidad virtual, se integra cada vez más en la vida cotidiana de los jóvenes y aún más del impacto con la industria turística. Por ejemplo, (Oncioiu & Priescu, 2022) lograron llevar a cabo un análisis de exploración y experimentación con personas, en el cual se trataba de encontrar cual sería el beneficio primordial de la realidad virtual en la elección de destinos turísticos. Los resultados del estudio destacaron puntos relevantes para la creación de sitios o aplicaciones de realidad virtual para impulsar el marketing de destinos turísticos, ya que generan una comunicación de manera sólida y coordinada al mundo exterior. Asimismo, concluyeron que los hallazgos demostraron la necesidad de la creación de escenarios futuros y tomarlos como factores decisivos para la planificación de estrategias y metas en el sector turístico.

Algunos estudios, por otro lado, se enfocan en la idealización de la aceptación mediante nuevos conceptos como el turismo digital. Estos estudios han explorado la huella que deja la realidad virtual en turistas con discapacidades, lo cual adquiere relevancia gracias al uso de estas tecnologías. Como por ejemplo (Iftikhara, Khanb, & Pasanchay, 2022) plantearon un modelo sustentado con teorías de la conducta planificada, modelos de aceptabilidad de nuevas tecnologías y teorías de entretenimiento y ocio, en donde se analizan diferentes elementos e indicadores que fundamentan la aceptabilidad de la realidad virtual relacionadas con turismo y personas con discapacidad. Finalmente, los autores incentivan y promueven su investigación como objeto o un recurso invaluable que impulsa el servicio y soporte en futuros avances que permitan tomar conciencia de las necesidades de las personas con discapacidad.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 REALIDAD VIRTUAL

La realidad virtual según Castillo, (2017) es una tecnología en vía de desarrollo e investigaciones que todavía no ha sido explorada en otras áreas o ámbitos profesionales, siendo esto un punto primordial para indicar que todavía existen oportunidades de desarrollo e innovación para solventar problemas por medio de servicios con calidad que antes no existía.

Por otro lado, Herranz, Caerols, & Sidorenko, (2019) la realidad virtual la define como “un entorno dentro del cual una persona se genera la sensación de estar en un determinado lugar, ya que puede observar a través de imágenes y escuchar sonidos que son formados a través de tecnología informática”. Asimismo, el sentimiento o sensación de estar presente en el entorno es muy alta gracias al realismo de las imágenes 360° o modelos 3D. Por otro lado, también se habla de la realidad virtual no inmersiva, que es en su gran mayoría usada por un dispositivo personal como la computadora u ordenador personal, usando un teclado y ratón. De esta manera Ventura, Brivio, Riva, & Baño M., (2019) mencionan un punto relevante para los futuros avances aludiendo que “Los trabajos futuros deberían introducir medidas para el sentido de presencia. para evaluar cómo puede moderar el cambio de memoria”. Es así que se describen de la siguiente manera estas dos tecnologías:

- **Realidad Virtual Inmersiva:** Implica principalmente una experiencia completamente envolvente, en donde un turista se puede sumergir totalmente con la sensación de encontrarse en el lugar elegido por medio de los entornos 2D o 3D. Es importante mencionar la importancia de que dicha sensación se puede lograr con el uso de dispositivos como auriculares RV, guantes, trajes, visores de realidad virtual.
- **Realidad Virtual No Inmersiva:** Implica ofrecer la experiencia más limpia y limitada, ya que no se usa dispositivos adicionales para envolver al turista, sino que se usa dispositivos de entrada como ordenadores personales, controladores y teclados, obteniendo una experiencia menos envolvente. A menudo se puede encontrar este tipo de realidad en juegos.

Los componentes e implementos que se han creado para que las tecnologías inmersivas aparezcan son más conocidas como gafas de realidad virtual, guantes, auriculares, trajes y cascos que hacen posible muchas más acciones y actividades.

1.2.2 COMPLEMENTOS DE LA REALIDAD VIRTUAL

Algunos sostienen que para tener una mejor inmersión o experiencia de la realidad virtual es necesario y obligatorio el uso de los aparatos o dispositivos creados para estas experiencias, ya que permiten a un turista obtener mayor información por su percepción sensorial. Asimismo, los complementos son adicionales para mejorar la capacidad de la realidad virtual tradicional. Por esto, los autores (García-Peñalvo & Conde-González, 2019) exponen una revisión de la literatura científica sobre el uso de la realidad virtual en la educación y como se exploraron los diferentes complementos como los guantes hápticos, visores de realidad virtual o visores 3D, auriculares envolventes.

- **Guantes Hápticos:** Para (Prattichizzo & Malvezzi, 2016) los guantes son aparatos que permiten al usuario recibir retroalimentación táctil, es decir la sensación del sentido del tacto durante la interacción con objetos virtuales en entornos de realidad virtual. Además, cuentan con sensores para después reproducir las sensaciones táctiles, como por ejemplo sentir las texturas y mejorar la sensación de inmersión y realismo en la interacción con el mundo virtual.
- **Visores de Realidad Virtual:** Para Sherman & Craig, (2003) los visores de realidad virtual son los aparatos más usados para poder sumergir a los usuarios en entornos virtuales con 2D o 3D. Estos dispositivos se colocan en la cabeza del turista. Estos proporcionan una experiencia visual, en donde puede observar con todo el campo de visión la imagen 360° en un ámbito directo o en un entorno 3D como si estuviera frente a cada modelo, permitiéndole explorar y participar.
- **Auriculares Envolventes:** Son dispositivos para elevar los sonidos y entornos auditivos para mejorar la experiencia del turista y envolver con sonido espacial o procesos de audio avanzados. Estos pueden crear la sensación de que los sonidos provienen de varias direcciones o a la vez como si estuviera en un mundo y ambiente real.

1.2.3 DISEÑO DE EXPERIENCIAS DE USUARIO EN APLICACIONES WEB

1.2.3.1 STREET VIEW

El diseño y obtención de recursos para mejorar la experiencia del usuario en la aplicación es uno de los ejes primordiales para la reconstrucción del lugar visitado, así como mejorar el sentido de la inmersión con los turistas. Por esto, Google es una de las empresas que brinda soporte y apoyo en cuanto a la integración de imágenes esféricas o 360° de alta calidad como lo hace el software *Google Street View*. Así, según Hernández Santana, Cortes Millán, González Giraldo, & Upegui Cardona, (2021) las imágenes y fotografías brindadas por Google son de libre acceso y permiten que sean modeladas a la necesidad del usuario, pues en su trabajo lo usan para mejorar la luminosidad y corrección de los colores para brindar una transformación a entornos 3D, por medio de la fotogrametría.

1.2.3.2 MODELADO 3D

El modelado 3D se puede entender como los gráficos en tres dimensiones, es decir simulados al mundo real, pero que se crean por computadora. Por esta razón, los modelos 3D para un tour virtual pueden generar mayor realismo e inmersión en la generación de vistas, enlaces e información compartida con el turista, además la opción de simular el museo arqueológico de Cayambe, mediante algunas de las bibliotecas de gráficos y renderizados ya existentes. De esta manera, según menciona Nicolalde, (2020), la generación de modelado 3D según la gamificación y experiencia del desarrollador, puede construir gráficos de alta calidad y proyectar realismo con el turista, esto por medio de programas que brindan y ofrecen herramientas completas automáticamente.

Así, la realidad virtual integra muchos ámbitos tecnológicos como el modelado 3D, pero también un sinnúmero de diseño interactivo por medio de la creación de modelos como actualmente se lo realiza en fines comerciales o de desarrollo audio-visual. Actualmente, es una industria muy grande y notorio como en los videojuegos y por ello existen y aparecen nuevas herramientas como: Maya, Cinema4D, Studio Max, Blender, entre otros.

1.2.3.3 BLENDER

Entre una de las fases más largas se encuentra el desarrollo y modelado de los elementos que se van integrar en el presente proyecto, por esto se ha determinado el uso de una de las

herramientas más conocidas y populares como Blender, además de ser gratuita cuenta con una amplia gama de adaptabilidad con diferentes procesos desde modelado hasta animación o renders profesionales. De acuerdo con el artículo escrito por González, (2022) en la página oficial de ProfesionalReview, el software Blender es una de las herramientas que se encuentra orientada a los nuevos artistas tecnológicos y profesionales del diseño y creatividad multimedia. Blender permite la creación de diferentes e innovadores modelados con 3D o videos de alta calidad incluyendo su animación.

En la actualidad, Blender ofrece diversos procesos de modelado o edición de alta calidad con gráficos, ya sea de uso personal o con un fin comercial por lo que destacan las siguientes funciones:

- **Pintura Digital:** Es el proceso de simular pinturas con modelos propios en modelos tridimensionales y en tiempo real. Por lo general se une a la combinación de otras herramientas propias del diseño gráfico.
- **Animación:** Después del modelado, la animación permite colocar huesos al modelo con el fin de reutilizar animaciones externas o crear sus propias curvas de animación.
- **Escultura Digital:** Es una opción de esculpir un modelo de forma sencilla con las herramientas que brinda Blender.

1.3 OPENGL Y WEBGL

La demanda creciente de mejorar la calidad de los contenidos digitales es cada vez más notoria en los sitios web. En la actualidad, se puede observar miles de gráficos de alta y media calidad en cada uno de los sitios o plataformas que se encuentran en la inmensa red, pero no siempre fue así, pues los motores y aceleradores gráficos como OpenGL fueron creciendo gradualmente según los usuarios lo necesitaban y la web se hacía más robusta. Por esto OpenGL brinda su apoyo para el desarrollo de entornos con gráficos mucho más procesados, además proporciona interfaces más trabajadas y con procesamiento de gráficos por medio de hardware optimizado. Especialmente, OpenGL se especializa en el desarrollo de gráficos 2D y 3D, permitiendo ver realismo en las plataformas web.

Por otro lado, según Sellers & Shreiner, (2020) profundizan el gran alcance de OpenGL como una de las APIs (Application Programming Interface) gráficas de mayor consumo, con un alto nivel de popularidad y además de las más versátiles. OpenGL cuenta con un enfoque especializado en shaders, permitiendo extender su procesamiento con mayor flexibilidad y adaptabilidad para cada uno de los procesos de renderizado. Por esta razón, es indispensable mencionar el gran uso y compatibilidad de OpenGL para el presente proyecto, ya que enfrente diversas plataformas y dispositivos con gráficos de alta gama como los que se puede abordar con la realidad virtual e incluso como lo antes mencionado con los modelos 2D y 3D.

En otro punto, se halla también de manera importante a WebGL como uno de los estándares para el manejo y manipulación de gráficos tanto en 2D como en 3D, pues es una tecnología interesante para abordar con la creación e integración de gráficos con los navegadores web, ya que es donde se realiza el renderizado a diferente de una aplicación móvil. Según Kouichi, (2020) detalla que WebGL usa de por medio el lenguaje de programación Javascript y además elementos canvas originales de HTML5 para generar y renderizar gráficos 3D en tiempo real, especificando también que en cada actualización aprovecha de mejor manera el poder de la GPU del dispositivo del usuario.

WebGL ha sido un estándar ampliamente usado y basado en OpenGL, el cual demuestra ser una de las herramientas más eficaces para el desarrollo de aplicaciones web con gráficos integrados de alta gama, como por ejemplo juegos 3D y multiplataforma. Por esta razón, la compatibilidad que brinda con varios frameworks de trabajo y navegadores webs actuales, hace que sea elegida por muchos desarrolladores como en el presente proyecto para poder aprovechar su adaptabilidad y capacidad con diferentes dispositivos, teniendo la oportunidad de contar con su rendimiento y experiencia.

1.4 WEBVR

Anteriormente, el desarrollo web no contaba con una apertura a las experiencias inmersivas como la realidad virtual o experiencias VR, esto quiere decir que la investigación y avance tecnológico era mínimo en cuanto a la realidad virtual con navegadores. En la actualidad, proyectos conocidos como los de Google Stadia permiten corroborar que los tiempos han cambiado, pues el concepto de WebVR comprende la ejecución de experiencias de realidad

virtual o 3D como videojuegos desde un computador o un navegador como se lo conoce. Además, WebVR se compone de las librerías de Javascript que se encargan de compatibilizar los navegadores como un contenedor multiplataforma.

1.5 THREEJS Y A-FRAME

Three.js es una de las bibliotecas de código abierto más conocidas como TJS, basada en Javascript y que en la actualidad brinda la simplificación para la creación de gráficos con 3D en la web, es tal como el camino rápido que se usa para crear WebVR. Según Dirksen, (2020) recalca que Three.js se basa en WebGL, ya que se compatibilizan para conformarse como una API de alta calidad de trabajo, brindando una codificación mucho más asertiva, intuitiva y eficiente. Three.js en términos de gráficos 3D, permite un proceso muy rápido para la creación de objetos 3D, materiales, efectos visuales y lo más importante es que perfecciona y simplifica las tareas de animación e interacción para el usuario.

La facilidad y flexibilidad que brinda la librería Three.js ha hecho que la cataloguen como la opción generalizada para desarrollo web con gráficos 3D. Proporciona grandes cambios a como se realizaba con WebGL, pues acompaña a los desarrolladores a crear sus proyectos de una manera mucho más rápida, con menos código y grandes resultados. Además, muy importante la mención de la gran comunidad que se ha formado con el transcurso de los años y la amplia documentación con un sin número de ejemplos para poder experimentar. Es así, que ofrece varios modelos que se integran al desarrollo web actual, como las figuras primitivas en 3D, entre estas se encuentran los cubos, esferas, conos, planos y entre otro que varían según la necesidad del proyecto. Asimismo, permite una alta compatibilidad con escenarios o modelos completos para importarlos y manipularlos. Todo varía según la disposición y enfoque los autores deseen integrar en el proyecto, como por ejemplo combinándolo con varios framework que admiten integrar nuevas áreas de desarrollo como la realidad virtual.

Por lo que, en el presente proyecto se pretende realizar el desarrollo de la aplicación web, usando los entornos antes mencionados con un framework de realidad virtual llamado A-Frame, el cual brinda facilidad de progreso con los diversos dispositivos en los que se van ejecutar incluyendo complementos adicionales como las gafas o visores de realidad virtual. Por lo tanto, de acuerdo con Gomes, Santos, & Cardoso, (2019) A-Frame es uno de los

framework de realidad virtual que se basa principalmente en la web, transformando aplicaciones de norma multiplataforma, además permite que los desarrolladores puedan construir sus proyectos utilizando tecnologías web muy conocidas como por ejemplo con HTML, CSS, Javascript. A-Frame proporciona un entorno y metodología muy fácil y adaptativa que simplifica el proceso de desarrollo para las aplicaciones RV, permitiendo acceso a la construcción rápida y viable de experiencias interactivas con entornos virtuales.

1.5.1 CREACIÓN DE EXPERIENCIAS DE REALIDAD VIRTUAL CON A-FRAME

Para el presente proyecto según los análisis realizados, se puede inferir que un desarrollador de software con experiencia en tecnologías principales de la web como HTML, CSS y Javascript puede ser capaz de simular y construir una experiencia de realidad virtual usando el framework A-Frame. Asimismo, algunos de los desafíos más importantes a tomar en cuenta es la identificación de las herramientas de modelado 3D y 2D, además recursos tecnológicos como un ordenador con hardware optimizado para gráficos con el fin de realizar la creación y manipulación de objetos 3D, ya que es lo que más toma tiempo y complicaciones.

1.5.2 POTENCIALIDAD DE A-FRAME CON TOUR VIRTUALES

Las ventajas y beneficios de usar como framework a A-Frame ofrece a los desarrolladores características interesantes cuando se trata de desarrollo de tours virtuales. El enfoque de A-Frame al optar por el renderizado en múltiples dispositivos permite que el alcance de usuarios sea aún mayor ya que se accede a través de un navegador web, sin necesidad de instalar aplicaciones o las famosas .apk para Android. También, es necesario enfatizar la gran comunidad que se ha creado y se sigue desarrollando activamente con otros ámbitos y áreas, con los cuales brindan mayor soporte como nuevas librerías o elementos disponibles en las páginas y foros de A-Frame.

1.6 MURF AI

Es relevante explorar las capacidades de generación de voz mediante inteligencia artificial. La generación de voz realista ha experimentado avances significativos en los últimos años gracias a algoritmos de procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje profundo. Una

herramienta destacada en este ámbito es el software MURF AI, que se ha destacado por su capacidad para generar voz humana de manera convincente.

1.6.1 MURF AI Y LA GENERACIÓN DE VOZ REALISTA

MURF AI ha demostrado ser una herramienta innovadora en la generación de voz realista. Emplea técnicas avanzadas de síntesis de voz basadas en modelos generativos, como las redes neuronales de tipo WaveGAN y redes neuronales convolucionales de flujo, para crear voces que se asemejan a las de seres humanos. Estos modelos son capaces de capturar matices emocionales, entonaciones y otros aspectos que contribuyen a una experiencia auditiva auténtica.

La capacidad de MURF AI para generar voz realista tiene implicaciones importantes. Por ejemplo, mejorando la experiencia del usuario, brindando una herramienta novedosa para la generación de contenido de audio. La aplicación de MURF AI en la generación de voz realista podría abrir nuevas oportunidades y perspectivas en cuanto a la creación de nuevos conceptos como los tours virtuales.

1.7 TOUR VIRTUAL

Un tour virtual o recorrido virtual de un lugar según Afonso, de Vilas Boas Fagundes, & Fieno da Silva, (2023) se refiere a una experiencia interactiva en la que permite a los turistas explorar diferentes lugares a través de las nuevas tecnologías como la realidad virtual, integrando recursos 2D como las fotografías 360°. Los tours además ofrecen varias características interesantes como el recorrer o trasladarse a espacios de difícil acceso, por ejemplo, en la pandemia se optó por integrar dichas tecnologías como alternativas que permitan tener la sensación de estar en cualquier lugar.

1.8 INTERACCIÓN INMERSIVA

La interacción inmersiva es uno de los conceptos más influyentes en las aplicaciones de realidad virtual, así como en los videojuegos envolventes que interactúan con los jugadores, pues según Slater, Khanna, Mortensen, & Yu, (2017) la interacción inmersiva hace referencia a la capacidad que tienen los turistas para interactuar con las aplicaciones de manera natural y sentirse sumergido por las vistas realistas de la experiencia de realidad virtual. Además, mencionan la importante de que los usuarios experimenten la interacción

más intensa con controladores de movimiento, seguimiento ocular, reconocimiento de gestos, entre otros.

1.9 NAVEGACIÓN Y EXPLORACIÓN

La navegación es indispensable en entornos donde los usuarios interactúan libremente, puesto que les permite manipular el acceso y explorar las opciones disponibles, ya sea de experiencias virtuales o como de videojuegos. Por esta razón, para Schwind, y otros, (2020) la navegación y la exploración dentro de un entorno de realidad virtual es la capacidad que los usuarios tienen para moverse y trasladarse con libertad o diferentes áreas o sectores con el fin de encontrar puntos de interacción. Además, implica darle al usuario el dominio total de los lugares que desea conocer o la información que desea consumir.

1.10 INMERSIÓN Y REALISMO

La inmersión y el realismo de las experiencias de realidad virtual se refieren a la capacidad para crear entornos muy semejantes a la realidad, con el fin de generar sensaciones y sentimientos de presencia real y auténtica, con lo cual el usuario se envuelva en una experiencia virtual, pero con su percepción muy sumergida y convincente. Además, la inmersión no solo se logra por usar los visores de realidad virtual y mantenerse en contacto, pues es de importancia mantener la coordinación de sonidos, gráficos realistas, incluso en centros avanzados se incluyen guantes hápticos con el fin de dar una retroalimentación al tacto. Por otro lado, el realismo determina crear el entorno lo más similar posible a la realidad, con esto se puede elegir opciones como:

- **Fotografías 360° de Alta Definición:** Las fotografías pueden aumentar significativamente el realismo de la aplicación, con detalles más precisos a la realidad ya que previamente se ha optado por tomar con la misma iluminación, colores, texturas una imagen semejante y con mayor fidelidad.
- **Renderizado Fotorrealista:** Implica el uso de algoritmos avanzados para renderizar o producir imágenes que pueden ser muy semejantes a la realidad según el algoritmo elegido, además usa motores de renderizado como V-Ray, que permiten crear escenas virtuales altamente realistas.

- **Entornos 3D:** Es la creación y manipulación de objetos 3D que combinados forman un escenario tridimensional, con el cual se pueda compartir una mayor experiencia vivencial dentro del escenario por la favorable calidad, textura, material con los que se creó.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

El presente proyecto se acoge a un enfoque cualitativo con el objetivo de desarrollar una herramienta inmersiva que permita a los turistas o visitantes conocer y apreciar los diversos puntos de turismo que existen en el parque central de Cayambe, así como aprender de una manera más accesible e interactiva la cultura y tradiciones que se han ido perdiendo con el pasar del tiempo. Además, el proyecto se fundamenta en la investigación aplicada, con el propósito de abordar un problema determinado y poder generar la solución práctica y aplicable al caso de estudio. Asimismo, el uso de métodos y técnicas permitieron obtener un análisis del contexto y situación actual, con el objetivo de orientar el conocimiento de la realidad virtual para mejorar escenarios prácticos y así encontrar un impacto real y

significativo para los actores involucrados. Finalmente, en la etapa del análisis de requisitos se usaron varias técnicas de investigación como: entrevistas, observación directa.

2.2 TÉCNICAS

Las técnicas que se usaron para el desarrollo del proyecto fueron las siguientes: observación directa y entrevistas, con el fin de obtener información necesaria para su progreso y para el levantamiento de los requisitos funcionales, además de lograr determinar el alcance del proyecto. La información y requerimiento se fundamentó en la técnica de la entrevista con el encargado del área de turismo del GADIP (Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional de Cayambe), el cual es responsable y cuya autoridad es representante del Parque Central de Cayambe.

2.2.1 Observación Directa

Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los lugares principales del Parque Central de Cayambe que brindan información histórica y cultural, con el fin incluir la selección de la información, imágenes o fotografías que fue recolectada a través de la entrevista anteriormente mencionada. Se determinó de forma detallada las obras, retratos, historias, productos y arte cultural que el encargado de la entrevista valida como las más relevantes y sin ningún tipo de restricción localizadas en el sector del parque, además se registraron cuidadosamente las citas y frases relevantes de cada punto de información con el fin de salvaguardar su integridad. Finalmente, este enfoque basado en la observación directa proporcionó información relevante para obtener una comprensión más completa y profunda sobre todo lo que se incluirá dentro del proyecto.

2.2.2 Entrevistas

Se realizó la entrevista principalmente con la persona encargada y designada para el presente proyecto por parte del departamento de turismo del GADIP Cayambe, donde se determinaron los requisitos y funciones primordiales que debe contener la aplicación para el tour virtual, además de los lugares base para realizar la traslación por medio de los recursos ya sea en 360° (2D) o con entornos u objetos 3D. Además, la entrevista proporcionó información valiosa para tener un alcance definido sobre las funciones que podrían ser restrictivas o limitadas en cuanto a la información que se encuentra en el sector

del Parque Central de Cayambe considerado de índole privado o un patrimonio cultural del Cantón.

Por otro lado, se estableció la información, imágenes, fotografías y objetos 3D en función de su nivel de complejidad para su inclusión. Se podrán integrar estos recursos mediante una combinación de imágenes, fotografías y modelos 3D. Sin embargo, se descarta la inclusión de obras u retratos de alta complejidad para el modelado 3D, principalmente por el alto costo de transformación y análisis 3D como por ejemplo la fotogrametría u otros métodos, así como la restricción de los elementos considerados como patrimonio. Finalmente, se estableció un guion de la entrevista con el formato del Anexo 1:

2.3 ALCANCE

La planificación del proyecto se la realizó mediante el encuentro con el encargado del Dpto. de Turismo de Cayambe. A través de la entrevista se definieron los detalles para el desarrollo de la aplicación web, además de determinar que para asegurar la preservación de las obras y evitar posibles daños causados por una manipulación inadecuada, la transformación y digitalización de los cuatro (4) ejes principales del Parque central de Cayambe que son: Pretil de Cayambe, Zona Rocafuerte Negocios Gastronómicos Culturales, Iglesia Matriz de Cayambe y el GADIP de Cayambe se lo haga a través de una combinación de fotografías con imágenes esféricas 360° que serán obtenidas del sistema *Street View*. Este método de aplicación permitió definir cada punto de traslación, información y pregunta interactiva que se detalla en la Tabla 1:

Tabla 1. Puntos de interacción del tour

EJES O ZONAS DE VISITA	DETALLE
Centro del Parque	<p>Puntos de traslación: Pretil Cayambe, GADIP Cayambe, Zona Comercial</p> <p>Puntos de información: Diabluma – Datos, Flora y entorno ambiental, Sitios de descanso y asientos, Fuente del sol,</p> <p>Puntos de interacción: Pregunta interactiva sobre el Diabluma.</p>
Calle Sucre Pretil de Cayambe	<p>Puntos de traslación: Zona Comercial, Instalaciones GADIP Cayambe, Centro del Parque, Museo Arquitectónico de Cayambe</p> <p>Puntos de información: Pinturas “Héroes de Cayambe”, Unidad Ejecutora Para la Protección de Derechos UEPDE, Asociación de Betuneros 29 de junio, Escuela “9 de Julio”</p> <p>Puntos de interacción: Pregunta interactiva sobre el Héroes de Cayambe.</p>
Calle Terán Instalaciones GADIP Cayambe	<p>Puntos de traslación: Pretil Cayambe, Centro del Parque, Iglesia Matriz de Cayambe.</p> <p>Puntos de información: Instalaciones GADIP Cayambe, Teatro Luis Felipe Borja, Balcón del Gobierno Descentralizado de Cayambe.</p> <p>Puntos de interacción: Pregunta interactiva sobre GADIP Cayambe.</p>
Calle Rocafuerte Zona comercial y gastronómica	<p>Puntos de traslación: Centro del Parque, Pretil de Cayambe, Iglesia Matriz de Cayambe.</p> <p>Puntos de información: Puntos comerciales tradicionales, Información Calle Rocafuerte.</p> <p>Puntos de interacción: Pregunta interactiva sobre los productos de Cayambe.</p>
Calle Sucre Iglesia Católica Matriz San Pedro Cayambe	<p>Puntos de traslación: Centro del Parque, Instalaciones GADIP Cayambe, Zona Comercial.</p> <p>Puntos de información: Estudiantes Salesiano Cayambe, Ingreso a la Iglesia, Transporte turístico en taxis, Capilla General.</p> <p>Puntos de interacción: Pregunta interactiva sobre Iglesia de</p>

2.4 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

En el presente proyecto se implementó la metodología SCRUM, permitiendo la ejecución de las actividades y procesos definidos con anterioridad de manera eficaz. Lo interesante de esta metodología es que se basa en ciclos o rutinas semanales que técnicamente se conocen como “*sprints*”, en los cuales se obtienen y presentan los resultados de cada semana, manteniendo un mejor manejo y control del enfoque SCRUM, el cual consta de los tres (3) componentes principales: Planificación, Ejecución y Control.

2.4.1 PLANIFICACIÓN DEL PRODUCT BACKLOG

Para la planificación se logró establecer los requerimientos principales para el proyecto, con el fin de iniciar las fases de ejecución. La adopción de la metodología SCRUM brindó la facilidad de iniciar y avanzar con el desarrollo del proyecto de una manera escalable, ya que cuenta con la flexibilidad de adaptarse en el tiempo con los requisitos que aparezcan como imprevistos, por ejemplo, el de incorporar nuevos cambios o mejorar los existentes. En consecuencia, SCRUM permitió definir el enfoque dinámico con los involucrados para la implementación de los requisitos en el transcurso del proyecto. Asimismo, a continuación, se presentan los requisitos funcionales en la Tabla 2 y los requisitos no funcionales en la Tabla 3, siguiendo el modelo clásico del estándar IEEE:830.

2.4.1.1 Requisitos Funcionales

Tabla 2. Requisitos Funcionales

Identificación del requerimiento	F001
Nombre del requerimiento	Interfaz del sistema – Menú Principal
Características	El sistema web debe presentar un menú al iniciarse, para acceder al tour virtual, encontrar información general y para cerrar la aplicación.
Descripción del requerimiento	El sistema permite al usuario desplazarse por el menú para encontrar los enlaces y seleccionar la opción con el movimiento del cursor.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01 • NF02

Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	
Identificación del requerimiento	F002
Nombre del requerimiento	Diseño del recorrido virtual.
Características	Los espacios físicos y culturales que se encuentran en el parque central de Cayambe, se podrán observar en la aplicación con modelos 2D (esféricos) y 3D.
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá que el usuario pueda ver los espacios más relevantes del parque central de Cayambe en un entorno virtual 2D y 3D con A-Frame y modelos diseñados en Blender.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01 • NF02
Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	
Identificación del requerimiento	F003
Nombre del requerimiento	Transportación del usuario dentro del entorno virtual.
Características	El usuario deberá poder transportarse o trasladarse por el entorno virtual a los lugares o ejes definidos del recorrido.
Descripción del requerimiento	El sistema permitirá que el usuario pueda transportarse a diferentes lugares por medio de enlaces que podrá apuntar con la vista o el cursor (puntero virtual de A-Frame).
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01 • NF02
Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	
Identificación del requerimiento	F004
Nombre del requerimiento	Integración de los modelos 2D y 3D en el entorno virtual.

Características	Los modelos 2D y 3D se integran al entorno virtual para su valoración e interacción.
Descripción del requerimiento	El sistema tendrá los modelos de cada sitio para que el usuario pueda observarlas e interactuar por medio de la vista o el cursor virtual.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01 • NF02
Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	F005
Nombre del requerimiento	Creación de recursos 2D y 3D para puntos de información.
Características	Cada punto de información tendrá su diseño en 2D o 3D, según el tipo de interacción.
Descripción del requerimiento	El sistema mostrará cada punto de información con un modelo 2D o 3D, incluyéndose, por ejemplo: descripciones, imágenes, fotografías.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01 • NF02
Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	F006
Nombre del requerimiento	Creación preguntas interactivas.
Características	Cada eje o punto de visita tendrá un punto de interacción o pregunta interactiva con la cual el usuario pueda responder con el cursor o la vista.
Descripción del requerimiento	El sistema proporcionará puntos en el cual se podrá ver la pregunta interactiva para responder, según el eje en el que se encuentre puede ser relacionada con la ciudad, cultura, etc.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01 • NF02

Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	F007
Nombre del requerimiento	Diseño de interfaz de usuario de la página web
Características	La página web cuenta con un diseño de interfaz de usuario intuitiva y atractiva que permite a los usuarios encontrar la información de los Tours, Destinos Turísticos, Noticias.
Descripción del requerimiento	La página web tendrá un menú principal donde encuentre los enlaces directos a las secciones de los Destinos Turísticos de Cayambe, Tours, Noticias y Contacto y que sea relacionada con la ciudad, cultura, etc.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01 • NF02
Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	F008
Nombre del requerimiento	Registro información de visitantes.
Características	El sistema debe presentar un formulario de registro con los datos principales para saber el lugar de visita como: fecha, nombre, provincia, cantón, parroquia.
Descripción del requerimiento	El sistema permite al usuario colocar sus datos de una manera rápida con el fin de no retrasar el proceso para el ingreso al Tour.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01 • NF02
Prioridad del requerimiento	Alta

2.4.1.2 Requisitos No Funcionales

Tabla 3. Requisitos No Funcionales

Identificación del requerimiento	NF001
Nombre del requerimiento	Integración del framework A-Frame
Características	Instalación de A-Frame para el desarrollo del proyecto.
Descripción del requerimiento	El framework A-Frame ofrece las herramientas para la experiencia virtual WebVR.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01
Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	NF002
Nombre del requerimiento	Prueba del sistema con un visor VR y un entorno web.
Características	El sistema puede ejecutarse en un entorno web o por medio de un móvil con un visor VR.
Descripción del requerimiento	El sistema puede correr en un entorno web con o sin el visor VR, pero es recomendable usar un visor para el incremento de la experiencia.
Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> • NF01
Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	NF003
Nombre del requerimiento	Compatibilidad Multiplataforma.
Características	El proyecto al ser un sistema web, podrá ejecutarse en ambientes móvil y web, es decir A-Frame mantiene su estructura multiplataforma.
Descripción del requerimiento	El framework A-Frame podrá ejecutarse desde un entorno web con permisos de navegación, además para los ambientes móviles tomará autorización del acelerómetro y giroscopio.

Requerimiento no funcional	<ul style="list-style-type: none"> NF01
Prioridad del requerimiento	Alta
Identificación del requerimiento	NF004
Nombre del requerimiento	Página web responsive y adaptable
Características	La página web principal será adaptable y responsive automáticamente a diferentes tamaños de pantalla, incluyendo dispositivos móviles.
Descripción del requerimiento	La página web se podrá ejecutar con un diseño atractivo y responsive en cada uno de los dispositivos compatibles.
Requerimiento no funcional	NF01
Prioridad del requerimiento	Alta

2.4.1.3 Historias de Usuario

Después de haber pasado por el proceso de la definición de los requisitos y cada especificación del proyecto. Se procede a desarrollar e identificar las historias de usuario o elementos clave que se incluirán en el sistema, especialmente centrándose en la información, imágenes, fotografías y entre otros recursos correspondientes al entorno virtual. A continuación, en la Tabla 4 se presenta la información sobre cada elemento, incluyendo su nombre o título, descripción y una representación visual que se integran en el tour virtual.

Tabla 4. Historias de usuario

HISTORIA DE USUARIO			
Número:	1	Usuario:	Todos
Nombre:	Menú		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		

El menú es la pantalla principal del sistema en el cual el usuario podrá observar un fondo ambiental con un menú para ingresar al tour y para salir del sistema.



Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Ingreso a través del menú al entorno virtual.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor a la opción de entrar.	El sistema le permitirá acceder al entorno virtual.	El usuario debe estar dentro de la aplicación.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	2	Usuario:	Todos
Nombre:	Modelo 1- Diabluma Información General (ASSETS)		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:

Imagen:

Modelo 1: Describe la información general del Diabluma y su significado.




Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al punto de información del Diabluma.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI Diabluma.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI correspondiente al Diabluma.

HISTORIA DE USUARIO


Número:	3	Usuario:	Todos
---------	---	----------	-------

Nombre:	Modelo 2- Flora natural del Parque Central		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		
Modelo 2: Describe la información sobre la flora que se encuentra en el Parque Central de Cayambe, como el Ciprés.			

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al punto de información del árbol.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información de la flora o fauna elegida.	El usuario debe mirar el PI correspondiente a la flora o fauna.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	4	Usuario:	Todos
Nombre:	Sitios de relajación o descanso (asientos, zonas verdes)		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		
Modelo 4: Describe la información de los lugares de relajación o áreas verdes que se puede encontrar, además de los asientos públicos de la zona.			

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de las zonas verdes o de relajación.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información de las zonas de relajación.	El usuario debe mirar el PI de las zonas de relajación.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	5	Usuario:	Todos
Nombre:	Fuente del Sol		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:

Imagen:

Modelo 5: Describe la información sobre la Fuente o Pila localizada en el centro del parque con forma de Sol en referencia al Inti Raimy (Dios del Sol)



Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de la Fuente del Sol.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de las zonas de la Fuente del Sol.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	6	Usuario:	Todos
Nombre:	Héroes de Cayambe		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:


Imagen:

Modelo 6: Describe la información sobre los héroes plasmados en pinturas en el pretil de Cayambe, así como las frases y descripciones individuales.



Criterios de Aceptación			
Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de las pinturas de los Héroes de Cayambe.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de los Héroes de Cayambe.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	7	Usuario:	Todos
Nombre:	Unidad Ejecutora para la Protección de Derechos UEPDE		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		
Modelo 7: Describe la información sobre la UEPDE, como un ejecutor para las comunidades patrimoniales y grupos vulnerables.			

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de la UEPDE Cayambe.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de la UEPDE.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	8	Usuario:	Todos
Nombre:	Asociación de Betuneros 29 de junio		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		

Modelo 8: Describe la información sobre una de las asociaciones más antiguas de Cayambe, los betuneros del Parque Central



Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de los betuneros Cayambe.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de los betuneros Cayambe.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	9	Usuario:	Todos
Nombre:	La Escuela “9 de Julio”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:

Imagen:

Modelo 9: Describe la información sobre una de las escuelas más antiguas y conocidas por los pobladores, además donde estudiaron varios de los “Héroes de Cayambe”.



Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI la Escuela 9 de Julio.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de la escuela.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	10	Usuario:	Todos
Nombre:	Instalaciones GADIP Cayambe		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:	Imagen:
Modelo 10: Describe la información sobre las instalaciones del GADIP Cayambe y una breve historia de su gestión y desarrollo.	

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI las instalaciones de GADIP Cayambe.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de las instalaciones de GADIP Cayambe.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	11	Usuario:	Todos
Nombre:	Teatro “Luis Felipe Borja”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		


Descripción:	Imagen:
Modelo 11: Describe la información sobre el Teatro General de Cayambe, en donde se realizan las gestiones principales sobre el Parque Central y sus vías turísticas.	

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI del Teatro “Luis Felipe Borja”.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI del Teatro “Luis Felipe Borja”.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	12	Usuario:	Todos
Nombre:	Balcón del Gobierno Descentralizado de Cayambe		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:	Imagen:
Modelo 12: Describe la información sobre el Balcón del GADIP, en el cual se cuenta con una vista panorámica del Parque Central de Cayambe y vista directa con la Iglesia Matriz.	

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI del Balcón del GADIP.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI del Balcón del GADIP.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	13	Usuario:	Todos
Nombre:	Puntos Comerciales Tradicionales de Cayambe		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		


Descripción:	Imagen:
Modelo 13: Describe la información sobre los negocios y comerciantes tradicionales y más antiguos de Cayambe, con venta de productos tradicionales como: los bizcochos de Cayambe, Manjar de leche, entre otros.	

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI los negocios y comerciantes.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de los negocios y comerciantes.

HISTORIA DE USUARIO


Número:	14	Usuario:	Todos
Nombre:	Estudiantes del Colegio "Salesiano" Cayambe		

Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		
Modelo 14: Describe la información sobre las visitas de estudiantes que se realiza al Parque Central de Cayambe como guía turística y cultural.			

Criterios de Aceptación



Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI los estudiantes.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de los estudiantes.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	15	Usuario:	Todos
Nombre:	Iglesia Católica Matriz “San Pedro de Cayambe”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		
Modelo 15: Describe la información sobre la Iglesia Matriz de Cayambe, así como un relato sobre su historia y creación.			

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de la Iglesia Matriz de	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de la Iglesia Matriz de Cayambe.

Cayambe.			
HISTORIA DE USUARIO			
Número:	16	Usuario:	Todos
Nombre:	Transporte turístico en taxi		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		
<p>Modelo 16: Describe la información sobre la cooperativa de taxis turística más conocida en el Parque Central de Cayambe, con rutas a distintos sitios de la ciudad.</p>			
Criterios de Aceptación			
Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI del transporte turístico.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de los taxis o transporte.
HISTORIA DE USUARIO			
Número:	17	Usuario:	Todos
Nombre:	Iglesia Católica – Capilla General		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		
<p>Modelo 17: Describe la información sobre la capilla general de la Iglesia Matriz de Cayambe incentivando a la visita de la misma ya que es un servicio público y apto para los creyentes.</p>			
Criterios de Aceptación			

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de la capilla general.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de la capilla de la iglesia.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	18	Usuario:	Todos
Nombre:	Museo Arquitectónico – Arte “Viaje de los Incas Pill Ranpa”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:

Imagen:

Modelo 18: Describe la información sobre pintura que representa a las “andadas” de un Inca.



Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor a pintura de los Incas.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar a la pintura de los Incas.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	19	Usuario:	Todos
Nombre:	Museo Arquitectónico – Arte “La cronología del tiempo”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:

Imagen:

Modelo 19: Describe la información sobre la pintura evolutiva del tiempo en la etapa de los Incas y su desarrollo poblacional.




Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de la pintura de la historia del tiempo.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de la historia del tiempo.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	20	Usuario:	Todos
Nombre:	Museo Arquitectónico – Arte “El tiempo espiral”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:	Imagen:
<p>Modelo 20: Describe la información sobre la pintura representando los datos del sol y el tiempo fundamentados en los ciclos del universo.</p>	


Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor al PI de la pintura de la espiral de tiempo.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de la espiral del tiempo.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	21	Usuario:	Todos
Nombre:	Museo Arquitectónico – Arte “Medición del tiempo Kayambi”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:	Imagen:


<p>Modelo 21: Describe la información sobre la pintura que comparte el proceso para medir el tiempo según el pueblo antiguo “Kayambi”.</p>	
---	--

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor a la pintura de la medición de tiempo.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de la medición del tiempo.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	22	Usuario:	Todos
Nombre:	Museo Arquitectónico – Arte “La lucha por Dolores Cacuango”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		


<p>Modelo 22: Describe la información sobre la pintura del héroe nacional e internacional Dolores Cacuango, compartiendo la información relevante de su lucha y búsqueda de derechos indígenas.</p>	
--	--

Criterios de Aceptación

Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor a la pintura de Dolores Cacuango.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI de Dolores Cacuango.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	23	Usuario:	Todos
Nombre:	Museo Arquitectónico – Arte “Destino Español - Indígena”		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador	Robinson Manangón		

Responsable:	
Descripción:	Imagen:
Modelo 23: Describe la información sobre la pintura en representación del capitán indígena en el duelo de batalla con los españoles.	

Criterios de Aceptación

criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
Mirar o apuntar con el cursor a la pintura del capitán indígena.	Cuando el usuario mire o apunte con el cursor al PI.	El sistema le permitirá ver la información.	El usuario debe mirar el PI del capitán indígena.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	24	Usuario:	Todos
Nombre:	Creación de la base de datos para almacenar información personal de los usuarios.		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		

Descripción:	Imagen:
Modelo 24: Creación de tabla en la base de datos MySQL de Usuarios que contenga los campos para datos generales. Esta tabla será utilizada para almacenar la información personal de los usuarios registrados en el sistema.	

Criterios de Aceptación

criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
La tabla debe crearse exitosamente en la base de datos MySQL.	Al crear la base de datos e integrarla en el formulario de página web.	El sistema le permitirá ver la información.	La tabla debe contener los campos especificados: ID, Nombre, Apellido, Cantón, Parroquia.

HISTORIA DE USUARIO

Número:	25	Usuario:	Todos
----------------	----	-----------------	-------

Nombre:	Creación de una página web de inicio donde se pueda encontrar la información del turismo de Cayambe y acceso al Tour.		
Prioridad:	Alta	Riesgo:	Medio
Programador Responsable:	Robinson Manangón		
Descripción:	Imagen:		
Modelo 25: página atractiva y fácil de usar con un formulario donde pueda ingresar los datos generales. La página también debe proporcionar enlaces para ver noticias de Cayambe, fotos y acceso al tour virtual.			
Criterios de Aceptación			
Criterio	Evento	Resultado Esperado	Detalle
La página de inicio debe tener un diseño atractivo y responsivo	Debe haber campos en un formulario para ingresar los datos generales y acceder al tour virtual.	El sistema le redirigirá al tour virtual.	Al hacer completar los datos, el sistema debe enviar los datos a la base de datos y redirigir al usuario al tour virtual.

2.4.1.4 Descripción de actividades

Después de analizar los requisitos del proyecto, así como la parametrización de cada uno de los elementos de la fase de planificación, se identificaron y propusieron las siguientes actividades, las cuales se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de actividades del sistema

N° DE HISTORIAS USUARIO	ACTIVIDAD	ID ACTIV.	DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES	HORAS-ESFUERZO
24	1. Creación de la estructura de la base de datos MYSQL	A1-1	Diseño de las tablas de almacenamiento de datos	20
		A1-2	Creación de la tabla de registro de usuarios	20
		A1-3	Implementación del proceso de registro de datos	20
		A1-4	Implementación del conteo de usuarios por fechas	20
		A1-5	Pruebas y validación del sistema de registro y conteo de usuarios	20

25	2. Creación de la página web para los usuarios	A2-1	Diseño de la estructura de la página web	20
		A2-2	Diseño de la interfaz de usuario	20
		A2-3	Implementación de la sección <i>Home</i> o Inicio	20
		A2-4	Implementación de las secciones principales	20
		A2-5	Implementación del formulario de registro	20
18,19,20,21, 22,23	3. Fotografías/Imágenes u obtención de obras artísticas y sitios de visita.	A3-1	Planificación de la toma de fotografías	15
		A3-2	Toma de fotografías de las obras del museo	15
		A3-3	Edición y procesamiento de las fotografías	15
		A3-4	Obtención de imágenes 360° de Google Street View	15
		A3-5	Integración de las fotografías en el entorno virtual	20
1,2	4. Selección de los <i>Assets</i> de A-Frame para la implementación del entorno virtual.	A4-1	Investigación y exploración de la biblioteca A-Frame	20
		A4-2	Identificación de los componentes y elementos necesarios	20
		A4-3	Integración de modelos 3D creados con Blender	30
		A4-4	Implementación de los componentes y elementos en el entorno virtual	20
		A4-5	Pruebas y ajustes del entorno virtual	20
18,19,20,21, 22,23,24,25	5. Creación de los componentes y elementos para cada sitio de visita.	A5-1	Definición de los requisitos del entorno virtual	20
		A5-2	Creación de los componentes en A-Frame	20
		A5-3	Unión y distribución de imágenes y modelos 3D	20
		A5-4	Configuración de los puntos de traslación	20
		A5-5	Pruebas y ajustes del entorno virtual	20
3,4,5,6,7,8,9 10,11,12,13 14,15,16,17	6. Creación de los componentes de información	A6-1	Identificación de los puntos de información necesarios	20
		A6-2	Diseño de los componentes de información en A-Frame	20
		A6-3	Implementación de los componentes de información en A-Frame	20

		A6-4	Pruebas y ajustes de los componentes de información	20
		A6-5	Validación y mejora continua de los componentes de información	20
3,4,5,6,7,8,9 10,11,12,13 14,15,16,17	7.Creación de los puntos de interacción	A7-1	Diseño de los puntos de interacción en el entorno virtual	20
		A7-2	Implementación de los puntos de interacción en A-Frame	20
		A7-3	Creación de preguntas relacionadas al contenido del tour	20
		A7-4	Creación de opciones de respuesta y retroalimentación	20
		A7-5	Pruebas y ajustes de los puntos de interacción	20
3,4,5,6,7,8,9 10,11,12,13 14,15,16,17	8.Implementación de los componentes del tour virtual	A8-1	Colocación de las imágenes esféricas 360° en el entorno virtual	20
		A8-2	Posicionamiento de los puntos de traslación en el entorno virtual	20
		A8-3	Colocación de los puntos de información en el entorno virtual	20
		A8-4	Posicionamiento de los puntos de interacción en el entorno virtual	20
		A8-5	Pruebas y ajustes de la colocación de los componentes en el entorno virtual	20
1,2,3,4,5,6,7,8,9 10,11,12,13 14,15,16,17,18 19,20,21,22,23 24,25	9.Compilación y pruebas de ejecución	A9-1	Generación del código de A-Frame	20
		A9-2	Configuración del servidor para la ejecución del sistema	20
		A9-3	Pruebas de ejecución en un servidor local	20
		A9-4	Análisis y reajuste de errores	20
		A9-5	Prueba de compatibilidad con diferentes dispositivos	20
		A9-6	Optimización del rendimiento	20
		A9-7	Documentación y entrega final	20

2.4.1.5 Parámetros del sistema

2.4.1.5.1 Descripción de los parámetros del sistema

El sistema cuenta con 4 parametrizaciones primordiales que permiten el correcto funcionamiento, además de establecer los componentes que son responsables directos para la interacción entre el usuario y el sistema, integrándose de manera correcta a través de la gestión interna del framework A-Frame.

2.4.1.5.1.1 Parametrización de la Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario es uno de los elementos fundamentales que se encarga de proporcionar una experiencia de navegación interesante con los usuarios, en donde les permite explorar el tour de una manera intuitiva. En ella se muestra un menú principal y fácil de usar, así como los controles como el curso virtual para poder apuntar el lugar o sitio que desea visitar o investigar. Estas vistas son integradas a través de imágenes esféricas obtenidas de *Google Street View* y otras con fotografías.

2.4.1.5.1.2 Parametrización de los Puntos de Traslación

Los puntos de translación permiten al usuario moverse en los ejes o puntos de visita, además estos puntos hacen uso de los componentes nativos de A-Frame, los cuales comparten información por medio de las coordenadas (x, y, z) para ubicarse dentro del eje correspondiente.

La translación implementada tiene un funcionamiento específico para activarse, pues esta sucede cuando el usuario mira fijamente o apunta con el cursor a un punto de translación durante 3 segundos. Por lo tanto, este tipo de translación se adapta a la interacción con el usuario ya que se encuentra basada en la Traslación de *gaze* (basado en la mirada).

2.4.1.5.1.3 Especificación de Puntos de Traslación

Para cada parametrización y componente se definió especificar las interacciones y parámetros a través de diagramas de caso de uso como se observa en la ilustración 1, en donde se representa la funcionalidad de un usuario para poder moverse por los diferentes ejes del entorno virtual, activándose por medio del cursor virtual y manteniendo la vista durante 3 segundos para trasladarse a otro punto.

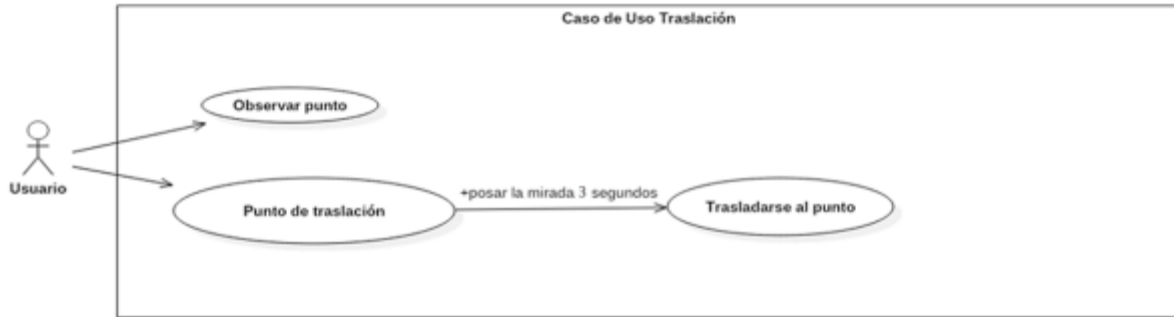


Ilustración 1. Caso de uso Traslación

2.4.1.5.1.4 Parametrización de los Puntos de Información

Los PI (Puntos de Información) muestran la información correspondiente a cada punto integrado en el entorno virtual, esta es una de las funcionalidades que se diseñan para compartir la información relevante asociada a cada sitio dentro del entorno. Pueden incluir diversos elementos como las imágenes renderizadas con textos, etiquetas e incluso objetos para mejorar el aspecto y experiencia del usuario.

Cuando el usuario se mueve en el entorno virtual e interactúa con los puntos de información, realiza el mismo método de los puntos de traslación, puesto que el usuario activa la visualización cuando mira durante 3 segundos al PI, permitiendo explorar de manera detallada cada lugar y comprender el contexto del sitio visitado.

Para finalizar, los puntos de información pueden contener en algunos casos objetos 3D que representen de mejor manera elementos que no son perceptibles directamente con imágenes, elementos que puedes mejorar aún más la experiencia del usuario, brindando una inmersión más creativa y participativa.

Parametrización de la Interacción

Muestra un plano entero con una pregunta incrustada en cada uno de los ejes, con el fin de mantener la interacción con el usuario dentro del entorno, además de mostrar un mensaje de felicitación o fracaso.

2.4.1.6 Diseño del proyecto de software

El diseño del proyecto corresponde a la representación gráfica y lógica de la aplicación en cuanto al registro de los usuarios visitantes por medio de la página web y el modelo de

almacenamiento de datos de la aplicación para el tour virtual como se muestra en la Ilustración 2. Asimismo, es relevante mencionar que la simulación del tour virtual no utiliza una base de datos, sino que el almacenamiento de la información se la adjunta en la carpeta de los Assets para poder ser llamados dentro de las entidades de A-Frame. Por otro lado, se desarrollo un modelo de datos para la página web con la cual se pueda recolectar la información de los usuarios que se registran antes de ingresar al Tour, como se indica a continuación.

2.4.1.6.1 Modelo de Almacenamiento de Datos (Tour Virtual)

El Tour Virtual al no usar una base de datos para almacén de los recursos y la información, hace uso la carpeta Assets, en donde se alojan los diferentes medios a incluir dentro del tour, como se observa en la ilustración 2.

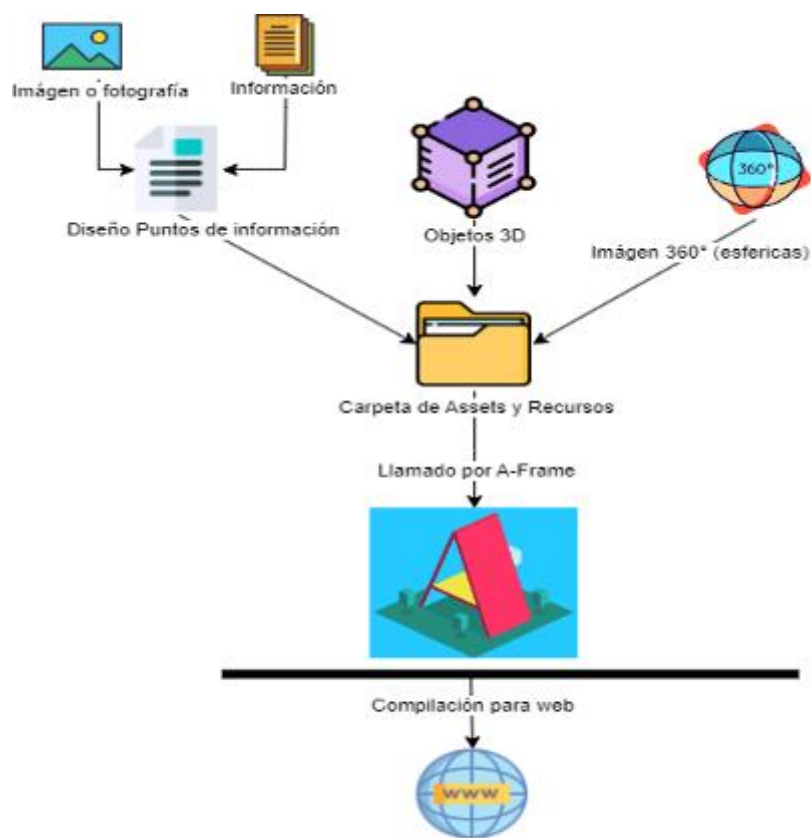


Ilustración 2. Diagrama modelo de almacenamiento (tour)

2.4.1.6.2 Modelo de datos (página web)

El modelo de datos correspondiente a la estructura lógica para la recolección de información, se basa en las tablas y relaciones que conforman la página web para los usuarios como se indica en la ilustración 3.

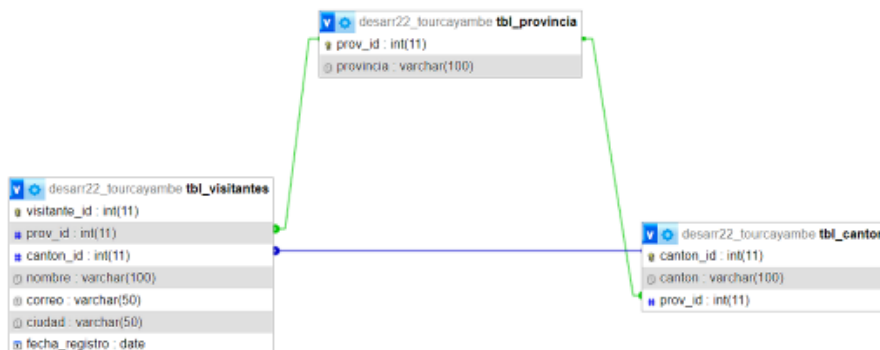


Ilustración 3. Diagrama modelo de datos (página web)

2.4.2 PLANIFICACIÓN DE LOS SPRINT

Durante la ejecución del proyecto, se establecieron ciclos semanales para cada etapa o actividad. A continuación, se presenta una descripción de las actividades llevadas a cabo en cada ciclo, las cuales se resumen en la Tabla 6:

Tabla 6. Diagrama de actividades

N°	Actividad	Actividades	Encargado	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización
1	Creación de la estructura de base de datos en MYSQL	A1-1, A1-2, A1-3, A1-4, A1-5	Robinson Manangón	15/05/2023	19/05/2023
2	Creación de la página web para usuarios	A2-1, A2-2, A2-3, A2-4, A2-5	Robinson Manangón	22/05/2023	26/05/2023
3	Fotografías/Imágenes u obtención de obras artísticas y sitios de visita.	A3-1, A3-2,	Robinson	29/05/2023	02/06/2023

		A3-3, A3-4, A3-5	Manangón		
4	Selección de los <i>Assets</i> de A-Frame para la implementación del entorno virtual.	A4-1, A4-2, A4-3, A4-4, A4-5	Robinson Manangón	05/06/2023	09/06/2023
5	Creación de los componentes y elementos para cada sitio de visita.	A5-1, A5-2, A5-3, A5-4, A5-5	Robinson Manangón	12/06/2023	16/06/2023
6	Creación de los componentes de información	A6-1, A6-2, A6-3, A6-4, A6-5	Robinson Manangón	19/06/2023	23/06/2023
7	Creación de los puntos de interacción	A7-1, A7-2, A7-3, A7-4, A7-5	Robinson Manangón	26/06/2023	30/06/2023
8	Implementación de los componentes del tour virtual	A8-1, A8-2, A8-3, A8-4, A8-5	Robinson Manangón	03/07/2023	07/07/2023
9	Compilación y pruebas de ejecución	A9-1, A9-2, A9-3, A9-4, A9-5, A9-6, A9-7	Robinson Manangón	10/07/2023	14/07/2023

2.4.3 CONTROL: PRUEBAS DEL PROYECTO

Para validar la funcionalidad del sistema, se diseñaron pruebas de ejecución específicas que permitieran evaluar su correcto funcionamiento. Las pruebas se dividen en las siguientes categorías:

Pruebas de caja negra: Estas pruebas se centraron en evaluar el sistema final, sin tener en cuenta la estructura interna del código. Además, se planificaron las siguientes funciones para ser probadas:

- **Funcionamiento de la aplicación en diversos dispositivos:** Se verificó la correcta ejecución de la aplicación en un dispositivo móvil compatible con realidad virtual y una computadora de escritorio. También, se evaluaron aspectos como la interacción con los puntos de información, visualización correcta de los entornos 360° y modelos 3D.

- **Traslación entre los diferentes puntos incluidos en el tour virtual:** Se evaluó la capacidad del sistema para permitir que el usuario tenga una navegación o traslación fluida y organizada con los puntos del tour virtual. Además, se comprobó la transición de las imágenes 360°, permitiendo al usuario desplazarse entre las ubicaciones sin problemas.
- **Interacción de los puntos de información y preguntas interactivas integradas dentro del entorno virtual:** Se examinó la capacidad del sistema para permitir la interacción con los puntos de información presentes en cada sitio de visita. Además, se verificó que el usuario pueda mirar a todos los puntos de información o interacción para explorar su veracidad, así como ver los detalles adicionales o responder a las preguntas interactivas.

Para verificación de la interacción con los puntos de interacción se realizó una prueba de aceptación la cual estuvo estructurada con las preguntas de la Tabla, y se logró obtener resultados de 1 personas del Dpto. Turismo de Cayambe (encargado y designado para acompañamiento del proyecto) y 2 personas externas.

Tabla 7. Prueba de Aceptación

Pregunta	Respuesta	
¿El proyecto muestra información interesante e importante sobre cada sitio de visita?	Si	No
¿Las preguntas interactivas se relacionan con la información de cada sitio de visita?	Si	No
¿Recomendaría el tour virtual a más usuarios?	Si	No

Por otro lado, las pruebas de ejecución mencionadas se las realizó usando dispositivos compatibles y siendo los más recurrentes como son una computadora y un dispositivo móvil compatible con realidad virtual. El evaluador usó un visor de realidad virtual con el fin de poder sumergirse en la experiencia y validar de manera más precisa el funcionamiento de las pruebas antes mencionadas.

Finalmente, estas pruebas permitieron validar el comportamiento y cumplimiento de los requisitos funcionales del sistema y asegurar una experiencia interesante y satisfactoria para los usuarios que realicen el tour virtual.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presenta la aplicación web desarrollada con el framework A-Frame y los resultados de las pruebas realizadas a dicha propuesta. Al compilar la aplicación se obtiene un aplicativo que brinda una experiencia inmersiva y que es accesible desde cualquier dispositivo con un navegador compatible.

Para una mejor experiencia de la aplicación, se recomienda usar un visor de realidad virtual, pero para fines de prueba se lo puede hacer por medio de un navegador u ordenador, usando especialmente su mouse para la navegación. Además, es importante mencionar que los visores comprueban una mejor experiencia inmersiva al explorar los entornos virtuales creados con A-Frame.

Por tanto, los resultados demuestran la fiabilidad y compatibilidad en diferentes dispositivos como son el ordenador o móviles. En los siguientes apartados se detallan los resultados específicos de las pruebas realizadas, incluyendo muestras de diferentes terminales, así como la satisfacción de usuario y posibles mejoras identificadas.

3.1 INTEGRACIÓN DE A-FRAME CON RECURSOS ESFÉRICOS 360°

El framework A-Frame permite crear experiencias de manera rápida e intuitiva, se puede descargar a través del repositorio de Github o encontrar la documentación para instalación inicial en su página oficial. Una vez instalado, se integra fácilmente por medio de sus componentes similares al código de HTML para comenzar a desarrollar contenido de realidad virtual en la web.

Además, para el presente proyecto se comenzó con la integración de recursos e imágenes 360° o esféricos obtenidos de Street View, las cuales se evidencian en las escenas principales de A-Frame como el a-sky (Ilustración 4).



Ilustración 4. Integración de A-Frame con recursos esféricos 360°

3.2 SELECCIÓN DE ESPACIOS RELEVANTES Y CULTURALES CONSIDERADOS PARA LOS PUNTOS DE INFORMACIÓN Y TRASLACIÓN

Los espacios relevantes y culturales considerados para los puntos de información y traslación se distribuyeron cuidadosamente para lograr una experiencia enriquecedora, buscando tener una vista significativa de cada lugar de visita. Para ello, se evaluaron los datos recolectados en la entrevista con el encargado del Dpto. de Turismo de Cayambe, los cuales se encuentran detallados en la Tabla 1. De esta manera, se consiguió asignar a cada espacio una narrativa diferente para compartir la información relevante, patrimonial o artística de cada elemento. En la Ilustración 5 se puede observar un mapa de la distribución general del parque central de Cayambe.



Ilustración 5. Mapa con la distribución de los puntos del tour virtual

3.3 CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS COMPONENTES DE TRASLACIÓN E INFORMACIÓN

Para la creación de los componentes de traslación y puntos de información, se utilizó un diseño minimalista para mostrar los íconos iniciales, además se implementó la animación e interacción a través de codificación logrando una vista más entretenida y fácil de encontrar. De esta manera, cada espacio cuenta con los íconos representativos de cada acción ya sea para ver información o trasladarse. Como se puede observar en la ilustración 5.



Ilustración 6. Implementación de componentes traslación-información

3.4 DISEÑO E INTEGRACIÓN DE LOS MODELOS Y RECURSOS PARA CADA PUNTO (TRASLACIÓN, INFORMACIÓN, INTERACCIÓN)

El diseño e integración de cada modelo o recurso para los puntos de traslación, información e interacción fue un proceso fundamental para lograr una experiencia inmersiva y efectiva. En los puntos de información, se crearon modelos detallados de cada imagen, que previamente fueron minuciosamente seleccionados por el GADIP Cayambe, además que cada punto se complementa con información relevante e histórica que el usuario puede leer y escuchar durante el recorrido virtual.

Por otro lado, los puntos de interacción se desarrollaron con el objetivo de permitir a los usuarios poner a prueba lo aprendido hasta el momento de manera activa y dinámica. La interacción de la aplicación y el usuario, se muestra a través de una pregunta relacionada a la visita virtual y dos opciones de respuesta, donde el usuario puede mirar al número correspondiente a su respuesta y recibir su retroalimentación para saber si su elección ha sido correcta o incorrecta. Un ejemplo de este proceso se muestra en la ilustración 6.



Ilustración 7. Punto de interacción

3.5 INTEGRACIÓN DE LA ARQUITECTURA 3D DEL MUSEO SIMULADO

En este apartado, se detalla el proceso de integración del escenario o arquitectura 3D del museo simulado, que fue un componente fundamental y muy útil para proporcionar una experiencia inmersiva y coherente. El museo 3D representa un entorno virtual que se asemeja lo más posible al lugar original, ubicado en las instalaciones cerca del pretil de Cayambe. Se obtuvo el modelo desde el repositorio de Sketchfab, el cual contaba con

características de luces y texturas, brindando una base sólida para guiar el desarrollo. Este escenario se personalizó con el fin de ofrecer una mejor experiencia a los usuarios, permitiéndoles explorar la exhibición desde un punto central de las pinturas de contenido cultural y patrimonial seleccionado. Para lograr esto, se realizaron procesos de modelado adicionales utilizando las herramientas de Blender. El resultado es un museo simulado que destaca por su realismo y fidelidad, en la Ilustración 8 se puede observar el proceso de modelado final.

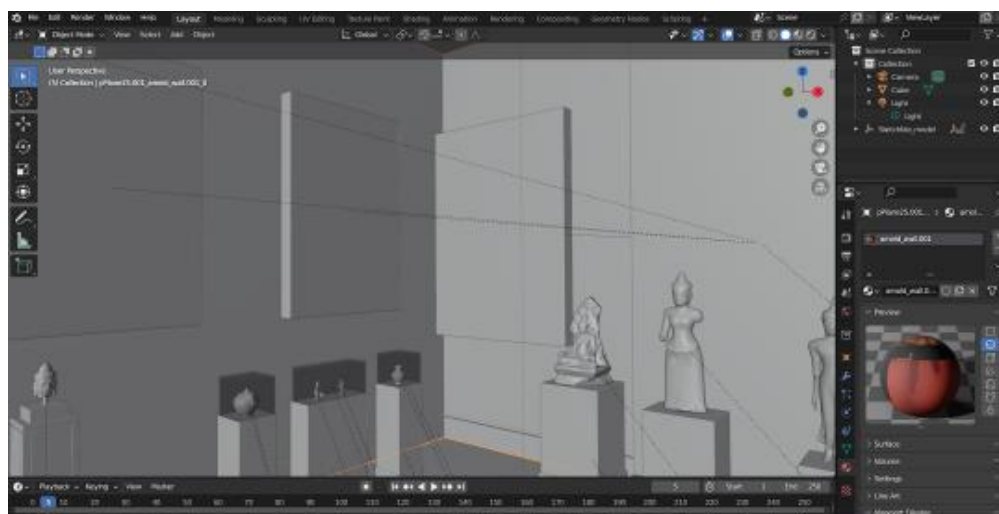


Ilustración 8. Museo 3D – Modelado Final

Para la integración del modelo 3D en el framework A-Frame, se utilizó uno de sus componentes más populares, denominado “a-entity”. Este componente se encarga de renderizar los objetos en formato GLTF, permitiendo que el museo simulado se visualice con gran calidad y detalle en realidad virtual.

El modelo 3D del museo ofrece una experiencia envolvente y atractiva para los usuarios, permitiendo explorar las pinturas y contenidos con estructuras más reales y combinando tecnologías de realidad virtual, transformándose en un escenario educativo y enriquecedor. El resultado del museo dentro de una entidad en el framework A-Frame se puede observar en la ilustración 9.

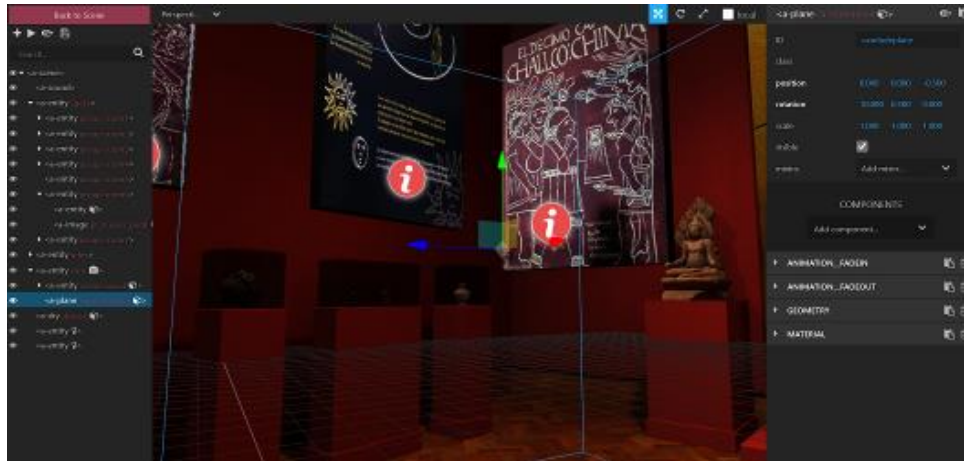


Ilustración 9. Museo 3D entro del framework A-Frame

3.6 CREACIÓN E INTEGRACIÓN DE PINTURAS ARTÍSTICAS EN MUSEO SIMULADO

El proceso de creación e integración de las pinturas artísticas dentro del museo simulado, fue un paso importante para enriquecer aún más la experiencia de los usuarios, primero se realizó el proceso creativo para lograr determinar la información y narrativa relevante de cada obra, en consonancia con los contenidos históricos, culturales y patrimoniales. Después, se procedió a la creación de las pinturas con herramientas digitales para lograr una mejor visión y corrección de colores, así como el tamaño para la visualización de la imagen en realidad virtual. Finalmente, se integró al modelo por medio de herramientas de Blender, usando la implementación de texturas por imagen y logrando modelar y encajar en cada uno de los cuadros distribuidos con anterioridad dentro del museo simulado. El resultado de este proceso se puede apreciar en la Ilustración 10.

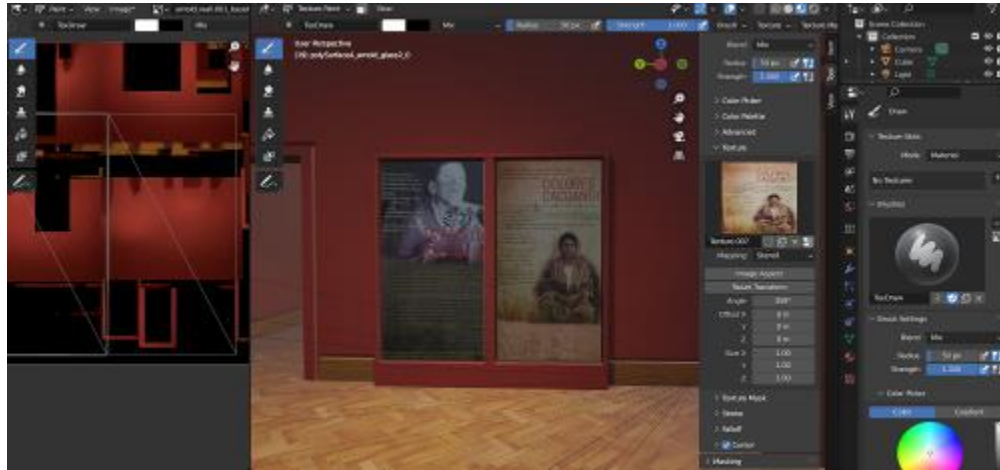


Ilustración 10. Integración de pinturas dentro de museo 3D

3.7 MENÚ PRINCIPAL

La aplicación inicia con la visualización del menú principal. El menú se compone de un botón de ingreso ubicado en el centro de la imagen esférica personalizada, además de 2 puntos de guía inicial y un mapa general. Al seguir la secuencia girando por la derecha se encuentra el botón de ingreso, el cual al mirarlo por 3 segundos ingresa automáticamente al contenido del tour. Para este proyecto, se decidió no incluir un botón de salida en el menú principal con el objetivo de proporcionar una guía fácil e intuitiva, además de evitar el interrumpir la sensación de la presencia de realidad virtual y que el usuario permanezca dentro sin distracciones. No obstante, en caso de que el usuario necesite salir de la aplicación por alguna emergencia, podrá hacerlo fácilmente cerrando el navegador o la pestaña de la aplicación, dado que se trata de un sistema web.

En la ilustración 11 se muestra el resultado del menú principal, donde se puede observar la perspectiva de como está ubicado el botón y que el diseño facilite la interacción con el usuario. Por último, la secuencia se debe realizar girando a la derecha siguiendo los puntos de guía principal para conocer la funcionalidad de cada uno de los puntos distribuidos en las zonas de visita y ver el mapa.



Ilustración 11. Desarrollo del menú principal

3.8 DESARROLLO DE PÁGINA WEB Y BASE DE DATOS

El proceso de desarrollo de la página web se realizó con el propósito de brindar una plataforma turística escalable en donde se aloja un enlace para acceder al tour virtual, además la creación de una base de datos simple, la cual almacena los datos de los usuarios que ingresan a la página web, llenan sus datos y acceden al tour virtual. Esta base de datos permite recopilar información importante como el conteo de visitantes y sus ubicaciones por provincia y ciudad, lo que facilita la generación de reportes estadísticos y análisis posteriores.

Para el diseño de la página web se usó una plantilla inicial, la cual cuenta con una interfaz amigable y una temática interesante para el área turística. Además, de brindar un diseño responsivo y adaptativo para todos los dispositivos. El resultado se puede apreciar en la ilustración 12. Además, se desarrolló un formulario básico para obtener información sobre los usuarios interesados en probar la aplicación. Este formulario recopila datos como nombre, correo electrónico, provincia y ciudad lo que permite obtener una visión más clara del perfil de los visitantes y su procedencia. Los datos recopilados en el formulario se almacenan en la base de datos para su posterior análisis. En la ilustración 13 se puede observar.



Ilustración 12. Desarrollo de página web

Fecha de registro	2023/07/24
Nombre	Nombre
Email	Email
Provincia	Selecciona una provincia
Cantón	Selecciona un cantón
Parroquia	Parroquia

Iniciar Tour

Ilustración 13. Desarrollo de formulario

3.9 MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN

Se desarrollo un módulo de administración totalmente dirigido y gestionado por el encargado del Departamento de Turismo de GADIP Cayambe. Este módulo se distribuye de la siguiente manera:

3.9.1 DASHBOARD ESTADÍSTICO

La página principal de módulo de administración se presenta como un dashboard informativo, donde se pueden visualizar gráficos estadísticos basados en la información recolectada sobre los turistas que han utilizado la aplicación web. A través de gráficos de barras, se muestra el número de visitas por mes, por provincia y por cantón, permitiendo obtener datos relevantes sobre los turistas y la acogida del aplicativo. Todo ello se puede apreciar en la Ilustración 14.

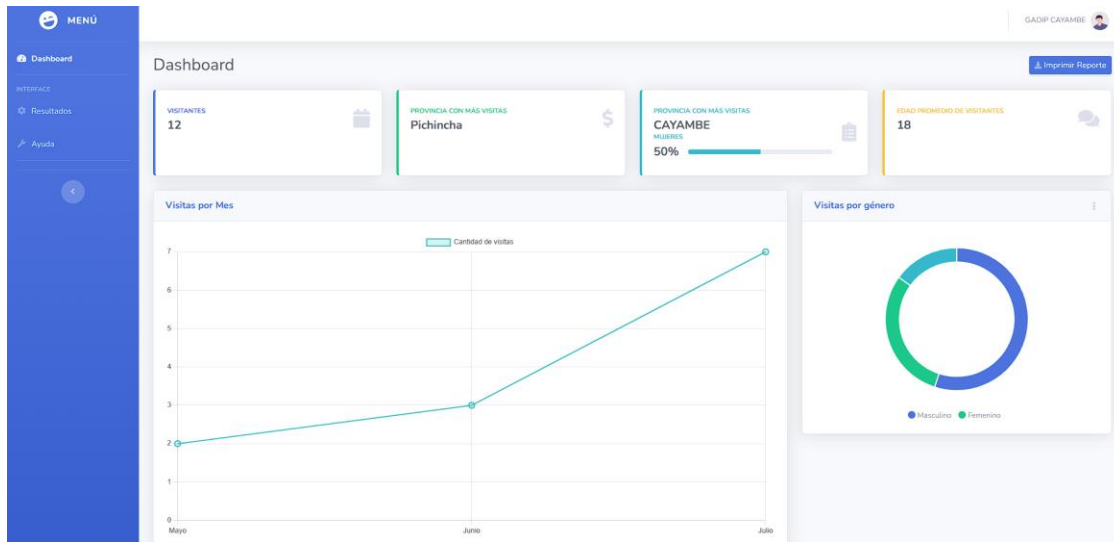


Ilustración 14. Dashboard Informativo – Módulo Administración

Además, esta página principal incluye un botón que permite imprimir los datos y gráficos, con un encabezado personalizado del GADIP Cayambe. De esta manera, se facilita la generación de informe general del dashboard informativo y tomar decisiones futuras.

3.9.2 RESULTADOS DE VISITANTES

En el módulo de administración, se encuentra una página de resultados que muestra la recopilación de todos los datos, acompañada de una sección de filtro, el cual proporciona las herramientas necesarias para obtener información precisa, ya sea filtrando por provincia, cantón o rango de fechas. Esto se puede ver en la Ilustración 15.

Tabla de visitantes - resultados [Imprimir](#) [Exportar a Excel](#)

Filtros:
 Filtrar por provincia:
 Filtrar por cantón:
 Filtrar por rango de fechas:

Visitantes Registrados

ID	FECHA DE REGISTRO	PROVINCIA	CANTON	NOMBRE	CORREO	CIUDAD
1	2023-05-01	Pichincha	CAYAMBE	Robinson Alexander	robin.manangon@hotmail.com	
2	2023-05-10	Pichincha	CAYAMBE	ROBINSON MANANGON	robin.manangon1999@gmail.com	
3	2023-06-02	Pichincha	CAYAMBE	Robinson	robin.manangon1999@gmail.com	NA
4	2023-06-20	Pichincha	PEDRO MONCAYO	Paul pancha	paulpancha@hotmail.com	Tabacundo
5	2023-06-20	Pichincha	PEDRO MONCAYO	Erika Chicaiza	erikachicaiza19951996@gmail.com	Tabacundo

Ilustración 15. Sección de resultados – Módulo Administración

Finalmente, la página de resultados cuenta con dos botones adicionales. Uno permite imprimir los resultados junto con un encabezado personalizado para el GADIP Cayambe, brindando la posibilidad de imprimir los datos como un informe adecuado al contexto institucional. El segundo botón permite exportar la información a un archivo de Excel u hoja de cálculo, lo que facilita el análisis posterior y la manipulación del mismo. Sin duda, estas son características que mejoran significativamente la eficiencia y presentación de los datos.

3.10 PRUEBAS DE USABILIDAD

3.10.1 PRUEBA DE USABILIDAD Y COMPATIBILIDAD

Se llevaron a cabo pruebas de usabilidad y compatibilidad para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación web. Inicialmente, se verificó su compilación en un ordenador mediante un servidor localhost y posteriormente en un dispositivo móvil Xiaomi MI 11T.

En el ordenador, la aplicación web puede ser controlada a través del mouse, el cual manipula el movimiento del cursor virtual dentro del entorno virtual, permitiendo la correcta navegación en caso de no contar con un visor VR. La funcionalidad se puede apreciar en la ilustración 16.



Ilustración 16. Ejecución en un ordenador

Por otro lado, en la ilustración 17 se puede apreciar el menú principal en el dispositivo móvil en modo VR. Para disfrutar del tour, es necesario colocar el dispositivo dentro de un visor VR y así iniciar el recorrido.



Ilustración 17. Ejecución en un dispositivo móvil

3.10.2 PRUEBA DE NAVEGACIÓN Y TRANSICIONES EN EL TOUR VIRTUAL

Para evaluar la navegación y verificar las transiciones entre escenas o zonas de visita, se realizó una ejecución de la aplicación web utilizando el visor de realidad virtual. Durante la

prueba, se verificó cuidadosamente como los usuarios pueden moverse entre los distintos puntos, además de que la transición funcione en cada escena como se puede observar en la



Ilustración 18.

Ilustración 18. Prueba de navegación con puntos de traslación

3.10.3 PRUEBA DE INTERACCIÓN CON PUNTOS DE INFORMACIÓN Y ELEMENTOS INTERACTIVOS

Para la prueba de interacción con los puntos de información y elementos interactivos, se realizó la ejecución utilizando un visor de realidad virtual. Durante la prueba, se examinó la funcionalidad de la interacción con cada punto de información presente en cada escena, asegurando que los usuarios puedan observar los detalles y el contenido. Además, se verificó que las preguntas interactivas estén relacionadas con el sitio visitado. Esto se puede apreciar en las Ilustraciones 19-20.



Ilustración 19. Prueba de puntos de información

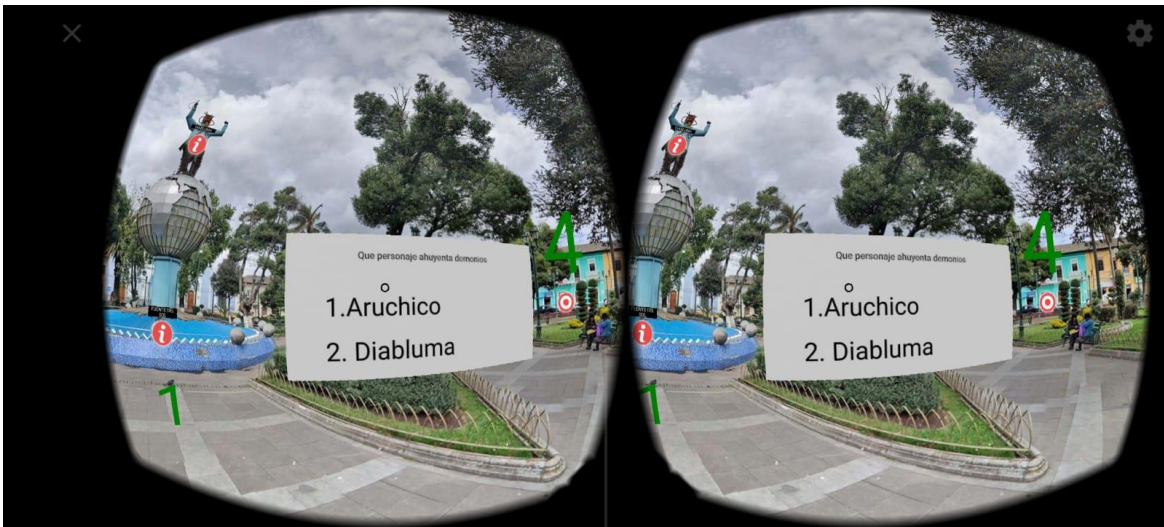


Ilustración 20. Prueba de puntos interactivos

3.11 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Se llevaron a cabo pruebas con la aplicación web, en las que participaron 2 estudiantes. Los resultados de estas pruebas fueron positivos, mostrando una experiencia satisfactoria en cuanto a la facilidad de acceso a la aplicación y la visualización de los detalles de cada sitio de visita. Los resultados se pueden apreciar claramente en las Ilustraciones 21-23.



Ilustración 21. Prueba de aceptación (1)



Ilustración 22. Prueba de aceptación (2)



Ilustración 23. Prueba de aceptación (3)

CONCLUSIONES

- Se identificaron los espacios más relevantes y de mayor aporte cultural ubicados en el Parque Central de Cayambe. Los sitios de visita obtenidos a través de la entrevista proporcionaron una base sólida para la adecuada selección que se incluyeron en el tour virtual, garantizando una experiencia enriquecedora para los usuarios.
- La creación de los modelos 2D y 3D de los espacios físicos y culturales del Parque Central de Cayambe mediante el uso de recursos gráficos y la herramienta de Blender fue exitosa. Estos lograron brindar una experiencia inmersiva gracias a los detalles arquitectónicos y culturales de cada sitio.
- La integración de los recursos 2D y 3D en la aplicación web, permitió validar el funcionamiento para el recorrido virtual. El resultado proporcionó una navegación fluida entre cada recurso y sitios de visita, brindando mayor interacción y una experiencia atractiva.
- Las pruebas se llevaron a cabo de forma exitosa, logrando evaluar la aplicación web. Los resultados demostraron una viabilidad de la aplicación en términos de facilidad de uso, navegación, usabilidad fluida y satisfacción del usuario. La

retroalimentación de cada usuario al finalizar el recorrido contribuyó a la identificación y corrección de aspectos clave para optimizar aún más la aplicación.

RECOMENDACIONES

Se sugiere la posibilidad de integrar en un futuro más tours virtuales de otros lugares destacados de la ciudad. Esto permitiría ampliar el alcance y el nivel de publicidad de la cultura ancestral de Cayambe, enriqueciendo aún más su experiencia de realidad virtual.

La gamificación se puede considerar como un elemento interesante a la aplicación. Implementar elementos interactivos con recompensas o logros, podría aumentar la participación de los más jóvenes, lo que podría generar un mayor compromiso con la aplicación.

Para mejorar la experiencia de usuario es recomendable la colaboración con expertos en el tema de diseño gráfico, modelado 3D, experiencia de usuario (UX), entre otros. Esto con el fin de proporcionar ideas aún más inmersivas y de mejora continua en cuanto al diseño de la navegación y elementos interactivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Afonso, G. F., de Vilas Boas Fagundes, V. H., & Fieno da Silva, A. (2023, 21 de marzo). El uso de la realidad virtual para la visualización de escenarios en 3D o ambientes en 360° mediante imágenes. *Revista Foco*, pág. 6.
- Castillo, J. O. (2017). LA REALIDAD VIRTUAL Y LA REALIDAD AUMENTADA. *Universidad del País Vasco*, 155-229.
- Dirksen, J. (2020). *Learning Three.js: The JavaScript 3D Library for WebGL (3rd ed.)*. Packt Publishing.
- Feierherd, G., González, F., Viera, L., Romano, L., Delía, L., Huertas, F., & Depetris, B. (2019). *Realidad Virtual y Aumentada, Big Data y Dispositivos Móviles: Aplicaciones en Turismo*. San Juan - Argentina: Instituto de Desarrollo Económico e Innovación.
- Fernández-Poyatos, M. P.-M.-Á. (2019). *Tourist promotion and sustainable development: virtual tours of historic towns*. Sustainability.
- Gamboa, J., Hurtado, J., Mancheno, M., & Quisimalin, H. (2021). Innovación un fundamento en la creación de valor perceptual del turista. *Dominio de la ciencias aplicadas*, 20.
- García-Peñalvo, F. J., & Conde-González, M. (2019). *Realidad virtual y realidad aumentada en la educación: Una revisión de la literatura*. M.A.
- Gomes, S., Santos, & Cardoso, J. S. (2019). Web-based Virtual Reality with A-Frame. *IEEE*, 2.
- González, A. C. (20 de 02 de 2022). *Profesional Review*. Obtenido de *Profesional Review*: <https://www.profesionalreview.com/2022/02/20/blender-que-es-y-para-que-se-utiliza/>
- Hernández Santana, J. S., Cortes Millán, Y. H., González Giraldo, C. M., & Upegui Cardona, E. S. (2021). *Reutilización de fotos adquiridas con cámaras 360° de Google Street View para la reconstrucción 3D en un enfoque de promoción turística: estudio de caso Bogotá, Colombia*. Colombia: ACOFI.
- Herranz, J., Caerols, R., & Sidorenko, P. (2019). La realidad virtual y el vídeo 360° en la comunicación empresarial e institucional. *Revista de Comunicación*, 177-199.
- Iftikhara, R., Khanb, M. S., & Pasanchay, K. (2022). Virtual reality tourism and technology acceptance: a disability perspective. *Routledge*, 17.

- Kouichi, M. (2020). *WebGL Programming Guide: Interactive 3D Graphics Programming with WebGL (2nd ed.)*. Addison-Wesley.: 2da.
- Mullo Romero, E., & Padilla Vargas, M. R. (2018). *La diversidad cultural y su impacto en el turismo comunitario de la región Andina*. La Habana, Cuba: Universidad de La Habana, Cuba.
- Neira-Gómez, A. &.-R. (2020). Augmented reality and virtual reality in cultural tourism: A systematic review. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 312.
- Nicolalde, J. E. (2020). *Recorrido Virtual como impulso turístico utilizando frameworks de WebGL*. QUITO: ACADEMIA.
- Oncioiu, I., & Priescu, I. (2022). The Use of Virtual Reality in Tourism Destinations as a Tool to. *Sustainability*, 15.
- Prattichizzo, D., & Malvezzi, M. (2016). Haptic feedback in robot-assisted surgery: Challenges and benefits. *Perception*, 437-459.
- Schwind, V., Halbhuber, D., Fehle, J., Sasse, J., Pfaffelhuber, A., & Tögel, C. (2020). *Los efectos de las predicciones de movimiento de avatar de cuerpo completo en virtual*. New York, NY, USA: Canada. ACM.
- Sellers, G., & Shreiner, D. (2020). *OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL, Version 4.5*. Addison-Wesley.: 9thed.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, pág. 74.
- Slater, M., Khanna, P., Mortensen, J., & Yu, I. (2017). Visual Realism Enhances Realistic Response in an Immersive Virtual Environment. *IEEE Computer Society*, 9.
- Ventura, S., Brivio, E., Riva, G., & Baño M., R. (2019). Immersive Versus Non-immersive Experience: Exploring the Feasibility of Memory Assessment Through 360° Technology. *frontiers*, 8.

ANEXOS

Guion de la entrevista

Título de la entrevista: Entrevista con el encargado del Dpto. Turismo del GADIP Cayambe.

Participantes:

- **Entrevistador:** Robinson Manangón
- **Encargado de Turismo:** Ing. Wilmer Roldan

Objetivo de la entrevista:

El objetivo principal de la entrevista es la de obtener información relevante sobre los requerimientos, diseño y desarrollo del sistema. Además, comprender por ambas partes los requisitos y características primordiales que debería tener la aplicación, así como los puntos de interés y limitantes a la hora de manipular los activos culturales y patrimoniales.

Guion de la entrevista:

1. Introducción
 - a. Saludo y agradecimiento al encargado del Dpto. Turismo por su tiempo.
 - b. Presentación y explicación del motivo de realizar el proyecto de realidad virtual en la ciudad de Cayambe.
2. Recolección de información turística (Preguntas)
 - a. ¿Cuáles son los principales puntos atractivos del Parque Central de Cayambe?
 - b. ¿Qué información se debería incluir en cada punto de información que se va incluir en el tour virtual?
 - c. ¿Cuáles lugares son considerados como los más relevantes en cuanto al aspecto histórico y cultural?

- d. ¿Cuáles son las limitaciones o restricciones en cuanto a los puntos de información que se deben incluir en el tour virtual?

3. Requisitos y Características

- a. ¿Qué funcionalidad le parece que se pueda agregar al tour además de los puntos de traslación y de información?
- b. ¿Los aspectos de interacción con fotografías esféricas y 3D podrían mejorar la experiencia de usuario e inmersión?

4. Conclusión

- a. Resumir y abordar cada uno de los puntos discutidos en la entrevista.
- b. Agradecimientos.

Tesis Grado TI FINAL

por Robinson Alexander Manangon Pinto

Fecha de entrega: 10-ago-2023 10:36a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2144002693

Nombre del archivo: V18_INFORME_FINAL_MANANG_N_PUCE-SI_turnitin.DOC (9.63M)

Total de palabras: 14331

Total de caracteres: 78555

Tesis Grado TI FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Pontificia Universidad Catolica
del Ecuador - PUCE

Trabajo del estudiante

1%

2

dspace.lboro.ac.uk

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS

Trabajo del estudiante

<1%

4

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, UNAD, UNAD

Trabajo del estudiante

<1%

5

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

6

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

7

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1%

8

1library.co

Fuente de Internet

<1%

DIRECCIÓN DE TURISMO, CULTURA, Y PATRIMONIO
JEFATURA DE DESARROLLO TURÍSTICO

CERTIFICA A:

ROBINSON ALEXANDER MANANGÓN PINTO

Con cédula de identidad 1727590042, por desarrollar la: **Aplicación web para el recorrido virtual 360° del parque central de Cayambe basado en un framework de realidad virtual**, una vez validada por la **DIRECCIÓN DE TURISMO CULTURA Y PATRIMONIO**, el uso de esta aplicación cumple con todos los requerimientos de las TIC's, permitiendo conocer el contenido de las exhibiciones y crear experiencias interactivas que generen un mayor impacto para el Parque Central de Cayambe.

Se otorga el presente certificado para los fines que el interesado considere conveniente.

Cayambe, 11 de agosto del 2023

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**WILMER EDUARDO
ROLDAN
QUINCHIGUANGO**

Ing. Wilmer Roldan

JEFE DE DESARROLLO TURISTICO DEL GADIPMC