

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



**Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas**  
**Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales**

## **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL SOBRE LA PLATAFORMA ANDROID APLICANDO REALIDAD AUMENTADA PARA PROMOCIONAR LOS PRODUCTOS DE LA FERIA ARTESANAL Y DE EMPRENDIMIENTO PEGUCHE.**

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

Autor:

Carmen Patricia Tituaña Córdova

Director:

Msc. Carpio Agapito Pineda Manosalvas

Ibarra- Ecuador

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS

Certifico que la Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera en Sistemas Computacionales con el tema: **“Desarrollo de una aplicación móvil sobre la plataforma Android aplicando realidad aumentada para promocionar los productos de la feria artesanal y de emprendimiento Peguche”** ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la estudiante Carmen Patricia Tituaña Córdova bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia en la ciudad de Ibarra, el 6 de mayo del 2022.

MSc. Carpio Pineda

100158578-3

Peguche, 20 de mayo del 2022

## CERTIFICACIÓN

Señores  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
Presente  
De mis consideraciones. –

En calidad de beneficiarios del proyecto de tesis de la Srta. Egresada **CARMEN PATRICIA TITUAÑA CÓRDOVA**, portadora de la cédula de identidad N° 100418538-3 quien ha desarrollado su trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniera en Sistemas Computacionales con el tema “**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL SOBRE LA PLATAFORMA ANDROID APLICANDO REALIDAD AUMENTADA PARA PROMOCIONAR LOS PRODUCTOS DE LA FERIA ARTESANAL Y DE EMPRENDIMIENTO PEGUCHE**”, me es grato informar que la aplicación resultante de dicho trabajo cumple con satisfacción las expectativas requeridas para su propósito, por lo que se recibe el proyecto como culminado y nos comprometemos a utilizar el aplicativo en beneficio de la Feria Artesanal Peguche.

La Srta. antes mencionada puede hacer uso de este documento para los fines pertinentes en la Universidad Técnica del Norte.

Atentamente.



Carlos Alberto Guaján

C.I 1001650751

Presidente de la Feria de Artesanos Productores Peguche



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN Y USO DE 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:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004185383		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Tituaña Córdova Carmen Patricia		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Otavalo, Peguche, Barrio Atahualpa		
<b>EMAIL:</b>	cptituania@utn.edu.ec		
<b>TELEFONO FIJO:</b>	-	<b>TELEFONO MÓVIL:</b>	0987361881

<b>DATOS DE LA OBRA</b>			
<b>TÍTULO:</b>	DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL SOBRE LA PLATAFORMA ANDROID APLICANDO REALIDAD AUMENTADA PARA PROMOCIONAR LOS PRODUCTOS DE LA FERIA ARTESANAL Y DE EMPRENDIMIENTO PEGUCHE.		
<b>AUTORA:</b>	Tituaña Córdova Carmen Patricia		
<b>FECHA:</b>	21 de mayo de 2022		
<b>PROGRAMA:</b>	X	<b>PREGRADO</b>	<b>POSTGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera en Sistemas Computacionales		
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	Msc. Carpio Pineda Manosalvas		

## 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 21 días del mes de mayo de 2022

**EL AUTOR:**



---

Carmen Patricia Tituaña Córdova

C.I 1004185383

# DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

Carmita, mi madre, quien con su esfuerzo, cariño, paciencia y apoyo incondicional ha permitido que pueda culminar esta meta. Mami, usted es la principal y mayor merecedora de este logro. Gracias por estar siempre a mi lado y ser un ejemplo de lucha frente a las adversidades de la vida.

César, mi amado esposo, a ti por llenar de alegría cada uno de mis días, por ser mi fortaleza y apoyo fundamental durante todo el proceso de este trabajo.

Dayami, mi pequeña, por tu paciencia y tus múltiples formas de demostrarme cariño ya que han sido muchas veces el motor e impulso que en ocasiones me faltaba.

Carmen Patricia Tituaña Córdova

# AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos a todas las autoridades y personal que forma parte de la Universidad Técnica del Norte por haberme acogido durante el tiempo de mi formación profesional.

A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, especialmente a los docentes que fueron mis profesores, quienes a través de sus conocimientos y enseñanzas hicieron que pueda crecer día a día como profesional. A mi tutor, Ingeniero Carpio Pineda principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza, colaboración y apoyo incondicional permitió el desarrollo de este trabajo.

De igual manera a: Carmita, César, Dayami, Rolando, Dolores, José y toda mi familia por su apoyo, consejos y palabras de aliento a lo largo de este camino. A mi amiga Amanda, por su invaluable amistad, ejemplo de constancia y perseverancia tanto en las aulas como en la vida

Finalmente, quiero agradecer a mis amigos, compañeros de clase, conocidos y todas las personas que, de una u otra manera han formado parte de este proceso y logro académico.

¡Gracias!

Carmen Patricia Tituaña Córdova

# TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR .....	ii
AUTORIZACIÓN Y USO DE PUBLICACIÓN .....	iv
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	iv
2. CONSTANCIAS .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
TABLA DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Antecedentes .....	1
2. Situación Actual .....	2
3. Problema.....	2
4. Objetivos .....	3
Objetivos Específicos.....	3
5. Justificación.....	3
6. Alcance .....	5
CAPÍTULO 1 .....	6
1.1 Realidad Aumentada.....	6
1.1.1 Historia.....	6
1.1.2 Definición de Realidad Aumentada .....	6
1.1.3 Tipos de sistemas con RA.....	7
1.1.4 Niveles de Realidad Aumentada .....	8
1.1.5 Elementos necesarios para RA.....	9
1.1.6 Aplicaciones para la RA .....	10
1.2 Marketing Móvil.....	14
1.2.1 Marketing aplicado a Productos Locales .....	16
1.3 Herramientas a utilizar.....	17
1.3.1 Unity.....	17
1.3.2 Vuforia.....	18
1.3.3 3DF Zephyr .....	18



1.3.4 Qlone.....	19
1.4 Metodología XP.....	20
1.4.1 Definición .....	20
1.4.2 Fases de la Metodología XP .....	21
1.4.3 Roles.....	22
1.4.4 Valores de Xtreme Programming.....	23
CAPÍTULO 2 .....	24
2.1 Planificación .....	24
2.1.1 Roles y Responsabilidades .....	24
2.1.2 Historias de Usuario .....	25
2.1.3 Plan de Versiones.....	26
2.1.4 Planificación de Iteraciones .....	27
2.2 Diseño .....	30
2.3 Desarrollo del aplicativo .....	32
2.3.1 Escaneo 3D.....	32
2.3.2 Modelado 3D con Fotogrametría.....	33
2.3.3 Desarrollo del aplicativo en Unity.....	37
2.4 Pruebas .....	50
2.4.1 Validación HU001 - Menú de Acceso.....	50
2.4.2 Validación HU002 – Galería .....	51
2.4.3 Validación HU003 - Visualización del objeto con RA .....	51
2.4.4 Validación HU004 – Directorio de Artesanos.....	52
2.4.5 Validación HU005 – Información .....	52
CAPITULO 3 .....	54
3.1 Calidad de Software .....	54
3.2 Modelo de Calidad ISO/IEC 25010 .....	54
3.2.1 Modelo de Calidad en Uso .....	54
3.2.2 Métricas y Medición.....	55
3.2.3 Satisfacción .....	56
3.3 Descripción de niveles de puntuación .....	56
3.4 Evaluación de calidad.....	57
3.5 Aplicación de la matriz de calidad en uso .....	58
3.6 Resultado Final de Calidad .....	59
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62

ANEXOS .....	67
Anexo 1. Tabulación de la Encuesta de Satisfacción .....	67
Anexo 2. Manual Técnico .....	72
Instalación Unity .....	72
Crear nuevo proyecto Unity.....	73
Instalación Vuforia .....	74
Añadir Vuforia al proyecto .....	74
Integración Unity - Firebase.....	80
Creación de proyecto en Firebase .....	80

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DIAGRAMA DE PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	3
FIGURA 2. REALIDAD AUMENTADA: MUNDO REAL + MUNDO VIRTUAL. ELABORACIÓN PROPIA .....	7
FIGURA 3. SUPERPOSICIÓN DE IMAGEN SOBRE UN MARCADOR PREDEFINIDO. FUENTE: GOOGLE.COM.....	8
FIGURA 4. SUPERPOSICIÓN DE IMAGEN SOBRE EL ESPACIO REAL. FUENTE: GOOGLE.COM .....	8
FIGURA 5. EJEMPLOS DE MARCADORES DE RA. FUENTE: GOOGLE.COM.....	9
FIGURA 6. APLICACIÓN DE RA CON RECONOCIMIENTO DE OBJETOS. FUENTE: GOOGLE.COM.....	10
FIGURA 7. REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN. FUENTE: GOOGLE.COM .....	11
FIGURA 8. CIRUGÍA HEPÁTICA MEDIANTE RA Y SISTEMA DE IMÁGENES CEREBRALES INTRAOPERATORIAS. FUENTE: GOOGLE.COM.....	12
FIGURA 9. JUEGO PÓKEMON GO. FUENTE: FORBES.COM .....	13
FIGURA 10. LOGO UNITY. FUENTE: UNITY.COM.....	17
FIGURA 11. LOGO VUFORIA. FUENTE: VUFORIA.COM .....	18
FIGURA 12. 3DF ZEPHYR LOGO. FUENTE: 3DFLOW.NET.....	19
FIGURA 13 APLICACIÓN QLONE. FUENTE: QLONE.PRO.....	20
FIGURA 14 FASES XP. FUENTE: IMAGEN PROPIA.....	21
FIGURA 15 PLANIFICACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA .....	26
FIGURA 16. PANTALLA INICIAL .....	30
FIGURA 17. PANTALLA GALERÍA .....	30
FIGURA 18. VISOR DE REALIDAD AUMENTADA.....	31
FIGURA 19. PANTALLA MÓDULO CONTACTO.....	31
FIGURA 20. PANTALLA INFORMACIÓN DE LA FERIA ARTESANAL .....	31
FIGURA 21. PLANTILLA PARA ESCANEO. FUENTE: QLONE.PRO.....	32
FIGURA 22. DOMO GUÍA. IMAGEN PROPIA .....	33
FIGURA 23. PROCESO DE MODELADO 3D .....	33
FIGURA 24. ARTESANÍA PARA FOTOGRAFIAR EN AMBIENTE PREPARADO.....	34
FIGURA 25. PROCESAMIENTO DE FOTOGRAFÍAS.....	35
FIGURA 26. PROCESO DE RECONSTRUCCIÓN FINALIZADO .....	36
FIGURA 27. EDICIÓN DE PUNTOS .....	36
FIGURA 28. OBJETO 3D RESULTANTE .....	37
FIGURA 29. CREACIÓN DE ESCENAS.....	37
FIGURA 30. CREACIÓN DE BOTONES.....	38
FIGURA 31. AÑADIR SCRIPT.....	38
FIGURA 32. CREACIÓN MENÚ CONTROLLER .....	38
FIGURA 33. AÑADIR SCRIPT PARA DAR FUNCIONALIDAD A UN BOTÓN.....	39
FIGURA 34. SELECCIÓN DE FUNCIONALIDAD DE SCRIPT .....	39
FIGURA 35. AÑADIR MARCADOR EN ESCENA .....	40
FIGURA 36. SELECCIÓN ORIGEN DE MARCADORES .....	40
FIGURA 37. SELECCIÓN DE MARCADOR .....	40
FIGURA 38. ELIMINAR CÁMARA PREDEFINIDA.....	41
FIGURA 39. AÑADIR CÁMARA 3D .....	41
FIGURA 40. CREACIÓN DE CARPETA PARA OBJETOS 3D .....	42
FIGURA 41. AÑADIR OBJETOS 3D EN UNITY .....	42
FIGURA 42. MARCADOR EN ESCENA.....	42
FIGURA 43. AÑADIR OBJETO 3D SOBRE MARCADOR .....	43
FIGURA 44. IMÁGENES PARA GALERÍA.....	43
FIGURA 45. DEFINIR IMÁGENES CON TEXTURA SPRITE.....	44
FIGURA 46. AÑADIR CONTENEDOR PARA CADA IMAGEN .....	44
FIGURA 47. PANEL CONTENEDOR DE IMÁGENES .....	44
FIGURA 48. ÁREA SCROLL PARA IMÁGENES .....	45
FIGURA 49. AGREGANDO IMÁGENES .....	45
FIGURA 50. IMÁGENES DE LA GALERÍA.....	45

FIGURA 51. MÁSCARA Y SCROLL PARA LA GALERÍA .....	46
FIGURA 52. CONFIGURACIÓN DE SCROLL .....	46
FIGURA 53. AGREGANDO INFORMACIÓN EN LA GALERÍA.....	47
FIGURA 54. OCULTAR CAPA INFORMACIÓN.....	47
FIGURA 55. SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA MOSTRAR INFORMACIÓN.....	47
FIGURA 56. ELEMENTOS QUE COMPONEN CADA CATEGORÍA DE CONTACTOS. ....	48
FIGURA 57. CONFIGURACIÓN DE SCROLL VIEW .....	48
FIGURA 58. CONVERTIR SCROLL VIEW EN ELEMENTO PREFAB.....	49
FIGURA 59. PANTALLA INFORMACIÓN DE LA FERIA ARTESANAL .....	50
FIGURA 60. CARACTERÍSTICAS Y SUB CARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE CALIDAD EN USO. FUENTE: ISO/IEC 25010.....	55

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 1 DEFINICIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES .....	24
TABLA 2. 2 ASIGNACIÓN DE ROLES.....	24
TABLA 2. 3 HISTORIA DE USUARIO 1.....	25
TABLA 2. 4 HISTORIA DE USUARIO 2.....	25
TABLA 2. 5 HISTORIA DE USUARIO 3.....	25
TABLA 2. 6 HISTORIA DE USUARIO 4.....	25
TABLA 2. 7 HISTORIA DE USUARIO 5.....	26
TABLA 2. 8 ITERACION N°1 .....	27
TABLA 2. 9 ITERACION N°2 .....	28
TABLA 2. 10 ITERACION N°3 .....	28
TABLA 2. 11 ITERACION N°4 .....	28
TABLA 2. 12 ITERACION N°5 .....	29
TABLA 2. 13 ITERACION N°6 .....	29
TABLA 2. 14 VALIDACIÓN HU001 .....	51
TABLA 2. 15 VALIDACIÓN HU002 .....	51
TABLA 2. 16 VALIDACIÓN HU003 .....	52
TABLA 2. 17 VALIDACIÓN HU004 .....	52
TABLA 2. 18 VALIDACIÓN HU005 .....	53
TABLA 3. 1 MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO – CARACTERÍSTICA: SATISFACCIÓN .....	56
TABLA 3. 2 RANGOS DE PUNTUACIÓN PARA LAS MÉTRICAS.....	56
TABLA 3. 3 MATRIZ DE CALIDAD: EVALUACIÓN DE CALIDAD.....	57
TABLA 3. 4 SUS (SYSTEM USABILITY SCALE) .....	57
TABLA 3. 5 OPCIONES DE RESPUESTA LIKERT .....	58
TABLA 3. 6 EVALUACIÓN DE CALIDAD EN USO - UTILIDAD .....	59
TABLA 3. 7 EVALUACIÓN DE CALIDAD FINAL .....	59
TABLA 3. 8 RESUMEN DE EVALUACIÓN DE CALIDAD .....	59

## RESUMEN

El presente trabajo detalla el proceso de elaboración de una aplicación móvil con realidad aumentada para la plataforma Android, cuyo propósito es dar a conocer y difundir productos artesanales que se elaboran y ofertan en una feria local ubicada en la comunidad de Peguche perteneciente a la ciudad de Otavalo.

El proyecto utiliza para su desarrollo la metodología XP y la norma ISO/IEC 25010 para la evaluación de calidad en uso en la característica de satisfacción, sub característica utilidad. Así también se usan Unity para la creación del aplicativo móvil y Vuforia para la integración de objetos 3D con realidad aumentada, los cuales fueron modelados con fotogrametría. Las herramientas de software utilizadas para esto fueron Zephyr 3DF y la aplicación móvil Qlone.

La evaluación de calidad en uso se ejecutó según las métricas definidas para la característica de satisfacción, así también se tuvo como base los rangos de calificación establecidos para evaluaciones por la ISO 25040, obteniendo un valor promedio de 9.42 el cual permite determinar que la aplicación cumple con los requisitos de calidad esperados.

**Palabras clave:** realidad aumentada, artesanías, Unity, Vuforia, calidad en uso, característica satisfacción, ISO 25010, Programación Extrema (XP).

## **ABSTRACT**

This paper details the developing process of a mobile application with augmented reality for the Android platform, whose purpose is to publicize and disseminate handcrafted products that are made and offered at a local fair located in the community of Peguche belonging to the city of Otavalo.

The project uses for its development the XP methodology and the ISO/IEC 25010 standard for the evaluation of quality in use in the satisfaction characteristic, usefulness sub-characteristic. Thus, Unity is also used for the creation of the mobile application and Vuforia for the integration of 3D objects with augmented reality, which were modeled with photogrammetry. The software tools used for this were Zephyr 3DF and the Qlone mobile app.

The evaluation of quality in use was carried out according to the metrics defined for the satisfaction characteristic, as well as the qualification ranges established for evaluations by ISO 25040, obtaining an average value of 9.42 which allows determining that the application meets with the expected quality requirements.

Keywords: augmented reality, handicrafts, Unity, Vuforia, quality in use, satisfaction, usefulness, ISO 25010, eXtreme Programming (XP).





# INTRODUCCIÓN

## 1. Antecedentes

Internet, redes sociales, aplicaciones móviles y las diferentes formas de comunicación digital que existen hoy en día, forman parte de la vida cotidiana de millones de personas en el mundo. Según estadísticas recientes de julio 2020, 4.570 billones de personas son usuarios activos de internet, lo que representa el 59% de la población mundial (Statista, 2020). De la misma manera, la introducción y el avance de las tecnologías han influido significativamente en el entorno sobre el cual operan las empresas (Dwivedi et al., 2020). Las páginas de Facebook tienen más de 50 millones de empresas registradas, y un gran porcentaje de ellas utilizan Twitter conjuntamente para sus fines publicitarios. El marketing digital en redes sociales ayuda a las empresas a lograr sus objetivos de marketing a un costo relativamente bajo (Ajina, 2019). Además de aumentar sus ventas, permite tener una mejor cercanía con el consumidor, por lo que las empresas buscan poner en práctica estrategias de marketing en medios digitales.

La transformación del comercio tradicional al digital es un hecho, se puede decir que existe un declive de los canales de comunicación tradicionales (Dwivedi et al., 2020); sin embargo, muchas empresas aún siguen el modelo tradicional para promocionar sus productos/servicios.

La provincia de Imbabura posee varios atractivos turísticos, comerciales, gastronómicos, artesanales y culturales que han atraído la presencia constante de turistas nacionales e internacionales. En cuanto al sector artesanal, se puede decir que una gran parte de la población indígena, específicamente en el cantón Otavalo, se dedica a la venta y producción de artesanías autóctonas, las cuales son reconocidas y apreciadas a nivel nacional y mundial. Generalmente, la manera de comercializar sus productos es la oferta directa al público mediante la exhibición de ellos, en ferias como la reconocida Plaza de Ponchos en Otavalo, en las cuales los artesanos se agrupan y forman un mercado artesanal muy colorido y tradicional. En cuanto al comercio electrónico, aún es muy limitado a pesar de que las artesanías son conocidas por muchos.

Feria Artesanal de Productores Peguche está ubicada en la parroquia Miguel Egas Cabezas del Cantón Otavalo. Se creó en el año 2019 con alrededor de 200 productores de artesanías tradicionales, con la intención de generar fuentes de trabajo y atraer a más visitantes. El medio de promocionarse fue a través de medios de información locales, y no

contaba con el apoyo de herramientas tecnológicas para la promoción de sus productos limitando así un mayor alcance en los consumidores.

## **2. Situación Actual**

En el año 2020, la perspectiva sobre el uso de TIC's tanto en los negocios como en la vida misma cambió, prácticamente obligando a una transformación tecnológica, de tal manera que, si un negocio quería sobrevivir a los estragos de la pandemia, debía adoptar las herramientas tecnológicas existentes a su favor, caso contrario debería enfrentar la bancarrota, inclusive.

En el caso puntual de la Feria Artesanal de Productores Peguche tras ser suspendida debido a la pandemia, obligó a los artesanos detener sus producciones y ventas. Sin embargo, al cabo de meses de confinamiento se decide reabrir sus puertas al público, esta vez con mayor énfasis y compromiso. Hoy cuentan con redes sociales y asesores de marketing, lo cual demuestra la intención de uso de herramientas tecnológicas para darse a conocer y promocionar sus productos a mayor alcance. Por esto se ha considerado el uso de herramientas de Realidad Aumentada para el apoyo en la difusión de artesanías, las cuales pueden apoyar significativamente el objetivo de forma innovadora.

## **3. Problema**

El comercio de artesanías presenta una baja en la venta de sus productos, esto debido a dos razones: el confinamiento obligatorio causado por la pandemia y la baja cultura digital específicamente de modelos e-commerce. Generalmente, el problema con el modo de efectuar las ventas radica en que los artesanos, en su mayoría, realizan sus ventas directamente, es decir, salen y exhiben sus productos directamente al consumidor final. Si bien hasta hace poco dicho modelo funcionaba hasta cierto punto, las circunstancias han cambiado para la mayoría de las actividades comerciales, por lo cual es importante saber aprovechar esta oportunidad y hacer uso de las TIC a fin de innovar y poner al alcance de los consumidores nuevas experiencias al dar a conocer sus productos.

Para definir el diagrama de planteamiento de problema se utilizó el instrumento de investigación y clasificación de problemas Matriz Véster.

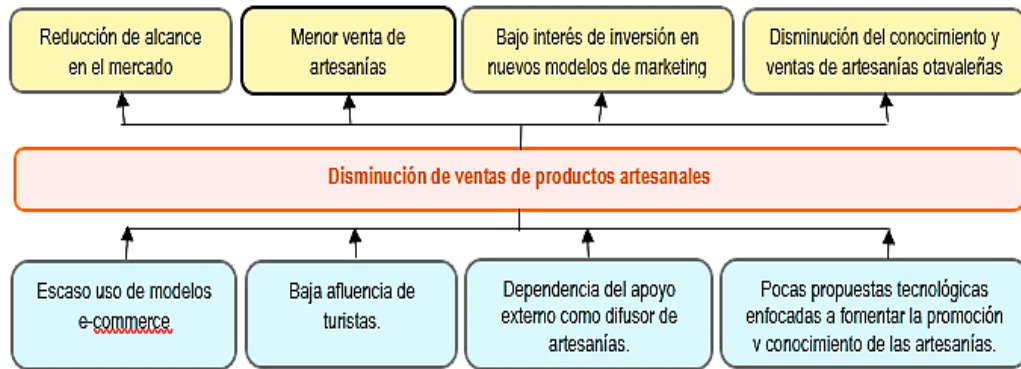


Figura 1. Diagrama de planteamiento del problema.

## 4. Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil sobre la plataforma Android aplicando realidad aumentada para promocionar los productos de la feria artesanal y de emprendimiento Peguche.

### Objetivos Específicos

1. Elaborar un marco teórico para el desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada y tecnologías a usarse.
2. Desarrollar una aplicación móvil utilizando realidad aumentada para la plataforma Android con la metodología de desarrollo XP.
3. Evaluar la aplicación móvil con el modelo de calidad en uso de la ISO 25010, en la sub característica de utilidad de la característica de satisfacción.

## 5. Justificación

Este proyecto está orientado a contribuir directamente a los artesanos productores de Peguche y a la comunidad misma. Se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de “Industria, Innovación e Infraestructura”, entre los que se menciona:

“9.b. Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo.

9.c. Aumentar el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones.” (ONU, 2020)

También permitirá el apoyo de los siguientes objetivos del “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida” de Ecuador:

5.2 Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación.

5.3 Fomentar el desarrollo industrial nacional mejorando los encadenamientos productivos con participación de todos los actores de la economía.

5.4 Incrementar la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica. (CEPAL, 2017)

De esa manera el proyecto permitirá generar un impacto:

#### Económico

El uso de una aplicación móvil con realidad aumentada puede mejorar la economía al permitir la promoción y oferta de sus productos al alcance de manera virtual y atractiva evitando que la distancia, el tiempo o costes de viaje sean impedimento para conocer la oferta de la feria en la comunidad. Además, puede despertar el interés por conocer la región y promover el turismo, que está contemplado en la Agenda Zonal (*Agenda Zonal - Zona 1 Norte*, n.d.)

#### Social

La introducción de una alternativa para promocionar las artesanías otavaleñas aumentará su difusión y conocimiento en el público general, incentivando mayor interés en estas, en las tradiciones y cultura que llevan anexas.

#### Ambiental

El uso de herramientas tecnológicas como aplicaciones móviles en el marketing evita que se genere exceso de contaminación como desechos plásticos, de papel, vidrio, entre otros.

## **6. Alcance**

El proyecto tiene como finalidad implementar una aplicación móvil para dispositivos Android con realidad aumentada para la promoción de productos de la feria de artesanías y emprendimientos de la comunidad de Peguche, perteneciente a la parroquia Miguel Egas Cabezas del Cantón Otavalo.

La aplicación constará de tres módulos: catálogo, información y contacto. El módulo catálogo integrará cinco productos modelados en 3D; el de información contendrá detalles del producto como material de elaboración, colores, medidas, es decir características propias de cada producto; y finalmente el de contacto, incluirá información de contacto de la feria artesanal y/o sus productores directos. La aplicación funcionará de forma offline, es decir, no será necesaria la conexión a internet.

El marco de trabajo a seguir será Xtreme Programming XP, por su flexibilidad y agilidad para desarrollo de software (Kirmani, 2017), el entorno de desarrollo de la aplicación será la herramienta Unity y la librería Vuforia para la implementación de realidad aumentada de los productos dada su compatibilidad y accesibilidad (X. Liu et al., 2018).

# CAPÍTULO 1

## Metodología

### 1.1 Realidad Aumentada

#### 1.1.1 Historia

La realidad aumentada tiene sus orígenes en la década de los 50, en donde Morton Heiling, un cinematógrafo, se encontraba en la búsqueda de algo que permita al usuario percibir la realidad de manera diferente de tal forma que pueda integrar el uso de todos los sentidos al interactuar con una pantalla, con esa intención fue que para el año 1962 construyó una máquina denominada “El sensorama”, cuya misión era permitir al usuario la inmersión sensorial a través de sus sentidos lo cual aumentaba su experiencia (De la Horra Villacé, 2016). Posteriormente, Ivan Sutherland trabaja en un casco de realidad virtual, el cual se colocaba en la cabeza y permitía al usuario observar imágenes virtuales simples, el cual va evolucionando desde 1968. Para el año de 1974 Myron Krueger crea un sistema donde los usuarios pueden interactuar con objetos virtuales en tiempo real, donde para ese entonces aún no se manejaban los términos de realidad virtual y realidad aumentada. Es en el año 1899 que el término “realidad virtual” es acuñado por Jaron Lainer y, la expresión “realidad aumentada” por Thomas Caudell en 1990 (Foundation, 2020).

En la década de los 90 se pueden observar las primeras aplicaciones que implementan RA. En 1992 se crea *Virtual Fixtures*, un sistema inmersivo de realidad aumentada, que hacía uso de una configuración óptica, la cual lograba la experiencia inmersiva en la que el usuario movía los brazos, mientras veía los brazos del robot en el lugar donde deberían estar sus brazos (Norman, 2014). A partir de este momento esta tecnología se ha ido desarrollando con rapidez y de forma accesible al público.

#### 1.1.2 Definición de Realidad Aumentada

La realidad aumentada (RA) se puede definir como la introducción de contenido virtual en el entorno físico, de tal manera que, logra una fusión entre objetos reales y objetos aumentados en tiempo real (Becerra et al., 2015; Scholz & Smith, 2016), con la RA la información digital pasa a ser parte del mundo real en al menos la percepción del usuario (Schmalstieg & Höllerer, 2016). Este contenido aumentado o información es interpretado en el mundo real a través de imágenes, sonidos, videos o sensaciones que

pueden reflejarse en dispositivos como computadores, celulares, gafas y más dispositivos digitales.

Es una tecnología que ha ido evolucionando a partir de la realidad virtual y consiste en mejorar la percepción del usuario del mundo real, basándose en la información ofrecida por el sistema informático, de forma que, la realidad se puede “aumentar” mediante la superposición de objetos virtuales generados por computador en la misma pantalla o escena en tiempo real.

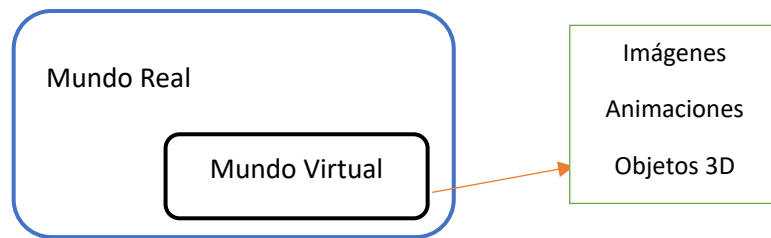


Figura 2. Realidad Aumentada: Mundo Real + Mundo Virtual. Elaboración propia

La RA contiene varias tecnologías multimedia, modelado 3D, visualización y gestión de vídeo en tiempo real, fusión de múltiples sensores, seguimiento y registro en tiempo real, combinación de escenas junto a herramientas que en conjunto logran que la RA proporcione información que es diferente y difícil de alcanzar en la percepción humana. Por esta razón, el objetivo principal de esta tecnología es ayudar a los humanos a mostrar escenas inalcanzables en el mundo real (X. Liu et al., 2018).

### 1.1.3 Tipos de sistemas con RA

Algunos investigadores indican que la RA puede clasificarse en varias topologías. Según el estudio de Parekh, existen principalmente dos tipos de sistemas de RA:

a) Aplicaciones basadas en marcadores.

Se basan en el reconocimiento de imágenes. Los marcadores utilizados son en blanco y negro, y sirven para detectar el objeto aumentado. El funcionamiento generalmente consiste en detectar el marcador apuntando con la cámara del dispositivo; cuando el marcador es identificado, se superpone el contenido digital en la parte superior del objeto real. Para ello las imágenes son codificadas de antemano en el sistema, para ser detectadas con mayor facilidad (Parekh et al., 2020).



Figura 3. Superposición de imagen sobre un marcador predefinido. Fuente: google.com

#### b) Aplicaciones basadas en la ubicación

Funcionan en base a un sistema de posicionamiento global (GPS) o una brújula digital que ayuda a detectar la posición del usuario. Una vez detectada la localización del individuo superpone o reemplaza objetos aumentados en el mundo físico. Este tipo de aplicaciones son útiles por ejemplo al permitir al usuario encontrar restaurantes, tiendas o lugares específicos. (Parekh et al., 2020)



Figura 4. Superposición de imagen sobre el espacio real. Fuente: google.com

#### 1.1.4 Niveles de Realidad Aumentada

La RA se clasifica en cuatro niveles según el grado de complejidad y la tecnología que implemente (Kipper, 2013; Melo Bohórquez, 2018).

- a) Nivel 0: Hiperenlaces en el mundo físico. Este nivel utiliza códigos QR y de barra, los cuales permiten enlazar contenido aumentado.
- b) Nivel 1: RA en base a marcadores. Los marcadores son elementos con un patrón único, que en este nivel se usan para activar el contenido que será superpuesto, por ejemplo: imágenes u objetos 3D, estos son escaneados a través de una cámara y muestran el objeto virtual.



- c) Nivel 2: RA sin marcadores. Este nivel hace uso de imágenes, objetos o localizaciones GPS como activadores, de esta forma el contenido a superponer puede ser localizado a partir de la captura de alguno de estos elementos. La tecnología que se usa incluye GPS, brújulas y acelerómetro, que se están presentes en dispositivos móviles.
- d) Nivel 3: Visión aumentada. Comprende tecnología como gafas inteligentes o lentes de contacto, las cuales permiten al usuario mostrar y acceder a información haciendo uso de comandos de voz.

### 1.1.5 Elementos necesarios para RA

Para que la RA pueda manifestarse, se necesitan elementos que sirvan como “traductores” de la información (Villamarín, 2016). Estos elementos son: captador, de situación, procesador y sobre el cual proyectar (Vian Gimeno, 2011) y se describen a continuación:

a) Elemento Capturador:

Capta la imagen del mundo real y la envía al programa o aplicación que se hará cargo de procesarla. Comúnmente es la cámara del dispositivo que ejecuta la aplicación de RA.

b) Elemento de Situación:

Es aquel que permite el posicionamiento de la información virtual en el entorno real. Pueden ser, por ejemplo:

- Marcadores: Llamadas también marcas, tags o markers, son imágenes en blanco y negro que permiten la comunicación del mundo real con la aplicación de RA. Están formados por un borde negro y ancho: en su interior contiene un dibujo o patrón de color negro, que permite la diferenciación entre otras marcas.



Figura 5. Ejemplos de marcadores de RA. Fuente: google.com

- GPS, brújula y acelerómetro: Permiten adecuar objetos virtuales en el entorno real y así también la identificación y localización, tanto en

posición, dirección y orientación en todo momento juntamente con el software de RA.

- Reconocimiento de objetos: Se basa en el reconocimiento de objetos conocidos como objetos, formas o rostros de personas. Al capturar la información se procede a buscarla en una base de datos y comparar con la información almacenada.



Figura 6. Aplicación de RA con reconocimiento de objetos. Fuente: google.com

c) Elemento Procesador

Es el software que recibe la información del elemento captador y los elementos de situación y se encarga del procesamiento de los datos para crear la información virtual que se superpone en el mundo virtual.

d) Elemento sobre el cual proyectar

Es el lugar donde se va a proyectar la información virtual ya generada por el elemento procesador. Usualmente es una pantalla, que en ocasiones se acompaña de los altavoces para la reproducción de sonido.

### 1.1.6 Aplicaciones para la RA

Por las propiedades que ofrece la RA es posible su aplicación en diferentes áreas y de diversas formas. Se pueden destacar las siguientes:

- **Educación**

La implementación de recursos tecnológicos para la enseñanza y el aprendizaje ha ido en crecimiento. Elementos como pizarras digitales, computadores, dispositivos móviles, software educativo y más tecnologías, apoyan hoy en día en las diferentes áreas de la educación y buscan contribuir a la misma, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje.

La RA es un recurso que, al añadir información virtual en un medio real, permite que la educación sea más didáctica al hacer posible una interacción entre el medio de enseñanza y el estudiante. El uso de la tecnología RA como apoyo en el ámbito educativo permite una serie de experiencias nuevas o diferentes a las que existen tradicionalmente, por ejemplo: ayuda a los estudiantes a participar en exploraciones de diferentes partes del mundo (Chris, 2009), facilita la observación de eventos y/o elementos que no pueden observarse fácilmente a simple vista (Wu et al., 2013), crea entornos de aprendizaje híbridos inmersivos que combinan lo digital y lo físico, facilitando el desarrollo de habilidades como el desarrollo del pensamiento, resolución de problemas y comunicación a través de ejercicios colaborativos (Dunleavy et al., 2009).



Figura 7. Realidad aumentada en la educación. Fuente: google.com

Los aportes pedagógicos en los que la RA contribuye son por ejemplo: mejor participación, compromiso y desempeño por parte del estudiante (Chang et al., 2014; P. H. E. Liu & Tsai, 2013), hacer más divertida una clase al permitir que los alumnos puedan aprender a través de juegos basados en RA (Bressler & Bodzin, 2013), aumento de interés por aprender (Zhang et al., 2014), mayor motivación, habilidades y experiencias (Sofoklis & Bogner, 2008).

Actualmente se puede observar que la aceptación y el uso de esta tecnología continúa en crecimiento y ya forma parte del proceso educativo.

- **Medicina**

El uso de RA en la industria médica ha crecido a lo largo de los años, demostrando ser de gran utilidad para médicos y pacientes.

Un estudio sobre aplicaciones de RA enfocadas al área de la salud recopiló varias aplicaciones y sistemas que ya se utilizan en este campo, entre ellas se encuentran: entorno de RA oftálmico para permitir un tratamiento láser más preciso para enfermedades oftálmicas, telemedicina, análisis, medición y comparación de imágenes en tiempo real, entorno de RA háptica para diseñar implantes craneales, AR para la ablación térmica del hígado, sistema de rehabilitación para el movimiento de manos y brazos a través de un sistema de RA espacial, entre otras. (Parekh et al., 2020).

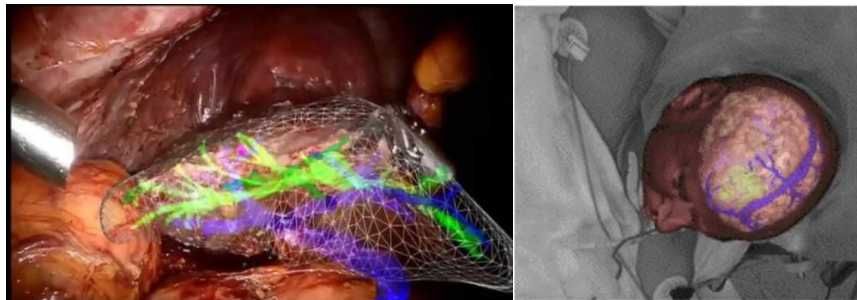


Figura 8. Cirugía hepática mediante RA y sistema de imágenes cerebrales intraoperatorias. Fuente: google.com

Estos sistemas poseen grandes beneficios al usarse en esta área, como la posibilidad de crear experiencias virtuales tanto visuales como auditivas, permitir el rastreo de objetos o manos durante cirugías, enviar imágenes en tiempo real a la clínica que permiten una mayor evaluación y valoración, evaluar a pacientes en maniqués, previo a la realización de cirugías, entre muchos otros (Parekh et al., 2020)

Además, puede ser utilizada en la enseñanza médica, anatomía y cirugía médica, que son partes esenciales en la medicina.

- **Entretenimiento**

Una de las aplicaciones más populares de la RA es el entretenimiento. Además de redefinir los juegos tradicionales, la RA también se está utilizando para aumentar la efectividad de las presentaciones y videos multimedia. Puede extenderse considerablemente a varios campos del entretenimiento, como la forma de escuchar música, de viajar, de visualizar, de percibir, entre otros. (Parekh et al., 2020).

Hay muchas aplicaciones orientadas a esta área, el ejemplo más conocido es el juego de teléfono móvil Pokémon Go, el cual permite al jugador ver Pokémon virtuales en el entorno real a través de la cámara del dispositivo (Itzstein et al., 2020).



Figura 9. Juego Pokémon Go. Fuente: forbes.com

Es muy interesante que la RA permita crear todo tipo de escenarios y admita rompecabezas, modelos y oponentes virtuales muy complejos (Parekh et al., 2020). Este tipo de juegos son diferentes y en gran parte mejores que los tradicionales, puesto que, pueden usarse en áreas educativas permitiendo un aprendizaje interesante y eficaz, además permite la interacción con otros participantes de manera que puede aprender y entretenerse a la vez.

- **Marketing**

La innovación es un elemento clave que permite a las empresas conseguir una ventaja competitiva y con ella a su vez, el éxito. Por esto, en la actualidad las grandes empresas apuestan por el uso de nuevas tecnologías en sus procesos de marketing.

La RA resulta ser novedosa, innovadora y con un gran potencial, puede ser usada por todo tipo de organizaciones para dirigirse a múltiples partes interesadas como consumidores, empleados y sociedad en general. Puede definirse como un concepto estratégico que incluye información u objetos digitales en la percepción del individuo para exponer, articular o demostrar los beneficios de sus productos al consumidor y con esto simultáneamente, lograr metas organizacionales (Rauschnabel et al., 2019).

Existen diversidad de aplicaciones móviles enfocadas al marketing haciendo uso de RA, por ejemplo, aplicaciones como espejos virtuales, en los cuales los usuarios pueden observarse a sí mismos usando ropa virtual (M. Beck & Crié, 2018), aplicaciones de prueba de maquillaje virtual, planificadores de muebles que permiten su proyección virtual en el hogar, ofreciendo al consumidor una experiencia más cercana con el producto y la marca. Por su parte Scholz, en su investigación menciona que: “la realidad aumentada parece una tecnología ideal para forjar relaciones más profundas, puesto que, entrelaza el contenido de la marca con los propios entornos y cuerpos de los consumidores.” (Scholz & Smith, 2016)

Otra de las ventajas de apoyar las estrategias de marketing en la tecnología RA tiene que ver con los beneficios utilitarios. Investigaciones anteriores han demostrado que las aplicaciones de marca, incluida las aplicaciones de RA, pueden generar beneficios tanto utilitarios como hedónicos y que estos pueden influir en las actitudes de los consumidores (Rauschnabel et al., 2019).

La implementación de RA como parte de las estrategias de marketing, según Scholz en primer lugar deben definir el público objetivo y metas de campaña, estableciendo los objetivos de la campaña y la experiencia que esperan proporcionar a los usuarios, siendo como en todo proceso, fundamental el punto de partida y la visión del objetivo a conseguir.

Una vez realizado el primer punto se determina la forma en que la capa (aplicación o dispositivo) de RA será “activada” en los usuarios, se regula quién o quiénes se encargarán de hacerlo y finalmente, cómo se integrará la capa de RA en los contextos sociales y físicos (Scholz & Smith, 2016).

## **1.2 Marketing Móvil**

El marketing móvil es una estrategia de comercialización, donde se hace uso de dispositivos móviles para promover servicios y/o productos a los consumidores. En su mayor parte se aplican las mismas técnicas y métodos para realizar publicidad, pero desde un ambiente virtual (Salazar Corrales et al., 2017).

Según un estudio realizado por Google las personas usan sus teléfonos inteligentes con más frecuencia y durante más tiempo que sus computadoras. Por esta

razón, en los últimos años las aplicaciones móviles han formado parte de una transformación en el marketing tradicional y se han abierto paso progresivamente en diferentes campos como la educación, salud, gobierno, agricultura, banca, (Cunningham & Cunningham, 2016; Heeks, 2019).

Algunos de los objetivos de las aplicaciones móviles dirigidas al marketing son el comercio electrónico, mayor alcance de usuarios y mejor interacción con los consumidores, puesto que, el cliente ya no simplemente consume, sino que también produce, genera y propaga contenidos (García, 2014). Por lo que, esta manera de realizar marketing es cada vez más importante en las empresas.

Algunas ventajas y aplicaciones que el marketing móvil ofrece al usuario son, por ejemplo:

- Mayor información: se pueden obtener más indicaciones y descripciones sobre el producto/servicio al escanearlo o consultar sobre este en un catálogo virtual.
- Automatización de compras: al adquirir bienes/servicios a través de dispositivos, sin necesidad de acercarse a una tienda presencialmente.
- Pago móvil: al realizar transacciones electrónicas que agilicen el proceso de pago.
- Conseguir beneficios: al canjear cupones de descuentos o promociones exclusivas en aplicaciones móviles.

Por otra parte, el marketing móvil ayuda de diversas formas en el crecimiento del negocio, algunas de estas son:

- Llegar exactamente a su mercado de destino.
- Tener una comunicación bidireccional efectiva y una gestión de la relación con el cliente. Promoción de campañas móviles a precios más bajos.
- Generar una mayor tasa de respuesta.
- Recopilar datos de clientes relevantes y precisos.
- Tener conversaciones relevantes con los clientes a través de servicios basados en la ubicación (Choudhary & Singh, 2019).

Además de las ventajas presentadas anteriormente, este tipo de marketing crea una forma de comercio que contribuye al desarrollo económico, particularmente en economías emergentes (Heeks, 2019).

### 1.2.1 Marketing aplicado a Productos Locales

El turismo es una de las industrias más grandes que crece constantemente y abarca la diversificación de productos y destinos turísticos.

Es importante tener en cuenta que si bien la tecnología e internet están cambiando la forma en la que las empresas interactúan con sus clientes, los productos locales rara vez sacan provecho de estos recursos. También el que, de cierta manera, este tipo de productos se encuentran aislados de los grandes mercados, pueden apalancarse en el uso de las mismas para reducir la lejanía y dependencia de intermediarios tradicionales (Pato & Kastenzholz, 2017). Para ello se requiere emplear estrategias de marketing de tal forma que, se pueda atraer turistas y fidelizar clientes, especialmente en un contexto de escasos recursos económicos y humanos, característicos de las zonas rurales (Saxena, 2016).

- **Turismo Rural**

El turismo rural es un medio potencial para el desarrollo socioeconómico que atrae a turistas que buscan nuevas y diversificadas experiencias, sin embargo, relativo al marketing, no se recibe la suficiente atención. A finales de los 80 existía una notable escasez de marketing en cuanto al turismo rural (Gilbert, 1989), y en un estudio más reciente, cerca de 20 años después se menciona que la atención de marketing rural sigue siendo escasa (Cai & Liu, 2008), por lo que se puede notar que el cambio no ha sido significativo a pesar del avance de la tecnología y medios de comunicación.

En el estudio de marketing rural de (Pato & Kastenzholz, 2017), se realiza un análisis donde se expone que alrededor del 40% los proveedores de productos locales desconocen la elaboración de planes de marketing y el proceso relacionado al mismo, esto como es de esperar, revoca en pocas estrategias de marketing y a su vez tiene como consecuencia menor alcance de público y bajas ventas. Por otra parte, tan sólo el 10 % de los proveedores aplicaba marketing de manera constante. Otro dato interesante es que el nivel de educación y al parecer, el género, tienen un papel importante en las acciones de marketing.

Una de las claves para que, las estrategias de marketing aplicadas a productos locales funcionen de mejor manera, es el agrupar los vendedores según sus actividades, productos y/o servicios, de manera que el enfoque general, sea específico y, por ende, más activo (Pato & Kastenzholz, 2017).



Teniendo en cuenta que el turismo es una herramienta de desarrollo en zonas rurales, los enfoques de marketing deben integrarse en la gestión de la zona, y de esa manera desarrollar un mercado rentable, sostenible y accesible (Saxena, 2016), tomar un impulso en las herramientas disponibles al alcance y obtener los beneficios que ellas ofrecen.

## 1.3 Herramientas a utilizar

### 1.3.1 Unity

Unity es un software de desarrollo de juegos en tiempo real, que engloba motores para renderizado de imágenes, motores de audio y de animación. Es utilizado generalmente para desarrollar videojuegos y aplicaciones de RA.

Dentro del ambiente de desarrollo de video juegos en tiempo real, esta es la IDE más buscada por el mercado. Es un software nativo de C# que presta múltiples herramientas y facilidades, como: compatible en todos los sistemas operativos, creación de juegos en 2D y 3D, herramientas de inteligencia artificial, flujo de trabajo eficiente, interfaces de usuario, magnitudes físicas de los objetos, tienda de extensiones creadas por la comunidad, trabajo colaborativo por medio de la nube, soporte de RA y RV (Unity, 2021).



Figura 10. Logo Unity. Fuente: unity.com

Características principales:

- a) Está disponible como plataforma de desarrollo para sistemas Windows, Linux y Mac Os.
- b) Puede usarse con una variedad de software para modelado 2D y 3D.
- c) Tiene soporte integrado para Nvidia
- d) Posee herramientas de inteligencia artificial.
- e) Soporte para RA y RV.
- f) Incluye Unity Asset Server, que es una solución para el control de versiones.
- g) Posee Mecanim, que es una tecnología de animación diseñada para llevar el movimiento fluido y natural de los personajes (Unity, 2020).

### 1.3.2 Vuforia

El kit de desarrollo de software Vuforia SDK está diseñado por Qualcomm para aplicaciones RA de dispositivos móviles. Identifica y captura imágenes planas u objetos simples tridimensionales (como cajas) oportunamente mediante tecnología de visión por computadora. Luego permite a los desarrolladores colocar objetos virtuales a través del visor de la cámara y ajustar su posición frente a la lente.

Vuforia Engine es la plataforma más utilizada para el desarrollo de RA, con soporte para teléfonos, tabletas y gafas. Los desarrolladores pueden agregar fácilmente la funcionalidad avanzada de visión de computadora a las aplicaciones de Android, iOS y UWP, para crear experiencias RA que interactúen de manera realista con los objetos y el ambiente (Unity, 2021).



Figura 11. Logo Vuforia. Fuente: vuforia.com

Características:

- a) Visión artificial tecnología para reconocer y capturar imágenes planas o 3D objetos en tiempo real
- b) Permite a los desarrolladores colocar objetos a través del visor de la cámara y ajustando la posición de los objetos en el fondo de la cámara.
- c) Admite tipos de objetos 2D y 3D, incluidas varias configuraciones de destino, imágenes con menos símbolos y marco etiquetas (Vuforia, 2020).

### 1.3.3 3DF Zephyr

3DF Zephyr es la solución de software de fotogrametría de 3Dflow para reconstruir automáticamente modelos 3D a partir de fotografías. Puede ser utilizado con cualquier tipo de sensores de cámara o dispositivo usado para el escaneo, por ejemplo, drones, cámaras, videos, entre otros (3dflow.net, 2021).



**3DF ZEPHYR**

The Complete Photogrammetry Solution

Figura 12. 3DF Zephyr logo. Fuente: 3dflow.net

Es un paquete completo de software de canalización de fotogrametría que incluye muchas herramientas de posprocesamiento para posprocesamiento, mediciones, modelado 3D y creación de contenido. Permite la reconstrucción 3D a partir de fotografías o vídeos, extrayendo automáticamente los fotogramas y seleccionando los más adecuados para el cálculo.

Todos los paquetes 3DF Zephyr comparten el mismo motor de reconstrucción patentado de 3DFLOW y combinan el software de enmascaramiento automático de imágenes 3DF Masquerade , mientras que la edición completa 3DF Zephyr incluye 3DF Scarlet, que es un software dedicado para el registro de escaneo láser.

#### **1.3.4 Qlone**

Qlone es una herramienta para escaneo 3D, disponible para iOS y Android cuya finalidad es escanear objetos reales utilizando la cámara del dispositivo móvil de forma fácil y rápida.

El proceso de escaneo consiste en colocar el objeto sobre una plantilla y capturar la información de este, siguiendo la guía que se presenta como un domo que cubre el objeto. El escaneo se realiza desde dos ángulos diferentes, cuyo resultado es una figura en 3D que se obtiene al fusionar la información recopilada en el proceso.

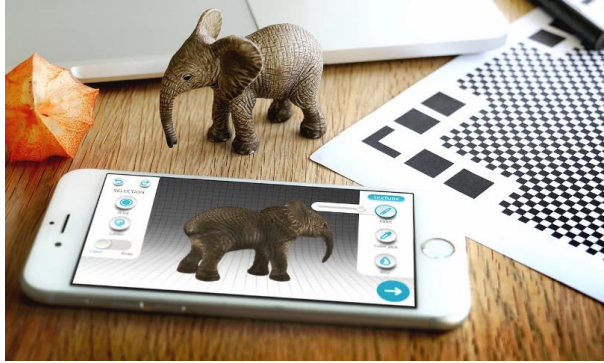


Figura 13 Aplicación Qlone. Fuente: qlone.pro

Características:

- a) Escaneo rápido y en tiempo real.
- b) Incluye vista RA.
- c) Posee un domo guía para el proceso de escaneo.
- d) Permite la fusión de dos poses diferentes del mismo objeto.
- e) Incluye un conjunto de herramientas para limpiar y modificar el modelo 3D.
- f) Exportación en diferentes formatos como: obj, st,usdz,glb, ply y x3d (Qlone, 2021).

## 1.4 Metodología XP

### 1.4.1 Definición

Xtreme Programming (XP) es un modelo ágil reconocido y se utiliza comúnmente en proyectos de pequeña escala. Tiene un enfoque de software ligero y flexible, comunicación frecuente, retroalimentación rápida y aceptación de requisitos cambiantes (Anwer et al., 2017). Es iterativo y el enfoque incremental ayuda a gestionar requisitos en constante cambio con un nivel máximo de satisfacción del cliente (Newkirk, 2003).

Esta metodología es capaz de adaptarse fácilmente a los cambios y lograr que el desarrollo culmine satisfactoriamente, comienza el proceso con la funcionalidad básica del sistema que es desarrollado gradualmente hasta convertirse en un producto completo en versiones posteriores (Abrahamsson et al., 2017). Por otra parte, el éxito de usar XP se debe a que se basa en una colección de valores, principios y mejores prácticas que pueden no ser nuevos para industria del software, pero organizado, logra un desarrollo de software eficaz y eficiente (Abrahamsson et al., 2017). Estas prácticas y principios se utilizan conjuntamente de manera “extrema” para reducir las posibilidades de fracaso del proyecto.

### 1.4.2 Fases de la Metodología XP

El proceso de desarrollo de la metodología XP consta de 6 fases: exploración, planificación, iteraciones, producción, mantenimiento y muerte del proyecto.



Figura 14 Fases XP. Fuente: Imagen propia

- Fase de Exploración: La fase de exploración se ocupa de la actividad de recopilación de requisitos. En esta fase, el cliente proporciona los requisitos del sistema a través de las historias de usuario. Por otra parte, el equipo de desarrollo considera las opciones en cuanto a herramientas y tecnología para el desarrollo del proyecto (Anwer et al., 2017).
- Fase de Planificación: Se establece la prioridad de las historias de usuario y el equipo de desarrollo realiza una estimación del esfuerzo y tiempo aproximado que conllevará realizarlas. Posteriormente se llega a acuerdos con el cliente respecto al contenido de la primera entrega y próximas fechas de entrega.
- Iteraciones: Básicamente consiste en las iteraciones realizadas sobre el proyecto antes de ser entregado. En cada iteración se desarrolla el conjunto de historias de usuario que se ha planificado previamente, no deben durar más de tres semanas.
- Producción: Es esta fase se realizan las pruebas necesarias antes de ser puesto en producción el desarrollo en que se está trabajando, las

iteraciones solamente serán implementadas si el cliente realiza la aceptación del producto previamente.

- e) **Mantenimiento:** Se analiza la primera entrega en producción y en caso de ser necesario se realiza un mantenimiento correctivo. Mientras se realizan nuevas iteraciones, el proyecto debe mantener el funcionamiento.
- f) **Muerte:** Sucede cuando el proyecto no tiene más historias de usuario que ser añadidas al sistema. Entonces debe realizarse la documentación y no realizar más cambios. En ocasiones la muerte del proyecto sucede cuando el sistema no rinde los resultados esperados o no hay presupuesto para continuar con él.

### **1.4.3 Roles**

Según (K. Beck, 2020), la metodología XP define los siguientes roles para las diferentes tareas y etapas del proceso:

**Programador:** Es el responsable de realizar códigos de funcionamiento simples y de alta calidad.

**Cliente:** El cliente detalla los requisitos y características del sistema como historias y pruebas funcionales, así también las prioridades. Al final del proceso determina si cada requisito se cumple o no.

**Tester:** El tester ayuda al cliente a definir las pruebas funcionales requeridas y ejecuta las pruebas.

**Tracker:** Analiza las estimaciones del equipo y el progreso en cada iteración. También proporciona retroalimentación y seguimiento (feedback).

**Coach:** Es la persona responsable de guiar el proceso general.

**Consultor:** El consultor es un miembro externo que posee conocimiento técnico calificado para brindar apoyo al equipo si surge algún problema específico.

Manager: Su responsabilidad consiste en la toma de decisiones, teniendo como factor principal la comunicación con el equipo, de esa forma se detecta y elimina cualquier dificultad que se presente en el proceso.

#### **1.4.4 Valores de Xtreme Programming**

XP se basa en un conjunto de valores, cuyo objetivo es lograr que el equipo alcance el éxito al potenciar las relaciones interpersonales entre sus integrantes. La buena comunicación y la armonía en el ambiente de trabajo, por ejemplo, pueden llegar a ser un factor clave para lograr los objetivos en común y que, muchas veces son ignorados.

Comunicación: XP promueve la comunicación en el equipo, evitando así barreras entre el negocio y el desarrollo.

Simplicidad: se debe visualizar la necesidad actual y no la del futuro, de esa manera se optimizan los recursos primordiales, tiempo y esfuerzo.

Retroalimentación: la valoración de tareas entregadas permite que el producto a entregar mejore cada vez según su evolución.

Coraje: el objetivo de este valor es que cada integrante del equipo pueda autoevaluar su trabajo de forma objetiva, y que, de ser necesario salga de su zona de confort para crecer y mejorar cada vez.

Respeto: cada miembro del equipo debe respetar a los demás integrantes, a su trabajo y a sí mismo, puesto que cada uno contribuye al mismo objetivo en común.

# CAPÍTULO 2

## Desarrollo del Proyecto

En el presente capítulo se detalla el desarrollo del proyecto con la implementación de la metodología ágil Xtreme Programming para la ejecución de la aplicación móvil con uso de Realidad Aumentada, según las consideraciones descritas tanto en la Introducción como en el Capítulo 1.

### 2.1 Planificación

#### 2.1.1 Roles y Responsabilidades

- **Definiciones**

Siguiendo los lineamientos de la metodología XP, en el presente proyecto se tienen los siguientes roles: programador, tester y tutor, este último se basa en la unión de los roles “tracker” y “coach”, los cuales tienen las funciones de realizar el seguimiento de tareas y orientación respectivamente, véase la Tabla 2.1.

TABLA 2. 1 DEFINICIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES

Rol	Descripción	Responsabilidades
<b>Programador</b>	Persona encargada del desarrollo general de la aplicación. Desde codificación a pruebas.	Planificación de las tareas para la ejecución del proyecto. Desarrollo de las historias de usuario. Entrega del producto final.
<b>Tester</b>	Persona que valida que las funcionalidades de la aplicación sean correctas y acorde a los requerimientos iniciales.	Verificar funcionalidad de la aplicación. Realizar pruebas según los requerimientos del aplicativo.
<b>Tutor</b>	Persona que se encarga de realizar el seguimiento de actividades tanto en documentación como en desarrollo de la aplicación.	Realizar el seguimiento de actividades y resultados. Asesoramiento y orientación en el desarrollo de tareas

- **Asignación de Roles**

Las asignaciones del equipo de trabajo que integra este proyecto, los roles y responsabilidades se detallan en la Tabla 2.2, se rigen según las definiciones de la sección 2.1.1.

TABLA 2. 2 ASIGNACIÓN DE ROLES

Nombre	Rol
Ing. Carpio Pineda	Tutor/Usuario
Ing. Fausto Salazar	Tester



## 2.1.2 Historias de Usuario

- **HU001 - Menú de Acceso**

TABLA 2. 3 HISTORIA DE USUARIO 1

<b>Número:</b> HU001	<b>Rol:</b> Usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Menú de Acceso	<b>Puntos:</b> 2
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Dependencias:</b> Ninguna
<b>Descripción:</b> Como usuario se tendrá acceso a un menú principal con las opciones: "Artesanías 3D", "Galería", "Contacto" e "Información" que permitan acceder a sus respectivas funcionalidades.	
<b>Validación:</b> El usuario ingresa a la aplicación Visualiza un menú que contiene las opciones: Artesanías, Galería, Contacto e Información. Según se seleccione una opción, le permitirá acceder al contenido correspondiente.	

- **HU002 – Galería**

TABLA 2. 4 HISTORIA DE USUARIO 2

<b>Número:</b> HU002	<b>Rol:</b> Usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Galería	<b>Puntos:</b> 5
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Dependencias:</b> HU001
<b>Descripción:</b> Como usuario es deseable ver imágenes de los productos que se ofertan en la Feria Artesanal.	
<b>Validación:</b> El usuario selecciona la opción "Galería". Visualiza las imágenes de los productos artesanales realizados por los artesanos.	

- **HU003 - Visualización de objetos con RA**

TABLA 2. 5 HISTORIA DE USUARIO 3

<b>Número:</b> HU003	<b>Rol:</b> Usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Visualización de objetos con RA	<b>Puntos:</b> 10
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Dependencias:</b> HU001
<b>Descripción:</b> Como usuario se tiene la opción de escanear un marcador con la cámara del dispositivo móvil, lo cual da como resultado un objeto 3D sobrepuesto en pantalla, con el que podrá interactuar, es decir, girarlo o cambiar su tamaño.	
<b>Validación:</b> El usuario selecciona la opción "Artesanías 3D". Se escanea un marcador con la cámara del dispositivo móvil del usuario. Se despliega en pantalla un objeto 3D correspondiente al marcador.	

- **HU004- Directorio de Artesanos**

TABLA 2. 6 HISTORIA DE USUARIO 4

<b>Número:</b> HU004	<b>Rol:</b> Usuario
----------------------	---------------------

<b>Nombre de la historia:</b> Directorio de Artesanos	<b>Puntos:</b> 6
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Dependencias:</b> HU001
<b>Descripción:</b> Como usuario se desea ver la información de contacto de los productores artesanales.	
<b>Validación:</b> El usuario selecciona la opción "Contacto". Se tiene acceso al directorio que contiene información de los artesanos.	

- **HU005 - Información de la Feria Artesanal**

TABLA 2. 7 HISTORIA DE USUARIO 5

<b>Número:</b> HU005	<b>Rol:</b> Usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Información de la Feria Artesanal	<b>Puntos:</b> 2
<b>Prioridad en negocio:</b> Media	<b>Dependencias:</b> HU001
<b>Descripción:</b> Como usuario se quiere tener información de la Feria Artesanal de Productores "Peguche". La información constará de una breve reseña de la comunidad y de la feria, además el enlace a su página de Facebook, coordenadas de ubicación en Google Maps y el contacto del presidente de la Asociación de Artesanos.	
<b>Validación:</b> El usuario selecciona la opción "Información". Se muestra en pantalla los datos mencionados en la descripción de esta historia de usuario.	

### 2.1.3 Plan de Versiones

Para la ejecución de este proyecto se contempló una división en tres etapas como se muestra en la Figura 15, donde cada etapa consta de una versión entregable, a excepción de la etapa "Aplicación", que será dividida en dos versiones.

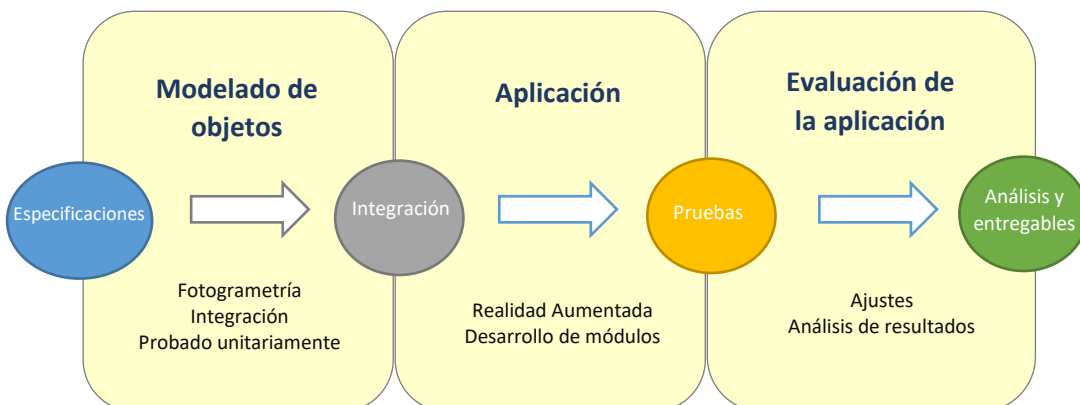


Figura 15 Planificación para la ejecución del proyecto. Elaboración propia

Primera Versión: Consiste en el uso de fotogrametría para la elaboración de elementos 3D, los cuales deben ser incluidos en la aplicación móvil en la siguiente versión.

Segunda Versión: Se lleva a cabo la integración de los objetos 3D en una aplicación inicial que permita su despliegue mediante Realidad Aumentada (HU003 – “Visualización de objetos con Realidad Aumentada”)

Tercera Versión: Se desarrollan los módulos que requiere la aplicación, cuyas especificaciones se detallan en las historias de usuario.

Cuarta Versión: Se realiza un análisis basado en el modelo de calidad ISO/IEC 25010, en la sub característica de utilidad de la característica satisfacción, cuyo detalle se especifica en el capítulo 3.

#### 2.1.4 Planificación de Iteraciones

Partiendo de la planificación de versiones entregables, el desarrollo de la aplicación contempla un total de seis iteraciones, cuya duración oscila entre dos y tres semanas, según la dificultad o cantidad de tareas que esta incluya. Por otra parte, el cálculo del esfuerzo estimado se realizó la técnica Story Point en base los factores determinantes para la estimación de esfuerzo según Prieto-Bustamante, los cuales son: experiencia del equipo, requerimientos funcionales y tamaño de la tarea (Fernando Prieto-Bustamante, 2020).

- **Primera Iteración**

Su objetivo consiste en el modelado de dos de los cinco objetos en 3D, que constituyen la función y atractivo principal de la aplicación móvil. Los detalles de a ejecutar se especifican en la Tabla 2.8.

TABLA 2. 8 ITERACION N°1				
Planificación de Iteración				
<b>N° Iteración:</b>	1	<b>Días:</b>	3 semanas	
<b>Total Tareas:</b>	2	<b>Esfuerzo Calculado:</b>	12	
Lista de Tareas				
Clave	Nombre	Responsable	Informador	Prioridad
TES-01	Modelado objeto 1	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta
TES-02	Modelado objeto 2	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta

- **Segunda Iteración**

Se contempla el modelado de los objetos 3D restantes. La Tabla 2.9 contiene el detalle planificado para esta iteración. Una vez finalizada, se tiene la primera versión entregable

TABLA 2. 9 ITERACION N°2

Planificación de Iteración				
<b>Nº Iteración:</b>	2	<b>Días:</b>	3 semanas	
<b>Total Tareas:</b>	3	<b>Esfuerzo Calculado:</b>	12	
Lista de Tareas				
Clave	Nombre	Responsable	Informador	Prioridad
TES-03	Modelado objeto 3	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta
TES-04	Modelado objeto 4	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta
TES-05	Modelado objeto 5	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta

- **Tercera Iteración**

Se inicia el desarrollo de la aplicación con las historias de usuario HU001 y HU003. La Tabla 2.10 contiene las tareas a ejecutarse en esta iteración.

TABLA 2. 10 ITERACION N°3

Planificación de Iteración				
<b>Nº Iteración:</b>	3	<b>Días:</b>	3 semanas	
<b>Total Tareas:</b>	5	<b>Esfuerzo Calculado:</b>	10	
Lista de Tareas				
Clave	Nombre	Responsable	Informador	Prioridad
TES-06	Creación de app inicial	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta
TES-07	Creación de marcadores	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Media
TES-08	Integración Vuforia en Unity	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta
TES-09	Pantalla de Inicio (Menú)	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Media
TES-10	Integración objetos 3D en Unity	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta

- **Cuarta Iteración**

Esta iteración tiene por objetivo el desarrollo de la historia de usuario HU002. Según se visualiza en la Tabla 2.11 se contemplan cuatro actividades relacionadas a la galería de la aplicación.

TABLA 2. 11 ITERACION N°4

Planificación de Iteración			
<b>Nº Iteración:</b>	4	<b>Días:</b>	2 semanas
<b>Total Tareas:</b>	4	<b>Esfuerzo Calculado:</b>	8

Lista de Tareas					
Clave	Nombre	Responsable	Informador	Prioridad	
TES-11	Recopilar fotografías artesanías	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Media	
TES-12	Retocar fotografías	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Media	
TES-13	Integrar imágenes en la galería	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta	
TES-14	Agregar descripción de imágenes	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Media	

- **Quinta Iteración**

Se desarrolla el módulo “Contacto”, en el cual se realiza la conexión con una base de datos para el almacenamiento de información de los artesanos. Las tareas de esta iteración se muestran a continuación en la Tabla 2.12.

TABLA 2. 12 ITERACION N°5

Planificación de Iteración					
<b>N° Iteración:</b>	5	<b>Días:</b>	2 semanas		
<b>Total Tareas:</b>	3	<b>Esfuerzo Calculado:</b>	10		
Lista de Tareas					
Clave	Nombre	Responsable	Informador	Prioridad	
TES-15	Recopilar contactos artesanos	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Media	
TES-16	Conexión Firebase-Unity	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta	
TES-17	Mostrar contactos de la BDD en pantalla	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta	

- **Sexta Iteración**

Se finaliza el desarrollo de la aplicación con la implementación del módulo “Información”, así también se contemplan pruebas funcionales previa la entrega de la segunda versión entregable.

TABLA 2. 13 ITERACION N°6

Planificación de Iteración					
<b>N° Iteración:</b>	6	<b>Días:</b>	2 semanas		
<b>Total Tareas:</b>	2	<b>Esfuerzo Calculado:</b>	8		
Lista de Tareas					
Clave	Nombre	Responsable	Informador	Prioridad	
TES-18	Agregar información/reseña de la feria artesanal	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Media	
TES-19	Pruebas funcionales	Patricia Tituaña	Ing. Carpio Pineda	Alta	

## 2.2 Diseño

Los bocetos de pantallas a realizar en la aplicación móvil fueron realizados en base a los módulos definidos en el alcance del proyecto y las historias de usuario.

La pantalla inicial requiere un menú que hace referencia a los módulos de Realidad Aumentada, Galería, Directorio e Información, según se muestra en la figura 16.

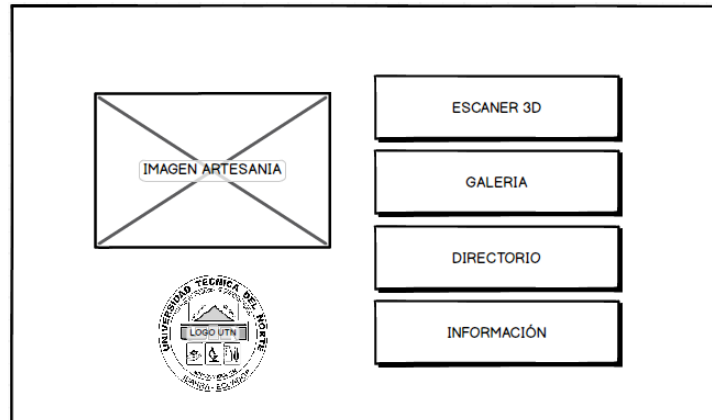


Figura 16. Pantalla Inicial

Al seleccionar la opción “Galería”, se tiene un conjunto de imágenes de los productos que se ofertan en la Feria Artesanal, y se considera su presentación como se visualiza en la figura 17.

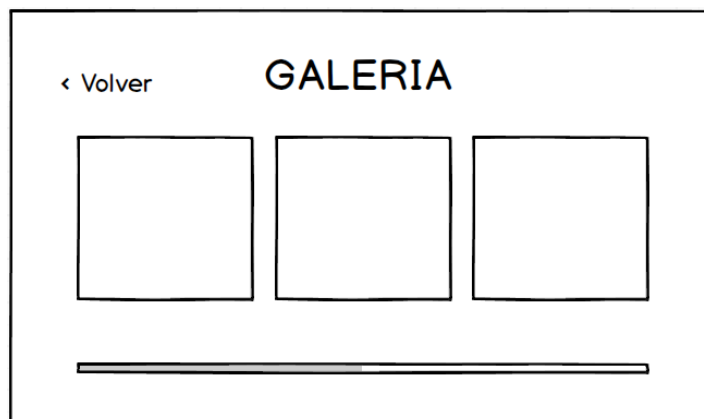


Figura 17. Pantalla Galería

La figura 18 representa la pantalla que contiene el módulo de mayor interés en la aplicación es la que permite al usuario el despliegue de objetos 3D con realidad aumentada.



Figura 18. Visor de realidad aumentada

El módulo Directorio, contiene tarjetas con los contactos de los productores artesanales, según se puede apreciar en la figura 19. Estos serán clasificados por el tipo de artesanías y/o productos que elaboren.



Figura 19. Pantalla módulo Contacto

La aplicación también incluye una breve reseña de la Feria Artesanal y el contacto del presidente de la asociación de artesanos, su página de Facebook y ubicación en el mapa, figura 20.



Figura 20. Pantalla Información de la Feria Artesanal

## 2.3 Desarrollo del aplicativo

### 2.3.1 Escaneo 3D

A continuación, se detalla el proceso de escaneo 3D de los objetos con la aplicación Qlone.

#### 1. Impresión de la plantilla

El tamaño de la plantilla debe tener relación al tamaño del objeto, evitando que la plantilla sea muy grande o demasiado pequeña. El elemento a escanear se debe colocar exactamente en el centro de esta (Figura 21).

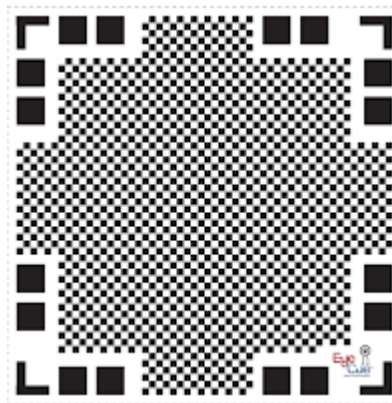


Figura 21. Plantilla para escaneo. Fuente: qlone.pro

#### 2. Entorno de captura

El ambiente debe tener buena iluminación y ser uniforme, evitando que el objeto cree sombras. Qlone permite el uso del flash del dispositivo móvil para mejorar la iluminación si fuera necesario.

#### 3. Escaneo

Al enfocar el objeto se mostrará una media esfera con varias secciones, las cuales son una guía para el proceso, se debe completar las secciones escaneando el objeto en los diferentes ángulos que se solicitan. El proceso de escaneo estará completo cuando el domo se vuelva transparente. Para el escaneo se puede girar alrededor del objeto o girar su base.



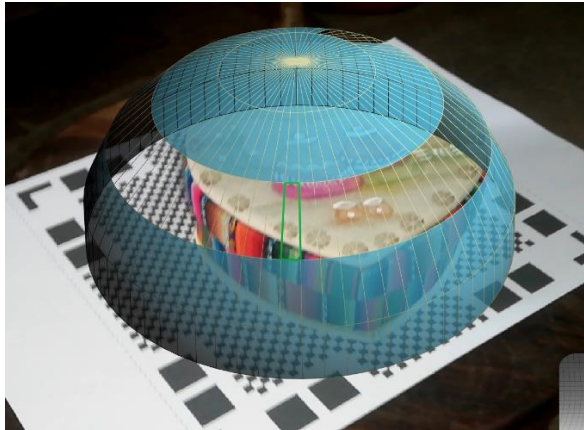


Figura 22. Domo guía. Imagen propia

#### 4. Procesamiento

Finalizado el escaneo, se da paso al procesamiento, el cual va desde la creación y ubicación de puntos en el espacio 3D hasta obtener la figura en 3D.

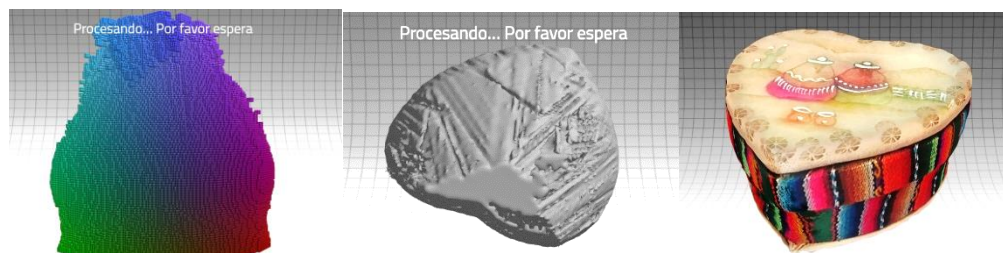


Figura 23. Proceso de modelado 3D

Los resultados varían según las condiciones en las que se haya escaneado el objeto, su forma, textura, etc.

#### 2.3.2 Modelado 3D con Fotogrametría

A continuación, se detalla el proceso realizado para el modelado de elementos 3D con ayuda de la técnica de fotogrametría.

##### a. Preparación del ambiente

El ambiente para la captura de fotografías del objeto puede variar según su tamaño, forma y características. Por ejemplo, si el objeto es pequeño puede con facilidad realizarse fotografías en interior, por el contrario, si el

tamaño es grande será más fácil la captura de imágenes en espacios abiertos.

Por otra parte, las condiciones de iluminación deben ser las mejores posible, de forma que en las tomas no se pierdan detalles del objeto como su color o textura. También se deben evitar sombras fuertes o reflejos de luz sobre el mismo ya que esto dificulta el proceso de modelado que posteriormente se realiza en el software, resultando en un elemento defectuoso o de poca calidad.



Figura 24. Artesanía para fotografiar en ambiente preparado

#### b. Captura de imágenes

Según sus dimensiones, se divide al objeto en secciones, por ejemplo: Muy arriba, arriba, centro, parte inferior. Esto con la finalidad de capturar todos los detalles y ángulos posibles del objeto, esto puede lograrse realizando fotos en 360° por sección y obteniendo como mínimo 120 a 150 fotos en total. Es importante mencionar que el objeto debe estar en una posición estática.

#### c. Procesamiento de imágenes

Según el tipo de cámara fotográfica que utilice y de las condiciones en las que se realizó el paso anterior, puede ser necesario un retoque final a las imágenes, para corregir iluminación, color, detalles, etc. Se eliminan fotografías con desenfoque, movimiento o que contengan alguna falla, de manera que se tenga un lote limpio para el modelado 3D.

- **Creación de objetos 3D**

Para el modelado 3D a partir de fotogrametría se usó el software 3DF Zephyr. Dependiendo de las características del objeto, se recomienda obtener la mayor cantidad de fotografías posibles.

En un nuevo proyecto se importan las fotografías obtenidas previamente. Zephyr permite al usuario la selección de características y/o ajustes para el proceso de modelado, entre ellas, por ejemplo: calibración de imágenes de forma automática o manual, tipo de forma del objeto, tipo de reconstrucción, etc. Se eligen las opciones según nuestro objeto para proceder con el procesamiento de imágenes y posterior reconstrucción.

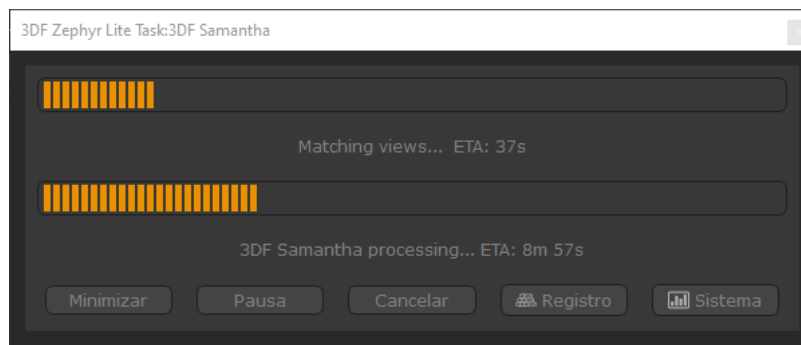


Figura 25. Procesamiento de fotografías

Finalizada la etapa de reconstrucción se muestra junto a cada imagen si la reconstrucción fue exitosa o errónea. En este proceso se debe considerar obtener la mayor cantidad posible de imágenes reconstruidas correctamente para lograr un resultado óptimo. En la imagen se visualiza que todas las imágenes fueron reconstruidas correctamente de un total de 256 imágenes, es decir el 100% de las fotografías agregadas.

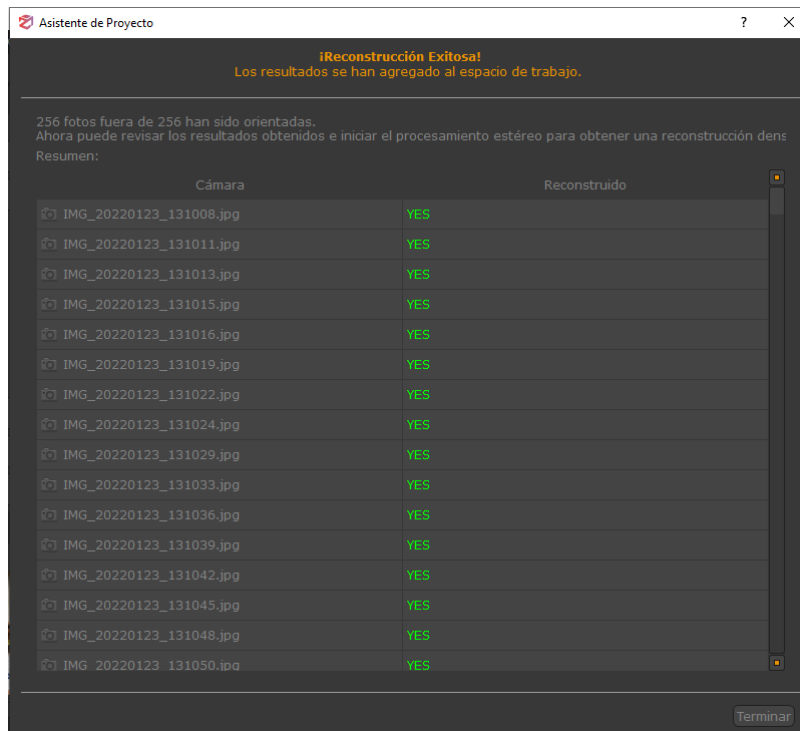


Figura 26. Proceso de reconstrucción finalizado

Al concluir el proceso de reconstrucción, se obtiene una nube de puntos, la cual puede ser editada para obtener un mejor resultado en la posterior generación del modelo 3D. Esta nube contiene puntos dispersos, la cual luego de la edición puede generar una nueva capa de puntos más densa.

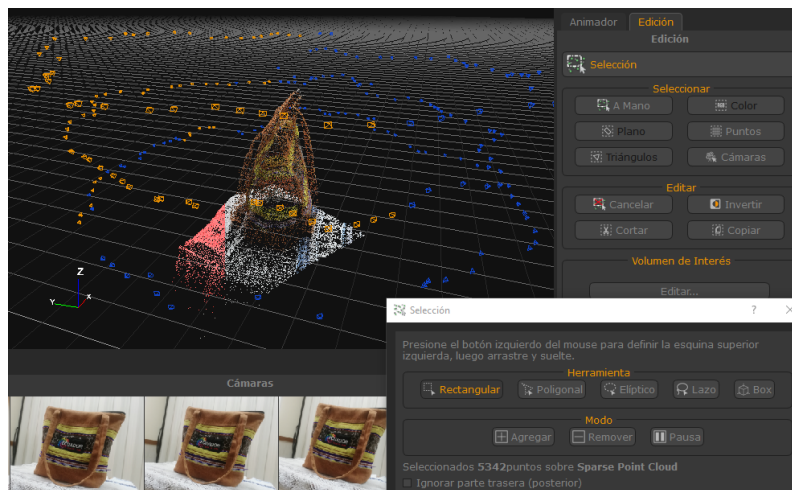


Figura 27. Edición de puntos

Tras la edición de la nube de puntos, el último paso es la creación del modelo en 3D. En esta parte del proceso, al igual que en el procesamiento de imágenes, se permite al usuario elegir el tipo de preferencias para la reconstrucción final, lo cual finalmente da como resultado un elemento en 3D.



Figura 28. Objeto 3D resultante

### 2.3.3 Desarrollo del aplicativo en Unity

- **Creación de Escenas**

Según los módulos o diseño de la aplicación se agregan y crean escenas según se necesite, esto con el fin de organizar el contenido. Se sugiere usar el directorio predefinido “Assets/Scenes”

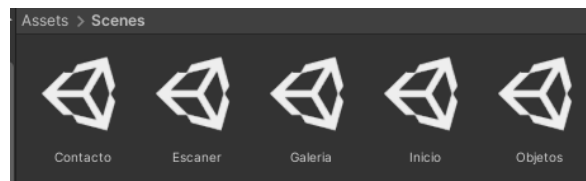


Figura 29. Creación de escenas

- **Añadir un menú**

Se abre la escena que se va a mostrar al iniciar la aplicación. En la ventana “Hierarchy”, se agrega un panel para agrupar los botones. Se crean botones (figura 30) dentro del panel y se repite el proceso según se requiera.

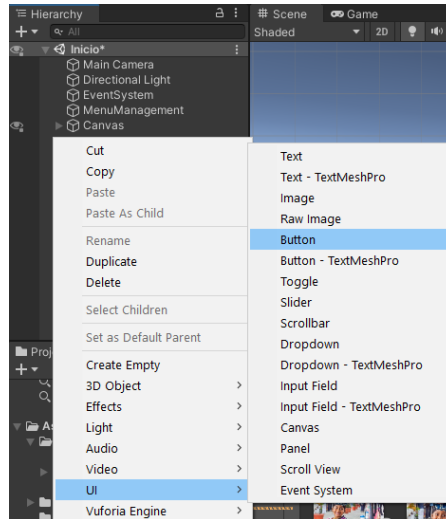


Figura 30. Creación de botones.

A continuación, se crea un script, para vincular los botones con las escenas según corresponda. Para esto, se agrega un objeto vacío en la escena y posteriormente se añade un nuevo script dentro. Se asigna un nombre, en este caso MenuManagement.

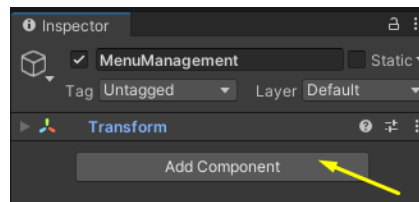


Figura 31. Añadir script.

En la ventana “Inspector” del mismo componente, se busca y se selecciona la opción “New script”, a continuación, se ingresa el nombre del controlador a crear, en este caso “MenuController”.

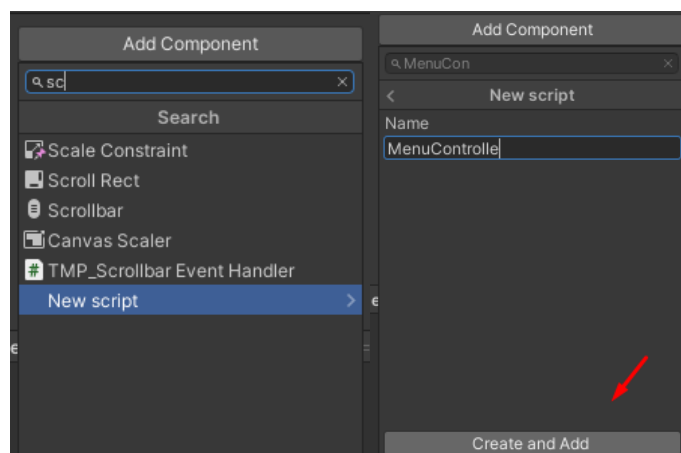


Figura 32. Creación Menú Controller

El script creado se ubica dentro del directorio “Assets”. Para llevar un mejor orden se creó una carpeta de nombre “Scripts” y se mueve el script a esta nueva ubicación.

Para agregar la funcionalidad de cambio de escena al hacer clic. Se selecciona el botón y se vincula con el script creado. En la ventana “Inspector”, sección “On Click()”.

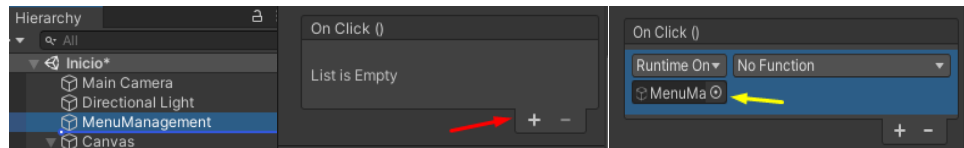


Figura 33. Añadir script para dar funcionalidad a un botón.

Arrastramos el MenuManagement hasta la sección “On Click()”. Para agregar una función que permita el cambio de escena, se selecciona la función correspondiente, en este caso la función salir.

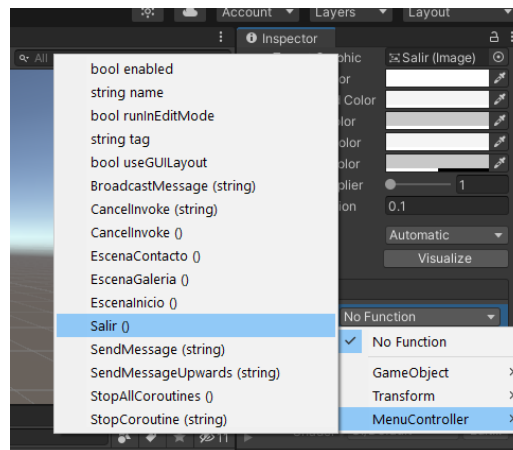


Figura 34. Selección de funcionalidad de script

- **Añadir marcador en una escena**

El marcador nos permitirá desplegar el objeto 3D con realidad aumentada en la aplicación. Para ello lo añadimos en la escena deseada. Clic derecho en el explorador. Seleccionamos “Vuforia Engine/Image Target”.

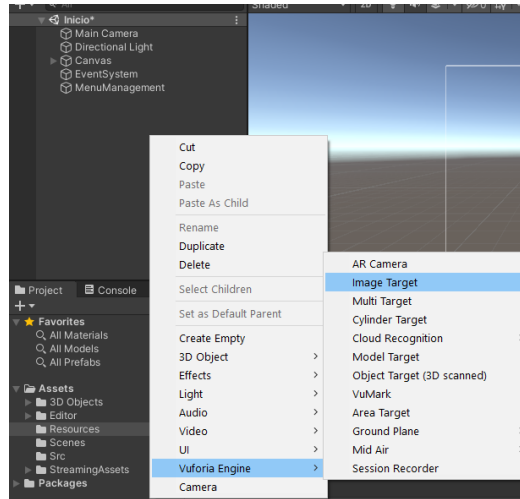


Figura 35. Añadir marcador en escena

En la ventana Inspector, definimos el origen del marcador. En la sección Type seleccionamos “From Database”.

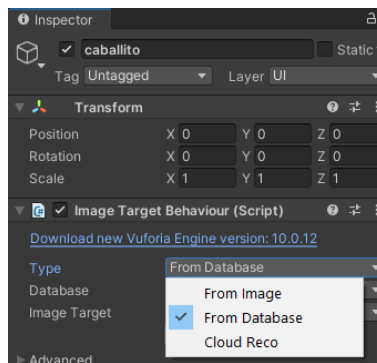


Figura 36. Selección origen de marcadores

Seleccionamos el nombre de la base de datos creado previamente en la página de Vuforia. En este caso “handycrafts”. Finalmente, en la sección Image Target, elegimos la imagen que queremos como marcador.

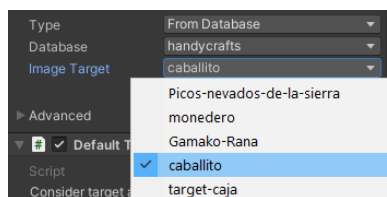


Figura 37. Selección de marcador

- **Añadir cámara para Realidad Aumentada**

Unity trae predefinida una cámara para el enfoque de escenas, en esta ocasión debemos eliminarla y añadir una cámara de RA. En el explorador (lateral izquierdo), seleccionamos la cámara predefinida “Main Camera”, damos clic derecho y seleccionamos “Delete”.



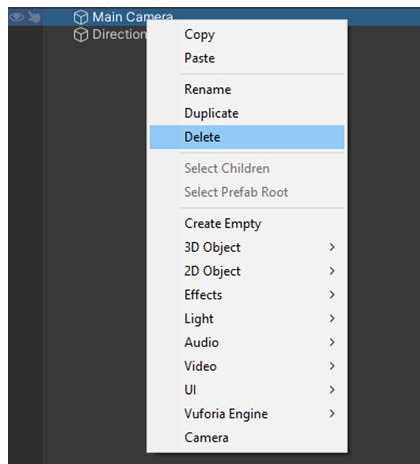


Figura 38. Eliminar cámara predefinida

Para añadir la cámara RA, damos clic derecho en el área de la escena actual seleccionamos “Vuforia Engine / AR Camera”.

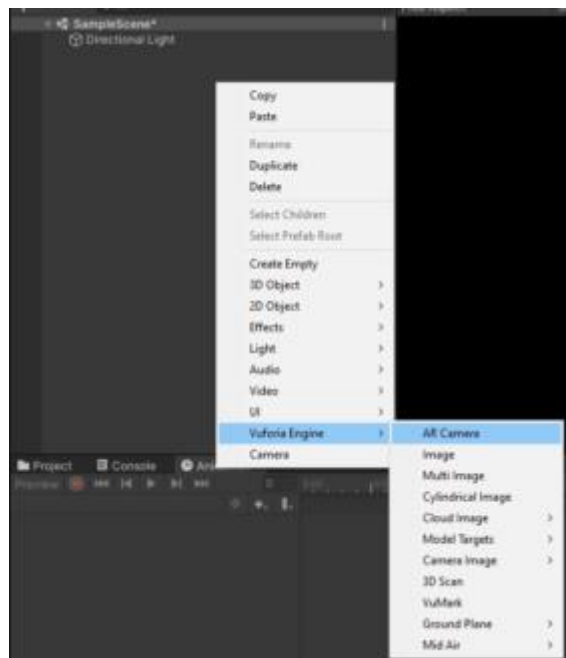


Figura 39. Añadir cámara 3D

- **Vincular objeto 3D con marcadores**

Para añadir los objetos 3D se crea una carpeta dentro del directorio “Assets”, y se crean subcarpetas con los nombres de cada elemento a incluir.

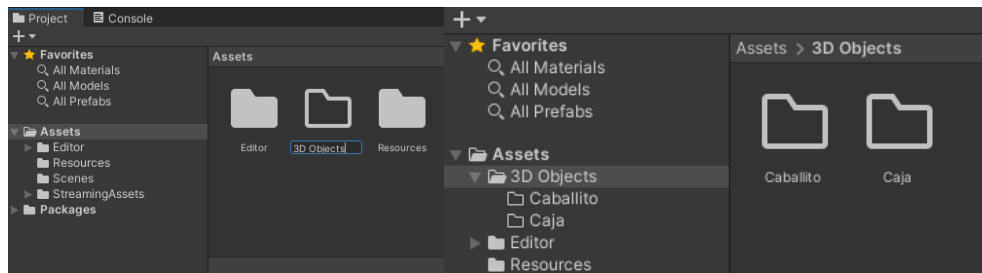


Figura 40. Creación de carpeta para objetos 3D

En cada subcarpeta se agregan los elementos que componen cada objeto 3D respectivamente.

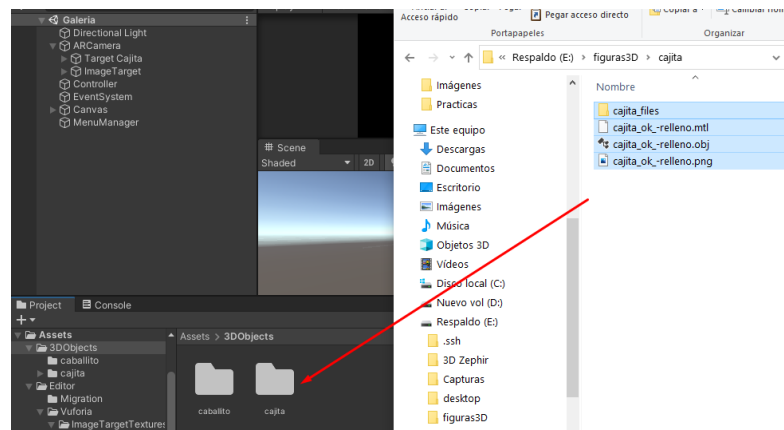


Figura 41. Añadir objetos 3D en unity

Se abre la escena donde se va a incluir el elemento 3D y se selecciona el marcador agregado previamente (véase Manual Técnico, sección “Agregar Marcadores”).

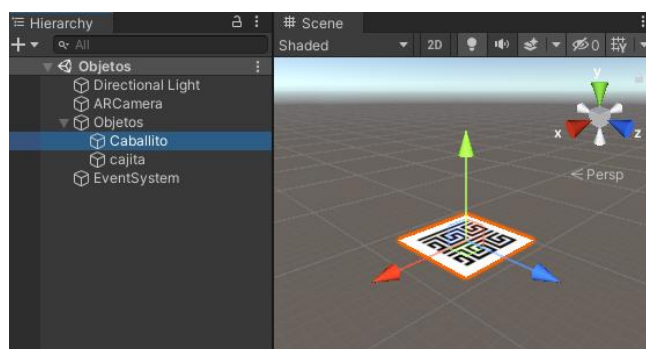


Figura 42. Marcador en escena

Se identifica el objeto a vincular con el marcador, y se lo arrastra hacia la vista de la escena.

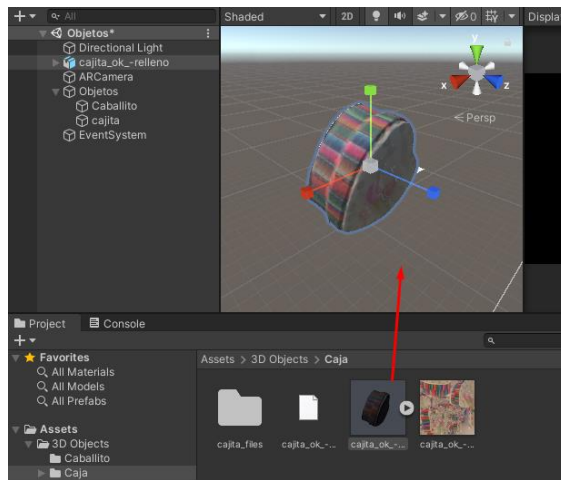


Figura 43. Añadir objeto 3D sobre marcador

En la ventana “Jerarquía” se arrastra el objeto 3D hasta el marcador. Para finalizar, redimensionamos y movemos el objeto haciendo uso de la barra de herramientas, ubicándolo en la posición deseada para su proyección.

- **Galería de Imágenes**

Se alojan las imágenes de la galería dentro del directorio “Assets”. En esta ocasión se creó una nueva carpeta para los recursos, en la cual se añaden las imágenes arrastrándolas hacia su interior.

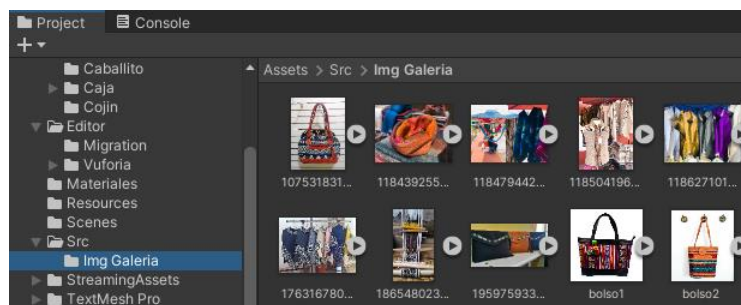


Figura 44. Imágenes para galería.

Se configura cada imagen como textura tipo “Sprite”. Para ello se selecciona la imagen y se cambia su textura en la ventana Inspector.

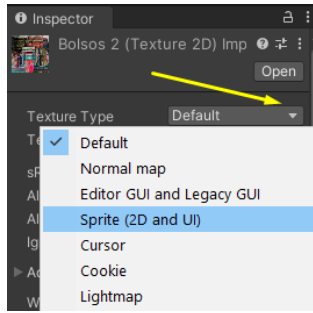


Figura 45. Definir imágenes con textura Sprite.

Dentro de un canva se agrupan todos los elementos que se usarán para la galería.

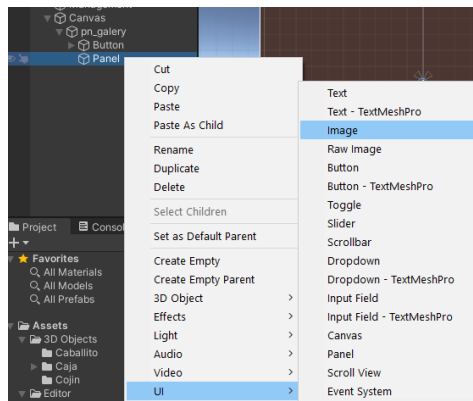


Figura 46. Añadir contenedor para cada imagen

Esta área contendrá las imágenes, editamos el tamaño, color, transparencia según se desee.

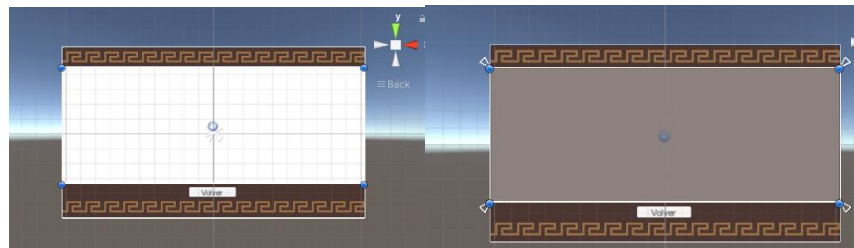


Figura 47. Panel contenedor de imágenes

El área se configurará como scroll posterior a agregar las imágenes. Estiramos el panel según la cantidad de fotografías que serán incluidas.

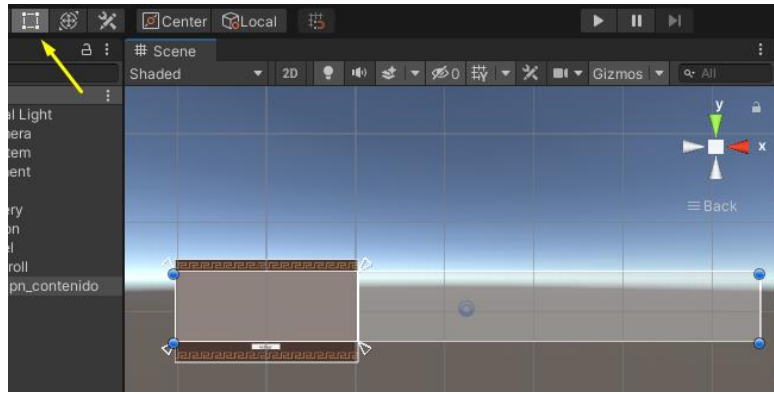


Figura 48. Área scroll para imágenes

Se procede a añadir las imágenes en el área, en la ventana Hierarchy, “UI/Image”, para esto, se agrega un contenedor de imagen por cada una, Se va editando el tamaño según la imagen que va a ser añadida. Se selecciona la imagen deseada desde la ventana Inspector. En la sección “Image/Source Image” se muestran las imágenes agregadas como recursos previamente.

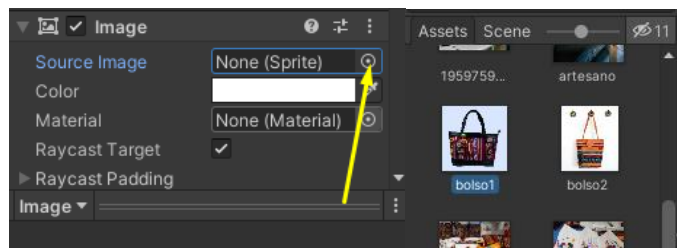


Figura 49. Agregando imágenes

Se agregan las imágenes hasta finalizar el panel de contenido, ajustando el tamaño según sea necesario.



Figura 50. Imágenes de la Galería

Completado el panel con imágenes, se aplica una máscara y el scroll. En la ventana Inspector, buscar y añadir los scripts “Mask” y “Scroll Rect”.

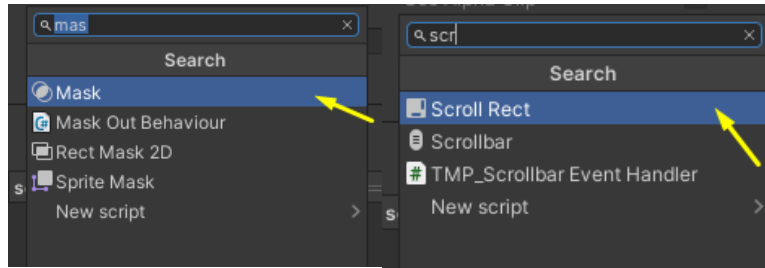


Figura 51. Máscara y scroll para la galería

Se configura el scroll con el panel que contiene las imágenes, arrastrando el panel a la opción “Content” del script Scroll Rect. También se define la orientación del scroll.

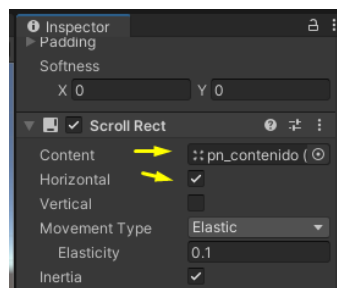


Figura 52. Configuración de scroll

- **Información del Producto**

Cada imagen de la galería posee un pequeño botón de información, cuya función es mostrar una breve descripción del producto como material que lo compone, colores y/o tamaños existentes.

Procedimiento:

Desde la ventana de Jerarquía se crean nuevos botones según la cantidad de imágenes que contiene la galería. Se ubica cada botón con la imagen correspondiente y posteriormente se incorporará la descripción de cada producto, como se visualiza en la figura 54. Para incluir la descripción del producto, se añaden dentro de la imagen en el siguiente orden los siguientes elementos hijos: plane (elemento 3D), panel y text.

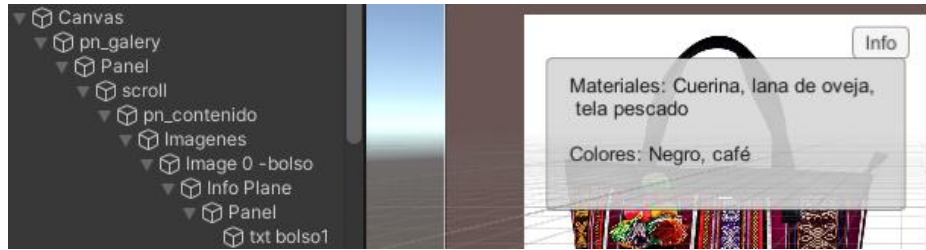


Figura 53. Agregando información en la galería

Una vez determinada la ubicación y el texto que será incluido en el cuadro informativo. Desde la ventana Inspector, se desactiva su visibilidad inicial, de esa forma se mostrará solamente si el usuario desea mostrarlo al hacer clic en el botón “Info”.

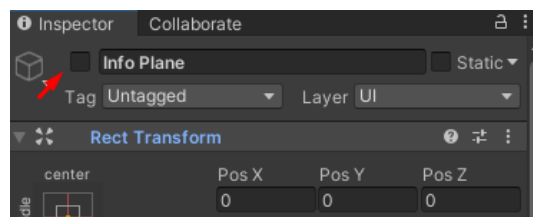


Figura 54. Ocultar capa información

Se define el método `MostrarInformacion` de `GalleryController` en el botón “Info”, que permite alternar la visibilidad del cuadro informativo controlador, posteriormente se elige “Info Plane” como el elemento “información” del método antes mencionado.

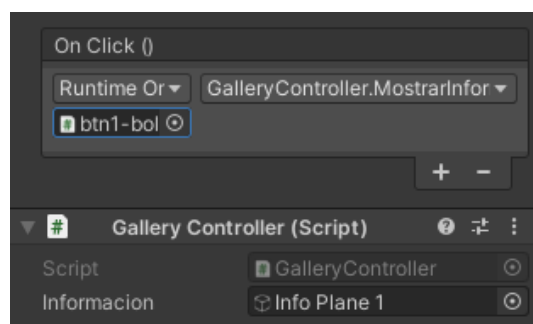


Figura 55. Selección del método para mostrar información

- **Directorio de contactos**

La sección que contiene los datos de contacto de los productores artesanales se clasifica en 4 categorías según el tipo de sus productos, estos pueden ser “Telas y Tapices”, “Vestimenta”, “Complementos” y “Casa y Decoración”. Para ello se creó una escena que contiene 4 canvas donde se clasifica la información. Dentro de cada grupo se define un “Scroll View” en el cual se crearán las tarjetas

con datos de contactos según su cantidad por categoría, teniendo así un listado dinámico.

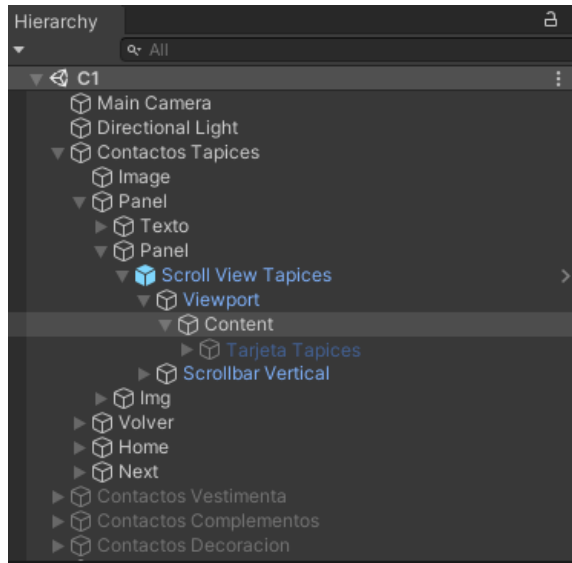


Figura 56. Elementos que componen cada categoría de contactos.

Se procede a configurar el Scroll View para que la barra de desplazamiento, los elementos dinámicos y el área de contenido se visualicen y funcionen correctamente, para esto con el elemento “Content” seleccionado se agregan los componentes “Vertical Layout Group” y “Content Size Fitter” desde la ventana Inspector.

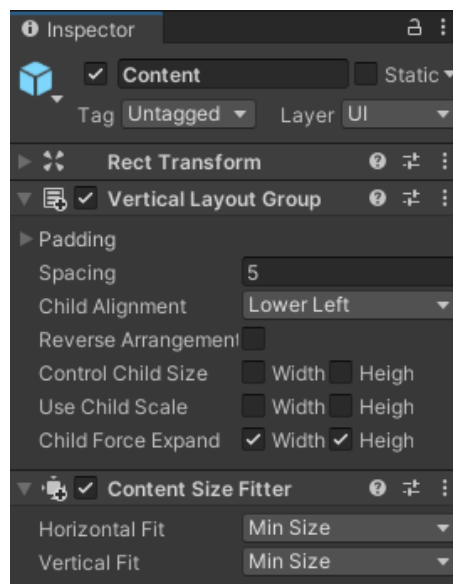


Figura 57. Configuración de scroll view



El componente Vertical Layout Group coloca elementos de diseño hijos uno encima de otro, además permite configurar las alturas y espaciados, por otro lado, el componente Content Size Fitter funciona como un controlador del layout al controlar el tamaño de su propio layout element. El tamaño se determina por los tamaños mínimos o preferidos proporcionados por los componentes del layout element en el Game Object. (Unity, 2018)

Una vez configurada la sección de scroll correctamente, se procede a convertir el elemento y sus componentes en un prefab, es decir, en un objeto reutilizable, y para ello se arrastra el Scroll View desde el panel “Hierarchy” hasta la carpeta “Assets”.

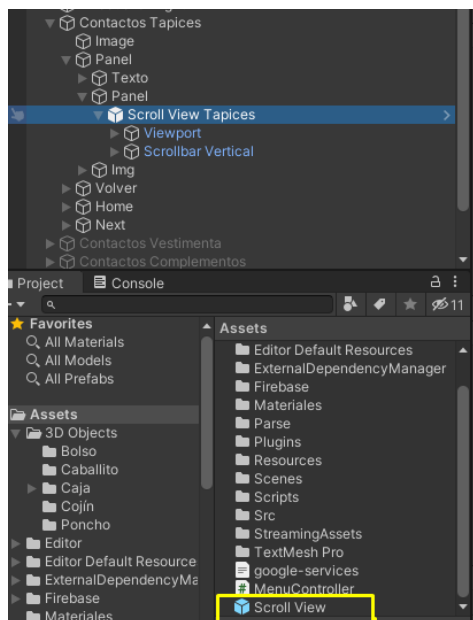


Figura 58. Convertir scroll view en elemento prefab

A continuación, se procede a la creación de scripts para que el Scroll View agregue tarjetas de contactos dinámicamente. Se crearon 3 scripts: ContactsList para definir el texto de cada tarjeta de contacto, ContactsListControl para el control de tarjetas en el listado y DBManager para la lectura de contactos desde la base de datos.

- **Directorio de contactos en Firebase**

Para la lectura y almacenamiento de la información de contacto de los artesanos la aplicación utiliza una base de datos Firebase de Google en su versión RealtimeDatabase, la cual permite leer en tiempo real los datos

almacenados (Firebase, 2021). El proceso de integración Firebase-Unity se detalla en el Manual Técnico que se encuentra en la sección “Anexos”.

- **Información de la Feria Artesanal**

La aplicación incluye una sección donde se da una breve reseña de la comunidad y datos informativos de la feria artesanal. También se incluyen 3 botones que contienen enlaces correspondientes a la página de Facebook, contacto de whatsapp del presidente de la Asociación de Artesanos y la ubicación de la feria artesanal.



Figura 59. Pantalla información de la Feria Artesanal

## 2.4 Pruebas

La aplicación móvil se evaluó funcionalmente según los requerimientos levantados en las historias de usuario.

### 2.4.1 Validación HU001 - Menú de Acceso

Según se indica en HU001, la aplicación debe mostrar un menú en su pantalla inicial, donde cada opción represente y permita el acceso un módulo, en este caso los módulos son:

- a) Módulo Realidad Aumentada
- b) Módulo Galería
- c) Módulo Contacto
- d) Módulo Información

Pasos:

1. Iniciar la aplicación
2. La primera pantalla contiene un menú con las opciones: “Artesanías 3D” (módulo Realidad Aumentada), “Galería”, “Contacto”, “Información” y “Salir”.

TABLA 2. 14 VALIDACIÓN HU001

Botón	Función	Observación	Cumple
<b>Artesanías 3D</b>	Direccionar al módulo Realidad Aumentada	Ninguna	Sí
<b>Galería</b>	Direccionar al módulo Galería	Ninguna	Sí
<b>Contacto</b>	Direccionar al módulo Contacto	Ninguna	Sí
<b>Información</b>	Direccionar al módulo Información	Ninguna	Sí
<b>Salir</b>	Cerrar la aplicación	Ninguna	Sí

Prueba Historia de Usuario HU001

#### 2.4.2 Validación HU002 – Galería

La historia de usuario HU002, tiene por objetivo mostrar al consumidor imágenes representativas de los productos que se ofertan en la Feria de Artesanías “Peguche”, adicionalmente cada imagen debe llevar una breve descripción de sí misma.

Pasos:

1. Seleccionar la opción “Galería” del menú de la aplicación.
2. Visualizar imágenes de los productos artesanales.
3. Desplegar información de cada producto (imagen).

TABLA 2. 15 VALIDACIÓN HU002

Función	Observación	Cumple
<b>Ingresar al módulo Galería</b>	Ninguna	Sí
<b>Visualizar el contenido del módulo.</b>	Ninguna	Sí
<b>Interacción con los elementos de la Galería</b>	Se contempla el funcionamiento de scroll y despliegue de información por imagen.	Sí
<b>Salir del módulo</b>	Botón para retornar a la pantalla inicial	Sí

Prueba Historia de Usuario HU002

#### 2.4.3 Validación HU003 - Visualización del objeto con RA

El objetivo de esta historia de usuario es desplegar los objetos modelados en 3D al escanear un marcador (target). Cada elemento que se despliegue en pantalla debe corresponder al marcador asignado. También debe existir la posibilidad de interactuar con el objeto.

Pasos:

1. Seleccionar la opción “Artesanías 3D” del menú.
2. Escanear un marcador y visualizar en pantalla el objeto 3D correspondiente.
3. Interactuar con el objeto desplegado en pantalla.

TABLA 2. 16 VALIDACIÓN HU003

<b>Función</b>	<b>Observación</b>	<b>Cumple</b>
<b>Escanear un marcador</b>	La aplicación debe reconocer el marcador	Sí
<b>Sobreponer en pantalla un objeto 3D</b>	Mostrar el objeto aumentado tras escanear el marcador.	Sí
<b>Interacción con el elemento</b>	Se puede mover o cambiar el tamaño del objeto	Sí
<b>Salir del módulo</b>	Botón para retornar a la pantalla inicial	Sí

Prueba Historia de Usuario HU003

#### 2.4.4 Validación HU004 – Directorio de Artesanos

Al acceder al módulo “Contacto”, de requiere visualizar los datos de contacto de los artesanos, estos deben clasificarse según el tipo de producto que realicen.

Pasos:

1. Seleccionar la opción “Contacto” del menú.
2. Visualizar la información de contacto de los artesanos.

TABLA 2. 17 VALIDACIÓN HU004

<b>Función</b>	<b>Observación</b>	<b>Cumple</b>
<b>Ingresar al módulo Contactos</b>	Ninguna	Sí
<b>Visualizar datos de contacto de los artesanos</b>	Debe estar clasificada por tipo de producto	Sí
<b>Lectura y almacenamiento de datos</b>	La información debe leerse y almacenarse desde una base de datos	Sí

Prueba Historia de Usuario HU004

#### 2.4.5 Validación HU005 – Información

El módulo “Información” debe mostrar información relativa a la Feria Artesanal de Productores “Peguiche”. Se deben incluir también enlaces que hagan referencia a su página de Facebook, al contacto del presidente de la Asociación de Artesanos y a su ubicación en Google Maps.

Pasos:

1. Seleccionar la opción “Información” del menú
2. Visualizar una breve reseña informativa, así también enlaces con las referencias antes mencionadas.

TABLA 2. 18 VALIDACIÓN HU005

<b>Función</b>	<b>Observación</b>	<b>Cumple</b>
<b>Acceder al módulo Información</b>	Ninguna	Sí
<b>Despliegue de datos informativos</b>	Ninguna	Sí
<b>Enlaces con referencias</b>	Las referencias se direccionan correctamente	Sí
<b>Salir del módulo</b>	Botón para retornar a la pantalla inicial	Sí

Prueba Historia de Usuario HU005

# CAPITULO 3

## Resultados

### 3.1 Calidad de Software

La calidad de software es un concepto que de una forma u otra se vuelve abstracto al intentar medir características de un objeto no tangible, y que puede variar según las consideraciones que se tomen en cuenta para su evaluación.

Las definiciones varían de un autor a otro, no obstante, se asemejan unas con otras. Por ejemplo, según Pressman, la calidad de software consiste en un complejo análisis de componentes y/o características que integran el producto, en el cual para su evaluación, se debe tener presente el proceso de elaboración, la utilidad y valor que agregue el software (Pressman, 2010). Jetter, a su vez manifiesta que, la calidad de software está dada por el conjunto de características que pueden ser medidas de forma cuantitativa o cualitativa, que tienen concordancia entre sí, y que deben contener atributos deseables por el cliente (Jetter et al., 2006). Por otra parte según las definiciones de normas internacionales se dice que la calidad es el grado en el que un conjunto de características cumplen y satisfacen los requisitos o necesidades del cliente (Ejje, 2009; ISO, 2000; ISO 9000, 2005).

Así, en base a las definiciones anteriores, se puede decir que la calidad de software se basa en la evaluación de propiedades y características que posee un sistema, con el fin de alcanzar la satisfacción y conformidad del cliente al hacer uso de este.

### 3.2 Modelo de Calidad ISO/IEC 25010

La norma ISO/IEC 25010 es un modelo de calidad de software que define: un modelo de calidad en uso, dividido en cinco características que buscan medir la calidad de un producto cuando el cliente interactúa con este y, un modelo de calidad del producto, donde se contemplan ocho características cuyo objetivo es evaluar las propiedades del software (ISO, 2011a).

#### 3.2.1 Modelo de Calidad en Uso

Este modelo define cinco características relacionadas con propiedades y/o atributos que se presentan en la interacción que se produce entre el usuario y el software.

Se enfoca en evaluar la calidad del producto de software logrando la satisfacción de necesidades requeridas por el cliente.



Figura 60. Características y sub características del modelo de calidad en uso. Fuente: ISO/IEC 25010

### 3.2.2 Métricas y Medición

Con el transcurso del tiempo, en la búsqueda para alcanzar la calidad de software se han creado modelos, marcos de trabajo y metodologías con el fin de ser una guía y a su vez un artefacto que permita la corroboración de la calidad que posee un producto. Dentro de ellos, se definen las métricas y la medida para la evaluación del software, brindando la posibilidad de transformar la calidad en algo objetivo y tangible (Lopez et al., n.d.), de manera que se pueda transmitir al cliente una certeza y confiabilidad en su adquisición.

Loja y Redrován (Loja Mora, Nancy; Redrován Castillo, 2017), mencionan que las métricas son escalas de unidades mediante las cuales, un atributo puede ser medido en forma cuantificable. Estas se determinan según las especificaciones y necesidades que el cliente haya manifestado como deseables en el producto de software

### 3.2.3 Satisfacción

Según la ISO 25010, la utilidad es el grado en el que se satisfacen las necesidades del usuario en un requerimiento o contexto de uso específico (ISO, 2011b) es decir es la satisfacción percibida por parte del usuario al interactuar con el producto de software. El criterio utilizado para la evaluación de calidad de la aplicación en la sub característica utilidad de la característica satisfacción se basa en las métricas definidas por la ISO/IEC 25022 (véase la tabla 3.1).

TABLA 3. 1 MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO – CARACTERÍSTICA: SATISFACCIÓN

Sub característica	Métrica	Propósito	Método de aplicación	Fórmula	Valor deseado
Utilidad	Nivel de satisfacción	¿Qué tan satisfecho está el usuario?	Realizar un cuestionario sobre el nivel de satisfacción sobre el sistema.	$X = A/B$ A= Número de preguntas con respuesta satisfactorias B = Número total de preguntas realizadas en el cuestionario. Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1 es lo mejor
	Uso discrecional de las funciones	¿Qué porcentaje de los usuarios optan por utilizar las funciones sistema?	Observación de uso	$X = A/B$ A= Número de funciones específicas del software que se utilizan B= Número total de funciones que están destinados a ser usados Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 1, mejor
	Porcentaje de quejas de los clientes	¿Cuál es el porcentaje de quejas realizadas por los clientes?	Contar el número de clientes que se quejan y contar el número total de clientes	$X = A/B$ A = Número de clientes que se quejan B = Número total de clientes Dónde: $B > 0$	$0 \leq X \leq 1$ El más cercano a 0, mejor

Fuente: ISO/IEC 25022, 2012

### 3.3 Descripción de niveles de puntuación

La determinación de los rangos de puntuación para la evaluación de las métricas se realizó tomando como referencia el modelo de evaluación de la ISO/IEC 25040, según se muestra en la Tabla 3.2, en la cual se pueden observar tres grados de satisfacción y cuatro niveles de puntuación, donde los valores de medición se puntúan en una escala que va desde 0 hasta 10.

TABLA 3. 2 RANGOS DE PUNTUACIÓN PARA LAS MÉTRICAS

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

Fuente: ISO/IEC 25040



Partiendo de los rangos establecidos para la puntuación observados en la Tabla 3.2, se tiene que los valores desde 4.91 hasta 10 son aceptables, siendo el rango de 7-9.1 a 10 el objetivo deseable.

### 3.4 Evaluación de calidad

La ISO/IEC 25040 menciona que, para la evaluación de calidad de un sistema se debe contemplar la calidad interna, externa y de uso, sin embargo, dado el alcance y objetivos del proyecto, esta evaluación se realizará únicamente en calidad en uso de la característica satisfacción, de manera que el objetivo deseable a obtener en esta evaluación estaría representado por la Tabla 3.3.

TABLA 3. 3 MATRIZ DE CALIDAD: EVALUACIÓN DE CALIDAD

Componente	Calidad del Componente	Nivel de Puntuación	Grado de Satisfacción
Interna	No Aplica	x	x
Externa	No Aplica	x	x
Uso	10	Cumple con los requisitos	Muy Satisfactorio
Total	10	Cumple con los requisitos	Muy Satisfactorio

Fuente: Vaca, 2017

Para la evaluación de calidad del aplicativo se han tomado en cuenta el uso de los módulos que permiten mayor interacción con el usuario, estos son: Realidad Aumentada, Galería y Contacto.

La métrica Nivel de satisfacción indica que debe ser evaluada a partir de una encuesta, para este propósito se hizo uso del cuestionario SUS (System Usability Scale), el cual define los enunciados que se muestran en la Tabla 3.3.

TABLA 3. 4 SUS (SYSTEM USABILITY SCALE)

Preguntas	
1	Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia
2	Encontré el sistema innecesariamente complejo
3	Pensé que el sistema era fácil de usar
4	Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema
5	Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas
6	Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema
7	Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente
8	Encontré el sistema muy complicado de usar
9	Me sentí muy seguro usando el sistema
10	Necesitaba aprender muchas cosas antes de empezar con este sistema

Fuente: (Brooke, 2020)

Para la valoración de las preguntas se hizo uso de la escala de Likert, la Tabla 3.4 incluye las opciones que se emplearon en la encuesta de satisfacción.

TABLA 3. 5 OPCIONES DE RESPUESTA LIKERT

<b>Opciones de respuesta</b>	
<b>1</b>	Totalmente en desacuerdo
<b>2</b>	En desacuerdo
<b>3</b>	Ni en acuerdo, ni en desacuerdo
<b>4</b>	De acuerdo
<b>5</b>	Totalmente de acuerdo

La encuesta se formuló digitalmente a 12 usuarios de la aplicación (artesanos de la feria), se realizó en la herramienta Microsoft Forms y contiene un total de 10 preguntas. Las respuestas se agruparon en 2 grupos de la siguiente manera:

Respuestas satisfactorias: opciones Totalmente de acuerdo y De acuerdo,

Respuestas no satisfactorias: opciones Totalmente en desacuerdo y en desacuerdo.

Finalizada la encuesta, se obtuvieron 109 respuestas satisfactorias y 11 respuestas no satisfactorias. Los resultados se adjuntan en el anexo 2.

### **3.5 Aplicación de la matriz de calidad en uso**

Para la evaluación de la característica satisfacción, se hace uso de la matriz de calidad en uso según lo establece la ISO/IEC 25040. La Tabla 3.5 detalla los valores obtenidos en cada métrica.

1. Nivel de satisfacción: se contabilizaron 109 respuestas satisfactorias de las 120 obtenidas (10 preguntas a 12 usuarios) en la encuesta, véase el Anexo 1.
2. Uso discrecional: la evaluación consistió en una observación sobre el uso de los módulos de realidad aumentada, galería y contacto. Para esta prueba participaron tres usuarios, en los cuales se percibió el uso correcto de las funcionalidades mencionadas.
3. Porcentaje de quejas de los usuarios: se recibió una queja del total de usuarios (12) que hicieron uso de la aplicación. La incidencia apreciada por el usuario tuvo lugar en el módulo de realidad aumentada, al desplegar un objeto en 3D, este se apreció de forma invertida.

TABLA 3. 6 EVALUACIÓN DE CALIDAD EN USO - UTILIDAD

Métrica	Meta	Fórmula A/B	Datos Obtenidos	Valor de medición /10	Grado de Satisfacción
Nivel de satisfacción	1	A=respuestas satisfactorias B=preguntas realizadas	A=109 B=120 C=0,908	9.08	Muy Satisfactorio
Uso discrecional de las funciones	1	A=funciones específicas B= funciones implementadas	A=3 B=3 C=1	10	Muy Satisfactorio
Porcentaje de quejas de los usuarios	0	A=usuarios que se quejan B=total de usuarios	A=1 B=12 C=0,083	9.17	Muy Satisfactorio

### 3.6 Resultado Final de Calidad

La evaluación se realizó teniendo como referencia los rangos definidos en la tabla 3.2, y tras finalizar el análisis, la calificación en calidad de uso para la característica de satisfacción sub característica utilidad obtuvo un valor de 9.42 sobre 10 según se aprecia en la Tabla 3.7, este valor se obtiene al sumar los valores obtenidos en cada métrica, y dividirlos para 3 (número de métricas).

TABLA 3. 7 EVALUACIÓN DE CALIDAD FINAL

Componente	Calidad del Componente	Nivel de Puntuación	Grado de Satisfacción
Interna	No Aplica	x	x
Externa	No Aplica	x	x
Uso	9.42	Cumple con los requisitos	Muy Satisfactorio
Total	9.42	Cumple con los requisitos	Muy Satisfactorio

Resultado final de la evaluación de calidad

La Tabla 3.8 presenta el resumen correspondiente a los resultados obtenidos en la evaluación de calidad de la aplicación móvil, obteniendo un valor promedio de 9.42 que, según el rango de puntuaciones indica que el aplicativo evaluado cumple con los requisitos de calidad en uso para la característica de satisfacción según la ISO/IEC 25010.

TABLA 3. 8 RESUMEN DE EVALUACIÓN DE CALIDAD

Sub característica	Valor promedio	Nivel de puntuación
Utilidad	9.42	Cumple con los requisitos

En consecuencia, se pudo demostrar que la aplicación móvil posee un valor satisfactorio de calidad en uso. Así también se determinó que el faltante de calidad en uso corresponde al valor de 0.58/10. Con esto se concluye que el software posee un 94.2% de calidad en uso y un déficit de calidad del 5.8%.

## CONCLUSIONES

La realidad aumentada puede aplicarse en diversas áreas, permitiendo el aprovechamiento y uso de nuevas tecnologías con el fin de brindar al consumidor una experiencia diferente al integrar elementos digitales aumentados en el mundo físico mostrando una realidad diferente y atractiva.

El uso de metodologías ágiles como XP para el desarrollo de proyectos, permite una mayor facilidad en la organización de actividades por realizar y en la forma de abordar inconvenientes o cambios en caso de que existieren, de esa manera se tiene una buena probabilidad de culminar con éxito un proyecto.

Existen en el mercado diferentes alternativas para la creación de aplicaciones con realidad aumentada y, según la experiencia obtenida al realizar este proyecto se puede destacar que Unity y Vuforia son herramientas que se complementan muy bien y permiten que la creación de un sistema con RA no conlleve mayor dificultad.

El estándar ISO/IEC 25000 se utiliza como guía para el uso de estándares internacionales que determinan los requisitos de calidad del software y su posterior evaluación en los mismos. El uso de esta norma permite obtener un producto de calidad, evitando anomalías y brindando mayor satisfacción en el consumidor final.

## RECOMENDACIONES

El proceso de modelado 3D a través de fotogrametría, conlleva cierta dificultad según las características que posea el objeto a modelar, tales como: textura, tamaño, forma, etc. Como técnica general, se puede decir que se requiere un ambiente con buena iluminación, evitar que el fondo sea del mismo color del objeto, dividir la captura de fotos en tres o cuatro secciones según la altura del elemento, y obtener suficientes fotografías por cada sección, se recomienda una cantidad mínima de 100 a 150 imágenes para obtener buenos resultados en el posterior procesamiento.

Dependiendo de las características de la cámara, del objeto y el entorno de trabajo, puede ser necesario que se requieran configuraciones adicionales para capturar mejor ciertos detalles u obtener una mejor calidad de fotografías.

Para el alojamiento y acceso de información en la nube se recomienda el uso de alternativas gratuitas, como Firebase, que cuenta con un plan sin costo en el cual permite hasta 1GB de almacenamiento.

Revisar la norma ISO/IEC 25000 y su familia, ya que es necesario entender cómo se complementan entre sí para la evaluación de calidad del software y el cumplimiento del objetivo, un producto con calidad.

## REFERENCIAS

- Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., & Warsta, J. (2017). Agile software development methods: Review and analysis. *ArXiv, September*.
- Agenda Zonal - Zona 1 Norte*. (n.d.). Retrieved September 5, 2020, from <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/Agenda-Coordinación-Zonal-Z1-2017-2021.pdf>
- Ajina, A. S. (2019). The perceived value of social media marketing: An empirical study of online word of mouth in Saudi Arabian context. *Entrepreneurship and Sustainability Issues, 6*(3), 1512–1527. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.3\(32\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.3(32))
- Anwer, F., Aftab, S., Shah Muhammad, S., Shah Muhammad Shah, S., & Waheed, U. (2017). Comparative Analysis of Two Popular Agile Process Models: Extreme Programming and Scrum. *International Journal of Computer Science and Telecommunications, 8*(2), 1–7.
- Becerra, M. E., Sanz, D. R., Igarza, S., Mangiarua, N. A., Bevacqua, A., Verdicchio, N. N., Ortiz, F. M., Duarte, N. D., Sena, M. E., & Ierache, J. (2015). Sistema de Catalogo Virtual Aumentado Integración de Framework Especializado aplicado a material didáctico. *X Congreso de Tecnologías de Educación y Educación En Tecnología*, 350–356.
- Beck, K. (2020). *Praise for Extreme Programming Explained , Second Edition* (2nd ed.).
- Beck, M., & Crié, D. (2018). I virtually try it ... I want it! Virtual Fitting Room: A tool to increase on-line and off-line exploratory behavior, patronage and purchase intentions. *Journal of Retailing and Consumer Services, 40*(July), 279–286. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.08.006>
- Bressler, D. M., & Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning, 29*(6), 505–517. <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>
- Brooke, J. (2020). SUS: A “Quick and Dirty” Usability Scale. *Usability Evaluation In Industry, November 1995*, 207–212. <https://doi.org/10.1201/9781498710411-35>
- Cai, L. A., & Liu, J. J. (2008). Identifying Rural Tourism Markets : A Practical Tool. *Journal of Hospitality & Leisure, October 2014*, 37–41. <https://doi.org/10.1080/10507050801985153>

- CEPAL. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida de Ecuador*.  
<https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida-de-ecuador>
- Chang, K. E., Chang, C. T., Hou, H. T., Sung, Y. T., Chao, H. L., & Lee, C. M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers and Education*, 71, 185–197. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.022>
- Choudhary, M., & Singh, N. (2019). MOBILE MARKETING : MOBILE. *Journal of the Gujarat Research Society*, 21(14), 337–345.
- Chris, D. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning: Cognitive implications. *ACM International Conference Proceeding Series*, 323(January), 66–69.  
<https://doi.org/10.1145/3234253.3234301>
- Cunningham, P., & Cunningham, M. (2016). *Report on Innovation Spaces and Living Labs in IST-Africa Partner Countries* (Issue January).
- De la Horra Villacé, I. (2016). Realidad aumentada, una revolución educativa. *Edmetic*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5762>
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Dwivedi, Y. K., Ismagilova, E., Hughes, D. L., Carlson, J., Filieri, R., Jacobson, J., Jain, V., Karjaluoto, H., Kefi, H., Krishen, A. S., Kumar, V., Rahman, M. M., Raman, R., Rauschnabel, P. A., Rowley, J., Salo, J., Tran, G. A., & Wang, Y. (2020). Setting the future of digital and social media marketing research: Perspectives and research propositions. *International Journal of Information Management*, May, 102168.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102168>
- Ejje, S. A. (2009). *Estándares de Calidad de Sistemas Software : Modelo de Aseguramiento de la Calidad Control de documentación*. 1–13.
- Fernando Prieto-Bustamante. (2020). Estimación de esfuerzo en desarrollo de software ágil: Estudio del estado actual en Bogotá. *Iteckne*, 17(2), 110–131.
- Firebase. (2021). *Cloud Firestore o Realtime Database*.  
<https://firebase.google.com/docs/database/rtdb-vs-firestore?hl=es>

- Foundation, I. D. (2020). *Augmented Reality – The Past, The Present and The Future*.  
<https://www.interaction-design.org/literature/article/augmented-reality-the-past-the-present-and-the-future>
- García, I. M. (2014). m-Learning: Possibilidades e desafios da mobilidade na aprendizagem m-learning existe? Como? In *m-Todos Comunicação Móvel no Brasil e na Espanha: Investigação, Tendências e Oportunidades* (Vol. 1, pp. 18–25).
- Gilbert, D. (1989). *Rural tourism and marketing Synthesis and new ways of working*.
- Heeks, R. (2019). Development Informatics Working Paper Series. *Centre for Development Informatics, July*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19302.98888>
- ISO. (2000). *ISO 8402*.
- ISO. (2011a). *ISO/IEC 25010:2011*. <https://www.iso.org/standard/35733.html>
- ISO. (2011b). *ISO/IEC 25010:2011*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en:sec:4.2.4>
- ISO 9000. (2005). Sistema de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario. *Normativa ISO, 2005*, 42. [http://www.uco.es/sae/archivo/normativa/ISO\\_9000\\_2005.pdf](http://www.uco.es/sae/archivo/normativa/ISO_9000_2005.pdf)
- Itzstein, G. S. Von, Billingham, M., Smith, R. T., & Thomas, B. H. (2020). Encyclopedia of Computer Graphics and Games. *Encyclopedia of Computer Graphics and Games, January*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9>
- Jetter, A., Gall, H., Pinzger, M., & Knab, P. (2006). Assessing Software Quality Attributes with Source Code Metrics. *October*.
- Kipper, G. (2013). The Types of Augmented Reality. *Augmented Reality*, 29–50.  
<https://doi.org/10.1016/b978-1-59-749733-6.00002-4>
- Liu, P. H. E., & Tsai, M. K. (2013). Using augmented-reality-based mobile learning material in EFL English composition: An exploratory case study. *British Journal of Educational Technology*, 44(1), 1–4. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01302.x>
- Liu, X., Sohn, Y.-H., & Park, D.-W. (2018). Application development with vuforia and unity 3D. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(21), 43.
- Loja Mora, Nancy; Redrován Castillo, F. (2017). Calidad Para El Desarrollo De Aplicaciones Web. *3C Tecnología*, 6(4), 1–12.
- Lopez, A. V., Sánchez, A., & Antonio, G. (n.d.). *Definición de Métricas de Calidad para Productos de Software*. 4700, 483–488.



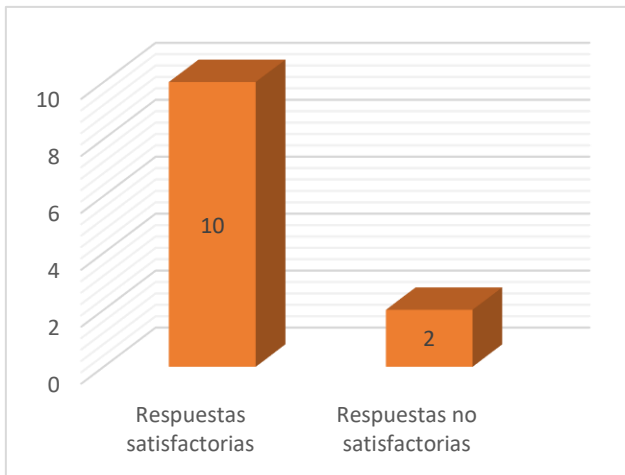
- Melo Bohórquez, I. M. (2018). Realidad aumentada y aplicaciones. *Tecnología Investigación y Academia*, 6(1), 28–35.
- Newkirk, J. (2003). *Introduction to agile processes and extreme programming*. 695–696. <https://doi.org/10.1109/icse.2002.1008034>
- Norman, J. M. (2014). *Louis Rosenberg Develops Virtual Fixtures, the First Fully Immersive Augmented Reality System*. <https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=4696>
- ONU. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es>
- Parekh, P., Patel, S., Patel, N., & Shah, M. (2020). *Systematic review and meta-analysis of augmented reality in medicine , retail , and games*. 7.
- Pato, L., & Kastenholz, E. (2017). Marketing of Rural Tourism - a study based on tourism lodgings in Portugal. *Journal of Place Mngement and Development*, 10(2). <https://doi.org/10.1108/JPMD-06-2016-0037>
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*.
- Qlone. (2021). *Qlone*. <https://www.qlone.pro/>
- Rauschnabel, P. A., Felix, R., & Hinsch, C. (2019). Augmented reality marketing: How mobile AR-apps can improve brands through inspiration. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 49(March), 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.03.004>
- Salazar Corrales, A. M., Paucar Coque, L. M., B, Borja Brazales, Y. P., Comercial, I., & Comercial, I. (2017). El marketing digital y su influencia en la administración empresarial. *El Marketing Digital y Su Influencia En La Administración Empresarial*, 3(4), 1161–1171. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i3>
- Saxena, G. (2016). *Marketing rural tourism : experience and enterprise*.
- Scholz, J., & Smith, A. N. (2016). Augmented reality: Designing immersive experiences that maximize consumer engagement. *Business Horizons*, 59(2), 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.10.003>
- Sofoklis, S., & Bogner, F. (2008). 2008sotirioubognerinvisibleASL.pdf. *American Scientific Publishers*, 1, 114–122. <https://doi.org/10.1166/asl.2008.012>
- Unity. (2018). *Manual Unity*. <https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual>
- Unity. (2020). *Unity*. <https://unity.com/>

- Vian Gimeno, R. (2011). *Realidad Aumentada. Fundamentos Y Aplicaciones*. 136.
- Villamarín, D. (2016). *Técnicas , Herramientas y Aplicaciones con. June*.
- Vuforia. (2020). *No Title*. <https://developer.vuforia.com/>
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Zhang, J., Sung, Y. T., Hou, H. T., & Chang, K. E. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers and Education*, 73, 178–188. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.003>

# ANEXOS

## Anexo 1. Tabulación de la Encuesta de Satisfacción

### 1. ¿Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia?

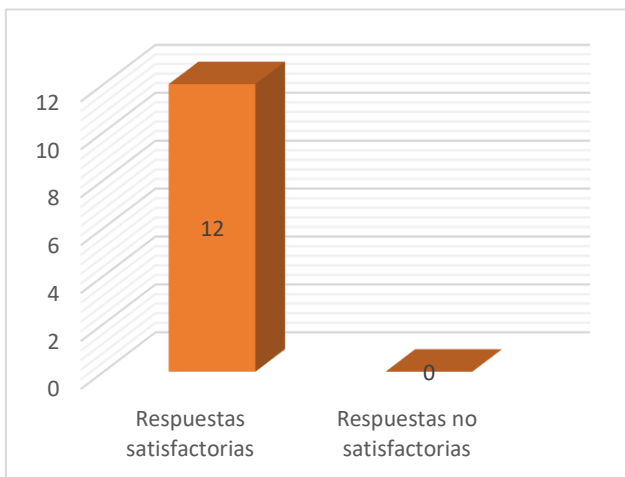


Resultados	
Totalmente de acuerdo	9
De acuerdo	1
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	1
Totalmente en desacuerdo	1

<b>Respuestas satisfactorias</b>	10
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	2

Un total de 10 usuarios mencionan que usarían la aplicación con frecuencia, por otra parte 2 de los encuestados no lo harían frecuentemente.

### 2. ¿Encontré el sistema innecesariamente complejo?

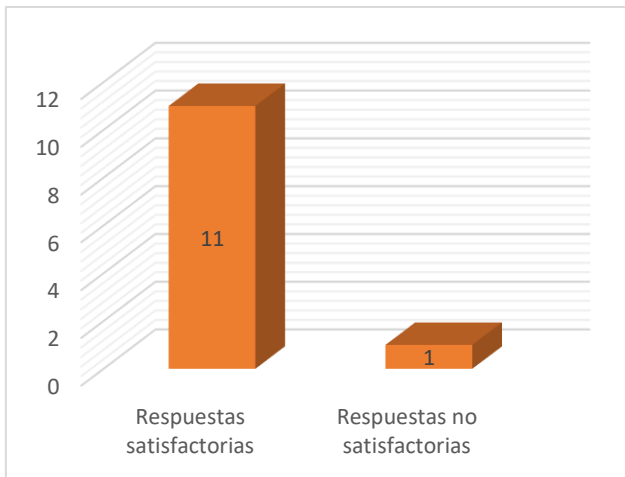


Resultados	
Totalmente de acuerdo	0
De acuerdo	0
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Totalmente en desacuerdo	12

<b>Respuestas satisfactorias</b>	12
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	0

Las 12 personas encuestadas mencionan que el sistema no era complejo innecesariamente.

3. ¿Pensé que el sistema era fácil de usar?

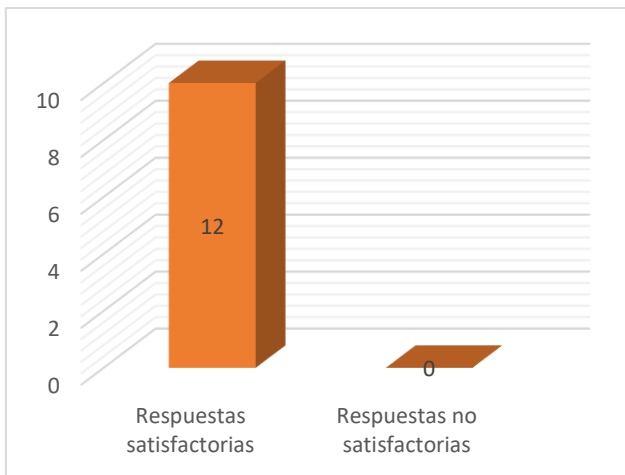


Resultados	
Totalmente de acuerdo	10
De acuerdo	1
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	1
Totalmente en desacuerdo	0

<b>Respuestas satisfactorias</b>	11
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	1

De las 12 personas encuestadas, 11 mencionan que el aplicativo era fácil de usar, lo cual indica un alto índice de facilidad al usuario.

4. ¿Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema?

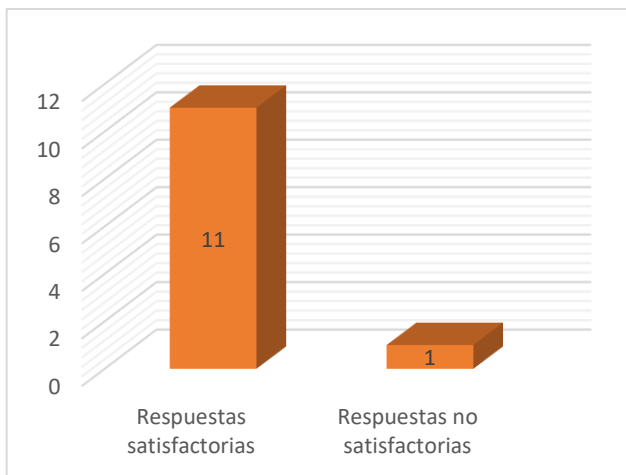


Resultados	
Totalmente de acuerdo	0
De acuerdo	0
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	10

<b>Respuestas satisfactorias</b>	12
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	0

Todas las 12 personas encuestadas mencionan que no hace falta el apoyo técnico de una persona para usar la aplicación.

5. ¿Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas?



Resultados	
Totalmente de acuerdo	11
De acuerdo	0
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	1
Totalmente en desacuerdo	0

<b>Respuestas satisfactorias</b>	<b>11</b>
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	<b>1</b>

Un total de 11 de los 12 usuarios encuestados mencionan que las funciones que componen la aplicación estaban bien integradas.

6. ¿Necesitaba aprender muchas cosas antes de empezar con este sistema?

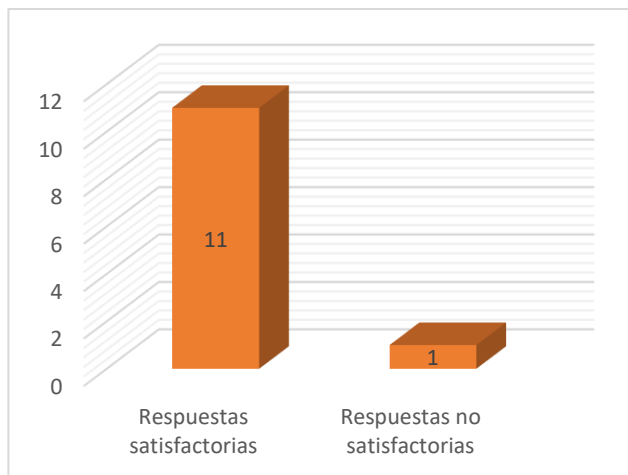


Resultados	
Totalmente de acuerdo	1
De acuerdo	2
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Totalmente en desacuerdo	9

<b>Respuestas satisfactorias</b>	<b>9</b>
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	<b>3</b>

De 12 los usuarios, 9 mencionan que para usar la aplicación no fue necesario conocimiento adicional, por otra parte 3 usuarios si tuvieron que aprender algo antes de usarla.

7. ¿Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema?

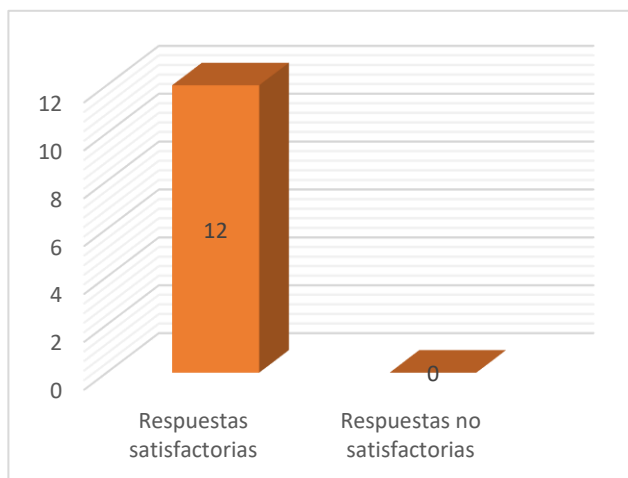


Resultados	
Totalmente de acuerdo	0
De acuerdo	1
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Totalmente en desacuerdo	11

<b>Respuestas satisfactorias</b>	11
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	1

Un total de 11 usuarios mencionan que el aplicativo no mostró inconsistencia tanto en datos como en información.

8. ¿Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente?

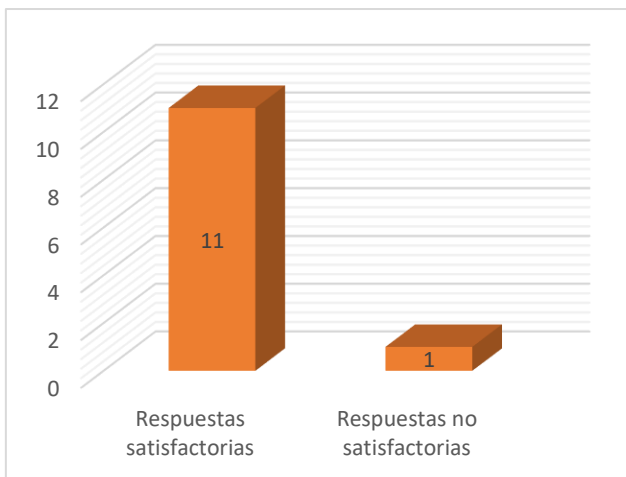


Resultados	
Totalmente de acuerdo	12
De acuerdo	0
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	0
Totalmente en desacuerdo	0

<b>Respuestas satisfactorias</b>	12
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	0

Las 12 personas encuestadas, mencionan que otras personas podrían usar con facilidad la aplicación.

9. ¿Encontré el sistema muy complicado de usar?

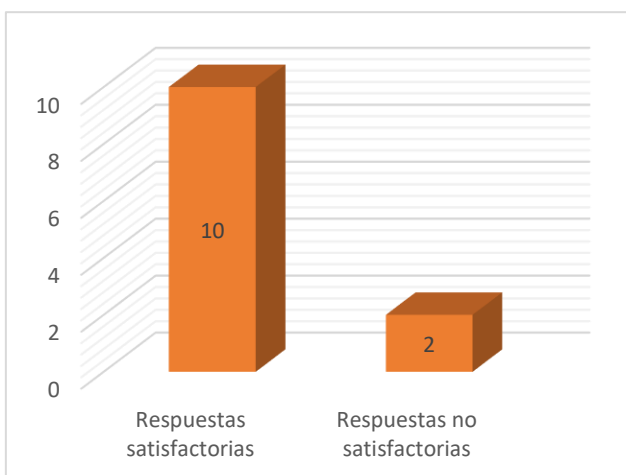


Resultados	
Totalmente de acuerdo	0
De acuerdo	1
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	9

<b>Respuestas satisfactorias</b>	11
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	1

Un total de 11 personas encuestadas no encontraron que el aplicativo haya sido difícil de usar.

10. ¿Me sentí muy seguro usando el sistema?



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

<b>Respuestas satisfactorias</b>	10
<b>Respuestas no satisfactorias</b>	2

Diez de las doce personas encuestadas mencionan que se sintieron seguras usando el aplicativo móvil.

## Anexo 2. Manual Técnico

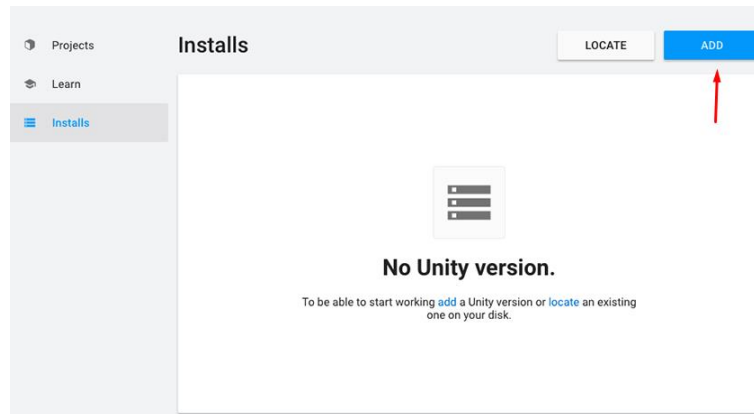
### Instalación Unity

Unity dispone de una herramienta para la administración de utilidades y proyectos, llamada Unity Hub, la cual está disponible en su página oficial <https://unity3d.com/es/get-unity/download> . Seleccione “Descarga Unity Hub”. La descarga iniciará automáticamente.



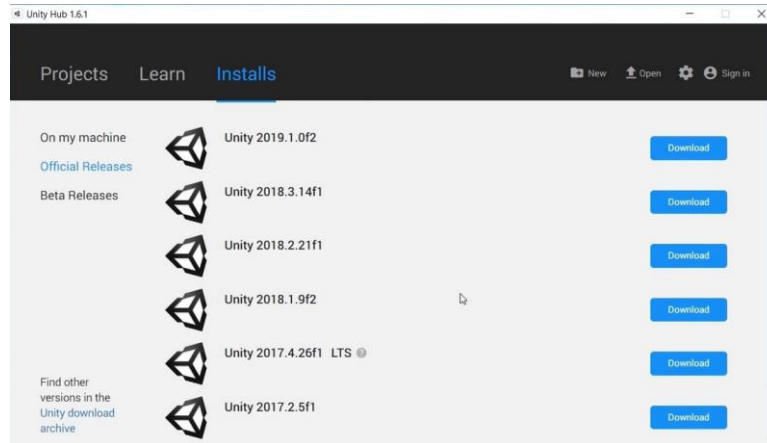
Posterior a la instalación de la herramienta, se ejecuta para continuar la instalación de Unity.

Clic en “Add” para agregar una versión de Unity.

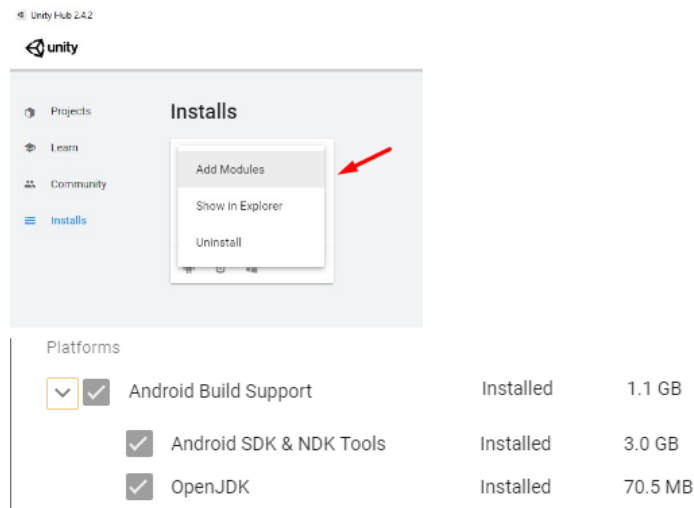


Se muestran las versiones disponibles de Unity, se recomienda seleccionar la última o penúltima versión. Clic en “Download”.



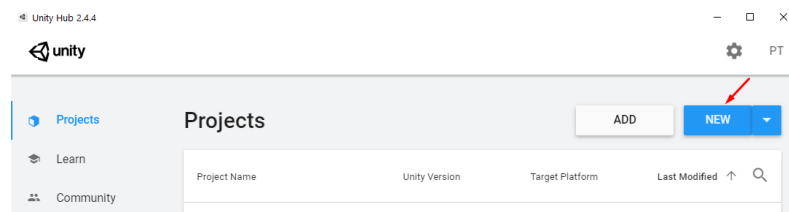


Una vez finalizada la instalación de Unity, agregaremos la plataforma Android, para ello se selecciona la opción “Add Modules”.

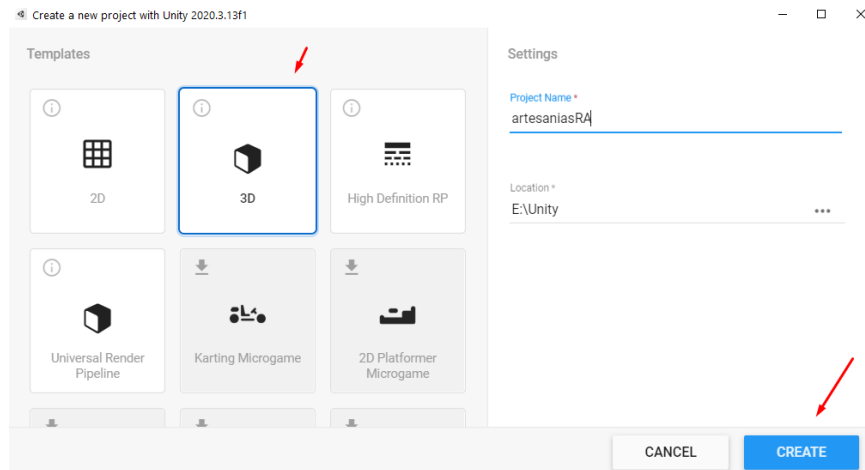


## Crear nuevo proyecto Unity

En la sección Projects, de Unity Hub, seleccionamos “New”.



Se presentan algunos ejemplos de plantillas disponibles para el proyecto, seleccionamos 3D. Asignamos también el nombre del proyecto y su ubicación.

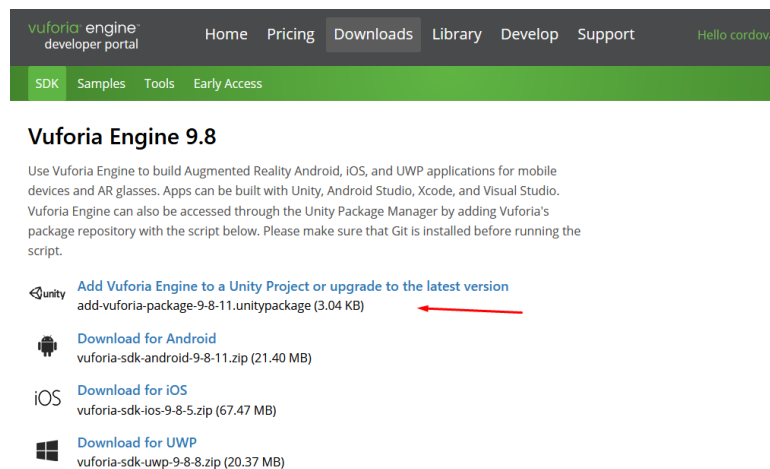


Damos clic en "Create". Se iniciará Unity con nuestro proyecto creado.

## Instalación Vuforia

### Añadir Vuforia al proyecto

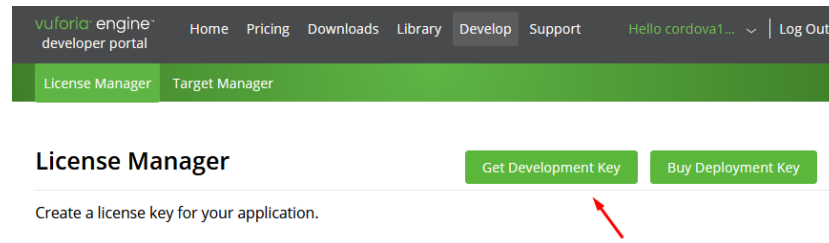
Desde la página oficial de Vuforia para añadir el paquete a nuestro proyecto, seleccionamos la opción "Add Vuforia Engine to a Unity Project"



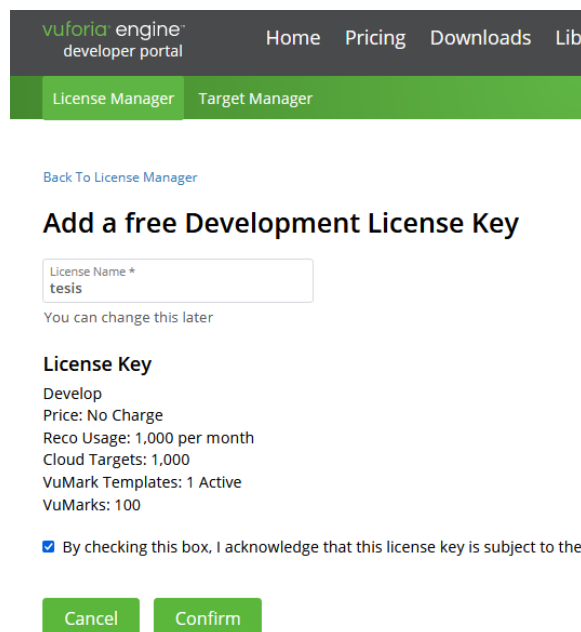
Cuando finalice la descarga, procedemos a la instalación del paquete, para ello debemos tener nuestro proyecto abierto en Unity. Damos doble clic en el archivo descargado, con lo cual se importará todo el contenido.

- **Licencia Vuforia**

Para adquirir una licencia, es necesario tener una cuenta en Vuforia. Iniciada la sesión, en la página <https://developer.vuforia.com/vui/develop/licenses>, damos clic en el botón “Get Development Key”.



Se presentará una pantalla como la que se ve a continuación, se pide ingresar un nombre para la licencia, podemos colocar el nombre de nuestro proyecto.



Damos clic en “Confirm”, a continuación, podremos visualizar nuestra clave de desarrollo, la cual utilizaremos en nuestra aplicación.

License Manager > tesis

**tesis**   Edit Name   Delete License Key

License Key   Usage

Please copy the license key below into your app

```
AShM4hX/////AAABmZwdY1+IdUWEsKMMsXwQX1SHVVe3nGrv9drc3Zpzz4uZ3P+pu7BdVIG1JWF816na0Pdyqg59k769hN9RqAooYk9
22L1M1Zw7fcFV+e9Nd4LUsU0gnE7S4USF0aObesDM21E6+bVICW992HV59GeUFI46fME1cUd5Vo3vxi+IITkGFybdjQE47L6VvDmZvAm
dChOyqcmFZaUQE4bSJA/U/01if0NmYOb2VxO1glw6HT+e5NnTSU7KaJcd+nbL/VbHpAB92LWBLVG+UncTon4+sfEpTGCcHJt+5Nw
eo2HKtaSjC4KroTwYkjGFSI6Utw94a+nQaDe8Mdr1W3Z+Pfoa/cHcEs34h3pRh113X7As9
```

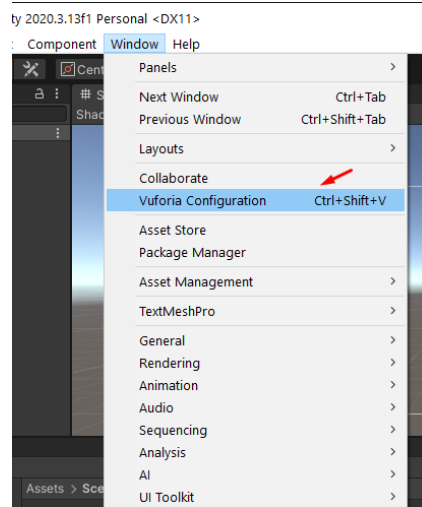
**Plan Type:** Develop  
**Status:** Active  
**Created:** Jun 21, 2021 09:43  
**License UUID:** 261a4fba47946e5b8dc2f54134c637d

**Permissions:**

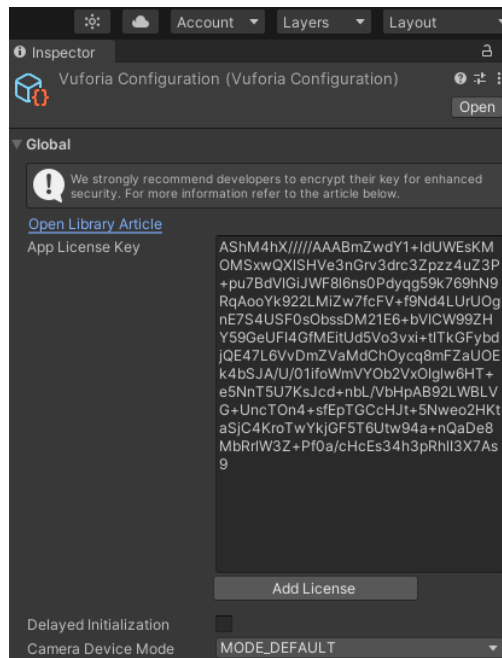
- Advanced Camera
- External Camera

- **Añadir licencia Vuforia en Unity**

En la opción “Window” del menú de Unity, damos clic en “Vuforia Configuration”.

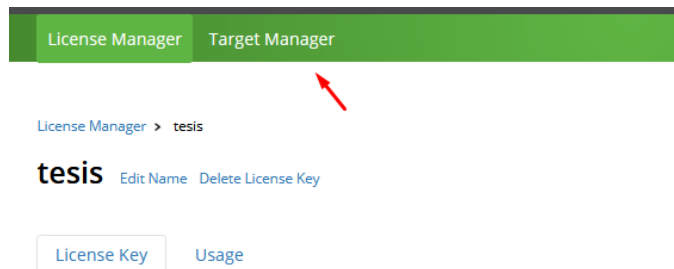


Se abrirá el inspector de la configuración de Vuforia en la parte lateral derecha, donde debemos ingresar la licencia creada previamente. Seleccionamos “Add License”, se nos dirigirá a la página de Vuforia, donde tenemos nuestra licencia. Copiamos y pegamos en el recuadro “App License Key”.

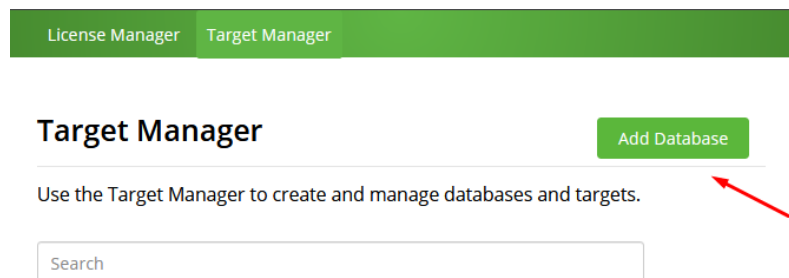


- **Crear una Base de Datos en Vuforia**

Los marcadores que serán utilizados en la aplicación deben estar alojados en una base de datos, para ello nos dirigimos a “Target Manager”, en la sección de nuestra licencia.



Seleccionamos “Add Database”.



Definimos el nombre de la base de datos para los marcadores. Se indica también que será de tipo “Device”.

## Create Database

Database Name\*  
handycrafts

Type:

Device  
 Cloud  
 VuMark

Cancel Create





- **Alojar marcadores en la Base de Datos**

Para agregar uno o más marcadores, damos clic en “Add Target”. Se presenta una ventana en la cual indicamos el tipo de target, en este caso seleccionamos la opción “Single Image”.

Agregamos la imagen haciendo clic en “Browse”, e ingresamos el tamaño y nombre que tendrá el marcador en la escena de nuestra aplicación. Finalizamos dando clic en “Add”.

### Add Target

Type:

Single Image Cuboid Cylinder 3D Object

File:

Urumu-Caracol.jpg

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

5

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

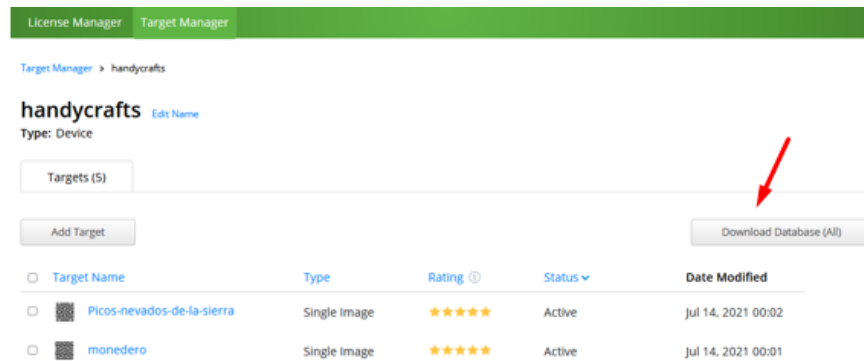
caracol

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

Cancel Add

- **Importar Marcadores**

Cuando la base de datos contenga todos los marcadores que serán utilizados en la aplicación, debemos descargarla. Damos clic en “Download Database”.



Seleccionamos la opción “Unity Editor”.

### Download Database

5 of 5 active targets will be downloaded

Name:  
handycrafts

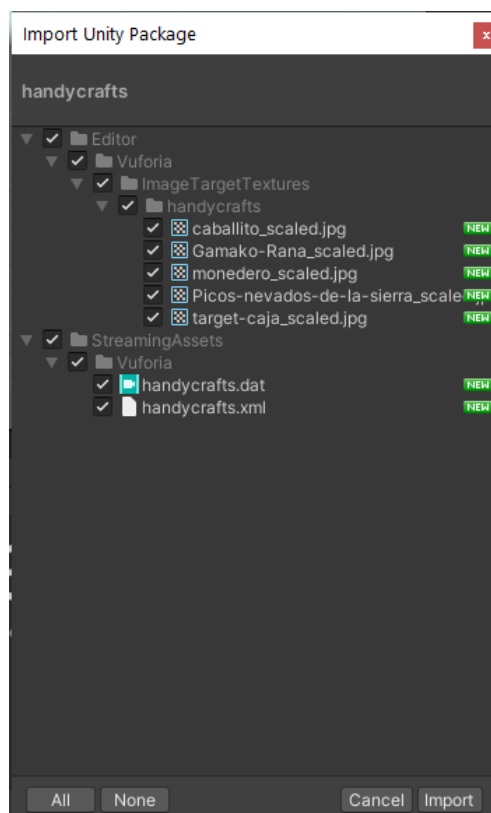
Select a development platform:

- Android Studio, Xcode or Visual Studio
- Unity Editor

Cancel

Download

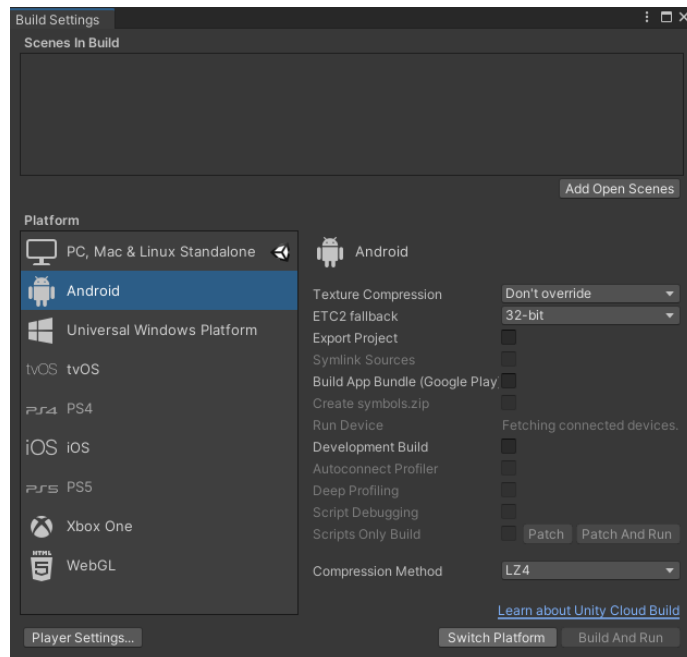
Al finalizar la descarga, damos doble clic en el archivo generado y se enlazará automáticamente en nuestro proyecto (previamente abierto). Seleccionamos “Import”, para confirmar la importación.



- **Configurar Android como plataforma del Proyecto**

Al crear un nuevo proyecto, su configuración inicial de la plataforma está definida en PC, actualizamos a Android. Para ello nos dirigimos a **File/Build Settings/Android/Switch Platform**.

Seleccionamos Android y damos clic en “Switch Platform”.



## Integración Unity - Firebase

### Creación de proyecto en Firebase

Para la integración de Firebase con la aplicación en Unity se necesita crear un proyecto Firebase, para ello se ingresa a la consola de Firebase, <https://console.firebase.google.com/?hl=es> y se elige la opción “Crear un proyecto”.

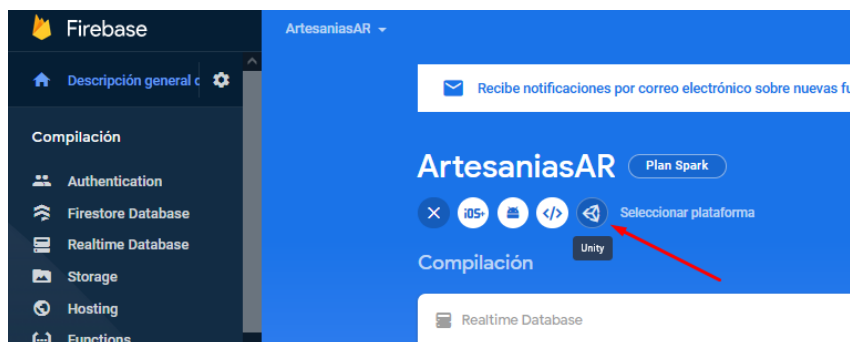




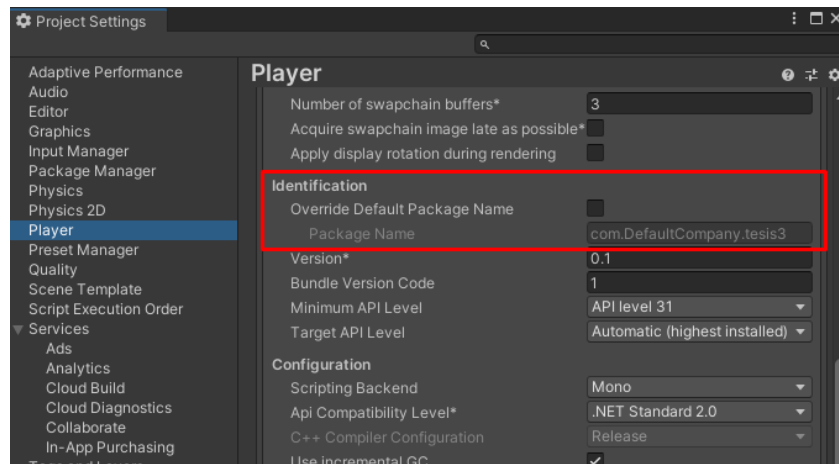
A continuación, se presenta la opción de integrar “Google Analytics” para el análisis de datos de la aplicación, en esta ocasión no es necesaria esa función. Para finalizar, seleccionar “Crear Proyecto”.

- **Registrar la aplicación con Firebase**

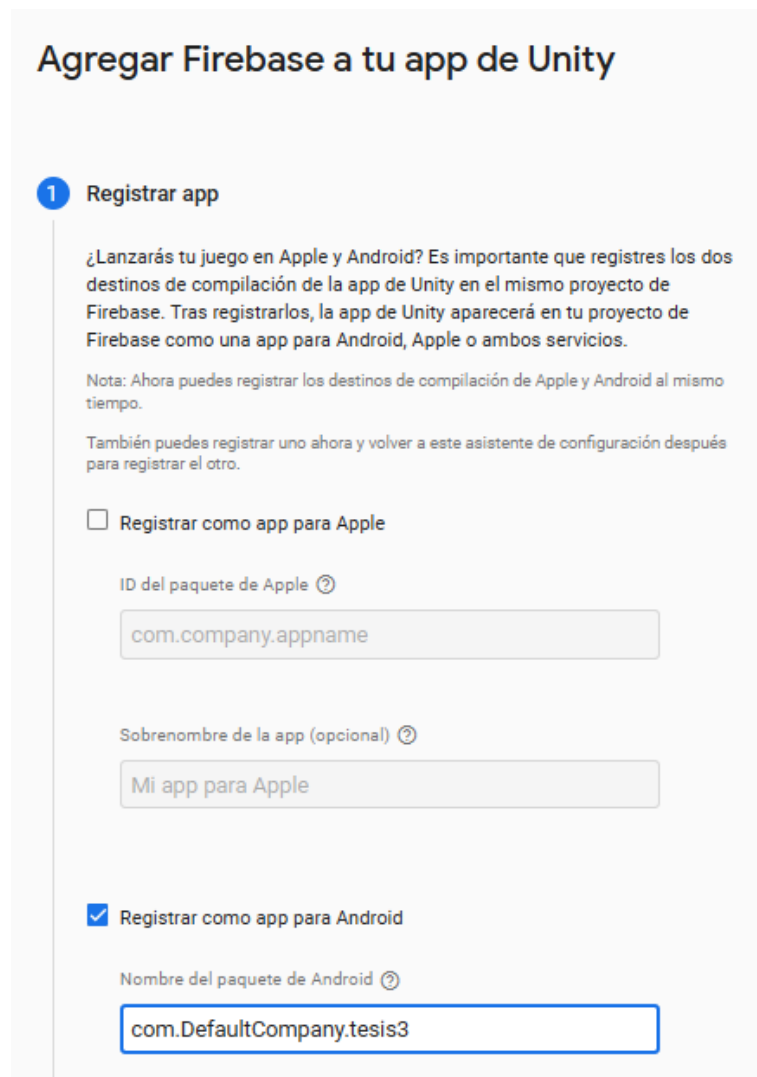
Desde la consola de Firebase del proyecto creado se debe agregar la aplicación, para ello se da clic en “Agregar app” (bajo el nombre del proyecto) y se elige la opción “Unity”.



A continuación, se debe registrar el nombre del paquete del proyecto Unity, este se encuentra en Project Settings/Player, sección Other Settings/Identification.



El primer paso consiste en registrar la aplicación Unity como tipo Android. En el campo “Nombre del Paquete” ingresar el nombre identificado en el paso anterior.



El paso 2 consiste en descargar en archivo google-services.json, el cual incluye la información de ambos proyectos. El archivo debe ser incluido dentro del directorio Assets en el proyecto Unity.

### Agregar Firebase a tu app de Unity

✓ Registrar app

2 Descargar archivo de configuración

[Descargar google-services.json](#)

Abre la ventana Proyecto de tu proyecto de Unity y transfiere a la carpeta Elementos el archivo de configuración de Firebase que descargaste.

Nota: Puedes dejar el archivo de configuración de Firebase en cualquier lugar de la carpeta Ele



The screenshot shows the Unity Project window with the 'Assets' folder selected. A blue arrow points from a document icon to the 'Assets' folder in the Project window. The Project window also shows 'Favorites' with 'All Materials', 'All Models', and 'All Prefabs' listed.

El siguiente paso consiste en agregar el SDK de Firebase en Unity, para ello se debe descargar el SDK haciendo clic en el botón “Descargar SDK de Firebase Unity”

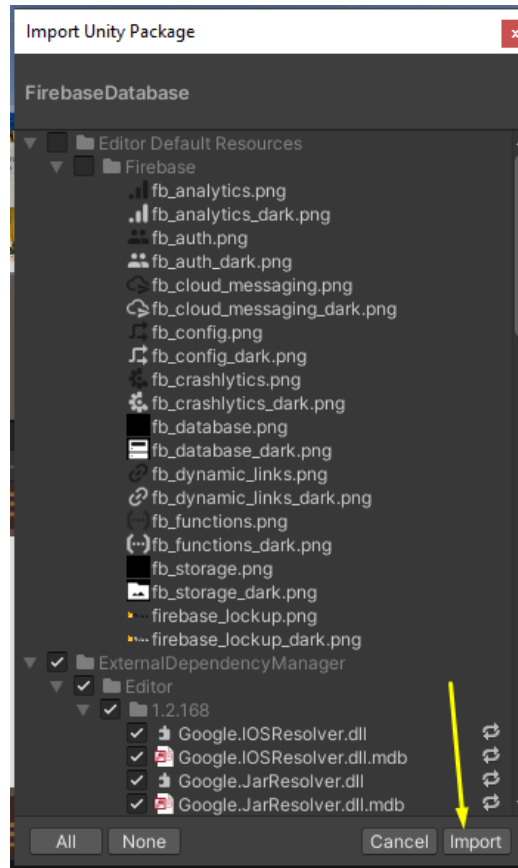
3 Agregar el SDK de Firebase

[Descargar SDK de Firebase Unity \(ZIP\)](#)

1. Descomprime el SDK que descargaste en la ubicación que prefieras.
2. Abre tu proyecto de Unity, ve a Elementos > Importar paquete > Paquete personalizado.
3. Desde el SDK que descomprimiste, selecciona importar los SDK de los [productos de Firebase](#) que desees.
4. En la ventana *Importar paquete de Unity*, haz clic en **Importar**.

Anterior [Siguiente](#)

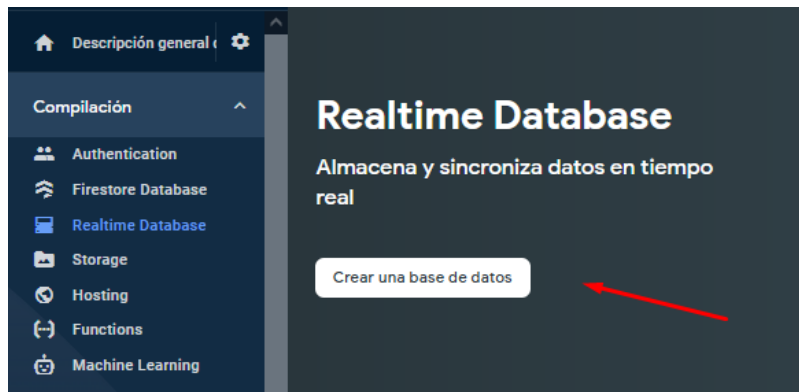
En el proyecto Unity se dirige a la opción Assets/Import Package/Custom Package. Se selecciona el archivo previamente descargado y se mostrará una ventana mostrando el contenido del SDK. Para continuar con la integración, dar clic en “Import”



Tras completar este proceso estará finalizado el proceso de integración.

- **Creación de la base de datos**

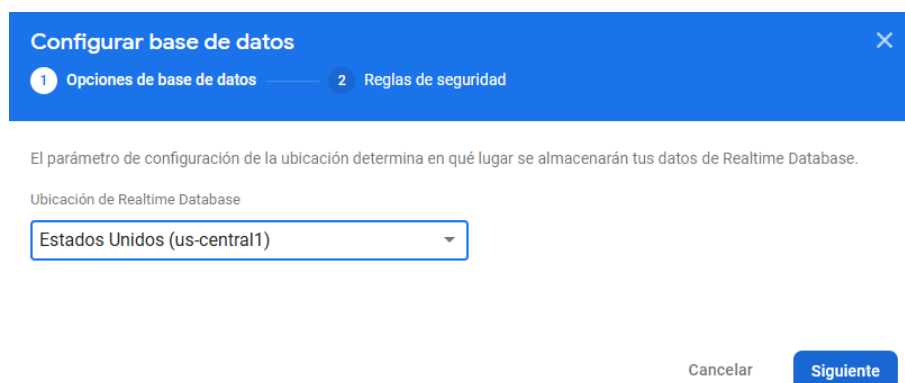
En el menú lateral izquierdo se selecciona la opción “Realtime Database” y se da clic en el botón “Crear una base de datos”



Se define un modo de lectura y escritura para la base de datos



Se selecciona una ubicación del servidor de la base de datos.



Una vez creada la base de datos, pueden ingresarse los datos alineándose a una estructura tipo json.

# Realtime Database

[Datos](#) [Reglas](#) [Copias de seguridad](#) [Uso](#)

↳ <https://artesaniasar-39bac-default-rtdb.firebaseio.com/>

artesaniasar-39bac-default-rtdb

↳ contactos

↳ artesanía1

contacto: "contacto1"  
direccion: "direccion2"  
establecimiento: "establecimiento1"  
propietario: "propietario1"  
tipo: "recuerdos"

↳ artesanía2

contacto: 2  
direccion: 2  
establecimiento: 2  
propietario: "2°"  
tipo: "vestimenta"