



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Implementación de un recorrido virtual del campus de la UFA- ESPE para facilitar el traslado de
estudiantes nuevos dentro de la institución, mediante tecnologías .net**

Carvajal Patiño, Luis Enrique y Picado Silva, Jonathan Aaron

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera en Software

Ing. Morales Caiza, Darío Javier

16 de agosto del 2023



Plagiarism report

DocumentoFinal_Carvajal_Picado (1)....

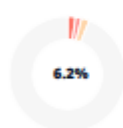
Scan details

Scan time:
August 14th, 2023 at 23:41 UTC

Total Pages:
63

Total Words:
15544

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2.3%	356
Minor Changes	1.7%	258
Paraphrased	2.3%	352
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

Alerts: (1)

Cross Language: Same Document Language

Submitted language and cross-language text are the same language. No credits were used.

2/5 Severity



Plagiarism Results: (93)

Comparativa de características de software para la ... 1.2%

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8336211>

Ayuda ¿En qué podemos ayudarle? × Buscar en la ayuda Buscar Consultar la ayuda ¿En qué podemos ayudarle? ×...

Comparativa de características de software para la ... 1.1%

<http://portal.amelica.org/ameli/journal/368/3682558009/>

Revista de Investigación en Tecnologías de la Información Universitat Politècnica de Catalunya Comparativa de características de soft...

DARIO
JAVIER
MORALES
CAIZA

Firmado digitalmente por DARIO JAVIER MORALES CAIZA
Fecha: 2023.08.16 15:37:59 -05'00'

Certified by
 Copyleaks

About this report
help.copyleaks.com

copyleaks.com



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, "Implementación de un recorrido virtual del campus de la UFA- ESPE para facilitar el traslado de estudiantes nuevos dentro de la institución, mediante tecnologías .net" fue realizado por los señores Carvajal Patiño Luis Enrique y Picado Silva Jonathan Aaron; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolqui, 16 de agosto del 2023



Ing. Morales Caiza, Dario Javier Mgtr.

C.C: 1724049398



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Carvajal Patiño Luis Enrique** y **Picado Silva Jonathan Aaron**, con cédulas de ciudadanía **1718587486** y **1715005581** respectivamente, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Implementación de un recorrido virtual del campus de la UFA- ESPE para facilitar el traslado de estudiantes nuevos dentro de la institución, mediante tecnologías .net** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 16 de agosto del 2023



Carvajal Patiño, Luis Enrique

C.C: 1718587486



Picado Silva, Jonathan Aaron

C.C: 1715005581



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Autorización de Publicación

Nosotros, **Carvajal Patiño Luis Enrique** y **Picado Silva Jonathan Aaron**, con cédulas de ciudadanía **1718587486** y **1715005581** respectivamente, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Implementación de un recorrido virtual del campus de la UFA- ESPE para facilitar el traslado de estudiantes nuevos dentro de la institución, mediante tecnologías .net** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolqui, 16 agosto del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Enrique Carvajal', written over a light blue grid background.

Carvajal Patiño, Luis Enrique

C.C: 1718587486

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jonathan Aaron Picado Silva', written over a light blue grid background.

Picado Silva, Jonathan Aaron

C.C: 1715005581

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mis padres por ser la base de mi formación personal, sin los cuales este logro no sería posible ya que me han brindado su apoyo incondicional, también quiero dedicárselo a mis hermanos y a las experiencias que hemos vivido que han sabido enriquecer mi vida más allá del ámbito académico.

Luis Enrique Carvajal Patiño

Deseo dedicar esta tesis a mis queridos compañeros y amigos universitarios, quienes han sido una parte fundamental de este recorrido hacia la culminación de mi carrera. Su constante apoyo y compañía han iluminado este camino, convirtiéndolo en una experiencia inolvidable.

A mi amada familia, les dedico un lugar especial en estas palabras. Su inquebrantable apoyo y aliento han sido mi fuerza motriz en los momentos más desafiantes. Durante la ardua travesía que enfrentamos, especialmente en los tiempos más oscuros marcados por la pandemia de COVID-19, su amor y respaldo me dieron la valentía para seguir adelante y no renunciar a mis sueños.

A todos ustedes, mi gratitud y cariño eterno.

Jonathan Aaron Picado Silva

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi familia por la colaboración y el apoyo brindado en la realización de mi formación académica, dando como resultado el poder cumplir un objetivo más en mi desarrollo profesional. Gracias por su tiempo y dedicación a lo largo de estos años han sido fundamental para el desarrollo de este proyecto.

Luis Enrique Carvajal Patiño

A mi familia, les debo un agradecimiento gigante. Su amor y ánimo inquebrantables me han impulsado en los momentos más difíciles. En especial, durante los tiempos de pandemia, su apoyo me dio el valor para seguir adelante y no rendirme ante los desafíos.

Quiero que sepan que les estaré agradecido siempre.

Jonathan Aaron Picado Silva

Contenido

Certificación	3
Resumen	13
Abstract.....	14
Capítulo I.....	15
Introducción.....	15
Antecedentes.....	15
Problemática.....	17
Justificación.....	18
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Alcance.....	19
Hipótesis.....	21
Capítulo II.....	22
Estado del Arte.....	22
Planteamiento de la revisión de literatura preliminar.....	22
Criterios de inclusión y exclusión.....	22
Grupo de Control.....	23
Cadena de búsqueda.....	24
Selección de Estudios Primarios.....	26

Resumen y conclusión del estado del arte.	34
Metodología.....	35
Planificación.	36
Diseño.	36
Construcción.	36
Transición.....	37
Realidad Virtual.....	37
Aplicaciones de la Realidad Virtual.	38
Recorridos Virtuales.....	39
Recorridos Virtuales 3D.	39
Recorridos Virtuales 360.....	40
Unity 3D	41
Capítulo III.....	42
Construcción de la Solución.....	42
Concepción de la idea	43
Puntos de Interés.....	44
Navegabilidad	45
Captura de imágenes en 360	47
Corrección de imágenes.....	49
Creación de panorámicas.....	50

	10
Corrección de panorámicas	54
Desarrollo del recorrido	56
Integraciones adicionales.....	64
Pruebas	66
Despliegue.....	68
Capítulo IV.....	72
Resultados y Discusión.....	72
Resultados.....	74
Análisis de Datos	76
Total SUS	79
Discusión	80
Capítulo V.....	81
Conclusiones	81
Recomendaciones.....	82
Bibliografía.....	83

Índice de Tablas

Tabla 1: Preguntas de investigación.....	19
Tabla 2: Grupo de Control.....	23
Tabla 3: Trazabilidad de la cadena de búsqueda.....	25
Tabla 4: Estudios Primarios.....	26
Tabla 5: Lista de actividades.....	43
Tabla 6: Lista de PI.....	44
Tabla 7: Lista de características de MVP.....	56
Tabla 8: Lista de elementos dentro de PI.....	58
Tabla 9: Preguntas del test SUS.....	73

Indice de Figuras

Figura 1: Fases de la metodología RAD.....	35
Figura 2: Diagrama de navegabilidad.....	46
Figura 3: Captura de imágenes de los PI y PE	48
Figura 4: Imágenes cargadas dentro del software	50
Figura 5: Identificación de Puntos de Control	51
Figura 6: Vista previa de la panorámica final	52
Figura 7: Creación de la panorámica	53
Figura 8: Panorámica de PTGui.....	54
Figura 9: Corrección de panorámica.....	55
Figura 10: Diseño de PI.....	57
Figura 11: Configuración de Scripts y Paquetes	59
Figura 12: Instalación de SDK.....	60
Figura 13: Configuración de la cámara.....	61
Figura 14: Creación de PI – 02	62
Figura 15: PI – 02 final	63
Figura 16: Integración de elementos de navegación	64
Figura 17: Punto de información de un PI.....	65
Figura 18: Comportamiento de elementos adicionales	66
Figura 19: Campus virtual	67
Figura 20: Carga del proyecto	69
Figura 21: Carga del proyecto.....	70
Figura 22: Asignación de dominio.....	71
Figura 23: Escala del puntaje SUS.....	72
Figura 24: Resultados del test de usabilidad.....	75
Figura 25: Escala SUS	79

Resumen

El recorrido virtual de la UFA-ESPE utilizando tecnologías .net fue desarrollado para facilitar la navegación de nuevos estudiantes y personas. El estudio incluye una revisión de la literatura, metodología y teoría. El recorrido virtual se realizó utilizando Unity 3D IDE y lenguaje de programación C#. La revisión de la literatura muestra cómo se utiliza educativamente un recorrido virtual. Según la investigación, los recorridos virtuales muestran cómo mejorar la participación de los estudiantes y brindar una experiencia de aprendizaje más inmersiva. La sección de metodología describe paso a paso cómo hacer un recorrido virtual, como averiguar qué necesita el recorrido, elegir herramientas y tecnologías, y diseñar y realizar el recorrido. El objetivo principal es proporcionar una experiencia interactiva e inmersiva para los usuarios. Incluye una maqueta 360 del campus, con información detallada de cada edificio e instalación. Los usuarios pueden navegar con el mouse y acceder a información adicional haciendo clic en ubicaciones específicas dentro del recorrido. El recorrido virtual incluye una función de búsqueda llamada "Recorrido específico" que permite a los usuarios encontrar edificios específicos.

El proyecto cumplió con todos los objetivos con éxito, brindando una experiencia interactiva e inmersiva para los usuarios. Las tecnologías de .net aseguraron la escalabilidad y la posibilidad de futuras actualizaciones para adaptarse a los cambios en las instalaciones o agregar nuevas funciones de acuerdo con las necesidades cambiantes de los estudiantes y la institución. El documento concluye con recomendaciones para futuras mejoras al recorrido virtual.

Palabras clave: recorrido virtual, tecnologías .NET, Unity 3D, experiencia inmersiva, modelo 360.

Abstract

The UFA-ESPE virtual tour using dotnet technologies was developed to ease the navigation of new students and people. The study includes a literature review, methodology, and theory. The virtual tour was made using Unity 3D IDE and C# programming language. The literature review shows how a virtual tour is used educationally. According to the investigation, virtual tours show how to improve student engagement and provide a more immersive learning experience. The methodology section describes the steps by step how to make a virtual tour, such as figuring out what the tour needs, choosing tools and technologies, and designing and making the tour. The main objective is to provide an interactive and immersive experience for users. It includes a 360 model of the campus, with detailed information about each building and facility. Users can navigate using the mouse and access additional information by clicking on specific locations within the tour. The virtual tour includes search functionality called “Specific Tour” allowing users to find specific buildings.

The project met all the objectives successfully, giving an interactive and immersive experience for users. Dotnet technologies ensured the scalability and possibility of future updates to adapt to changes in the facilities or to add new features according to the evolving needs of students and the institution. The paper concludes with recommendations for future improvements to the virtual tour.

Keywords: virtual tour, .net technologies, Unity 3D, immersive experience, 360 model.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

Como señalan Sherman & Craig (2018) en su libro “Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design” la realidad virtual (VR) se refiere a una tecnología que permite a los usuarios sumergirse dentro de un entorno que ha sido simulado y generado por computadora, en el mismo se puede interactuar con diferentes objetos con el fin de brindar una experiencia inmersiva dentro de un entorno virtual que permite superar las limitaciones físicas y espaciales del mundo real.

Slater & Sanchez-Vives (2016) señalan que la VR surge como un recurso que brinda nuevas y mejores experiencias a los usuarios mediante la interacción del usuario con el computador de una manera cada vez más intuitiva, dinámica e inmersiva, teniendo un amplio campo de implementación en diferentes entornos de desarrollo.

Conforme a su desarrollo se han ido diferenciando varias maneras de implementar la VR, entre las más importante se cuentan la VR inmersiva (VRI), no inmersiva (VRNI), háptica (VRH). Según Miguélez-Juan, Núñez, & Mañas-Viniegra (2019) la VRI permite a los usuarios proyectar movimientos reales dentro de entornos virtuales mediante el uso de dispositivos como visores o gafas de realidad virtual junto con otros dispositivos que capturan la posición y rotación del cuerpo permitiendo tener la sensación de que realmente se encuentran dentro de la simulación interactuando de manera fluida y natural.

Por otro lado, como señalan Luengas, Rincon López, & Galeano (2010) la RVNI presenta varias ventajas al entorno inmersivo, en dos puntos principales el bajo costo y la familiaridad del uso por parte del usuario, en el primer punto dentro de esta implementación no se necesita la inversión en dispositivos adicionales para interactuar dentro del entorno virtual y en el segundo punto el usuario se limita a el manejo de dispositivos básicos como el teclado y el mouse de un computador.

En cuanto a la (RVH) se puede decir que es una RVI profundizada ya que aparte de interactuar con el entorno virtual el usuario, mediante interfaces hápticas, por medio del tacto y cinestesia puede tener la sensación de lo que ocurre dentro del entorno virtual, siendo las principales sensaciones la textura, forma, peso, inercia, orientación y posición por lo que esta implementación es perfecta para aplicaciones de simulación en entornos como la salud, ingeniería y ciencia como indican Medellín, González, Espinosa, Govea, & Lim (2014).

En los últimos años, el uso de la tecnología de RV para el desarrollo de recorridos virtuales ha ido en aumento, como muestran Suwarno & Murnaka (2020) estos recorridos ofrecen una experiencia inmersiva y envolvente que permite a los usuarios explorar y recorrer virtualmente un lugar o un entorno, estos recorridos brindan una imagen detallada de un entorno físico real, lo que permite a los usuarios explorar diferentes áreas, interactuar con los elementos virtuales y obtener información relevante sobre el entorno.

En su trabajo Galeas Andino (2013), mediante RVNI se desarrolla un entorno que simula el campus ESFOT con el objetivo de mejorar la orientación al proporcionar una representación detallada y realista del campus en formato tridimensional. El diseño e implementación del campus virtual incluyó el modelado de los edificios y áreas recreativas, así como características interactivas y funcionales que permitieron a los usuarios interactuar con el entorno virtual.

Esta tesis tiene como objetivo profundizar en el tema de los recorridos virtuales de campus universitarios, analizando su impacto en la toma de decisiones de los estudiantes y explorando su potencial para mejorar la experiencia de los visitantes externos. Se examinarán las tecnologías de realidad virtual utilizadas en la creación de los recorridos virtuales, así como los aspectos técnicos y logísticos involucrados en su implementación. Además, se llevará a cabo un análisis de las percepciones y experiencias de los usuarios que han participado en recorridos virtuales de campus universitarios, con el fin de comprender mejor los beneficios y desafíos asociados con esta tecnología.

Problemática

En la actualidad, el campus Sangolquí de la UFA - ESPE ha ido experimentando un crecimiento significativo en infraestructura y tamaño. Sin embargo, este crecimiento también ha traído consigo desafíos en términos de movilidad y orientación para aquellos que no están familiarizados con el entorno. Aunque la página web del campus proporciona información básica sobre la ubicación de los diferentes departamentos de la universidad, esta información resulta insuficiente para una orientación precisa dentro del campus.

En este contexto, los recorridos virtuales se presentan como una solución prometedora. Estos recorridos permiten a los visitantes explorar las instalaciones del campus de manera virtual, sin necesidad de estar físicamente presentes en el lugar. Además, brindan información detallada sobre la ubicación de los edificios y los diferentes departamentos, lo que facilita la orientación dentro del campus.

Es importante destacar que existen diferentes tipos de realidad virtual que pueden ser empleados en el desarrollo de esta herramienta. La realidad virtual no inmersiva, por ejemplo, permite a los usuarios sumergirse en un entorno virtual y experimentar los recorridos de manera más realista. Por otro lado, la realidad virtual no inmersiva ofrece una experiencia menos inmersiva, donde los usuarios interactúan con el entorno virtual a través de pantallas o monitores.

Sin embargo, es crucial tener en cuenta que el factor tiempo juega un papel crítico en el desarrollo de esta herramienta. La creación de recorridos virtuales de alta calidad y precisión requiere un considerable esfuerzo en términos de diseño, desarrollo y recursos tecnológicos. Además, se deben considerar las limitaciones temporales para garantizar la entrega oportuna de la herramienta y su disponibilidad para su uso por parte de los usuarios.

Justificación

La universidad UFA-ESPE enfrenta el desafío de facilitar el traslado de estudiantes nuevos dentro del campus, ya que la falta de orientación y conocimiento de las instalaciones puede generar confusión y retrasos en su adaptación para los estudiantes nuevos y personal civil que se encuentren por primera vez en la universidad. Actualmente, no se cuenta con una herramienta tecnológica que proporcione una guía eficiente y accesible para los usuarios en su recorrido por la institución. Esto se traduce en una experiencia negativa para los mismos y un potencial obstáculo para su integración exitosa en la vida universitaria.

Al ofrecer una experiencia personalizada y amigable para el usuario, el recorrido virtual del campus mejorará la adaptación de los estudiantes, aumentará su satisfacción y confianza, y les permitirá optimizar sus rutas y horarios dentro de la universidad. Además, la utilización de tecnologías .NET garantizará la escalabilidad y la posibilidad de futuras actualizaciones para adaptarse a cambios en las instalaciones o para agregar nuevas características según las necesidades en evolución de los estudiantes y la institución.

Objetivos

Objetivo General

- Implementar un recorrido virtual del campus de la UFA – ESPE para facilitar el traslado de estudiantes nuevos dentro de la institución, mediante tecnologías .net

Objetivos Específicos

- Identificar los requisitos y documentación necesarios para el diseño y desarrollo del sistema utilizando herramientas y tecnologías de realidad virtual.
- Realizar un análisis de las herramientas y recursos que se tienen para el desarrollo de la herramienta.

- Documentar los requisitos funcionales y no funcionales del recorrido virtual, incluyendo características como la navegación, la información de ubicación, la interfaz de usuario.
- Diseñar y desarrollar un modelo de realidad virtual del campus utilizando Unity 3D y tecnologías .NET.

Alcance

Para definir el alcance de este proyecto es necesario plantear preguntas de investigación mostradas en la Tabla 1, relacionadas con los aspectos más importantes que permitan alcanzar los objetivos planteados.

Tabla 1

Preguntas de investigación

OBJETIVO ESPECÍFICO	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN
<p>i. Identificar los requisitos y documentación necesarios para el diseño y desarrollo del sistema utilizando herramientas y tecnologías de realidad virtual.</p>	<p>RQ1- ¿Qué requisitos técnicos y de diseño son necesarios para el desarrollo de un sistema de recorrido virtual?</p> <p>RQ2- ¿Cuáles son los aspectos clave de la documentación, incluyendo la descripción de los edificios, la ubicación de los departamentos y la información relevante sobre las instalaciones?</p>

OBJETIVO ESPECÍFICO	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN
<p>ii. Realizar un análisis de las herramientas y recursos que se tienen para el desarrollo de la herramienta.</p>	<p>RQ3- ¿Qué herramientas existen en la actualidad para el desarrollo de los recorridos virtuales?</p> <p>RQ4- ¿Cuáles son las limitaciones asociadas para el desarrollo de la herramienta de recorrido virtual?</p> <p>RQ5- ¿Cómo se puede optimizar el proceso de desarrollo para cumplir con los objetivos establecidos para el desarrollo de la solución?</p>
<p>iii. Documentar los requisitos funcionales y no funcionales del recorrido virtual, incluyendo características como la navegación, la información de ubicación, la interfaz de usuario.</p>	<p>RQ6- ¿Qué necesidades tiene del recorrido virtual del campus universitario en cuanto a la navegación, la información de ubicación y la interfaz de usuario?</p>
<p>iv. Diseñar y desarrollar un modelo de realidad virtual del campus utilizando tecnologías .NET.</p>	<p>RQ7- ¿Cuáles son las mejores prácticas para crear un modelo de realidad virtual del campus universitario utilizando tecnologías .NET, que permita una representación precisa entornos del campus?</p>

OBJETIVO ESPECÍFICO	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN
	<p>RQ9- ¿Qué dificultades técnicas y de desarrollo se presentan al momento de desarrollar el recorrido?</p> <p>RQ10- ¿Cómo mejorar la experiencia del usuario al utilizar el modelo de realidad virtual del campus?</p>

Nota. Esta tabla muestra las preguntas de investigación de cada objetivo específico, las cuales ayudaran a los investigadores a definir el alcance del proyecto de investigación.

Hipótesis

El desarrollo de un recorrido virtual de la UFA-ESPE facilita la movilización y familiarización de los estudiantes dentro del campus matriz.

Capítulo II

A continuación, se describen los resultados del estudio del estado del arte, se presenta la metodología utilizada que guio el proyecto de titulación y se detalla el marco teórico a través del desarrollo de una red de categorías que tienen como base las variables de investigación.

Estado del Arte

Por medio de una revisión de literatura preliminar, se tiene como propósito verificar la viabilidad de proponer un recorrido virtual de la UFA-ESPE. Para el estudio se utilizaron varias bases de datos, adicional se utilizó el repositorio digital "BIBDIGITAL" de la Escuela Politécnica Nacional para verificar soluciones similares a la plantea de manera nacional.

Planteamiento de la revisión de literatura preliminar.

El objetivo de búsqueda corresponde al objetivo específico 2 con sus respectivas preguntas de investigación, las cuales ayudarán para poder definir correctamente los criterios de inclusión y exclusión que se usarán para determinar los estudios o documentos que cumplan con los objetivos.

Criterios de inclusión y exclusión.

Patino & Juliana (2018) señalan que los criterios de inclusión y exclusión son importantes al momento de realizar la revisión de literatura preliminar ya que permite identificar las características que se buscan o se descartan en los artículos y determinan si un estudio es apto o no para la investigación. A continuación, se detallan los criterios de inclusión (CI) y exclusión (CE).

- **CI1:** Estudios o documentos en los que se detallen el proceso de desarrollo de la plataforma de un recorrido virtual.
- **CI2:** Estudios o documentos que usen la herramienta Unity para el desarrollo de la plataforma.

- **CI3:** Estudios o documentos que integren Unity con herramientas adicionales que faciliten el desarrollo de la plataforma.
- **CI4:** Estudios o documentos que presentes diferentes formas de realizar un recorrido virtual.
- **CE1:** Estudios o documentos que realicen una plataforma de recorridos virtuales, pero que no utilicen la herramienta Unity.
- **CE2:** Estudios o documentos que se encuentren dentro de conferencias.
- **CE3:** Estudios o documentos publicados antes del 2015

Grupo de Control.

La razón de tener un grupo de control (GC) es orientar la revisión de literatura, y proporcionar los términos y palabras claves las cuales se usarán para formular la cadena de búsqueda. El GC está integrado por estudios que cumplen con los criterios de inclusión, adicional tienen que ser admitidos por los investigadores que llevan a cabo el estudio del estado del arte, los artículos están relacionados con el tema, y se analizan para finalmente decidir si son parte del GC. En la tabla 2 se muestran los estudios seleccionados para el GC y las palabras claves de cada uno.

Tabla 2

Grupo de Control

Código	Título	Términos relevantes
DOC1	Evaluating Museum Virtual Tours:	virtual reality, museum tours, evaluation
	The Case Study of Italy	multi-criteria decision, making fuzzy logic
DOC2	Virtual Reality 360 UTM Campus	virtual reality, 360-degree panorama,
	Tour with Voice	UTM campus tour, voice command
	Commands	

Código	Título	Términos relevantes
DOC3	DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY: HOME TOUR FOR REAL ESTATE PURCHASE DECISION MAKING	Virtual reality, purchase decision, walkthrough application
DOC4	Implementation of a Web Based Campus Virtual Tour for Introducing Telkom University Building	Virtual tour, 3DVista, Education, panoramic view
DOC5	Identifying the response factors in the formation of a sense of presence and a destination image from a 360-degree virtual tour	A sense of presence, Destination image360-Degree virtual tour, Mental imagery, Engagement, Immersion

Nota. Esta tabla muestra los trabajos que integran el grupo de control adicional los términos relevantes o keywords de cada estudio, los cuales ayudaran a formar la cadena de búsqueda.

Los términos relevantes se obtuvieron de las palabras claves listadas por los propios autores, así como palabras que se repetían en los artículos y entre artículos.

Cadena de búsqueda.

Para la construcción de la cadena de búsqueda se enfocó en encontrar información relevante sobre recorridos virtuales que utilicen la herramienta Unity, una potente plataforma de desarrollo de juegos y aplicaciones interactivas en 3D. Se consideraron varias combinaciones de palabras clave para identificar la mayor cantidad de estudios y trabajos relacionados con la temática.

Una vez identificados los términos relevantes del GC, la estructura de la cadena de búsqueda aprovecha las diferentes aproximaciones mediante la combinación de los términos relevantes para

obtener los mejores resultados mediante el uso de conectores lógicos, en el caso de bases digitales y con palabras claves para el repositorio digital de la EPN.

Los resultados de la búsqueda usando la cadena de búsqueda y de las palabras claves se muestran dentro de la tabla 3.

Tabla 3

Trazabilidad de la cadena de búsqueda

Cadena de Búsqueda	Base de Datos	Número de Artículos Obtenidos
("virtual reality tours" OR "virtual tours" OR "virtual campus" OR "immersive virtual experiences" OR "virtual exploration" OR "virtual reality navigation" OR "virtual reality walkthroughs" OR "interactive virtual tours" OR "virtual reality simulations" OR "virtual reality environments" OR "360 virtual tours" OR "360-degree virtual tours") AND ("campus" OR "university" OR "educational institution")	Web of Science IEEE	176 413
Realidad virtual, recorrido virtual, 3d, unity, 360 tour	BIBDIGITAL	23

Nota. Esta tabla muestra la trazabilidad de la cadena de búsqueda. En primer lugar, se muestra la cadena de búsqueda y los términos relevantes utilizados, se incluye las bases de datos utilizadas y el resultado de trabajos obtenidos al realizar la búsqueda.

Como se visualiza en la Tabla 3 los resultados de la cadena de búsqueda y palabras claves arrojaron un total de artículos bastante manejable con relación al estudio para realizar la selección de los mismos.

Selección de Estudios Primarios.

Teniendo una base de documentación orientada al tema se inicia el proceso de selección de estudios, para lo cual, leyendo el título, abstract y considerando los CI y CE expuestos con anterioridad cada investigador selecciona los artículos más relevantes con respecto al tema de investigación, reduciendo la base de documentación a 26 trabajos.

Finalmente, de los 26 trabajos se procede a un análisis profundo de cada uno, para poder determinar que trabajos se tomaran en cuenta para que entren en la categoría de Estudios Primarios que por acuerdo de los investigadores y luego de este proceso se exponen dentro de la tabla 4 y luego se da una pequeña reseña de cada uno de ellos.

Tabla 4

Estudios Primarios

Código	Título	Cita
EP1	360° Virtual Laboratory Tour with Embedded Skills Videos	(Levonis, Tauber, & Schweiker, 2020)
EP2	An Application of Game Technology to Virtual University Campus Tour and Interior Navigation	(Maines & Tang, 2015)
EP3	Desarrollo de una plataforma web para recorridos virtuales 360° mediante la metodología RAD. Caso Grupo Inmobiliario Horizonte de la ciudad de Riobamba	(Bonilla Cadena, 2022)

Código	Título	Cita
EP4	Design and Implementation of Three-dimensional Virtual Tour Guide Training System Based on Unity3D	(Wang & Wang, 2019)
EP5	Design methodology for 360° immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour	(Argyriou, Economou, & Bouki, 2020)
EP6	Evaluating Usability and User Experience of AR Applications in VR Simulation	(Lacoche, Villain, & Foulonneau, 2022)
EP7	Implementation of a Web Based Campus Virtual Tour for Introducing Telkom University Building	(Perdana, Irawan, & Munadi, 2019)
EP8	Student Interest in Understanding European History Through the Museum Virtual Tour 360	(Bandarsyah, 2021)
EP9	Virtual Campus Tour Application through Markerless Augmented Reality Approach	(Liang, Noorhaniza, & Gusman, 2021)
EP10	Virtual Reality 360 UTM Campus Tour with Voice Commands	(binti Azizo, bin Mohamed, Siang, & Isham Mat, 2020)

Nota. Esta tabla muestra los Estudios Primarios. En primer lugar, se muestra el código de cada estudio el título del estudio y su cita respectiva, estos estudios se seleccionaron teniendo en cuenta los CI y CE.

EP1: 360° Virtual Laboratory Tour with Embedded Skills Videos

El estudio realizado por Levonis, Tauber, & Schweiker (2020) presenta una guía del desarrollo de un recorrido virtual 360° para un laboratorio implementado videos integrados en la educación universitaria. Su objetivo principal es mejorar la experiencia de los estudiantes al familiarizarlos con el entorno de un laboratorio. La guía incluye información sobre cómo diseñar y estructurar el recorrido, también se describe cómo se implementó esta herramienta dentro de la educación universitaria y cómo se evaluó su efectividad.

Además, el artículo destaca la asequibilidad de la producción de recursos virtuales de laboratorio, tanto en términos de tiempo del personal como de costos de producción y porque se escogió la opción de realizar un recorrido 360.

EP2: An Application of Game Technology to Virtual University Campus Tour and Interior

Navigation

Maines & Tang (2015) exploran cómo se puede usar la tecnología de videojuegos para mejorar los recorridos virtuales por el campus universitario y la navegación interior, cómo los recorridos virtuales pueden proporcionar información a los usuarios a través de contenido multimedia, lo que brinda la impresión de que se está por los lugares y experimentándolos en tiempo real.

A continuación, se refiere cómo la tecnología de juegos puede mejorar los recorridos virtuales al proporcionar una solución a los problemas de navegación interior. Se da información de que en el Reino Unido algunas universidades cuentan con algún tipo de recorrido virtual en sus sitios web, pero estos recorridos a menudo solo incluyen galerías de imágenes fijas, galerías de videos y como con esta tecnología se puede proporcionar una solución más interactiva y realista a los problemas de navegación desarrollando un recorrido virtual interactivo por el campus de la Universidad de Liverpool John Moores.

También se describe cómo se realizó la evaluación del recorrido virtual y cómo los resultados del experimento respaldan la idea de que los recorridos virtuales interactivos pueden ayudar a los visitantes a planificar su visita a un edificio con anticipación.

EP3: Desarrollo de una plataforma web para recorridos virtuales 360° mediante la metodología RAD.

Bonilla Cadena (2022) plantea la implementación de una plataforma web que permite a los usuarios proyectarse en un entorno virtual, esta herramienta se desarrolló utilizando la metodología Rapid Application Development (RAD).

Se detalla el proceso de desarrollo de la plataforma, desde la planificación hasta la implementación y pruebas. También se incluyen los resultados obtenidos, como la mejora en la eficiencia y la satisfacción del cliente, así como la reducción de costos y tiempos dentro de los procesos del Grupo Inmobiliarios. Presentando un caso exitoso en la implementación de la metodología RAD en el desarrollo de una plataforma web para recorridos virtuales 360° de un entorno físico, la plataforma ha mejorado la eficiencia y la satisfacción del cliente, y ha reducido los costos y tiempos de venta.

EP4: Design and Implementation of Three-dimensional Virtual Tour Guide Training System Based on Unity3D

Wang & Wang (2019) muestran una herramienta que utiliza la tecnología VR para proporcionar una experiencia de entrenamiento inmersiva e interactiva para generar simulaciones que permiten entrenar a guías turísticos para mejorar la capacidad de explicar, organizar, coordinar y responder a emergencias de manera flexible. Además, el sistema de entrenamiento proporciona un entorno seguro y económico que aumenta las oportunidades de práctica de los entrenadores.

Se señala como el motor de desarrollo Unity3D es ideal para el desarrollo del sistema debido a la capacidad de crear experiencias de realidad virtual y aumentada en una variedad de dispositivos y su interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar.

EP5: Design methodology for 360° immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour

Argyriou, Economou, & Bouki (2020) presentan un estudio sobre la metodología de diseño para un recorrido virtual 360°, se identifican los desafíos de diseño que presentan estas aplicaciones en dispositivos de visualización HMD. Para para solucionar estos desafíos, se proponen pautas de diseño basadas en el análisis de pruebas de usuario, incluyendo elementos como la selección cuidadosa de los puntos de vista de la cámara, la incorporación de elementos interactivos y la atención a la calidad de los contenidos multimedia que se implementen en el desarrollo.

Adicional se describe el proceso de prueba de usuario que utilizaron para evaluar la efectividad de su metodología de diseño, utilizando una escala Likert de 5 puntos para medir las actitudes y opiniones de los usuarios.

EP6: Evaluating Usability and User Experience of AR Applications in VR Simulation

En el estudio de Lacoche, Villain, & Foulonneau (2022) se explora como la realidad virtual puede usarse como una herramienta para realizar pruebas funcionales antes de implementar una aplicación mediante un dispositivo de realidad aumentada. Además, se muestra cómo se puede utilizar para evaluar el rendimiento de los usuarios con una aplicación de realidad aumentada de manera similar a las condiciones reales. Sin embargo, hasta el momento, ningún estudio se ha centrado en demostrar la validez de la simulación de realidad virtual para evaluar la usabilidad y la experiencia del usuario de una aplicación de realidad aumentada. Validar esta hipótesis podría ser valioso para desarrolladores y diseñadores.

EP7: Implementation of a Web Based Campus Virtual Tour for Introducing Telkom University

Building

El artículo de Perdana, Irawan, & Munadi (2019) describe la implementación de un recorrido virtual para presentar los edificios de Telkom University permitiendo a los visitantes explorar desde cualquier lugar del mundo, beneficiando aquellos que no pueden visitar el campus físicamente. Además, el recorrido proporciona una experiencia inmersiva y detallada que permite a los usuarios ver los edificios desde diferentes ángulos y perspectivas, lo que ayuda a orientarse dentro de las instalaciones.

Para analizar el rendimiento del recorrido virtual, se efectuaron pruebas de integración en el sitio web oficial de Tel-U y se realizaron pruebas de optimización para garantizar que el sistema soporte un gran número de usuarios, siendo estas exitosas confirmando el éxito del recorrido virtual.

EP8: Student Interest in Understanding European History Through the Museum Virtual Tour

360

El artículo de Bandarsyah (2021) se enfoca en la importancia de la tecnología de los recorridos virtuales enfocándose en museos para ayudar a los usuarios a comprender mejor la historia europea, estos recorridos pueden ser una herramienta efectiva para mejorar la comprensión de los usuarios ya que les permite explorar los museos y las exposiciones de manera interactiva y en línea basándose en una investigación que se llevó a cabo evaluando a los usuarios y su disposición de aprender sobre historia europea mediante el uso de los recorridos virtuales de museos como herramienta de aprendizaje.

Los resultados de la investigación indican que los usuarios tienen un gran interés en el uso de estas herramientas tecnológicas como medio de aprendizaje. Se discuten los beneficios de estos recorridos en comparación a las visitas físicas de los museos ya que estos son más accesibles y económicos que las visitas físicas, lo que los hace más atractivos para los usuarios que no tienen la oportunidad de visitar los museos en persona.

EP9: Virtual Campus Tour Application through Markerless Augmented Reality Approach

En el trabajo de Liang, Noorhaniza, & Gusman (2021) se muestra la aplicación de recorrido virtual desarrollada para la Universidad Tun Hussein Onn Malaysia (AR-UTHM Tour) como una herramienta innovadora de realidad aumentada sin marcadores que permite a los usuarios explorar el campus universitario de manera interactiva e inmersiva, siendo esta especialmente útil para aquellos estudiantes que no pueden acercarse de manera presencial para recorrer las instalaciones. Esta aplicación permite a los usuarios acceder a la información de UTHM sin tener que estar físicamente presentes en el campus. Aunque la visualización no puede proporcionar una experiencia de recorrido completa y realista como una visita real, brinda muchos beneficios para los recorridos por el campus, ya que permite a los usuarios explorar el campus de manera más interactiva y personalizada.

Se muestran los resultados obtenidos durante las pruebas siendo estos satisfactorios ya que los usuarios pudieron obtener información sobre las instalaciones fácilmente a través de la aplicación, mostrándose esta con un gran potencial para mejorar la experiencia de los recorridos por el campus y aumentar el interés de los visitantes y nuevos estudiantes.

EP10: Virtual Reality 360 UTM Campus Tour with Voice Commands

binti Azizo, bin Mohamed, Siang, & Isham Mat (2020) muestran el desarrollo de un recorrido virtual 360 utilizando la herramienta Unity 3D e interfaces de programación de aplicaciones (API) de la plataforma de voz de IBM Watson, permitiendo a los usuarios explorar el campus de la Universidad Tecnológica de Malasia (UTM) siendo está diseñada para ser accesible a través de sus teléfonos inteligentes.

En el proceso de pruebas un gran número de usuarios encontraron fácil dominar la aplicación utilizando comandos de voz, aunque se presentaron problemas en entornos ruidosos o con una conexión a Internet débil.

Una vez escogidos y analizados los Estudios Primarios se puede proceder a responder a las preguntas de investigación para conocer si es factible el desarrollo de la solución propuesta.

¿Qué herramientas existen en la actualidad para el desarrollo de los recorridos virtuales?

Actualmente existen varias herramientas para el desarrollo de recorridos virtuales algunas de ellas son Hugin mostrada en el estudio de Levonis, Tauber, & Schweiker (2020), AutoDesk 3D utilizada por Maines & Tang (2015), ASP.NET en conjunto con C# como se muestra Bonilla Cadena (2022), 3DVista implementada por Perdana, Irawan, & Munadi (2019), pero la más utilizada es sin duda Unity 3D utilizada en el trabajo de Wang & Wang (2019), Liang, Noorhaniza, & Gusman (2021) y binti Azizo, bin Mohamed, Siang, & Isham Mat (2020), como indican los autores es una herramienta popular dentro del desarrollo de este tipo de aplicaciones por la amplia gama de recursos que brinda a los desarrolladores, otro punto a favor es la variedad de plataformas y dispositivos que soporta.

¿Cuáles son las limitaciones asociadas para el desarrollo de la herramienta de recorrido virtual?

Algunas limitaciones mencionadas son de carácter económicas como se menciona Wang & Wang (2019) en el desarrollo de su propuesta, la solución tuvo que atenerse a un presupuesto, también Bandarsyah (2021) menciona que se necesitaron recursos adicionales para generar imágenes de alta resolución.

Otra limitación es el acceso a recursos ajenos al desarrollo como indican binti Azizo, bin Mohamed, Siang, & Isham Mat (2020) en necesaria una conexión a internet o durante el desarrollo las versiones gratuitas de las herramientas usadas. Bandarsyah (2021) señala que el interés de los usuarios representa una limitación para el desarrollo de la aplicación.

Otra limitación principal es el tiempo de desarrollo lo que influye en la manera de abordar la elección de las herramientas y la forma que toma el recorrido virtual como señalan Wang & Wang

(2019), Bonilla Cadena (2022) y Maines & Tang (2015), el tiempo es un factor crítico en el desarrollo. Por lo que es necesario tomar medidas para mitigar estas limitaciones.

¿Cómo se puede optimizar el proceso de desarrollo para cumplir con los objetivos establecidos para el desarrollo de la solución?

Para mejorar el proceso de desarrollo Lacoche, Villain, & Foulonneau (2022) recomiendan realizar evaluaciones tempranas para poder identificar problemas que se presenten en la aplicación, otras recomendaciones según Argyriou, Economou, & Bouki (2020), es la identificación y realización temprana de las tareas de diseño del recorrido.

Para finalizar Bonilla Cadena (2022), Maines & Tang (2015) y Perdana, Irawan, & Munadi (2019) sugieren usar metodologías de desarrollo con un enfoque ágil, que permitan a los desarrolladores crear entregables dentro de iteraciones rápidas y frecuentes para permitir la retroalimentación temprana y la adaptación a los cambios en los requisitos del proyecto.

Resumen y conclusión del estado del arte.

Por medio del estado del arte se puede determinar la factibilidad del desarrollo de la propuesta planteada en el presente trabajo ya que se encontraron soluciones similares a las planteadas tanto de manera nacional como internacional, usando tecnologías accesibles tomando en cuenta los recursos con que los investigadores cuentan se optó por usar la herramienta de desarrollo Unity 3D por el amplia gama de soluciones que puede brindar, por otra parte se elige por desarrollar un recorrido 360 debido al tiempo y herramientas con las que se cuenta, para finalizar se empleara una metodología RAD que permitirá agilizar el desarrollo de la solución.

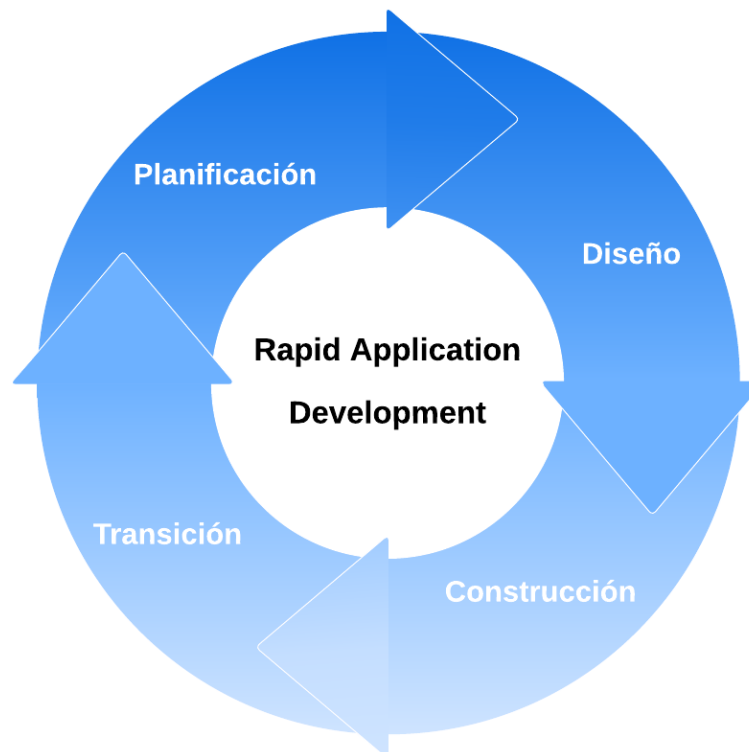
En conclusión, teniendo en cuenta todos estos factores, los investigadores pueden validar la factibilidad para el desarrollo de la solución, basándose en el proceso de investigación realizado y conociendo la realidad del entorno.

Metodología.

En base a la revisión de los EP se opta por implementar una metodología RAD, como señala Campaña (2015), esta metodología comprime el ciclo de vida tradicional del desarrollo de software permitiendo a los investigadores realizar la entrega de software funcional en periodos cortos de tiempos, realizándola de manera iterativa e incremental, dando así respuesta a la complicación con el tiempo de desarrollo que se tiene para poder realizar la solución propuesta, el ciclo del RAD se explica dentro de la figura 1.

Figura 1

Fases de la metodología RAD.



Nota. Esta figura muestra el ciclo de la metodología RAD, iniciado con la planificación seguida por el diseño a continuación la construcción y para finalizar la transición.

Como se aprecia en la figura 1 las fases de la RAD son cíclicas y a continuación se definen cada una de ellas.

Planificación.

La etapa inicial implica identificar las necesidades del proyecto, así como los requisitos establecidos por la empresa y el alcance definido para tener una base sólida desde la cual comenzar, se busca comprender en detalle qué se espera lograr con el proyecto, cuáles son los objetivos clave, las funcionalidades requeridas y los límites establecidos para su ejecución. Es fundamental recopilar toda la información necesaria para establecer una dirección clara y un punto de partida sólido que guíe el desarrollo del proyecto de manera efectiva.

Diseño.

Durante la etapa de diseño, se elabora un prototipo inicial del proyecto que se presenta al usuario para obtener comentarios y retroalimentación. Esta retroalimentación es fundamental para perfeccionar el diseño y crear el modelo definitivo del proyecto. Es un proceso iterativo que se repite tantas veces como sea necesario para garantizar que el diseño final cumpla con todas las expectativas y requisitos establecidos. Se valoran los comentarios del usuario, se realizan ajustes y se refinan los detalles para asegurar que el diseño final sea óptimo y satisfaga plenamente las necesidades y expectativas del cliente.

Construcción.

Una vez que el diseño ha sido establecido, se procede con la fase de desarrollo del proyecto. Durante esta etapa, se lleva a cabo la codificación del software, se realizan pruebas exhaustivas y se implementa el proyecto en su entorno final. Se da prioridad a la creación del código base, siguiendo las especificaciones y requisitos definidos previamente. A lo largo del desarrollo, se realizan pruebas para detectar posibles errores o fallos, y se realizan las modificaciones necesarias para corregirlos. Este proceso puede repetirse tantas veces como sea necesario con el fin de garantizar que el proyecto funcione de manera óptima y cumpla con los estándares de calidad establecidos. La fase de desarrollo

es esencial para llevar a cabo la construcción real del proyecto, poniendo en práctica todo lo diseñado y asegurando su correcto funcionamiento.

Transición

La fase final del proyecto, también conocida como "cutover", implica la migración del sistema a un entorno de producción real, donde se llevarán a cabo todas las pruebas necesarias. Durante esta etapa, se realiza el despliegue del proyecto en un entorno operativo, lo que permite evaluar su funcionamiento en condiciones reales. Se llevan a cabo pruebas exhaustivas para verificar que todas las funcionalidades del sistema estén operativas y se cumplan los requisitos establecidos. Es importante asegurar que el sistema se integre de manera adecuada con otros sistemas existentes y que se realicen las configuraciones necesarias para su pleno funcionamiento. Esta fase marca la culminación del proyecto, ya que el sistema se encuentra listo para ser utilizado de forma regular y satisfacer las necesidades de los usuarios finales.

Realidad Virtual.

La "Realidad virtual" (VR) según Bockholt (2017) es un concepto ampliamente utilizado para describir un tipo de aplicaciones que pueden reproducirse y experimentarse a través de dispositivos digitales, como las gafas de realidad virtual o los smartphones. Esta tecnología ofrece una experiencia inmersiva al usuario, permitiéndole sumergirse en entornos virtuales e interactuar con ellos de manera más realista.

Lara, Santana, Lira, & Peña (2019) señalan que uno de los ejemplos más comunes de realidad virtual son videos grabados con una cámara de 360° permitiendo a los espectadores explorar el entorno desde cualquier ángulo, sintiéndose como si estuvieran presentes en el lugar. Al mover la cabeza o desplazarse, el usuario puede ver diferentes perspectivas y detalles, lo que genera una sensación de inmersión total. También existen simulaciones interactivas en 3D que aprovechan la realidad virtual. Estas simulaciones se encuentran principalmente en los videojuegos, donde los jugadores pueden

sumergirse en mundos virtuales y participar en experiencias interactivas. Mediante el uso de mandos o controles de movimiento, los jugadores pueden explorar y manipular objetos virtuales, realizar acciones y tomar decisiones que afectan la narrativa del juego. Esto brinda una sensación de participación activa y permite una mayor conexión con el contenido virtual.

La realidad virtual tiene aplicaciones más allá del entretenimiento. Se utiliza en campos como la medicina, la arquitectura y la educación, visitas o recorridos 3D 0 360, donde los usuarios pueden practicar habilidades, explorar espacios virtuales y adquirir conocimientos de manera segura y efectiva.

Aplicaciones de la Realidad Virtual.

- **Medicina:** Calderón, Tumino, & Bournissen (2020) muestran el avance de la tecnología en el campo de la simulación médica y como esta ha abierto un nuevo horizonte en la docencia y la cirugía. Mediante el uso de esta tecnología, se pueden reducir significativamente los costes asociados con el uso de cadáveres y animales para la enseñanza y la práctica quirúrgica. Además, se evita la necesidad de realizar procedimientos en pacientes reales, lo que conlleva un riesgo menor y una mayor seguridad para los pacientes.
- **Educación:** Miguélez Juan, Núñez Gómez, & Mañas Viniegra (2019) señalan como la RV ofrecer experiencias prácticas y realistas, ayudando a los estudiantes a comprender conceptos abstractos y complejos. Pueden simular experimentos científicos, explorar e interactuar con fenómenos naturales o históricos, y vivir situaciones que de otro modo serían inaccesibles. Esto no solo aumenta el interés y la motivación de los estudiantes, sino que también mejora la retención y comprensión de los contenidos.
- **Arquitectura:** Roldán González, Valarezo-Jaramillo, & Alvarado-Rodríguez (2023) señalan como la RV ha permitido promover el trabajo colaborativo, mejorar la visualización mediante el modelado de los entornos usando herramientas de RV y la ideación de objetos, y facilitar la

retroalimentación y la coevaluación, enriqueciendo así la experiencia educativa y fortaleciendo las habilidades de los estudiantes y profesionales.

Recorridos Virtuales.

Según Ulldemolins (2010), el término "recorrido virtual" hace referencia a una representación simulada de un lugar en un entorno virtual, que generalmente está compuesto por una secuencia de imágenes. Sin embargo, con los avances tecnológicos actuales, esta definición puede resultar limitada. Hoy en día, existen diversas formas de mostrar un lugar virtual. Por ejemplo, mediante la edición de un video es posible presentar un recorrido virtual de manera sencilla. También podemos ir más allá utilizando sistemas de imagen panorámica, que permiten explorar todos los rincones de un lugar de forma interactiva.

Además, si consideramos los avances más recientes en el campo de la simulación, podemos vislumbrar el futuro del recorrido virtual. Por ejemplo, existe la posibilidad de utilizar sistemas CAVE que emplean proyectores y gafas polarizadas para lograr una inmersión completa en una escena virtual, lo que permite al usuario interactuar con los objetos presentes. Estos sistemas ofrecen una calidad extraordinaria de las imágenes, lo que aumenta aún más la sensación de realismo y presencia en el entorno virtual.

Recorridos Virtuales 3D.

Para Castro Aguas (2016) el recorrido virtual en 3D es una importante herramienta que ha transformado la forma en un entorno físico se presentan y se dan a conocer, lo que brinda beneficios significativos tanto para el espacio físico que se representa como para la región en la que se encuentra. La implementación de un recorrido virtual en 3D ha demostrado ser altamente eficiente y efectiva para promocionar y dar a conocer entornos. Los entornos que han adoptado por esta técnica han experimentado resultados destacados, incluyendo un aumento sustancial en el número de visitantes

que llegan a las áreas, un incremento significativo en las ventas generadas por el sitio y un flujo turístico en constante crecimiento.

Por otra parte, Naranjo Herrera (2019) indica que al utilizar un recorrido virtual en 3D, se ofrece a los potenciales visitantes la oportunidad de explorar y experimentar los espacios de manera inmersiva y realista, desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esto crea una experiencia única y atractiva que capta la atención de una audiencia más amplia, atrae a turistas de diferentes regiones y aumenta la visibilidad y la reputación tanto del museo como de la región en general. La implementación de esta herramienta permite a los visitantes potenciales tener una idea más clara y detallada de lo que pueden esperar al visitar el espacio físicamente. Esto ayuda a generar un mayor interés y entusiasmo, lo que se traduce en un aumento en la afluencia de visitantes y, a su vez, en un incremento en los beneficios económicos tanto para el museo como para la región en términos de ingresos generados por las ventas, el turismo y otras actividades relacionadas.

Recorridos Virtuales 360.

García Nieva, González Luna, & Pimentel Arellano (2022) indican que el empleo de recorridos virtuales en formato 360 ha emergido como una tecnología que permite la visualización de lugares o espacios desde diferentes perspectivas, ofreciendo una alternativa accesible cuando no es posible visitar físicamente dichos sitios. Las visitas virtuales a museos, sitios arqueológicos, parques y diversas instalaciones se han convertido en una forma de difundir, promocionar y acercar a los usuarios a lugares, generando una sensación de inmersión a través de imágenes panorámicas en 360 grados. En la actualidad, la creación de recorridos virtuales en 360 grados se ha vuelto más accesible para un mayor número de personas, ya que las herramientas de software y hardware utilizadas están más disponibles. Sin embargo, la elección de la plataforma de software más adecuada para publicar estos recorridos virtuales en la web puede ser un proceso que requiere prueba y error, lo que puede retrasar la generación de estos productos virtuales.

Para Luna Sosa (2016) el recorrido virtual en 360 grados es una herramienta útil para las organizaciones que desean atraer a sus clientes y usuarios. Permite a los usuarios interactuar con cosas de su interés desde la comodidad de su hogar, lo que es especialmente útil en tiempos de pandemia. La característica principal del proyecto es dar realismo al recorrido virtual, utilizando imágenes 360° para permitir a los usuarios desplazarse en el entorno y observar completamente el entorno.

Unity 3D

Huang, Javaid, Devabhakt, Li, & Yang (2019) definen Unity como un motor de juegos multiplataforma que permite a los desarrolladores crear juegos y aplicaciones interactivas para una amplia variedad de dispositivos, incluyendo computadoras, consolas de juegos, dispositivos móviles y realidad virtual. El motor de juegos Unity utiliza un lenguaje de programación llamado C# y proporciona una amplia gama de herramientas y recursos para ayudar a los desarrolladores a crear juegos y aplicaciones de alta calidad. Estas herramientas incluyen un editor de escenas, un editor de animaciones, un sistema de física, un sistema de partículas y un sistema de iluminación, entre otros. Además, Unity es compatible con una amplia variedad de plataformas de hardware y software, lo que permite a los desarrolladores crear juegos y aplicaciones para una amplia audiencia. Unity también es conocido por su comunidad de desarrolladores activa y su amplia gama de recursos de aprendizaje, incluyendo tutoriales en línea, documentación y foros de discusión. En resumen, Unity es una herramienta poderosa y versátil para la creación de juegos y aplicaciones interactivas, que ha sido utilizada para crear algunos de los juegos más populares y exitosos del mercado.

Además (Guamán Rueda (2022) agrega que con el lenguaje de programación C# se puede formar la lógica del entorno, creando experiencias inmersivas y realistas. La plataforma permite la creación de entornos detallados y la implementación de interacciones complejas, lo que permite a los usuarios explorar los entornos de manera virtual y obtener una experiencia similar a la que tendrían en persona.

Capítulo III

Construcción de la Solución

Con el propósito de brindar una herramienta que facilite la movilización dentro del campus universitario se ha desarrollado un prototipo funcional de un recorrido utilizando imágenes 360 del mismo, para familiarizar a nuevos estudiantes con el entorno del campus matriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

En el análisis de la situación actual, detallado en el Capítulo I, se constató que los nuevos estudiantes tienen problemas al moverse dentro del campus ya que al no tener conocimientos del mismo tienen dificultades para encontrar ciertos puntos como aulas, laboratorios, departamentos, etc.

Para el desarrollo del recorrido virtual, se han identificaron actividades principales, que se muestran en la Tabla 5, fundamentales dentro del proceso. Estas actividades incluyen la recopilación exhaustiva de imágenes y contenido multimedia relevantes para la experiencia, la creación de panorámicas que permitan crear una interfaz de usuario intuitiva y atractiva que facilite la navegación, la identificación de puntos claves y de interés para los estudiantes, el desarrollo del recorrido como tal utilizando la metodología RAD para entregar resultados óptimos dentro de un periodo de tiempo corto, la integración de elementos adicionales que brinden información de las instalaciones del campus. Con el enfoque en estas actividades clave, se busca ofrecer a los usuarios una experiencia envolvente y satisfactoria al sumergirse en el recorrido virtual, logrando así un impacto positivo en su percepción y apreciación del entorno de la UFA-ESPE.

Tabla 5*Lista de actividades*

Actividad	Descripción
1	Concepción de a idea
2	Puntos de Interés
3	Navegabilidad
4	Captura de imágenes 360
5	Corrección de imágenes
6	Creación de panorámica
7	Corrección de panorámicas
8	Desarrollo del recorrido
9	Integraciones del recorrido
10	Pruebas
11	Despliegue

Nota. Esta tabla muestra la Lista de Actividades para desarrollar la solución propuesta. En primer lugar, se muestra el numero de la actividad y la descripción de la misma.

Concepción de la idea

Dentro de la fase de concepción, se tomó en cuenta la base teórica desarrollada en el Capítulo 2, la cual proporcionó una comprensión profunda de los principios y fundamentos detrás de los recorridos virtuales. La información recopilada en dicho capítulo permitió establecer una sólida fundamentación para optar por la opción de un recorrido 360. Gracias a esta base teórica, se pudo trazar una estrategia adecuada para el desarrollo del recorrido virtual en formato 360, asegurando así que el resultado final sea una herramienta útil que cumpla con los objetivos del proyecto.

Puntos de Interés

Dentro de la fase de Punto de Interés, se llevó a cabo la identificación y selección de los puntos de interés (PI) más relevantes y destacados del campus universitario, determinando aquellos espacios que poseen un valor significativo desde el punto de vista académico, social o estético. Estos PI serán parte fundamental del recorrido virtual, permitiendo a los usuarios explorar y conocer de manera interactiva cada ubicación relevante del campus. Cada PI será acompañado de información descriptiva, imágenes y contenido multimedia que aporten contexto y profundidad a la experiencia, brindando a los usuarios una visión integral de la vida universitaria y sus espacios más emblemáticos. La fase de "Punto de Interés" garantiza que el recorrido virtual sea una herramienta informativa para toda la comunidad universitaria. Los PI identificados se muestran dentro de la Tabla 6.

Tabla 6

Lista de PI.

Código	Punto de Interés	Descripción
PI - 01	Entrada Principal	Acceso Principal al campus de universitario.
PI - 02	Edificio Administrativo	Edificio que alberga oficinas y departamentos de carácter administrativo, como recursos humanos, finanzas y gestión de la institución.
PI - 03	Biblioteca Alejandro Segovia G	Es un espacio dedicado al estudio, la investigación y el acceso a material bibliográfico y recursos educativos.
PI - 04	Patio Cívico	Espacio al aire libre destinado a eventos y actividades cívicas, como ceremonias, actos conmemorativos o encuentros comunitarios.
PI - 05	Bar	Espacio destinado a la venta de alimentos y bebidas, donde las personas pueden socializar y relajarse.
PI - 06	Innovativa	Tiene como finalidad generar un proceso de retroalimentación con los procesos de docencia, investigación y vinculación con la sociedad, a través de procedimientos planificados y regulados.
PI - 07	Centro de Posgrados	Especializado en ofrecer programas de educación superior para estudiantes que desean continuar su formación académica.

PI – 08	Coliseo General Miguel Iturralde	Espacio donde se pueden llevar a cabo eventos deportivos, espectáculos o actividades masivas, así como sede del departamento de educación física.
PI – 09	Residencia	Edificios que brindan alojamiento a estudiantes universitarios o personas que viven temporalmente fuera de su hogar principal.
PI – 10	Bloque A - B	Espacio donde se encuentran las aulas correspondientes a los bloques A - B. Adicional se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Ciencias Exactas. • Vicerrectorado de Docencia. • Unidad de Educación Presencial. • Unidad de Desarrollo Educativo. • Departamento de Ciencias Económicas. • Departamento de Seguridad y Defensa.
PI – 11	Bloque C - D	Espacio donde se encuentran las aulas correspondientes a los bloques C - D. Adicional se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios del Bloque G – H. • Departamento de Ciencias de la Computación. • Laboratorios de Biotecnología.

Nota. Esta tabla muestra la Lista de PI del campus. En primer lugar, se indica el código de cada PI, que espacio físico del campus representa cada PI y una descripción de los PI identificados.

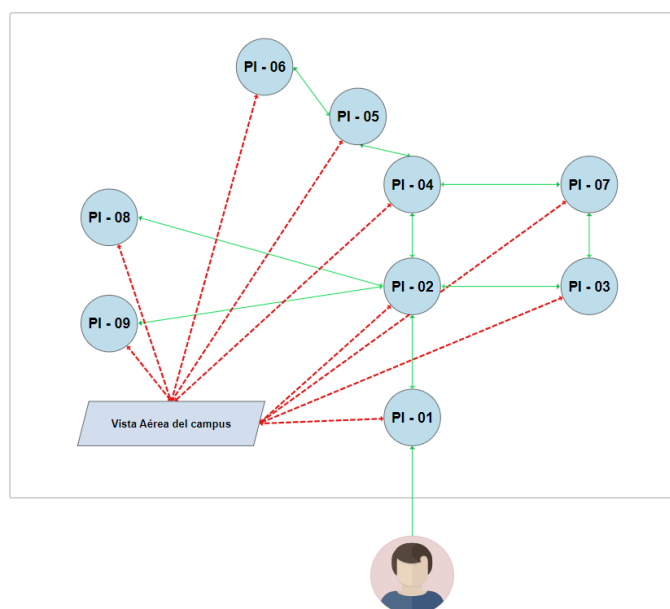
Navegabilidad

Una vez identificados los PI dentro del campus universitario, teniendo en cuenta las rutas más frecuentadas por quienes ingresan a la universidad se puede plantear el siguiente recorrido, comenzado en la entrada principal de la universidad. Desde este punto, los visitantes pueden tomar dos caminos posibles. El primero los llevará hacia la biblioteca, un lugar importante y concurrido en el campus. El segundo camino continúa por la zona principal hasta llegar al punto del bar de la universidad, otro lugar frecuentado por estudiantes y personal del campus. Después de visitar el bar, se sugiere continuar hacia la zona de admisión y registro, ya que es un lugar relevante para aquellos interesados en obtener información sobre la universidad o en llevar a cabo trámites académicos. Desde allí, el recorrido puede seguir hacia el departamento de ciencias de la computación, un área de gran interés para estudiantes y profesionales de la informática.

Es importante mencionar que, además de seguir la ruta principal, los usuarios tendrán la opción de explorar puntos adicionales que se encuentran un poco fuera del recorrido principal. Estos puntos adicionales permitirán a los visitantes obtener una visión más completa y detallada del campus universitario. Algunos de estos lugares incluyen la zona del coliseo, un espacio dedicado a eventos deportivos y culturales, la innovativa, un centro de innovación tecnológica, el edificio administrativo, que es el centro de operaciones de la universidad, y la biblioteca, que se mencionó anteriormente como punto de interés destacado. Esta ruta detallada y los puntos adicionales, que se muestran dentro del diagrama de navegabilidad en la figura 2, brindan a los visitantes una experiencia más completa y significativa al explorar el campus universitario, permitiéndoles conocer tanto las áreas más frecuentadas como otras instalaciones relevantes para la vida universitaria.

Figura 2

Diagrama de navegabilidad.



Nota. Esta figura muestra el Diagrama de Navegabilidad del recorrido. Se muestran los PI y como se relacionan entre sí, también se muestra una vista general del campus.

Captura de imágenes en 360

Para la creación de imágenes en 360 grados, al no contar con una herramienta especializada, este proceso se lo realizó de manera detallada y minuciosa, siendo ejecutada en los PI presentes en las instalaciones de la universidad. Este enfoque presencial permitió capturar la esencia real y auténtica de cada ubicación, brindando una experiencia inmersiva y envolvente a los usuarios finales.

Para llevar a cabo esta recolección de imágenes, se seleccionó una cámara fotográfica de tipo réflex, la Nikon D5300, como una opción adecuada para el proyecto debido a sus capacidades técnicas y calidad de imagen. Aunque no se contaba con un lente especializado para captura en 360 grados, se implementó un lente de 18mm-50mm, que ofrecía una versatilidad notable para abarcar diferentes perspectivas y detalles en cada toma.

El proceso de captura se llevó a cabo con meticulosidad, considerando la importancia de cada punto de interés. En cada uno de estos puntos, se realizó la toma de fotografías de manera vertical, abarcando una inclinación precisa de 27 grados. Esta elección angular fue estratégica para garantizar una cobertura adecuada y uniforme en cada dirección.

Para lograr una visión completa y cohesiva en 360 grados, se capturaron un total de 5 fotografías en una sola dirección. Una vez finalizada esta serie de tomas, se procedió a girar en dirección horizontal aproximadamente 45 grados, y se repitió el mismo procedimiento para capturar imágenes adicionales.

Este enfoque de captura, con inclinaciones y giros calculados, permitió obtener un conjunto de imágenes en alta resolución que se complementaban entre sí, ofreciendo una experiencia panorámica impresionante y de alta calidad a los espectadores.

Es importante destacar que este proceso de captura en terreno requirió de paciencia, habilidades técnicas y una planificación cuidadosa para asegurar la coherencia y fluidez en las imágenes

resultantes, hay que tener en cuenta que este proceso no solo se realizó dentro de los PI, sino que también se realizó sobre los denominados Puntos de Enlace (PE) como se muestra en la figura 3, definidos como zonas que facilitan la movilización de un PI a otro, funcionan como una red de transporte dentro del recorrido, estos PE son pasillos, corredores, caminos y calles, los cuales ayudan a unir los PI y dar fluidez al recorrido.

Figura 3

Captura de imágenes de los PI y PE.



Nota. Esta figura se muestra a un investigador realizando el proceso de capturas de imágenes de los PI y PE.

El esfuerzo y la dedicación puestos en esta etapa son fundamentales para lograr un producto final de excelencia, lo que contribuye significativamente al éxito y utilidad de la creación de imágenes en 360 grados para diversos fines.

Corrección de imágenes

La creación de panorámicas en 360 grados realizadas con imágenes individuales requiere que las imágenes tomadas compartan características similares entre las cuales se encuentran la iluminación y calidad de las mismas, para lograr que las imágenes compartan las características mencionadas se empleó Adobe Lightroom como la herramienta principal de procesamiento fotográfico. Esta elección se fundamentó en la versatilidad y potencia que ofrece esta plataforma para trabajar con imágenes de alta calidad y garantizar resultados excepcionales.

Inicialmente, se llevó a cabo una corrección individualizada en cada fotografía tomada para asegurar una exposición adecuada y una calidad óptima en la imagen. Esta etapa de corrección resultó fundamental para realzar los detalles y permitir una experiencia visual inmersiva para el espectador. Se enfocó en ajustar la exposición, el contraste, el balance de blancos y otros aspectos esenciales para lograr un acabado profesional en cada imagen.

Para lograr un equilibrio coherente entre las imágenes individuales y crear una armonía en el panorama final, se trabajó en la creación de un balance adecuado. Esto implicó asegurar que los colores y la iluminación fueran consistentes a lo largo de la panorámica, de manera que la transición entre las imágenes se sienta natural y fluida.

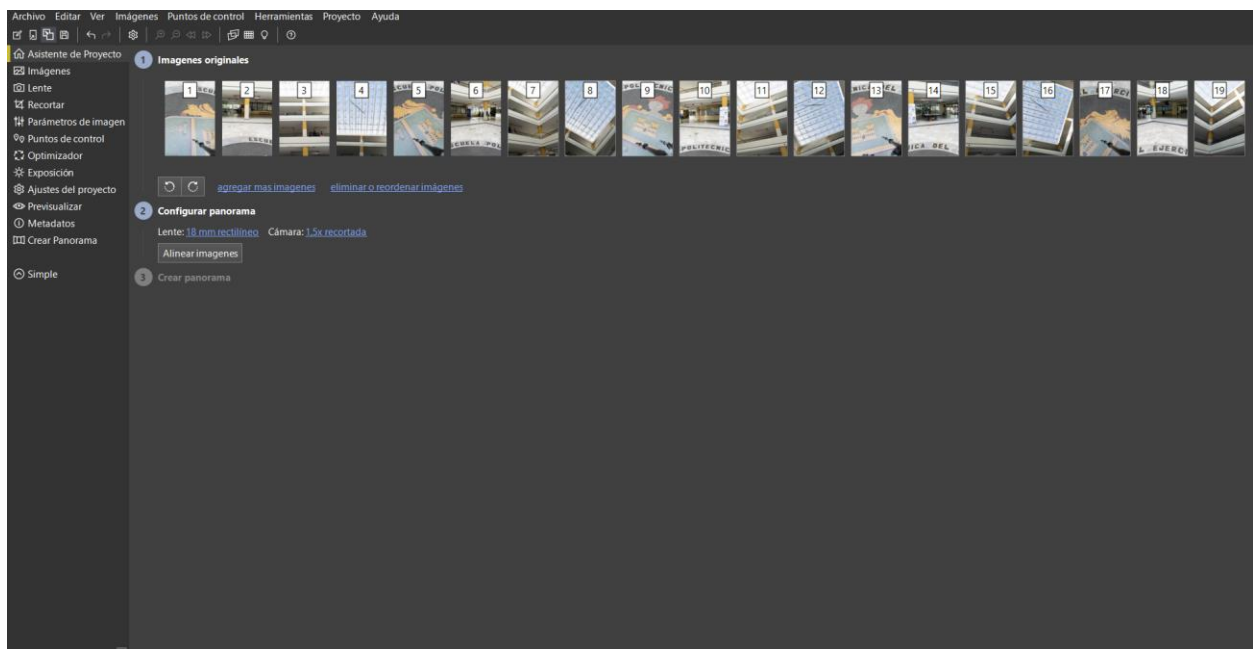
Creación de panorámicas

La creación de panorámicas es una técnica fotográfica que permite capturar paisajes amplios y escenas panorámicas en una sola imagen proporcionando una visión más inmersiva y detallada del entorno, lo que es una parte fundamental dentro del recorrido.

Una vez que toda la secuencia de imágenes se ha corregido, mediante el uso del software PTGUI, que facilita el proceso de unión de las imágenes. Para lo cual es necesario cargar dentro del software las imágenes necesarias como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Imágenes cargadas dentro del software.

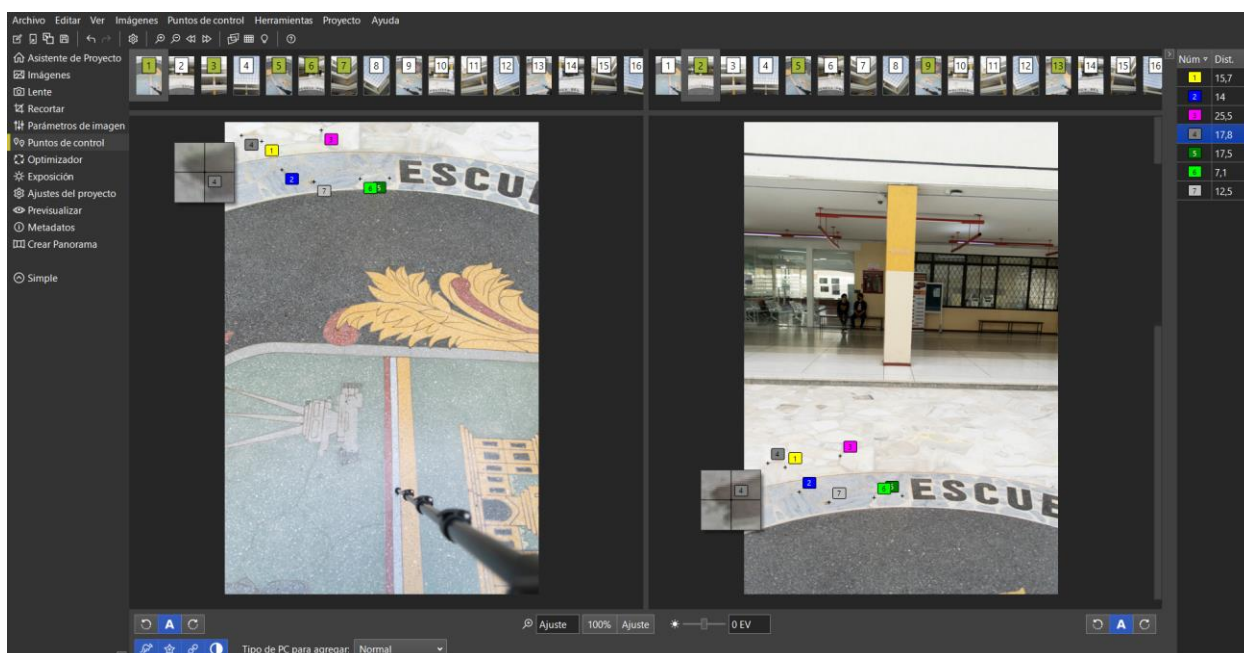


Nota. Esta figura muestra las imágenes de los PI y PE cargadas en el software PTGui, el cual generara una panorámica de los mismos.

Utilizando PTGui no es necesario ingresar las imágenes en orden ya que en el siguiente paso el software se encarga de colocar las imágenes acordes para generar la panorámica, el siguiente paso es configurar la vista de la panorámica para lo cual PTGui nos brinda la opción de Alinear, esta opción se realiza dentro de 2 fases, en la primera se analizan las imágenes y se buscan características compartidas estas características se denominan Puntos de Control (PC) como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Identificación de Puntos de Control.

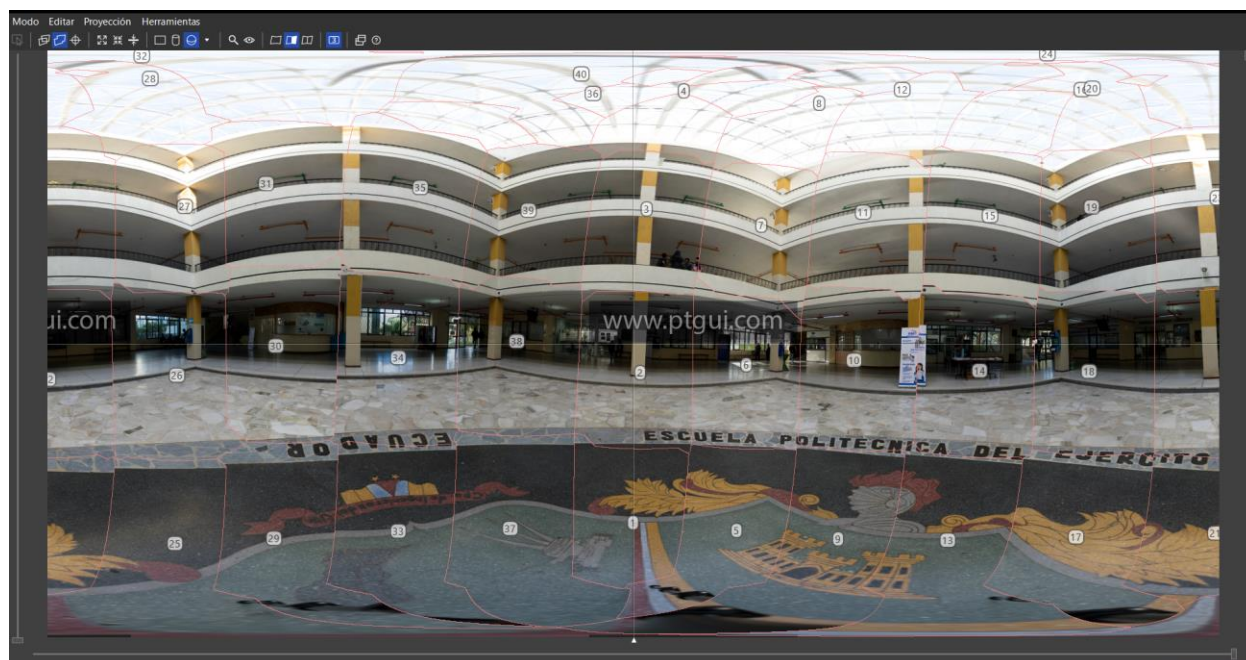


Nota. Esta figura muestra los puntos de control identificados dentro de cada imagen, estos puntos sirven de anclaje para que el software superponga imágenes con idénticas características.

Adicional a los PC identificados de manera automática se puede colocar PC de manera manual para mejorar el proceso de superposición de las imágenes de esta manera se aumenta la precisión al momento de crear la panorámica final. La segunda fase es la optimización la cual es totalmente automática en la cual se ordenan y superponen las imágenes utilizando los puntos de control para que la superposición se lo más cercana posible dando como resultado una vista previa de la panorámica resultante, como se muestra en la figura 6.

Figura 6

Vista previa de la panorámica final.



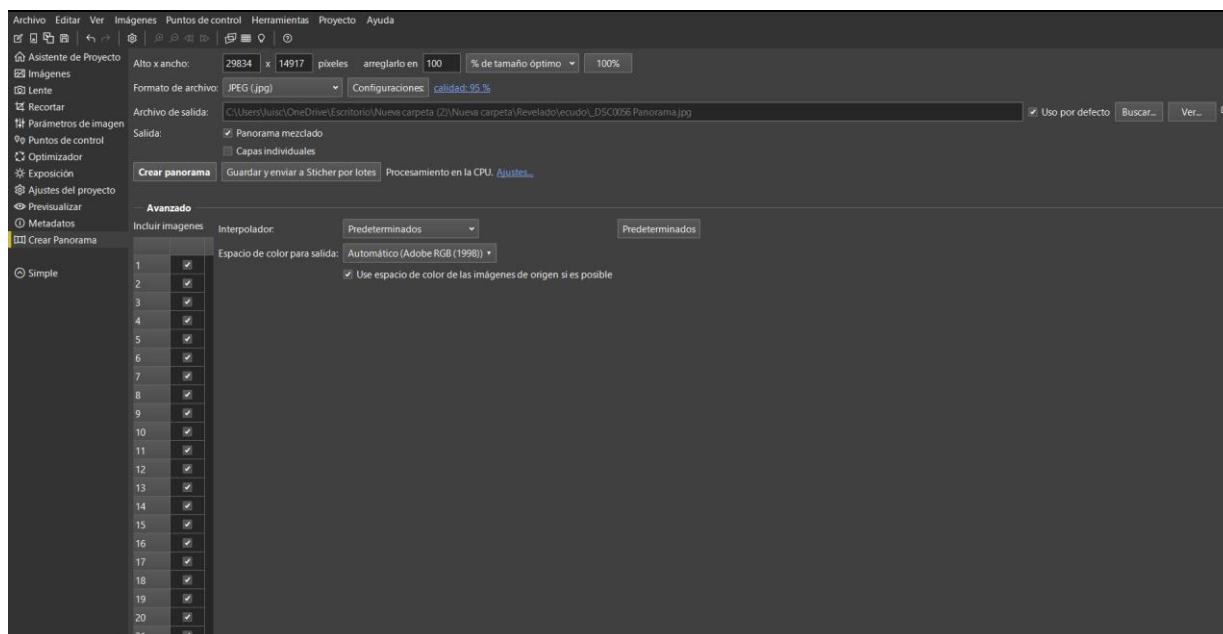
Nota. Esta figura muestra la panorámica de un PI, se puede visualizar una numeración en cada imagen, a esta panorámica se puede realizar ajustes para corregir algún error.

Dentro de la vista previa se puede apreciar las imágenes superpuestas y ordenadas, de igual forma se puede identificar errores de superposición, los cuales se pueden corregir agregando más puntos de control durante la fase de análisis.

Una vez que se haya verificado la vista previa de la imagen, el paso final es crear el panorama final en el cual se coloca las dimensiones, el formato, la ubicación de guardado de la imagen como se muestra en la figura 7, este proceso puede tomar un tiempo considerable dependiendo de la configuración que se le haya dado al panorama y los recursos con los que cuenta el ordenador.

Figura 7

Creación de la panorámica.



Nota. Esta figura muestra el paso final para realizar la panorámica mediante el software PTGui, se escoge la calidad de la imagen y la dirección donde se desea guardar.

Corrección de panorámicas

Al utilizar la versión de prueba de PTGui la panorámica final, si bien es una imagen de alta calidad del entorno, presenta una marca de agua del mismo como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Panorámica de PTGui.

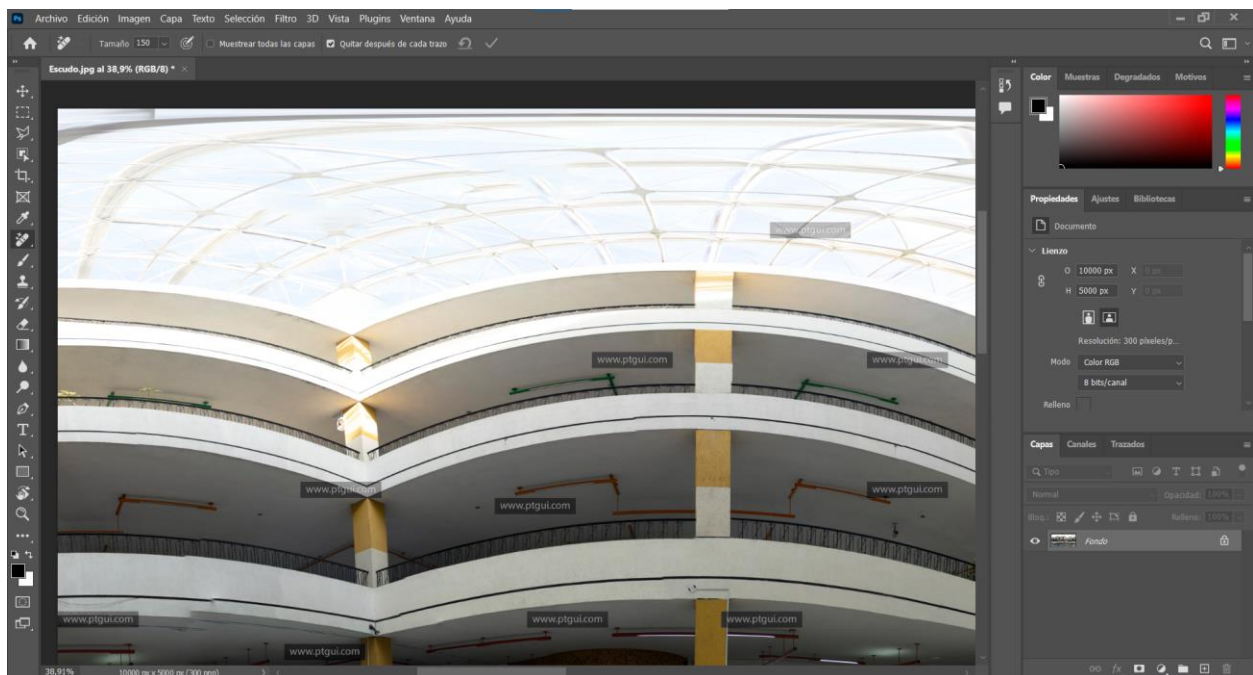


Nota. Esta figura muestra la panorámica final generada por PTGui, como se puede apreciar la panorámica se genera con marcas de agua.

Para poder realizar la corrección de la panorámica se utilizó el software de manejo de imágenes Adobe Photoshop, en el cual, mediante las herramientas de borrado, lazo, parche permite eliminar las marcas de agua sin afectar la calidad de la imagen, como se muestra en la figura 9. Adicional se pueden corregir fallos estéticos que pueda presentar la panorámica.

Figura 9

Corrección de panorámica.



Nota. Esta figura muestra el proceso de corrección de las panorámicas, utilizando el software de edición de imágenes Adobe Photoshop, se retiran las marcas de agua de la imagen.

El resultado del proceso de corrección de panorámicas es la panorámica de alta calidad, limpia de cualquier defecto que pueda presentar y disponible para ser utilizada dentro del desarrollo.

Desarrollo del recorrido

Se muestra a continuación la iteración realizada dentro del PI-02 con el objetivo de entregar un prototipo funcional para el recorrido virtual utilizando herramientas de diseño para la fase de diseño y Unity 3D para la fase de construcción.

Se creó una lista de características mínimas viables (MVP) mostrada en la Tabla 7. A partir de esta lista, el equipo procedió a desarrollar los componentes fundamentales del recorrido virtual, como los controles de movimiento, el diseño de interfaz de usuario, y la integración de contenido multimedia.

Tabla 7

Lista de características de MVP.

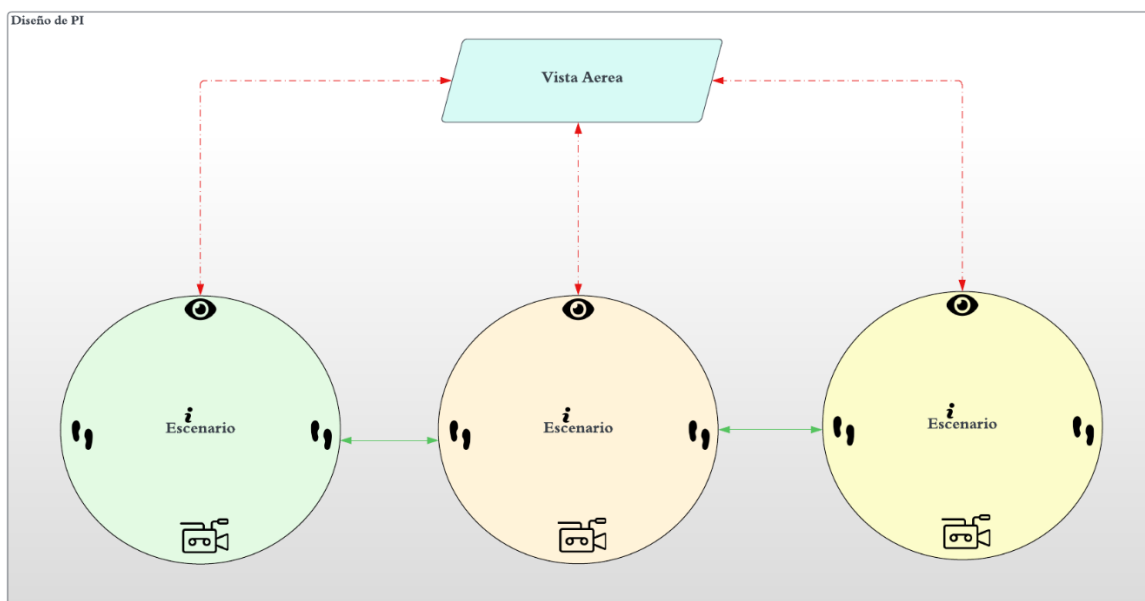
Características	Descripción
Navegación básica	Permitir al usuario moverse por el entorno virtual utilizando controles simples, en este caso el uso del mouse.
Interfaz de usuario mínima	Tener una interfaz sencilla que incluya botones para iniciar el recorrido, volver al inicio.
Escenario	Crear el escenario que represente el entorno o lugar que se desea mostrar en el recorrido usando las panorámicas.
Imágenes y descripciones	Incluir imágenes y descripciones básicas de los PI dentro del escenario principal.
Transiciones entre escenarios	Implementar una forma de navegar entre diferentes escenarios dentro del recorrido.
Contenido multimedia simple	Agregar elementos multimedia básicos, como imágenes o audio, para enriquecer la experiencia del usuario.

Nota. Esta tabla muestra la lista MVP que debe tener el recorrido. En primer lugar, se muestran cada MVP y una pequeña descripción de cada uno.

Durante la fase de diseño a partir de la lista de MVP definidas para el prototipo se busca capturar la esencia y los detalles del entorno físico que se quiere representar, asegurándose de transmitir la atmósfera y los PI de manera efectiva. La narrativa del recorrido se diseña cuidadosamente para guiar a los usuarios a través de una secuencia lógica de eventos o información, lo que permite una experiencia fluida y coherente. Se definen puntos de interacción clave, donde el usuario puede participar activamente y explorar información adicional sobre los objetos y elementos del entorno virtual, el diseño se muestra dentro de la figura 10.

Figura 10

Diseño de PI










Nota. Esta figura muestra el diseño de un PI y como se comunica con otro, adicional se muestra los elementos que contiene cada PI y la vista general del recorrido.

Como se puede apreciar cada escenario cuenta con elementos dentro del mismo que hace mas interactivo e inversiva la experiencia del usuario, cada elemento se explica dentro de la Tabla 8.

Tabla 8

Lista de elementos dentro de PI.

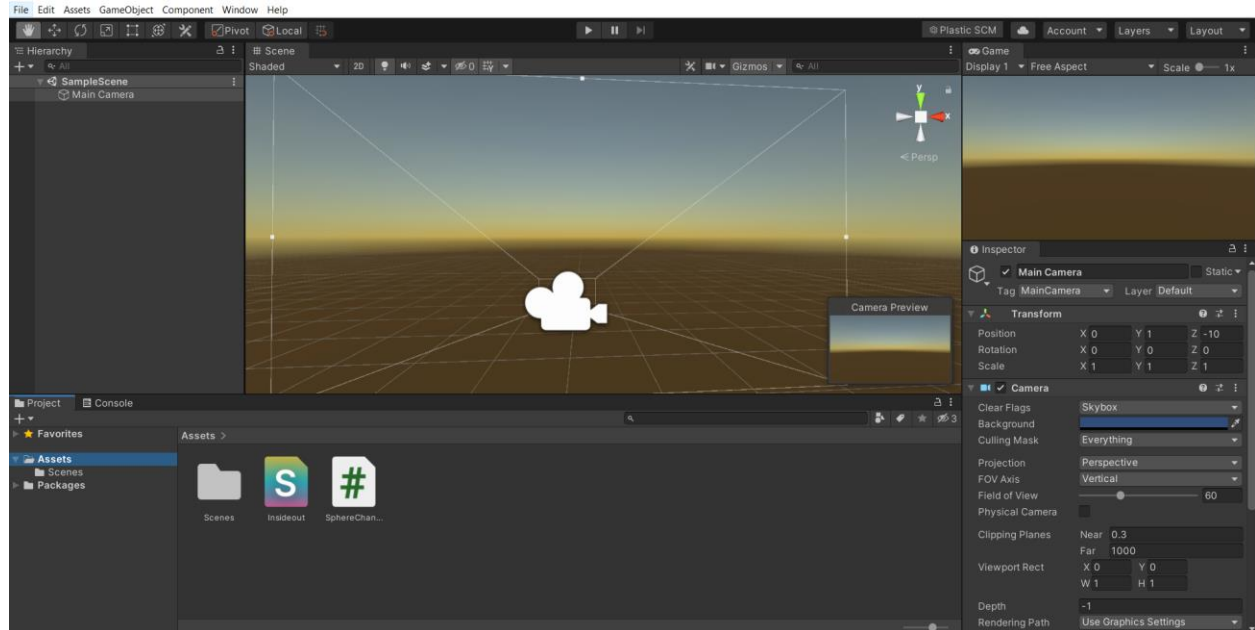
Símbolo	Nombre	Descripción
	Escenario	Entorno donde se carga la panorámica correspondiente, es el principal elemento de cada PI.
	Vista Aérea	Entorno donde se carga una panorámica especial, se muestra cada uno de los PI identificados.
	Enlace	Es la representación gráfica de los PE.
	Cámara	Representa la vista del usuario al ingresar en el PI.
	Avanzar	Elemento que permite al usuario movilizarse dentro del recorrido carga PEs específicos para navegar al siguiente PI.
	Información	Muestra contenido multimedia dentro de cada PI.
	Volver	Redirige al usuario a la vista aérea desde cada PI.

Nota. Esta tabla muestra los elementos de cada PI. En primer lugar, se muestra una figura que representa al elemento, luego el nombre de cada elemento y una pequeña descripción de cada elemento dentro del PI.

Para la fase de construcción se utilizó el paquete “360 Tour Assets” disponible dentro de la página de Unity, este paquete consta de dos archivos los cuales se deben colocar dentro del proyecto para poder ser utilizados como se muestra en la figura 11.

Figura 11

Configuración de Scripts y Paquetes.

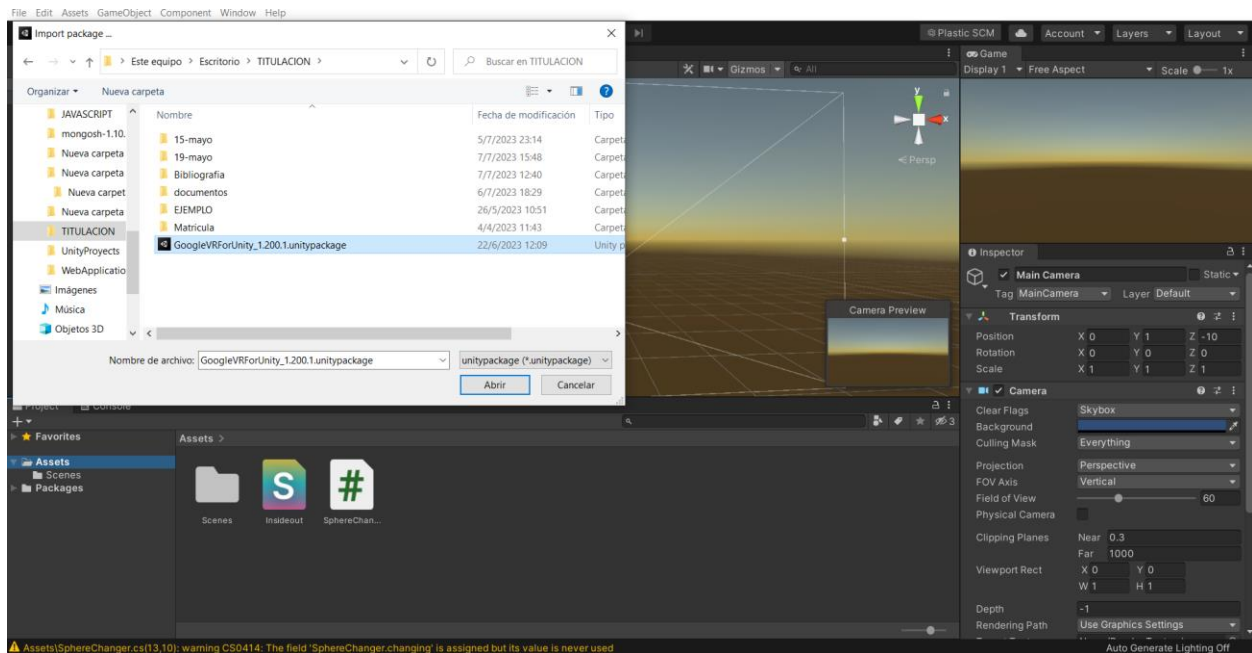


Nota. Esta figura muestra la configuración del paquete 360 Tour Assets dentro del proyecto de Unity 3D.

Adicional se necesita importar el SDK de GoogleVR para lo cual se puede descargar de la página de Unity e importar dentro del proyecto como se muestra en la figura 12.

Figura 12

Instalación de SDK



Nota. Esta figura muestra la instalación del SDK de Google VR dentro del proyecto de Unity 3D.

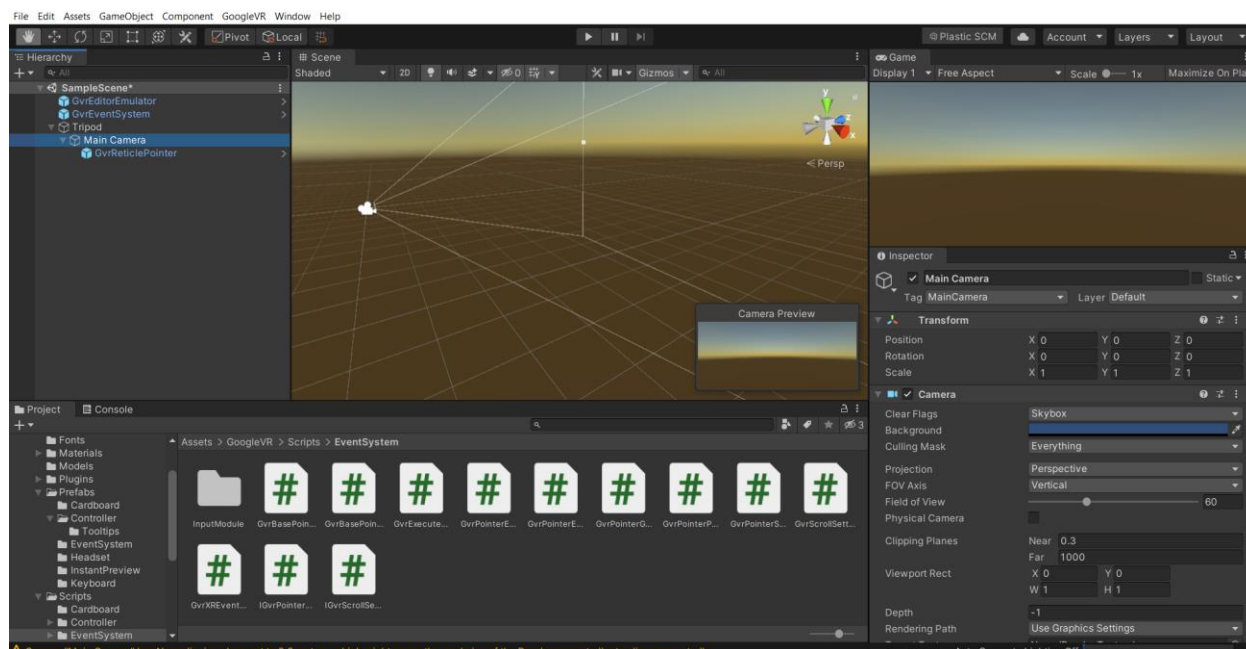
A continuación, se crea la estructura del proyecto siguiendo una estructura común para un proyecto de Unity, esta estructura consta de carpetas correspondientes a:

- 360: Contiene las imágenes 360 almacenadas.
- Material: Contiene el *Material* creado para cada imagen 360, adicional contiene un material especial que permite el uso de las panorámicas y manipulación de la cámara.
- Scripts: Contiene archivos C# con los cuales se da interactividad a los elementos del recorrido.
- Sprites: Contiene los elementos multimedia que se utilizaran dentro del recorrido.

A continuación, se realiza la configuración de la cámara la cual es la vista del usuario dentro del recorrido virtual, utilizando los elementos llamados *Prefabs* y *Scripts* que ofrece el SDK de GoogleVR permite brindar movimiento a la vista, la capacidad de interactuar con elementos del entorno, realizar acciones dentro del entorno, etc. Adicional para mover la cámara adecuadamente dentro del recorrido se coloca al elemento “*main camera*” dentro de un elemento de nominado “*Tripod*”, para finalizar la configuración de la cámara de agrega el material “*Fade*” dentro del elemento de la cámara como se muestra en la figura 13.

Figura 13

Configuración de la cámara.

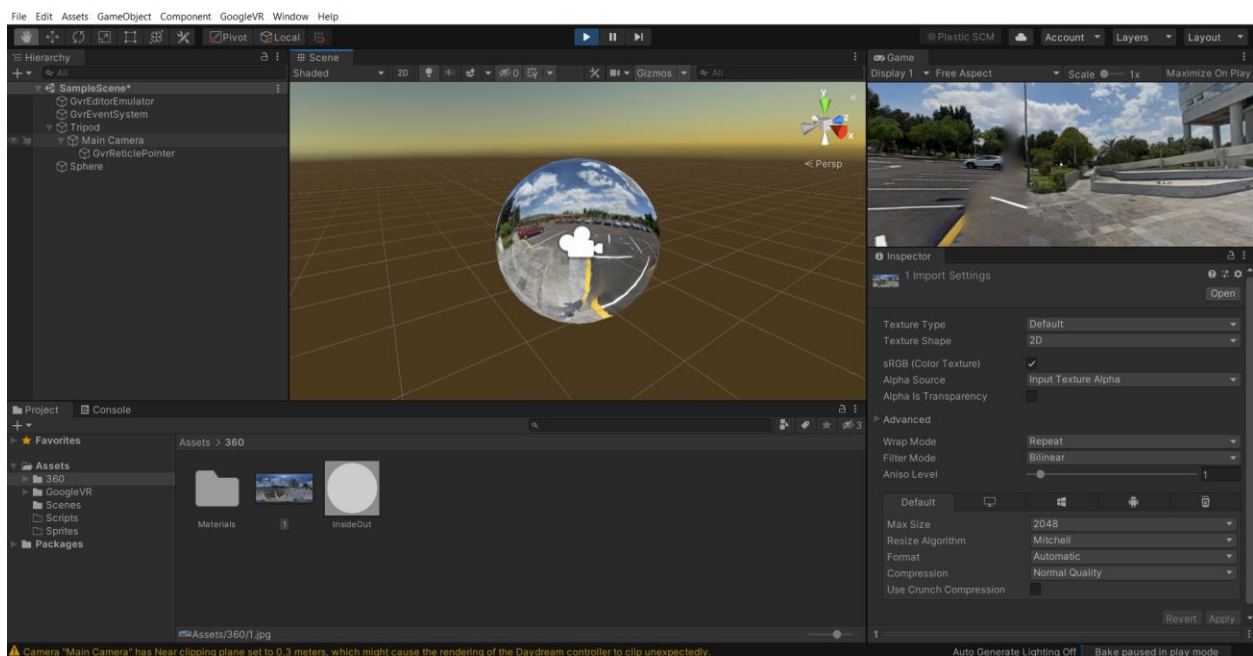


Nota. Esta figura muestra la configuración de la cámara, la cual representa la vista que tendrá el usuario dentro del recorrido virtual.

A continuación, se crea un objeto en el que se mostrara las panorámicas de cada PI, para lo cual se crea un objeto de tipo *Sphere*, se utiliza el material *Insideout*, el cual deja listo al objeto para recibir las panorámicas de los PI, para finalizar se carga la panorámica correspondiente y se configura la calidad de la imagen para que esta sea la óptima, como se muestra en la figura 14.

Figura 14

Creación de PI - 02.

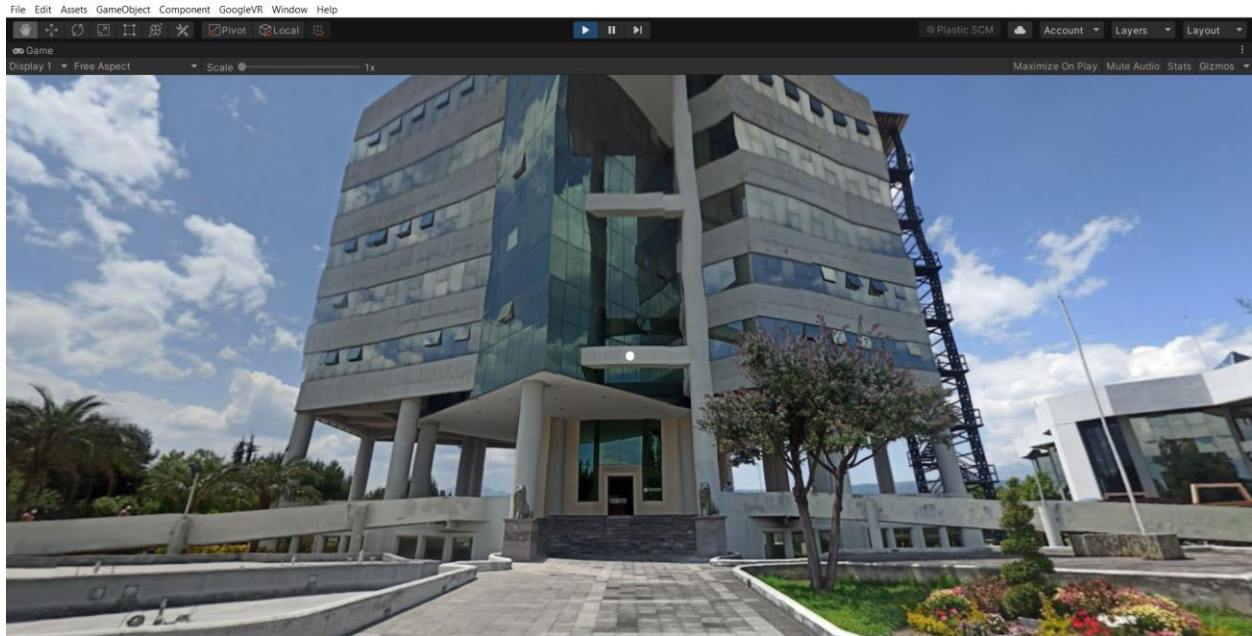


Nota. Esta figura muestra la creación de un PI utilizando un objeto de tipo *Sphere* en el cual se integra la cámara y se carga la panorámica generada.

De igual manera se puede visualizar el resultado al dar clic en el icono de play como se muestra en la figura 15.

Figura 15

PI – 02 final.



Nota. Esta figura muestra el resultado final del proceso de creación de un PI como se puede apreciar se visualiza la panorámica creada dentro del recorrido.

A continuación, se colocan los elementos que permiten la navegación dentro del recorrido, estos elementos corresponden a opciones que permitan a los usuarios avanzar, retroceder y regresar a la vista aérea como se muestran en la figura 16.

Figura 16

Integración de elementos de navegación.



Nota. Esta figura muestra cómo se integran elementos que ayudaran al usuario con la navegación dentro del recorrido.

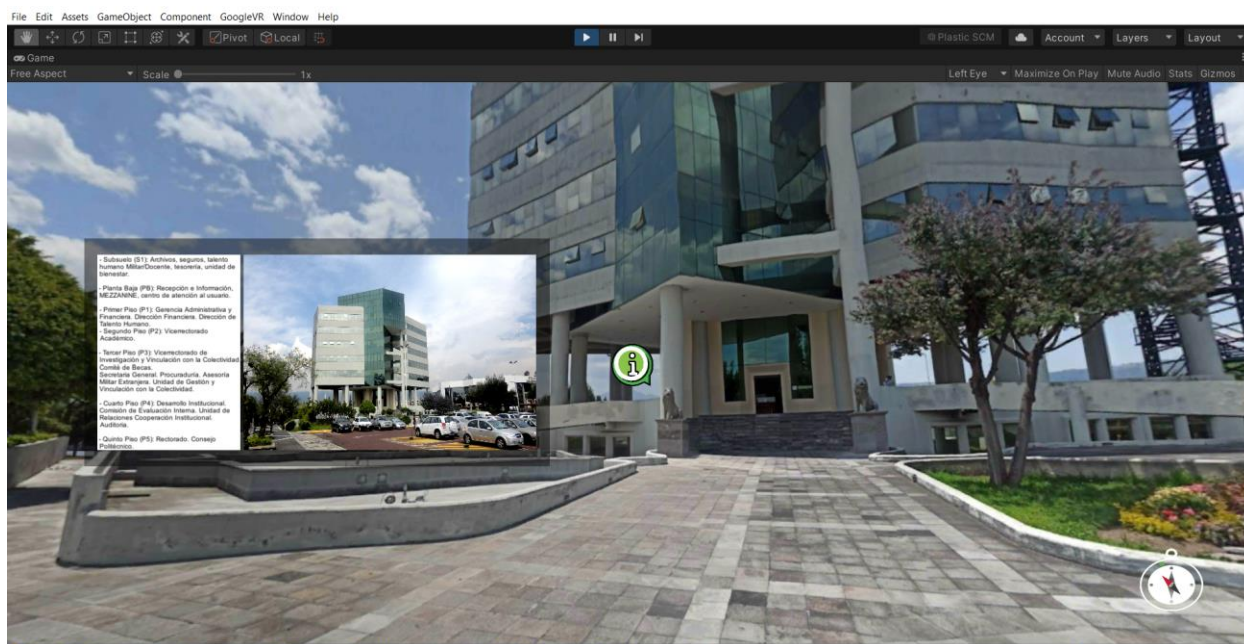
Integraciones adicionales

En cuanto a las integraciones adicionales, se han incluido elementos complementarios en forma de modelos 3D que no existen físicamente en las instalaciones de la universidad. Estos elementos se presentan como carteles informativos que indican el nombre de cada ubicación y proporcionan opciones para acceder directamente a otros lugares dentro del recorrido virtual. Además, estos carteles también ofrecen información adicional sobre áreas cercanas a cada punto de interés, lo que permite a los usuarios ampliar su conocimiento sobre el campus universitario.

Estos modelos 3D de carteles tienen una doble función. En primer lugar, actúan como señalizaciones virtuales que identifican y destacan cada lugar relevante del recorrido. Esto ayuda a los visitantes a orientarse y a conocer exactamente dónde se encuentran en el campus virtual en cada momento. En segundo lugar, estos carteles virtuales proporcionan opciones interactivas para los usuarios. Al acercarse a uno de ellos, el visitante puede hacer clic para obtener más información sobre la ubicación actual o sobre áreas cercanas. Por ejemplo, si el usuario se encuentra en la zona de la biblioteca, al interactuar con el cartel virtual, podría recibir información sobre los servicios que ofrece la biblioteca, como se muestra en la figura 17, además, ver qué otros lugares de interés se encuentran en las cercanías, como la cafetería o el edificio administrativo.

Figura 17

Punto de información de un PI.

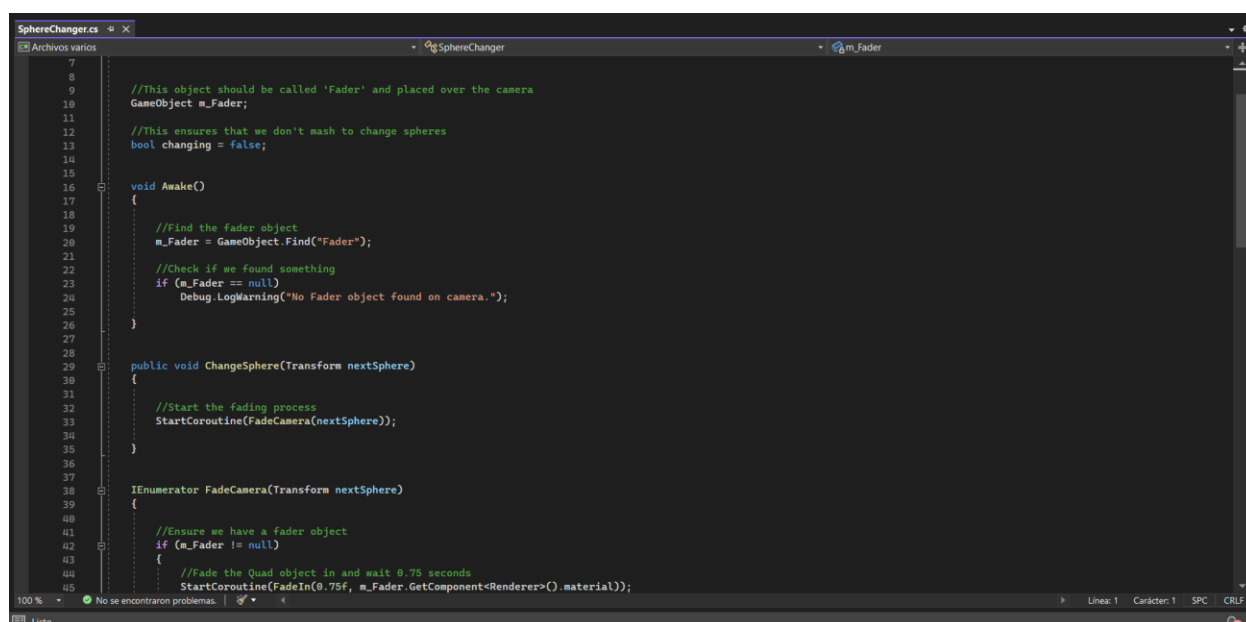


Nota. Esta figura muestra la integración de elementos 3D que no existen en la vida real, estos elementos proporcionan información adicional al usuario y crean una experiencia más inmersiva.

Estas integraciones adicionales enriquecen la experiencia del recorrido virtual al brindar una mayor contextualización y detalles sobre cada punto de interés. Al permitir que los usuarios accedan a información más detallada sobre el entorno circundante, se logra una experiencia más inmersiva y enriquecedora al explorar el campus universitario de manera virtual. El comportamiento de estos elementos se describe dentro de archivo script como se muestra en la figura 18.

Figura 18

Comportamiento de elementos adicionales.



```

7
8
9 //This object should be called 'Fader' and placed over the camera
10 GameObject m_Fader;
11
12 //This ensures that we don't mash to change spheres
13 bool changing = false;
14
15
16 void Awake()
17 {
18
19     //Find the fader object
20     m_Fader = GameObject.Find("Fader");
21
22     //Check if we found something
23     if (m_Fader == null)
24         Debug.LogWarning("No Fader object found on camera.");
25 }
26
27
28 public void ChangeSphere(Transform nextSphere)
29 {
30
31     //Start the fading process
32     StartCoroutine(FadeCamera(nextSphere));
33 }
34
35
36
37
38 IEnumerator FadeCamera(Transform nextSphere)
39 {
40
41     //Ensure we have a fader object
42     if (m_Fader != null)
43     {
44         //Fade the Quad object in and wait 0.75 seconds
45         StartCoroutine(FadeIn(0.75f, m_Fader.GetComponent<Renderer>().material));
46     }
47 }
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Nota. Esta figura muestra un script de C# en el cual se configura el comportamiento que tendrá los elementos dentro del recorrido.

Pruebas

Para la etapa final se realiza pruebas para verificar que la carga de las panorámicas se realice correctamente, que los escenarios muestren una imagen de alta calidad, que los elementos adicionales se muestren correctamente y se comporten de la manera adecuada cuando el usuario interactúe con los mismos. Estas pruebas son fundamentales para asegurar que el recorrido virtual proporcione una

experiencia inmersiva y satisfactoria para los usuarios. De esta manera se finaliza el ciclo RAD dentro del PI – 02, para continuar con el desarrollo se realiza el ciclo descrito para cada PI y PE identificados, dando como resultado final una representación virtual del campus universitario como se muestra en la figura 19.

Figura 19

Campus virtual.



Nota. Esta figura muestra una representación 360 del campus universitario, esta representación consta de todos los PI identificados y de los PE que ayudan a la movilización de un PI a otro.

Una vez que el proyecto ha alcanzado un estado de estabilidad adecuado para su implementación, se procede a la fase de exportación, que engloba una serie de pasos cruciales para hacer accesible la experiencia virtual creada. La fase de Build implica compilar el proyecto en una forma ejecutable y funcional. En este contexto, se emplean tres enfoques distintos para adaptar el contenido a diferentes plataformas: PC, Android y web. En la presente ocasión, se opta por la plataforma web, ya que esta

ofrece una vía óptima para garantizar el acceso y la experiencia de recorrido virtual desde navegadores web estándar.

La elección de la plataforma web es motivada por su amplia disponibilidad y facilidad de acceso, lo que facilita la distribución y el uso de la experiencia virtual por parte de un público diverso. Una vez que el proyecto ha sido construido en el formato adecuado para la plataforma web, se procede a la etapa de compresión. El contenido generado y adaptado se empaqueta en un archivo comprimido en formato zip. Esta compresión no solo facilita el proceso de transferencia y distribución, sino que también contribuye a la eficiencia en la carga y el acceso al recorrido virtual a través de la web.

Despliegue

Como una fase crucial para garantizar la accesibilidad y la entrega óptima del proyecto desarrollado, se procede a seleccionar y configurar un servidor adecuado. En este contexto, se elige un host que ofrezca compatibilidad y rendimiento óptimo con proyectos desarrollados en Unity. En esta ocasión, el host elegido es itch.io, una plataforma con una afinidad innegable hacia el desarrollo de videojuegos y experiencias interactivas, dada su naturaleza como plataforma destinada a la creación y distribución de videojuegos, itch.io se presenta como un entorno propicio para alojar y presentar el recorrido virtual desarrollado en Unity.

La elección de este servidor se fundamenta en su integración sólida con Unity, lo que facilita la implementación y puesta en marcha del proyecto sin problemas de incompatibilidad. itch.io proporciona las herramientas necesarias para alojar y ofrecer la experiencia virtual en una plataforma amigable y bien adaptada a las necesidades de los usuarios finales.

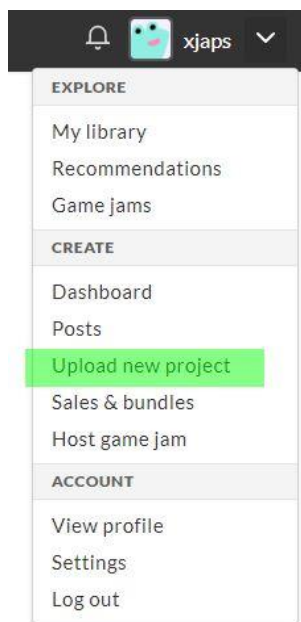
Esta elección estratégica no solo garantiza la fluidez en la distribución del recorrido virtual, sino que también aprovecha la infraestructura y el conocimiento técnico de itch.io para optimizar la experiencia de los usuarios y asegurar un rendimiento satisfactorio.

En resumen, la elección y configuración del servidor adecuado es esencial para asegurar la entrega y la accesibilidad exitosa del proyecto. La selección de itch.io, en particular, responde a su compatibilidad clara con Unity y su orientación hacia el desarrollo de videojuegos, lo que potencia la calidad y el alcance de la experiencia virtual creada.

La etapa de carga en el servidor es fundamental para hacer accesible el proyecto a un público más amplio. Este proceso se inicia mediante la creación de una cuenta en la plataforma itch.io. Una vez creada la cuenta, se procede a subir el proyecto desarrollado, siguiendo un procedimiento sencillo como se muestra en la figura 20.

Figura 20

Carga del proyecto.



Nota. Esta figura muestra el proceso de carga del proyecto de Unity en la plataforma itchi.io.

La subida del proyecto implica empaquetar previamente el contenido en un archivo con formato zip, asegurándose de que no exceda el tamaño máximo permitido, que en este caso es de 1 GB. Este archivo comprimido contiene todos los elementos esenciales del proyecto, lo que incluye las imágenes, los recursos y el software necesario para que la experiencia funcione correctamente mostrada en la figura 21.

Figura 21

Carga del proyecto.

Uploads

Upload a ZIP file containing your game. There must be an `index.html` file in the ZIP. Or upload a `.html` file that contains your entire game. [Learn more](#) →

Any additional files you upload will be made available for download. You can apply a minimum price to the project after uploading additional downloadable files.

TIP Use *butler* to upload game files: it only uploads what's changed, generates patches for the *itch.io* app, and you can automate it. [Get started!](#)

[Upload files](#) or [Choose from Dropbox](#) [Add External file](#) ?

File size limit: 1 GB. [Contact us](#) if you need more space

Embed options

How should your project be run in your page?

[Embed in page](#) [Manually set size](#)

Viewport dimensions

Width px × Height px

Frame options

- Mobile friendly — Your project can run on mobile phones (smaller resolution and touch support)
- Automatically start on page load — Not recommended for Unity games, since they can lag the browser when loading
- Fullscreen button — Add a button to the bottom right corner of your embed to make it fullscreen
- Enable scrollbars — Enable scrollbars in the `iframe` that contains your project
- SharedArrayBuffer support — (Experimental) This may break parts of the page or your project. Only enable if you know you need it. [Learn more](#)

Nota. Esta figura muestra el proceso de configuración para cargar el proyecto.

Una vez completado el proceso de carga, el proyecto queda guardado en el servidor. En esta fase, se inicia el despliegue de una dirección de dominio específica por parte de la plataforma itch.io. Este dominio se convierte en la puerta de acceso público al proyecto y permite a los usuarios acceder y explorar la experiencia virtual desde cualquier lugar con conexión a internet.

La asignación de un dominio público brinda la posibilidad de compartir el proyecto de manera amplia y sencilla, permitiendo que los usuarios accedan a la experiencia sin restricciones. La accesibilidad y la visibilidad pública son esenciales para lograr que la creación virtual tenga un impacto significativo y alcance a su audiencia prevista como se muestra en la figura 22.

Figura 22

Asignación de dominio.

Create a new project

You don't have payment configured. If you set a minimum price above 0 no one will be able to download your project. [Edit account](#)

Make sure everyone can find your page
Review our [quality guidelines](#) before posting your project

Title

Project URL

Short description or tagline
Shown when we link to your project. Avoid duplicating your project's title

Classification
What are you uploading?
Games — A piece of software you can play

Kind of project
Downloadable — You only have files to be downloaded

TIP You can add additional downloadable files for any of the types above

Release status
Released — Project is complete, but might receive some updates

Upload Cover Image

The cover image is used whenever itch.io wants to link to your project from another part of the site. Required (Minimum: 315x250, Recommended: 630x500)

Gameplay video or trailer
Provide a link to YouTube or Vimeo.

Screenshots
Screenshots will appear on your game's page. Optional but highly recommended. Upload 3 to 5 for best results.
Add screenshots

Nota. Esta figura muestra el proceso de asignación de un dominio para que el proyecto pueda ser accesible a los usuarios.

En resumen, la carga en el servidor es un paso esencial para hacer que el proyecto sea accesible en línea. El proceso implica la creación de una cuenta en la plataforma itch.io, la subida del proyecto en formato zip dentro de los límites de tamaño establecidos y la generación de un dominio público para que los usuarios puedan acceder al recorrido virtual de manera conveniente y pública.

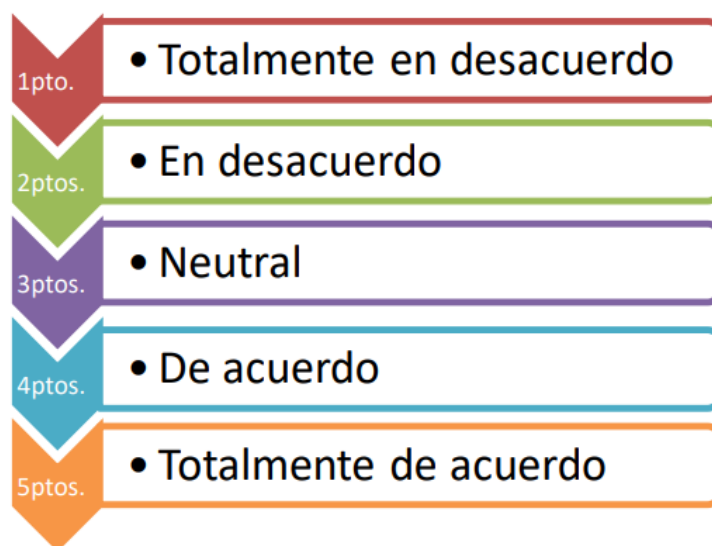
Capítulo IV

Resultados y Discusión

Una vez concluida la etapa de desarrollo de manera exitosa, obteniendo como resultado un recorrido virtual del campus universitario el mismo que se implementa dentro de un servidor con url <https://xjaps.itch.io/espe360v1>, donde los usuarios pueden hacer uso y calificarlo mediante la aplicación de un test SUS para poder obtener un nivel de aceptación del recorrido siguiendo la escala numérica del puntaje SUS que se muestra en la figura 23.

Figura 23

Escala del puntaje SUS.



Nota. Esta figura muestra la escala del puntaje de un test SUS, el cual va de 1 a 5 puntos.

Como se ve en la figura se utilizará una escala de 1 a 5 puntos, siendo 1 el valor mínimo y 5 el valor máximo, las preguntas utilizadas para el desarrollo del test se enfocan en medir la percepción de los usuarios sobre la utilidad, eficacia y satisfacción general del recorrido virtual. estas preguntas

proporcionan información esencial para identificar áreas de mejora, optimizar la aplicación y garantizar una experiencia positiva y efectiva para los usuarios, las preguntas utilizadas son una modificación de las preguntas estándar del test y se describen en la tabla 9.

Tabla 9

Preguntas del test SUS.

Pregunta	Descripción
Creo que me gustaría utilizar este recorrido virtual del campus universitario con frecuencia	Evaluación de la atracción y el interés que genera el recorrido virtual.
Encontré el recorrido virtual innecesariamente complejo.	Evaluación de la complejidad percibida del recorrido virtual.
Creo que el recorrido virtual del campus universitario es fácil de usar	Evaluación de la facilidad de uso percibida del recorrido virtual.
Creo que necesitaría el apoyo de una persona con conocimientos técnicos para poder usar este recorrido virtual	Evaluación de la independencia del usuario en la interacción con el recorrido virtual.
Encontré las diferentes funciones del recorrido virtual del campus universitario muy bien integradas.	Evaluación de la coherencia y fluidez de las funciones en el recorrido virtual.
Creo que el recorrido virtual del campus universitario es demasiado inconsistente.	Evaluación de la consistencia percibida en el diseño y la experiencia del recorrido virtual.
Imagino que la mayoría de las personas aprendería a usar este recorrido virtual del campus universitario muy rápidamente.	Evaluación de la facilidad de aprendizaje percibida del recorrido virtual.
Encontré el recorrido virtual del campus universitario muy torpe de usar.	Evaluación de la fluidez y la comodidad percibida al usar el recorrido virtual.
Me siento seguro usando el recorrido virtual del campus universitario.	Evaluación del nivel de confianza que el usuario experimenta al utilizar el recorrido virtual.
Necesité aprender muchas cosas antes de poder empezar a usar el recorrido virtual del campus universitario.	Evaluación de la curva de aprendizaje percibida en la interacción con el recorrido virtual.

Nota. Esta tabla muestra las preguntas del Test SUS. En primer lugar, se muestra las preguntas que integran un test SUS, estas preguntas han sido modificadas para que se ajusten al caso de estudio, a continuación, se muestra una pequeña descripción de cada pregunta.

Para el cálculo SUS se aplicará las fórmulas siguientes:

$$\text{Suma de preguntas impares} \quad X = \sum_{i=1,3,5,7,9}^{10} \text{Pregunta}_i$$

$$\text{Suma de preguntas pares} \quad Y = \sum_{i=2,4,6,8,10}^{10} \text{Pregunta}_i$$

$$X_0 = X - 5$$

$$Y_0 = 25 - Y$$

$$SUS = (X + Y) * 2,5$$

Resultados

Para aplicar el test SUS se recomienda partir de un grupo base de 5 participantes, para medir la usabilidad del recorrido se formaron 2 grupos de 5 participantes cada uno, el primer grupo se conformó con estudiantes de la universidad y el segundo grupo se conformó con personas externas a la universidad, los resultados del test se muestran en la figura 24.

Figura 24

Resultados del test de usabilidad

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Participante	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	X	Y	Xo	Yo	SUS	
2	1	4	2	5	1	4	1	4	2	5	1	22	7	17	18	87,5	
3	2	4	2	4	1	5	2	4	2	5	1	22	8	17	17	85	
4	3	5	1	4	2	4	2	4	2	5	1	22	8	17	17	85	
5	4	4	2	4	1	5	2	5	1	5	1	23	7	18	18	90	
6	5	5	2	4	2	4	1	5	2	5	1	23	8	18	17	87,5	
7	6	4	1	5	1	5	2	4	2	5	2	23	8	18	17	87,5	
8	7	3	2	4	2	4	1	5	1	5	2	21	8	16	17	82,5	
9	8	5	1	5	1	4	1	4	1	5	1	23	5	18	20	95	
10	9	4	2	4	1	5	1	5	1	5	1	23	6	18	19	92,5	
11	10	4	1	5	1	4	2	5	1	5	1	23	6	18	19	92,5	
12	11	3	3	5	2	4	1	5	2	5	1	22	9	17	16	82,5	
13	12	4	3	5	2	4	1	5	2	5	1	23	9	18	16	85	
14	13	4	2	4	1	5	1	5	2	5	1	23	7	18	18	90	
15	14	4	1	4	2	4	2	4	2	5	2	21	9	16	16	80	
16	15	3	1	4	2	5	1	5	1	5	1	22	6	17	19	90	
17	16	3	1	4	2	5	1	5	1	5	1	22	6	17	19	90	
18	17	4	2	5	2	3	1	4	2	5	2	21	9	16	16	80	
19	18	5	2	4	2	4	1	3	2	5	2	21	9	16	16	80	
20	19	4	2	4	1	5	1	4	1	5	2	22	7	17	18	87,5	
21	20	5	2	5	2	5	2	5	2	5	2	25	10	20	15	87,5	
22	21	5	1	4	1	5	2	4	1	5	2	23	7	18	18	90	
23	22	5	2	4	2	5	1	5	1	5	2	24	8	19	17	90	
24	23	3	1	4	2	5	1	5	1	5	2	22	7	17	18	87,5	
25	24	4	2	4	1	4	2	5	2	5	2	22	9	17	16	82,5	
26	25	4	2	5	2	4	1	4	1	5	2	22	8	17	17	85	
27	26	4	2	4	1	4	1	4	2	5	1	21	7	16	18	85	
28	27	5	2	5	1	4	2	5	2	5	2	24	9	19	16	87,5	
29	28	4	1	4	1	4	1	5	2	5	1	22	6	17	19	90	
30	29	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	23	5	18	20	95	
31	30	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	23	5	18	20	95	
32																	
																TOTAL SUS	87,5

Nota. Esta figura muestra los resultados del Test SUS, se puede apreciar las calificaciones y los porcentajes obtenidos de los 30 participantes del test.

Análisis de Datos

A continuación, se muestra el análisis y una interpretación de los resultados obtenidos del test.

Pregunta 1: Creo que me gustaría utilizar este recorrido virtual del campus universitario con frecuencia.

Interpretación: Un total de 5 participantes dieron una calificación de 3 equivalente a "Neutro" 7 mientras que 17 participantes dieron una calificación de 4 equivalente a "De acuerdo" y 8 participantes dieron una calificación de 5 equivalente a "Totalmente de acuerdo", lo que indica que utilizarían el recorrido virtual con frecuencia para familiarizarse con el campus.

Pregunta 2: Encontré el recorrido virtual innecesariamente complejo.

Interpretación: Un total de 12 participantes dieron una calificación de 1 equivalente a "Totalmente en desacuerdo" mientras 16 participantes dieron una calificación de 2 equivalente a "En desacuerdo" y 2 participantes dieron una calificación de 3 equivalente a "Neutro", lo que indicia que el recorrido no muestra mayor complejidad tanto para estudiantes como para personas externas.

Pregunta 3: Creo que el recorrido virtual del campus universitario es fácil de usar.

Interpretación: Un total de 18 participantes dieron una calificación de 4 equivalente a "De acuerdo" mientras que 12 participantes dieron una calificación de 5 equivalente a "Totalmente de acuerdo", lo que indica que el recorrido es una herramienta sencilla de usar tanto para estudiantes como para personas externas.

Pregunta 4: Creo que necesitaría el apoyo de una persona con conocimientos técnicos para poder usar este recorrido virtual.

Interpretación: Un total de 16 participantes dieron una calificación de 1 equivalente a "Totalmente en desacuerdo" mientras que 14 participantes dieron una calificación de 2 equivalente a "En desacuerdo", lo que indica que los participantes no sienten la necesidad de ayuda técnica para utilizar el recorrido virtual.

Pregunta 5: Encontré las diferentes funciones del recorrido virtual del campus universitario muy bien integradas.

Interpretación: Un total de 1 participante dio una calificación de 3 equivalente a "Neutral" mientras que 17 participantes dieron una calificación de 4 equivalente a "De acuerdo" y 12 participantes dieron una calificación de 5 equivalente a "Totalmente de acuerdo", lo que indicando que en general se percibe una buena integración de las funciones del recorrido virtual, ya que el diseño facilita la navegación y exploración.

Pregunta 6: Creo que el recorrido virtual del campus universitario es demasiado inconsistente.

Interpretación: Un total de 20 participantes dieron una calificación de 1 equivalente a "Totalmente en desacuerdo" mientras que 10 participantes dieron una calificación de 2 equivalente a "En desacuerdo", lo que indica que no consideran que el recorrido virtual sea inconsistente en su diseño y experiencia al usar los elementos dentro del mismo.

Pregunta 7: Imagino que la mayoría de las personas aprendería a usar este recorrido virtual del campus universitario muy rápidamente.

Interpretación: Un total de 1 participante dio una calificación de 3 equivalente a "Neutral", mientras que 11 participantes dieron una calificación de 4 equivalente a "De acuerdo" y 18 participantes dieron una calificación de 5 equivalente a "Totalmente de acuerdo", lo que indica que los participantes no requirieron mucho tiempo para aprender a usar el recorrido y señalan que no les llevo mucho tiempo aprender a usar el recorrido.

Pregunta 8: Encontré el recorrido virtual del campus universitario muy torpe de usar.

Interpretación: Un total de 14 participante dio una calificación de 1 equivalente a "Totalmente en desacuerdo" mientras que 16 participantes dieron una calificación de 2 equivalente a "En desacuerdo", lo que indica que en general no consideran que el recorrido sea torpe en su uso.

Pregunta 9: Me siento seguro usando el recorrido virtual del campus universitario.

Interpretación: Un total de 30 participantes dieron una calificación de 5 equivalente a "Totalmente de acuerdo", indicando que se sienten seguros al utilizar el recorrido ya que no se ven comprometidos físicamente ni involucran datos personales al hacer uso.

Pregunta 10: Necesité aprender muchas cosas antes de poder empezar a usar el recorrido virtual del campus universitario.

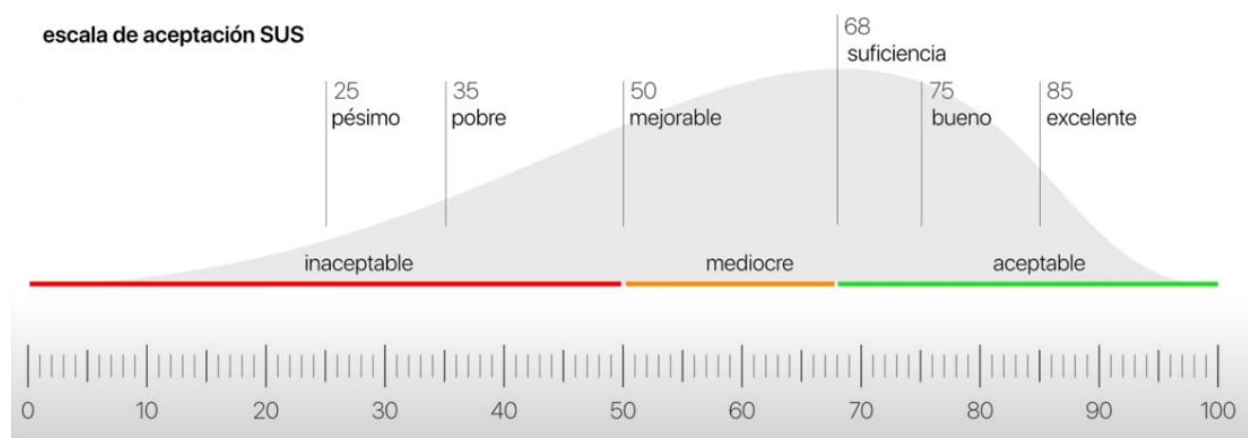
Interpretación: Un total de 17 participantes dieron una calificación de 1 equivalente a "Totalmente en desacuerdo" mientras que 13 participantes dieron una calificación de 2 equivalente a "En desacuerdo", lo que indica que los participantes no requirieron mayoy conocimiento para usar el recorrido virtual del campus.

Total SUS

Interpretación: Un total de 30 participantes realizaron el test del recorrido virtual, el grupo de participantes estaba integrado de estudiantes de la universidad y personas externas, los participantes que son estudiantes de la universidad encontraron el recorrido útil al momento de localizar lugares específicos como son los diferentes departamentos de la universidad, las aulas de los diferentes bloques, los laboratorios de las diferentes carreras como muestran los promedios del test SUS del son los más altos, por otro lado los participantes externos a la institución encontraron el recorrido como una herramienta más exploratoria del espacio físico de la universidad como muestran los promedios del test SUS si bien se encuentran dentro de un rango aceptable no son tan altos como los mostrados por los estudiantes. Finalmente, el total del test SUS general muestra un promedio de 87,5 si lo comparamos con la escala del test SUS mostrado en la figura 25, la herramienta desarrollada se encuentra dentro de un rango excelente y se presenta a los estudiantes como una ayuda al movilizarse por el campus universitario.

Figura 25

Escala SUS



Nota. Esta figura muestra la escala SUS, que es la forma de medir la usabilidad de una aplicación, como se aprecia se muestran 3 categorías principales.

Discusión

El análisis de los resultados obtenidos a través del Test SUS en relación con el recorrido virtual del campus matriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE brinda mayor información acerca de la percepción y la experiencia de los participantes en cuanto a la usabilidad de la herramienta. Esta evaluación basada en una calificación de 1 a 5, permite una comprensión detallada de los distintos aspectos que influyen en la facilidad de uso y la satisfacción del usuario.

En primer lugar, al examinar los resultados individuales, es evidente que la mayoría de los participantes otorgaron puntuaciones favorables en las diversas preguntas lo que indica una percepción general positiva sobre el recorrido. Es importante destacar que los resultados más altos se obtuvieron por parte de los estudiantes de la universidad. Esta tendencia indica una predisposición favorable hacia el uso continuo de la herramienta y sugiere que los usuarios consideran que la herramienta es útil para orientarse dentro del campus.

Sin embargo, vale la pena mencionar que los porcentajes más bajos fueron obtenidos por parte de los participantes externos a la universidad dando calificaciones más bajas en ciertas áreas. Aunque estas calificaciones, si bien están dentro de un rango aceptable, son indicadores que señalan oportunidades para mejorar la experiencia del usuario y mejorar la implementación de la herramienta.

En resumen, los resultados del Test SUS arrojan una perspectiva amplia sobre la percepción de los participantes respecto al recorrido. Aunque existe una tendencia positiva general en la usabilidad y satisfacción dando como resultado una herramienta útil, las variaciones en las calificaciones señalan que existen áreas de mejora en la búsqueda de una experiencia óptima para los usuarios tanto internos como externos.

Capítulo V

Conclusiones

El desarrollo de esta herramienta se llevó a cabo mediante un trabajo de investigación y desarrollo que tuvo como objetivo facilitar la orientación de los estudiantes nuevos en el campus de la UFA- ESPE. Para lograr este objetivo, se identificaron actividades clave que incluyeron la recopilación exhaustiva de imágenes y contenido multimedia relevantes para la experiencia, la creación de panorámicas que permitan crear una interfaz de usuario intuitiva y atractiva que facilite la navegación, la identificación de puntos claves y de interés para los estudiantes, el desarrollo del recorrido como tal utilizando la metodología RAD para entregar resultados óptimos dentro de un periodo de tiempo corto, y la integración de elementos adicionales que brinden información de las instalaciones del campus.

Se realizó un análisis de estudios primarios y se encontraron soluciones similares a nivel nacional e internacional. Se optó por utilizar la herramienta de desarrollo Unity 3D y se desarrolló un recorrido 360 debido a los recursos y tiempo disponibles. Se empleó una metodología RAD para agilizar el desarrollo de la solución. El recorrido virtual del campus de la UFA- ESPE es una herramienta que permite a los estudiantes nuevos conocer el campus, lo que les permite familiarizarse con el entorno y conocer los puntos clave y de interés antes de su llegada. Además, el recorrido virtual también puede ser utilizado por estudiantes actuales y personal de la institución para conocer mejor el campus y sus instalaciones.

La selección de Unity 3D como herramienta de desarrollo se debió a que es una de las más populares para aplicaciones interactivas, su facilidad de uso y a la gran cantidad de recursos disponibles en línea para su aprendizaje.

La implementación de la metodología RAD, caracterizada por ser rápida y flexible, lo que permitió al equipo de desarrollo entregar resultados funcionales dentro de un periodo de tiempo corto permitiendo una mayor retroalimentación y corrección de errores en etapas tempranas del proceso. Finalizando el proceso sometiendo a la aplicación a pruebas de usabilidad utilizando el Test SUS (System Usability Scale). Los resultados del Test SUS indican que la herramienta es útil y tiene una tendencia positiva en la usabilidad y satisfacción, aunque existen áreas de mejora para lograr una experiencia óptima para los usuarios tanto internos como externos. En resumen, el trabajo de investigación y desarrollo del recorrido virtual del campus de la UFA- ESPE demuestra que la implementación de un recorrido virtual puede ser una solución efectiva para facilitar la orientación de los estudiantes nuevos en el campus de la UFA- ESPE, también se puede pensar como una herramienta útil para dar a conocer la universidad.

Recomendaciones

- Implementar la metodología RAD puede ser de gran ayuda si un proyecto se ve limitado por el tiempo que tiene en desarrollarse, adicional es recomendable realizar una retroalimentación por lo menos una vez en cada fase del proyecto.
- La creación del recorrido presenta una fase fundamental denominada “*Captura de imágenes 360*”, en la que se tomaron fotografías de entornos físicos para generar el recorrido, se recomienda realizar la captura con equipos especializados para esta labor, como por ejemplo los lentes denominados *ojo de pez*, esto brinda una mayor calidad de las imágenes y disminuye considerablemente errores de superposición que pueda presentar la panorámica.

Bibliografía

- Argyriou, L., Economou, D., & Bouki, V. (2020). Design methodology for 360° immersive video applications: the case. *Personal and Ubiquitous Computing*, 843-859.
- Bandarsyah, D. (2021). Student Interest in Understanding European History Through the Museum Virtual Tour 360. *International Conference on Computer & Information Sciences (ICCOINS)*, 286-288.
- binti Azizo, A. S., bin Mohamed, F., Siang, C. V., & Isham Mat, M. I. (2020). Virtual Reality 360 UTM Campus Tour with Voice. *International Conference on Interactive Digital Media (ICIDM)*.
- Bockholt, N. (2017). *Realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta. y ¿qué significa "inmersión" realmente?*
- Bonilla Cadena, J. A. (2022). *Desarrollo de una plataforma web para recorridos virtuales 360 mediante la metodología RAD. Caso Grupo Inmobiliario Horizonte de la ciudad de Riobamba*. Riobamba.
- Calderón, J. S., Tumino, M. C., & Bournissen, J. M. (2020). Realidad virtual: impacto en el aprendizaje percibido de estudiantes de Ciencias de la Salud. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 65-82.
- Campaña, R. (2015). *El proceso de desarrollo rápido de aplicaciones (DRA) de software: Un aporte práctico en el Instituto Geográfico Militar*. Gestión de Investigación y Desarrollo, Insituto Geográfico Militar.
- Castro Aguas, W. (2016). *RECORRIDO VIRTUAL EN 3D PARA LA CASA -MUSEO ÁGUEDA GALLARDO DE VILLAMIZAR EN LA CIUDAD DE PAMPLONA N de S*.
- Galeas Andino, M. V. (2013). *Diseño del campus virtual de la ESFOT en 3d*. Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2013.

- García Nieva, O., González Luna, P., & Pimentel Arellano, J. (2022). Comparativa de características de software para la creación de recorridos virtuales 360 en Web. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 109-117.
- Guamán Rueda, A. J. (2022). *DESARROLLO DE UN RECORRIDO TURÍSTICO VIRTUAL(MÓVIL) PARA FOMENTAR EL CONSUMO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS DE CHAUPI ESTANCIA WINERY A TRAVÉS DEL USO DE UNITY 3D*. Ibarra.
- Huang, Z., Javaid, A., Devabhakt, V. K., Li, Y., & Yang, X. (2019). *Development of Cognitive Training Program With EEG Headset*. IEEE Access.
- Lacoche, J., Villain, E., & Foulonneau, A. (2022). *Evaluating Usability and User Experience of AR Applications in VR Simulation*. *Frontiers in Virtual Reality*.
- Lara, G., Santana, A., Lira, A., & Peña, A. (2019). El Desarrollo del Hardware para la Realidad Virtual. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 106-117.
- Levonis, S. M., Tauber, A. L., & Schweiker, S. S. (2020). *360° Virtual Laboratory Tour with Embedded Skills Videos*.
- Liang, A. W., Noorhaniza, W., & Gusman, T. (2021). Virtual Campus Tour Application through Markerless Augmented. *INTERNATIONAL JOURNAL*, 354-359.
- Luengas, L. A., Rincon López, D. A., & Galeano, K. J. (2010). Realidad virtual no inmersiva: instrumentos electrónicos de aplicación educativa. *Visión electrónica*, 4(1), 94-105.
- Luna Sosa, M. (2016). *Recorrido virtual para la observación del centro de convenciones*.
- Maines, C., & Tang, S. (2015). An Application of Game Technology to Virtual University Campus Tour and Interior. *International conference on developments of E-systems engineering*, 341-346.

- Medellín, H., González, G., Espinosa, R., Govea, E., & Lim, T. (2014). Desarrollo de Aplicaciones de Realidad Virtual y Sistemas Hápticos en Ingeniería,. *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología*.
- Miguélez Juan, B., Núñez Gómez, P., & Mañas Viniegra, L. (2019). *La Realidad Virtual Inmersiva como herramienta educativa para la transformación social : un estudio exploratorio sobre la percepción de los estudiantes en Educación Secundaria Postobligatoria*.
- Miguélez-Juan, B., Núñez, P., & Mañas-Viniegra, L. (2019). La Realidad Virtual Inmersiva como herramienta educativa para la transformación social: Un estudio exploratorio sobre la percepción de los estudiantes en Educación Secundaria Postobligatoria. *Aula abierta.*, 48(2), 157-166.
- Naranjo Herrera, S. A. (2019). *RECORRIDO VIRTUAL 3D PARA PROMOCIONAR EL CENTRO AGRÍCOLA DE RIOBAMBA*.
- Perdana, D., Irawan, A. I., & Munadi, R. (2019). Implementation of a Web Based Campus Virtual Tour for Introducing Telkom. *International Journal of Simulation—Systems, Science & Technology*, 1-6.
- Roldán González, C. S., Valarezo-Jaramillo, S., & Alvarado-Rodríguez, L. (2023). Pizarras digitales y realidad virtual para el aprendizaje de dibujo en Arquitectura. *Maskana*, 51-64.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. Morgan Kaufmann.
- Suwarno, & Murnaka, N. P. (2020). VIRTUAL CAMPUS TOUR (STUDENT PERCEPTION OF UNIVERSITY VIRTUAL ENVIRONMENT). *Critical Reviews*.
- Ulldemolins, A. (2010). *Recorridos virtuales*.

Verma, S., Warriar, L., Bolia, B., & Mehta, S. (2022). Past, present, and future of virtual tourism-a literature review. *International Journal of Information Management Data Insights*.

Wang, L., & Wang, L. (2019). Design and Implementation of Three-dimensional Virtual Tour Guide Training System Based on Unity3D. *International Conference on Communications, Information System and Computer Engineering (CISCE)*, 203-205.

Apéndices