

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID CON REALIDAD
AUMENTADA COMO APOYO A LA DIFUSIÓN DE ATRACTIVOS TURÍSTICOS
DEL CANTÓN URQUQUÍ**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas
Computacionales**

AUTOR:

Pablo Samuel Morales Perugachi

DIRECTOR:

MSc. Fausto Alberto Salazar Fierro

Ibarra, 2024



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100300507-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PABLO SAMUEL MORALES PERUGACHI		
DIRECCIÓN:	URCUQUÍ, BARRIO LA RECOLETA		
EMAIL:	psmorales@utn.edu.ec pablo3sps@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062 939 061	TELÉFONO MÓVIL:	0960177118
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID CON REALIDAD AUMENTADA COMO APOYO A LA DIFUSIÓN DE ATRACTIVOS TURÍSTICOS DEL CANTÓN URCUQUÍ		
AUTOR:	PABLO SAMJUEL MORALES PERUGACHI		
FECHA:	12/08/2024		
PROGRAMA:	PREGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES		
ASESOR /DIRECTOR:	MSC. FAUSTO ALBERTO SALAZAR FIERRO		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de agosto de 2024

EL AUTOR:



Pablo Samuel Morales Perugachi

CI. 1003005079



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

Ibarra, 08 de agosto del 2024

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Por medio del presente, yo MSc. Fausto Alberto Salazar Fierro, certifico que la Sr. Pablo Samuel Morales Perugachi, portadora de la cédula de identidad Nro. 100300507-9. Ha trabajado en el desarrollo del proyecto de trabajo de grado denominado “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL ANDROID CON REALIDAD AUMENTADA COMO APOYO A LA DIFUSIÓN DE ATRACTIVOS TURÍSTICOS DEL CANTÓN URCUQUÍ”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Sistemas Computacionales, lo cual ha realizado en su totalidad con responsabilidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,

Ing. Fausto Alberto Salazar Fierro MSc

TUTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mis padres Samuel e Isabel, que son el pilar importante de mi vida, ya que con sus recomendaciones que día tras día, supieron darme fuerza y encaminarme por el camino del bien, para poder cumplir mis objetivos tanto personales como académicos.

A mis hermanos Lilian y Wilson por estar siempre presentes en mi vida ayudándome de una u otra forma para poder cumplir con mis metas y poder salir adelante. Además de ser consejeros para tomar decisiones correctas en esta etapa de mi vida.

A Nelly Sánchez por su apoyo y acompañamiento en la conclusión de este proceso educativo, por darme la confianza, amor y comprensión necesarios para llevar a cabo diariamente de manera superándome y alcanzar la excelencia en la profesión.

Algunos amigos, compañeros y resto de mi familia estuvieron dándome aliento para continuar adelante.

Pablo Samuel Morales Perugachi

AGRADECIMIENTO

Agradecer primeramente a Dios quien ha permitido llegar a culminar este proceso, el sacrificio es grande, pero gracias a al señor que me dio la fuerza necesaria para continuar y lograr con esta meta.

Agradecer de manera especial al MSc. Fausto Salazar como tutor y MSc. Carpio Pineda en calidad de asesor, quienes aportaron sus conocimientos para ayudarme a culminar este proyecto de tesis.

A todos mis maestros por los conocimientos que compartieron en esta etapa académica de mi vida para mejorar como profesional.

A mis amigos, compañeros y familiares que me brindaron su amistad y me dieron la mano cuando lo necesitaba para poder aprender nuevas cosas y llenar algunos vacíos.

Pablo Samuel Morales Perugachi

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN	21
Antecedentes	21
Situación Actual:	22
Problema	22
Prospectiva:	24
Objetivos:	24
Objetivo general:	24
Objetivos específicos:.....	24
Justificación	25
Alcance	27
Capítulo 1	29
1. Marco Teórico	29
1.1 Aplicaciones Móviles	29
1.1.1 Definiciones	29

1.1.2	Tipos de aplicaciones.....	29
1.1.3	Sistemas Operativos para Móviles	30
1.2	Realidad Aumentada (RA).....	34
1.2.1	Origen.....	34
1.2.2	Definiciones	34
1.2.3	Clasificación de los sistemas con RA.....	35
1.2.4	Niveles de Realidad Aumentada.....	37
1.2.5	Elementos necesarios para RA.....	37
1.3	Herramientas de investigación y desarrollo	40
1.3.1	Unity	40
1.3.2	Vuforia	41
1.3.3	Agisoft Metashepe	41
1.3.4	Dronelink.....	42
1.4	Metodología de desarrollo XP	43
1.4.1	Definición	43
1.4.2	Objetivos	43
1.4.3	Fases de la metodología y ciclo de vida.....	44
1.4.4	Roles de la metodología XP	46
1.4.4	Valores	47
1.4.5	Variables	47
Capítulo 2	48
2.	Desarrollo del Proyecto	48
2.1	Planificación.....	48

2.1.1 Rol del equipo de trabajo	48
2.1.2 El presupuesto para el proyecto.....	49
2.1.3 Módulos para el proyecto.....	50
2.1.4 Historias de usuario (HU).....	51
2.1.5 Planificación por interacciones	57
2.1.6 Tareas por interacción	58
2.1.7 Velocidad del proyecto	64
2.2 Diseño.....	65
2.2.1 Arquitectura del proyecto	65
2.2.2 Actores	66
2.2.3 Diagrama de caso de uso	67
2.2.4 Prototipo de la aplicación móvil.....	74
2.3 Codificación	79
2.3.1 Requerimientos de desarrollo.....	79
2.3.2 Desarrollo de módulo de autenticación	81
2.3.3 Desarrollo del módulo de marcadores	83
2.3.4 Desarrollo del módulo de web services	84
2.3.5 Desarrollo del módulo plataforma web de administración.....	85
2.3.6 Desarrollo de RA	86
2.3.7 Creación de modelos 3D Fotogramétricos	87
2.3.8 Desarrollo de aplicación en Unity.....	90
2.3.9 Desarrollo de una aplicación para la web	96
2.4 Pruebas.....	98

2.4.1 Cambio de rol de usuario	98
2.4.2 CRUD de marcadores	99
2.4.3 CRUD de la galería.....	100
2.4.4 CRUD del cuestionario	100
2.4.5 Registro de usuario.....	101
2.4.5 Inicio de sesión	102
2.4.6 Descarga de marcadores.....	102
2.4.7 Editar cuenta	103
2.4.8 Visualización de los marcadores 3D	104
2.4.9 Visualización de la galería	104
2.4.10 Pruebas unitarias específicas	107
Capítulo 3	110
3 Resultados	110
3.1 Verificación de resultados	110
3.1.1 Modelo de Calidad ISO/IEC 25010	110
3.1.2. Evaluación del modelo de calidad de uso	113
3.1.3 Característica: De Satisfacción	113
3.1.4 Resultado de Evaluación	115
3.2 Interpretación de resultados	116
3.3 Análisis de impacto	117
3.3.1. Impacto ambiental	118
3.3.2 Impactos social	119
3.3.3. Impacto Tecnológico.....	120

CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES	123
BIBLIOGRAFÍA.....	125
ANEXO 1	128
Creación de una misión de vuelo con Dronelink y el Dron Mavic 2 Pro	128
ANEXO 2	132
Tabulación de la Encuesta de Satisfacción SUS.	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Planteamiento del problema	23
Figura 2 Arquitectura del proyecto	28
Figura 3 Sistema Operativo Android.....	31
Figura 4 Sistema operativo IOS.....	32
Figura 5 Sistema operativo LineageOs.....	33
Figura 6 Superposición de imagen sobre un marcador predefinido	36
Figura 7 Marcadores de RA.....	38
Figura 8 Reconocimiento de objetos con RA.	39
Figura 9 Unity logo.....	40
Figura 10 Vuforia logo	41
Figura 11 Logo Agisoft Metashape	42
Figura 12 Logo de Dronelink.....	42
Figura 13 Fases de la metodología XP	45
Figura 14 Arquitectura del Proyecto.....	66
Figura 15 Diagrama de caso de uso, Ingresar al Sistema	67
Figura 16 Diagrama de caso de uso, Formulario CRUD.....	69
Figura 17 Diagrama de caso de uso, Ingreso a la App.	70
Figura 18 Diagrama de caso de uso, Visualización de marcadores.....	72
Figura 19 Diagrama de caso de uso, Visualización de galería	73
Figura 20 Prototipo Pantalla inicio Login.....	74
Figura 21 Pantalla Registro de Usuarios.....	75
Figura 22 Pantalla de secciones de la aplicación.....	76

Figura 23 Pantalla de Descarga de marcadores	76
Figura 24 Pantalla de Realidad aumentada.....	77
Figura 25 Pantalla de Galería.....	78
Figura 26 Pantalla de edición usuario.....	78
Figura 27 Código del Backend, estructura y organización.....	80
Figura 28 Código del Frontend, estructura y organización	81
Figura 29 Método para autenticarse a través de Json Web Token.....	82
Figura 30 Archivo de control de acceso a los diferentes recursos del sistema.....	83
Figura 31 Código para la administración de los marcadores.....	84
Figura 32 Estructura y organización del web services	84
Figura 33 Código fuente del web services Galería.....	85
Figura 34 Código fuente del web services Galería	86
Figura 35 TargetManager permite administrar los objetos virtuales en objetos físicos.	87
Figura 36 Carga de imágenes en Agisoft.....	88
Figura 37 Alineación de imágenes.....	88
Figura 38 Alineación de puntos.	89
Figura 39 Construcción del modelo.....	89
Figura 40 Exportación del modelo.....	90
Figura 41 Creación de escena	91
Figura 42 Creación de los marcadores.....	91
Figura 43 Nomenclatura de los marcadores	92
Figura 44 Configuración del marcador.....	92
Figura 45 Visualización del Image Target en escena.	93

Figura 46 Asignación del modelo 3D al marcador.....	93
Figura 47 Creación de interfaz con Unity UI Toolkit.....	94
Figura 48 Creación de interfaz con Unity UI Toolkit, login	94
Figura 49 Creación de interfaz con Unity UI Toolkit, opción menú.....	95
Figura 50 Marcadores visualizados.	95
Figura 51 Menú principal de la plataforma de administración.....	96
Figura 52 Administración de marcadores.....	97
Figura 53 Administración de galería	97
Figura 54 Cambio de rol de usuario.....	99
Figura 55 CRUD de los marcadores	99
Figura 56 CRUD de la galería.	100
Figura 57 CRUD del cuestionario	101
Figura 58 Registro de usuario.....	101
Figura 59 Fig.57: Inicio de sesión del usuario.....	102
Figura 60 Descarga de marcadores.....	103
Figura 61 Editar Cuenta.....	103
Figura 62 Visualización de marcadores 3D.....	104
Figura 63 Visualización de la galería.	105
Figura 64 Test de registro	107
Figura 65 Test autenticación inicio de sesión.....	108
Figura 66 Fig.60: Test de validación de identidad.....	108
Figura 67 Test servicio web.....	109
Figura 68 Tipos de software	110

Figura 69 Característica y subcaracterística de calidad	111
Figura 70 Resultados de evaluación de calidad uso	116
Figura 71 Niveles de puntuación	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Atractivos Turísticos del Cantón Urcuquí	27
Tabla 2 Aspectos de la metodología XP	44
Tabla 3 Rol del equipo de trabajo	48
Tabla 4 Presupuesto para el proyecto	49
Tabla 5 Módulos del proyecto	50
Tabla 6 Valores de los puntos estimados	52
Tabla 7 Autenticación del usuario	52
Tabla 8 Historia de usuario Marcadores	53
Tabla 9 Historia de usuario Servicio de Galería	53
Tabla 10 Historia de usuario Servicio de Galería	54
Tabla 11 Historia de usuario Interfaz de administración	55
Tabla 12 Historia de usuario Unity Web Request.....	55
Tabla 13 Historia de usuario Gui Manager	56
Tabla 14 Historia de usuario Target Manager	56
Tabla 15 Historia de usuario Vuforia Behaviour.	57
Tabla 16 Planificación por interacciones.	58
Tabla 17 Tarea Nro. 1.1 Autenticación de Usuarios (Filtro)	58
Tabla 18 Tarea Nro. 2.1 Crud Servicio de Marcadores	59
Tabla 19 Tarea Nro. 2.2 Visualización de los marcadores en App.....	59
Tabla 20 Tarea Nro. 3.1 Crud Servicio de Galería	60
Tabla 21 Visualización de la Galería en App	60
Tabla 22 Tarea Nro. 4.1 Servicio de Encuesta.....	61

Tabla 23 Tarea Nro. 5.1 Diseño web con React	61
Tabla 24 Tarea Nro. 5.2 Consumo de Apis desde la interfaz web.....	61
Tabla 25 Tarea Nro. 6.1 Unity Web Request.....	62
Tabla 26 Tarea Nro. 7.1 GUI Manager.....	62
Tabla 27 Tarea Nro. 8.1 Target Manager.....	63
Tabla 28 Tarea Nro. 9.1 Vuforia Behaviour	63
Tabla 29 Velocidad del proyecto	64
Tabla 30 Actores del proyecto.	66
Tabla 31 Caso de uso número 1, ingresar al sistema	68
Tabla 32 Caso de uso número 2, formulario CRUD.....	69
Tabla 33 Caso de uso número 3, ingreso a la App.....	71
Tabla 34 Caso de uso número 4, visualización de marcadores.....	72
Tabla 35 Caso de uso número 5, visualización de galerías.....	73
Tabla 36 Resumen de pruebas	105
Tabla 37 Escala de Likert.....	112
Tabla 38 Encuesta SUS.....	112
Tabla 39 Resultados de encuesta SUS	113
Tabla 40 Métrica Utilidad.....	114
Tabla 41 Métrica de confianza.....	114
Tabla 42 Métrica de comodidad.....	115
Tabla 43 Resultado de evaluación	116
Tabla 44 Niveles de impacto.....	118
Tabla 45 Impacto ambiental.....	118

Tabla 46 Impacto Social	119
Tabla 47 Impacto tecnológico.....	120

RESUMEN

En este trabajo se detalla el desarrollo de una aplicación móvil para Android que utiliza realidad aumentada con el fin de promocionar atractivos turísticos. Se detalla el proceso de desarrollo y las herramientas utilizadas, como Unity y Vuforia. El propósito es proporcionar a los usuarios una experiencia interactiva e inmersiva para descubrir los sitios turísticos del cantón Urcuquí.

Para llevar a cabo el proyecto actual, se ha organizado de la siguiente manera:

En la introducción, se abordó el problema mediante la presentación de antecedentes, la situación actual, la perspectiva futura y la formulación del problema. Además, se definieron los objetivos, se delimitó el alcance y se proporcionó la justificación del proyecto propuesto.

Capítulo uno, se ofrece una explicación concisa sobre las tecnologías, herramientas y metodologías utilizadas en el proyecto. También se describen los recursos técnicos y metodológicos que serán aplicados en este trabajo.

Capítulo dos: se menciona las fases de la metodología XP utilizadas en el desarrollo de la aplicación móvil, destacando el uso de Unity para su creación y de Vuforia para la integración de objetos 3D con RA.

Capítulo tres, Se verifica el rendimiento del aplicativo utilizando la norma ISO/IEC 25010, enfocándose en la característica de satisfacción y la subcaracterística de utilidad. El análisis muestra un nivel de satisfacción adecuado, con una puntuación de 7,15; lo cual es un indicador que el aplicativo móvil es fácil de utilizar.

Palabras clave: RA, Unity, Vuforia, satisfacción, ISO 25010, Programación Extrema.

ABSTRACT

This paper details the development of a mobile application for Android that uses augmented reality to promote tourist attractions. The development process and the tools used, such as Unity and Vuforia, are detailed. The purpose is to provide users with an interactive and immersive experience to discover the tourist sites of the Urcuquí canton.

To carry out the current project, it has been organized as follows:

In the introduction, the problem was addressed by presenting the background, the current situation, the future perspective and the problem formulation. In addition, the objectives were defined, the scope was delimited and the justification for the proposed project was provided.

Chapter one provides a concise explanation of the technologies, tools and methodologies used in the project. It also describes the technical and methodological resources that will be applied in this work.

The phases of the XP methodology used in the development of the mobile application are mentioned, highlighting the use of Unity for its creation and Vuforia for the integration of 3D objects with AR.

Chapter three, the performance of the application is verified using the ISO/IEC 25010 standard, focusing on the satisfaction characteristic and the usability sub-characteristic. The analysis shows an adequate level of satisfaction, with a score of 7.15; indicating that the application is easy to use and does not require advanced technical knowledge to be used without difficulties.

Keywords: RA, Unity, Vuforia, quality in use, feature satisfaction, ISO 25010, Extreme

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En 1901 se da inicio la RA por Frank L. Baum cuando creo un módulo denominado Character Maker, considerado como un prototipo de lo que sería el origen de la RA. Este módulo constaba de un visor electrónico de gran tamaño que tenía como objetivo agregar datos sobre las personas que eran observadas mediante él. Un poco más de medio siglo después de la creación de ese dispositivo, el renombrado cineasta e inventor Morton Hellig diseñó un aparato al que denominó Sensorama. (García, 2023)

El dispositivo utilizaba efectos sonoros como el viento, las vibraciones del asiento y el sonido envolvente para brindar una experiencia inmersiva de RV en 3D. La invención de Hellig permitió a los usuarios recorrer San Francisco mientras veían imágenes de la ciudad, con elementos adicionales que hacían que la experiencia se sintiera lo más realista posible. (García, 2023)

El diseño de aplicaciones turísticas que incorporen realidad aumentada (RA) y geolocalización es una tarea compleja debido a diversos desafíos, como la compatibilidad del hardware con las librerías de desarrollo y la integración entre las herramientas de RA y geolocalización. Aunque estas tecnologías son populares entre los usuarios, su implementación requiere resolver inconvenientes diversos para garantizar una experiencia óptima. (Montaño Torrico et al., 2023)

La realidad aumentada es una tecnología emergente que se está incorporando de manera gradual en la industria del turismo. Con esta técnica, es posible enriquecer la experiencia visual del mundo real capturada por la cámara de dispositivos como smartphones mediante la adición de elementos virtuales que se superponen a la imagen real. (Leiva et al., 2018)

Situación Actual:

La creciente popularidad de las aplicaciones de realidad aumentada se debe en gran parte a los teléfonos móviles equipados con cámaras. Estos dispositivos, que son básicamente computadoras, junto con las cámaras, posibilitan el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada basadas en marcadores. Sin embargo, lo que ha impulsado realmente la popularidad de estas aplicaciones son tres componentes clave presentes en la mayoría de los dispositivos de gama media y alta: el GPS, el magnetómetro y el acelerómetro. (Rosas et al., 2019)

La realidad aumentada (RA) fusiona elementos de realidad virtual (RV) con el mundo real, permitiendo su interacción. Esta combinación da vida a conceptos abstractos y mejora la comprensión de los fenómenos. Un sistema de RA enriquece el entorno observado con información virtual que parece coexistir con la realidad. Al integrarse con dispositivos móviles, la RA se usa en exteriores al apuntar el dispositivo hacia objetos físicos y su entorno. (García, 2023)

En el cantón Urcuquí las personas encargadas de promover los atractivos turísticos desconocen de nuevas tecnologías como es el caso de la RA, esto ha impedido dar una nueva visión para que el turista se sienta atraído y de esta forma visitar con mayor frecuencia.

Problema

La RA forma parte de esta revolución y nos permite percibir, ver y conectarnos con el mundo de una manera innovadora, superponiendo información virtual al entorno físico, lo que amplía y enriquece nuestra percepción del mundo que conocemos. (Rigueros Bello, 2017)

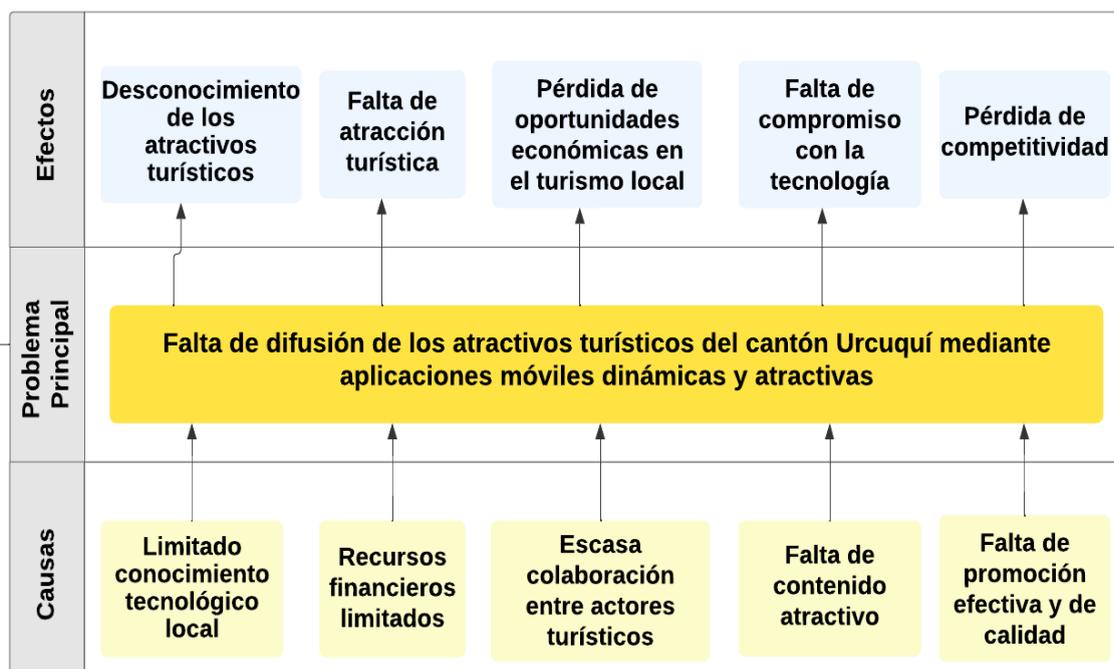
Los usuarios de aplicaciones turísticas utilizan ampliamente la geolocalización y la RA en sus dispositivos móviles. Sin embargo, al desarrollar una aplicación de este tipo, surgen diversos inconvenientes, como la compatibilidad específica del hardware con las bibliotecas de

software de desarrollo y la posibilidad de integración entre las diferentes herramientas que ofrecen realidad aumentada y geolocalización, entre otros. (Montaño Torrico et al., 2023)

En el cantón Urcuquí actualmente algunos atractivos se promocionan mediante páginas web o revistas impresas que no está al alcance de todos. Es notorio que las autoridades y entes turísticos tiene poco conocimiento de herramientas tecnológicas, que ayuden a una mayor difusión, mediante el uso de aplicaciones móviles atractivas con RA, que motive a los turistas a visitar el cantón, esta recomendación se basa en el hecho de que la mayoría de las personas tiene un dispositivo móvil a su disposición, lo que facilita el acceso.

Figura 1

Diagrama de Planteamiento del problema



Nota. Elaboración propia

Prospectiva:

La RA tiene un futuro prometedor conforme avanza la tecnología se van complementando y evolucionando. Los proyectos de RA cada vez irán siendo más frecuentes en el uso cotidiano de las personas y de adaptación de los dispositivos para interactuar la parte digital con nuestro alrededor.

El uso de la aplicación móvil facilitará el acceso a información sobre los atractivos turísticos, tanto culturales como naturales, del cantón Urcuquí, y también servirá como un apoyo al turismo. Este sistema permitirá tener una visión atractiva para el turista local, nacional e internacional.

Objetivos:

Objetivo general:

Desarrollar una aplicación móvil android con realidad aumentada como apoyo a la difusión de atractivos turísticos del cantón Urcuquí.

Objetivos específicos:

Establecer el marco conceptual de realidad aumentada y las tecnologías móviles a usarse como: Vuforia y Unity

Desarrollar una aplicación móvil android utilizando realidad aumentada con la metodología de desarrollo XP.

Validar los resultados de la aplicación mediante la norma ISO/IEC 25010 usando la característica de satisfacción con la métrica de utilidad.

Justificación

Objetivo 9 ODS: Industria, innovación e infraestructura.

Este proyecto contribuirá a alcanzar la meta 9.c, que consiste en aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones, y en trabajar para ofrecer acceso universal y asequible a Internet en los países menos desarrollados antes de 2020. (Naciones Unidas, 2018)

Justificación Social: Este proyecto será de gran aporte a la difusión de los atractivos turísticos del cantón Urcuquí debido a que se contará con una aplicación usando RA que permita brindar una experiencia atractiva hacia los turistas locales, nacionales e internacionales.

Justificación Ambiental: El uso de esta aplicación permitirá reducir la cantidad impresión de folletos informativos de atractivos turísticos, de esta manera apoya la conservación del ambiente.

Justificación en el ámbito tecnológico: El gran atractivo que genera la incorporación de RA en una aplicación destinada a promover sitios turísticos justifica este proyecto. Además, esto servirá a estudiantes que deseen desarrollar aplicaciones de RA con Unity y Vuforia

El desarrollo del proyecto es importante por la ayuda que brinda al promocionar los atractivos turísticos de una manera más atractiva y entretenida a la vez que permite reducir de manera considerable el uso de papel con fines publicitarios como son los trípticos y folletos impresos. A futuro se espera tener un mayor interés y curiosidad de potenciales turistas por conocer los atractivos y de esta forma mejorar la economía local.

La revolución tecnológica ha jugado un papel clave en la integración de la RA, permitiendo alcanzar al público de nuevas maneras mediante el uso de herramientas dinámicas que se adaptan a los avances. (Munevar Barrera, 2021)

Alcance

El presente estudio está dirigido a realizar una aplicación móvil android para promocionar ocho atractivos turísticos del cantón Urcuquí utilizando RA.

Tabla 1

Atractivos Turísticos del Cantón Urcuquí

Atractivos Naturales	Atractivos Culturales
Aguas Termales Timbuyacu	Semana Santa Urcuquí
Aguas Termales Santa Agua	Caminata Virgen del Carmen
Aguas Termales Arcoíris	Montaña de luz
Aguas Termales Hostería La Hacienda	El Animero

Nota: fuente propia

La aplicación móvil será desarrollada e implementada con las siguientes herramientas:

Marco de Desarrollo (motor): Unity

Kit de Desarrollo de Software (SDK): Vuforia

Entornos de Desarrollo Integrado (IDEs): Rider

Lenguajes de Programación: C#

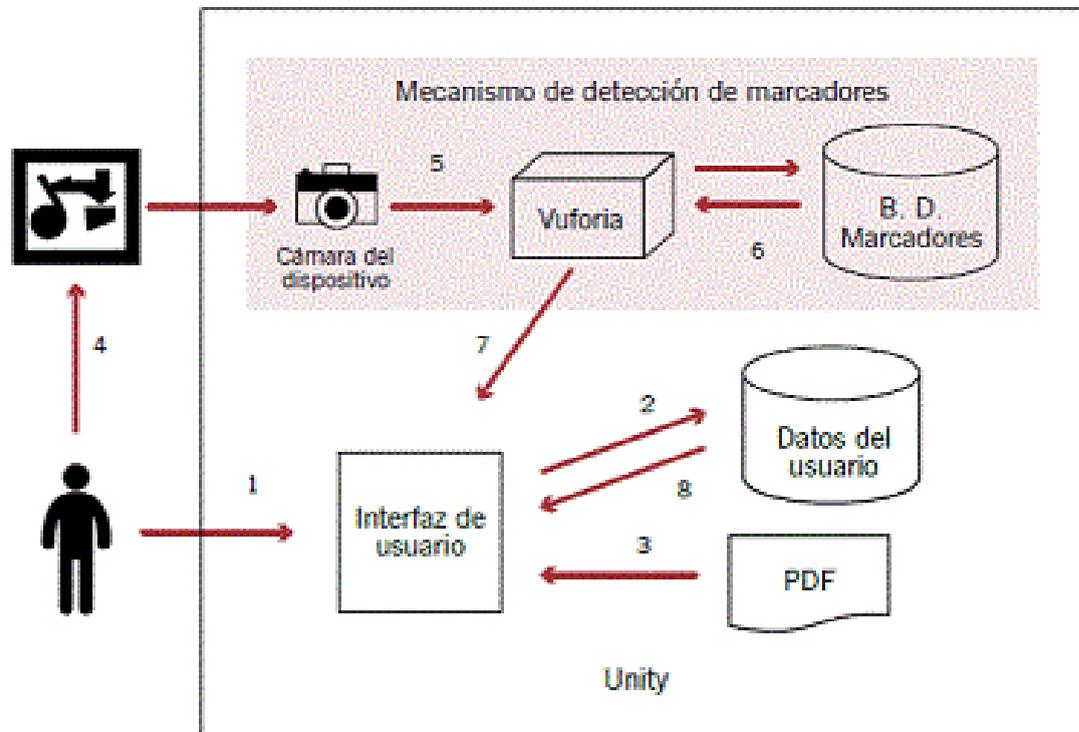
Diseño 3D y Modelado: Agisoft Metashape

Base de datos: Mysql y MongoDB

La aplicación constará de secciones como información general de cada sitio, objetos 3D en RA, galería de fotos, video, audio y ubicación del lugar mediante Google Maps.

Figura 2

Arquitectura del proyecto



Nota. Tomado de redes sociales

Capítulo 1

1. Marco Teórico

1.1 Aplicaciones Móviles

1.1.1 Definiciones

Es un programa destinado a dispositivos móviles como tabletas y teléfonos inteligentes. Las primeras aplicaciones móviles surgieron a finales de la década de 1990, ofreciendo funciones básicas como contactos, agenda y edición de tonos de llamada, lo que ayudó a simplificar tareas cotidianas. (Moreno, 2018)

El paradigma del software ha evolucionado, pasando de la necesidad de comprar programas para instalarlos en computadoras a la opción de buscar y descargar aplicaciones directamente en dispositivos móviles. Tiendas como Google Play y App Store brindan acceso a una amplia variedad de aplicaciones, con aproximadamente 6 millones disponibles, según datos recientes de Statista. (Ramos Santarrosa, 2022)

1.1.2 Tipos de aplicaciones

Existen tres tipos de aplicaciones: nativas, web e híbridas.

Nativa: están desarrolladas específicamente para una plataforma, como iPhone o Android., y aprovechan al máximo las funciones del dispositivo, como la cámara, el GPS y las notificaciones. Al ser "nativas" de la plataforma, brindan un rendimiento óptimo y se pueden descargar desde tiendas como Google Play o la App Store de Apple, destacándose por su rapidez en comparación con otros tipos de aplicaciones. (Ajenjo Jurado, 2022)

Web: Una aplicación web funciona de manera similar a una aplicación nativa, pero se ejecuta a través de un navegador web, generalmente utilizando HTML5. Aunque dependen del navegador para su ejecución, La diferencia entre aplicaciones nativas y web está

desapareciendo debido a la adopción de HTML5. Las aplicaciones web ofrecen beneficios como facilidad de desarrollo y compatibilidad entre diferentes plataformas. (Maldonado Conejo, 2020)

Híbrida: Una aplicación híbrida integra elementos tanto de aplicaciones web como nativas. Está disponible en las tiendas de aplicaciones y puede acceder a las características del dispositivo de manera similar a una aplicación nativa. (Molina Ríos et al., 2021)

1.1.3 Sistemas Operativos para Móviles

Los sistemas operativos móviles son sistemas ligeros que administran un dispositivo móvil y están diseñados para la conectividad inalámbrica. Con el tiempo, las empresas desarrolladoras de sistemas operativos y aplicaciones móviles han ganado importancia al agregar valor significativo a los dispositivos portátiles.

Android: Es un SO apoyado en Linux para teléfonos y tabletas, y respaldado por una amplia comunidad de desarrolladores que crean aplicaciones para mejorar su funcionalidad. Líder en el mercado de teléfonos inteligentes, las aplicaciones oficiales están disponibles en Google Play, una tienda en línea gestionada por Google. Aunque las aplicaciones están mayormente escritas en Java, el sistema no está exento de riesgos de seguridad relacionados con virus y malware. (Unocero, 2020a)

Figura 3

Sistema Operativo Android



Nota. Adaptado de *Sistema Android* [Fotografía], 2024. Android. (<https://www.android.com>)

Las características de los dispositivos que utilizan el sistema operativo Android incluyen:

- Adaptación con múltiples tamaños de pantallas.
- Almacenamiento de información en una BDD SQLite.
- Compatible con redes inalámbricas como Wi-Fi , bluetooth, CDMA y GSM/EDGE.
- Soporte para mensajes de texto y mensajes multimedia.
- Integración de una aplicación de navegador.
- Compatibilidad con programas Java.
- Varios formatos multimedia son compatibles con el sistema.
- Compatibilidad con hardware adicional, como cámaras de fotos y video, pantalla táctil, GPS, entre otros.

- Acceso a Google Play, una tienda en línea con aplicaciones gratuitas y de pago que pueden descargarse e instalarse.
- Capacidad de ejecutar múltiples aplicaciones simultáneamente y realizar videollamadas. (Unocero, 2020b)

iOS: Es el SO móvil de Apple, originalmente creado para el iPhone y posteriormente adaptado a dispositivos como el iPod Touch, iPad y Apple TV. Su interfaz de usuario se basa en la interacción directa a través de gestos multitáctiles, e incluye controles como deslizadores, interruptores y botones. La respuesta rápida a las acciones del usuario proporciona una experiencia fluida en la interfaz. (Meneses & Laveriano, 2020)

Figura 4

Sistema operativo IOS



Nota: Adaptado de *Sistema iOS Apple* [Fotografía], 2023, Apple. (<https://www.apple.com>).

HarmonyOS 2: Lanzado oficialmente el 2 de junio de 2021, HarmonyOS busca unificar el ecosistema tecnológico bajo el control de Huawei. Su objetivo es ofrecer una experiencia integrada y fluida entre los diversos dispositivos de la empresa, evitando la fragmentación que ocurre con sistemas independientes y facilitando la interconexión. (Barajas, 2022)

KaiOS: es un SO basado en Linux para teléfonos móviles básicos no táctiles, que permite acceso a internet 4G incluso en países menos desarrollados. Está diseñado para dispositivos de bajo rendimiento y costo, ofreciendo una opción a quienes prefieren un teclado numérico tradicional en lugar de las tecnologías actuales de los smartphones. (Kaiotech, 2024)

LineageOS (anteriormente CyanogenMod): LineageOS 19, la versión más reciente, se basa en el proyecto de código abierto Android Open Source Project. Está diseñado para reemplazar el software preinstalado en dispositivos como teléfonos móviles, tablets y otros que usan versiones comerciales de Android.(LineageOs, 2022)

Figura 5

Sistema operativo LineageOs



Nota. Adaptado de Lineageos [Fotografía], 2023. Lineageos. (<https://lineageos.org>)

1.2 Realidad Aumentada (RA)

1.2.1 Origen

Una novela de 1901 de L. Frank Baum menciona por primera vez un dispositivo parecido a la RA. En la historia, se describen unas gafas llamadas "marcador de caracteres" que podían revelar la personalidad oculta de una persona y ofrecer una visión de su carácter. (García, 2023)

El teleprompter, inventado por Hubert Schiafly en 1950, fue el primer dispositivo similar a la RA en uso real. Inspirado en el concepto de "El fantasma de Pepper," este truco emplea un cristal en el borde del escenario para reflejar la imagen de una sala oculta hacia la audiencia, generando la ilusión de un fantasma. (Rosas et al., 2014)

Un estudio de Layona (2018) examinó el uso de la realidad virtual (RV) en la enseñanza de Anatomía Humana mediante la aplicación "Digital Anatoly", diseñada para ofrecer una experiencia de aprendizaje interactiva. Los hallazgos sugieren que la aplicación facilitó la comprensión de los conceptos anatómicos, lo que indica que la realidad aumentada (RA) puede ser un complemento valioso a los libros de texto en el ámbito educativo.

1.2.2 Definiciones

Según (Rigueros Bello, 2017), la RA está cada vez más presente en diversas áreas del conocimiento, aunque todavía se asocia estrechamente con el concepto de realidad virtual (RV). Esto ocurre porque, a pesar de ser tecnologías diferentes, RA y RV comparten características similares.

Para brindar una experiencia, la RA combina la visión en tiempo real con imágenes virtuales creadas por computadora. A pesar de no ser un concepto nuevo, el interés en esta

tecnología ha crecido recientemente debido a los avances en hardware, telecomunicaciones y la proliferación de dispositivos móviles.

La RA amplía la percepción de la realidad mediante la integración de información virtual generada por computadora y mostrada a través de tecnología específica. Aunque la RA puede afectar todos los sentidos humanos, su forma más común consiste en superponer información visual virtual al entorno real. (Munevar Barrera, 2021)

La RA expande la percepción de la realidad al combinar información virtual generada por computadora con tecnología especializada. Aunque puede afectar todos los sentidos, su uso más frecuente es la superposición de elementos visuales virtuales sobre el entorno real..

1.2.3 Clasificación de los sistemas con RA

Algunos investigadores señalan que la realidad aumentada puede clasificarse en diversas topologías.

Según el estudio de Parekh, existen principalmente dos tipos de sistemas de RA:

a) Aplicaciones sin marcadores

Esta técnica permite reconocer conocimientos extremadamente complejos, como el reconocimiento de escenas similares sin requerir un marcador específico o el seguimiento preciso de la ubicación. (Ramos Santarrosa, 2022)

b) Aplicaciones basadas en marcadores.

Estas aplicaciones se fundamentan en el reconocimiento de imágenes mediante el uso de marcadores en blanco y negro, que se emplean para identificar el objeto que se desea ampliar. El proceso consiste en apuntar la cámara del dispositivo hacia el marcador, y una vez que es detectado, se superpone el contenido digital sobre el objeto real. Para simplificar esta

detección, las imágenes generalmente se codifican previamente en el sistema.(Ajenjo Jurado, 2022)

Figura 6

Superposición de imagen sobre un marcador predefinido



Nota. Adaptado de *la Web* [Fotografía], 2023. Pixel Dreams. (<https://www.pixeldreams.info/servicios-3d/realidad-aumentada>)

c) Aplicaciones basadas en la ubicación

Estas aplicaciones emplean marcadores en blanco y negro para reconocer y ampliar objetos. El proceso implica apuntar la cámara del dispositivo al marcador, tras lo cual se superpone contenido digital sobre el objeto real. Para optimizar la detección, las imágenes a menudo se codifican previamente en el sistema. (Lomas Almeida, 2018)

d) Centrada en el entorno

El tipo más avanzado de realidad aumentada determina la ubicación exacta del dispositivo en relación con los elementos del entorno, habilitando funciones previamente inalcanzables. Esta tecnología permite que el dispositivo se mueva mientras el elemento virtual se mantiene en su lugar, facilitando la aproximación, el alejamiento y la rotación alrededor del objeto. (Ramos Santarrosa, 2022)

1.2.4 Niveles de Realidad Aumentada

La RA está clasificada en cuatro niveles:

a) Nivel 0: Enlaces en el mundo real: Este nivel utiliza códigos QR y de barras para conectar con contenido aumentado.

b) Nivel 1: RA basada en marcadores: Este nivel utiliza marcadores con patrones distintivos para activar la superposición de contenido, como imágenes o objetos 3D. Al escanear estos marcadores con una cámara, se despliega el objeto virtual correspondiente. (Ajenjo Jurado, 2022)

c) Nivel 2: RA sin marcadores: En este nivel, se utilizan imágenes, objetos o ubicaciones GPS como desencadenantes para superponer contenido relevante. Se aprovechan tecnologías como GPS, brújulas y acelerómetros, presentes en los dispositivos móviles, para ubicar y contextualizar la información adicional. (Ajenjo Jurado, 2022)

d) Nivel 3: La visión aumentada abarca tecnologías como gafas inteligentes y lentes de contacto, que permiten a los usuarios ver y acceder a información mediante comandos de voz.

1.2.5 Elementos necesarios para RA

Según Villamarín (2019), para que la realidad aumentada se materialice, son necesarios ciertos elementos que actúan como "traductores" de la información, tales como un capturador, un localizador de ubicación, un procesador y una superficie de proyección:

a) Capturador:

Captura una foto del entorno y la envía al programa responsable de procesar. Por lo general, la cámara del dispositivo que opera la aplicación de RA realiza esta función.

b) Situación:

Es la parte que admite colocar la datos virtuales en el ambiente real.

Como, por ejemplo:

Marcadores: son imágenes en de color blanco y negro que admiten la interacción entre las aplicaciones de RA y el ambiente real. Posee un borde ancho negro y un patrón interno negro, lo que facilita su reconocimiento entre otras marcas.

Figura 7

Marcadores de RA.



Nota. Adaptado de *Marcadores de RA* [Fotografía], 2023. Aumentaty. (<http://www.aumentaty.com>)

El GPS, la brújula y el acelerómetro facilitan la integración de objetos virtuales en el entorno real, ofreciendo una identificación y localización exacta en cuanto a posición, dirección y orientación, en conjunto con el software de realidad aumentada. (Ajenjo Jurado, 2022)

Reconocimiento de objetos: Consiste en identificar objetos, formas o rostros conocidos. Al capturar la información, se compara con la base de datos existente para encontrar coincidencias.

Figura 8

Reconocimiento de objetos con RA.



Nota. Adaptado de *Realidad Aumentada* [Fotografía], 2018. Oove
(<https://oove.blue/es/category/proveedor-realidad-aumentada-mexico>)

c) Componente procesador

Es el programas que crea información virtual que se superpone al ambiente real al procesar los datos y elementos del capturador.

d) Componente para proyectar

Es el lugar donde el procesador muestra la información virtual. Normalmente, se trata de una pantalla, que a menudo se complementa con altavoces para la reproducción de sonido.

1.3 Herramientas de investigación y desarrollo

1.3.1 Unity

Principalmente es un ambiente para el desarrollo de videojuegos compuesto por dos componentes principales: el motor gráfico y la plataforma de programación y desarrollo. Este software permite crear videojuegos en 2D y 3D desde la misma plataforma y exportarlos a diversos dispositivos y sistemas, como Android, PC, Mac OS, Linux y videoconsolas. (Tokio School, 2024)

Figura 9

Unity logo



Nota: Recuperado (Unity Technologies, n.d.) <https://unity.com/es/legal/branding-trademarks>

Características destacadas:

- a) Se encuentra disponible como plataforma de desarrollo para Windows, Linux y macOS.
- b) Es compatible con varios programas de modelado en 2D y 3D.
- c) Ofrece soporte integrado para la tecnología Nvidia.
- d) Incluye herramientas para inteligencia artificial.

e) Proporciona soporte para realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV).

f) Integra Unity Asset Server, una solución para la gestión de versiones. (Tokio School, 2024)

1.3.2 Vuforia

Es una plataforma compatible con múltiples sistemas operativos para la creación de aplicaciones de RA y Realidad Mixta (MR), conocida por su sólido seguimiento y su buen rendimiento en una variedad de dispositivos. Integrada con Unity, utiliza un método de arrastrar y soltar para facilitar la creación de aplicaciones y juegos para Android e iOS. Vuforia es compatible con una amplia variedad de dispositivos de AR/MR y realidad virtual que cuentan con cámaras orientadas hacia atrás. (Unity Documentation, 2018)

Figura 10

Vuforia logo



Nota. Fuente: (Unity Technologies, n.d.)

1.3.3 Agisoft Metashepe

Es un software independiente que realiza el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales para generar datos espaciales en 3D. Estos datos pueden utilizarse en aplicaciones SIG, para la documentación del patrimonio cultural, en la producción de efectos visuales y en mediciones indirectas de objetos de diferentes escalas. (Aufiero, 2022)

Cuando se aplica adecuadamente, la fotogrametría digital junto con la visión por computadora forma un sistema de procesamiento automatizado inteligente, que es accesible tanto para principiantes como para expertos. Metashape ha demostrado su eficacia al ofrecer resultados precisos y de alta calidad en numerosos estudios de caso.(Aufiero, 2022)

Figura 11

Logo Agisoft Metashape



Nota: Fuente (Cotecmi, 2022) <https://cotecmi.com/producto/metashape/>

En el estudio realizado se realizó el proceso con más de 100 fotos de cada atractivo turístico para tener una mejor definición de lo que se quiere proyectar.

1.3.4 Dronelink

Es una herramienta innovadora para el vuelo de drones que automatiza eficientemente las misiones. Compatible con plataformas web, iOS, Android y monitores DJI, permite crear vistas previas en 3D de la planificación de la misión y automatizar todos los aspectos, desde la configuración de la cámara hasta el control del dron. (Opinion Soft, 2021)

Figura 12

Logo de Dronelink



Nota: Fuente (Dronelink, 2023)

Una herramienta de planificación de misiones robusta que permite crear y previsualizar misiones antes de la automatización del vuelo. Disponible tanto en plataformas web como móviles. El cómo usar este programa se encuentra en el Anexo 1.

Es recomendable no tener objetos reflejantes el momento de realizar las capturas con el dron debido a que impide tener imágenes de calidad.

1.4 Metodología de desarrollo XP

1.4.1 Definición

XP, concebida por Kent Beck, se presenta como un enfoque innovador para el desarrollo de software, distinto al método tradicional. Según Beck, "XP es una metodología ligera, eficiente, de bajo riesgo, flexible, predecible y divertida para crear software. (Paucar, 2019)

1.4.2 Objetivos

- a) Satisfacer al cliente entregando el software que requiere en el momento adecuado.

La metodología se centra en responder de manera ágil a las necesidades del cliente, incluso si los cambios se efectúan al final del ciclo de programación. (Paucar, 2019)

- b) Maximizar la colaboración en equipo, con jefes de proyecto, clientes y desarrolladores trabajando juntos en el desarrollo del software. Todos los miembros del equipo participan activamente en el proyecto. (Paucar, 2019)

En la Tabla 2, se muestra las características de la metodología XP.

Tabla 2

Aspectos de la metodología XP

Aspectos	Descripción de cada aspecto
Breves interacciones	Una versión del sistema se presenta al cliente para revisión y aprobación en cada ciclo de desarrollo, lo que ayuda a minimizar la pérdida de recursos en caso de rechazo.
Planificación de desarrollo	La flexibilidad permite una adaptación eficiente a los cambios conforme a las necesidades del cliente.
Pruebas automatizadas	Automatizar las pruebas es fundamental para garantizar que cada nueva versión pase por todas las pruebas predefinidas, lo que a su vez acelera el desarrollo del software al realizar las pruebas antes de la implementación.
Diseño Evolutivo	XP proporciona valor al cliente de manera rápida y continua, evitando dedicar tiempo al diseño de necesidades que aún no están claramente definidas.
Comunicación Oral	La comunicación cara a cara proporciona más información que los documentos escritos, lo que acelera el avance del desarrollo.
Trabajo colaborativo	En un entorno con requisitos cambiantes, es fundamental tener un cliente capaz de tomar decisiones. La colaboración entre los miembros del equipo garantiza que las tareas se ajusten a las necesidades del proyecto.

Fuente: propia

1.4.3 Fases de la metodología y ciclo de vida

Está compuesta de cuatro fases: planificación, diseño, codificación y prueba.

Figura 13

Fases de la metodología XP



Fuente: (Paucar, 2019)

Planificación

El desarrollo comienza con una fase de escucha, en la cual los miembros técnicos del equipo se familiarizan con el contexto del negocio y los requisitos del software. Esta comprensión da lugar a la creación de "historias de usuario", que detallan las salidas, características y funcionalidades que el software debe tener. (Paucar, 2019)

Diseño

En XP, el diseño se enfoca en la simplicidad, prefiriendo soluciones simples en lugar de complejas. Cada historia de usuario guía la implementación tal como se especifica, evitando la adición de funcionalidades futuras no necesarias. (Paucar, 2019)

Codificación

Tras desarrollar las historias y el diseño preliminar, el equipo elabora pruebas unitarias para cada historia antes de iniciar la codificación. Estas pruebas guían a los desarrolladores en

la implementación, garantizando que solo se agregue lo necesario. Una vez finalizado el código, se aplica la prueba unitaria de inmediato para obtener retroalimentación instantánea. (Paucar, 2019)

Prueba

En XP, es esencial crear pruebas unitarias antes de iniciar la codificación. Estas pruebas deben automatizarse utilizando una estructura que facilite su ejecución repetida y eficiente. (Paucar, 2019)

En esta etapa, se realizan pruebas con datos reales para garantizar la calidad del software, lo que permite identificar errores y garantiza que la codificación cumpla con los requisitos establecidos. Los errores detectados deben corregirse de inmediato y someterse a nuevas pruebas para verificar que se hayan resuelto.

1.4.4 Roles de la metodología XP

Los roles de la metodología XP se enumeran en la Tabla 3.

Tabla 3*Roles de la metodología XP*

Roles	Detalle
El desarrollador (programador)	Responsable de la codificación. Mantener el sistema seguro.
Los clientes	Definir requisitos Define el concepto de pruebas funcionales
Responsable de las pruebas	Ayuda a los clientes a realizar pruebas de funcionamiento y presenta los resultados. Almacena, estudia y comparte información sobre el progreso del proyecto.
Tracker	Supervisa el progreso de las pruebas funcionales (errores reportados. (reporta errores)
El entrenador	Especialista en la metodología XP Responde directamente a los problemas.
Experto (consultor)	Ayuda al grupo de trabajo de XP con problemas precisos.
Director de proyectos (jefe)	Incluye las especificaciones del grupo de XP. Garantiza el cumplimiento de los objetivos.

Fuente: Autoría propia

1.4.4 Valores

Durante el ciclo de vida del desarrollo de software, es inevitable enfrentar modificaciones en los requisitos, las reglas de negocio, el equipo y la tecnología. El verdadero desafío es la capacidad de adaptarse a estos cambios. Para manejar estos desafíos de manera efectiva, son esenciales los valores de Comunicación, Sencillez, Retroalimentación y Valentía. (Paucar, 2019)

1.4.5 Variables

XP define cuatro variables para proyectos: Coste, Tiempo, Calidad, y Ámbito. (Paucar, 2019)

Capítulo 2

2. Desarrollo del Proyecto

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología XP para el lado del servidor (Backend) utilizando el framework SpringBoot y para la aplicación móvil el motor Unity con Vuforia. Esta metodología tiene cuatro etapas las cuales son aplicadas en este proyecto.

2.1 Planificación

El aspecto económico es crucial durante la etapa de planificación, las funcionalidades clave y los objetivos claros del proyecto. Es necesario abordar varios aspectos, tales como definir los roles del equipo, establecer el presupuesto disponible, identificar los módulos necesarios, elaborar historias de usuario pertinentes, planificar las iteraciones y determinar la velocidad de avance del sistema.

2.1.1 Rol del equipo de trabajo

Los roles de cada miembro del equipo de trabajo de este proyecto se enumeran en la Tabla 3.

Tabla 3

Rol del equipo de trabajo

Nombre	Descripción	Roles
Pablo Morales	Estudiante tesista	Desarrollador (programador) Realiza las pruebas del sistema
Ing. Fausto Salazar Msc.	Especialista en XP. Ayuda al equipo con problemas frecuentes.	Consultor, Entrenador.
Ing. Carpio Pineda Msc.	Realiza las pruebas de funcionamiento del programa.	Cliente final

Fuente: propia

2.1.2 El presupuesto para el proyecto

La Tabla 4 contiene información sobre el costo real y el costo estimado del proyecto.

Tabla 4

Presupuesto para el proyecto

Descripciones	Estimación del costo	El costo real
Hardware o equipo		
Ordenador (laptop)	1000	0
Móvil	300	300
Impresora Epson	120	120
Programas (software)		
Rider C#	150	0
Licencia de Unity	0	0
Matasapo agisoft standard	179	0
Licencia Vuforia	3000	0
El Office 365 de Microsoft	70	70
Curso Unity (Udemy)	10	10
Alojamiento o servidor		
Alojamiento del backend y base de datos por tres meses (Google Cloud)	40	40
Materiales de trabajo		
4 resmas de papel bond	20	20
Esferográficos	5	5
DVD	10	10
Tinta de impresoras	30	30
Otros		
Transporte (movilización)	120	80
Internet durante cuatro meses	140	140
TOTAL	5194	825

Fuente: propia

El costo estimado es de **5194** dólares, mientras que el costo real es de **825** dólares.

2.1.3 Módulos para el proyecto

El aplicativo móvil consta de un backend con la lógica del negocio y de los marcadores, para este caso de estudio se utilizó el framework de desarrollo SpringBoot y conectado a os bases de datos: MySQL (información de los usuarios, marcadores y contenido multimedia) y MongoDB (información del resultado de un cuestionario), el backend tendrá la funcionalidad de proporcionar al usuario final la información de los marcadores y al administrador una interfaz web para administrar los marcadores usuarios y el contenido de la aplicación móvil. A continuación (Tabla 5), se describe los módulos que estarán presentes.

Tabla 5

Módulos del proyecto

Módulo	Descripción
Backend	
Autenticación Json Web Token (JWT)	Este módulo funciona como filtro HTTP. El objetivo principal es restringir la entrada de usuarios externos no registrados al sistema. Además, limitará las funcionalidades del sistema según el rol asignado al usuario, permitiendo identificar mediante el token si es un usuario normal o usuario administrador.
Servicio de Marcadores	Este servicio permite proporcionar la información de los marcadores (lugar, ubicación, etc.) al usuario final y al administrador la plataforma de gestión de los marcadores.
Servicio de Galería	Este módulo será el encargado de proporcionar al usuario la galería de los marcadores y al administrador la plataforma de gestión de las galerías y el contenido multimedia.
Servicio de Encuesta	Este módulo le proporciona de forma aleatoria de un pool de preguntas (8) que debe responder, también se encarga de almacenar las respuestas de los usuarios en una base de datos MongoDB.

Interfaz de administración	Este módulo le proporciona al usuario administrador las interfaces en la aplicación web para la gestión completa de la lógica de negocio de la aplicación móvil.
----------------------------	--

Aplicación Móvil

Unity Web Request	Este módulo funciona como cliente HTTP y le permite al usuario realizar las solicitudes al backend, dentro de este módulo están mapeados todos los endpoints que se pueden utilizar.
-------------------	--

GUI Manager	Este módulo permite gestionar las interfaces gráficas, y sus eventos, validación interna de formularios y mostrar el contenido multimedia. A nivel interno trabaja utilizando la API de Unity UI Toolkit.
-------------	---

Target Manager	Es el encargado de gestionar los marcadores de la aplicación móvil, permite identificar cuando un marcador nuevo ha sido visualizado y enviarlo mediante Unity Web Request al backend. También obtiene la lista de marcadores que ya han sido visualizada por los usuarios.
----------------	---

Vuforia Behaviour	Es el encargado de toda la lógica de la realidad aumentada, permitiendo al engine renderizar los modelos 3D en función de los marcadores cargados en la aplicación, también gestiona los callback registrados que se llaman cuando un marcador es observado.
-------------------	--

Fuente: propia

2.1.4 Historias de usuario (HU)

La equivalencia de puntos de estimación con relación a días se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Valores de los puntos estimados

Periodo de tiempo en días	Puntos para hacer una estimación
1	1
2	1.5
3	2
4	2.5
5	3

Fuente: propia

Módulo 1: Autenticación (JWT)

En la tabla 7, se describe la historia de usuario para el módulo de autenticación JWT.

Tabla 7

Autenticación del usuario

Historia de usuario	
Número: 1	Usuario: Administrador / Usuario
Nombre de historia: Autenticación de usuarios	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Pablo Morales	
Descripción: El usuario podrá autenticarse y el sistema detectará si es un usuario o un administrador en caso de ser un administrador tendrá acceso a la plataforma web de administración y podrá asignar los roles de los otros usuarios.	
Observaciones: El usuario debe tener la posibilidad de ingresar haciendo uso de un email y contraseña.	

Fuente: propia

Módulo 2: Servicio de marcadores

En la tabla 8, se describe la historia de usuario para el módulo marcadores.

Tabla 8

Historia de usuario Marcadores

Historia de usuario	
Número: 2	Usuario: Administrador /Usuario
Nombre de historia: Marcadores	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Puntos estimados: 3	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Pablo Morales	
Descripción: Este servicio permite proporcionar la información de los marcadores (lugar, ubicación, etc.) al usuario final y al administrador la plataforma de gestión de los marcadores.	
Observaciones: El usuario administrador accede a la plataforma web a gestionar los marcadores, y el usuario normal accede a la aplicación móvil a consumir los marcadores.	

Fuente: propia

Módulo 3: Servicio de galería

En la tabla 9, se describe la historia de usuario para el servicio de galería.

Tabla 9

Historia de usuario Servicio de Galería

Historia de usuario	
Número: 3	Usuario: Administrador /Usuario
Nombre de historia: Galería	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta

Puntos estimados: 3

Iteración asignada:2

Programador responsable: Pablo Morales

Descripción:

Este módulo será el encargado de proporcionar al usuario la galería de los marcadores y al administrador la plataforma de gestión de las galerías y el contenido multimedia.

Observaciones:

Antes de poder acceder a la galería desde la aplicación móvil se debe descargar todo el contenido multimedia, subido a la plataforma de administración.

Fuente: propia

Módulo 4: Servicio de encuesta

En la tabla 10, se describe la historia de usuario para el servicio de encuesta.

Tabla 10

Historia de usuario Servicio de Galería

Historia de usuario	
Número: 4	Usuario: Usuario
Nombre de historia: Encuesta	
Prioridad en negocio: Medio	Riesgo en desarrollo: Bajo

Puntos estimados: 1

Iteración asignada:1

Programador responsable: Pablo Morales

Descripción:

Este módulo le proporciona de forma aleatoria ocho (8) preguntas al usuario.

Observaciones:

El usuario no podrá volver a responder la encuesta si ya la respondió o si aún no se ha visualizado todos los marcadores.

Fuente: propia

Módulo 5: Interfaz de administración

En la tabla 11, se describe la historia de usuario para la interfaz de administración.

Tabla 11

Historia de usuario Interfaz de administración

Historia de usuario	
Número: 5	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Administración Web	
Prioridad en negocio: Alto	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 2	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Pablo Morales	
Descripción: Este módulo le proporciona al usuario administrador las interfaces en la aplicación web para la gestión completa de la lógica de negocio de la aplicación móvil.	
Observaciones: Únicamente el usuario administrador podrá acceder a la plataforma web.	

Fuente: propia

Módulo 6: Unity Web Request

En la tabla 12, se describe la historia de usuario para Unity Web Request.

Tabla 12

Historia de usuario Unity Web Request

Historia de usuario	
Número: 6	Usuario: Usuario
Nombre de historia: Interacción con el backend	
Prioridad en negocio: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 1,5	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Pablo Morales	
Descripción: Este módulo le permite al usuario conectarse mediante la aplicación móvil a todos los servicios expuestos por el backend, que no necesiten autorización de administrador.	
Observaciones: Es importante primero autenticarse.	

Fuente: propia

Módulo 7: GUI Manager

En la tabla 13, se describe la historia de usuario para Gui Manager.

Tabla 13

Historia de usuario Gui Manager

Historia de usuario	
Número: 7	Usuario: Usuario
Nombre de historia: Interfaces de aplicación móvil	
Prioridad en negocio: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 1,5	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Pablo Morales	
Descripción: Este módulo le permite al usuario cambiarse de interfaz, gestionar eventos de los botones, pantallas de carga, y visualizar todas las interfaces.	
Observaciones: Es importante tener el celular en modo retrato.	

Fuente: propia

Módulo 8: Target Manager

En la tabla 14, se describe la historia de usuario para Target Manager.

Tabla 14

Historia de usuario Target Manager

Historia de usuario	
Número: 8	Usuario: Usuario
Nombre de historia: Gestor de marcadores	
Prioridad en negocio: Medio	Riesgo en desarrollo: Medio
Puntos estimados: 1,5	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Pablo Morales	
Descripción: Es el encargado de gestionar los marcadores de la aplicación móvil, permite identificar cuando un marcador nuevo ha sido visualizado y enviarlo mediante	

Unity Web Request al backend.

Observaciones:

Es importante estar autenticado para que el backend tenga conocimiento de que usuario ha visto el marcador.

Fuente: propia

Módulo 9: Vuforia Behaviour

En la tabla 15, se describe la historia de usuario para Vuforia Behaviour.

Tabla 15

Historia de usuario Vuforia Behaviour.

Historia de usuario	
Número: 9	Usuario: Usuario
Nombre de historia: Realidad aumentada	
Prioridad en negocio: Alto	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 1,5	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Pablo Morales	
Descripción: El usuario podrá visualizar un modelo 3D en función del marcador que identifique la cámara.	
Observaciones: El marcador tiene que estar registrado dentro de la aplicación móvil con un identificador de un marcador existente dentro de la base de datos.	

Fuente: propia

2.1.5 Planificación por interacciones

En la tabla 16, se muestra una planificación de las iteraciones que tendrá el proyecto.

Tabla 16*Planificación por interacciones.*

Nro.	Módulo	Puntos Estimados	Prioridad	Riesgo	Numero Interacción
1	Autenticación (JWT)	2	Alta	Medio	1
2	Servicio de marcadores	3	Alta	Alta	2
3	Servicio de galería	3	Alta	Alta	2
4	Servicio de encuesta	1	Medio	Bajo	1
5	Interfaz de administración	2	Alto	Medio	2
6	Unity Web Request	1,5	Alto	Alto	1
7	GUI Manager	1,5	Alto	Alto	1
8	Target Manager	1,5	Medio	Medio	1
9	Vuforia Behaviour	1,5	Alto	Alto	1

Fuente: propia

2.1.6 Tareas por interacción

Las tareas que se describen a continuación se llevarán a cabo considerando las especificaciones de cada historia de usuario (HU).

HU 1: Autenticación de usuarios

La tabla 17 detalla la tarea relacionada con la HU 1 - Autenticación de usuarios.

Tabla 17*Tarea Nro. 1.1 Autenticación de Usuarios (Filtro)*

Tarea	
Nro. de Tarea: 1.1	Nro. Historia de Usuario: 1
Nombre de la Tarea: Autenticación de Usuarios (Filtro)	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 8
Responsable: Pablo Morales	
Descripción:	

Consiste en crear un login con la tecnología Json Web Token (JWT) para aumentar el nivel de seguridad.

Fuente: propia

HU 2: Servicio de marcadores

Las tablas siguientes detallan todas las tareas relacionadas con la HU 2 – Servicio de marcadores.

Tabla 18

Tarea Nro. 2.1 Crud Servicio de Marcadores

Tarea	
Nro. de Tarea: 2.1	Nro. Historia de Usuario: 2
Nombre de la Tarea: Crud Servicio de Marcadores	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 40
Responsable: Pablo Morales	
Descripción: Consiste en diseñar el formulario CRUD (Crear / Visualizar / Actualizar / Eliminar) de los marcadores.	

Fuente: propia

Tabla 19

Tarea Nro. 2.2 Visualización de los marcadores en App

Tarea	
Nro. de Tarea: 2.2	Nro. Historia de Usuario: 2
Nombre de la Tarea: Visualización de los marcadores en App	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 20
Responsable: Pablo Morales	
Descripción: Consiste en diseñar el screen en el aplicativo móvil para visualizar el servicio de los marcadores.	

Fuente: propia

HU 3: Servicio de galería

Las tablas siguientes detallan todas las tareas relacionadas con la HU 3 – Servicio de galería.

Tabla 20

Tarea Nro. 3.1 Crud Servicio de Galería

Tarea	
Nro. de Tarea: 3.1	Nro. Historia de Usuario: 3
Nombre de la Tarea: Crud Servicio de Galería	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 20
Responsable: Pablo Morales	
Descripción: Consiste en diseñar el formulario CRUD (Crear / Visualizar / Actualizar / Eliminar) de la Galería.	

Fuente: propia

Tabla 21

Visualización de la Galería en App

Tarea	
Nro. de Tarea: 3.2	Nro. Historia de Usuario: 3
Nombre de la Tarea: Visualización de la Galería en App	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 20
Responsable: Pablo Morales	
Descripción: Consiste en diseñar el screen en el aplicativo móvil para visualizar el servicio de la galería.	

Fuente: propia

HU 4: Servicio de encuesta

La tabla siguiente detalla la tarea relacionada con la HU 4 – Servicio de encuesta.

Tabla 22

Tarea Nro. 4.1 Servicio de Encuesta

Tarea	
Nro. de Tarea: 4.1	Nro. Historia de Usuario: 4
Nombre de la Tarea: Servicio de Encuesta	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 10
Responsable: Pablo Morales	
Descripción: Consiste en diseñar un formulario para generar dinámicamente las preguntas de la Encuesta.	

Fuente: propia

HU 5: Interfaz de administración

Las tablas siguientes detallan todas las tareas relacionadas con la HU 5 – Interfaz de administración.

Tabla 23

Tarea Nro. 5.1 Diseño web con React

Tarea	
Nro. de Tarea: 5.1	Nro. Historia de Usuario: 5
Nombre de la Tarea: Diseño web con React	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 30
Responsable: Pablo Morales	
Descripción: Consiste en crear los componentes de la interfaz web a través de la librería React.	

Fuente: propia

Tabla 24

Tarea Nro. 5.2 Consumo de Apis desde la interfaz web

Tarea

Nro. de Tarea: 5.2

Nro. Historia de Usuario: 5

Nombre de la Tarea: Consumo de Apis dese la interfaz web

Tipo de Tarea: Desarrollo

Tiempo estimado en horas: 5

Responsable: Pablo Morales

Descripción:

Consiste en consumir los servicios de Apis que ofrece el framework SpringBoot.

Fuente: propia

HU 6: Unity Web Request

La tabla 25 detalla la tarea relacionada con la HU 6 – Unity Web Request.

Tabla 25

Tarea Nro. 6.1 Unity Web Request

Tarea	
Nro. de Tarea: 6.1	Nro. Historia de Usuario: 6
Nombre de la Tarea: Unity Web Request	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 10
Responsable: Pablo Morales	
Descripción:	
Creación de la utilidad myapi con los endpoints para el usuario.	

Fuente: propia

HU 7: GUI Manager

La tabla 26 detalla la tarea relacionada con la HU 7 – GUI Manager.

Tabla 26

Tarea Nro. 7.1 GUI Manager

Tarea	
Nro. de Tarea: 7.1	Nro. Historia de Usuario: 7
Nombre de la Tarea: GUI Manager	

Tipo de Tarea: Desarrollo **Tiempo estimado en horas:** 15

Responsable: Pablo Morales

Descripción:

Creación de las interfaces y eventos de la app móvil.

Fuente: propia

HU 8: Target Manager

La tabla 27 detalla la tarea relacionada con la HU 8 – Target Manager

Tabla 27

Tarea Nro. 8.1 Target Manager

Tarea	
Nro. de Tarea: 8.1	Nro. Historia de Usuario: 8
Nombre de la Tarea: Target Manager	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 15
Responsable: Pablo Morales	
Descripción:	
Creación de la capa de comunicación con la lógica de los marcadores.	

Fuente: propia

HU 9: Vuforia Behaviour

La tabla siguiente detalla la tarea relacionada con la HU 9 – Vuforia Behaviour.

Tabla 28

Tarea Nro. 9.1 Vuforia Behaviour

Tarea	
Nro. de Tarea: 9.1	Nro. Historia de Usuario: 9
Nombre de la Tarea: Vuforia Behaviour	
Tipo de Tarea: Desarrollo	Tiempo estimado en horas: 10
Responsable: Pablo Morales	

Descripción:

Implementación de Vuforia para los marcadores registrados.

Fuente: propia

2.1.7 Velocidad del proyecto

La velocidad del proyecto es medida a través de un cronograma en el cual se detalla Tarea, fecha estimada, y horas de desarrollo. En la **tabla 29** se visualiza el cronograma del proyecto.

Tabla 29

Velocidad del proyecto

Nro. HU	Tarea	Tarea	Fecha estimada	Horas desarrollo
1	Creación del filtro	1.1	15/12/2023	8
2	Módulo para administrador – marcadores	2.1	16/12/2023 al 30/12/2023	40
2	Módulo para usuario común - marcadores	2.2	01/01/2024 al 05/01/2024	20
3	Módulo para administrador – galería	3.1	06/01/2024 al 10/01/2024	20
3	Módulo para usuario común - galería	3.2	10/01/2024 al 15/01/2024	20
4	Responder encuesta	4.1	16/01/2024 al 17/01/2024	10
5	Generación de formularios CRUD	5.1	18/01/2024 al 24/01/2024	30
5	Interfaz login	5.2	25/01/2024	5
6	Creación de la utilidad myapi con los endpoints para el usuario.	6.1	25/01/2024	10

7	Creación de las interfaces y eventos de la app móvil.	7.1	27/01/2024 al 29/01/2024	15
8	Creación de la capa de comunicación con la lógica de los marcadores	8.1	30/01/2024 al 31/01/2024	15
9	Implementación de Vuforia para los marcadores registrados	9.1	01/02/2024 al 02/02/2024	10

Fuente: propia

2.2 Diseño

En este apartado se detalla la arquitectura del proyecto, herramientas utilizadas, fotogrametría, pruebas, partes importantes del código fuente, todo esto vinculado a la metodología XP.

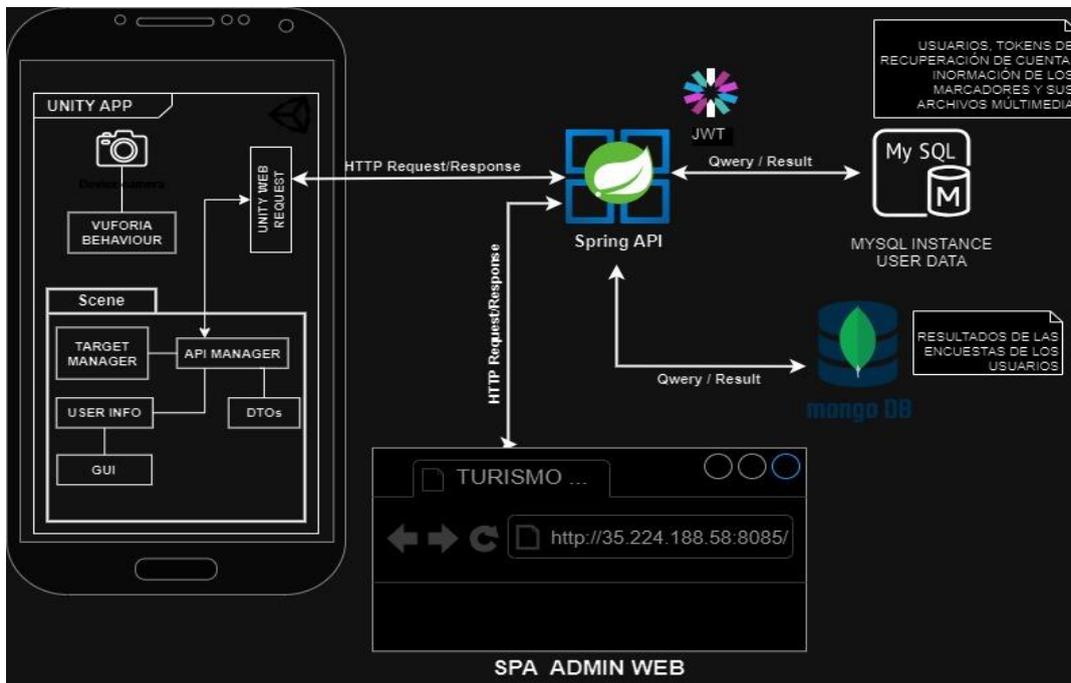
2.2.1 Arquitectura del proyecto

La arquitectura es un enfoque cliente – servidor en donde se tiene dos tipos de clientes: aplicación móvil realizada en Unity para el usuario final y la otra es la interfaz web de administración dirigida al usuario admin. Para el backend se creó un REST API en SpringBoot, el cual contiene la lógica del negocio y de los marcadores, adicional se agregó la dependencia Spring Security para la implementación de la autenticación JWT.

Para el acceso a datos se utilizó Spring Data JPA y Spring Data MongoDB, cuyas fuentes de datos son: base de datos relacional MySQL la cual guarda información estructurada de los usuarios, marcadores, galería de los marcadores, y archivos multimedia; la segunda es una base de datos no relacional MongoDB con información no estructurada de las preguntas y respuesta de los usuarios con respecto a las encuestas de experiencia de usuario.

Figura 14

Arquitectura del Proyecto



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.2.2 Actores

El presente estudio tendrá dos actores: un actor administrador, y el usuario normal o turista en la Tabla 30 se describe que puede realizar cada uno.

Tabla 30

Actores del proyecto.

Actor	Actividades
Administrador	Autenticarse en la plataforma web Cambiar el rol de usuario Inactivación de usuario Descargar los marcadores Realizar Encuesta Visualizar / Editar/ Crear / Eliminar Usuarios Visualizar / Editar/ Crear / Eliminar Marcadores Visualizar / Editar/ Crear / Eliminar Galería Visualizar / Editar/ Crear / Eliminar Cuestionario Subir el Apk Cerrar Sesión de Usuario.

Usuario Normal	Registro de usuario. Inicio de Sesión. Descarga de marcadores. Editar Cuenta. Visualización de los marcadores 3D. Visualización de la galería Visualización de la ubicación Reproducción o pausa del audio Cerrar Sesión
----------------	--

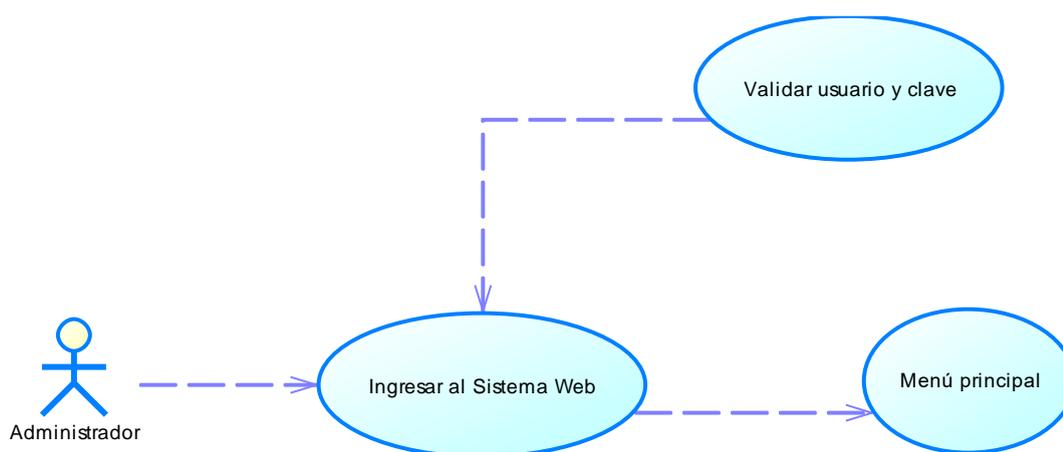
2.2.3 Diagrama de caso de uso

Los casos de uso para todas las funciones del backend y la aplicación móvil se detallan en esta sección. Para lograrlo, se utilizan diagramas UML que muestran las actividades de los actores, el administrador y el usuario típico..

La Figura 15 muestra a un actor autenticándose en el sistema o backend utilizando usuario y clave. Este diagrama de casos de uso solo puede ejecutarse por un usuario administrador.

Figura 15

Diagrama de caso de uso, Ingresar al Sistema



Nota: (Autoría propia, 2024).

La Tabla 31 contiene los detalles del primer caso de uso, Ingresar al Sistema.

Caso de uso número 1, ingresar al sistema

Tabla 31

Caso de uso número 1, ingresar al sistema

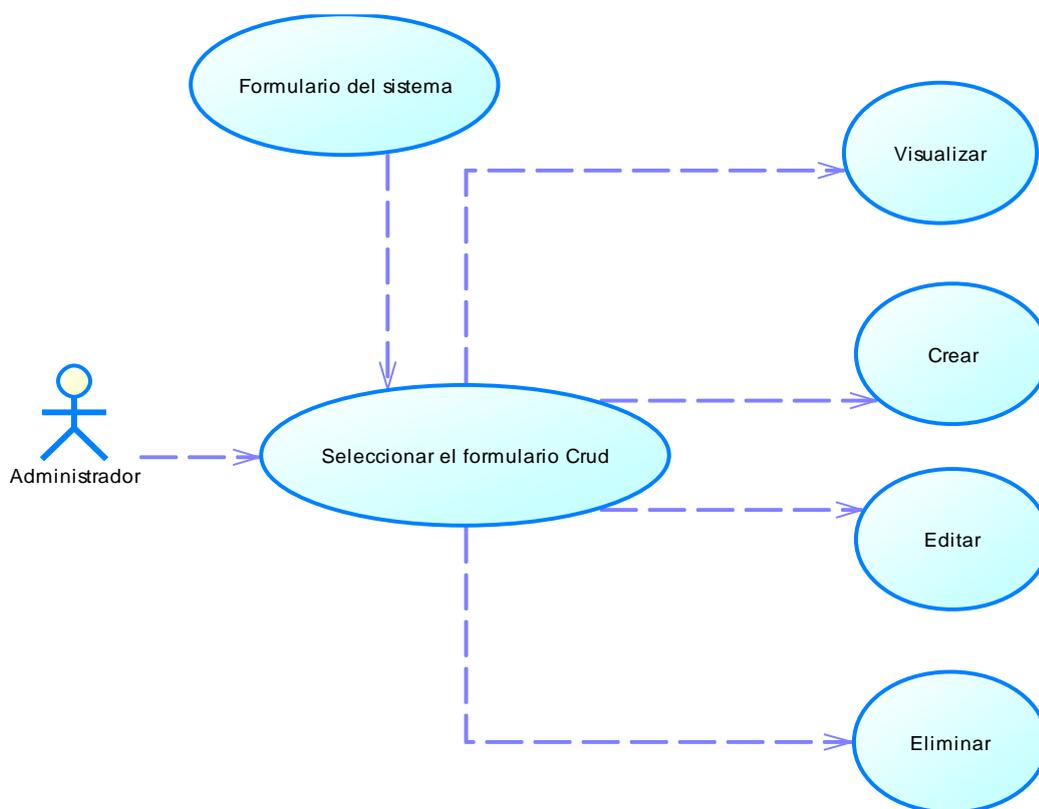
Caso de uso número 1	
Nombre	Ingresar al Sistema
Descripción	Muestra un formulario para acceder al sistema
Actor	Administrador
Precondiciones	El usuario debe estar registrado con anterioridad
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario ingresa al sitio web a través de su navegador.2. Existe un formulario de inicio de sesión.3. El usuario ingresa email y clave.4. El backend valida los datos que sean correctos.
Flujo Alternativo	Si los datos son incorrectos muestra una pantalla de error.
Postcondiciones	El sistema permite el acceso al menú principal.

Fuente: propia

En la figura 16. Se visualiza al administrador ingresando a uno de los formularios CRUD que puede ser: Usuarios, Marcadores, Galería, y Cuestionario.

Figura 16

Diagrama de caso de uso, Formulario CRUD



Nota: (Autoría propia, 2024).

En la Tabla 32 se describe la información del segundo caso de uso denominado Formulario CRUD.

Tabla 32

Caso de uso número 2, formulario CRUD

Caso de uso número 2	
Nombre	Formulario CRUD
Descripción	Diferentes formularios CRUD que posee el sistema.
Actor	Administrador
Precondiciones	El usuario debe estar autenticado en el sistema
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario accede al menú y selecciona el formulario.2. Se visualizan los registros almacenados en la tabla.3. El usuario tiene la opción de crear / editar / eliminar.
Flujo	El sistema valida que no exista errores de tipeo al crear un

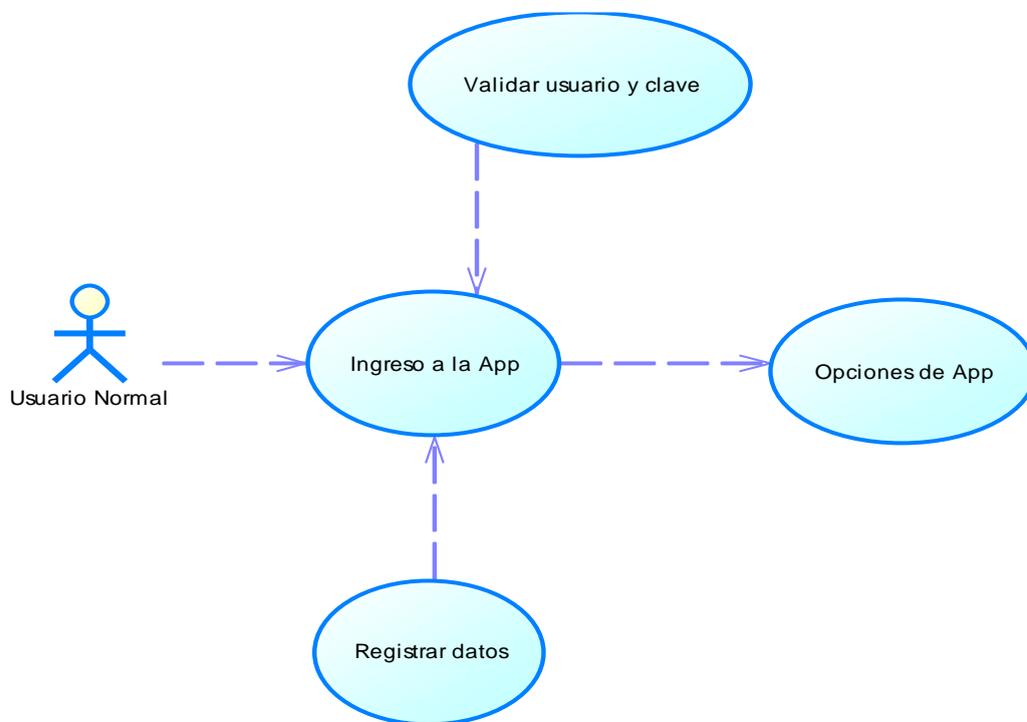
Alternativo	registro.
Postcondicione s	El sistema permite generar registros importantes utilizados para el aplicativo móvil.

Fuente: propia

En la figura 17 Se visualiza al usuario normal o turista acceder al aplicativo móvil sea que tenga un usuario previamente creado o se registre en ese momento.

Figura 17

Diagrama de caso de uso, Ingreso a la App.



Nota: (Autoría propia, 2024).

En la Tabla 33 se describe la información del segundo caso de uso denominado Ingreso a la App.

Tabla 33

Caso de uso número 3, ingreso a la App

Caso de uso número 3

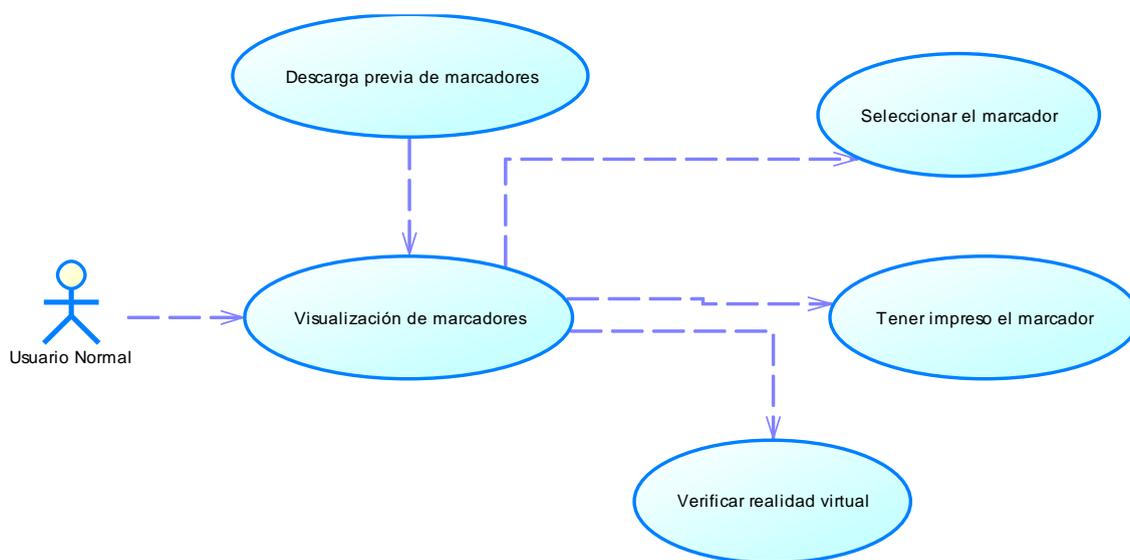
Nombre	Ingreso a la App
Descripción	Existe un login y un registrarse para acceder a la app.
Actor	Usuario Normal
Precondiciones	El usuario debe haber previamente descargado e instalado la app.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario ingresa al sistema a través de un usuario previamente creado.2. El usuario puede registrarse en el sistema y acceder posterior a la validación.3. El backend valida que no existan usuarios repetidos.
Flujo Alternativo	Si los datos son incorrectos muestra una pantalla de error.
Postcondiciones	El sistema permite el acceso al menú de opciones de la App.

Fuente: propia

En la figura 18 Se visualiza al usuario normal o turista visualizar los marcadores que dispone el aplicativo móvil.

Figura 18

Diagrama de caso de uso, Visualización de marcadores.



Nota: (Autoría propia, 2024).

En la Tabla 34 se describe la información del tercer caso de uso denominado Visualización de marcadores.

Tabla 34

Caso de uso número 4, visualización de marcadores

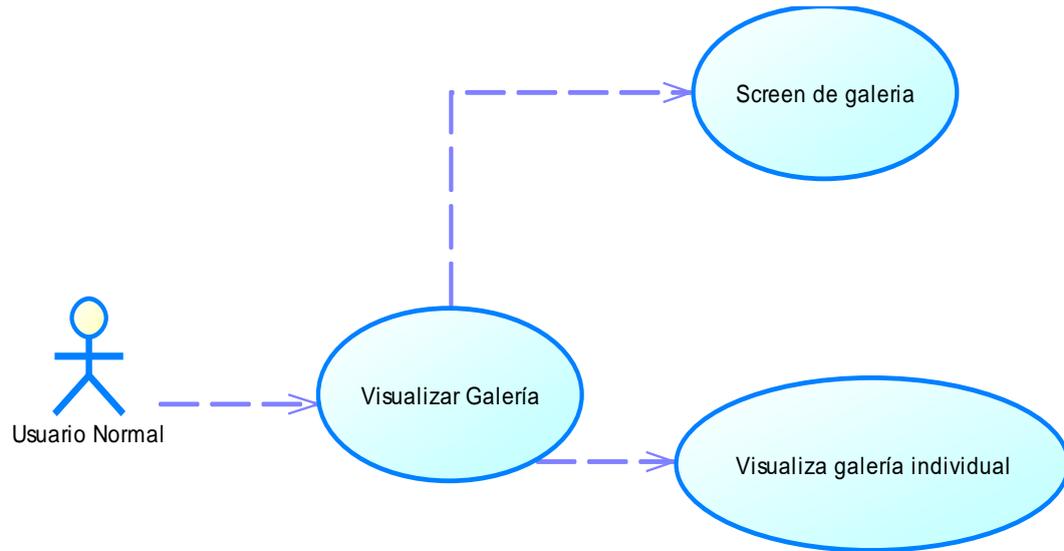
Caso de Uso número 4	
Nombre	Visualización de marcadores
Descripción	Probar la realidad aumentada a través de los marcadores previamente cargados.
Actor	Usuario Normal
Precondiciones	El usuario debe haber descargado los marcadores.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario debe tener impreso el marcador.2. El usuario abre desde la app la cámara para probar la realidad aumentada.3. El sistema provee de diferentes marcadores de lugares turísticos.
Flujo Alternativo	Si los datos son incorrectos muestra una pantalla de error.
Postcondiciones	El aplicativo móvil permitirá visualizar diferentes marcadores que previamente están cargados.

Fuente: propia

En la figura 19. Se visualiza al usuario normal o turista visualizar la galería que existe en el aplicativo móvil.

Figura 19

Diagrama de caso de uso, Visualización de galería



Nota: (Autoría propia, 2024).

En la Tabla 35 se describe la información del cuarto caso de uso denominado Visualización de galería.

Tabla 35

Caso de uso número 5, visualización de galerías

Caso de uso número 5	
Nombre	Visualización de galerías
Descripción	Visualizar las diferentes artes cargadas en el aplicativo móvil.
Actor	Usuario Normal
Precondiciones	El usuario debe estar logueado en el sistema.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. El usuario accede a la opción de visualizar galería.2. Aparece el screen de la galería.

Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 3. La app provee una gran cantidad de artes. 4. Se puede visualizar el detalle de un arte. <p>Si un arte no está cargada correctamente, no aparecerá en el aplicativo móvil.</p>
Alternativo	
Postcondicione	El aplicativo móvil permitirá visualizar diferentes artes dentro de la sección de galería.

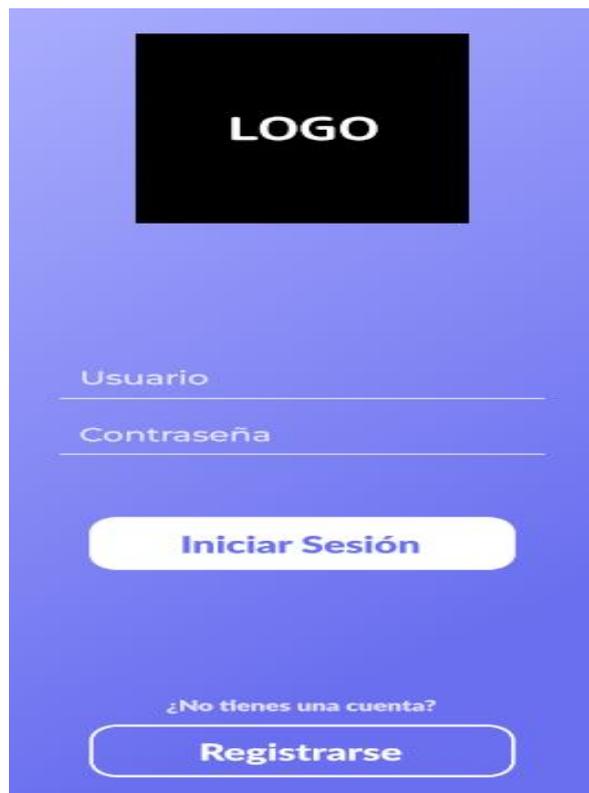
Fuente: propia

2.2.4 Prototipo de la aplicación móvil

En la figura 20, se observa la primera pantalla de la aplicación móvil en la cual se muestra el ingreso mediante un login

Figura 20

Prototipo Pantalla inicio Login.



Nota: (Autoría propia, 2024).

En la figura 21, se observa la segunda pantalla de la aplicación móvil en la cual se muestra el registro para poder ingresar a la aplicación.

Figura 21

Pantalla Registro de Usuarios

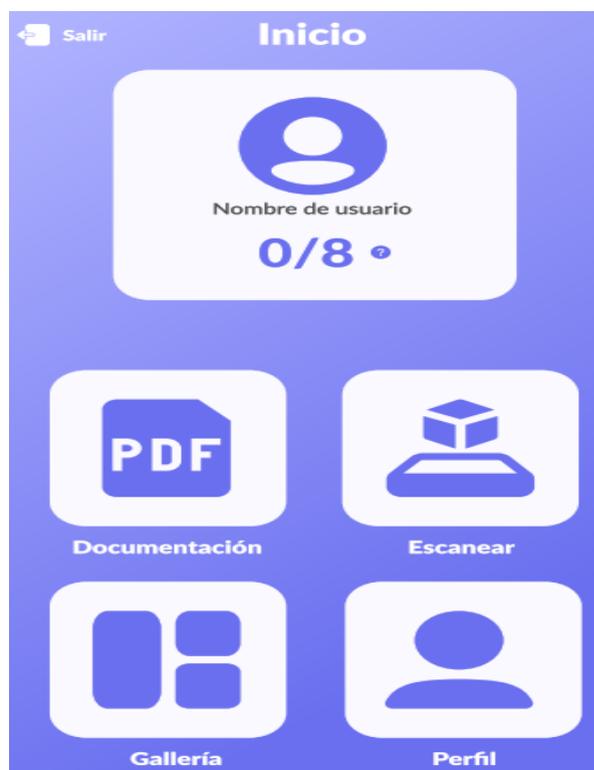


Nota: (Autoría propia, 2024).

En la figura 22, se observa la tercera pantalla de la aplicación móvil en la cual se muestra las secciones que estarán presentes en esta aplicación.

Figura 22

Pantalla de secciones de la aplicación



Nota: (Autoría propia, 2024).

En la figura 23, se observa la cuarta pantalla de la aplicación móvil en la cual se muestra la interfaz para descargar el contenido en formato PDF donde estarán los marcadores para ser visualizados en RA.

Figura 23

Pantalla de Descarga de marcadores

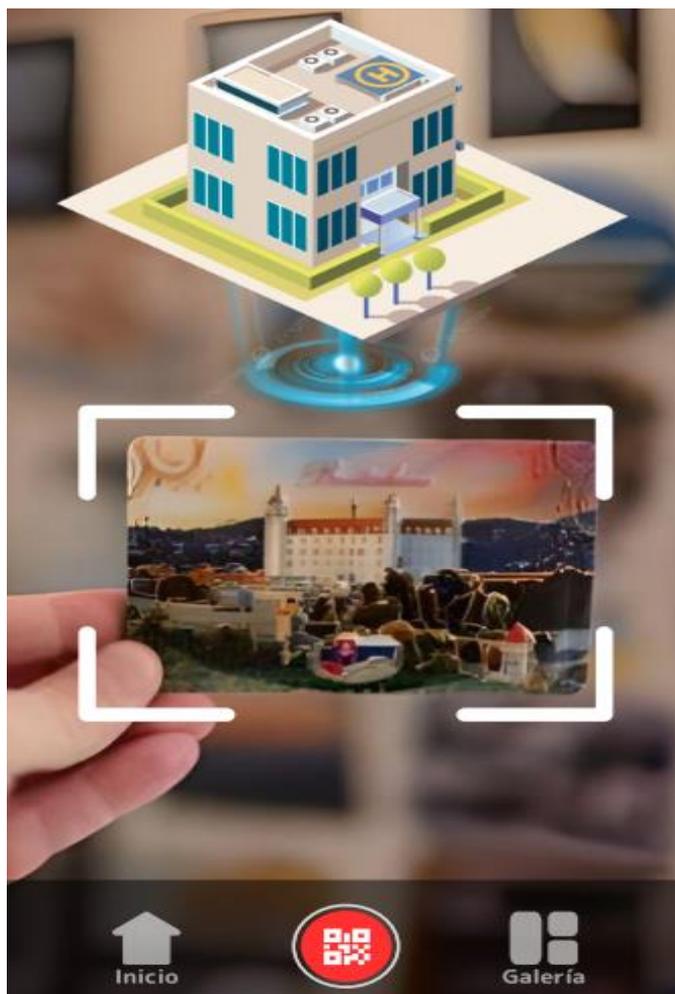


Nota: (Autoría propia, 2024).

En la figura 24, se observa la quinta pantalla de la aplicación móvil en la cual se muestra como interactúa la cámara del celular con el marcador y el resultado que se obtiene en RA

Figura 24

Pantalla de Realidad aumentada



Nota: (Autoría propia, 2024).

La Figura 25 muestra la sexta pantalla de la aplicación móvil, que muestra información detallada sobre un sitio específico. En esta pantalla, podemos ver una galería de fotos, el nombre del sitio, la descripción. Adicional, tenemos la posibilidad de regresar a la pantalla anterior.

Figura 25

Pantalla de Galería



Nota: (Autoría propia, 2024).

La Figura 26 muestra la séptima pantalla de la aplicación móvil, donde se puede editar el perfil, particularmente la contraseña.

Figura 26

Pantalla de edición usuario



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.3 Codificación

Antes de iniciar la fase de codificación es importante conocer los requerimientos de desarrollo, tanto para el lado del backend y frontend.

2.3.1 Requerimientos de desarrollo

Para el lado del backend se utilizaron las siguientes herramientas:

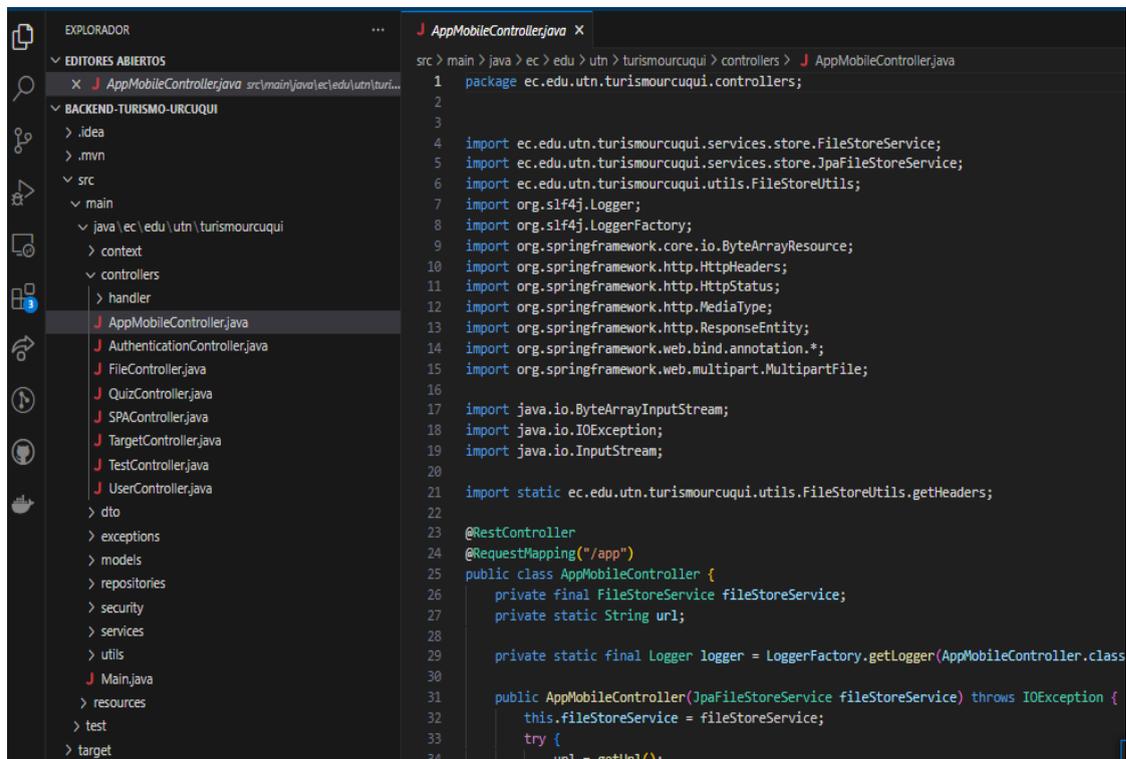
- BDD MySQL.
- BDD MongoDB.
- Servidor Web Tomcat.
- Java Web.
- SpringBoot.
- Java Persistence Api (JPA).
- Editor de Visual Studio.
- Postman (client http).
- Google Cloud Computing.
- Json Web Token (JWT).

En este caso la estructura del código es bastante limpio, se trabajó con el framework SpringBoot de Java, para el acceso a datos se utilizó el ORM del framework en mención, mapeando las entidades en objetos, y haciendo que esto sea persistente en una base de datos MySQL.

El código del backend se encuentra organizado a través de las siguientes carpetas: context, controllers, dto, exceptions, models, repositories, security, services, utils, resources, y un archivo principal Main.java

Figura 27

Código del Backend, estructura y organización.



The image shows a screenshot of an IDE with two panels. The left panel displays the project structure under 'EXPLORADOR'. The tree view shows the following hierarchy: 'EDITORIOS ABIERTOS' containing 'AppMobileController.java'; 'BACKEND-TURISMO-URCUQUI' containing '.idea', '.mvm', 'src', 'main', 'java', 'ec', 'edu', 'utn', 'turismourcuqui', 'context', 'controllers', 'handler', 'AppMobileController.java', 'AuthenticationController.java', 'FileController.java', 'QuizController.java', 'SPAController.java', 'TargetController.java', 'TestController.java', 'UserController.java', 'dto', 'exceptions', 'models', 'repositories', 'security', 'services', 'utils', 'Main.java', 'resources', 'test', and 'target'. The right panel shows the code for 'AppMobileController.java' with the following content:

```
src > main > java > ec > edu > utn > turismourcuqui > controllers > J AppMobileController.java
1 package ec.edu.utn.turismourcuqui.controllers;
2
3
4 import ec.edu.utn.turismourcuqui.services.store.FileStoreService;
5 import ec.edu.utn.turismourcuqui.services.store.JpaFileStoreService;
6 import ec.edu.utn.turismourcuqui.utils.FileStoreUtils;
7 import org.slf4j.Logger;
8 import org.slf4j.LoggerFactory;
9 import org.springframework.core.io.ByteArrayResource;
10 import org.springframework.http.HttpHeaders;
11 import org.springframework.http.HttpStatus;
12 import org.springframework.http.MediaType;
13 import org.springframework.http.ResponseEntity;
14 import org.springframework.web.bind.annotation.*;
15 import org.springframework.web.multipart.MultipartFile;
16
17 import java.io.ByteArrayInputStream;
18 import java.io.IOException;
19 import java.io.InputStream;
20
21 import static ec.edu.utn.turismourcuqui.utils.FileStoreUtils.getHeaders;
22
23 @RestController
24 @RequestMapping("/app")
25 public class AppMobileController {
26     private final FileStoreService fileStoreService;
27     private static String url;
28
29     private static final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(AppMobileController.class);
30
31     public AppMobileController(JpaFileStoreService fileStoreService) throws IOException {
32         this.fileStoreService = fileStoreService;
33         try {
34             url = getURL();
35         }
```

Nota: (Autoría propia, 2024).

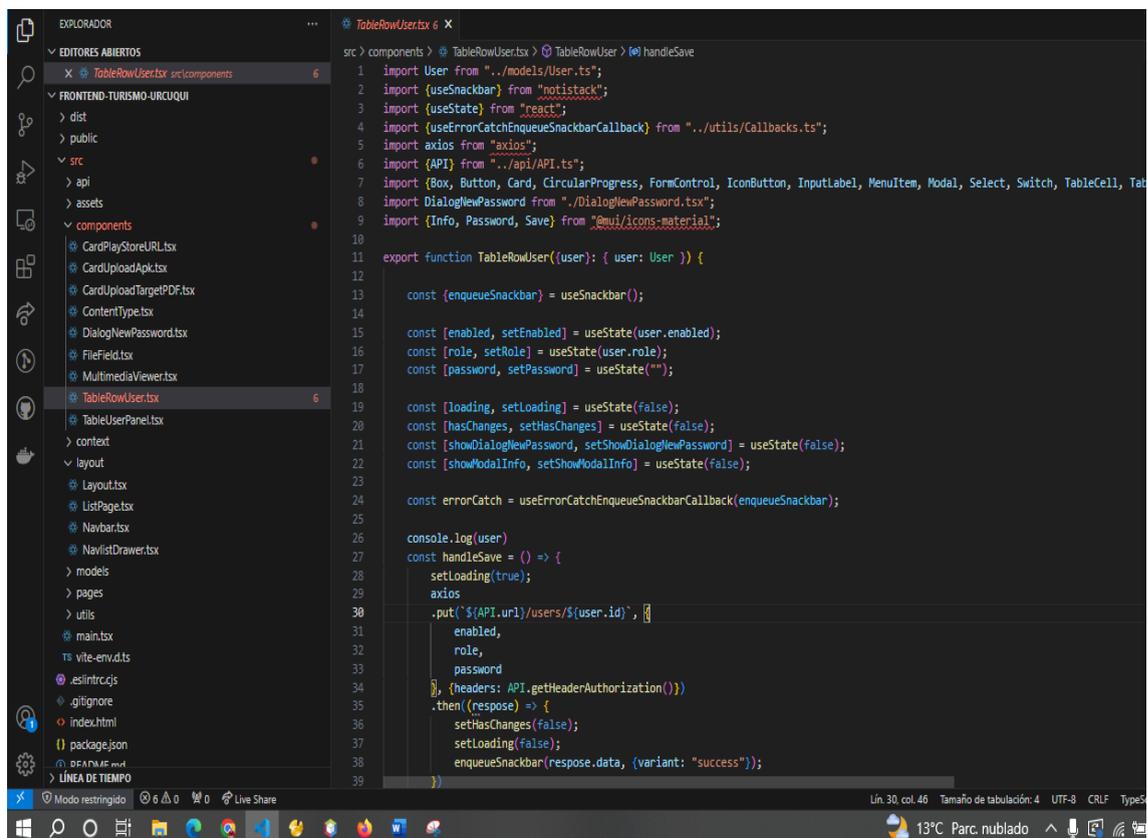
Para el lado del frontend (aplicación móvil, y aplicación web) se utilizaron las siguientes herramientas:

- React para la aplicación web.
- Unity para la aplicación móvil.
- Lenguaje de programación C#
- Bibliotecas de desarrollo Vuforia.
- Figma para el prototipo de la aplicación móvil.

El frontend se encuentra estructurado con componentes, layouts, models, pages, utils, assets, api; y todas las buenas prácticas de programación.

Figura 28

Código del Frontend, estructura y organización



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.3.2 Desarrollo de módulo de autenticación

El objetivo de este módulo del sistema de backend es limitar el acceso de usuarios no autorizados y permitir que los administradores creen y gestionen otros usuarios, así como también controlar los roles y los niveles de acceso a las funciones del sistema, en caso de darse un acceso de manera satisfactoria, este será controlado a través de un token, en el cual se define el tiempo e información sensible del usuario.

Figura 29

Método para autenticarse a través de Json Web Token.

```
urcuqui) JWTOncePerRequestFilter.java x AuthenticationService.java JWT.java UserService.java Miss ↗ ⋮
59     @Override
60     protected void doFilterInternal(HttpServletRequest request, @NotNull HttpServletResponse response) throws ServletException {
61
62         final String authenticationHeader = request.getHeader("Authorization");
63
64         if (authenticationHeader == null || !authenticationHeader.startsWith("Bearer ")) {
65
66             filterChain.doFilter(request, response);
67             return;
68         }
69
70         final String jwtToken = authenticationHeader.replace("Bearer ", "");
71
72         try {
73
74             String username = JWTUtil.getSubject(jwtToken);
75             UserDetails user = userDetailsService.loadUserByUsername(username);
76             var authentication = new UserDetailsAuthentication(user);
77             SecurityContextHolder.getContext().setAuthentication(authentication);
78             filterChain.doFilter(request, response);
79
80
81         } catch (UnsupportedJwtException err) {
82             writeError(HttpServletResponse.SC_UNAUTHORIZED, message: "Token de autenticación no válido");
83         } catch (MalformedJwtException err) {
84             writeError(HttpServletResponse.SC_UNAUTHORIZED, message: "Token de autenticación mal formado");
85         } catch (ExpiredJwtException err) {
86             writeError(HttpServletResponse.SC_CONFLICT, message: "Sesión expirada. Inicie sesión");
87         } catch (UsernameNotFoundException err) {
88             writeError(HttpServletResponse.SC_UNAUTHORIZED, message: "Usuario no encontrado");
89         } catch (SignatureException err) {
90             writeError(HttpServletResponse.SC_UNAUTHORIZED, message: "Firma del token de autenticación no válida");
91         } catch (IllegalArgumentException | DataAccessException | DataResourceFailureException err) {
92             writeError(HttpServletResponse.SC_INTERNAL_SERVER_ERROR, message: "Error en el servidor");
93         }
94     }
```

Nota: (Autoría propia, 2024).

En la siguiente imagen se visualiza el filtro JWT proporcionado por Java a través de su framework SpringBoot, en el cual se da acceso o se bloquee a los recursos definidos en el archivo de filtro.

Figura 30

Archivo de control de acceso a los diferentes recursos del sistema.

```
    .requestMatchers(  
        antMatcher(HttpMethod.GET, "/app"),  
        antMatcher(HttpMethod.GET, "/app/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.GET, "/files/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.GET, "/targets/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.GET, "/admin/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/targets/add-for-me"),  
        antMatcher(HttpMethod.GET, "/quiz"),  
        antMatcher(HttpMethod.GET, "/quiz/download")  
    ).permitAll()  
    .requestMatchers(  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/quiz/reply")  
    ).hasAnyRole("USER", "ADMIN")  
    .requestMatchers(  
        antMatcher(HttpMethod.DELETE, "/files/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/files/upload"),  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/targets/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.PUT, "/targets/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.DELETE, "/targets/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/targets/gallery/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.DELETE, "/targets/**/gallery"),  
        antMatcher(HttpMethod.DELETE, "/targets/**/gallery/**"),  
        antMatcher("/users/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/app"),  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/app/playstore"),  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/quiz/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.PUT, "/quiz/**"),  
        antMatcher(HttpMethod.POST, "/quiz"),  
        antMatcher(HttpMethod.PUT, "/quiz")  
    ).hasRole("ADMIN")  
    .anyRequest().authenticated()  
);
```

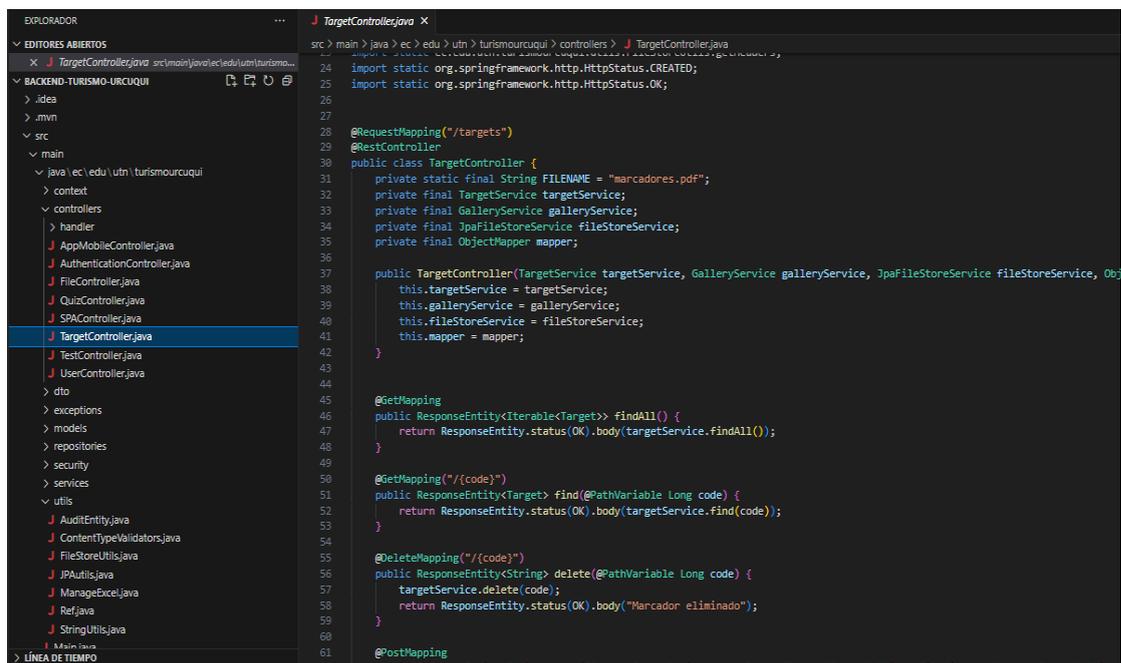
Nota: (Autoría propia, 2024).

2.3.3 Desarrollo del módulo de marcadores

Este módulo del sistema comprende el desarrollo de la gestión de los marcadores, quienes son detectados por dispositivos de realidad aumentada, como cámaras o sensores, para el presente estudio se invoca al archivo “**marcadores.pdf**”.

Figura 31

Código para la administración de los marcadores



```
src > main > java > ec > edu > utn > turismourquiqui > controllers > J TargetController.java
24 import static org.springframework.http.HttpStatus.CREATED;
25 import static org.springframework.http.HttpStatus.OK;
26
27
28 @RequestMapping("/targets")
29 @RestController
30 public class TargetController {
31     private static final String FILENAME = "marcadores.pdf";
32     private final TargetService targetService;
33     private final GalleryService galleryService;
34     private final JpaFileStoreService fileStoreService;
35     private final ObjectMapper mapper;
36
37     public TargetController(TargetService targetService, GalleryService galleryService, JpaFileStoreService fileStoreService, ObjectMapper mapper) {
38         this.targetService = targetService;
39         this.galleryService = galleryService;
40         this.fileStoreService = fileStoreService;
41         this.mapper = mapper;
42     }
43
44
45     @GetMapping
46     public ResponseEntity<Iterable<Target>> findAll() {
47         return ResponseEntity.status(OK).body(targetService.findAll());
48     }
49
50     @GetMapping("/{code}")
51     public ResponseEntity<Target> find(@PathVariable Long code) {
52         return ResponseEntity.status(OK).body(targetService.find(code));
53     }
54
55     @DeleteMapping("/{code}")
56     public ResponseEntity<String> delete(@PathVariable Long code) {
57         targetService.delete(code);
58         return ResponseEntity.status(OK).body("Marcador eliminado");
59     }
60
61     @PostMapping
```

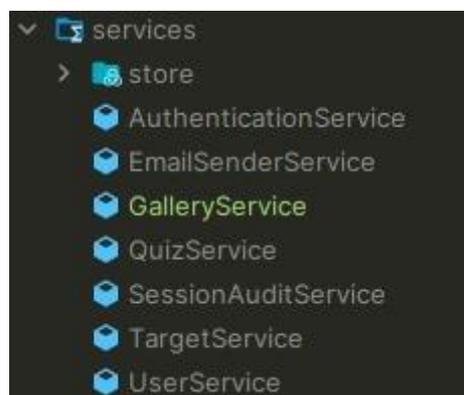
Nota: (Autoría propia, 2024).

2.3.4 Desarrollo del módulo de web services

El propósito principal de este módulo del backend es exponer los datos de los lugares turísticos, marcadores, y hasta las encuestas que se encuentran almacenadas en el sistema a través de servicios web.

Figura 32

Estructura y organización del web services



Nota: (Autoría propia, 2024).

En la siguiente imagen, se observa el servicio de Galería del lado del backend, el mismo que nos permitirá interactuar con la aplicación.

Figura 33

Código fuente del web services Galería.

```
@Service
public class GalleryService {

    5 usages
    private final GalleryRepository repository;

    4 usages
    private final FileStoreService fileStoreService;

    2 usages
    private final TargetService targetService;

    public GalleryService(GalleryRepository repository, JpaFileStoreService fileStoreService, TargetService targetService) {
        this.repository = repository;
        this.fileStoreService = fileStoreService;
        this.targetService = targetService;
    }

    1 usage
    private void saveOrUpdate(Gallery gallery, MultipartFile multimedia, Target target) throws IOException {

        if (gallery.getId() != null) {

            var oldGallery = repository.findById(gallery.getId()).orElseThrow(() -> new ClientException("No se encontró la galería"));

            if (multimedia != null) {
                ContentTypeValidators.isFileMultimedia(multimedia);
                var multimediaPath = fileStoreService.store(multimedia);
                fileStoreService.purge(oldGallery);
                oldGallery.setMultimediaPath(multimediaPath);
            }

            oldGallery.setDescription(gallery.getDescription());
            repository.save(oldGallery);
            return;
        }
    }
}
```

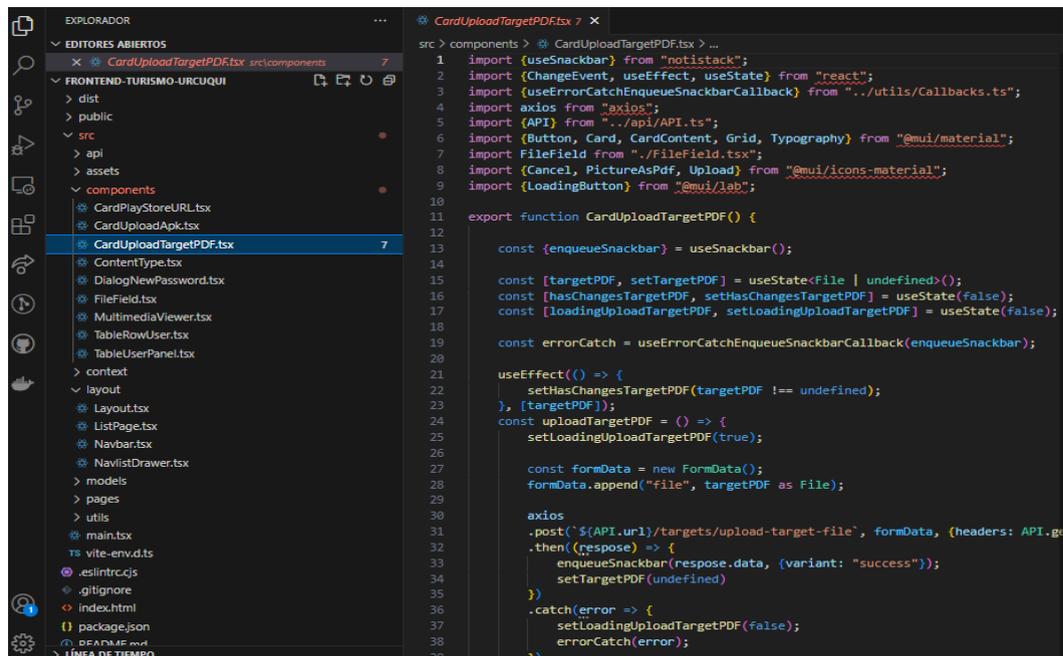
Nota: (Autoría propia, 2024).

2.3.5 Desarrollo del módulo plataforma web de administración

El propósito de este módulo es destacar como está diseñado la parte del frontend de la aplicación web; está compuesta por archivos con **extensión. tsx**. Se puede observar en la imagen que se utilizar react para manejar los estados, axios para la comunicación Api, material design para los efectos visuales, y por último se trabaja con **callbacks**.

Figura 34

Código fuente del web services Galeria



```
src > components > CardUploadTargetPDF.tsx > ...
1 import {useSnackbar} from "notistack";
2 import {ChangeEvent, useEffect, useState} from "react";
3 import {useErrorCatchEnqueueSnackbarCallback} from "../utils/Callbacks.ts";
4 import axios from "axios";
5 import {API} from "../api/API.ts";
6 import {Button, Card, CardContent, Grid, Typography} from "@mui/material";
7 import FileField from "../FileField.tsx";
8 import {Cancel, PictureAsPdf, Upload} from "@mui/icons-material";
9 import {LoadingButton} from "@mui/lab";
10
11 export function CardUploadTargetPDF() {
12
13     const {enqueueSnackbar} = useSnackbar();
14
15     const [targetPDF, setTargetPDF] = useState<File | undefined>();
16     const [hasChangesTargetPDF, setHasChangesTargetPDF] = useState(false);
17     const [loadingUploadTargetPDF, setLoadingUploadTargetPDF] = useState(false);
18
19     const errorCatch = useErrorCatchEnqueueSnackbarCallback(enqueueSnackbar);
20
21     useEffect(() => {
22         | setHasChangesTargetPDF(targetPDF !== undefined);
23         | [targetPDF]);
24     const uploadTargetPDF = () => {
25         | setLoadingUploadTargetPDF(true);
26
27         const formData = new FormData();
28         | formData.append("file", targetPDF as File);
29
30         axios
31         | .post(`${API.url}/targets/upload-target-file`, formData, {headers: API.g
32         | .then((response) => {
33         |     enqueueSnackbar(response.data, {variant: "success"});
34         |     setTargetPDF(undefined)
35         | })
36         | .catch(error => {
37         |     setLoadingUploadTargetPDF(false);
38         |     errorCatch(error);
39     })
}
```

Nota: (Autoría propia, 2024).

2.3.6 Desarrollo de RA

Este módulo de la aplicación móvil tiene como objetivo mostrar los lugares turísticos de Urcuquí a través de la realidad aumentada.

Figura 35

TargetManager permite administrar los objetos virtuales en objetos físicos.

```
public class TargetManager : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] private TargetBehaviour[] targetsBehaviours; // Serializable

    ♣ Frequently called 11 usages
    public static TargetManager Instance { get; private set; }
    ♣ Frequently called 7 usages
    public List<TargetBehaviour> UnlockedTargets { get; } = new();
    ♣ 3 usages
    public string CountMessage => UnlockedTargets.Count + "/" + targetsBehaviours.Length;
    ♣ 1 usage
    private int[] TargetsCodes => targetsBehaviours.Select(target => target.Code).OrderBy(code:int => code).

    ♣ Event function
    > private void Awake(){...}
    ♣ 1 usage
    > public void VerifyMultimediaTargetsOrDownload(){...}
    ♣ 2 usages
    > private void LoadAllListenersTargetVuforia(VuforiaInitError _)(){...}
    ♣ 1 usage
    > private void ClearAllListenersTargetVuforia(){...}
    ♣ Frequently called 3 usages
    > public void DownloadTargetsMultimedia(bool force = false){...}
    ♣ Frequently called 3 usages
    > private void LoadTargets(Action onEnd = null, bool force = false){...}
    ♣ Frequently called 5 usages
    > public void RefreshUnlockedTargets(){...}
    ♣ 1 usage
    > public void UnlockTarget(TargetBehaviour target){...}
}
```

Nota: (Autoría propia, 2024).

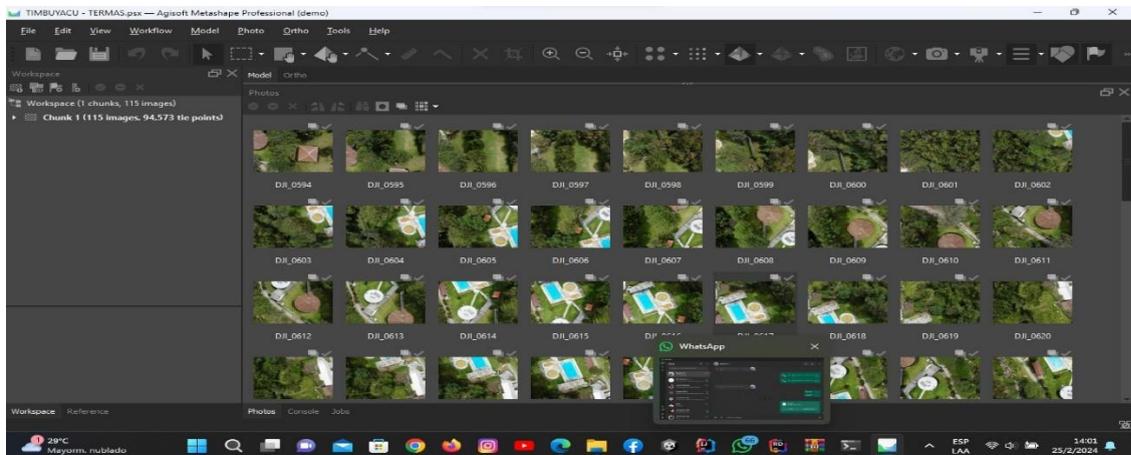
2.3.7 Creación de modelos 3D Fotogramétricos

- **Creación del modelo**

Para generar un modelo 3D mediante fotogrametría se requiere de una nube de puntos para ello existen diversas herramientas que a partir de imágenes permiten generarla como la descrita en el marco teórico (Agisoft Metashape), en el presente caso de estudio se hizo uso de un Dron para obtener las fotografías de los complejos turísticos, las cuales fueron cargadas en el software descritos anteriormente, como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 36

Carga de imágenes en Agisoft



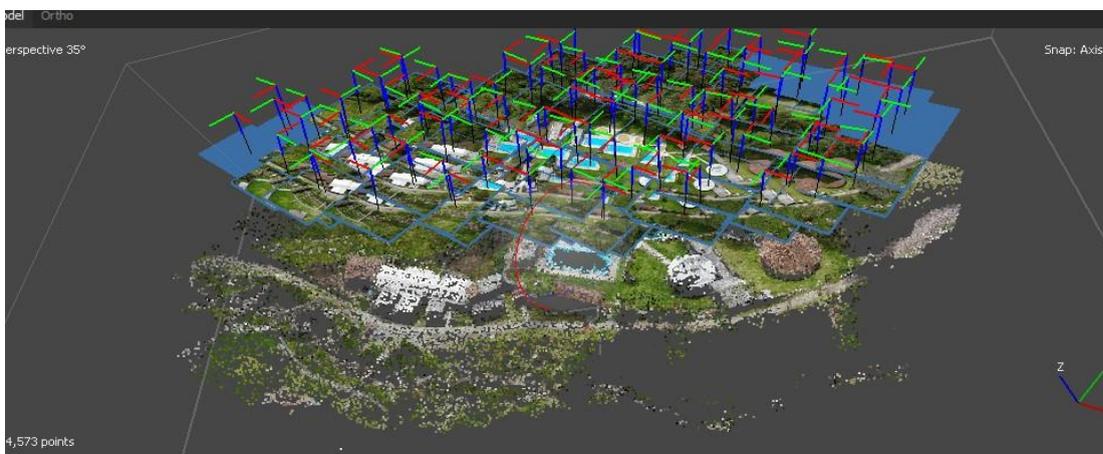
Nota: (Autoría propia, 2024).

- **Alineación de fotos**

Para obtener una nube de puntos consistentes es necesario que las fotos estén alineadas correctamente, para ello desde el panel de flujo de trabajo se debe seleccionar la opción “Alinear fotos”, esta opción ubicará las fotos correctamente, y creará puntos de empate que generaran una previsualización del objeto como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 37

Alineación de imágenes



Nota: (Autoría propia, 2024).

- **Creación de nube de puntos**

Una vez las imágenes alineadas correctamente, se procede a generar una nube de puntos, la cual servirá para generar el modelo 3D del complejo turístico, esto se lo realiza en el panel flujo de trabajo, seleccionando la opción “Construir nube de puntos”.

Figura 38

Alineación de puntos.



Nota: (Autoría propia, 2024).

- **Creación del modelo 3D**

A partir de la nube de puntos generada anteriormente se puede construir una malla con la información de la superficie 3D del modelo, esto se lo realiza en el panel flujo de trabajo, seleccionando la opción “Construir modelo”.

Figura 39

Construcción del modelo.



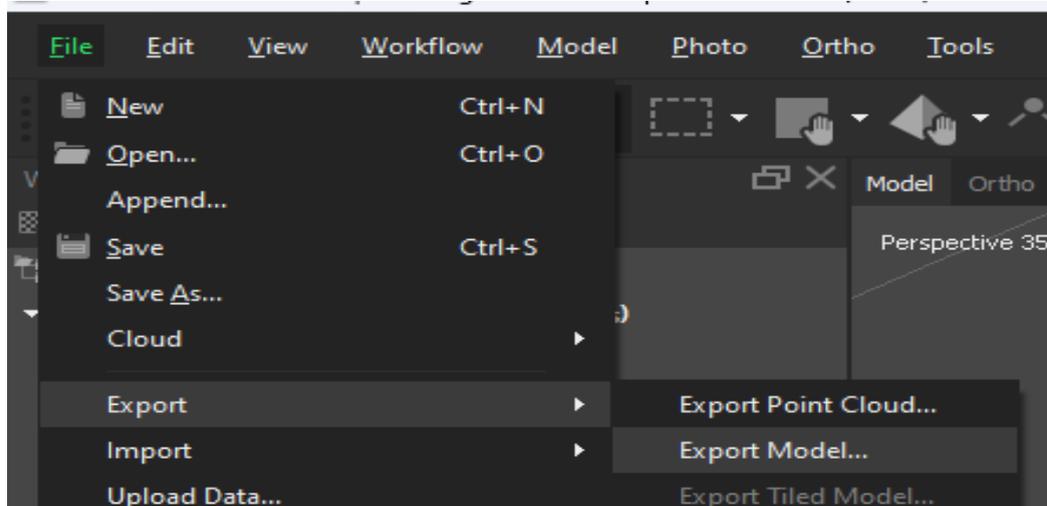
Nota: (Autoría propia, 2024).

- **Exportación del modelo 3D**

Una vez el modelo construido se procede a exportar el objeto 3D en alguno de los formatos estándares soportados por Unity (FBX, OBJ), esto se lo realiza en el panel de archivo “Exportar Modelo”. Para el presente caso de estudio se utilizó el formato **FBX**, ya que este tiene un algoritmo de compresión que hace que los modelos sean más livianos a diferencia de OBJ.

Figura 40

Exportación del modelo.



Nota: (Autoría propia, 2024).

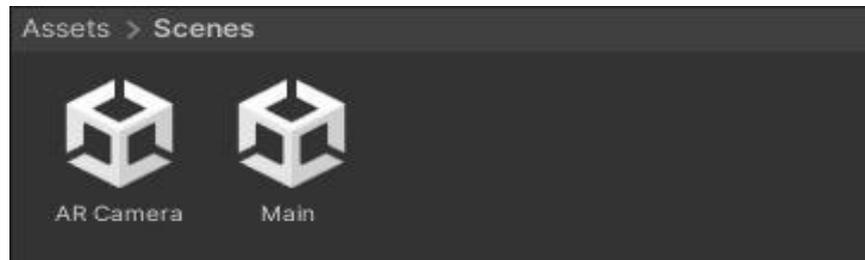
2.3.8 Desarrollo de aplicación en Unity

- **Creación de escena**

Para la aplicación en Unity se generaron dos escenas para balancear la carga, una recibió el nombre de AR Camera, y Main. El AR Camera es la encargada de gestionar la visualización de los marcadores mediante Vuforia, se podría decir que es la interfaz gráfica de la cámara, mientras que Main contiene el resto de interfaz de usuario de la aplicación móvil, tales como: login, galería, menú de usuario, etc.

Figura 41

Creación de escena



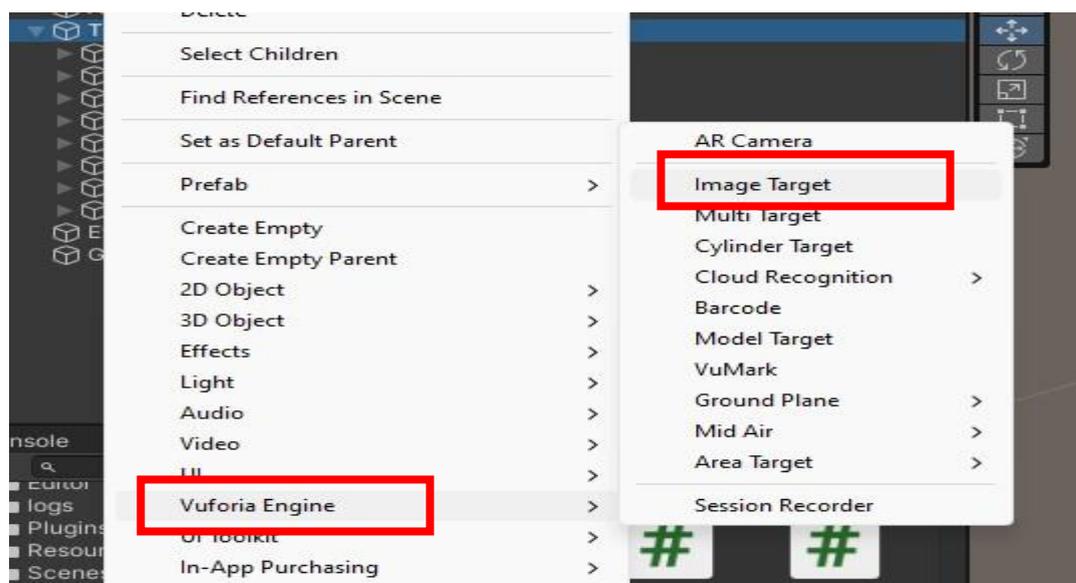
Nota: (Autoría propia, 2024).

- **Desarrollo de la escena realidad virtual (AR CAMERA)**

Para la escena de realidad virtual, se creó un objeto vacío, el cual sirvió como padre para almacenar los marcadores, dentro de este objeto se creó un “Image Target” para cada marcador, esto son objetos gestionados por Vuforia. En la figura 40 se puede observar cómo crear un Image Target.

Figura 42

Creación de los marcadores.



Nota: (Autoría propia, 2024).

Para el nombre de cada Image Target se siguió una numeración secuencial, en función del código de cada marcador especificado en la plataforma web.

Figura 43

Nomenclatura de los marcadores

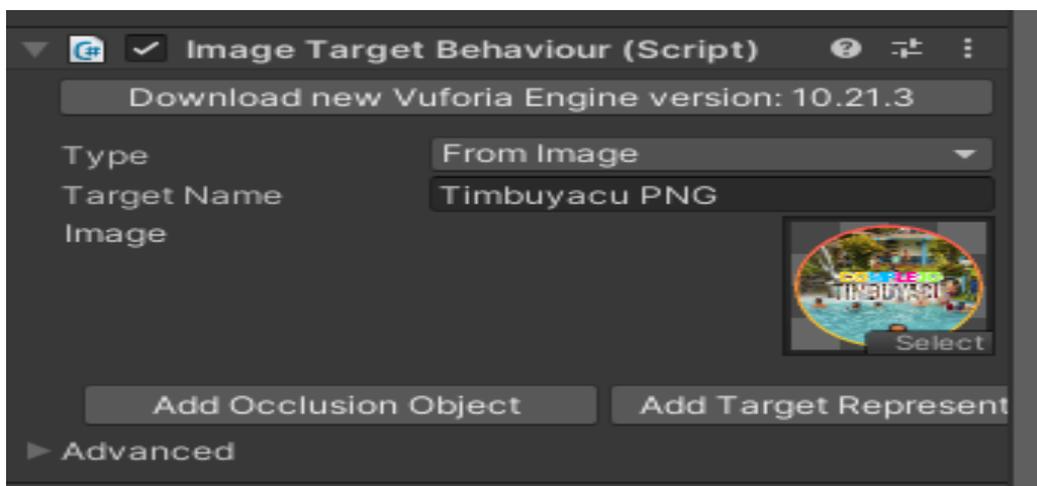


Nota: (Autoría propia, 2024).

Vuforia asigna a cada Image Target, un script “Image Target Behaviour” el cual proporciona las opciones de configuración del marcador, para este caso se utilizaron marcadores del tipo From Image, los cuales solicitan que se adjunte el Sprite de la imagen del marcador.

Figura 44

Configuración del marcador.

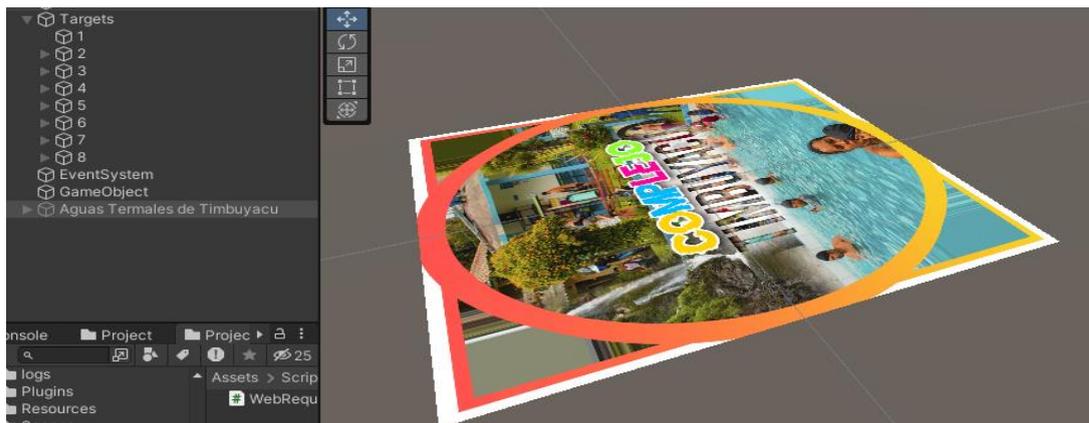


Nota: (Autoría propia, 2024).

Una vez se haya asignado la imagen en la configuración descrita anteriormente, en la escena principal se renderizará una imagen que representa como se debe visualizar el marcador, a través de la cámara de Vuforia.

Figura 45

Visualización del Image Target en escena.

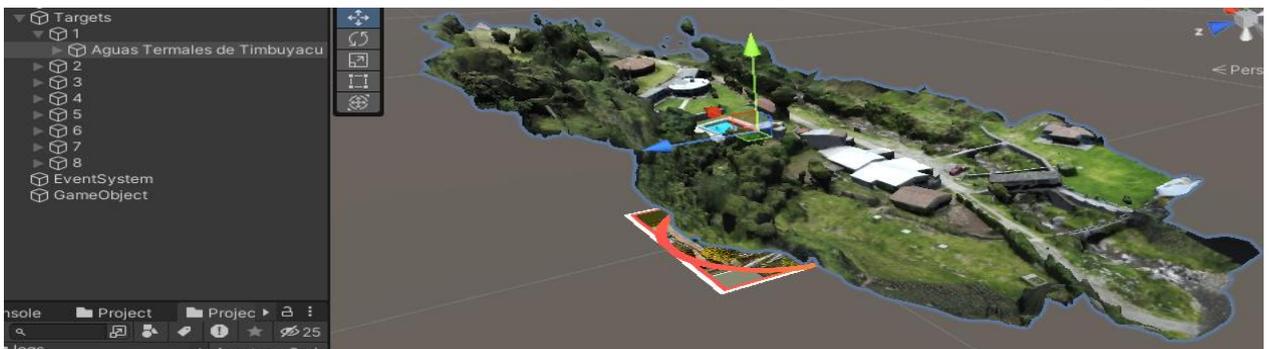


Nota: (Autoría propia, 2024).

Para finalizar se debe colocar como objeto hijo el objeto 3D exportado desde Agisoft, dentro de Image Target correspondiente, esto dará una representación de cómo se verá el objeto 3D cuando la cámara Vuforia enfoque el marcador. El tamaño del objeto 3D será relativo al tamaño de la imagen del marcador.

Figura 46

Asignación del modelo 3D al marcador.



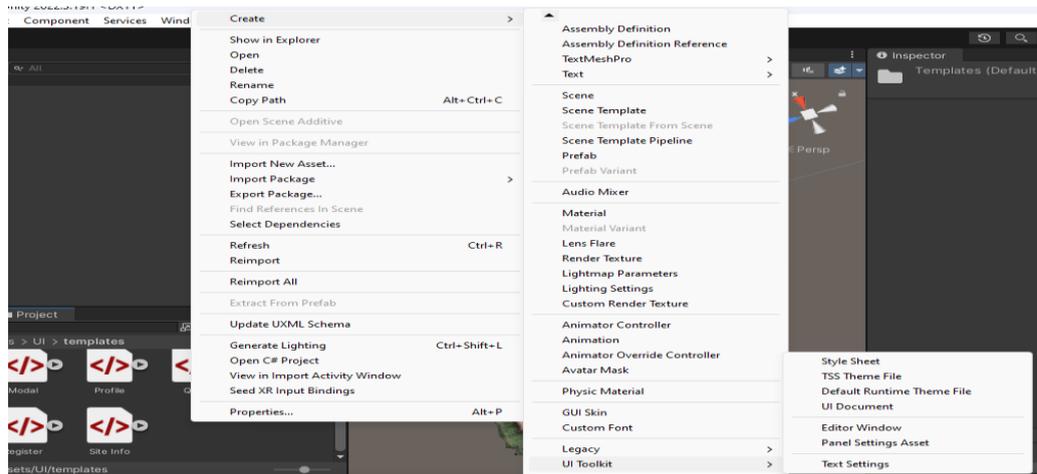
Nota: (Autoría propia, 2024).

- **Desarrollo de la escena interfaces de usuario (MAIN)**

En esta escena se crearon todas las interfaces de usuario utilizando Unity UI Toolkit.

Figura 47

Creación de interfaz con Unity UI Toolkit.

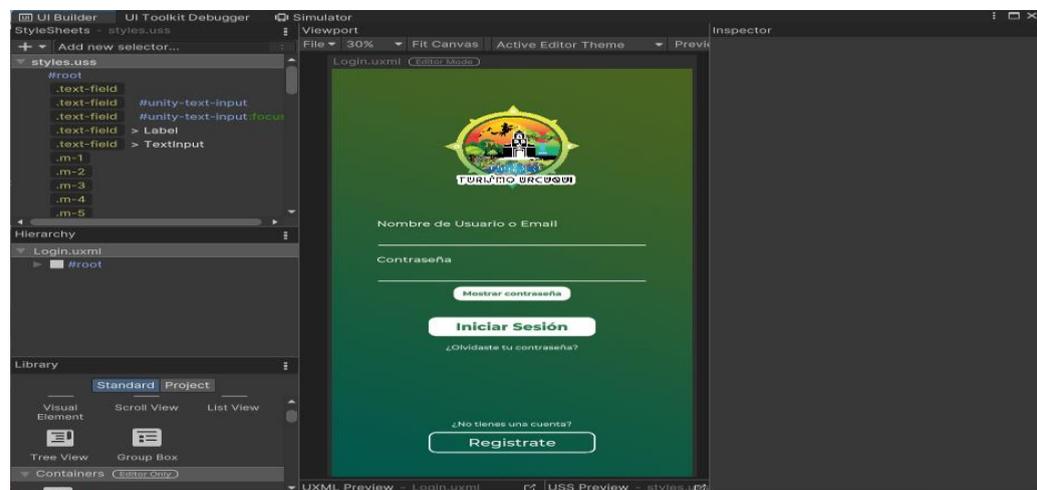


Nota: (Autoría propia, 2024).

En la siguiente imagen se puede observar interfaz de Unity UI Toolkit Builder, en la que se desarrollaron todas las interfaces de usuario.

Figura 48

Creación de interfaz con Unity UI Toolkit, login

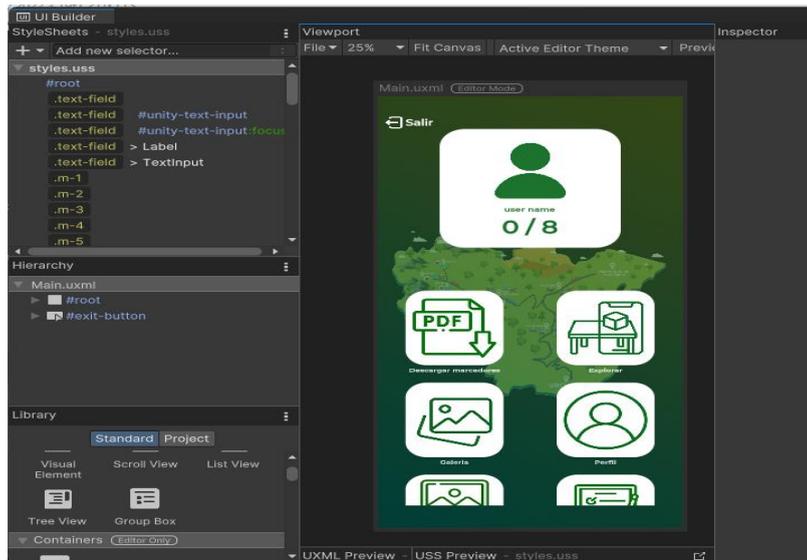


Nota: (Autoría propia, 2024).

En la siguiente imagen se puede observar el menú de la aplicación.

Figura 49

Creación de interfaz con Unity UI Toolkit, opción menú.



Nota: (Autoría propia, 2024).

En la siguiente imagen se puede observar la interfaz de inicio de la galería.

Figura 50

Marcadores visualizados.



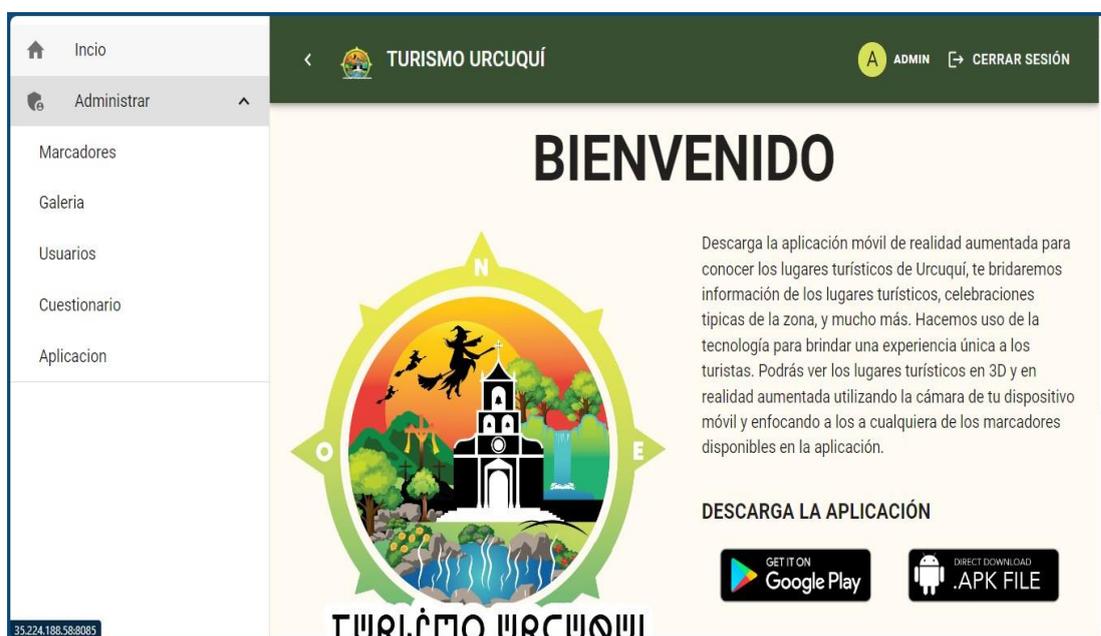
Nota: (Autoría propia, 2024).

2.3.9 Desarrollo de una aplicación para la web

Se utilizó SpringBoot para la lógica de negocio y React para las interfaces web. En siguiente imagen se visualiza la pantalla de inicio de la plataforma de administración con todas las opciones disponibles.

Figura 51

Menú principal de la plataforma de administración.

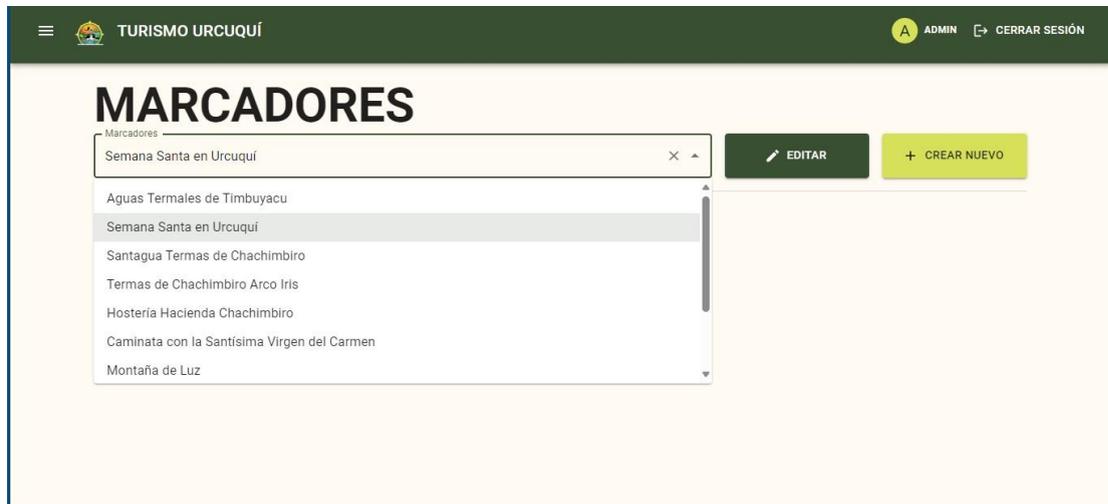


Nota: (Autoría propia, 2024).

Para la gestión de los marcadores se creó la siguiente interfaz donde se tiene las opciones CRUD de marcadores.

Figura 52

Administración de marcadores.



Nota: (Autoría propia, 2024).

Para la gestión de la galería se creó la siguiente interfaz donde se tiene las opciones CRUD de Galería.

Figura 53

Administración de galería



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4 Pruebas

Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas tanto en el BackOffice (backend) como en la aplicación móvil, donde se evaluaron los siguientes aspectos:

Para el lado del backend se realizaron las siguientes pruebas:

- Cambio de rol de usuario.
- CRUD de los marcadores.
- CRUD de la galería.
- Cuestionario.

Para el lado del frontend se realizaron las siguientes pruebas:

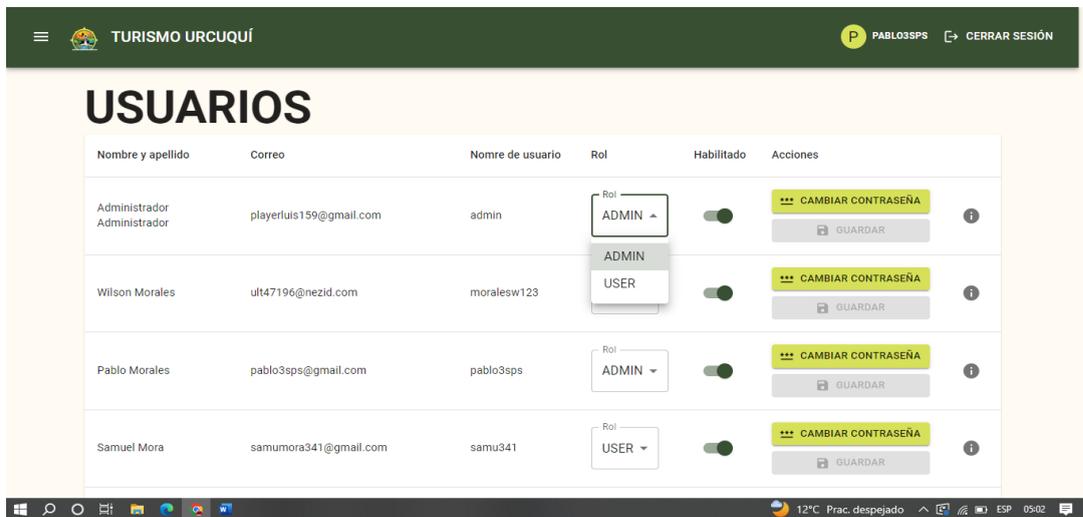
- Registro de usuario.
- Inicio de Sesión.
- Descarga de marcadores.
- Editar Cuenta.
- Visualización de los marcadores 3D.
- Editar Cuenta.
- Visualización de la galería

2.4.1 Cambio de rol de usuario

En la validación realizada, el usuario administrador, es el único que tiene la potestad de cambiar el rol de usuario (ADMIN/USER), como también tiene la opción de habilitar/deshabilitar, y por último cambiar la contraseña del usuario.

Figura 54

Cambio de rol de usuario.



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.2 CRUD de marcadores

En el panel web se pudo validar la opción de Crear Nuevo Marcador, escoger el marcador, editar el marcador (marcador, nombre, url de ubicación, descripción del marcador, audio, e imagen).

Figura 55

CRUD de los marcadores



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.3 CRUD de la galería

En el panel web se pudo validar la opción de Crear Nueva Galería, visualizar la cantidad de elementos, eliminar galería, editar galería (descripción, y archivo multimedia de la galería).

Figura 56

CRUD de la galería.



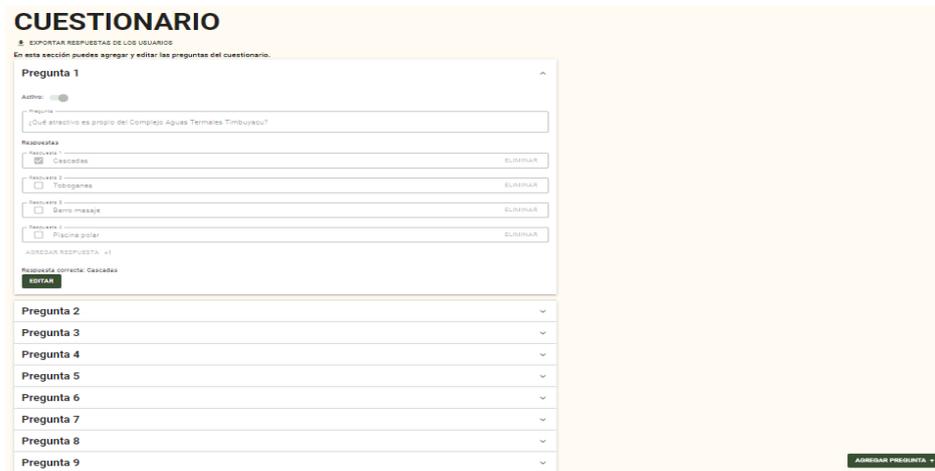
Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.4 CRUD del cuestionario

En el panel web se pudo validar la opción de Agregar nueva pregunta, visualizar en forma de lista las preguntas, exportar respuesta de los usuarios, editar pregunta del cuestionario (estado, pregunta, y la selección de una de las respuestas).

Figura 57

CRUD del cuestionario



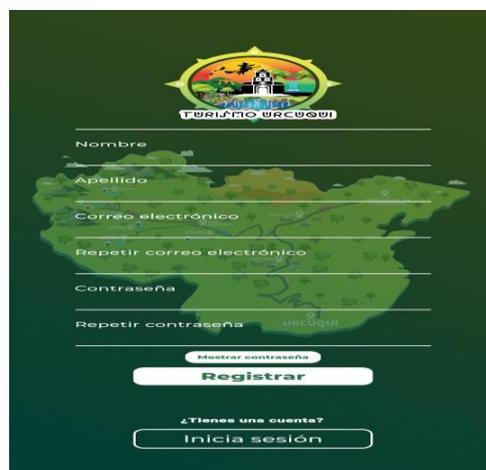
Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.5 Registro de usuario

En el aplicativo móvil se pudo validar la funcionalidad de registro de usuario con los siguientes datos: nombre, apellido, correo electrónico, repetición del correo electrónico, contraseña, repetir contraseña.

Figura 58

Registro de usuario.



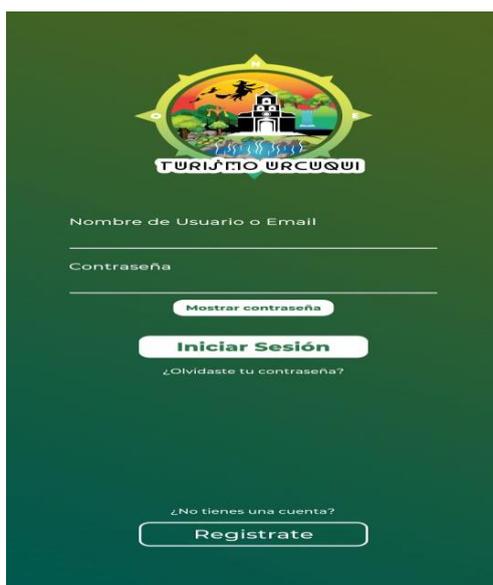
Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.5 Inicio de sesión

En el aplicativo móvil se pudo validar el inicio de sesión a través del usuario y clave, cuando la respuesta es correcta, nos redirige a un menú principal con diferentes opciones.

Figura 59

Fig.57: Inicio de sesión del usuario.



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.6 Descarga de marcadores

En el apartado de menú principal de la aplicación móvil se puede visualizar la opción de “descarga de marcadores”.

Figura 60

Descarga de marcadores.



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.7 Editar cuenta

El usuario de la aplicación móvil tiene la capacidad de modificar su cuenta de usuario (nombre de usuario, nombre, apellido, correo electrónico, contraseña).

Figura 61

Editar Cuenta.



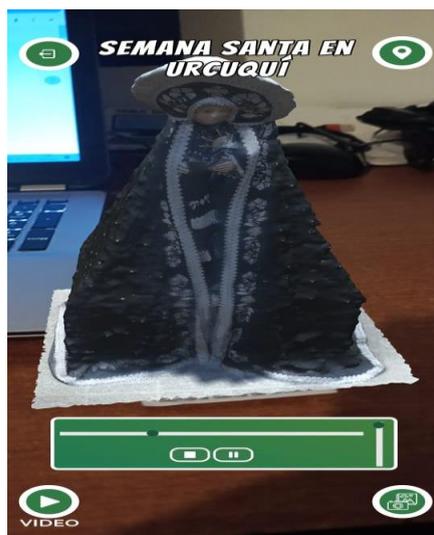
Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.8 Visualización de los marcadores 3D

En la aplicación móvil se puede visualizar el marcador 3D que contiene la imagen de una virgen, y que se titula la semana Santa en Urcuquí.

Figura 62

Visualización de marcadores 3D.



Nota: (Autoría propia, 2024).

2.4.9 Visualización de la galería

En el aplicativo móvil se pudo constatar que existe la opción de ver las galerías de los marcadores de los objetos 3D, de diversos lugares turísticos del cantón.

Figura 63

Visualización de la galería.



Nota: (Autoría propia, 2024).

Las pruebas realizadas para el usuario administrador de la plataforma web y el usuario de la aplicación móvil se detallan en la Tabla 36.

Tabla 36

Resumen de pruebas

Nombre de la prueba	Descripción	Éxito
Backend		
Cambio de rol de usuario	El usuario administrador puede cambiar el rol de un usuario	SI
CRUD de los marcadores	El usuario administrador puede visualizar, crear, editar, eliminar los marcadores	SI
CRUD de la galería	El usuario administrador puede subir, editar,	SI

	eliminar información de la galería para cada marcador	
Cuestionario	El usuario administrador puede crear nuevas preguntas, editar las existentes y descargar la respuesta de los usuarios comunes en CSV.	SI
Aplicación Móvil		
Registro de usuario	El turista puede registrarse de forma gratuita	SI
Inicio de Sesión	El usuario turista puede autenticarse en la aplicación móvil con sus credenciales de acceso.	SI
Descarga de marcadores	El usuario puede descargar un PDF con las imágenes de los marcadores	SI
Editar Cuenta	El usuario puede actualizar los datos de su perfil	SI
Visualización de los marcadores 3D	El usuario podrá utilizar la cámara del dispositivo móvil y cuando enfoque el marcador se podrá observar un modelo 3D del complejo turístico.	SI
Visualización de la galería	El usuario podrá visualizar el contenido multimedia (imágenes) de los marcadores que hayan sido visualizados	SI

Fuente: propia

creado en el test anterior se espera que de igual manera la respuesta sea un 200 (isOK) y que retorne un JWT como se observa en la figura 65.

Figura 65

Test autenticación inicio de sesión

```
@Test
void testAuthenticate() throws Exception {
    String loginJson = "{\"username\":\"testuser3\",\"password\":\"Testpa\"";
    mockMvc.perform(MockMvcRequestBuilders.post( uriTemplate: "/authenticate"
        .contentType("application/json")
        .content(loginJson))
        .andExpect(MockMvcResultMatchers.status().isOk());
}
```

AuthenticationControllerTest.testAuthenticate() 852 ms Tests passed: 1 of 1 test - 852 ms

Nota: (Autoría propia, 2024).

- **Test unitario 3 validación de identidad mediante JWT**

En este test se le pasa al endpoint "/whoami" el JWT esperando que la respuesta sea un objeto en formato Json con información del usuario que generó el token, en caso de fallar se espera un 401, en caso de ser éxito un 200 (isOK) tal como se puede observar en la figura 66.

Figura 66

Fig.60: Test de validación de identidad

```
@Test
void testWhoAmI() throws Exception {
    String token = "eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpzZW50L3RhdDA6dGkiOiIiIiwiaWF0Ij06MjN0dXNlcjMiLCJpc3\"";
    mockMvc.perform(MockMvcRequestBuilders.get( uriTemplate: "/whoami" )
        .header( name: "Authorization", ..values: "Bearer " + token))
        .andExpect(MockMvcResultMatchers.status().isOk())
        .andDo( result -> {
            System.out.println(result.getResponse().getContentAsString());
        });
}
```

AuthenticationControllerTest.testWhoAmI() 679 ms Tests passed: 1 of 1 test - 679 ms

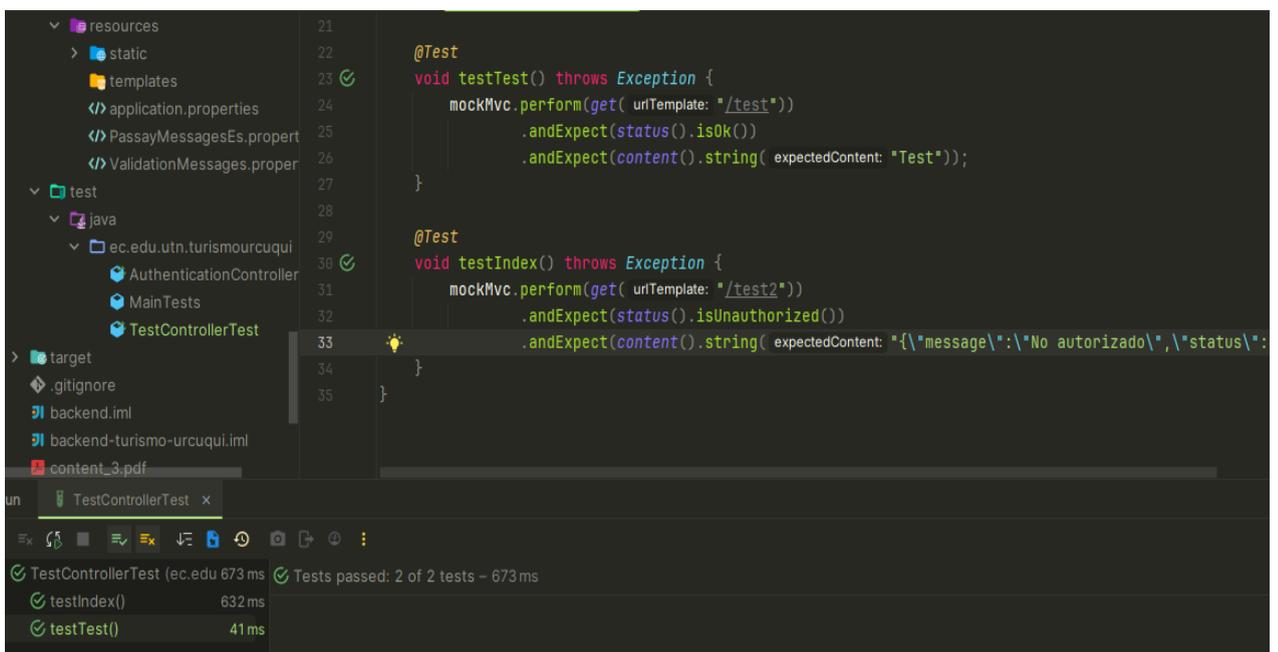
Nota: (Autoría propia, 2024).

- **Tests de servicio web**

Los endpoints de prueba /test y /test2 se crearon para que el desarrollador mediante el navegador pueda comprobar que el servidor web está funcionando correctamente, estos endpoints retornan un texto plano, uno la palabra Tests y el otro el nombre de la aplicación o en su defecto un Json que indica que no está autorizado, en el presente caso de estudio se prueba mediante testing /test y /test2, se realizaron pruebas como MockMvc para comprobar su funcionamiento, en este caso se comprobaron que las respuestas de retorno de la solicitud sean las esperadas, de esta manera nos aseguramos que el servidor web está funcional y acepta solicitudes siempre y cuando la aplicación pase pasen los tests

Figura 67

Test servicio web



```
21
22
23 @Test
24 void testTest() throws Exception {
25     mockMvc.perform(get( uriTemplate: "/test"))
26             .andExpect(status().isOk())
27             .andExpect(content().string( expectedContent: "Test"));
28 }
29
30 @Test
31 void testIndex() throws Exception {
32     mockMvc.perform(get( uriTemplate: "/test2"))
33             .andExpect(status().isUnauthorized())
34             .andExpect(content().string( expectedContent: "{\"message\":\"No autorizado\",\"status\":"));
35 }
```

TestControllerTest (ec.edu 673 ms) Tests passed: 2 of 2 tests - 673 ms
testIndex() 632ms
testTest() 41ms

Nota: (Autoría propia, 2024).

Capítulo 3

3 Resultados

3.1 Verificación de resultados

Una vez completado el desarrollo de la aplicación móvil, comienza la fase de pruebas. Al finalizar estas etapas, se acordó crear la matriz de calidad de uso junto con el entrenador y el consultor según la norma ISO 25010, que especifica cómo medir cada subcaracterística del modelo de calidad.

En el marco del proyecto, se identificaron las características y subcaracterísticas más relevantes. La característica seleccionada es la satisfacción, con la subcaracterística de utilidad como foco principal.

3.1.1 Modelo de Calidad ISO/IEC 25010

- Selección del tipo del producto de software

Figura 68

Tipos de software

2. TIPO DE PRODUCTO SOFTWARE		
Producto	Clasificación de producto	Selección
Página Web (PW)	Estática	
	Animada	
	Dinámica	
	Portal Web	
	Tienda Virtual o Comercio Electrónico	
	Página Web con Gestor de Contenido	
	Página Web 2.0	
Base de Datos (BDD)	BDD jerárquica	
	BDD de red	
	BDD transaccional	
	BDD relacional	
	BDD multidimensional	
	BDD orientado a objetos	
	BDD documental	
	BDD deductiva	
Software de Aplicación (SA)	SA de productividad (editores de texto)	
	SA de entretenimiento (videojuegos)	X
	SA de negocios (ERP)	
	SA de educación (programas interactivos de aprendizaje)	
	SA de tecnología (control de sistemas, médicas, etc.)	

Nota: Adaptación (Vaca, 2017)

- **Selección de característica y subcaracterística que se va a evaluar**

La característica seleccionada para la evaluación es la satisfacción, con un enfoque particular en su subcaracterística de utilidad, a la que se le otorga un nivel de importancia alto en relación con las demás características.

Figura 69

Característica y subcaracterística de calidad

8. SUBCARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN USO				
Característica	Subcaracterística	Nivel de Importancia	%	Total Característica
C1 - Efectividad	Efectividad	No Aplica		0%
C2 - Eficiencia	Eficiencia	No Aplica		0%
C3 - Satisfacción	Utilidad	Alta	100%	100%
C4 - Libertad de Riesgo	Libertad del riesgo económico	No Aplica		0%
	Libertad del riesgo de salud y seguridad	No Aplica		
	Libertad del riesgo ambiental	No Aplica		
C5 - Cobertura de contexto	Complejidad de Contexto	No Aplica		0%
	Flexibilidad	No Aplica		

Nota: Adaptación (Vaca, 2017)

- **Especificación de muestra**

Para evaluar la satisfacción del usuario, se emplea la encuesta SUS. Los datos se recopilan a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a un grupo de personas que comparten intereses turísticos específico.

- **Descripciones de la encuesta SUS**

El Sistema de Escala de Usabilidad (SUS) es un cuestionario compuesto por 10 preguntas con cinco opciones de respuesta. Estas respuestas se evalúan mediante una escala de Likert que varía de 1 a 5 (ver Tabla 37), donde uno significa "totalmente en desacuerdo" y cinco significa "totalmente de acuerdo". (James, 2018).

Tabla 37*Escala de Likert*

Opción de respuesta	Valor/Escala
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo, neutral o indeciso.	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Fuente: Adaptación (Mugira, 2024)

Las preguntas enumeradas en la Tabla 77, que están incluidas en la encuesta, contribuyeron al proceso de recolección de datos para evaluar la métrica de utilidad.

Tabla 38*Encuesta SUS*

Nro. Pregunta	Título de la pregunta
1	¿Considera usted que utilizaría esta aplicación móvil con frecuencia?
2	¿Cree usted que esta aplicación móvil es compleja?
3	¿Considera usted que la aplicación móvil fue fácil de usar?
4	¿Considera usted que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar esta aplicación móvil?
5	¿Considera usted que las diversas funciones de esta aplicación móvil están bien integradas?
6	¿Considera usted que había demasiada inconsistencia en esta aplicación móvil?
7	¿Cree usted que la mayoría de la gente aprendería a utilizar esta aplicación móvil rápidamente?
8	¿Considera usted que la aplicación móvil fue muy difícil de usar?
9	¿Se sintió muy seguro usando la aplicación móvil?
10	¿Considera usted que era necesario aprender muchas cosas antes de empezar a utilizar esta aplicación móvil?

Fuente: Adaptación (James, 2018)

3.1.2. Evaluación del modelo de calidad de uso

Se aplicaron las métricas definidas después de tabular los datos de la encuesta SUS para evaluar el modelo de calidad. Las mediciones del modelo establecido se detallan a continuación.

3.1.3 Característica: De Satisfacción

- **Subcaracterísticas de utilidad**

- **Métrica de satisfacción**

La proporción de usuarios satisfechos al utilizar la aplicación en relación con el total de usuarios encuestados es una subcaracterística de utilidad. Se seleccionaron las preguntas 2, 4, 6, 8 y 10 de la encuesta SUS para evaluar la utilidad, junto con la escala de Likert.

Se calcularon los usuarios satisfechos sumando las respuestas de cada pregunta y dividiéndolas por 5, el máximo de la escala, obteniendo así el promedio de las 5 preguntas.

Formula = sumatoria de respuestas / 5 = satisfechos

Tabla 39

Resultados de encuesta SUS

Pregunta	Suma de pregunta	Máximo valor	Satisfechos
Pregunta 2	50	5	10
Pregunta 4	56	5	11,2
Pregunta 6	55	5	11
Pregunta 8	55	5	11
Pregunta 10	57	5	11,4
Total			(54,6/5) =10,92

Fuente: Propia

Para calcular el valor real de usuarios satisfechos, se promedian las respuestas a las preguntas mencionadas anteriormente, aplicando la siguiente fórmula: $x = \frac{A}{B}$

Tabla 40

Métrica Utilidad

Métrica	Utilidad	
Elemento	Detalle	Valor
A	Número de usuarios satisfechos	10,92
B	Número total de usuarios	62

Fuente: Propia

Sustituyendo los valores en la fórmula, se obtiene el resultado: $x = \frac{10,92}{62} = 0,18$

○ **Métrica de confianza**

Determina el nivel de confianza de los usuarios que utilizaron la aplicación, considerando las experiencias insatisfactorias que tuvieron debido a algún fallo del aplicativo.

Formula: $X = \frac{A}{B}$, $C=1-X$

Tabla 41

Métrica de confianza

Elemento	Detalle	Valor
A	Número de quejas presentadas	3
B	Número total de usuarios	62

Fuente: Propia

Sustituyendo los valores en la fórmula, se obtiene el resultado: $x = \frac{3}{62} = 0,05$

$C = 1 - 0,05 = 0,95$

○ Métrica de Comodidad

En esta sección se evalúa la facilidad de uso de la aplicación y el bajo esfuerzo requerido para interactuar con ella, calculando un promedio ponderado de las respuestas a las preguntas pertinentes, en este caso, las preguntas 3 y 5 que están relacionadas a subcaracterística. El valor se calcula mediante la suma ponderada de las respuestas, dividida por el número total de usuarios.

Formula: $X = A + B + C + D + E$

Tabla 42

Métrica de comodidad

Elemento	Detalle	Ponderación	Total respuestas	Valor
A	Totalmente de acuerdo	1	92	0,74
B	De acuerdo	0,8	25	0,16
C	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	0,6	7	0,03
D	En desacuerdo	0,4	0	0,00
E	Totalmente en desacuerdo	0,2	0	0,00

Fuente: Propia

Al reemplazar los valores en la fórmula, se obtiene el resultado:

$$X = 0,74 + 0,16 + 0,03 + 0 + 0 = 0,94$$

3.1.4 Resultado de Evaluación

Después de validar la calidad de la aplicación móvil, se obtuvieron los siguientes resultados: la Tabla 43 muestra un resumen de los pesos y valores de cada métrica, y la Figura 70 muestra un resumen de los valores finales de la evaluación de calidad de la aplicación.

Tabla 43*Resultado de evaluación*

Característica	Subcaracterística	Métrica	Peso (%)	Medición	Resultado	Total
		Satisfacción	30	0,18	5,28	
Satisfacción	Utilidad	Confianza	40	0,95	38,06	71,46
		Comodidad	30	0,94	28,11	

Fuente: Propia

Figura 70*Resultados de evaluación de calidad uso*

RESULTADOS DE EVALUACION DE CALIDAD EN USO							
	Características	Valor Total parcial (/10)	Nivel de Importancia	Porcentaje de importancia	Valor Final	Calidad Parcial del Sistema (/10)	Calidad Total del Sistema (/10)
CALIDAD EN USO	Efectividad	0,00	0	0%	0,00	7,15	7,15
	Eficiencia	0,00	0	0%	0,00		
	Satisfacción	7,15	Alta	100%	7,15		
	Libertad de Riesgo	0,00	0	0%	0,00		
	Cobertura de context	0,00	0	0%	0,00		

Nota: Fuente propia. Adaptación: (Vaca, 2017)

3.2 Interpretación de resultados

Para analizar los resultados, se tuvo en cuenta la escala de evaluación definida en la norma ISO/IEC 25040, que establece que la evaluación de un producto se lleva a cabo teniendo en cuenta el contexto en el que se desarrolla. También valida la gestión intermedia y final de los procesos asociados con la información recolectada. (Maldonado Conejo, 2020)

Como resultado, la Figura 71 muestra un rango de calificaciones que facilita la clasificación de las aplicaciones y ayuda a determinar si hay deficiencias.

Esta tabla muestra tres niveles de satisfacción y cuatro niveles de puntuación, con mediciones calificadas en una escala del 0 al 10.

Figura 71

Niveles de puntuación

Valor de medición	Nivel de puntuación	Grado de satisfacción
7.91-10	Cumple con los requisitos	Muy satisfactorio
4.91-7.9	Aceptable	Satisfactorio
1.91-4.9	Mínimamente aceptable	No satisfactorio
0-1.9	Inaceptable	No satisfactorio

Nota: ISO/IEC 25040

Después de validar los resultados, se puede determinar que la aplicación cumple satisfactoriamente con los parámetros establecidos por la norma ISO/IEC 25010. Según la tabla, se puede deducir lo siguiente sobre el desempeño de la característica evaluada en la aplicación:

La aplicación móvil desarrollada para promover los atractivos turísticos del cantón Urcuquí alcanza un nivel de satisfacción adecuado, con una puntuación de 7,15. Esto coloca la aplicación en el rango de "Aceptable" con un grado de satisfacción "Satisfactorio", indicando que es fácil de usar y no requiere conocimientos técnicos avanzados para funcionar sin problemas.

3.3 Análisis de impacto

El impacto en varios campos se analiza en esta sección, incluidos los campos ambiental, social y tecnológico. Se emplea una tabla descriptiva para determinar si el nivel de impacto ha sido positivo o negativo.

Tabla 44*Niveles de impacto*

Nivel	Descripción
3	Impacto positivo alto
2	Impacto positivo medio
1	Impacto positivo bajo
0	No hay impacto
-1	Impacto negativo bajo
-2	Impacto negativo medio
-3	Impacto negativo alto

Fuente: propia. Adaptado de (Maldonado Conejo, 2020)

Para evaluar el impacto, se emplea una matriz que detalla el nivel de impacto junto con un indicador que ofrece información sobre el área analizada. Esto facilita el cálculo matemático del impacto del proyecto desarrollado en el contexto relevante, utilizando los datos recogidos del uso de la aplicación por parte de los encuestados.

3.3.1. Impacto ambiental**Tabla 45***Impacto ambiental*

Nivel de impacto	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Total
Indicador								
Disminución del uso de folletos informativos.							X	3
Disminución de publicidad impresa en papel						X		2
Total								5

Fuente: Propia

Suma del valor : 5/2

Total del nivel: 2,5

El nivel: Impacto positivo medio.

Interpretación de valores:

El impacto ambiental es uno de los aspectos destacados de este proyecto, ya que contribuye de manera significativa a la disminución del uso de papel para fines publicitarios. La aplicación móvil reduce la necesidad de trípticos o folletos impresos, lo que resulta en un beneficio positivo para el medio ambiente.

3.3.2 Impactos social

Tabla 46

Impacto Social

Nivel de impacto	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Total
Indicador								
Publicidad innovadora para el futuro.							X	3
Mejora el turismo							X	
Difusión global de los atractivos turísticos							X	3
Total								6

Fuente: Propia

Sumatoria del valor: 9/3

Total: 3

Nivel: Impacto positivo alto

Interpretación de valores:

En el ámbito de este proyecto, la RA se destaca por su impacto positivo en la publicidad, ofreciendo a las personas una experiencia más inmersiva y entretenida que permite interactuar de manera virtual con los atractivos a diferencia de los métodos tradicionales como los folletos o trípticos informativos. Con la mejora del turismo se puede desencadenar una mejora en la economía local a más de que se generaría fuentes de empleo. En cuanto al indicador de difusión

global de los atractivos turísticos al ser una aplicación móvil para una plataforma ampliamente utilizada como android, lo que permite a las personas de todo el mundo acceder a estos lugares de interés desde sus dispositivos móviles.

3.3.3. Impacto Tecnológico.

Tabla 47

Impacto tecnológico

Nivel de impacto	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	Total
Indicador								
Uso de realidad aumentada							X	3
Facilidad de manejo del sistema							X	3
Uso de nueva tecnología							X	3
Total								9

Fuente: Propia

Suma del valor: 9/3

Total, del nivel: 3

Nivel: Impacto positivo alto

Interpretación de valores:

El aspecto más destacado del proyecto es el impacto positivo notable que produce el uso de la aplicación móvil. El uso de tecnologías como la AR agrega valor al sector turístico a través de un enfoque atractivo y vanguardista.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la aplicación móvil Turismo Urcuquí, empleando Unity y Vuforia para promover los atractivos turísticos a través de la realidad aumentada, ha demostrado ser una combinación altamente efectiva, potente y compatible con una variedad de dispositivos móviles, garantizando que pueda llegar a un público amplio y diverso. Estas herramientas en conjunto proporcionan una plataforma robusta y fácil de integrar elementos digitales aumentados en el mundo real, de esta forma brinda al usuario experiencias inmersas, llamativas y funcionales.

La aplicación móvil ha logrado cumplir con los estándares de calidad de uso establecidos por la norma ISO/IEC 25010, enfocándose en la característica de satisfacción y la subcaracterística de utilidad, alcanzando un nivel de satisfacción adecuado, con una puntuación de 7,15. Esto sugiere que se encuentra en el rango de "Aceptable" con un grado de satisfacción "Satisfactorio", concluyendo que la aplicación es fácil de usar, segura y no requiere conocimientos técnicos avanzados para su funcionamiento.

El desarrollo de la aplicación móvil con realidad aumentada produce una serie de impactos importantes y positivos en los ámbitos ambiental, social y tecnológico. Desde un punto de vista ambiental reduce en gran medida el uso de papel para fines publicitarios como trípticos o folletos que tradicionalmente se usan. Al emplear tecnologías innovadoras genera un enfoque atractivo y futurista lo que desencadena aumento de interés del turista por visitar los sitios y por ende un impulso en la economía local.

El crecimiento exponencial de la RA en el desarrollo de aplicaciones móviles ha sido destacable en los últimos años, transformando rápidamente la manera en que interactuamos con la tecnología y el entorno que nos rodea. Esta tendencia refleja el interés creciente en aplicaciones innovadoras más interactivas y envolventes que enriquecen la experiencia del

usuario; en los campos educativo, publicitario, medicinal, entretenimiento, industrial, juegos, y turismo. Un factor importante para el crecimiento de la RA ha sido la tecnología móvil con cámaras, sensores y procesadores de mayor rendimiento que permiten una mejor calidad e integración.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la promoción y difusión de esta aplicación móvil mediante campañas de marketing, redes sociales, eventos turísticos y ferias como una estrategia para que llegue a potenciales visitantes, turistas y de esta manera puedan utilizar la aplicación que con lleva a promover el turismo y revitalizar la economía del sector.

Una vez que se ha realizado este proyecto se puede recomendar el desarrollo de aplicaciones móviles con RA por la ayuda que brinda al promocionar los atractivos turísticos de una manera más atractiva y entretenida a la vez que permite reducir de manera considerable el uso de papel con fines publicitarios como son los trípticos y folletos.

Para desarrollar aplicaciones móviles de realidad aumentada con Unity 3D, se sugiere utilizar el SDK de Vuforia por su alta calidad y la extensa variedad de herramientas funcionales que proporciona. Esto incluye la capacidad de proyectar objetos en 3D mediante la lectura de marcadores y el uso del GPS para posicionar objetos en 3D.

Para el proceso de generar modelos 3D mediante fotogrametría en este proyecto, se sugiere tomar más de ochenta fotografías en entornos bien iluminados para obtener un mejor modelado y más realista. Es crucial optimizar el rendimiento de la aplicación para garantizar una experiencia fluida, lo que incluye la optimización de los modelos en 3D.

Se recomienda emplear la norma ISO/IEC 25010 en combinación con la encuesta SUS (System Usability Scale) para evaluar y verificar la calidad de uso de una aplicación móvil y la satisfacción del cliente. La norma ISO/IEC 25010 ofrece un marco de referencia sólido para evaluar diversas características de calidad del software, mientras que la encuesta SUS es una herramienta efectiva para medir la usabilidad percibida por los usuarios. Al combinar ambas metodologías, se puede obtener una comprensión integral de la experiencia del usuario y

garantizar que la aplicación cumpla con los estándares de calidad y niveles de satisfacción esperados.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajenjo Jurado, A. (2022). Desarrollo de una aplicación móvil en Unity 3D con la API ARCore de Realidad Aumentada. [Universidad Politécnica de Madrid].
<https://oa.upm.es/69834/>
- Aufiero, I. (2022). Descubre la fotogrametría inteligente con Metashape.
<https://www.metashape-la.com/>
- Barajas, K. (2022). Estrategia didáctica para desarrollar la competencia léxica y marcación gramatical de género del alemán a través de gamificación con dispositivos móviles.
- Cotecmi. (2022). Metashape. <https://cotecmi.com/producto/metashape/>
- Dronelink. (2023). Drone Flight Control. <https://www.dronelink.com/>
- García, R. (2023). ¿Qué es la Realidad Aumentada (RA)? Origen y evolución.
<https://garciarequejo.com/es/que-es-la-realidad-aumentada-ra-origen-y-evolucion/>
- James, L. (2018). La escala de usabilidad del sistema.
- Kaiostech. (2024, January 14). Internet para todos. <https://www.kaiostech.com/>.
- Leiva, J. L., Guevara, A., Rossi, C., & Aguayo, A. (2014). Estudios y Perspectivas en Turismo Volumen (Vol. 23). www.qualifica.org
- LineageOs. (2022, December 27). Distribución de Android LineageOs.
<https://lineageos.org/>.
- Lomas Almeida, A. S. (2018). Modelamiento con objetos 3D de los recursos lacustres de la provincia de Imbabura que permita asociarlos mediante marcas para la visualización en las herramientas de realidad aumentada a través de un aplicativo móvil.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8749>
- Maldonado Conejo, E. A. (2020). Desarrollo de una aplicación móvil para georreferenciación de iglesias en la ciudad Ibarra con Realidad Aumentada utilizando flutter y wiktitude.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10463>

- Meneses, J., & Laveriano, E. (2020). Prototipo de una aplicación móvil utilizando la metodología Mobil-D para la verificación de la formalidad en el servicio de taxis.
- Molina Ríos, J. R., Honores Tapia, J. A., Pedreira Souto, N., & Pardo León, H. P. (2021). Estado del arte: metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles. *3C Tecnología_Glosas de Innovación Aplicadas a La Pyme*, 10(2), 17–45.
<https://doi.org/10.17993/3ctecno/2021.v10n2e38.17-45>
- Montaño Torrico, C., Saldaño, V., & Martín, A. (2023). Integrando Herramientas en una Aplicación Turística para el Aprendizaje de Realidad Aumentada y Geolocalización. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 14(3), 142–169. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v14.n3.900>
- Moreno, L. (2018). ¿Cuál fue la primera aplicación móvil del mercado? Particular.
<https://www.correos.es/es/es/actualidad/2018/primera-aplicacion-movil-del-mercado>
- Muguirra, A. (2024). Qué es la escala de Likert y cómo utilizarla?
- Munevar Barrera, L. G. (2021). Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada para el Museo de Ciencias de la Universidad de la Salle.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/801
- Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe.
https://issuu.com/publicacionescepal/docs/s1801141_es
- Opinion Soft. (2021). Opiniones de Dronelink. <https://opinion-soft.com/dronelink/>
- Paucar, D. (2019). SISTEMA INFORMÁTICO PARA EMPRENDIMIENTOS EN LA FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y COMUNIDADAMBATO.

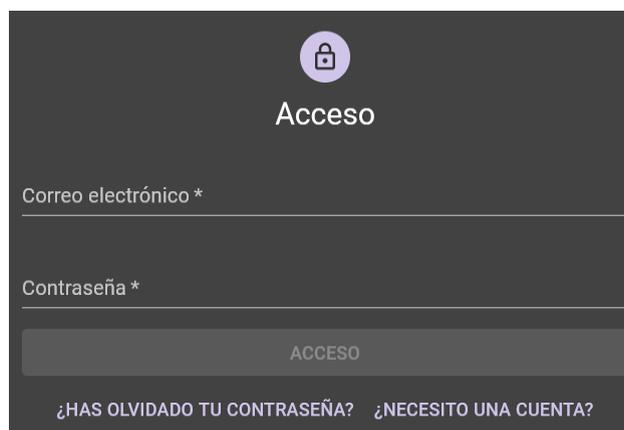
- Ramos Santarrosa, D. B. (2022). Desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada usando la herramienta metaio aplicada al turismo en el Cantón Chambo [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10098>
- Rigueros Bello, C. (2017). La realidad aumentada: Lo que debemos conocer. *Tecnología, Investigación y Academia*, 5, 257–261.
<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tia/issue/archive>
- Rosas, J. G., De La, R., Flores, R., Castillo Zacatelco, H., & Cervantes Márquez, A. P. (2014). Aplicación móvil para mostrar sitios turísticos empleando realidad aumentada y geolocalización. In *Research in Computing Science* (Vol. 88).
<http://148.228.xx.xx/ServicioWebRest/Api/Sitios/Sitio/latitud,longitud,radio>
- Tokio School. (2024). *Introducción a Unity y sus Capacidades*. Introducción a Unity y Sus Capacidades.
- Unity Documentation. (2018). *Vuforia*. Vuforia.
<https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/vuforia-sdk-overview.html>
- Unity Technologies. (n.d.). Logo Unity. 2024. Retrieved August 7, 2024, from
<https://unity.com/es/legal/branding-trademarks>
- Unocero. (2020a, July 16). Google creará un “nuevo Android” para equipos económicos. Unocero. <https://www.unocero.com/smartphones/google-creara-nueva-version-android-equipos-economicos-india/>
- Unocero. (2020b, July 16). Google creará un “nuevo Android” para equipos económicos. Unocero. <https://www.unocero.com/smartphones/google-creara-nueva-version-android-equipos-economicos-india/>
- Vaca, T. (2017). *Modelo de calidad de software aplicado al módulo de Talento Humano del sistema informático integrado universitario*.

ANEXO 1

Creación de una misión de vuelo con Dronelink y el Dron Mavic 2 Pro

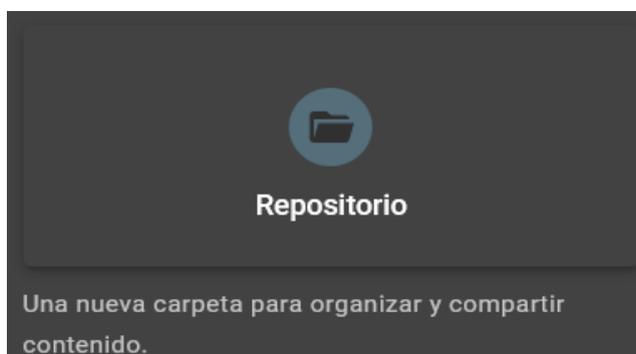
1. Registrarse e iniciar sesión desde la siguiente página web

<https://app.dronelink.com/login>

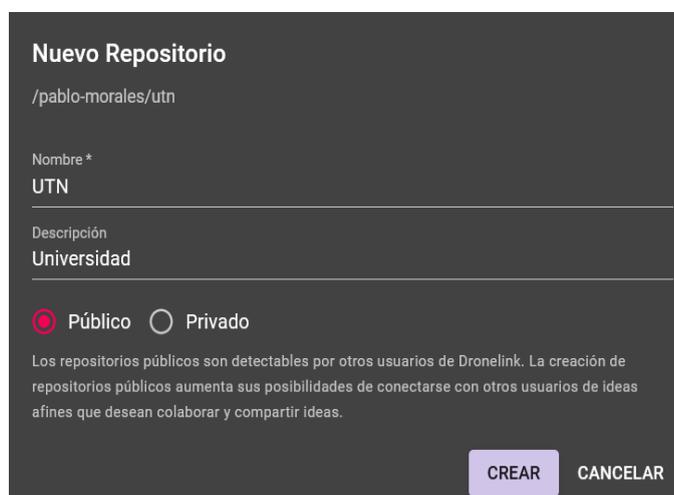


The screenshot shows the login interface of the Dronelink app. At the top, there is a purple padlock icon and the word "Acceso". Below this, there are two input fields: "Correo electrónico *" and "Contraseña *". A purple button labeled "ACCESO" is positioned below the password field. At the bottom, there are two links: "¿HAS OLVIDADO TU CONTRASEÑA?" and "¿NECESITO UNA CUENTA?".

2. Crear un nuevo repositorio

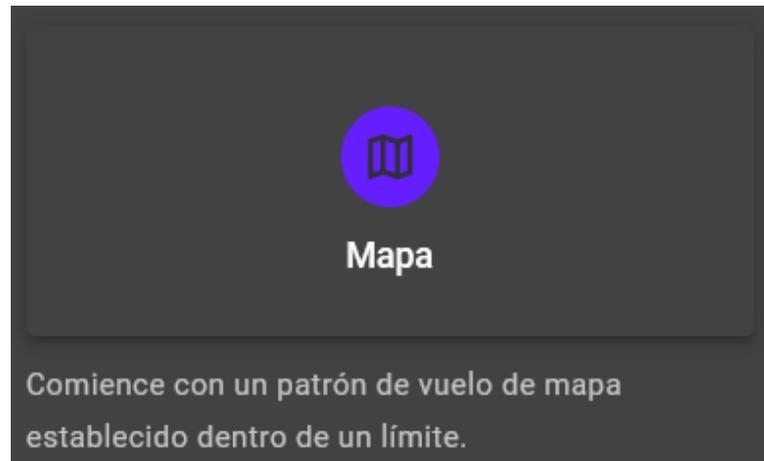
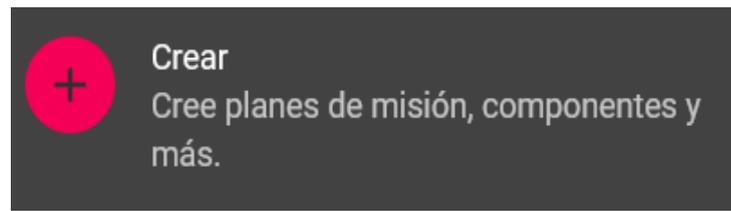


The screenshot shows the "Repositorio" screen. It features a purple folder icon and the word "Repositorio". Below the icon, there is a descriptive text: "Una nueva carpeta para organizar y compartir contenido."

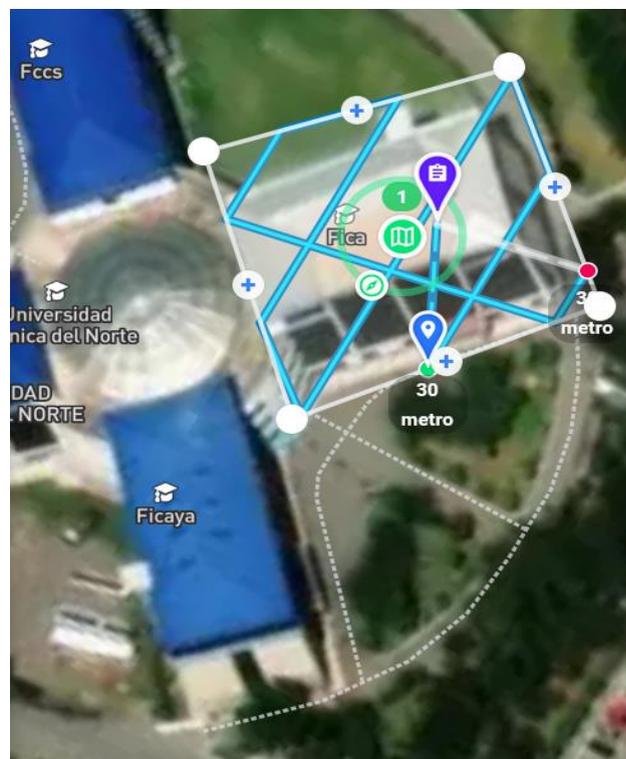


The screenshot shows the "Nuevo Repositorio" form. The title is "Nuevo Repositorio" and the path is "/pablo-morales/utn". There are two input fields: "Nombre *" with the value "UTN" and "Descripción" with the value "Universidad". Below these fields, there are two radio buttons: "Público" (selected) and "Privado". A note at the bottom states: "Los repositorios públicos son detectables por otros usuarios de Dronelink. La creación de repositorios públicos aumenta sus posibilidades de conectarse con otros usuarios de ideas afines que desean colaborar y compartir ideas." At the bottom right, there are two buttons: "CREAR" and "CANCELAR".

3. Crear una nueva misión y mapa



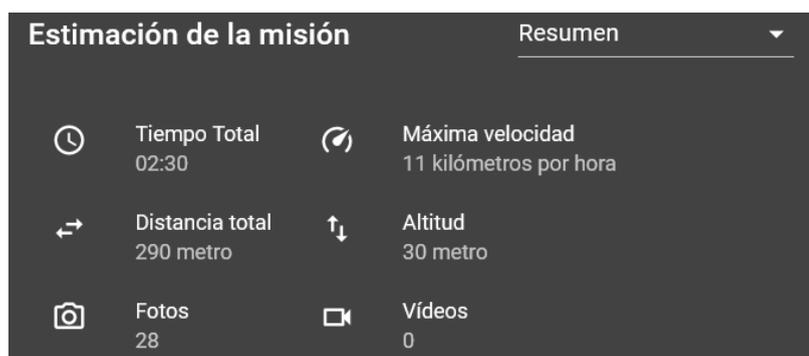
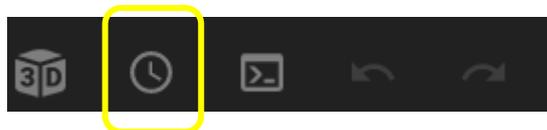
4. Ubicar en el mapa el área que va a volar el Dron.



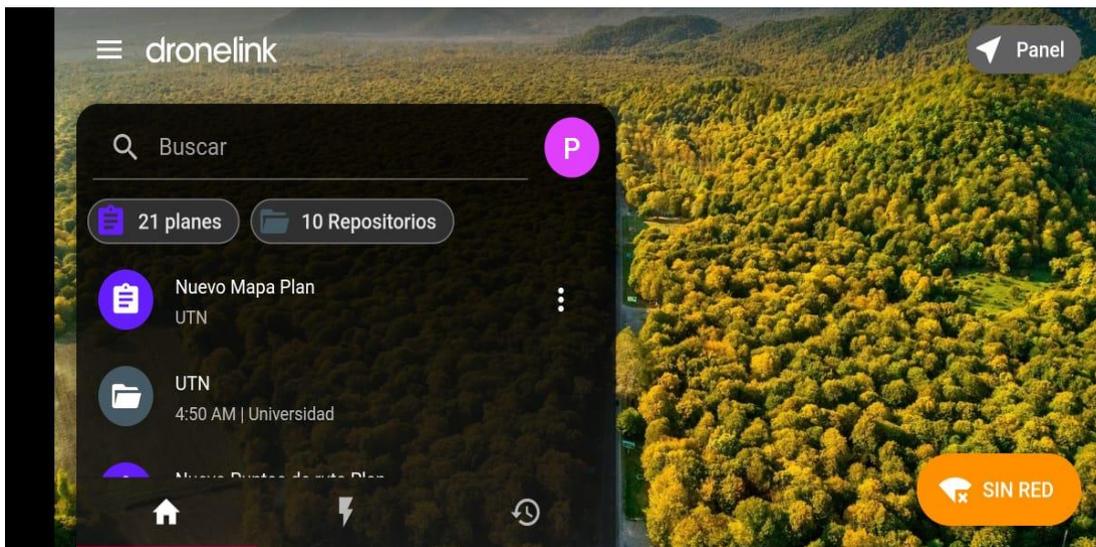
5. Configuraciones específicas como altura, superposición y grados de inclinación que debe cumplir el dron que va a realizar la fotogrametría. Las configuraciones pueden variar de acuerdo con el área de estudio.



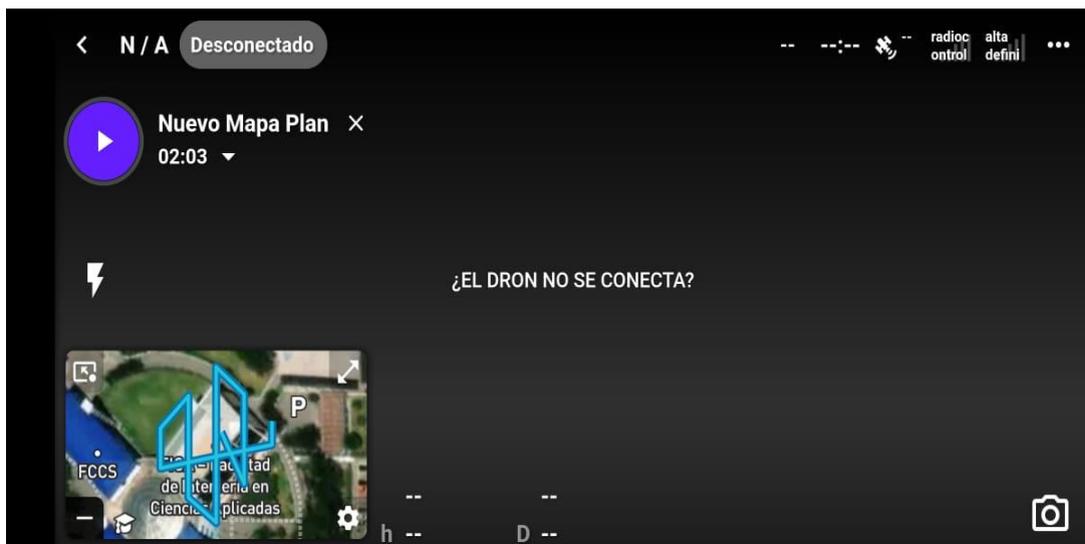
6. Clic en el ícono de estimación de la misión, para conocer la cantidad de fotografías, el tiempo, la velocidad y altura que volará el Dron.



7. El siguiente paso es abrir Dronelink desde el celular.



8. Conectar el celular al control del Dron e iniciar la misión.

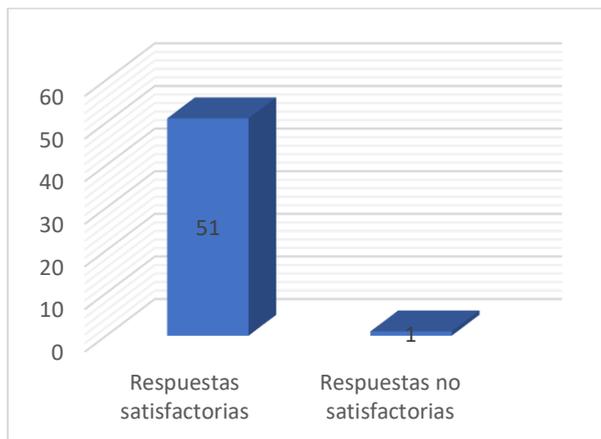


Una vez terminado el proceso de fotogrametría mediante el Dron, se importan las fotografías al software Agisoft Metashape para iniciar con el proceso de modela 3D.

ANEXO 2

Tabulación de la Encuesta de Satisfacción SUS.

1. ¿Considera usted que utilizaría esta aplicación móvil con frecuencia?

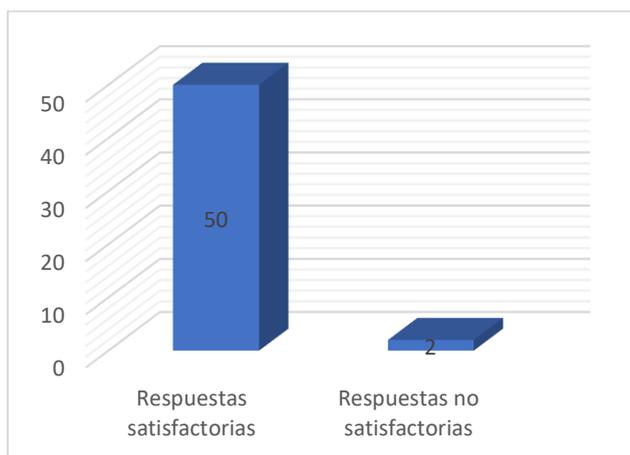


Resultados	
Totalmente de acuerdo	18
De acuerdo	33
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	10
En desacuerdo	1
Totalmente en desacuerdo	0

Respuestas satisfactorias	51
Respuestas no satisfactorias	1

Un total de 51 usuarios mencionan que usarían la aplicación con frecuencia, por otra parte 1 de los encuestados no lo harían frecuentemente.

2. ¿Cree usted que esta aplicación móvil es compleja?

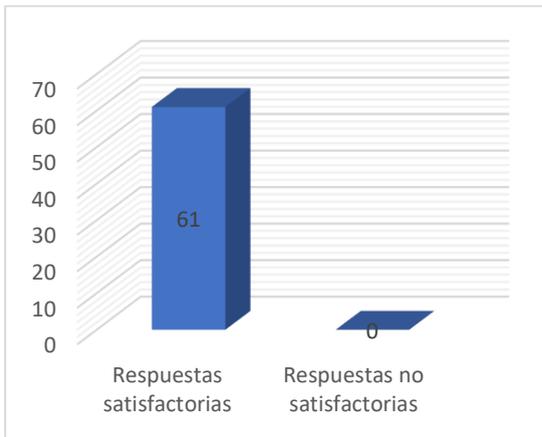


Resultados	
Totalmente de acuerdo	0
De acuerdo	2
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	10
En desacuerdo	30
Totalmente en desacuerdo	20

Respuestas satisfactorias	50
Respuestas no satisfactorias	2

De las 62 personas encuestadas, 40 mencionan que la aplicación no era compleja, por otra parte 2 afirman que era compleja.

3. ¿Considera usted que la aplicación móvil fue fácil de usar?

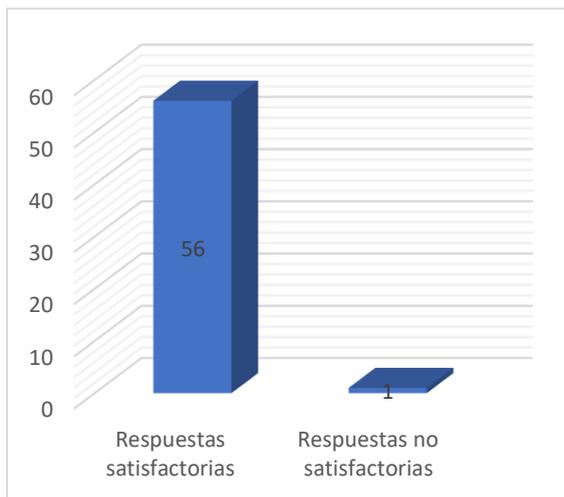


Resultados	
Totalmente de acuerdo	49
De acuerdo	12
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	1
En desacuerdo	0
Totalmente en desacuerdo	0

Respuestas satisfactorias	61
Respuestas no satisfactorias	0

De las 62 personas encuestadas, 61 mencionan que el aplicativo móvil es fácil de usar, lo cual indica un alto índice de facilidad al usuario.

4. ¿Considera usted que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar esta aplicación móvil?

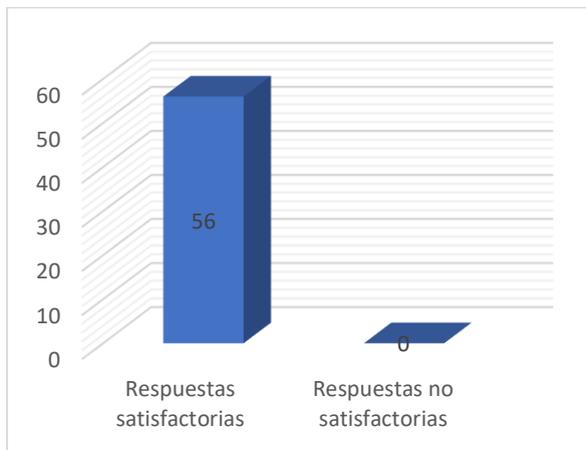


Resultados	
Totalmente de acuerdo	0
De acuerdo	1
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	5
En desacuerdo	36
Totalmente en desacuerdo	20

Respuestas satisfactorias	56
Respuestas no satisfactorias	1

De las 62 personas encuestadas, 56 mencionan que no hace falta el apoyo de una persona con conocimientos técnicos para usar la aplicación, mientras que 1 persona afirma que se necesita apoyo técnico

5. ¿Considera usted que las diversas funciones de esta aplicación móvil están bien integradas?

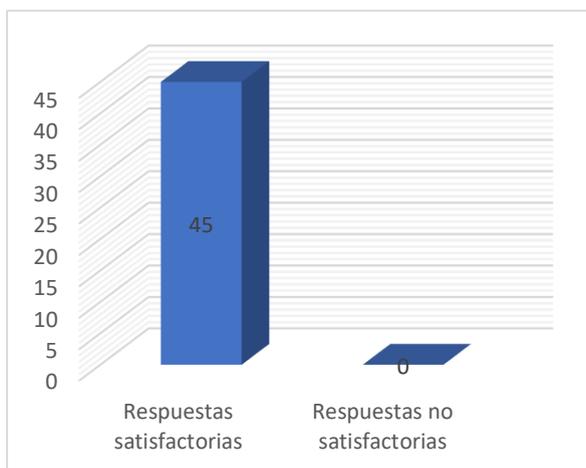


Resultados	
Totalmente de acuerdo	43
De acuerdo	13
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	6
En desacuerdo	0
Totalmente en desacuerdo	0

Respuestas satisfactorias	56
Respuestas no satisfactorias	0

Un total de 56 de los 62 usuarios encuestados mencionan que las funciones que componen la aplicación estaban bien integradas y el resto tiene un pensamiento neutro.

6. ¿Considera usted que había demasiada inconsistencia en esta aplicación móvil?

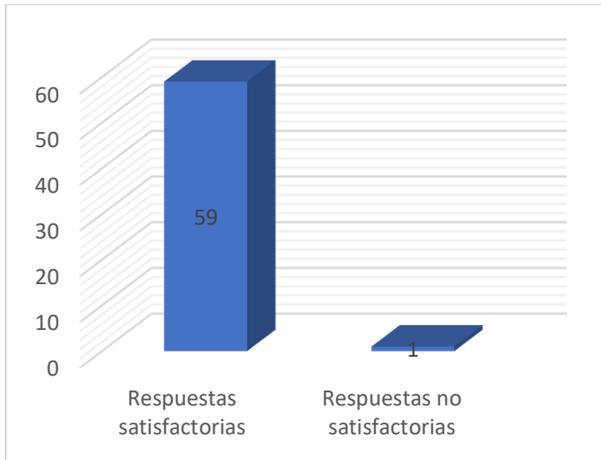


Resultados	
Totalmente de acuerdo	0
De acuerdo	0
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	7
En desacuerdo	32
Totalmente en desacuerdo	23

Respuestas satisfactorias	55
Respuestas no satisfactorias	0

De 62 los usuarios, 55 mencionan que la aplicación no tiene inconsistencias o fallas mientras 17 persona tienen un pensamiento neutro.

7. ¿Cree usted que la mayoría de la gente aprendería a utilizar esta aplicación móvil rápidamente?

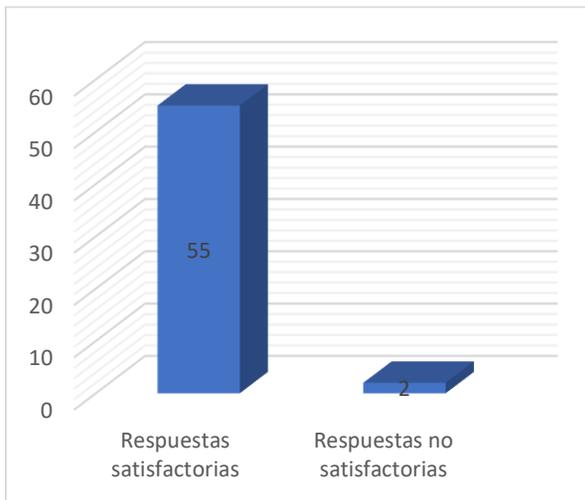


Resultados	
Totalmente de acuerdo	27
De acuerdo	32
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	2
En desacuerdo	1
Totalmente en desacuerdo	0

Respuestas satisfactorias	59
Respuestas no satisfactorias	1

Un total de 59 usuarios mencionan que fue rápido aprender el uso de la aplicación mientras que una persona afirma que no fue tan rápido aprender.

8. ¿Considera usted que la aplicación móvil fue muy difícil de usar?

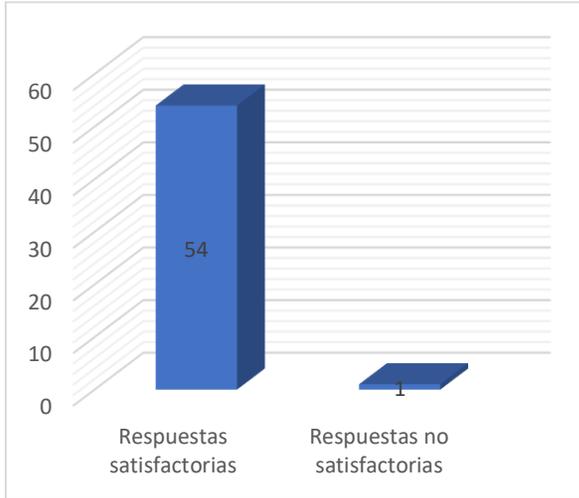


Resultados	
Totalmente de acuerdo	1
De acuerdo	1
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	5
En desacuerdo	33
Totalmente en desacuerdo	22

Respuestas satisfactorias	55
Respuestas no satisfactorias	2

Un total de 55 usuarios mencionan que no es difícil de usar el aplicativo, mientras que dos personas afirman que estuvo difícil.

9. ¿Se sintió muy seguro usando la aplicación móvil?

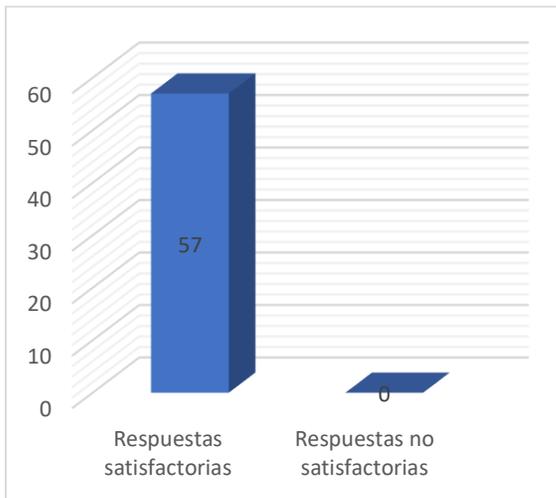


Resultados	
Totalmente de acuerdo	10
De acuerdo	44
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	7
En desacuerdo	1
Totalmente en desacuerdo	0

Respuestas satisfactorias	54
Respuestas no satisfactorias	1

Del total de 62 encuestados 54 mencionan que se sintieron seguras usando el aplicativo móvil.

10. ¿Considera usted que era necesario aprender muchas cosas antes de empezar a utilizar esta aplicación móvil?



Resultados	
Totalmente de acuerdo	0
De acuerdo	0
Ni en acuerdo, ni en desacuerdo	5
En desacuerdo	38
Totalmente en desacuerdo	19

Respuestas satisfactorias	57
Respuestas no satisfactorias	0

De 62 los usuarios, 57 mencionan que para aprender muchas cosas antes de empezar a utilizar esta aplicación móvil, por otra parte 5 usuarios tienen un pensamiento neutral.