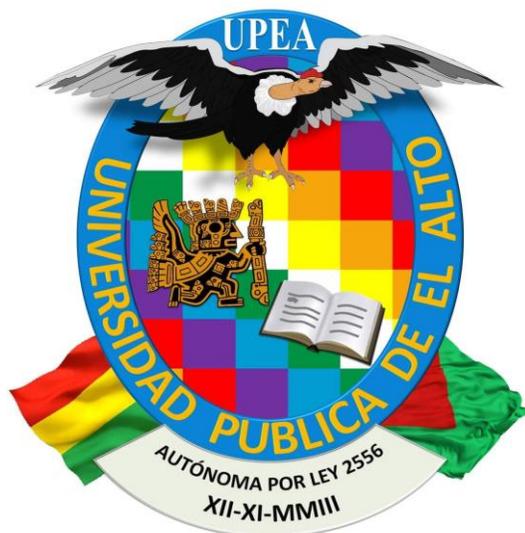


# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

## CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



## PROYECTO DE GRADO

**“APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD VIRTUAL, PARA PROMOVER  
LA HISTORIA, CULTURA, ARTE Y DIFUSIÓN  
EN ESPACIOS PÚBLICOS”  
CASO: MUSEO DE ARTE “ANTONIO PAREDES CANDIA”,  
PLANTA BAJA**

**Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas  
MENCIÓN: INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES**

**Postulante : Nayra Brunella Sarmiento Marquez**  
**Tutor Metodológico : Ing. Marisol Arguedas Balladares**  
**Tutor Revisor : Ing. Maricel Yarari Mamani**  
**Tutor Especialista : Lic. Ruth Maribel Flores Paucara**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**2022**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Nayra Brunella Sarmiento Marquez estudiante con C.I. 7022038 LP mediante la presente declaro de manera publica que la propuesta del **TRABAJO DE GRADO** titulada: "**APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD VIRTUAL, PARA PROMOVER LA HISTORIA, CULTURA, ARTE Y DIFUSIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS**" **CASO: MUSEO DE ARTE "ANTONIO PAREDES CANDIA", PLANTA BAJA**, es original, siendo resultado de mi trabajo personal y no constituye una copia o replica de trabajos similares elaborados.

Autorizo la publicación del resumen de mi propuesta en internet y me comprometo a responder a todos los cuestionamientos que desprenden de su lectura.

Asimismo, me hago responsable ante la universidad o terceros, de cualquier irregularidad o daño que pueda ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

De identificarse falsificación, plagio, fraude, o que el **TRABAJO DE GRADO** haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas legales que se deriven de ello sometiéndome a las normas establecidas y vigentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Publica de El Alto.

El Alto, diciembre del 2022



Nayra Brunella Sarmiento Marquez  
C.I. 7022038 LP  
mamaque18@gmail.com

## **DEDICATORIA**

*Dedico el presente proyecto*

*Primeramente, a Dios por darme fortaleza y sabiduría, cada momento de mi vida y demostrarme que, con constancia y esfuerzo, se puede lograr todo.*

*A mi padre Bruno Sarmiento quien es mi motor, mi motivación, que, gracias a sus consejos, amor y apoyo incondicional, en todo este tiempo, pude seguir adelante. ¡Se logro papá!*

*A mis hermanos Winny y Milenka por ser mi luz y mis referentes y en especial a mi madre María Marquez de Sarmiento (Q.D.D.G), por ser mi guía, mi ángel.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*En primer lugar, a Dios por estar en cada paso que doy y ser mi fuente de sabiduría.*

*A mi familia quienes me apoyaron y fortalecieron en todo este proceso.*

*A la Ing. Ruth Maribel Flores Paucara por su tiempo, atención por sus consejos, correcciones y depositar su confianza en mi Proyecto de Grado,*

*Al la Ing. Marisol Arguedas Balladares por sus sugerencias, su orientación en mi Proyecto de Grado, por compartir sus conocimientos valiosos, por exigirme más de lo que podía dar.*

*Al Ing. Maricel Yarari Mamani por su paciencia, por la motivación, por sus constantes correcciones y sugerencias para finalizar mi Proyecto de Grado.*

*A la Carrera de Ingeniería de Sistemas y el plantel docente por impartir sus conocimientos y formar profesionales íntegros.*

*A todos los que me apoyaron en plasmar y culminar este Proyecto de Grado.*

## RESUMEN

Los museos son espacios democratizadores, inclusivos y polifónicos para el diálogo crítico sobre los pasados y los futuros. Salvaguardan memorias diversas para las generaciones futuras, y garantizan la igualdad de derechos y la igualdad de acceso al patrimonio para todos los pueblos. Por lo tanto, la difusión y la forma de acceder a la información de las obras de arte en los museos es importante, y no tienen ánimo de lucro, son participativos y transparentes, y trabajan en colaboración activa con y para diversas comunidades a fin de coleccionar, preservar, investigar, interpretar, exponer la cultura y arte. Actualmente un número grande de museos busca una nueva forma de promover las visitas a los museos de forma más interactiva con la ayuda de la tecnología, de celulares, tablets, computador entre otras.

Los museos virtuales inmersivos dan ese realismo de encontrarse en un museo al otro extremo del mundo sin la necesidad de realizar un viaje, solo con las herramientas básicas como un smartphone, una aplicación con realidad virtual y unas gafas virtuales podrá experimentar una visita virtual en un museo.

El presente proyecto, se propuso desarrollar una aplicación móvil en Realidad Virtual para promover, la historia cultura, arte y difusión del Museo de Arte “Antonio Paredes Candía”, Planta Baja en Espacios Públicos, a través de las nuevas tecnologías y herramientas innovadoras.

Para su implementación se utilizó la metodología de Mobile- D, además de programas para el desarrollo de realidad virtual como Unity 3D, las librerías SDK Cardboard, para el modelado de objetos en 3D Blender, texturización y diseño de interfaz Photoshop y como lenguaje de programación C# Visual Studio.

El uso de Google Cardboard, para la visualización de los escenarios en 3D y el visitante que disponga de un smartphone y su Cardboard (Gafas Virtuales) para acceder al recorrido virtual.

Palabras Claves: Museo, Realidad Virtual Inmersiva, Aplicación Móvil, Cardboard, Museo Virtuales.

## SUMMARY

Museums are democratizing, inclusive and polyphonic spaces for critical dialogue about pasts and futures. They safeguard diverse memories for future generations, and guarantee equal rights and equal access to heritage for all peoples. Therefore, the dissemination and access to information of works of art in museums is important, and they are non-profit-making, participatory and transparent, and work in active collaboration with and for various communities in order to collect, preserve, research, interpret, exhibit culture and art. Currently a large number of museums are looking for a new way to promote visits to museums in a more interactive way with the help of technology, cell phones, tablets, computers among others.

Immersive virtual museums give that realism of being in a museum at the other end of the world without the need to take a trip, only with the basic tools as a smartphone, an application with virtual reality and virtual glasses you can experience a virtual tour in a museum.

The present project, it was proposed to develop a mobile application in Virtual Reality to disseminate the history culture and art of the Museum "Antonio Paredes Candía", with audios, images and texts.

For its implementation, the Mobile-D methodology was used, in addition to programs for the development of virtual reality such as Unity 3D, the Cardboard SDK libraries, for the modeling of objects in 3D Blender, texturing and Photoshop interface design and as a C# Visual Studio programming language.

The use of Google Cardboard, for the visualization of the scenarios in 3D and the visitor who has a smartphone and his Cardboard (Virtual Glasses) to access the virtual tour.

Keywords: Museum, Immersive Virtual Reality, Mobile Application, Cardboard, Virtual Museum.

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
1. MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Antecedentes .....	3
1.2.1. Antecedentes Institucionales.....	3
1.2.2. Antecedentes de Trabajos Afines Internacionales.....	4
1.2.2.1. Antecedentes de Trabajos Internacionales.....	4
1.2.2.2. Antecedentes de Trabajos Nacionales .....	6
1.2.2.3. Antecedentes de Trabajos Locales .....	6
1.3.1. Problema Principal .....	8
1.3.2. Problemas Secundarios .....	9
1.3.3. Formulación del Problema .....	9
1.4.1. Objetivo General .....	9
1.4.2. Objetivos Específicos .....	10
1.5. Justificación .....	10
1.5.1. Justificación Técnica .....	10
1.5.2. Justificación Económica.....	11
1.5.3. Justificación Social.....	11
1.6. Metodología .....	11
1.6.1. Mobile-D .....	11
1.6.2. Lenguaje Unificado de Modelado UML.....	12
1.6.3. Métricas de Calidad de Software (ISO - 9126) .....	12
1.6.4. Métricas de costos COCOMO II .....	12
1.6.5. Seguridad ISO 27001 .....	13
1.6.6. Pruebas de Software.....	13
1.7. Herramientas .....	13
1.7.1. SDK Android .....	13
1.7.2. SDK Cardboard.....	14
1.7.3. Unity 3D .....	14

1.7.4. Audacity .....	14
1.7.5. Visual Studio Code.....	15
1.7.6. C Sharp.....	15
1.7.7. Photoshop.....	15
1.7.8. Blender .....	15
1.8.1. Límites .....	16
1.8.2. Alcances .....	16
1.9. Aportes .....	17
2. MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. Introducción .....	19
2.2. Museo .....	19
2.2.1. Museos Virtuales.....	22
2.3. Realidad Virtual.....	23
2.3.1. Características .....	24
2.3.2. Tipos de Realidad Virtual .....	26
2.3.3. Realidad Virtual en Museos .....	26
2.4. Tipos de Visores de Realidad Virtual .....	29
2.5. Aplicación móvil .....	30
2.5.1. Tipos de Aplicaciones Móviles .....	30
2.5.1.1. Aplicaciones Nativas .....	31
2.5.1.2. Aplicaciones WEB.....	32
2.5.1.3. Aplicaciones Híbridas .....	32
2.6. Etapas de Desarrollo de un Sistema de Realidad Virtual .....	33
2.7. Lenguaje Unificado de Modelado (UML) .....	34
2.7.1. Diagramas de Caso de Uso .....	35
2.8. Método de Ingeniería .....	36
2.8.1. Modelo Móvil-D .....	36
2.8.1.1. Fases de MOVIL-D .....	36
2.8.1.2. Fase de Exploración .....	37
2.8.1.3. Fase de inicialización .....	38
2.8.1.4. Fase de producción.....	38

2.8.1.5. Fase de estabilización.....	39
2.8.1.6. Fase de pruebas .....	39
2.9. Métricas de Calidad .....	40
2.10. Pruebas de Software .....	44
2.10.1. Prueba de Caja Negra (Black Box Testing) .....	44
2.10.2. Pruebas de Caja Blanca .....	45
2.11. Estimación de Costos de Modelo COCOMO II.....	46
2.11.1. Modelo Básico .....	47
2.11.2. Modelo Intermedio .....	48
2.11.3. Modelo Avanzado .....	48
2.12. Seguridad .....	49
2.12.1. Fases de un SGSI basado en la Norma ISO 27001.....	50
2.13. Herramientas para el Desarrollo .....	50
2.13.1. Unity 3D .....	51
2.13.1.1. Características de Unity 3D.....	51
2.13.2. El SDK para Android .....	53
2.13.3. El SDK de Cardboard .....	53
2.13.4. Blender.....	55
2.13.5. Visual Estudio.....	57
2.13.5.1. Características del Lenguaje C#.....	58
2.13.6. Adobe Photoshop.....	59
2.13.6.1. Características de Adobe Photoshop.....	59
2.13.6.2. Requerimientos de Hardware .....	59
2.13.7. Audacity.....	60
2.13.7.1. Las Características de Audacity .....	60
2.13.7.2. Requerimientos de Audacity .....	61
3. MARCO APLICATIVO.....	62
3.1. Introducción .....	62
3.2. Situación actual.....	62
3.3. Conjunto de Requisitos Iniciales .....	63
3.3.1. Requerimientos Funcionales .....	63

3.3.2. Requerimientos no Funcionales .....	64
3.4. Diagramas de Casos de Usos.....	65
3.4.1. Diagrama de Navegación.....	75
3.5. Desarrollo de la Metodología Mobile – D.....	76
3.5.1. Fase de Exploración .....	76
3.5.1.1. Establecimiento de tareas y roles (Stakeholder) .....	76
3.5.2. Fase de Inicialización .....	77
3.5.2.1. Configuración del Entorno.....	77
3.5.2.2. Soporte de Software y Hardware .....	77
3.5.2.3. Herramientas empleadas para el desarrollo de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual .....	77
3.5.2.4. Producción del escenario de la Aplicación Móvil de Realidad Virtual .....	79
3.5.3. Fase de Producción .....	83
3.5.4. Fase de Estabilización .....	91
3.5.5. Fase de Pruebas y Reparación de la Aplicación .....	92
4. CALIDAD Y SEGURIDAD .....	95
4.1. Métricas de Calidad .....	95
4.1.1. Funcionalidad.....	95
4.1.2. Confiabilidad .....	99
4.1.3. Usabilidad .....	100
4.1.4. Eficiencia .....	101
4.1.5. Mantenimiento .....	102
4.1.6. Portabilidad.....	103
4.2. Costo de COCOMO II .....	104
4.3. Seguridad .....	108
4.3.1. Caracterización de Vulnerabilidades .....	108
4.4. Pruebas .....	109
4.4.1. Pruebas Unitarias.....	109
4.4.2. Prueba de Integración .....	110
4.4.3. Pruebas de Caja Negra.....	110
4.4.4. Pruebas de Caja Blanca.....	111

4.4.5. Pruebas de Usabilidad .....	116
4.5. Resultados .....	121
4.5.1. Antes y Después del Proyecto .....	121
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	122
5.1. Conclusiones .....	122
5.2. Recomendaciones .....	123
BIBLIOGRAFÍA.....	124
ANEXOS.....	129
ANEXO A.....	130
ANEXO B.....	132
ANEXO C.....	134
ANEXO D.....	142
ANEXO E.....	144

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> <i>Ivan Shuterland “The Sword Of Damocles”</i> .....	24
<b>Figura 2</b> <i>Probando La Realidad Virtual, En El Museo De España Man</i> .....	27
<b>Figura 3</b> <i>Visores De La Realidad Virtual</i> .....	29
<b>Figura 4</b> <i>Tipos De Aplicaciones Móviles</i> .....	31
<b>Figura 5</b> <i>Elementos De Diagrama De Caso De Uso</i> .....	36
<b>Figura 6</b> <i>Fases Y Etapas De Mobile-D</i> .....	37
<b>Figura 7</b> <i>Funciones Según Su Tipo Y Complejidad</i> .....	42
<b>Figura 8</b> <i>Representación De Prueba Caja Negra</i> .....	45
<b>Figura 9</b> <i>Representación De Prueba Caja Blanca</i> .....	46
<b>Figura 10</b> <i>Ecuaciones Por Tipo De Modelo Cocomo: Básico E Intermedio</i> .....	48
<b>Figura 11</b> <i>Pilares De La Seguridad</i> .....	49
<b>Figura 12</b> <i>Interface De Unity</i> .....	52
<b>Figura 13</b> <i>Representación Gráfica</i> .....	54
<b>Figura 14</b> <i>Una Imagen Renderizada</i> .....	55
<b>Figura 15</b> <i>Visual Studio Code</i> .....	57
<b>Figura 16</b> <i>Requerimientos De Audacity</i> .....	61
<b>Figura 17</b> <i>Organigrama Del Museo De Arte “Antonio Paredes Candía”</i> .....	62
<b>Figura 18</b> <i>Diagrama De Caso De Uso De General De La Aplicación Móvil</i> .....	66
<b>Figura 19</b> <i>Diagrama De Caso De Uso De Menú De Selección</i> .....	67
<b>Figura 20</b> <i>Diagramas De Caso De Uso Del Módulo De Realidad Virtual</i> .....	69
<b>Figura 21</b> <i>Diagrama De Caso Del Módulo De Información</i> .....	71
<b>Figura 22</b> <i>Diagrama De Caso De Uso Del Módulo De Contáctanos</i> .....	72

<b>Figura 23</b> <i>Diagrama De Caso De Uso Del Módulo De Crédito</i> .....	74
<b>Figura 24</b> <i>Diagrama Navegacional De La Aplicación De Realidad Virtual</i> .....	75
<b>Figura 25</b> <i>Módulo De Pantalla De Inicio</i> .....	79
<b>Figura 26</b> <i>Módulo De Pantalla De Recorrido Libre</i> .....	80
<b>Figura 27</b> <i>Salas Del Museo De Arte “Antonio Paredes Candia”, Planta Baja</i> .....	80
<b>Figura 28</b> <i>Salas Y Obras De Arte, Del Museo “Antonio Paredes Candia”, Planta Baja.</i> .....	81
<b>Figura 29</b> <i>Módulo De Información Del Museo</i> .....	81
<b>Figura 30</b> <i>Módulo De Datos Generales Del Museo</i> .....	82
<b>Figura 31</b> <i>Módulo De Créditos</i> .....	82
<b>Figura 32</b> <i>Diseño De La Interfaz, Ficha De Información E Icono</i> .....	83
<b>Figura 33</b> <i>Retoque De Imágenes</i> .....	84
<b>Figura 34</b> <i>Modelado De La Escultura En 3d De Chunchu, Herramienta Blender</i> .85	
<b>Figura 35</b> <i>Modelado De La Escultura En 3d De Chacha Puma, Herramienta Blender</i> .....	85
<b>Figura 36</b> <i>Modelo De La Planta Baja Del Museo</i> .....	86
<b>Figura 37</b> <i>Rayos De La Cámara En La Pared Del Museo</i> .....	87
<b>Figura 38</b> <i>Estructura Del Código De Raycast</i> .....	87
<b>Figura 39</b> <i>Se Agrega El Componente Mesh Renderer Del Game Object Obra De Arte Y Visualizar Mesh Collider</i> .....	88
<b>Figura 40</b> <i>Rigidbody Será Capaz De Detectar Y Crear Colisiones Entre Nuestro Objeto Y Otros.</i> .....	88
<b>Figura 41</b> <i>Codigo Para El Movimiento Del Personaje</i> .....	89
<b>Figura 42</b> <i>Desarrollo Del Menú Principal Con Canvas</i> .....	90
<b>Figura 43</b> <i>Código En El Lenguaje C#, Del Menú Principal</i> .....	90

<b>Figura 44</b> <i>Obra De Arte Vista Desde Unity</i> .....	91
<b>Figura 45</b> <i>Ensamble De Los Módulos De La Aplicación</i> .....	92
<b>Figura 46</b> <i>Grafo De Complejidad Ciclomática, Sobre La Caja Blanca,</i> .....	111
<b>Figura 47</b> <i>¿ La Aplicación Movil De Realidad Virtual, Es Sencilla Para Ejecutarla?</i> 117	
<b>Figura 48</b> <i>¿ La Interfaz Gráfica Es Fácil Y Amigable?</i> .....	118
<b>Figura 49</b> <i>¿Usted Cree Que La Aplicación Tarda En Responder Su Consulta?</i> 118	
<b>Figura 50</b> <i>¿Tuvo Algún Problema Mientras Uso La Aplicación?</i> .....	119
<b>Figura 51</b> <i>¿ Cree Que Esta Aplicación Impulsaría A Difundir Y Aumentar Las Visitas En El Museo?</i> .....	119
<b>Figura 52</b> <i>¿ Qué Le Pareció La Experiencia, De Conocer El Museo De Arte Antonio Paredes Candia A Través De Esta Aplicación Con El Uso De Las Gafas Virtuales?</i> .....	120

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Preguntas De Complejidad, Para Calcular Los Puntos De Función. ....	41
<b>Tabla 2</b> Valores Constantes Por Modelo De Desarrollo Cocomo Ii .....	47
<b>Tabla 3</b> Requisitos De Hardware .....	56
<b>Tabla 4</b> Requerimientos De Adobe Photoshop .....	60
<b>Tabla 5</b> Requerimientos Funcionales.....	63
<b>Tabla 6</b> Requerimientos No Funcionales .....	64
<b>Tabla 7</b> Descripción De Caso De Uso – Inicio De La Aplicación Móvil.....	66
<b>Tabla 8</b> Descripción De Caso De Uso – Despliegue Del Menú Principal .....	68
<b>Tabla 9</b> Diagrama De Caso De Uso Manejo De Las Gafas Virtuales / Recorrido Libre .....	69
<b>Tabla 10</b> Descripción De Caso De Uso – Selección De Menú La Opción De Información .....	71
<b>Tabla 11</b> Descripción De Caso De Uso – Selección De Menú La Opción De Contáctanos.....	73
<b>Tabla 12</b> Descripción De Caso De Uso – Selección De Menú La Opción De Créditos .....	74
<b>Tabla 13</b> Descripción De Tareas Y Roles .....	76
<b>Tabla 14</b> Soluciones De Errores En El Proceso De Desarrollo .....	93
<b>Tabla 15</b> Características De Los Dispositivos Móviles En Las Que Se Instaló La Aplicación .....	93
<b>Tabla 16</b> Ponderación De Valores .....	95
<b>Tabla 17</b> Preguntas De Complejidad .....	96

<b>Tabla 18</b> <i>Número De Entradas De Usuario</i> .....	97
<b>Tabla 19</b> <i>Número De Peticiones De Usuario</i> .....	97
<b>Tabla 20</b> <i>Número De Archivos</i> .....	98
<b>Tabla 21</b> <i>Número De Interfaces Externas</i> .....	98
<b>Tabla 22</b> <i>Factor De Puntos De Función Sin Ajustar, Ponderación Del Proyecto</i> ..	98
<b>Tabla 23</b> <i>Factor De Usabilidad</i> .....	101
<b>Tabla 24</b> <i>Factor De Eficiencia</i> .....	101
<b>Tabla 25</b> <i>Preguntas De Mantenimiento</i> .....	102
<b>Tabla 26</b> <i>Factor De Portabilidad</i> .....	103
<b>Tabla 27</b> <i>Factor De Calidad</i> .....	104
<b>Tabla 28</b> <i>Conversión De Punto De Fusión A Kldc</i> .....	105
<b>Tabla 29</b> <i>Valores Constantes Por Modelo De Desarrollo</i> .....	106
<b>Tabla 30</b> <i>Criterios De Evaluación</i> .....	108
<b>Tabla 31</b> <i>Prueba De Camino 1</i> .....	113
<b>Tabla 32</b> <i>Prueba De Camino 2</i> .....	113
<b>Tabla 33</b> <i>Prueba De Camino 3</i> .....	114
<b>Tabla 34</b> <i>Prueba De Camino 4</i> .....	114
<b>Tabla 35</b> <i>Prueba De Camino 5</i> .....	115
<b>Tabla 36</b> <i>Prueba De Camino 6</i> .....	115
<b>Tabla 37</b> <i>Prueba De Camino 7</i> .....	116
<b>Tabla 38</b> <i>Prueba De Camino 8</i> .....	116
<b>Tabla 39</b> <i>Preguntas Para La Encuesta De La Aplicación Movil De Realidad Virtual</i> .....	117
<b>Tabla 40</b> <i>Antes Y Después Del Proyecto</i> .....	121

The background of the page features a series of overlapping, flowing, translucent blue and white lines that create a sense of movement and depth. These lines are most prominent on the left side and curve towards the right, framing the text.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO**  
**PRELIMINAR**

## **1. MARCO PRELIMINAR**

### **1.1. Introducción**

La realidad virtual RV es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. El significado más común refiere a un entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él, todo este tipo de estímulos atrae fácilmente a los usuarios. Es decir, se trata de representar un entorno más real e interactivo, agregando elementos necesarios como, guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción con el entorno, así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad, para capturar la imagen de un mundo real y virtualizarlo igualmente requiere del usuario de su visión y audición alcanzando la sensación de estar realmente dentro del entorno. (Levis, 2006, pág. 9)

El presente proyecto propone el uso de una herramienta tecnológica denominada: Realidad Virtual Inmersiva, con la finalidad que promover la historia, cultura, arte, del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia” y de difundirlo en espacios públicos para una interacción dialogada con la población de la Ciudad de El Alto, la propuesta viene a convertirse en una alternativa conectada a paseos virtuales con información articulada a las vivencias históricas de la parte andina , la cual recoge un sinfín de costumbres y tradiciones plasmadas en cuadros, pinturas montajes recreativos, etc.

Según Salguero (2020) un museo es “Cualquier institución que conserve o exhiba, con fines de estudio, educación y disfrute, materiales de importancia cultural o científica. Los museos deben esforzarse por ser participativos y transparentes, y trabajar en asociación activa con y para nuestras diversas comunidades en la recopilación, preservación, investigación, interpretación, exhibición y mejora de la comprensión del mundo, con el objetivo de contribuir a consolidar la dignidad humana y la justicia social, la igualdad global y el bienestar planetario”.

En Bolivia, el desarrollo de los museos se remonta al año 1838 cuando se crea el primer Museo Público, que funcionó originalmente en el edificio de lo que hoy en día es; el Teatro Municipal de la ciudad de La Paz. Posteriormente a la Revolución

Nacional de 1952, el Estado boliviano incentivó una nueva ideología nacional en la que el mestizaje fue una de sus banderas y en la que era fundamental conocer las raíces pasadas, sean prehispánicas, históricas o aún más contemporáneas, de una sociedad moderna que avanzaba hacia un futuro exitoso y de integración.

Cabe destacar la creación de los museos municipales, que fueron organizados en distintos momentos históricos por los gobiernos municipales, generalmente bajo el impulso individual de personalidades que estuvieron a cargo de dichas instituciones y con sensibilidad por la historia. Este tipo de repositorios se han convertido, en muchas ciudades, en espacios destacados para apreciar el patrimonio arqueológico e histórico.

En el año 1990, en el Municipio de la Ciudad de El Alto, da los primeros pasos a un proyecto ambicioso que es la creación del primer Museo de Arte, tras 12 años de lucha, finalmente se inaugura el 29 de Mayo del 2002, con más de 400 obras de arte y 11.000 libros, que además destina un espacio para una hemeroteca, donados por el Escritor, Titiritero y Escultor Antonio Paredes Candia, quien fue el impulsor para la creación de este museo el cual lleva su nombre, dejando un valioso patrimonio cultural, histórico, y artístico a la población alteña.

En este entendido se comprende que los museos son espacios que fomentan el arte y cultura, que además deben ser accesibles e incluyentes para todos. Por otra parte, el uso de un medio tecnológico para acceder a los contenidos de un Museo, es sin duda una alternativa innovadora.

Para la implementación de la Realidad Virtual Inmersiva en el Museo de Arte “Antonio Paredes Candía”, se empleara un lenguaje unificado de modelado UML y como método de ingeniería Mobile-D y para la ejecución de la aplicación móvil de realidad virtual se desarrollaran con Unity programa para entornos de realidad virtual, Blender modelador en 3D, SDK Android, Photoshop CS6 y Scripts C#<sup>1</sup> para el desarrollo de aplicaciones móvil en android basado en Java, Audacity para la edición de audios,

---

<sup>1</sup> C# (en inglés es pronunciado como “C Sharp”, en español como “C Almohadilla”), es un lenguaje de programación orientada a objetos.

Photoshop, para la edición de imágenes, fotografías y el diseño de la interfaz. Todas estas herramientas se ajustan al avance del proyecto.

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Antecedentes Institucionales**

El municipio de El Alto fue creado en el marco de la Ley No. 628, el 6 de marzo de 1985 como cuarta sección de la provincia Murillo del departamento de La Paz y se ubica al oeste del país en la meseta altiplánica. Posteriormente, según la Ley No. 1014 de 26 de septiembre de 1988 se eleva al rango de Ciudad El Alto, se constituye en el municipio más poblado del departamento y de Bolivia.

Con el pasar del tiempo, el crecimiento rápido a causa de las migraciones, por la relocalización de los mineros, dio inicio a una nueva fuerza impulsora y dinámica en la Ciudad de El Alto, en el progreso económico, avance político, y cultural, este último que se fue constituyendo y fortaleciendo gracias a proyectos, instituciones, fundaciones que lograron gestionar la cultura artística en la Ciudad de El Alto, como es el primer Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, Escuela Municipal de las Artes, Fundaciones importantes como la Comunidad de Productores de Arte (COMPA), Caso de las culturas Wayna Tambo, creación de la Carrera de Artes de la UPEA<sup>2</sup> (2000), entre otros que abrieron espacios para dar paso a las expresiones artísticas, históricas culturales de la urbe alteña, y sin duda muchas más que en este tiempo se están abriendo gracias a las características historias de una Ciudad revolucionaria como la denominan a la Ciudad de El Alto.

Los Museos en la Ciudad de El Alto, fueron creados de forma independiente por iniciativas propias, como un aporte cultural importante a los alteños, podemos nombrar al Museo Nacional de Arte, Museo Aeronáutico, Museo Aeroespacial de la Fuerza Área Boliviana, Museo de Arte, “JIWASANKI<sup>3</sup>” y Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”

---

<sup>2</sup> La Universidad Pública de El Alto también conocida por su acrónimo UPEA es una universidad de Bolivia, con sede en la ciudad de El Alto del Departamento de La Paz.

<sup>3</sup>Que viene de la lengua aymara “Jiwasanki” su significado en español “Lo Nuestro”

este último que fue el primer Museo y gran referente de la Ciudad de El Alto, por custodiar los más grandes tesoros de arte además de una gran colección de arqueología, fotografías, pinturas de grandes artistas bolivianos. (Cespedes, 2019, párraf. 2)

El Museo de Arte “Antonio Paredes Candia” se encuentra ubicada en la zona Ciudad Satélite, a dos cuadras de la estación de la Línea Amarilla del Teleférico<sup>4</sup>, cuenta actualmente con nueve salas de exposición, de las cuales seis son permanentes y tres temporales, estas últimas son encargadas de albergar las exposiciones ocasionales presentadas de acuerdo con el cronograma del museo.

- **Misión Institucional**

Generar y brindar espacios con equipamiento y mantenimiento para el desarrollo de actividades de expresión, cultural, artística, creación, formación y difusión cultural – educativa, proporcionando información sobre los servicios de los espacios culturales, resguardando, preservando los bienes y patrimonio cultural del municipio de El Alto.

- **Visión Institucional**

Ser una institución museística de referente cultural y artístico de prestigio, solvente y de calidad que responda a la demanda pública e impulse al conocimiento y la identidad, mediante una gestión transparente y garantizada

## **1.2.2. Antecedentes de Trabajos Afines Internacionales**

Algunos trabajos realizados a nivel internacional, nacional y local aplicando Realidad Virtual o similares, se revisó los proyectos siguientes:

### **1.2.2.1. Antecedentes de Trabajos Internacionales**

- Naranjo, Bárcenas (2016, p. 9) “GUÍA VIRTUAL INTERACTIVA EN ANDROID A TRAVÉS DE CÓDIGOS QR EN MUSEO DE LA ESCUELA FISCAL ISIDRO

---

<sup>4</sup> El teleférico es un sistema de transporte aéreo compuesto por cabinas suspendidas en el aire, colgadas de cables.

AYORA DEL ECUADOR”, el cual desarrollo con el lenguaje de modelado UML y procesos con SCRUM<sup>4</sup> las herramientas para la ejecución del proyecto fueron Software Android Studio – Web Services, JGenQR, MySQL. **Objetivo.** - Lograr que la aplicación móvil de usabilidad que implica tareas concretas, cortas rápidas en el museo. Con la creación de la guía virtual del uso se pudo evidenciar el aumento de interés en conocerlo aportando así en la Difusión de Patrimonio Cultural y en el uso de tecnologías. El recorrido del museo obtuvo toda la interactividad y funcionalidad requerida, el cual incluye los dos niveles del museo, el patio central alrededor del edificio y el exterior, permitiendo el recorrido por las diferentes salas del museo, además de mostrar la información de cada una de las obras en exposición. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Latacunga – Ecuador.

- Hernández, Belén (2017), proyecto titulado, “APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN REALIDAD AUMENTADA COMO APORTE EDUCATIVO, CULTURAL E INFORMATIVO DE LOS OBJETOS ARQUEOLÓGICOS EXPUESTOS EN EL MUSEO MUNICIPAL DE GUAYAQUIL.”, el cual se ejecutó las herramientas Vuforia y Unity por la gran capacidad de reconocimiento y codificación. **Objetivo.** - Desarrollar una aplicación móvil utilizando Realidad Aumentada como herramienta alternativa en la obtención interactiva de información de los objetos arqueológicos expuestos en el Museo Municipal de Guayaquil en el año 2017. En conclusión, se desarrolló un prototipo estable y funcional. UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL. Guayaquil – Ecuador.
- Chavarri (2020, p. 5) “DESARROLLO DE UN TOUR VIRTUAL UTILIZANDO REALIDAD VIRTUAL, PARA EL MUSEO CARACOL DE PIEDRA” aplicando como herramientas, Fotografía 360 grados técnica que permite captar fotos en las que el observador se sumerge en la imagen, Agisoft Photoscan permite el procesamiento de imágenes de un determinado objeto, Código en JavaScript, librerías Pannellum, Three.js, como servidor a Xampp y como framework para paginas responsivas Bootstrap. **Objetivo.** - Desarrollar un tour virtual utilizando

realidad virtual, para la presentación del Museo Caracol de Piedra de Paucarmarca - San Marcos, Cajamarca 2020. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO, FACULTAD DE INGENIERIA. Cajamarca – Perú.

#### **1.2.2.2. Antecedentes de Trabajos Nacionales**

Algunos trabajos realizados a nivel nacional aplicando Realidad Virtual y Realidad Aumentada.

- Zarco (2017), “REALIDAD AUMENTADA APLICADA AL TURISMO DE LAS IGLESIAS DE LA CIUDAD DE LA PAZ” seleccionando como entorno de desarrollo Vuforia e Unity. Se utilizó dos metodologías MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles) y la metodología de Diseño para Aplicaciones de Realidad Aumentada. **Objetivo.** - Con el uso de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se mejoró la experiencia turística de las personas al visitar las iglesias de la ciudad de La Paz. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. La Paz – Bolivia.
- Celso, (2016), “RECORRIDOS VIRTUALES PARA EL MUSEO DE LA REVOLUCIÓN NACIONAL CON TECNOLOGÍA WEBGL”, se empleó en este proyecto herramientas de recorridos virtuales, Google Cardboard y por último la tecnología WebGL. **Objetivo.** - Permitir una experiencia en 3D, mediante recorridos virtuales en el Museo de la Revolución Nacional, y obtener una mayor accesibilidad a sus obras artísticas. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. La Paz – Bolivia.

#### **1.2.2.3. Antecedentes de Trabajos Locales**

Algunos trabajos realizados a nivel local aplicando Realidad Virtual.

- Cruz (2020) titulado, “MODELO DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL CONTROL DE TRAMOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO BASADO EN ANDROID Y CÓDIGO QR”, El modelo tiene bases de nuevas tecnologías emergentes en este caso se recurre a la Realidad Aumentada, donde se combina tanto elementos del mundo real como virtual en una misma

experiencia, además con una metodología para el desarrollo de aplicaciones móvil la misma es Mobile-D, en lo referente a las herramientas fue Android Studio que nos permitió desarrollar la interfaz de usuario e integrar las diferentes tecnologías y herramientas que se utilizó en este trabajo, además de librerías de libre distribución para el llamado de mapas el cual es Leaflet. **Objetivo.** - Desarrollar un modelo de realidad aumentada para el control de tramos del transporte público para dispositivo móvil, que permita al usuario conocer el recorrido de un vehículo del transporte público mediante código QR, verificando la localización del usuario en la ruta. UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO. La Paz – Bolivia.

- Alberto, (2020) titulado, “APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA LOS SITIOS TÚRISTICOS EN LA CIUDAD DE EL ALTO”, se utilizó la metodología ágil para el diseño de aplicaciones multimedia de dispositivos móviles y metodología de diseño para aplicaciones de realidad aumentada; como resultado de ambas metodologías y uso de las herramientas Unity, Vuforia y Blender, se desarrolló de manera satisfactoria la aplicación de realidad aumentada portable, accesible y con modelos tridimensionales para fomentar al turismo de la población en la ciudad de El Alto. **Objetivo.** - Desarrollar una Aplicación Móvil de información turística haciendo uso de la Realidad Aumentada, sobre los Sitios Turísticos de la Ciudad de El Alto, para optimizar y difundir la experiencia turística de la población. UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO. La Paz – Bolivia.

### 1.3. Planteamiento del Problema

La Ciudad de El Alto, siendo un referente histórico en Bolivia por las diferentes luchas, que abarca una población intercultural producto del origen de múltiples procedencias, con una histórica vivencia cultural muy abigarrada a su cotidianidad y naturaleza, constructor de su propio desarrollo, sin embargo, carentes de espacios culturales y museos que fomenten a jóvenes artistas alteños a incursionar al mundo del arte.

La propuesta de este proyecto ligada a reflejar la vivencia histórica, cultural y cotidiana de la Ciudad de El Alto, tiene una gran materia prima de saberes y conocimientos que

en este caso el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia” acopia. Los museos pese a su evolución, han sido considerados como espacios estáticos, lugares donde solo se almacenaban obras, sin embargo, es importante resignificar el sentido de los mismos con nuevas alternativas, donde transporten a la gente a estas obras y propuestas artísticas. Los museos en vez de limitarse a grupos reducidos más bien deben masificar la participación de la población y promover alternativas innovadoras para seguir construyendo historia, también desde estos espacios.

Es por esta razón, la implementación de esta herramienta; Realidad Virtual Inmersiva, transportara el museo a los espacios públicos, donde la población podrá conocer y reconocer el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia” como uno de los museos que recoge historia y cultura de esta Ciudad, al mismo tiempo generara diálogos, conversaciones e impresiones de la población.

Por otra parte, con la tecnología cada vez más accesible e innovadora la cual ha llevado al ser humano a actualizarse constantemente, se está dando paso a estas nuevas alternativas y estrategias que se utilizan para llevar una experiencia más intuitiva, dinámica y participativa para la sociedad.

### **1.3.1. Problema Principal**

El escaso conocimiento de la existencia del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, por la población de la Ciudad de El Alto, las técnicas de publicidad y difusión no generan el impacto y la respuesta deseada, frecuentemente esta información de eventos culturales, quedan encerradas en un círculo reducido de personas pertenecientes ya sea al ámbito artístico o personas interesadas en el Arte, dejando de lado a la población local, la cual debería ser más beneficiada de este espacio, situándolos como principales promotores, difusores de la cultura y arte en su municipio.

La Dirección de Cultura, del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto, mensualmente realiza eventos culturales, en los distritos de la urbe alteña, con el fin de difundir las actividades de sus diferentes Unidades Culturales, la misma que ayudaría a promover la existencia del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia” con el uso de la tecnología

de Realidad Virtual, pueden realizar una visita sin la necesidad de desplazamiento hasta el Museo.

La Unidad de Administración de Espacios Culturales, al cual pertenece el Museo de Arte "Antonio Paredes Candia" de la Ciudad de El Alto, no cuentan con ninguna Aplicación con Tecnología de Realidad Virtual Inmersiva.

### **1.3.2. Problemas Secundarios**

Por lo tanto, se plantean los siguientes puntos a tomar:

- Información incompleta: nombre del autor, características de la obra como: estilo, nombre, fecha, material, técnica, dimensión.
- La población de la Ciudad de El Alto, está dedicada al comercio informal para generar una economía sostenible para sus familias, por lo cual es importante promover y difundir el museo, en espacios públicos.
- Los medios de publicidad y difusión tradicional, no son estrategias efectivas, para conseguir el interés de la población de la Ciudad de El Alto, para la visita al Museo.
- Escaso desarrollo de tecnología con Realidad Virtual Inmersiva como herramienta de fomento a la Historia, Cultura y Arte, en la Ciudad de El Alto.

### **1.3.3. Formulación del Problema**

¿De qué manera se puede brindar una mejor experiencia y accesibilidad a las obras de arte, promoverlas y difundirlas en espacios públicos?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Desarrollar una Aplicación Móvil con Realidad Virtual, en el Museo de Arte "Antonio Paredes Candia", para promover la Historia, Cultura, Arte y difusión en espacios públicos, en la Ciudad de El Alto, así brindar una experiencia innovadora.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual y recopilación de información del Museo “Antonio Paredes Candia” de la Ciudad de El Alto.
- Fortalecer y promover las obras de arte del Museo de Arte “Antonio Paredes Candía” a través de la difusión en espacios públicos.
- Diseñar, modelar y texturizar objetos tridimensionales que permitirá dar realismo al museo y obras de arte, logrando que la experiencia del usuario sea más intuitiva.
- Desarrollar la Aplicación Móvil con Realidad Virtual para la visualización y descripción de las obras de arte.
- Promover la utilización de aplicaciones y herramientas de Realidad Virtual.
- Evaluar la Aplicación de Realidad y su impacto en la población de la Ciudad de El Alto.

### **1.5. Justificación**

La justificación se desenvolverá en tres aspectos, los cuales son; técnicos, económicos y sociales.

#### **1.5.1. Justificación Técnica**

Se justifica técnicamente porque se aplican metodologías de última generación, como es la tecnología de realidad virtual que es capaz de crear y recrear mundos tridimensionales, que se va introduciendo cada vez más a nuestra cotidianidad. La realidad virtual nos abre nuevas posibilidades como herramienta útil, con nuevos dispositivos como el visor cardboard que son cada vez más accesibles, y el Software Unity 3D que nos permite el desarrollo de mundos virtuales e inmersivos.

El museo de arte “Antonio Paredes Candía” podrá actualizar y aplicar estas herramientas entrando a estas innovaciones tecnológicas beneficiando a la población y al museo.

### **1.5.2. Justificación Económica**

El desarrollo de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual, como resultado contribuirá al Museo, al hacer uso de Software Libre, la cual implica independencia en cuestión de licencias y de desarrollo tecnológico.

### **1.5.3. Justificación Social**

La Aplicación Móvil con Realidad Virtual Inmersiva, que se desarrollará, beneficiará a la población de la urbe alteña, quienes apreciarán las piezas artísticas que se posee el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, en las salas de la planta baja, donde se podrá visualizar, las exposiciones de arte exhibidas con una información precisa y comprensible.

Asimismo, resignificar los museos hacia la población local alteña, donde se reflejará las costumbres y tradiciones, cotidianas, enriquecidas por artistas juveniles alteños, con sus aportes culturales y artísticas, de este modo fomentar a crear nuevos conocimientos y contribuir a desarrollar el pensamiento crítico en la población.

Por último, es conveniente remarcar que el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia” al situarse en un lugar estratégico y considerarse el primer museo, lo hace más interesante y atrayente de la Ciudad de El Alto, visto de esta forma esta Aplicación Móvil será un gran aporte para promover y difundir la historia, arte y cultura del museo en espacios públicos.

## **1.6. Metodología**

### **1.6.1. Mobile-D**

Mobile-D, El objetivo de esta metodología es conseguir ciclos de desarrollo muy rápidos en equipos muy pequeños. Se basa en metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles conocidas pero aplicadas de forma estricta como.

El ciclo de vida de Mobile- D se divide en las siguientes fases:

- Fase exploración, es donde se define el alcance del proyecto y su establecimiento con las funcionalidades donde se quiere llegar.

- Fase de iniciación, en esta fase la dedicaremos un día a la planificación y el resto al trabajo y publicación.
- Fase de producción, en esta fase podemos decir que se lleva a cabo toda la implementación.
- Fase de estabilización, se realizan las acciones de integración para enganchar los posibles módulos separados en una única aplicación.
- Fase de pruebas, es una fase de testeo hasta llegar a una versión estable según lo establecido en las primeras fases por el cliente. (Blanco, Camarero, Warterski, & Rodríguez, 2008, pág. 14).

### **1.6.2. Lenguaje Unificado de Modelado UML**

UML fue creado para forjar un lenguaje de modelado visual común y semántica y sintácticamente rico para la arquitectura, el diseño y la implementación de sistemas de software complejos, tanto en estructura como en comportamiento.

Los objetivos de UML son muchos, pero se pueden sintetizar sus funciones: Visualizar, Especificar, Construir y Documentar.

Diagrama de caso de uso representa una funcionalidad particular de un sistema. Se crea para ilustrar cómo se relacionan las funcionalidades con sus controladores (actores) internos/externos.

### **1.6.3. Métricas de Calidad de Software (ISO - 9126)**

El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser descrito en términos de una o más de las siete características básicas: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad, portabilidad y satisfacción; que permiten profundizar en la evaluación de la calidad de productos de software. (Antonietta, 2012, pág. 1)

### **1.6.4. Métricas de costos COCOMO II**

Modelo COCOMO II, modelo de estimación que se encuentra en la jerarquía de modelos de estimación de software con el nombre de COCOMO, por Constructive Cost

Model (Modelo Constructivo de Coste). Posee tres modelos: Composición de Aplicación, Diseño Temprano y Post Arquitectura. (Gómez, Lopez, Migami, & Otazú, 2010, pág. 6).

### **1.6.5. Seguridad ISO 27001**

ISO 27001 es una norma internacional que permite el aseguramiento, la confidencialidad e integridad de los datos y de la información, así como de los sistemas que la procesan.

La norma está alineada con la ISO 27002, que define una serie de buenas prácticas de gestión de la seguridad de la información para todos los interesados y responsables de un SGSI.<sup>5</sup> (Tecnología I. , 2019, párr. 1)

### **1.6.6. Pruebas de Software**

Según Garrido (2017), señala que, en el campo de las pruebas de software, existen tres métodos de testing.

- Caja Blanca, este método se centra en cómo diseñar los casos de prueba atendiendo al comportamiento interno y la estructura del programa.
- Caja Negra, se basa en la especificación del programa o componente a ser probado para elaborar los casos de prueba.

## **1.7. Herramientas**

Para el contenido del factor técnico se toma en cuenta el software para el modelado 3D, para la programación el lenguaje más adecuado y desarrollo de código, un motor multiplataforma que facilite y mejore el desarrollo autónomo, todas estas herramientas para la creación de la aplicación móvil en realidad virtual y obtener un resultado exitoso.

### **1.7.1. SDK Android**

El SDK de Android es un conjunto de herramientas y bibliotecas de desarrollo de software que se requieren para desarrollar aplicaciones Android. Cada vez que Google

---

<sup>5</sup> El sistema de seguridad de la información o SGSI (Information Security Management System)

lanza una nueva versión o actualización de Android, también se lanza un nuevo SDK que los desarrolladores deben descargar e instalar. Cabe destacar que, si bien también puedes descargar y utilizar el SDK de Android sin necesidad de usar Android Studio, por lo general deberás trabajar con Android Studio para cualquier desarrollo de Android. (Vaati, 2020, párr. 1)

### **1.7.2. SDK Cardboard**

El SDK de Cardboard para Unity permite la creación de experiencias de realidad virtual tanto para dispositivos Android como IOS ejecutadas en las gafas de cartón del gran buscador, algunas de sus funciones permiten: crear aplicaciones con Unity, seguimiento de movimiento de cabeza del usuario, renderización estereoscópica en paralelo, determina la orientación de la mirada del usuario, respeta los efectos de zoom de la cámara, compatibles con el movimiento de la cabeza del usuario, entre otras. (Desarrolladores, 2015, párr. 10)

### **1.7.3 Unity 3D**

Unity es uno de los principales motores de desarrollo de videojuegos, sobre todo entre los estudios Indies. Su versatilidad, multiplataforma y facilidad de uso es de sobra conocido. Pero lo más destacado de Unity es la posibilidad de desarrollar aplicaciones más allá de los videojuegos. En los últimos años, la interactividad está siendo clave en el mundo empresarial: catálogos de productos con Realidad Aumentada, formación interna con entornos 3D, eventos con experiencias de Realidad Virtual, apps móviles con pequeños juegos y aquí es donde Unity se convierte en un poderoso aliado. (Unity, 2017, párr. 1).

### **1.7.4. Audacity**

Audacity es un software de grabación y edición de audio multilingüe de código abierto para los sistemas operativos Windows, Mac y Linux. Iniciado por primera vez en mayo de 2000, Audacity es utilizado por músicos, científicos, podcasters, artistas de foley y narradores para componer, grabar y producir numerosos tipos de grabaciones de audio. (Sociales, 2020, pág. 2)

### **1.7.5. Visual Studio Code**

Empecemos por qué Visual Studio Code es de código abierto (*Microsoft/vscode*), está desarrollado en *ElectronJS* (un framework javascript para crear aplicaciones de escritorio), lo puedes usar en Windows, Mac, Linux, permite desarrollar con cientos de lenguajes de programación, cuenta con depuración de código directo (con puntos de interrupción), programación de tareas, pila de llamadas, consola de comandos incorporado, personalización a tu gusto e IntelliSense que te permite agilizar la escritura de código. (Code, 2022)

### **1.7.6. C Sharp**

C# es un lenguaje de programación desarrollado por Microsoft, orientado a objetos, que ha sido diseñado para compilar diversas aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework. Se trata de un lenguaje simple, eficaz y con seguridad de tipos. Las numerosas innovaciones de C# permiten desarrollar aplicaciones rápidamente y mantener la expresividad y elegancia de los lenguajes de estilo de C. La sintaxis viene derivada de C y C++ y utiliza el modelo de objetos de la plataforma .NET, muy parecido al de Java, aunque incluye mejoras propias de otros lenguajes. (Ortega, 2017, pág. 1)

### **1.7.7. Photoshop**

Photoshop está considerada una de las mejores herramientas de su categoría, siendo utilizadas por profesionales de la imagen como diseñadores gráficos, fotógrafos, diseñadores web o ilustradores digitales, con el uso de varias herramientas como pinceles, lápices, rellenos, formas, textos, relieves o efectos, entre otros. El programa soporta toda clase de formatos de imagen como JPG, GIF, PNG, PDF, TIFF etc. (Attack, 2020, párr. 5)

### **1.7.8. Blender**

Blender es un programa informático multi plataforma, dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura (incluye topología dinámica) y pintura digital. En Blender, además, se pueden desarrollar vídeo juegos ya que posee un motor de juegos

interno. Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, GNU/Linux (Incluyendo Android), Solaris, FreeBSD e IRIX. (Blender Foundation, 2018).

## **1.8. Límites y Alcances**

### **1.8.1. Límites**

El presente proyecto se limita a lo siguiente:

- La aplicación, solo estará disponible para los dispositivos móviles con Tecnología Android, de gama media o superior.
- La aplicación, visualizará las obras de arte en pintura y fotografía.
- Algunas de las obras de arte, no cuentan con algunos datos importantes que lo identifican como: autor, técnica, año u otros.
- El dispositivo móvil debe contar con el sensor de giroscopio<sup>6</sup>, para el desplazamiento en la dimensión virtual.
- Se realizará el modelado de la Sala “Arturo Borja”, Sala “Cecilio Guzmán de Rojas” y Sala “Antonio Paredes Candia” con las obras más representativas del museo.

### **1.8.2. Alcances**

Al concluir el proyecto se alcanzará:

- Una aplicación Móvil con Realidad Virtual en el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”
- Módulo de Información, mostrará una breve reseña del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”
- Módulo de Contáctanos, descripción de horarios de atención, medios de transporte disponibles, línea telefónica y lugar donde se encuentra.

---

<sup>6</sup> El giroscopio es un componente electrónico que permite medir el ángulo de rotación de un dispositivo en todos sus ejes.

- Módulo de Recorrido Libre que brindará paseos virtuales, con una información descriptiva y detallada por medio de audios, que podrán ser escuchadas al instante que el usuario detenga delante de una obra de Arte.
- Módulo de Créditos, mostrará la información del desarrollador.
- Modelado en 3D y texturizado de las salas de la planta baja del museo de arte “Antonio Paredes Candía”.
- La aplicación móvil resultante al finalizar este proyecto estará lista para su descarga de Play Store.
- La aplicación reproducirá el audio de la información de la obra de arte, en el idioma castellano.

### **1.9. Aportes**

El desarrollo de la aplicación móvil en realidad virtual dejara un aporte potencial a la difusión de obras artísticas de pintores, escultores, artistas plásticos alteños a nivel nacional e internacional.

Así también es importante resignificar el sentido de los museos articulados a las vivencias y cambios que tiene nuestra sociedad, los museos deben pasar hacer instrumentos de transformación e interpelación en la construcción de nuevas generaciones desde la tecnología e innovación, pero con un abigarramiento del contexto histórico.

El proyecto aportará al desarrollo de nuestro país, en el marco de la ciencia, la tecnología y la innovación, recogiendo la historia e identidad de las culturas.

Asimismo, será una contribución al Museo de Arte “Antonio Paredes Candia” quien estará continuamente interactuando con la tecnología y podrá mejorar los métodos de difusión, por otra parte, el usuario estará inmerso en esta innovación tecnológica, con bajos costos y con dispositivos tecnológicos, permitiendo adquirir nuevos conocimientos y preservar la importancia histórica, patrimonial cultural en la población.

Finalmente, esta aplicación con realidad virtual, motivará a estudiantes de la universidad a generar proyectos con alternativas de difusión de museos ligados a promover la cultura, desde su formación tecnológica, científica y social.

The background of the page features abstract, flowing lines in shades of blue and white, creating a sense of movement and depth. The lines are layered and curved, resembling smoke or liquid in motion.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO**  
**TEÓRICO**

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Introducción**

En este capítulo se describe las definiciones y fundamentos relacionadas al proyecto, entre ellas se encuentran: Museo, Arte, Cultura, Realidad Virtual Inmersiva, Aplicaciones Móviles.

### **2.2. Museo**

La procedencia etimológica de la palabra museo deriva del término griego μουσεῖον (mouseion), un templo dedicado a las nueve musas (Calíope, Clío, Erato, Euterpe, Melpómene, Polimnia, Talía, Terpsícore y Urania).

Según la ICOM (2022), define que, “un museo es una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y de su desarrollo, abierta al público, que adquiere, conserva, estudia, expone y transmite el patrimonio material e inmaterial de la humanidad y de su medio ambiente con fines de educación y deleite”.

Lopez (2016) expone que:

Los museos se someten a un proceso de evolución, que pasaron de ser considerados santuarios o lugares de almacenamiento de obras de arte a espacios donde se podría realizar estudios e investigaciones. Contar con el personal adecuado y especializado en restauración y la museología, es un paso al proceso de evolución. Asimismo, los museos deben potenciar su función en base de público, al que debe comunicar, educar, transmitir los testimonios culturales. Los museos del futuro serán como hoy se conciben.

Por lo que se refiere, los museos son espacios donde se resguardan, conservan y exponen piezas de arte, de diferentes materiales con un valor patrimonial de enriquecimiento histórico y cultural. En la actualidad, los museos fueron evolucionando, cumpliendo sus funciones principales que son de: conservar, coleccionar, educar, investigar y difundir, además de reforzar y cumplir como objetivo principal de realizar una conexión directa con los visitantes, que son los principales actores que contribuyen a la preservación del patrimonio cultural.

- **Arte.** Etimológicamente, la palabra arte procede del latín ars, artis, y del griego τέχνη (téchne), que significa "técnica". De ahí que fuera usada en la antigüedad para referirse también a oficios como la herrería, además de las disciplinas como la poesía, la pintura o la música. (Garabato TIC Educacion, 2020, párr. 2)

Las artes pueden ser clasificadas a partir de los materiales que usa y del modo en que los utiliza, son las siguientes:

- **Arquitectura.** Emplea los diversos materiales de construcción para confeccionar viviendas, edificaciones y espacios urbanos que sean hermosos y funcionales, estéticos y habitables al mismo tiempo.
- **Danza.** Emplea el cuerpo humano y el ritmo musical como una forma de expresión de contenidos artísticos.
- **Escultura.** Emplea la piedra, la arcilla o diversos materiales sólidos para lograr representaciones artísticas tridimensionales, ya sean figurativas o abstractas.
- **Pintura.** Emplea pigmentos obtenidos de diversas fuentes naturales y artificiales, para representar estéticamente la realidad mediante el color y las formas sobre lienzos y otras superficies.
- **Música.** Mediante diversos instrumentos contruidos por el ser humano, busca alcanzar la belleza mediante ritmos, melodías y sonidos armónicamente orquestados para suscitar una experiencia estética en el escucha.
- **Literatura.** Empleando el lenguaje como materia prima, compone relatos, representaciones teatrales o descripciones poéticas que luego pueden leerse y disfrutarse estéticamente.
- **Cine.** Empleando instrumentos técnicos complejos, capta la luz, el sonido y el tiempo mismo en secuencias de eventos simulados o reales que componen un relato, un discurso o una representación audiovisual de la realidad.

Por lo cual, se puede definir que el arte es un conjunto de expresiones, representando las emociones, ideas, o una visión particular de sus vivencias y el mundo plasmadas artísticamente por el hombre.

- **Historia**

Según Campillo (2016), “el término griego historia, derivado del sustantivo hístor (veedor o testigo) y del verbo historien (ver, conocer, investigar algo por uno mismo, pero también narrar o atestiguar ante otros lo averiguado) (...)” (pag.28).

Febvre (1994), expone que, la historia es ciencia del hombre; y también de los hechos, sí, pero de los hechos humanos. Asimismo, la Escuela de los Annales del que Febvre fue uno de los fundadores, propone relacionar la historia con otras disciplinas

En tal sentido, la Historia es un término de narrativas de sucesos, un registro de hechos, obtenido mediante la investigación o la vida, desarrollo y vivencias de un lugar. Cabe considerar por otra parte las otras disciplinas y no solamente los documentos con textos narrativos, si no también objetos, testimonios que trasmitan la historia, de una manera más profunda, completada y multidisciplinaria.

- **Cultura**

Según la RAE (2020), “etimológicamente la palabra «Cultura» proviene del del latín cultura, y este de cultus, cultivo, cultivado, cultivar, la misma que nos dio cultismo”.

Una de las definiciones más sobresalientes acerca de cultura es del Antropólogo Tylor, (1871) “La cultura o civilización, tomada en su sentido etnográfico amplio, es todo complejo que incluye conocimientos, creencias, arte, moral, costumbres, y todas las demás capacidades y hábitos adquiridos por el hombre como miembro de una sociedad (...)” (mayo, 2017)

Sin embargo, con el pasar del tiempo se fueron formando nuevas definiciones con distinta enfoques, por lo que podemos decir que la cultura es un conjunto de conocimientos históricos religiosos, artísticos, con costumbres y tradiciones que se van

distinguiéndose de unas de otras que se van transmitiendo de generación en generación.

- **Difusión**

Difusión es la acción y efecto de difundir (propagar, divulgar o esparcir). El término, que procede del latín *diffusio*, hace referencia a la comunicación extendida de un mensaje. (Lapuente, 2022, párr. 1)

La difusión también indica la divulgación de ideas, conocimientos, cultura o noticias. En este sentido, la difusión de los elementos mencionados suele usar los medios de comunicación como, por ejemplo, la prensa, la televisión, la radio, etc.

Hoy en día, con las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, surgió nuevos medios de comunicación digitales, como herramientas de difusión que abarca más espacios y llega a más público.

- **Espacios Públicos**

La definición de “espacios públicos” es amplia, con una variedad de interpretaciones y roles. Podemos entender como un lugar de propiedad pública y físico, que es importante para la imagen urbana de la ciudad.

El sociólogo Max Weber expresa que: “la condición primitiva del espacio público se remonta a las plazas de la ciudad medieval europea, caracterizadas por su actividad comercial” (Urda Peña, 2015, pág. 25).

En ese sentido, podemos señalar que un “espacio público” es un lugar, de encuentro entre personas desconocidas, de intercambio de información y participación ciudadana,

### **2.2.1. Museos Virtuales**

Un museo virtual es “una colección de imágenes grabadas digitalmente, archivos de sonido, documentos de texto, hipertexto y datos de interés histórico, científico o cultural, a la que se accede a través de medios electrónicos” (Enciclopedia en línea, británica).

EVE (2019) manifiesta que:

Las exhibiciones virtuales son el medio principal a través del cual el museo virtual comunica sus objetivos de visión y misión, y pueden ser estáticos o interactivos. De acuerdo con investigaciones, las características clave de una «buena» exposición interactiva en línea son:

- ✓ Multiplicidad de contextos para que el usuario se conecte con la exposición de manera transparente.
- ✓ Buen diseño de interfaz que sea intuitivo.
- ✓ Contextos de aprendizaje proactivo.
- ✓ Equilibrio entre aprendizaje y ocio.
- ✓ Eliminación de páginas con gran cantidad de texto que interfieran la experiencia de aprendizaje.

Ahora bien, con la aplicación de las nuevas tecnologías en los museos, se podrá hacer una visita a un entorno tridimensional 3D con la comodidad de donde te encuentres, visualizando en un entorno real las piezas de arte, en los museos que cuenten con este tipo de tecnología, destacando que no solo contribuye a la difusión de museos, sino que también aporta al enriquecimiento del conocimiento al visitante, en otras palabras, es posible reducir costos y tiempo, gracias a la Tecnología además de experimentar nuevas formas de interacción dentro de un museo.

### **2.3. Realidad Virtual**

El origen de la realidad virtual se sitúa durante la Segunda Guerra Mundial. La Marina de Guerra de los EEUU se pone en contacto con el MIT (Massachusetts Institute of Technology) para la posible creación de un simulador de vuelo apto para el entrenamiento de pilotos de bombarderos.

Durante el mismo siglo se realizaron diferentes intentos, como “The Sword of Damocles”, ver figura 1, un casco de “realidad virtual”, ya que debería ser considerado realidad aumentada, del año 1968, construido por Ivan Sutherland.

Según la Revista Robots (2021), “Podríamos definir la Realidad Virtual como una recreación tridimensional virtual inmersiva de un entorno que nos permite tener la sensación de encontramos realmente dentro de él. Para generar dicha recreación se emplea tecnología informática de última generación desarrollada por software e interfaces sofisticados, este entorno se contempla a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de Realidad Virtual”.

## Figura 1

*Ivan Shuterland “The Sword Of Damocles”*



*Nota.* La Espada de Damocles era el nombre del sistema de seguimiento mecánico considerado como el primer sistema HMD de realidad aumentada. Fuente: Servín, 2016, (<https://proyectoidis.org/espada-de-damocles/>)

Dicho de otra forma, la Realidad Virtual es la combinación de un mundo real y un mundo virtual, este entorno virtual es desarrollado por software y la utilización de dispositivos de salida como gafas, joysticks, cascos virtuales.

Esta nueva tecnología, pretende que los usuarios estén inmersos en mundos virtuales que fueron creados con imaginación, creatividad, y que además interactúen de una manera multisensorial.

### 2.3.1. Características

- Es un entorno que simula al mundo como contenedor de diferentes objetos, ejecutado en base a reglas de juego previamente establecidas.

- Posee un entorno representado mediante el desarrollo de gráficos tridimensionales.
- Su comportamiento es dinámico, interactivo y se ejecuta en tiempo real.
- Su ejecución está basada en la incorporación del usuario dentro del medio virtual.
- Requiere que, en principio, exista cierto grado de suspensión de la incredulidad, pues la finalidad es lograr un buen grado de integración del usuario con el entorno virtual en el que ingresa.
- Posee la capacidad de reaccionar ante el usuario, ofreciéndole en su modalidad más avanzada, una experiencia de inmersión total, interactiva y multisensorial.

Existen varios campos en la aplicación de la realidad virtual, donde se hace buen uso de las ventajas de los escenarios virtuales.

- **Arquitectura.** Diseño de edificios, de estructuras y de interiores mediante la utilización de diferentes aplicaciones de entornos visuales para disminuir tiempos y costes de desarrollo.
- **Industria.** Utilización de herramientas de tipo CAD (diseño asistido por ordenador) que nos permiten analizar, interactuar y realizar la puesta a punto.
- **Salud.** Prueba y puesta a punto de nuevos procedimientos médicos, prácticas quirúrgicas complejas y otros tipos de intervenciones médicas, tratamientos psicológicos para la curación de diversas fobias, aplicación de métodos de relajación y métodos para el tratamiento contra el dolor.
- **Educación.** Entrenamiento mediante el uso de simuladores como los de vuelo para los estudiantes de aeronáutica que aspiran a ser pilotos, aprendizaje y practica de diferentes procedimientos y situaciones complejas.

- **Ocio y entretenimiento.** Mejora la experiencia de realismo en el uso de los vídeo juegos, generación de películas en 3D y en simuladores de realidades en parques temáticos.

### **2.3.2. Tipos de Realidad Virtual**

La realidad virtual ha sido perfeccionada con el paso del tiempo. Derivado de su desarrollo nos podemos encontrar con diferentes versiones de esta tecnología y se describirá a continuación. (Engineering, 2019, párr. 16)

- **Realidad Virtual No Inmersiva**, esto es una modalidad en la que el usuario de la aplicación de realidad virtual pueda utilizarla sin necesidad de ningún accesorio adicional.
- **Realidad Virtual Inmersiva**, precisa necesariamente, del uso de accesorios externos como gafas de realidad virtual o cascos de realidad virtual. La experiencia es completamente 360 ya que el usuario se introduce en una dimensión totalmente diferente a la real.
- **Realidad Virtual Seminmersiva**, se trata de un puente entre el mundo digital y el real. La realidad virtual seminmersiva busca conectar ambas dimensiones. En ocasiones la realidad virtual seminmersiva se equipará con la realidad aumentada, una tecnología que permite introducir elementos digitales en un plano real.

La realidad virtual inmersiva, trabaja en un entorno real e interactiva además que hace uso de dispositivos de salida como las gafas virtuales, audífonos, guantes, todo esto permite un realismo del entorno e interacción con el usuario, por lo cual es la adecuada para el presente proyecto, aplicable para el desarrollo de un museo virtual inmersivo.

### **2.3.3. Realidad Virtual en Museos**

Los museos y la Realidad Virtual tienen un interesante vínculo entre lo digital y el acervo cultural. Gracias a esta tecnología, es posible enriquecer el contenido de las exhibiciones y crear experiencias interactivas que generen un mayor impacto.

La realidad virtual aplicada en museo está demostrando su eficacia para acercar las piezas a un público no especializado, mejorando notablemente la difusión de su conocimiento. De esta manera se está superando la idea de la contemplación del patrimonio desde un punto de vista pasivo, en el que el visitante mira una pieza que permanece inactiva. Se comienza a producir una interactividad, que va más allá de la mera contemplación.

Hace tan sólo unos meses, el 8 de mayo de 2017, se anunciaba en el Museo Arqueológico Nacional la llegada de la realidad virtual, ver figura 2. ¡Se trata de “Vivir en!”, un proyecto que pretende ofrecer a cualquier visitante del Museo un paseo virtual por diferentes etapas de la historia de España (Lacalle, 2017, pág. 265).

## Figura 2

*Probando La Realidad Virtual, En El Museo De España MAN*



*Nota.* Llegada de la realidad virtual, al Museo Arqueológico Nacional en España. Fuente: (Valtierra, 2018, pág. 265)

Como afirma Laura Raya, directora de postgrado y responsable de Realidad Virtual de U-tad, "desarrollar experiencias inmersivas es mucho más que manejar Maya, Unity o Unreal. La RV congrega tantas áreas diseño, programación, psicología, narrativa, optimización de código o modelado... que se ha convertido en una disciplina importante de estudio".

Dentro de la iteración de la Realidad Virtual, existen diferentes dispositivos de entrada también denominados sensores, capturan las acciones del participante (por ejemplo,

movimientos de la cabeza) y envían esta información al computador encargado de llevar a cabo la simulación.

**Dispositivos de entrada (sensores)**, a continuación, se describen:

- Posicionadores (Magnéticos, Ópticos, Acústicos, Mecánicos, de Inercia)
- Guantes de datos
- Registro de voz
- Dispositivos de entrada 3D

Los dispositivos de salida, también denominados efectores, generan los estímulos necesarios para los sentidos del participante, traduciendo en imágenes, sonidos, etc. las señales de video, audio, etc. que reciben del computador.

**Dispositivos de salida (efectores)**, son los siguientes:

- Efectoras visuales con cascos estereoscópicos, sistemas basados en proyección, y tecnologías de visualización, factores que determinan la calidad de la visualización y dispositivos de visualización.
- Efectores auditivos (altavoces)
- Efectores táctiles (guantes táctiles, dispositivos de realimentación de fuerza) y efectores de equilibrio. (Rowell, 2016, pág. 16).

Asimismo, otro aspecto importante son los sensores que comúnmente tienen integrados los teléfonos inteligentes modernos, que es para la aplicación en la realidad virtual son dos sensores que se describen a continuación:

- Acelerómetro. Posiblemente unos de los sensores más utilizados, que permite determinar el movimiento del teléfono usualmente en los tres ejes con los que se modela el mundo real; A partir de sus mediciones se pueden inferir algunas acciones que el usuario se encuentra realizando (ej. está caminando, está detenido).

- Giroscopio. Permite determinar ciertas posiciones en las que se encuentra el teléfono; este sensor normalmente es usado para mejorar la experiencia de usuario, un ejemplo común de su uso es acomodar la forma en que se muestran las aplicaciones de acuerdo a la orientación del teléfono (horizontal o vertical). (Navarrete, 2016, pág. 9).

La combinación de giroscopio y acelerómetro es la que permite al smartphone saber en qué plano del espacio se encuentra, cuál es su aceleración con respecto al punto de partida y si el dispositivo está girando sobre el plano o inclinándose, es decir que detectan el movimiento del dispositivo en sus seis ejes.

## 2.4. Tipos de Visores de Realidad Virtual

Hay tres categorías principalmente: de escritorio (requieren de un equipo o PC externo), móviles/carcasas (requieren de un smartphone) y autónomos (no necesitan de nada más). A su vez, los visores pueden ofrecer posicionamiento absoluto (seis grados de libertad / 6dof) o no, que consiste en la posibilidad de poder inclinarnos e incluso movernos físicamente, traduciéndose estos movimientos de forma idéntica al mundo virtual.

Existen diferentes plataformas con las que suelen ser compatibles los diferentes visores: Oculus, SteamVR, Windows Mixed Reality, PlayStation, Daydream y Vive Wave, ver figura 3. Por lo que cada visor suele dar soporte a una o varias. (Vela, 2021, párr. 9)

### Figura 3

*Visores de la Realidad Virtual*



*Nota.* Diferentes tipos de gafas de realidad virtual. Fuente: Calderón, 2021

(<https://niixer.com/index.php/2021/02/10/historia-y-evolucion-de-la-realidad-virtual/>)

En 2000, Google innovo con su Street View en los contenidos de la realidad virtual, que permite ver en 360 grados varias calles de una ciudad y moverse por ellas. Sin embargo, fue en 2010 cuando todo cambio, Palmer Luckey, diseño la primera versión de las Oculus Rift, un casco de realidad virtual con un ángulo de visión de 90 grados.

Grandes empresas del sector se pusieron a diseñar dispositivos de realidad virtual. Google saco las "Google Cardboard", un HMD con estructura de cartón, que usa la pantalla de un Smartphone con estereoscopia por software para el visionado y sensores del dispositivo para determinar la posición. Samsung sacaría el Samsung Gear VR una versión de más calidad para dispositivos Samsung. Sony sacaría las PlayStation VR para su consola PlayStation 4. O Microsoft que ha desarrollado las "HoloLens" desde Windows a los diversos videojuegos de su consola. (Cobo, 2017, pág. 12)

## **2.5. Aplicación móvil**

Las primeras aplicaciones móviles surgen a finales de los años 90. Algunas de éstas fueron las apps de contactos, agenda, editores de ringtones, fueron y son apps que cubren funciones muy básicas, pero que dieron los primeros avances para el desarrollo de nuevas aplicaciones y surgieron los primeros juegos populares como el Tetris, instalado por primera vez en un teléfono móvil en 1994, en Dinamarca; o el famoso juego de Nokia, Snake. (Juarez, 2018, párr. 3)

Las aplicaciones móviles son programas diseñados para ser ejecutados en teléfonos, tablets y otros dispositivos móviles, que permiten al usuario realizar actividades profesionales, de ocio, acceder a servicios, mantenerse informado, entre otro universo de posibilidades, que facilitan las tareas a desarrollarse.

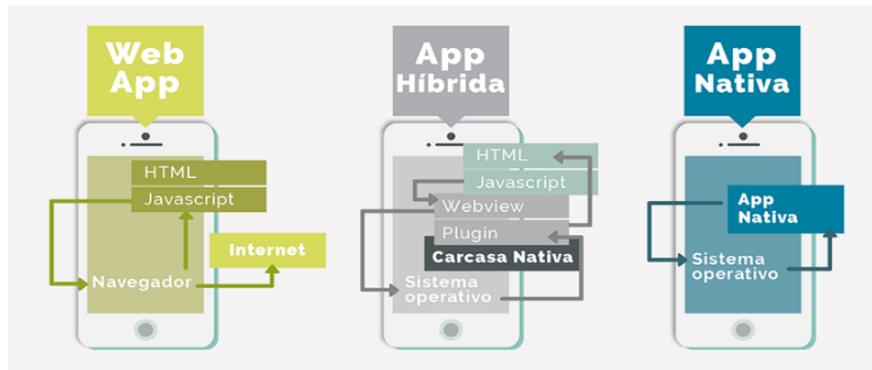
Sin duda las aplicaciones móviles, cambiaron drásticamente de como ver el mundo, además de mejorar la experiencia facilita al usuario la forma de interactuar.

### **2.5.1. Tipos de Aplicaciones Móviles**

Existen tres tipos principales de aplicaciones móviles, cada una de las cuales se caracteriza por sus distintas propiedades, limitaciones o proceso de programación:

## Figura 4

### Tipos de Aplicaciones Móviles



*Nota.* Arquitectura de las aplicaciones móviles web, híbrida y nativa Fuente: Bernal (<https://profile.es/blog/tipos-aplicaciones-moviles-ventajas-ejemplos/>)

#### 2.5.1.1. Aplicaciones Nativas

Son aquellas que han sido desarrolladas con el software que ofrece cada sistema operativo. De esta forma, iOS, Android y Windows Phone tienen softwares distintos, comúnmente denominados SDK o Software Development Kits. A continuación, se describe sus ventajas y desventajas:

##### Ventajas:

- Funcionamiento fluido y estable.
- Pleno acceso y disposición con las funciones de hardware.
- Tiempos de respuestas más cortos.
- Actualización de la aplicación.
- Notificaciones push: en esta tipología de aplicaciones podemos enviar notificaciones a los usuarios con información de interés sobre la marca o la herramienta, lo que beneficiará a su fidelización.
- Se pueden utilizar sin conexión a Internet.
- Visibilidad en App Store.

##### Desventajas:

- Solo podrán ser utilizadas por aquel dispositivo para el que fue desarrollada.

- Requieren de una aprobación para poder ser publicadas.
- El código del cliente no es reutilizable entre las diferentes plataformas.
- Mayor inversión y mantenimiento.

A nivel de diseño, esta clase de aplicaciones tiene una interfaz basada en las guías de cada sistema operativo, logrando mayor coherencia y consistencia con el resto de aplicaciones y con el propio SO. Esto favorece la usabilidad y beneficia directamente al usuario que encuentra interfaces familiares.

#### **2.5.1.2. Aplicaciones WEB**

Las aplicaciones web, comúnmente llamadas “web apps” son construidas principalmente en los lenguajes HTML, Javascript y CSS. A diferencia de las nativas, este tipo de aplicaciones no emplean un SDK o Software Development Kit. (Perez, 2018, párr. 7).

Ventajas: debido a que está basado en la web, no es necesario personalizarlo para una plataforma o sistema operativo. Esto reduce los costos de desarrollo.

Además, no hay nada que descargar. No ocupan espacio en la memoria del dispositivo como una aplicación nativa, lo que facilita el mantenimiento; simplemente envía la actualización en vivo a través de la web.

Contras: las aplicaciones web dependen completamente del navegador utilizado en el dispositivo. Habrá funcionalidades disponibles dentro de un navegador y no disponibles en otro, posiblemente dando a los usuarios diferentes experiencias.

Estas aplicaciones suelen tener una interfaz más genérica e independiente de la apariencia del sistema operativo, por lo que la experiencia de identificación del usuario con los elementos de navegación e interacción, suele ser menor que en el caso de las nativas.

#### **2.5.1.3. Aplicaciones Híbridas**

Las cuales se caracterizan por ser una combinación o, como su nombre lo indica, un “híbrido” entre las dos aplicaciones que hemos visto anteriormente. En cuestiones de diseño, desarrollo y programación, una aplicación híbrida será realizada a partir de

HTML, Javascript y CSS, -tal como las web apps; la diferencia radica en que una vez que la aplicación está finalizada en cuanto a su diseño y programación, se compilará de tal manera que el resultado final será muy similar a una aplicación nativa. A continuación, se describe sus ventajas y desventajas. (Perez, 2018, párr. 8).

#### **Ventajas:**

- Pueden distribuirse a través de las tiendas de la plataforma en la que se encuentren.
- Multiplataforma con el mismo código base.
- Aprovecha el uso de alguna de las funcionalidades del dispositivo móvil y simula la experiencia de usuario como una app nativa.

#### **Desventajas:**

- La experiencia de usuario se ve afectada, ya que se accede a la integración de los dispositivos hardware mediante pluggins y así, limita la velocidad.
- El diseño visual no siempre está relacionado con el sistema operativo.
- Documentación escasa y desordenada.

A diferencia de las aplicaciones web, estas permiten acceder, usando librerías, a las capacidades del teléfono, tal como lo haría una aplicación nativa.

Al conocer las definiciones de los 3 tipos de aplicaciones móviles, podremos elegir al más conveniente para el desarrollo del proyecto, que es la aplicación nativa el cual permite utilizar funcionalidades específicas del dispositivo donde se ejecutan, que sean más rápidas y ofrezcan una mejor experiencia de usuario, por otro lado, sólo pueden ser ejecutadas en aquellos dispositivos para los que ha sido desarrollada.

## **2.6. Etapas de Desarrollo de un Sistema de Realidad Virtual**

El desarrollo de un Sistema de Realidad Virtual según Perez Ramirez, (2009, pág. 137), se siguen las etapas reportadas en la literatura de ingeniería de software. Una vez que tiene la especificación de los requerimientos y el diseño estas son las etapas del desarrollo de un Sistema de Realidad Virtual:

- **Recopilación de información:** Dependiendo del campo de aplicación, primero se tiene que determinar el número de objetos que serán parte del ambiente virtual y su complejidad.
- **Modelado 3D:** Aquí todos los objetos son representados a escala en 3D
- **Creación de escenas:** en esta etapa, todos los modelos 3D previamente elaborados son integrados en los escenarios ambientales virtuales.
- **Elaboración de un guion:** es similar al guion de una película, contiene explicaciones e instrucciones para la interacción usuario-sistema.
- **Animación:** Aquí se elaboran las animaciones propias de cada modelo 3D, por ejemplo, el movimiento de un helicóptero, el girar de las aspas de un ventilador o el opera una grúa.
- **Interacción y audio:** se agrega sonido a la escena de acuerdo a los objetos incluidos. También se desarrollará la interacción entre el usuario y el sistema y así, desacuerdo a las acciones del mismo, diferentes comportamientos de la escena son elaborados de tal modo que los usuarios pueden percibir las reacciones del ambiente de acuerdo a su interacción.
- **Desarrollo de la interfaz:** integra la escena virtual, los menús, las explicaciones e instrucciones, de tal modo que la interacción del usuario es guiada todo el tiempo. (Valero & Cantillo, 2009, pág. 26)

Estas etapas, son útiles para recopilar información acerca del número y complejidad de los objetos que serán modelados y animados, lo que a la vez es útil para elaborar el análisis costo-beneficio y por lo tanto determinar si el sistema es viable o no.

## 2.7. Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

El modelado unificado (UML), es procede en el lenguaje de gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos, funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes

de programación, esquemas de bases de datos y compuestos reciclados. (Martin Fowler, 1997, pág. 2).

Los objetivos de UML son muchos, pero se pueden sintetizar sus funciones:

- **Visualizar:** UML permite expresar de una forma gráfica un sistema de forma que otro lo puede entender.
- **Especificar:** UML permite especificar cuáles son las características de un sistema antes de su construcción.
- **Construir:** A partir de los modelos especificados se pueden construir los sistemas diseñados.
- **Documentar:** Los propios elementos gráficos sirven como documentación del sistema desarrollado que pueden servir para su futura revisión.

En este sentido se comprende que UML es un lenguaje de gráficos o símbolos, que permite el desarrollo de un proyecto, en base a representaciones, diseños o diagramas.

Los diagramas más comunes y usados son los de casos de uso, clases y secuencia, diagrama de estados, diagrama de actividades, etc.

### **2.7.1. Diagramas de Caso de Uso**

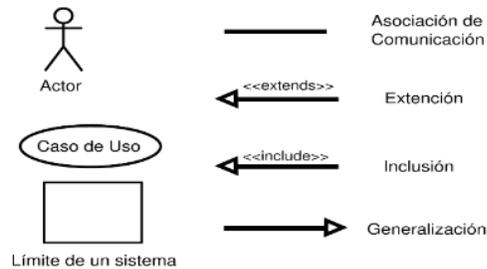
El diagrama de casos de usos representa gráficamente los casos de uso que tiene un sistema. Se define un caso de uso como cada interacción supuesta con el sistema a desarrollar, donde se representan los requisitos funcionales. Es decir, se está diciendo lo que tiene que hacer un sistema y cómo.

El caso de uso puede contener posibles variaciones de su comportamiento básico incluyendo manejo de errores y excepciones.

A continuación, una descripción gráfica de los elementos de un diagrama de caso de uso.

## Figura 5

### Elementos de Diagrama de Caso de Uso



Nota. Adaptado de *Catedra de Projectó* (pág. 6), 2008, Teatro Badia.

## 2.8. Método de Ingeniería

En esencia la metodología conserva los grandes pasos o etapas de un proceso sistemático para desarrollo de software (análisis, diseño, desarrollo, prueba y ajuste, implementación). Sin embargo, se da particular énfasis a los siguientes aspectos: la solidez del análisis, como punto de partida; el dominio de teorías sustantivas sobre el aprendizaje y la comunicación humanas, como fundamento para el diseño de ambientes educativos computarizados. (Mariño, 1998, pág. 12).

### 2.8.1. Modelo Móvil-D

Las características de los dispositivos móviles, terminales y el entorno de red dan lugar a limitaciones en la aplicación de cualquiera de los métodos ágiles de desarrollo de software existentes. Es por esto, que nació Mobile-D, siendo un enfoque específico para móviles.

Mobile-D, es una mezcla de muchas técnicas. Los investigadores no dudaron en aprovechar las prácticas habituales de desarrollo de software. Pero al mismo tiempo consiguieron crear una contribución original para el nuevo escenario del desarrollo de aplicaciones para sistemas móviles.

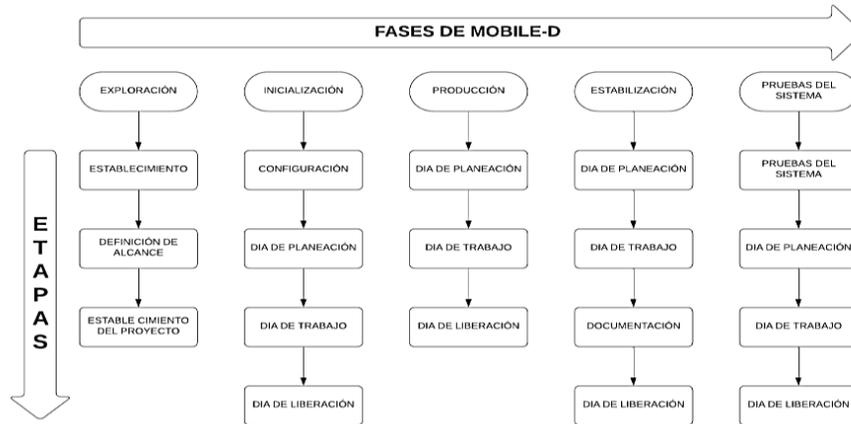
#### 2.8.1.1. Fases de MOVIL-D

Metodología de desarrollo de aplicaciones móviles, parte como creación del proyecto "ICARUS" en el 2004, posee cualidades de muchas otras metodologías como ser

eXtreme Programming, Crystal Methodologies y Rational Unified Process. (Balaguera, 2008, pág. 119).

**Figura 6**

*Fases y Etapas de Mobile-D*



*Nota.* Representa típicamente un procesador o un dispositivo sobre el que se pueden desplegar los componentes. Fuente: (Amaya, 2013, pág. 119)

Las ventajas de esta metodología son las siguientes:

- Un costo bajo al realizar un cambio en el proyecto
- Entrega resultados de manera rápida.

La metodología también cuenta con las siguientes desventajas:

- No sirve para grupos de desarrollos grandes y segmentados.

Se compone de varias fases: exploración, inicialización, fase de producto, fase de estabilización y la fase de pruebas; cada una posee un día de planificación y un día de entregas.

### 2.8.1.2. Fase de Exploración

Esta fase es la encargada de la planificación y educación de requisitos del proyecto, donde tendremos la visión completa del alcance del proyecto y también todas las funcionalidades del producto.

Las salidas obtenidas en esta fase son las siguientes:

- ✓ Los requisitos iniciales
- ✓ Plan del proyecto.
- ✓ Descripción de los procesos
- ✓ Plan de medida
- ✓ Plan de capacitación

### **2.8.1.3. Fase de inicialización**

La fase de inicialización es la implicada en conseguir el éxito en las próximas fases del proyecto, donde se preparará y verificará todo el desarrollo y todos los recursos que se necesitarían.

Esta fase se divide en cuatro etapas:

- ✓ La puesta en marcha del proyecto
- ✓ La planificación inicial
- ✓ El día de prueba
- ✓ El día de prueba

### **2.8.1.4. Fase de producción**

En la fase de producción, se vuelve a repetir la programación de los tres días, iterativamente hasta implementar las funcionalidades que se desean. Aquí usamos el desarrollo dirigido por pruebas TDD<sup>7</sup>, para verificar el correcto funcionamiento de los desarrollos.

- Los días de planificación: tienen como objetivo analizar, mejorar y priorizar los requisitos, planificar los contenidos de la iteración actual y preparar los casos de prueba de aceptación que se usará el día del lanzamiento.

---

<sup>7</sup> Test-Driven Development (desarrollo dirigido por tests) es una práctica de programación que consiste en escribir primero las pruebas

- Los días laborables: implementan funcionalidades en el desarrollo guiado por pruebas de software (TDD).
- Los días de lanzamiento: se lanza una versión funcional para pruebas de aceptación de cliente utilizando los casos de prueba desarrollados durante los días de planificación. Además del modelo informativo y de vista de usuario, durante la producción de la fase, el equipo de desarrollo utiliza el caso de uso, el componente, el diagrama de clase de la actividad y secuencia, así como el patrón MVC<sup>8</sup> para llevar la implementación y alinear la comprensión de los miembros del equipo.

#### **2.8.1.5. Fase de estabilización**

Se llevarán a cabo las últimas acciones de integración donde se verificará el completo funcionamiento del sistema en conjunto. De toda la metodología, esta es la fase más importante de todas ya que es la que nos asegura la estabilización del desarrollo. También se puede incluir en esta fase, toda la producción de documentación.

Una vez finalizada esta fase se alcanzar los siguientes requisitos:

- La funcionalidad puesta en funcionamiento en todo software del proyecto.
- La documentación del producto terminado.
- Finalizar la implementación de los productos.
- Mejorar y asegura la calidad de los productos

#### **2.8.1.6. Fase de pruebas**

Es la fase encargada del testeo de la aplicación una vez terminada. Se deben realizar todas las pruebas necesarias para tener una versión estable y final. En esta fase, si nos encontramos con algún tipo de error, se debe proceder a su arreglo, pero nunca se han de realizar desarrollos nuevos de última hora, ya que nos haría romper todo el ciclo. (Balaguera, 2008, pág. 120).

---

<sup>8</sup> Modelo Vista Controlador (MVC) es un estilo de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos.

Mobile-D al combinar los beneficios de las metodologías XP, Crystal y RUP proporciona las siguientes razones para ser la metodología seleccionada en el desarrollo del proyecto:

- Es una metodología ágil con ciclos de desarrollo cortos para equipos pequeños.
- Está diseñada para el desarrollo de aplicaciones móviles.
- Facilidad para detectar y resolver tempranamente problemas técnicos.
- Baja densidad de defectos en las liberaciones de los productos.
- Se basa en el desarrollo de pruebas que es una de las mejores formas de asegurar la calidad del software.
- Tiene un enfoque centrado en la satisfacción del usuario final, permitiendo mejorar el producto al realizar iteraciones cortas.

## 2.9. Métricas de Calidad

La palabra métrica, es muy común asociarla con las palabras medición y medida, aunque estas tres son distintas. La medición es el proceso por el cual los números o símbolos son asignados a atributos o entidades en el mundo real tal como son descritos de acuerdo a reglas claramente definidas.

ISO – 9126 define la Calidad del Software como: “La totalidad de características de un producto de software que se manifiesta en su habilidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas”. (Zapata, 2017, pág. 6)

La norma, ISO 9126, clasifica la calidad del software en un conjunto estructurado de características.

**a) Funcionalidad:** "Un conjunto de atributos que se relacionan con la existencia de un conjunto de funciones y sus propiedades específicas. Las funciones son aquellas que satisfacen necesidades declaradas o implícitas".

Según los valores estándar (IFPUG) International Function Point Users Group, se definen las funciones según su tipo y complejidad.

- **Número de Entradas de usuario**, referido a cada entrada que proporciona datos a la Aplicación Móvil.

- **Número de salidas de usuario**, referido a cada salida que proporciona la aplicación al usuario.
- **Número de Peticiones de usuario**, se define como entrada interactiva que produce la generación de alguna respuesta.
- **Número de Archivos**, se considera a los archivos maestros, pueden ser: grupo lógico de datos o archivos independientes.
- **Número de Interfaces externas**, prácticamente son las interfaces de hardware o software para transferir información a otra aplicación.

Para medir la funcionalidad se debe calcular puntos de función (PF), con la siguiente formula:

$$PF = \text{conteo total} * [0.65 + 0.01 \Sigma(Fi )]$$

Los  $F_i$  ( $i = 1$  a  $14$ ) son factores de ajuste de valor (FAV) con base en respuestas a las siguientes preguntas:

**Tabla 1**

*Preguntas de Complejidad, para calcular los puntos de función.*

N	PREGUNTAS DE COMPLEJIDAD
1	¿La aplicación móvil requiere copia de seguridad?
2	¿Se requiere comunicación de datos?
3	¿Existen funciones de procesamiento distribuidas?
4	¿El desempeño es crucial?
5	¿Se ejecutará el sistema en un entorno operativo existente y Utilizado?
6	¿Se requiere entrada de datos?
7	¿La entrada de datos requiere que las transacciones de entrada se construyan sobre múltiples pantallas u operaciones?
8	¿Se ejecuta archivos de forma interactiva?
9	¿Las entradas, salidas o peticiones son complejos?
10	¿El proceso interno es complejo?

- 11 ¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?
- 12 ¿La conversión y la instalación se incluyen en el diseño?
- 13 ¿Se diseña para instalaciones múltiples en diferentes dispositivos?
- 14 ¿Se ha diseñado para ser fácilmente utilizable por el usuario?

Nota: Preguntas para hallar el punto de función, para medir la funcionalidad del sistema.

### Figura 7

*Funciones según su tipo y complejidad*

Tipo de función	Puntos de función (Dificultad Baja)	Puntos de función (Dificultad Media)	Puntos de función (Dificultad Alta)
Entrada externa (EI)	x3	x4	x6
Salida externa (EO)	x4	x5	x7
Consulta externa (EQ)	x3	x4	x6
Archivo lógico interno (ILF)	x7	x10	x15
Archivo lógico externo (ELF)	x5	x7	x10

Nota: Conteo de Puntos de función. Fuente: (Sánchez, 1999, pág.17).

**b) Fiabilidad:** "Un conjunto de atributos que influyen en la capacidad del software para mantener su nivel de rendimiento en condiciones establecidas durante un período de tiempo establecido".

- ✓ Madurez
- ✓ Tolerancia a fallos
- ✓ Recuperabilidad
- ✓ Cumplimiento de confiabilidad

Una medida de fiabilidad es el tiempo medio entre fallos:

$$TMEF = TMDF + TMDR$$

**Donde:**

TMEF = Tiempo medio entre fallos

TMDF = Tiempo medio de fallo

TMDR = Tiempo medio de reparación

**c) Usabilidad:** Un conjunto de atributos que influyen en el esfuerzo necesario para el uso, y en la evaluación individual de dicho uso, por parte de un conjunto de usuarios declarado o implícito".

- ✓ Comprensibilidad
- ✓ Capacidad de aprendizaje
- ✓ Operabilidad
- ✓ Atractivo
- ✓ Cumplimiento de usabilidad

**d) Eficiencia :** "Un conjunto de atributos que influyen en la relación entre el nivel de rendimiento del software y la cantidad de recursos utilizados, en las condiciones establecidas".

- ✓ Comportamiento temporal
- ✓ Utilización de recursos
- ✓ Cumplimiento de eficiencia

**e) Capacidad de mantenimiento :** "Un conjunto de atributos que influyen en el esfuerzo necesario para realizar modificaciones específicas".

- ✓ Analizabilidad
- ✓ Posibilidad de cambiar
- ✓ Estabilidad
- ✓ Testeabilidad

- ✓ Cumplimiento de la capacidad de mantenimiento

f) **Portabilidad** : "Un conjunto de atributos que influyen en la capacidad del software para transferirse de un entorno a otro".

- ✓ Adaptabilidad
- ✓ Inestabilidad
- ✓ Coexistencia
- ✓ Remplazabilidad
- ✓ Cumplimiento de portabilidad

## **2.10. Pruebas de Software**

Las pruebas del software consisten verificar el comportamiento de un programa dinámicamente a través de un grupo finito de casos de prueba, debidamente seleccionados en relación del comportamiento esperado, ahora se ven como una actividad que debería estar presente durante todo el proceso de desarrollo del software y mantenimiento, así también es una parte importante de la construcción del producto.

Realizar pruebas debe verse como un medio para verificar, no sólo si la prevención ha sido efectiva, si no para identificar fallos en aquellos casos en los que, por alguna razón, no lo ha sido. Incluso después de una campaña de pruebas exhaustiva, el software aún podría contener errores.

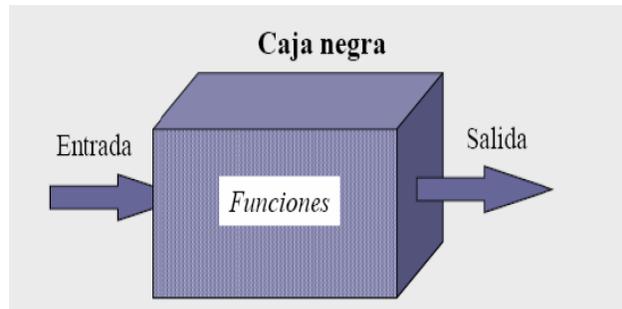
### **2.10.1. Prueba de Caja Negra (Black Box Testing)**

Las pruebas de caja negra, también llamadas pruebas de comportamiento, se enfocan en los requerimientos funcionales del software; es decir, las técnicas de prueba de caja negra le permiten derivar conjuntos de condiciones de entrada que revisarán por completo todos los requerimientos funcionales para un programa. Las pruebas de caja negra no son una alternativa para las técnicas de caja blanca.

No es necesario conocer la lógica del programa, únicamente la funcionalidad que debe realizar. Ver figura 7.

## Figura 8

### Representación de Prueba Caja Negra



*Nota.* Representa típicamente un procesador o un dispositivo sobre el que se pueden desplegar los componentes. Fuente: (Juristo y Moreno, 2006, pág. 32)

Las pruebas de caja negra intentan encontrar errores en las categorías siguientes:

- Funciones incorrectas o faltantes
- Errores de interfaz
- Errores en las estructuras de datos o en el acceso a bases de datos externas
- Errores de comportamiento o rendimiento
- Errores de inicialización y terminación

A diferencia de las pruebas de caja blanca, que se realizan tempranamente en el proceso de pruebas, la prueba de caja negra tiende a aplicarse durante las últimas etapas de la prueba. Puesto que, a propósito, la prueba de caja negra no considera la estructura de control, la atención se enfoca en el dominio de la información.

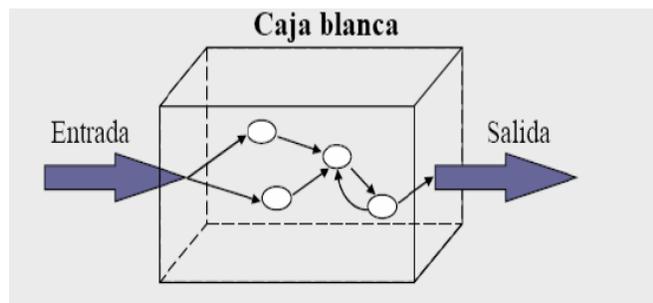
### 2.10.2. Pruebas de Caja Blanca

La prueba de caja blanca, en ocasiones llamada prueba de caja de vidrio, es una filosofía de diseño de casos de prueba que usa la estructura de control descrita como parte del diseño a nivel de componentes para derivar casos de prueba, como se puedes apreciar en la figura 8. Al usar los métodos de prueba de caja blanca, puede derivar casos de prueba que:

- Garanticen que todas las rutas independientes dentro de un módulo se revisaron al menos una vez.
- Revisen todas las decisiones lógicas en sus lados verdadero y falso.
- Ejecuten todos los bucles en sus fronteras y dentro de sus fronteras operativas.
- Revisen estructuras de datos internas para garantizar su validez. (Moreno, 2006, pág. 32)

**Figura 9**

Representación de Prueba Caja Blanca



*Nota.* Representación de pruebas de caja blanca. Fuente: (Juristo y Moreno, 2006, pág. 32)

Las técnicas principales de prueba de caja blanca:

- Cobertura de estados de cuenta, es el método para validar si todas y cada una de las líneas del código se ejecutan al menos una vez.
- Cobertura de sucursales, es el método para validar si todas y cada una de las líneas del código se ejecutan al menos una vez.
- Cobertura de ruta, es una técnica integral que asegura que todas las rutas del programa se recorran al menos una vez.

## 2.11. Estimación de Costos de Modelo COCOMO II

El modelo COCOMO (COConstructive COSt MOdel) desarrollado por Barry M. Boehm, se engloba en el grupo de los modelos algorítmicos que tratan de establecer una relación matemática la cual permite estimar el esfuerzo y tiempo requerido para desarrollar un producto.

COCOMO II permite realizar estimaciones en función del tamaño del software, y de un conjunto de factores de coste y de escala. (Sommerville, 2005, pág. 573)

Para calcular el punto función se utiliza la siguiente relación:

$$PF = \text{Cuenta Total} * (X + \text{Min}(Y) * \sum Fi)$$

La fórmula para el cálculo de LCD (Líneas de Código) es la siguiente ecuación:

$$LDC = PFNA * \text{Factor LDC/PFNA}$$

La fórmula para el cálculo de KLCD (Miles de Líneas de Código) está dado por:

$$KLDC = LDC / 1000$$

### 2.11.1. Modelo Básico

COCOMO básico es un forma rápida y sencilla de estimar la magnitud de los costes de un proyecto software, pero este alcance está necesariamente limitado porque hay muchos factores sin contabilizar, como son las diferencias de requisitos hardware, la calidad y experiencia del personal, utilización de técnicas y herramientas más sofisticadas, y otra serie de atributos conocidos que tiene mucha influencia en los costes de un proyecto. Ver la tabla 3, valores constantes por modelo de desarrollo.

**Tabla 2**

*Valores Constantes por modelo de desarrollo COCOMO II*

Proyecto de Software	a	b	c	d
<b>Orgánica</b>	2.4	1.05	2.5	0.38
<b>Semi-acoplado</b>	3.0	1.12	2.5	0.35
<b>Empotrado</b>	3.6	1.20	2.5	0.32

*Nota:* fórmula de estimación de esfuerzo y cronograma para los tres Modos de Desarrollo Fuente: (Gomez, Migani, 2013, pag 9)

Se puede observar que a medida que aumenta la complejidad del proyecto, las constantes aumentan de 2.4 a 3.6, que corresponde a un incremento del esfuerzo del

personal. Hay que utilizar con mucho cuidado el modelo básico puesto que se obvian muchas características del entorno. Ver Figura 4

La ecuación básica es:

*Ecuaciones por tipo de modelo COCOMO: Básico e Intermedio*

**Figura 10**

*Ecuaciones por tipo de modelo COCOMO: Básico e intermedio.*

<b>Ecuación</b>	<b>Modelo básico</b>	<b>Modelo Intermedio</b>
<b>Esfuerzo (E)</b>	$E = a(KLDC)^b$	$E = a(KLDC)^b * ME$
<b>Tiempo (T)</b>	$T = c * (E)^d$	$T = c * (E)^d$
<b>Personal (P)</b>	$P = \frac{E}{T}$	$P = \frac{E}{T}$

*Nota:* Fórmula de estimación de esfuerzo y cronograma. Fuente: (Gonzalez,Lizano 2018, pag 124)

### **2.11.2. Modelo Intermedio**

Para nuestro caso el modelo intermedio será el que usaremos, dado que realiza las estimaciones con bastante precisión.

las fórmulas serán las siguiente:

$$E = \text{Esfuerzo} = a \text{ KLDC } e * \text{FAE (persona x mes)}$$

$$T = \text{Tiempo de duración del desarrollo} = c \text{ Esfuerzo } d \text{ (meses)}$$

$$P = \text{Personal} = E/T \text{ (personas)}$$

### **2.11.3. Modelo Avanzado**

Presenta principalmente dos mejoras respecto al modelo anterior.

Los factores correspondientes a los atributos son sensibles o dependientes de la fase sobre la que se realizan las estimaciones. Aspectos tales como la experiencia en la aplicación, utilización de herramientas de software, etc., tienen mayor influencia en unas fases que en otras, y además van variando de una etapa a otra.

Establece una jerarquía de tres niveles de productos, de forma que los aspectos que representan gran variación a bajo nivel, se consideran a nivel módulo, los que representan pocas variaciones, a nivel de subsistema; y los restantes son considerados a nivel sistema.

## 2.12. Seguridad

Según ISOTools Excellece "La seguridad informática protege el sistema informático, tratando de asegurar la integridad y la privacidad de la información que contiene. Por lo tanto, podríamos decir, que se trata de implementar medidas técnicas que preservarán las infraestructuras y de comunicación que soportan la operación de una empresa, es decir, el hardware y el software empleados por la empresa". (Figueroa, 2017, pág. 149)

Un Sistema de Gestión de Seguridad de Información (SGSI) debe descansar en tres objetivos fundamentales que garanticen los datos que maneja y estos son:

- **La Confidencialidad**, sólo los usuarios autorizados pueden acceder a nuestros recursos, datos e información.
- **La Integridad**, sólo los usuarios autorizados deben ser capaces de modificar los datos cuando sea necesario.
- **La Disponibilidad**, Los datos deben estar disponibles para los usuarios cuando sea necesario. Ver Figura 9.

### Figura 11

*Pilares de la seguridad*



*Nota.* Representa la seguridad de la información. Fuente: (Romero, Figueroa, Vera, 2018, pág. 21)

De todas formas, como en la mayoría de los ámbitos de la *seguridad*, lo esencial sigue siendo la capacitación de los usuarios. Una persona que conoce cómo protegerse de las amenazas sabrá utilizar sus recursos de la mejor manera posible para evitar ataques o accidentes.

### **2.12.1. Fases de un SGSI basado en la Norma ISO 27001**

En base a este sistema PDCA, la norma ISO 27001 establece las siguientes siete fases a la hora de implementar el Sistema de Gestión de Seguridad de la Información:

**Fase 1:** definir la política de seguridad de la organización.

**Fase 2:** definir el alcance del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información.

**Fase3:** análisis de riesgos en los activos de información, amenazas y vulnerabilidades.

**Fase 4:** gestión del riesgo.

**Fase 5:** selección de los controles definidos por la norma ISO 27001 y de controles adicionales para la gestión de la información.

**Fase 6:** declaración de aplicabilidad en la organización de los controles seleccionados.

**Fase 7:** revisión del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información y de sus medidas preventivas y correctivas. (ISO Tools Excellence, 2020)

En última instancia, se deberá definir un plan de auditorías internas en la que se permiten identificar todas las propuestas de mejoras para el Sistema de Gestión de Seguridad de la Información.

### **2.13. Herramientas para el Desarrollo**

Las herramientas que se harán uso para el desarrollo, de la aplicación móvil con Realidad Virtual orientada a la difusión de la cultura y arte en el Museo “Antonio Paredes Candia” son las siguientes.

### **2.13.1. Unity 3D**

Unity es un software de desarrollo de videojuegos en tiempo real. Esta herramienta, creada por Unity Technologies, engloba motores para renderizar imágenes, motores de audio y motores de animación. Ver figura 10.

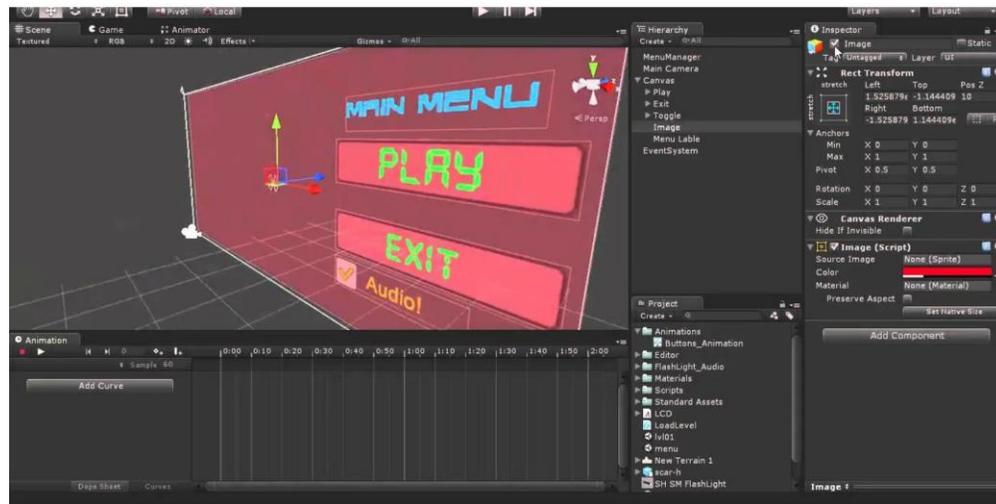
El motor también incluye un editor de terrenos, desde donde se puede crear un terreno (como una hoja en blanco), sobre la que los artistas podrán esculpir la geometría del terreno usando herramientas visuales, pintar o texturizar, cubrir de hierba o colocar árboles y otros elementos de terreno importados desde aplicaciones 3D como Blender, 3DS Max o Maya.

#### **2.13.1.1. Características de Unity 3D**

- Permite agrupar rápidamente todas las escenas en un espacio de trabajo, mediante el uso de un editor intuitivo y fiable (es posible organizar y controlar diferentes escenas desde un solo editor).
- Desarrollo de videojuegos de gran calidad, en pocos pasos, que se adaptan a todo tipo de resoluciones, proporcionando un control absoluto de las escenas creadas.
- Herramientas dedicadas para la creación de contenido 2D y 3D.
- Importación de modelos y animaciones realizadas con otras aplicaciones 3D, como pueden ser Blender, Maya, 3ds Max, Modo, Cinema 4D, etc., en el que Unity realizará y actualizará los cambios en todo el proyecto.
- Construcción rápida de escenas (niveles de juego) para añadir nuestros objetos 2D y 3D.
- Control exhaustivo de los recursos consumidos, con una ventana
- Integración con los motores de físicas de NVIDIA(r) PhysX(r) y Box2D.
- Iluminación de sombras en tiempo real.
- Dispositivos móviles, Android y IOS.
- Escritorio, Windows, Mac OS X, Linux, Web (Internet Explorer, Safari, Mozilla Firefox etc.) (Academia Android, 2015, párr. 12).

Figura 12

Interface de Unity



Nota. Interfaz de Usuario. Fuente: Manual de usuario Unity, 2016, (<https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/UISystem.html>)

### Ventajas del uso de Unity 3D

- a) **Fácil de usar.** Es una herramienta con la que estás creando contenido al momento. Su curva de aprendizaje para crear juegos básicos y sencillos en 2D y 3D es rápida.
- b) **Dos lenguajes para los scripts.** Los más populares son Javascript y C#. Pero las últimas versiones trabajan con C# como lenguaje moderno, seguro y es muy poderoso e inmensamente mejor para desarrollar aplicaciones y juegos modernos y robustos.
- c) **Asset Store.** Tiene sin duda la tienda más completa de complementos para los juegos, desde escenarios, armas, sonidos, módulos de control de cualquier cosa, y un sinnúmero de elementos que permiten crear juegos visualmente impactantes. Estos assets permiten rebajar en gran manera el desarrollo de un juego.
- d) **Multiplataforma.** Unity 3D gestiona muy bien este tema, y las pruebas que se hicieron hasta ahora permiten desarrollar bien en todas las plataformas.

Es muy importante desarrollar el juego pensando en ahorrar toda la memoria posible. Dejar de lado gráficos sorprendentes, y usar calidades en los materiales más bajos, con menor resolución.

### **2.13.2. El SDK para Android**

El SDK de Android permite el desarrollo de aplicaciones que, con el uso de las gafas del gran buscador, son capaces de mostrar imágenes en 3D que reaccionan ante el movimiento de la cabeza. El imán de las Cardboard, colocado en el lateral, permite interactuar con el smartphone Android, modificando el comportamiento de la brújula del teléfono y facilitando que la aplicación de realidad virtual funcione correctamente sin tocar el dispositivo. (Desarrolladores, 2015, párr. 4)

Según la información que facilita el propio buscador, el SDK simplifica algunas tareas importantes para el desarrollo de la realidad virtual:

- Corrección de la distorsión de las gafas de realidad virtual.
- Seguimiento del movimiento de la cabeza del usuario.
- Calibración en 3D.
- Renderización en paralelo.
- Configuración de la geometría estereoscópica.
- Manejo de eventos de entrada del usuario

### **2.13.3.El SDK de Cardboard**

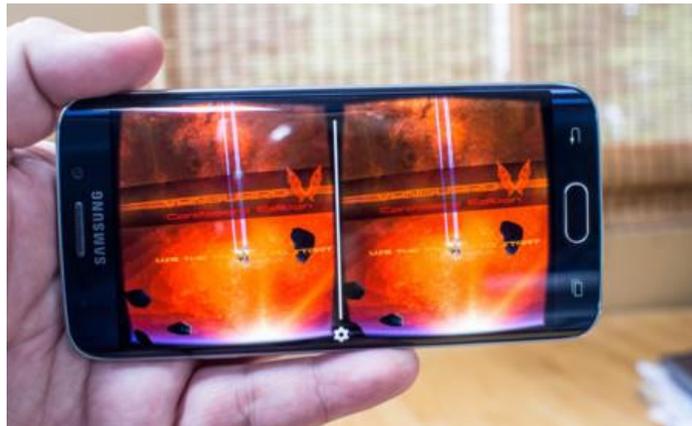
El SDK de Cardboard para Unity permite la creación de experiencias de realidad virtual tanto para dispositivos Android como iOS, como se aprecia en la figura 11, las cuales son ejecutadas en las gafas de cartón del gran buscador. Algunas de sus funciones permiten:

- Crear de aplicaciones totalmente nuevas con Unity o bien adaptar una aplicación 3D hecha en esta plataforma a RV.
- Seguimiento del movimiento de la cabeza del usuario.

- Renderización estereoscópica en paralelo.
- Configuración estereoscópica automática para un modelo concreto de Cardboard.
- Corrección de distorsión para las Cardboard.
- Detección de eventos y entradas para la Cardboard.
- Corrección de desvío de giro automático.
- Configuración de los parámetros de los auriculares.
- Ajusta el nivel estereoscópico de forma dinámica para reducir el cansancio ocular del usuario al usar las gafas de RV.
- Determina la orientación de la mirada del usuario.
- Permite la interacción con elementos de la interfaz de usuario de Canvas utilizando, por ejemplo, la mirada.
- Respeta los efectos de zoom de la cámara, compatibles con el movimiento de la cabeza del usuario. (Desarrolladores, 2015, párr. 23).

### Figura 13

#### *Representación Gráfica*



*Nota.* La pantalla de un celular, utilizado como monitor para una aplicación de realidad virtual. Fuente: Webedia, 2016, Xataka (<https://www.xataka.com.mx/telcel4gltel/que-necesita-tu-movil-para-pasarse-a-la-realidad-virtual>)

Si queremos desarrollar una aplicación de realidad virtual en Android, se debe descargar el SDK específico para dispositivos con este sistema operativo.

### 2.13.4. Blender

Es un programa de código abierto creado por la compañía Blender Foundation especializado en animación 3D. Entre los softwares de animación este es un programa multiplataforma que funciona sin problemas en Linux, Windows y Macintosh.

Este programa es capaz de animar los objetos de una escena en 3D de varias maneras. Admite el desplazamiento completo al cambiar la posición, el tamaño y la orientación. El software también admite animación por deformación y animación usando un esqueleto o una armadura. (Blender, 2021, párr. 1).

Blender ofrece una amplia gama de herramientas esenciales, Modelado, Renderizado, ver figura 12, la Animación y Rigging, Edición de Video, VFX, Composición, Texturizado, y algunos tipos de Simulaciones, algunas de las características son:

- Es multiplataforma, con una interfaz gráfica OpenGL que es uniforme en todas las plataformas principales (y personalizable con scripts de Python).
- Tiene una arquitectura 3D de alta calidad, lo que permite un flujo de trabajo de creación rápida y eficiente.
- Cuenta con un apoyo activo de la comunidad.
- Tiene un pequeño ejecutable, que es, opcionalmente, portable.

### Figura 14

*Una imagen renderizada*



*Nota.* Proceso de creación con características estilizadas, usando únicamente Blender. Fuente: Kaspar, 2020, Blender (<https://www.blender.org/support/tutorials/>)

### 2.13.4.1. Requerimientos de Blender

Una parte importante de manejar software 3D, es contar con el hardware adecuado. Los requisitos mínimos para poder usar este software no son muy disparatados, por lo que podemos utilizar en ordenadores que tengan unos cuantos años.

Blender es multiplataforma, se ejecuta en todos los Sistemas Operativos:

- Windows 8.1, 10 y 11
- MacOS 10.13 Intel · 11.0 Apple Silicon
- Linux

**Tabla 3**

*Requisitos de Hardware*

Mínimo	Recomendado	Óptimo
CPU de 2 Ghz de doble núcleo de 64 bits con soporte SSE2	CPU de cuatro núcleos de 64 bits	CPU de ocho núcleos de 64 bits
4 GB de RAM	16 GB de RAM	32 GB de RAM
Pantalla de 1280 x 768	Pantalla Full HD	Pantallas Full HD
Ratón, trackpad o lápiz + tableta	Ratón de tres botones o lápiz + tableta	Ratón de tres botones y lápiz + tableta
Tarjeta gráfica con 1 GB de RAM, OpenGL 3.3 Menos de 10 años	Tarjeta gráfica con 4 GB de RAM	Tarjeta gráfica con +12 GB de RAM

*Nota:* Requerimientos del Sistema, para la instalación del software Blender. Fuente: Blender, 2022

(<https://www.blender.org/download/requirements>)

## Tarjetas gráficas compatibles

Estos requisitos son para el funcionamiento básico de Blender, el renderizado de ciclos con la GPU tiene requisitos más altos.

- MSI GeForce GTX 1660 Gaming X 6G – Tarjeta Gráfica Enthusiast.
- GeForce RTX 2060 GAMING OC PRO BLACK 6G.
- Gigabyte GeForce AORUS GTX 1660 Ti 6GB DDR6.
- ASUS STRIX-GTX1050TI-4G-GAMING.

Los recursos que usa Blender se describen a continuación: renderización, texturización, programa de gráficos 3D, animación, también se puede desarrollar: modelado 3D, animación 2D, impresión 3D, animación 3D, escultura digital, comics, edición de video, etc.

### 2.13.5. Visual Estudio

Es un entorno de desarrollo de software para sistemas operativos Windows. Este conjunto de herramientas se utiliza para crear sitios y aplicaciones web, así como generación de aplicaciones web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio aplicaciones móviles.

#### Figura 15

*Visual Studio Code*



*Nota:* Visual Studio permite compilar cualquier aplicación, en el lenguaje que elegido. Fuente: Visual Studio, 2022 (<https://visualstudio.microsoft.com/es/vs/features/>)

C Sharp, es considerado como una evolución y necesidad de ciertas circunstancias. Evolución por sus lenguajes antecesores que son el C y el C++ y necesidad a la hora en que la compañía tuvo problemas con la empresa creadora del lenguaje Java.

Es por lo anterior que C Sharp presenta los atributos positivos de C++, Java y Visual Basic y los mejora otorgando un lenguaje fuerte y actualizado para los tiempos actuales.

También el símbolo de Sharp puede hacer una alusión a la unión de cuatro +, siguiendo el sentido de progresión de los lenguajes C.

Se hace énfasis en lo anterior debido que al ser .Net la plataforma por la cual se diseñó C# las características de dicha plataforma serán características propias del lenguaje de programación, por ende, son algunas.

#### **2.13.5.1. Características del Lenguaje C#**

- **Sencillez:** En comparación a los otros lenguajes antecesores de este, C# elimina ciertos objetos y atributos innecesarios para que la acción de programar sea más intuitiva.
- **Modernidad:** Aunque hemos mencionado que su creación está también enfocada para dar solución a los temas actuales, también el lenguaje C# realiza de manera automática e intuitiva la incorporación de algunos objetos que con el paso de los años han sido necesarios a la hora de programar.
- **Seguridad:** Desde unas instrucciones para realizar acciones seguras y un mecanismo muy fuerte para la seguridad de los objetos.
- **Sistemas de tipos unificados:** Todos los datos que se obtienen al programar el lenguaje C# quedan guardados en una base para que puedan ser utilizados posteriormente.
- **Extensibilidad:** Esta característica es muy positiva, debido a que puedes añadir tipos de datos básicos, operadores y modificadores a la hora de programar.

- **Versionable:** Dispone la característica de tener versiones, es decir, actualizarse y mejorar constantemente.
- **Compatible:** Tanto con sus antecesores como con Java y muchos otros lenguajes de programación, #C integra a todos estos para facilidad del programador. (Rivera, 2018, párr. 7)

### 2.13.6. Adobe Photoshop

Photoshop es un programa de edición de imágenes desarrollado por Adobe Systems Incorporated, que fue creado en 1987 por un estudiante de la universidad de Michigan llamado Thomas Knoll, bajo el nombre de Display. Dicho programa funcionaba en pantallas monocromáticas. En 1988 se reescribió el código Display para que funcionara en pantallas a color, desarrollándose nuevas funcionalidades como los filtros.

#### 2.13.6.1. Características de Adobe Photoshop

- **Filtros**, permite agregar muchos filtros y tonalidades diferentes, algunos de estos filtros son: desenfoque de movimiento, modificar una imagen, agregar efecto de acuarela, cortar, romper tu imagen en mosaico, entre otros.
- **Luces y efectos especiales**, son herramientas que dan vida a la imagen, teniendo la posibilidad de simular el efecto de focos o reflectores, así como de cambiar la iluminación ambiental presente en la imagen.
- **Efectos de textura**, es la de crear diversos efectos en ella, ya sea a toda la imagen o a una sección de la misma y aplicarle la textura deseada, como papel, metal oxidado, piedra, hormigón, etc.
- **Ilustraciones 3D**, permite editar las imágenes en tres dimensiones, como crearlas, editarlas y añadir sombras o texturas. (Euroinnova, 2022, párr. 9).

#### 2.13.6.2. Requerimientos de Hardware

Para ejecutar y utilizar Photoshop, se debe cumplir ciertos requerimientos técnicos, que se especifican a continuación en la siguiente tabla 5.

**Tabla 4**

*Requerimientos de Adobe Photoshop*

<b>Adobe Photoshop Requisitos Mínimos</b>	<b>Adobe Photoshop Requisitos Recomendados</b>
<b>Procesador:</b> Intel i3 (o AMD equivalente)	<b>Procesador:</b> Intel i7 (o AMD equivalente) o superior, Mínimo 2,5 GHz y 4 núcleos
<b>Tarjeta Gráfica:</b> NVIDIA GeForce GTX 1050 o equivalente 2GB	<b>Tarjeta Gráfica:</b> NVIDIA GeForce GTX 1660 / NVIDIA Quadro T1000 4GB
<b>RAM:</b> Necesitaras unos 4 GB	<b>RAM:</b> Necesitaras unos 8 GB o superior
<b>Disco Duro:</b> Con 3.2 GB libres tendrás suficiente	<b>Disco Duro:</b> 3.2 GB
<b>Sistema Operativo:</b> Windows 7 SP1 (64 bits)	<b>Sistema Operativo:</b> Windows 10 (64 bits)
<b>Monitor:</b> TN 60 Hz 1280 x 800	<b>Monitor:</b> TN 60 Hz 1280 x 800
<b>Teclado:</b> El que te viene de serie.	
<b>Mouse:</b> 2400 dpi	

*Nota:* Requerimientos que se debe cumplir para ejecutar adobe Photoshop. Fuente: Adobe, 2022 (<https://helpx.adobe.com/es/photoshop/system-requirements.html>)

La tabla 5 muestra, los requisitos que es necesario para la instalación del software Adobe Photoshop, en el Sistema Operativa Windows.

### **2.13.7. Audacity**

Audacity es un software de audio multiplataforma, de código abierto y gratuito disponible para Windows, macOS, GNU/Linux y otros sistemas operativos de escritorio. Lo bueno de Audacity es que es bastante fácil de usar y ofrece un editor de audio multipista.

#### **2.13.7.1. Las Características de Audacity**

- Gratis y de código abierto
- Fácil de usar
- Grabar audio

- Exportar/Importar archivos de audio
- Compatibilidad de formatos de audio, es compatible con casi todos los principales formatos de archivos de audio. Incluso las frecuencias de muestreo y los formatos se convierten mediante remuestreo y difuminado de alta calidad. (Dwidar, 2022, párr. 7).

### 2.13.7.2. Requerimientos de Audacity

Los requisitos mínimos de Audacity son bastante pequeños, ver tabla 7, lo que hace la mayoría de ordenadores actuales la puedan instalar y ejecutar.

**Figura 16**

*Requerimientos de Audacity*

WINDOWS VERSION	RECOMMENDED RAM/ PROCESSOR SPEED	MINIMUM RAM/ PROCESSOR SPEED
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Windows 10 (32- or 64-bit)</li> <li>▶ Windows 8 (64-bit)</li> <li>▶ Windows 7 (64-bit)</li> </ul>	4 GB / 2 GHz	2 GB / 1 GHz
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Windows 8 (32-bit)</li> <li>▶ Windows 7 (32-bit) <i>(except Windows 7 Starter)</i></li> <li>▶ Windows Vista (Home Premium/Business/Ultimate) (32- or 64-bit)</li> </ul>	4 GB / 2 GHz	1 GB / 1 GHz
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Windows 7 Starter</li> <li>▶ Windows Vista (Home Basic) (32- or 64-bit)</li> </ul>	2 GB / 1 GHz	512 MB / 1 GHz

*Nota:* Se muestra los requisitos del software. Fuente: Audacity, 2022, (<https://manualaudacity.home.blog/requisitos-minimos-de-audacity/>)

The background of the page features a series of overlapping, flowing, translucent blue and white lines that create a sense of movement and depth. These lines are most prominent on the left side and curve towards the right, framing the text.

**CAPÍTULO III**  
**MARCO**  
**APLICATIVO**

### 3. MARCO APLICATIVO

#### 3.1. Introducción

En este capítulo se describe el uso de la Metodología Mobile-D así poder realizar el desarrollo del proyecto con las herramientas necesarias, de acuerdo a sus cinco fases, Fase de Exploración, Fase de Inicialización, Fase de Producción, Fase de Estabilización y Fase de Pruebas para el desarrollo de la Aplicación Móvil de Realidad Virtual para el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”.

#### 3.2. Situación actual

El Museo de Arte “Antonio Paredes Candía”, cuenta con una Administración y responsables, dependiente de la Unidad de Espacios Culturales de la Ciudad de El Alto, del cual se realiza una investigación exhaustiva de todos los procesos y funciones de su personal y áreas. Ver figura 14.

Para la obtención de información se realizó mediante, reuniones y consultas a documento, etc.

**Figura 17**

*Organigrama del Museo de Arte “Antonio Paredes Candía”*



*Nota.* Muestra la administración y funciones que desempeña cada unidad en el Museo de Arte “Antonio Paredes Candía”. Fuente: (Unidad de Administración de Espacios Culturales Arq. Ariel Nina Tintaya, 2022)

### 3.3. Conjunto de Requisitos Iniciales

Desarrollar una aplicación móvil en el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, con el objetivo de promover la historia, cultura, arte y difusión en espacios públicos quienes ingresaran a las diferentes salas en un escenario virtual, visualizando y reproduciendo la descripción de las piezas de arte, en escultura, pintura y fotografía.

#### 3.3.1. Requerimientos Funcionales

Pueden ser interacciones con otros sistemas, respuestas automáticas, procesos predefinidos. En algunos casos, los requisitos funcionales de los sistemas también establecen explícitamente lo que el sistema no debe hacer.

La identificación de los requerimientos en base a la información establecida en la propuesta de desarrollo se especificará cuáles son los alcances, atributos de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual que se va a desarrollar.

**Tabla 5**

#### *Requerimientos Funcionales*

<b>N</b>	<b>REQUERIMIENTOS FUNCIONALES</b>	<b>Categoría</b>
<b>RF-1</b>	La aplicación mostrara las opciones disponibles “Recorrido Libre”, “Información”, “Contáctanos”, “Crédito” y “Salir”	Funcional
<b>RF-2</b>	Al seleccionar “Recorrido Libre” mostrara las instrucciones que debe seguir.	Funcional
<b>RF-3</b>	La Aplicación mostrara el Recorrido Virtual, de la planta baja del museo.	Funcional
<b>RF- 4</b>	La aplicación es funcional en dispositivos móviles con Sistema Android, versión 7 y superiores.	Funcional
<b>RF-5</b>	La Aplicación moverá la cámara siguiendo el movimiento de la cabeza.	Funcional
<b>RF-6</b>	La Aplicación visualizara el entorno y las obras de pintura y escultura de arte en 360.	Funcional

<b>RF-7</b>	La Aplicación reproducirá en audio, la información de la obra de arte,	Funcional
<b>RF-8</b>	La aplicación interpretara la posición exacta del centro de la pantalla, con el diseño de una retícula.	Funcional
<b>RF-9</b>	La Aplicación será de inmersión	Funcional
<b>RF-10</b>	La Aplicación brindara una pequeña reseña histórica del Museo.	Funcional
<b>RF-11</b>	El usuario podrá salir de la aplicación cuando lo requiera.	Funcional
<b>RF-12</b>	La Aplicación proporcionara información de ubicación, horarios de atención, teléfono y medios de transporte para desplazarse hasta el Museo.	Funcional
<b>RF-13</b>	El usuario podrá realizar el recorrido virtual como lo desee.	Funcional
<b>RF-14</b>	La aplicación no requiere de conexión a internet.	Funcional

*Nota:* Requerimientos que se debe seguir para el proceso de desarrollo de la aplicación móvil.

### 3.3.2. Requerimientos no Funcionales

Representan características generales y restricciones de la aplicación o sistema que se esté desarrollando.

Describen aspectos del sistema que son visibles por el usuario.

**Tabla 6**

*Requerimientos no Funcionales*

<b>N</b>	<b>REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES</b>	<b>Categoría</b>
<b>RNF-1</b>	La aplicación móvil no debe colapsar ni generar conflicto al momento de ejecutarse, ni con el usuario, ni con otras aplicaciones.	No Funcional
<b>RNF-2</b>	La aplicación móvil será de fácil uso, el usuario podrá manejar la aplicación móvil de formada correcta, viable.	No Funcional

<b>RNF-3</b>	El Smartphone deberá contar, con giroscopio y acelerómetro para el desplazamiento dentro el museo en realidad virtual	No Funcional
<b>RNF-4</b>	La aplicación móvil requiere un Sistema Operativa Android para su funcionamiento.	No Funcional
<b>RNF-5</b>	La aplicación móvil debe ser utilizada con las gafas de Realidad Virtual (VR Box). La aplicación deberá tener disponible un espacio de	No Funcional No
<b>RNF-6</b>	almacenamiento de 200 mega bytes para ser instalada y ejecutada.	Funcional

*Nota:* Requerimientos no funcionales que se debe cumplir, para el desarrollo de la aplicación móvil.

### 3.4. Diagramas de Casos de Usos

En este diagrama, todos los objetos involucrados se estructuran y se relacionan entre sí. Se realizará la descripción de cada uno de los casos de uso, para obtener una mejor comprensión del proyecto en desarrollo.

El diagrama de casos de uso es bastante estático, ya que solo puede emplearse para describir acciones y objetivos,

En una escala macro, la información que se puede obtener de los diagramas de casos de uso permite establecer el alcance de su sistema o aplicación y qué objetivos pueden lograr los actores con él.

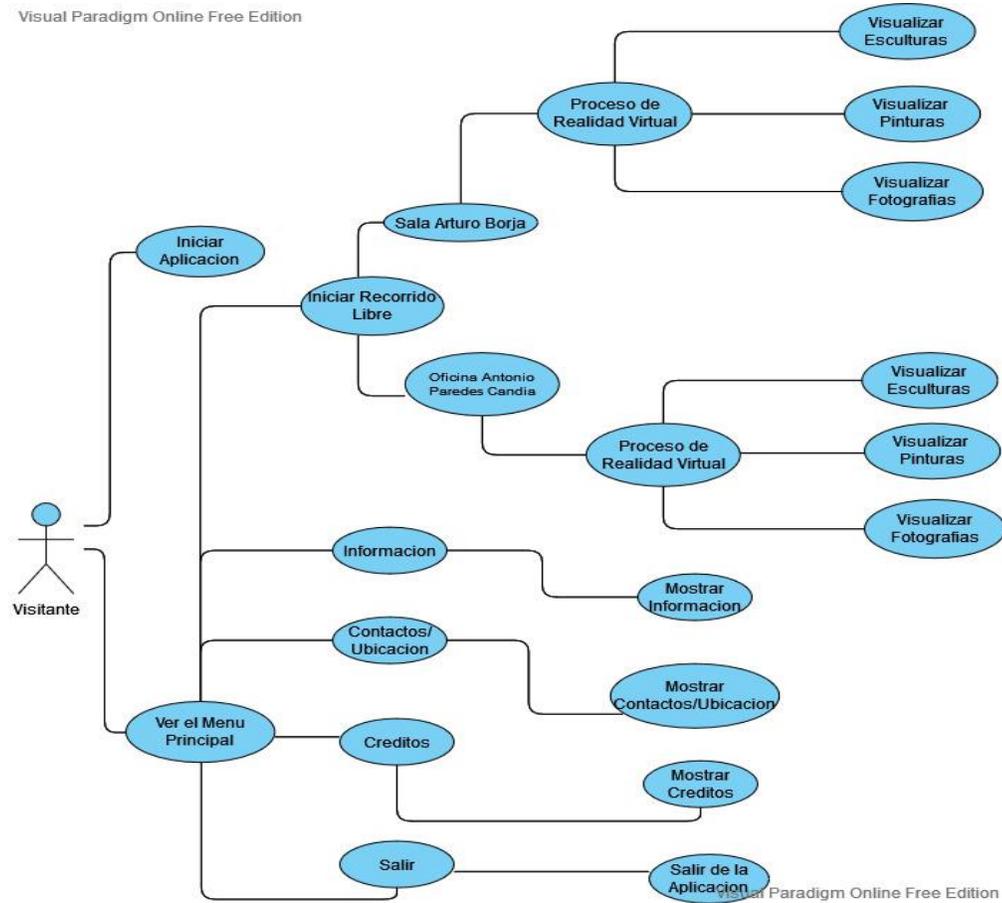
Dependiendo de sus necesidades, puede utilizar esos datos de diferentes maneras.

- **Módulo Principal**

Se muestra el caso de uso General de la aplicación móvil con realidad virtual en el Museo “Antonio Paredes Candia”.

**Figura 18**

*Diagrama de Caso de Uso de General de la Aplicación Móvil*



*Nota.* Muestra la administración y funciones que desempeña cada sala en el Museo de Arte.

**Diagrama de Caso de Uso de inicio de la Aplicación**, donde se muestra las acciones que el usuario debe realizar.

**Tabla 7**

*Descripción de caso de uso – inicio de la aplicación móvil*

Nombre de Caso de Uso	Inicio de la aplicación móvil de Realidad Virtual
<b>Descripción</b>	El usuario iniciara la aplicación de realidad virtual instalada.
<b>Actor</b>	Usuario (Guía del Museo o Población General)

<b>Pre-Condición</b>	El usuario debe haber instalado e iniciado correctamente, la aplicación móvil.		
	<b>Paso</b>	<b>Entrada del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
<b>Flujo de eventos</b>	1	El usuario iniciará la aplicación móvil, se desplegará el menú principal con diferentes opciones.	La aplicación de Realidad Virtual una vez cargada, visualizara el menú principal.
<b>Post-Condición</b>	Se visualiza el menú principal		

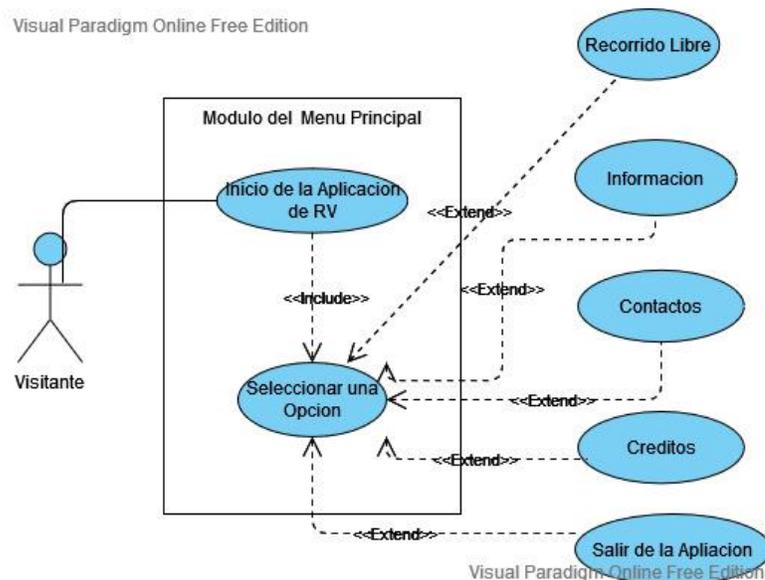
*Nota:* Descripción de los actores y procesos que influyen en el caso de uso, del inicio principal.

El usuario inicia la aplicación móvil de Realidad Virtual, podrá seleccionar la opción deseada, desde el menú principal, cada opción realizará un proceso.

- **Módulo de Menú de Selección**

**Figura 19**

*Diagrama de Caso de Uso de Menú de Selección*



*Nota:* Este diagrama muestra las interacciones del visitante con el inicio principal de la aplicación.

- **Diagrama de Caso de Uso de selección Menú**, donde se muestra los flujos de acciones que el usuario sigue asimismo las respuestas de la aplicación.

**Tabla 8**

*Descripción de caso de uso – despliegue del menú principal*

<b>Nombre de Caso de Uso</b>	<b>Despliegue del Menú Principal</b>		
<b>Descripción</b>	Se visualiza el Menú Principal con las diferentes opciones que tiene la aplicación de Realidad Virtual		
<b>Actor</b>	Usuario (Guía del Museo o Población General)		
<b>Pre-Condición</b>	El usuario debe haber iniciado correctamente, la aplicación móvil		
	<b>Paso</b>	<b>Entrada del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
<b>Flujo de eventos</b>	1	El usuario iniciará la aplicación móvil, se desplegará el menú principal con diferentes opciones con la aplicación de Realidad Virtual.	La aplicación de Realidad Virtual una vez cargada, visualizara el menú principal: Recorrido Libre Información Contáctanos Créditos Salir
<b>Post-Condición</b>	Se visualiza el menú principal		

*Nota:* Descripción de los actores y procesos que influyen en el caso de uso, del despliegue del menú principal.

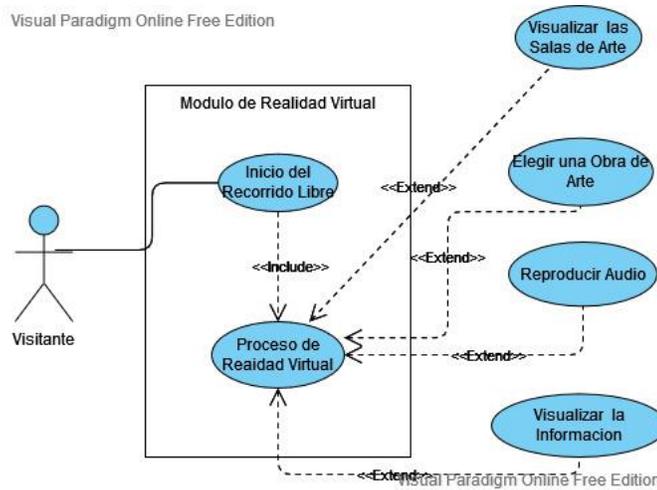
- **Módulo de Realidad Virtual**

Se describe y muestra el diagrama de caso de uso de la Realidad Virtual, con el uso de las gafas virtuales.

Este módulo muestra cada una de las instrucciones que debe seguir el visitante, para iniciar el recorrido virtual en el Museo.

**Figura 20**

*Diagramas de caso de Uso del Módulo de Realidad Virtual*



*Nota:* Descripción de los actores y procesos que influyen en el caso de uso, del Inicio del Recorrido Libre.

- **Diagrama de Caso de Uso, instrucción del uso de las gafas virtuales y recorrido libre**, se describe los pasos que debe seguir el usuario, para el uso correcto de las gafas virtuales, una vez cumplido con este requerimiento, se inicia con el proceso del recorrido virtual Donde se muestra los flujos de acciones.

**Tabla 9**

*Diagrama de caso de uso manejo de las gafas virtuales / recorrido libre*

<b>Nombre de Caso de Uso</b>	<b>Manejo de las gafas de realidad virtual, selección de Menú la opción de Recorrido Libre</b>		
<b>Descripción</b>	Clic en el botón de recorrido virtual, y se muestra un panel de instrucción de pasos a seguir, para el manejo de las gafas virtuales.		
<b>Actor</b>	Usuario (Guía del Museo o Población General)		
	<b>Paso</b>	<b>Entrada del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	1	El usuario debe pulsar el botón de Recorrido Libre	La aplicación de RV mostrara un panel de instrucciones que debe seguir:

<b>Flujo de eventos</b>	1.1	El usuario debe inclinar la vista hacia abajo para poder desplazarse dentro del museo	La aplicación de RV iniciara con la descripción de las salas que serán visitadas.
	1.2	El usuario elijara la obra de arte de su interés.	La aplicación móvil de RV mostrará la obra de arte, se reproducirá la descripción en audio con las características técnicas.
	1.3	El usuario podrá elegir de reiniciar la visita o salir de la misma.	La aplicación móvil, mostrara un botón en la parte izquierda de abajo para reiniciar de nuevo la visita y otro para salir en la parte derecha baja.

**Post - Condición** Se muestra la opción de regresar al menú principal y volver a reiniciar la visita.

*Nota:* Descripción de los actores y procesos que influyen en el caso de uso, de manejo de las gafas virtuales e inicio del recorrido virtual libre.

- **Módulo Principal de Información**

Se mostrará una reseña histórica del Museo de Arte "Antonio Paredes Candia", como: cantidad de libros, piezas arqueológicas, obras de arte en pintura y escultura.

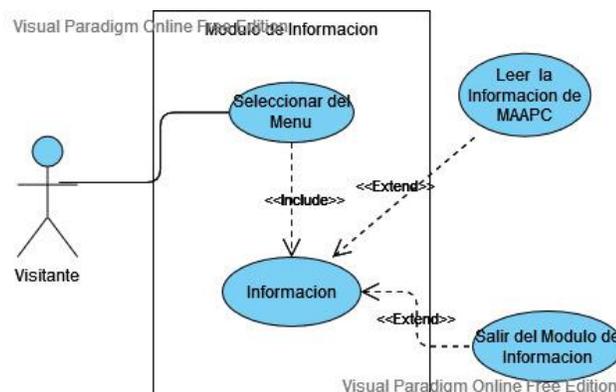
"El Museo de Arte "Antonio Paredes Candia", es una institución cultural en la ciudad de El Alto (Bolivia), fue el proyecto más ambicioso del escritor Antonio Paredes Candia.

Tras una lucha de 12 años, se inauguró el 29 de mayo de 2002. En él se expone la colección de pintura y escultura del escritor y su biblioteca personal. El conjunto está formado por más de 300 obras de arte y 11.000 libros.

Las obras que se exponen son de grandes maestros contemporáneos en el campo de la pintura y la escultura, tales como: Ricardo Pérez Alcalá, Darío Antezana, Gil Imaná, Alfredo La Placa, Marina Núñez del Prado, Cecilio Guzmán de Rojas, Alfredo Domínguez, Arturo Borda, Víctor Zapana, Gonzalo Condarco, entre muchos otros. ”

**Figura 21**

*Diagrama de Caso del Módulo de Información*



*Nota:* Descripción de los actores y procesos que influyen en el caso de uso, del módulo de información.

- **Diagrama de Caso de Uso de Información**, donde se muestra los flujos de acciones que el usuario sigue asimismo la respuesta de la aplicación.

**Tabla 10**

*Descripción de caso de uso – selección de menú la opción de información*

Nombre de Caso de Uso	Selección de Menú la opción de Información
<b>Descripción</b>	Clic en el botón de Información, y se desplegara la reseña histórica del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”.
<b>Actor</b>	Usuario (Guía del Museo o Población General)
	Paso      Entrada del Actor      Respuesta del Sistema

<b>Flujo de eventos</b>	1	El usuario selecciona la opción: Información	Muestra una breve reseña histórica del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”
<b>Post – Condición</b>		Muestra la opción de volver al menú principal.	

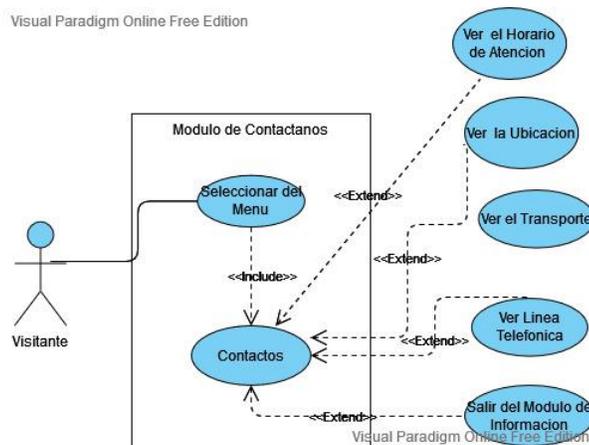
*Nota:* Descripción de los actores y procesos que influyen en el caso de uso, del módulo de información, el cual mostrará una reseña del Museo.

- **Módulo Principal de Contáctanos**

Este módulo, mostrara la información y datos específicos del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”.

**Figura 22**

*Diagrama de Caso de Uso del Módulo de Contáctanos*



*Nota:* Descripción de los actores y procesos, donde se visualiza una información general del Museo.

- **Diagrama de Caso de Uso de Contáctanos**, al desplegar esta opción, se muestra los datos específicos del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, como el transporte que se desplaza hasta la ubicación, el enlace de google maps, teléfono, horarios de atención entre otros.

**Tabla 11**

*Descripción de caso de uso – selección de menú la opción de contáctanos*

<b>Nombre de Caso de Uso</b>	<b>Selección de Menú la opción de Contáctanos</b>		
<b>Descripción</b>	Clic en el botón de Contáctanos, una vez ingresada a la opción se desplegará los datos generales del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, como: Dirección Horarios de Atención Teléfono Líneas de Transporte		
<b>Actor</b>	Usuario (Guía del Museo o Población General)		
<b>Flujo de eventos</b>	Paso	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	El usuario selecciona la opción: Contactos/ Ubicación	Muestra los datos generales del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”
<b>Post – Condición</b>	Muestra la opción de volver al menú principal.		

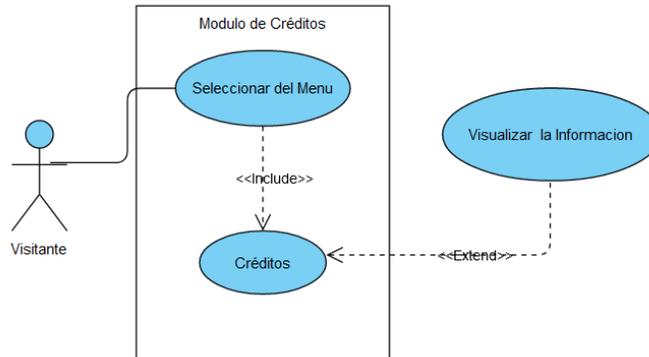
*Nota:* Descripción de los actores y procesos, donde se visualiza una información general del Museo, como transporte, horarios de atención, Teléfono.

- **Módulo Principal de Créditos**

Se mostrará la información del desarrollador del proyecto de la aplicación móvil, con realidad virtual, con los datos siguientes: nombre, año y carrera al cual pertenece.

**Figura 23**

*Diagrama de Caso de Uso del Módulo de Crédito*



*Nota:* Descripción de los actores y procesos, donde se visualiza la información del desarrollador.

- **Diagrama de Caso de Uso de Créditos**, al desplegar esta opción, se muestra la información del desarrollador.

**Tabla 12**

Descripción de caso de uso – selección de menú la opción de créditos

Nombre de Caso de Uso	Selección de Menú la opción de Créditos		
<b>Descripción</b>	Clic en el botón de Créditos, una vez ingresada a la opción se desplegará la información del desarrollador: Nombre Carrera Ingeniería de Sistemas Gestión		
<b>Actor</b>	Usuario (Guía del Museo o Población General)		
<b>Flujo de eventos</b>	Paso	Entrada del Actor	Respuesta del Sistema
	1	El usuario selecciona la opción: Créditos	Muestra la información del desarrollador

**Post – Condición**

Muestra la opción de volver al menú principal.

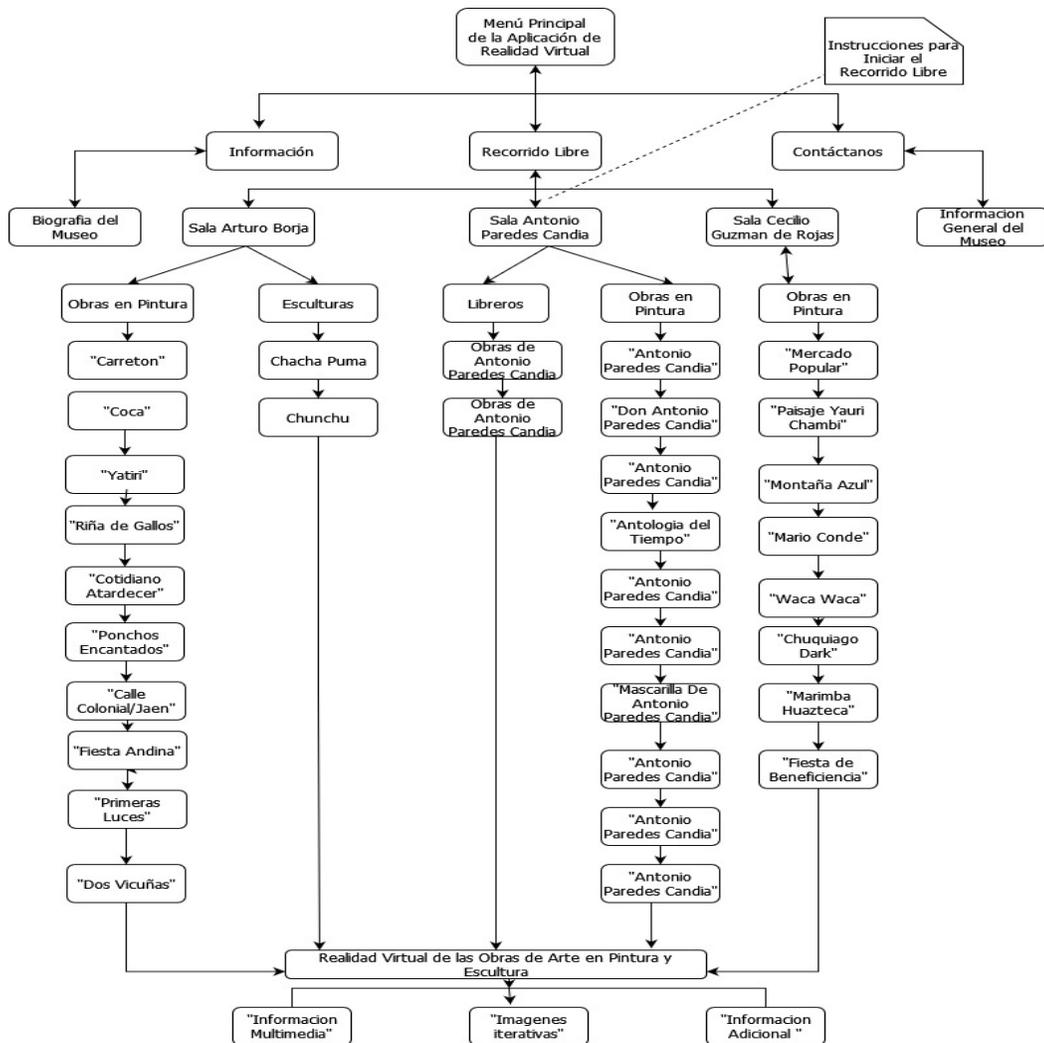
*Nota:* Descripción de los actores y procesos, donde se visualiza una información del desarrollador.

### 3.4.1. Diagrama de Navegación

Es la estructura de la navegación del entorno y se muestran describiendo los comportamientos que tiene la aplicación, se detallan a continuación. Ver Figura 21.

**Figura 24**

Diagrama Navegacional de la Aplicación de Realidad Virtual



*Nota:* Muestra el comportamiento de los diferentes módulos de la aplicación móvil.

### 3.5. Desarrollo de la Metodología Mobile – D

Para el desarrollo de la Aplicación Móvil en Realidad Virtual se hará uso de la siguiente metodología ágil, para que se desarrolle especialmente para programas pequeños y específicamente para aplicaciones móviles. Los cuales permiten que se trabaje con menores recursos ya sea personales, financiero y de tiempo.

#### 3.5.1. Fase de Exploración

Se dedica a la planificación y a los conceptos básicos del proyecto.

Establecer los grupos de interesados, definir y aceptar los objetivos y metas para el desarrollo del proyecto.

Realizar la planificación estimada acerca del entorno del proyecto, personal necesario, y procesos a realizar.

##### 3.5.1.1. Establecimiento de tareas y roles (Stakeholder)

En esta actividad, se identifica a los involucrados en el proyecto, identifica sus tareas, roles y responsabilidades.

#### Tabla 13

##### *Descripción de tareas y roles*

<b>Usuario</b>	<b>Descripción</b>
<b>Usuario</b>	Es quien podrá ver las diferentes salas, con las diferentes obras de artes en Realidad Virtual y su descripción de cada una de ellas.
<b>Guía del Museo</b>	Persona quien supervisara el uso adecuado de las gafas virtuales.

*Nota:* Identificación de los actores y roles, que cada uno cumple.

### **3.5.2. Fase de Inicialización**

En esta fase se inicia con la preparación del ambiente, se realiza la instalación de las herramientas de trabajo, seleccionadas a utilizar y sus componentes, para el desarrollo del proyecto.

#### **3.5.2.1. Configuración del Entorno**

En esta etapa se ha definido el entorno técnico y físico del proyecto.

#### **3.5.2.2. Soporte de Software y Hardware**

Para el funcionamiento de la Aplicación Móvil en Realidad Virtual es necesario los siguientes requerimientos en el hardware y Software:

##### **Hardware**

- ✓ Dispositivo Móvil hasta 6 pulgadas
- ✓ Sensor de giroscopio
- ✓ Memoria libre mínima de 1140 Mb
- ✓ Gafas Virtuales VR BOX

##### **Software**

- ✓ Sistema Operativo Android 7 superior

##### **Disponibilidad**

- ✓ La aplicación debe estar disponible durante las horas que los usuarios vayan a utilizar el servicio del proyecto

#### **3.5.2.3. Herramientas empleadas para el desarrollo de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual**

Los parámetros técnicos son los siguientes:

- Android, es una plataforma de código abierto para el desarrollo de aplicaciones móviles, en dispositivos móviles que está basada en Linux y desarrollada por Open Handset Alliance. Hoy en día se volvió una herramienta tecnológica imprescindible en todo el mundo.

- Unity 3D, es un motor gráfico 3D para PC, Mac, Android, etc que viene empaquetado como una herramienta para crear juegos, aplicaciones interactivas, visualizaciones y animaciones en 3D, se utilizara la versión 2017.40f1 , en este proyecto.
- Google VR SDK para Android, esta tecnología está diseñada para permitir a los desarrolladores de aplicaciones tradicionales mejorar las aplicaciones con contenido inmersivo.
- SDK de Android, es un conjunto de herramientas y bibliotecas de desarrollo de software que se requieren para desarrollar aplicaciones Android.
- Blender, es un software de animación, renderizado y modelado en 3D, posee grandes características, para el desarrollo del proyecto se hará el uso de la versión 2.8.
- Photoshop, es un programa de edición fotográfica, trabaja con mapas de bits y cualquier formato de imagen, permitiendo hacer montajes, manipular, modificar, editar y retocar, las fotografías tomadas, de las obras de arte.
- Audacity, es un programa gratuito de grabación y edición de audio, puedes grabar sonidos, reproducir sonidos, importar y exportar archivos WAV, AIFF, y MP3, mezclar pistas, o aplicar efectos a las grabaciones, será utilizada para grabar los audios de descripción de las obras de arte.
- Visual Studio, C Sharp C#, el lenguaje de programación C# es de código abierto y se ha utilizado en otros IDE's, y en múltiples sistemas operativos, como puede ser OSX o Android.

#### **Requerimientos en el Hardware:**

- ✓ Equipo de monitor, teclado y mouse
- ✓ 15 GB de espacio libre en el disco.
- ✓ 8 GB de memoria RAM.

- ✓ Windows 8 o superior
- ✓ Tarjeta gráfica con DX9 o DX11.
- ✓ Tarjeta gráfica INTEL GRAPHIC 4000 o superior, o Nvidia o ATI.

Tener instalado todos los programas informáticos requeridos con la configuración apropiada, para iniciar con el desarrollo de la aplicación móvil con realidad virtual.

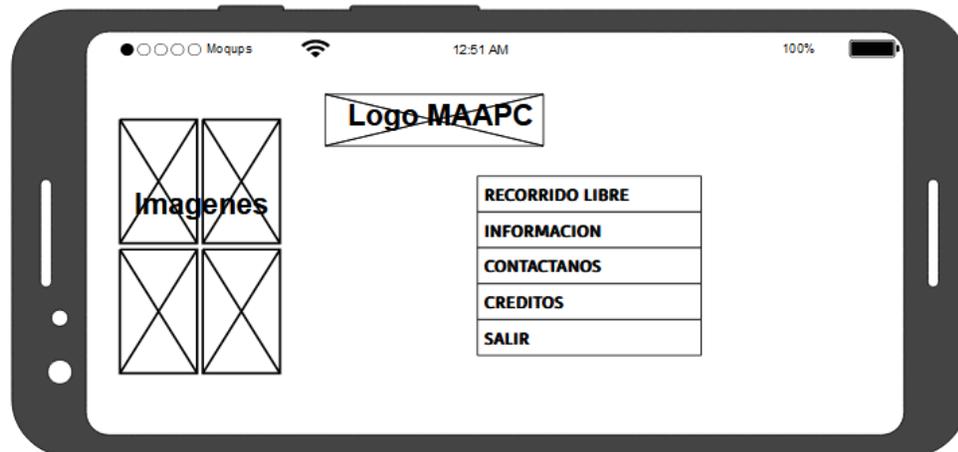
### 3.5.2.4. Producción del escenario de la Aplicación Móvil de Realidad Virtual

Para realizar el diseño de bocetos de la Aplicación Movil de Realidad Virtual, se usó la herramienta Moqups, creará una interfaz abstracta, definiendo la estructura de los elementos, interfaces gráficas que tendrá a través de bocetos.

- **Pantalla Principal**, se observa la interfaz de la aplicación y el logo, además del menú principal, con cuatro botones: recorrido libre, información, contáctanos y el botón de salida.

**Figura 25**

*Módulo de Pantalla de Inicio*



*Nota:* Mockup del diseño, del Menú Principal de la aplicación móvil con realidad virtual.

- **Recorrido Libre**, en este módulo se visualiza, las instrucciones para iniciar la visita virtual, además del botón empezar.

**Figura 26**

*Módulo de Pantalla de Recorrido Libre*



*Nota:* Mockup del diseño de la pantalla, de las Instrucciones que se debe seguir.

**Inicio del Recorrido Virtual**, en este módulo inicia el recorrido libre, en animación 3D, de las diferentes salas y de las obras de arte.

**Figura 27**

*Salas del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, Planta Baja.*



*Nota:* Mockup del diseño de la pantalla, del módulo de recorrido libre en las salas de arte.

- **Entorno Virtual**, en este módulo inicia la descripción y reproducción de cada sala y sus obras de arte, en animación 3D.

**Figura 28**

*Salas y Obras de Arte, del Museo “Antonio Paredes Candia”, Planta Baja.*

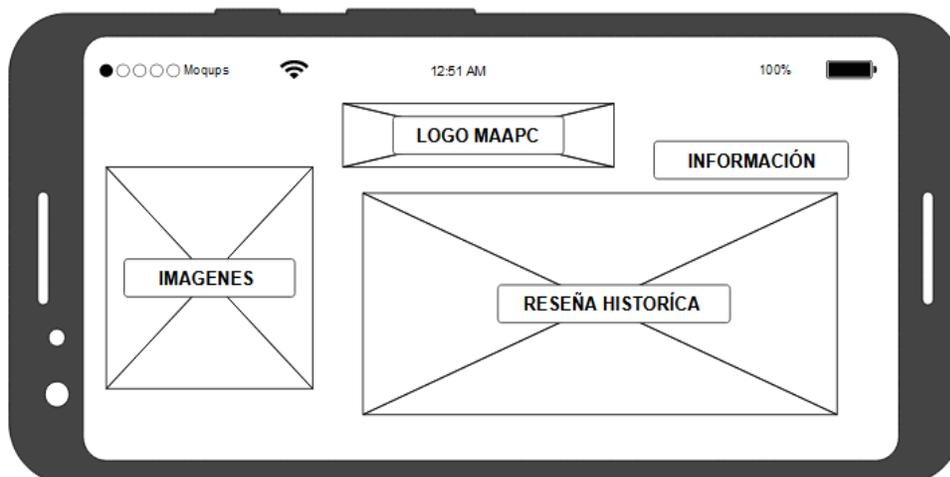


*Nota:* Mockup del diseño de pantalla, de la visualización de las obras de arte y reproducción del audio.

- **Información**, en este módulo se describe, una pequeña reseña histórica del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”

**Figura 29**

*Módulo de Información del Museo*

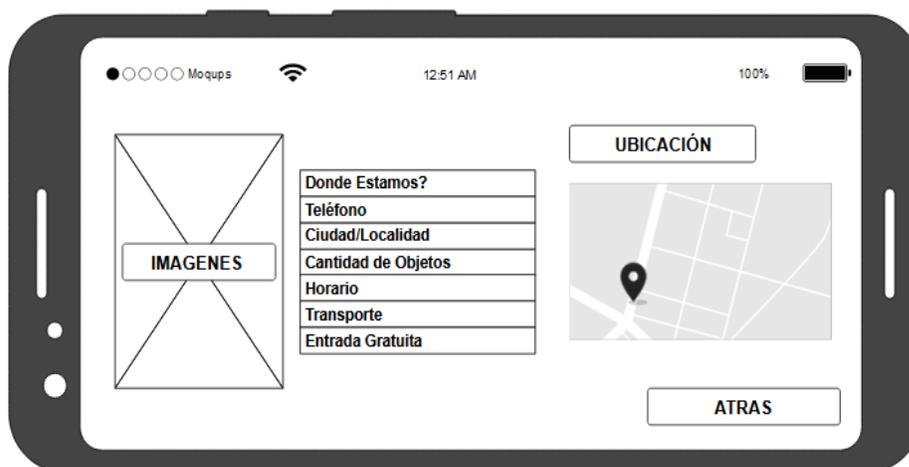


*Nota:* Mockup del diseño de pantalla de información.

- **Contáctanos**, en este módulo se describe, la información general del museo como: la dirección, teléfono, Ciudad/Localidad, Horarios, y Transporte.

**Figura 30**

*Módulo de Datos Generales del Museo*

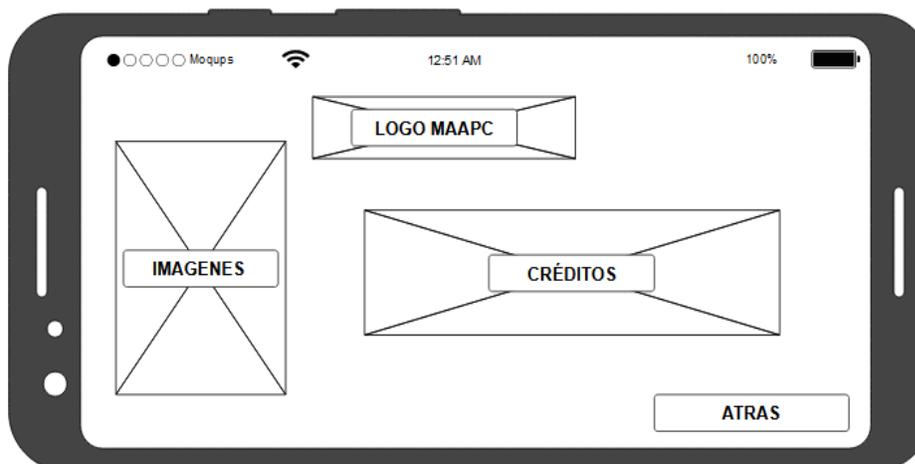


*Nota:* Mockup del diseño de pantalla de Datos Generales del Museo.

- **Créditos**, en este módulo se describe, la información del desarrollador.

**Figura 31**

*Módulo de Créditos*



*Nota:* Mockup del diseño de pantalla de Datos Generales del Museo.

### 3.5.3. Fase de Producción

En esta fase se describen las interacciones planteadas durante el desarrollo del proyecto, así poder implementar las funcionalidades de la aplicación.

- **Diseño de la interfaz, ficha de información e icono en Photoshop**

Para el diseño de la interfaz, se agregará algunas obras representativas del Museo como parte del fondo, al igual que el logotipo será parte de la misma.

Las fichas de información contienen los datos de la pintura que corresponda y por último el diseño del icono que será la representación de la apk MAAPC.

Con la aplicación de las diferentes herramientas, efectos, texturas que tiene Photoshop, se obtendrá el diseño adecuado de nuestra interfaz y demás elementos una vez finalizado, se exportará en el formato .jpg para luego ser un recurso en unity.

#### Figura 32

*Diseño de la Interfaz, ficha de información e icono*



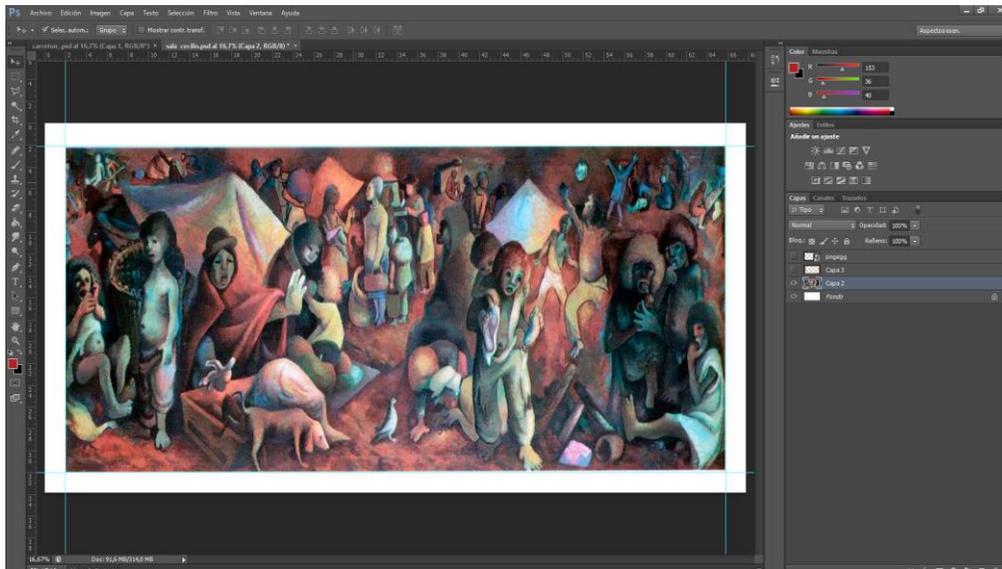
*Nota:* Elaboración de la interfaz y fichas de información de la aplicación, en Photoshop.

- **Retoque de Imágenes en Photoshop**

Mejorar el enfoque de las fotografías, tomadas, para que se vean más nítidas y de alta calidad con los diferentes filtros y efectos que posee Photoshop, como el filtro de enfoque. Ver figura 30.

**Figura 33**

*Retoque de Imágenes*



*Nota:* Fotografía tomada de una obra en pintura del Museo de Arte Antonio Paredes Candia, importada a Photoshop para su edición.

- **Construcción de esculturas en objetos 3D**

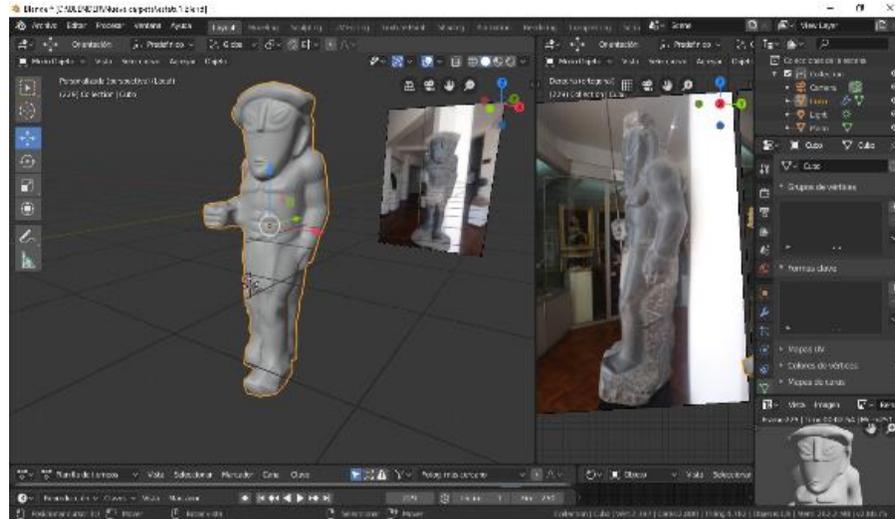
Para el modelado de los objetos 3D, se recreará modelos o partes de un modelo que luego se ensamblan para observar su funcionamiento en un solo sistemas.

A la hora de crear estos objetos, hay que tener en cuenta diversos factores que van a determinar el resultado, como la iluminación, la textura y el modelado, en este último debemos tener en cuenta que elementos son los principales para otorgarles mayor número de detalles.

Se modelará los objetos en 3D, con las fotografías tomadas de las esculturas perteneciente a la sala Arturo Borja, con en el software Blender podremos realizar el diseño y modelado de las esculturas.

**Figura 34**

*Modelado de la escultura en 3D de CHUNCHU, herramienta Blender*

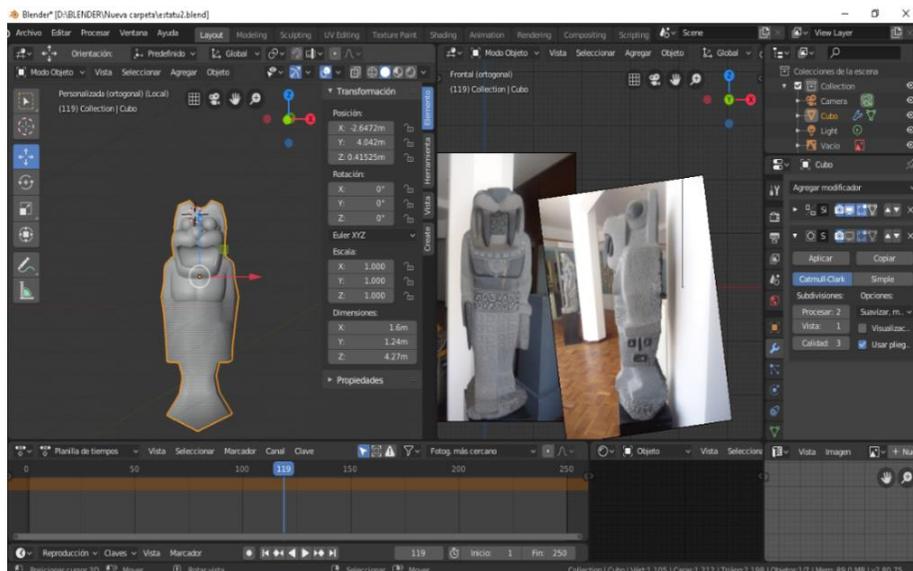


*Nota:* Escultura de nombre Chunchu, modelado en Blender.

- A continuación, se muestra de la texturización y modelado del objeto en 3D correspondiente al objeto real.

**Figura 35**

*Modelado de la escultura en 3D de CHACHA PUMA, herramienta Blender*



*Nota:* Escultura de nombre Chacha Puma, modelado en Blender, y proceso de texturización.

- **Game Object**, son objetos fundamentales en Unity que representan un personaje, o bien algún objeto de tu escenario. Pero no solo eso, sino también la cámara, las luces, etc tienen diferentes propiedades y funcionalidades.

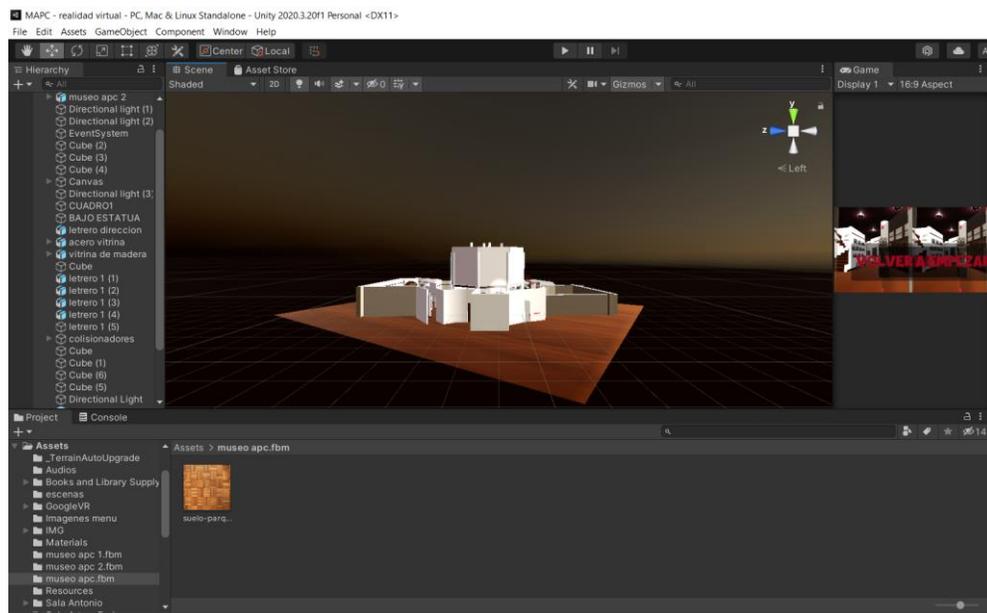
Un Game Object siempre va a tener la propiedad Transform. Ya que esta indica su posición dentro de la escena, la rotación que tiene el objeto y su escala, además de crear scripts con ciertas características y añadirse a cualquier Game Object en el Inspector, para que tenga las características que le da el script.

- **Importación de objetos tridimensionales a Unity**, es necesario ya haber creado nuestro escenario, una vez importadas las imágenes en el formato .OBJ o .FBX a Unity deberá ajustarse en tamaño, posición y rotación.

Lo que tenemos que tener en cuenta, es el formato de estos, evitar que pesen demasiado para no generar muchos recursos una vez que estemos creando la escena.

**Figura 36**

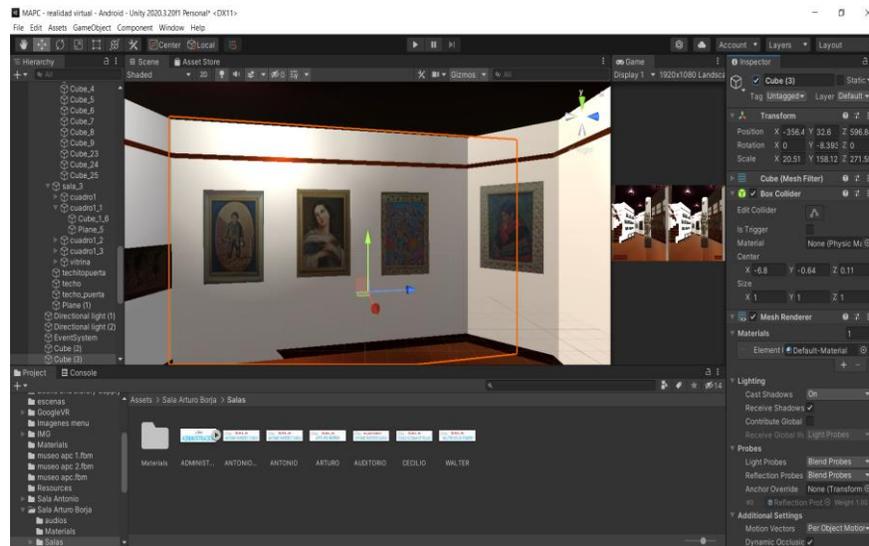
*Modelo de la Planta Baja del Museo*



*Nota:* Importación de la infraestructura modelado de la planta baja a Unity.

Figura 37

Rayos de la cámara en la pared del museo.



Nota: Se observa la línea naranja, la cual está programada con diferentes estructuras de impacto.

- Código de la estructura Ray, primero se declara una variable de impacto de tipo RaycastHit. Después del método Physics.Raycast (), la variable de impacto lleva información sobre el objeto con el que el rayo choco.

Figura 38

Estructura del código de RayCast

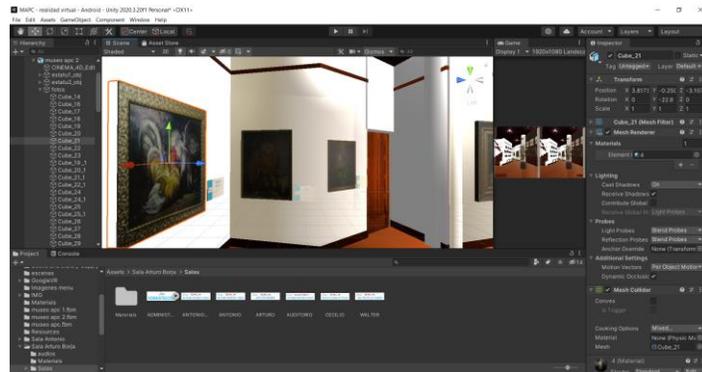
```
Archivo  Editar  Ver  Git  Proyecto  Depurar  Prueba  Analizar  Herramientas  Extensiones  Ventana
AutoCaminar.cs  CambiarColor.cs  GestorDeNivel.cs  RayCaster.Utilis.CambiarCol
Archivos varios
31  {
32
33      if (RayCast.EstasMirando == true && EsteEsElObjeto == true)
34      {
35          //gameObject.GetComponent<Renderer>().material = ColorVerde;
36          //AudioControl.clip = Entrar;
37          //AudioControl.Play();
38          Debug.Log(Objeto.name+"si");
39          if (Objeto.name == "p_a_1") {
40              Audios.SetActive(true);
41          }
42          if (Objeto.name == "p_a_2")
43          {
44              Audios.SetActive(true);
45          }
46          if (Objeto.name == "p_a_3")
47          {
48              Audios.SetActive(true);
49          }
50          if (Objeto.name == "p_a_4")
51          {
52              Audios.SetActive(true);
53          }
54          if (Objeto.name == "p_a_5")
55          {
```

Nota: Código en lenguaje C Sharp, en el programa Visual Studio Code, para la estructura de RayCast.

- Los Colliders son importantes para lograr colisiones en física, nos sirven para limitar los espacios en los que los GameObjects pueden moverse además que se comportan como barreras que no pueden atravesarse entre sí.

### Figura 39

Se agrega el componente Mesh Renderer del Game Object Obra de Arte y visualizar Mesh Collider.

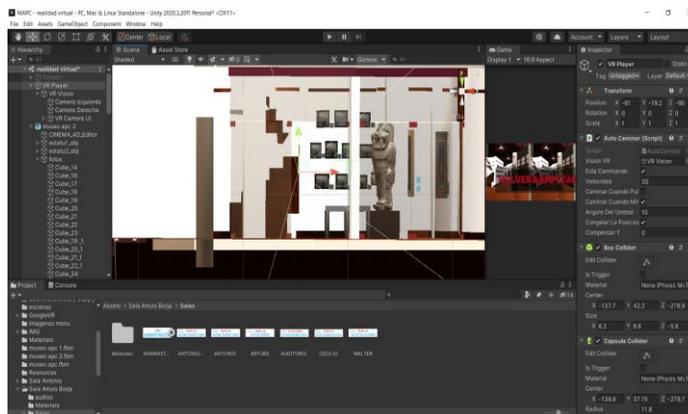


Nota: Es mucho más preciso para la detección de colisiones.

- Es importante definir los componentes ( colliders, mesh collider, rigidbody, box collider ) para su integración, ya que esto nos permitira movernos dentro del entorno virtual sin que se se vea afectado, el desplazamiento.

### Figura 40

Rigidbody será capaz de detectar y crear colisiones entre nuestro objeto y otros.



Nota: Un Rigidbody es el componente principal que permite el comportamiento físico para un objeto.

- Existe muchas formas de cambiar las coordenadas de un objeto para lograr su proposito del movimiento. A veces, reasignar la posición puede lograr nuestro objetivo más rápido.
- Transform, el componente se utiliza para describir el estado del objeto en el espacio, incluye **Posición Rotación** con **Escala**. Este método puede mover el objeto desde la posición actual a la posición especificada y puede seleccionar el sistema de coordenadas de referencia.

**Figura 41**

*Código para el movimiento del personaje*

```

1 using UnityEngine;
2 using System.Collections;
3 using System.Collections.Generic;
4
5 public class AutoCaminar : MonoBehaviour
6 {
7
8     public GameObject VisionVR;
9     public const int AnguloRecto = 90;
10    public bool EstaCaminando = false;
11    public float Velocidad;
12    public bool CaminarCuandoPulsamos;
13    public bool CaminarCuandoMiramos;
14    public double AnguloDelUmbral;
15    public bool CongelarLaPosicionY;
16    public float CompensarY;
17
18    public GameObject[] ListAudios;
19    public GameObject[] ListAudiosSala2;
20    public GameObject audioAntonio,audioCecilio,monolito1,monolito2;
21    public AudioSource AudioSourcePrincipal;
22
23    public bool visitado = true;
24    void Update()
25    {
26        if (CaminarCuandoMiramos && !CaminarCuandoPulsamos && !EstaCaminando && VisionVR.transform.eulerAngles.x >=
27            AnguloDelUmbral && VisionVR.transform.eulerAngles.x <= AnguloRecto)
28        {
29            EstaCaminando = true;
30        }
31        else if (CaminarCuandoMiramos && !CaminarCuandoPulsamos && EstaCaminando && (VisionVR.transform.eulerAngles.x >=
32            AnguloDelUmbral || VisionVR.transform.eulerAngles.x >= AnguloRecto))
33        {
34            EstaCaminando = false;
35        }
36        if (EstaCaminando)
37        {
38            Caminar();
39        }
40    }
41 }

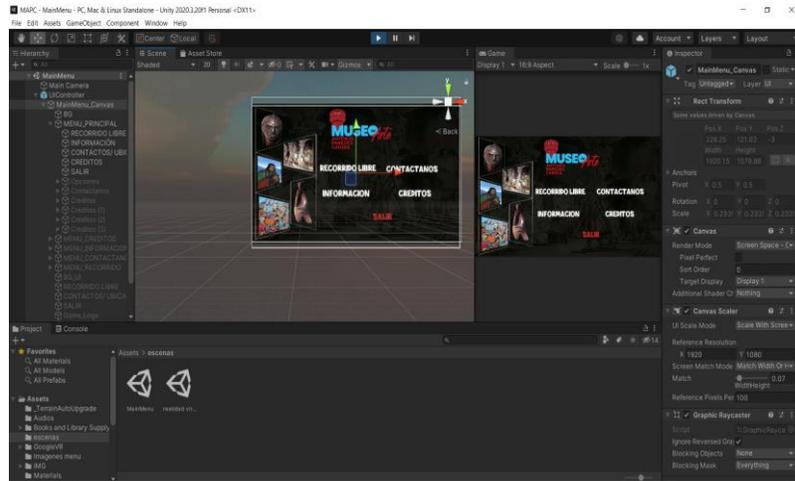
```

*Nota:* Código en lenguaje c sharp, para el movimiento del personaje.

- El menú principal, se creará a partir del objeto Canvas, que no sirve para adaptar el menú y la interface de usuario.
- Creamos un objeto vacío en hierarchy, yo lo he llamado MainMenu. Lo situamos en la posición 0,0,0, solo tenemos que seleccionar la rueda, de la parte superior derecha del Inspector del elemento vacío y pulsar en Reset.

Figura 42

### Desarrollo del Menú Principal con Canvas



Nota: Código en lenguaje c sharp, para el movimiento del personaje.

- El menú principal, se creará a partir del objeto Canvas, que no sirve para acomodar los menús, interfaces de usuario.

Figura 43

### Código en el lenguaje C#, del Menú Principal

```
MenuControllers.cs | RayCaster.cs | Salir.cs* | Init_LoadPreferences.cs
347 public void Close()
348 {
349     Application.Quit();
350     Debug.Log("Se ah salido del juego");
351 }
352 public void OpenScene()
353 {
354     SceneManager.LoadScene("realidad virtual");
355 }
356 public void Credits()
357 {
358     Menu_Principal.SetActive(false);
359     Menu_Creditos.SetActive(true);
360 }
361 public void Information()
362 {
363     Menu_Principal.SetActive(false);
364     Menu_Informacion.SetActive(true);
365 }
366 public void About()
367 {
368     Menu_Principal.SetActive(false);
369     Menu_Contactonos.SetActive(true);
370 }
371 public void Route()
372 {
373     Menu_Principal.SetActive(false);
374     Menu_Recorrido.SetActive(true);
375 }
376 public void BackCredits()
377 {
378     Menu_Principal.SetActive(true);
379     Menu_Creditos.SetActive(false);
380 }
381 public void BackInformation()
382 {
383     Menu_Principal.SetActive(true);
384     Menu_Informacion.SetActive(true);
385 }
```

Nota: El menú principal, se creará a partir del objeto Canvas, que no sirve para acomodar los menús, interfaces de usuario.

- **Visualización en Cardboard (Gafas Virtuales)**

Una vez finalizada todo el desarrollo del entorno virtual, podemos observar la división de dos pantallas de izquierda y derecha, del mismo objeto, y a través del SDK de Cardboard se logra la realidad virtual inmersiva.

#### **Figura 44**

*Obra de Arte vista desde Unity*



*Nota:* Se observa dos imágenes de una obra en pintura, que, al momento de ser vista a través de las gafas, se visualizará solo una, y que nos dará la sensación de inmersión.

La integración de los módulos es la parte final del proyecto, el entorno virtual con la galería de obras de arte y el menú principal deben ser empaquetados, para ello se deberá incluir el SDK de Cardboard para Unity el cual permitirá crear esa experiencia de inmersión.

Para ello se utilizó el SDK de Cardboard para Unity descargado de la página oficial de Google. Se importó el paquete del SDK a Unity.

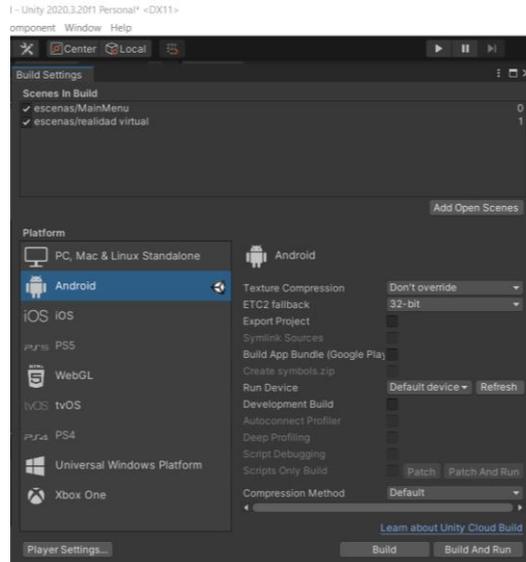
#### **3.5.4. Fase de Estabilización**

En esta fase del proyecto se lleva a cabo el ensamble de la Aplicación de Realidad Virtual, integrando todos los módulos de la aplicación unificándolo en uno solo para su funcionalidad.

El desarrollo de la aplicación se finaliza exportando la aplicación desde Unity 3D, posteriormente se empaquetará en extensión .apk para su uso en dispositivos móviles con sistema operativo Android.

## Figura 45

### Ensamble de los Módulos de la aplicación



*Nota:* Una vez trabajado con las diferentes escenas en nuestro proyecto, se realizará el ensamble de las mismas configurando en la plataforma Android.

El empaquetado se logró con éxito, como resultado se obtuvo la Aplicación Móvil con Realidad Virtual con extensión MAAPC.apk

### 3.5.5. Fase de Pruebas y Reparación de la Aplicación

Se encontraron los siguientes errores:

- a) El usuario dentro del entorno virtual, no contaba con mecanismos de choque de objetos, por lo cual caminada a través de los escenarios virtuales.
- b) En el momento de observar una obra de arte se reproduce la información, y cuando existe un cambio de imagen continua con la reproducción anterior y actual.
- c) Los objetos 3D que se importan a Unity pierden la textura.

Reparaciones realizadas a las observaciones:

**Tabla 14**

*Soluciones de errores en el proceso de desarrollo*

<b>N</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Se implemento el uso correcto de los componentes dinámicos y estáticos que son los Colliders.
<b>2</b>	Si llegamos a un elemento interactivo se desactiva el punto y se activa el circulo y su animación.
<b>3</b>	Se debe importa los objetos en 3D a Unity, creando una carpeta donde este las imágenes que serán usadas para texturización del objeto.

*Nota:* Se puede observar los errores que hubo en el desarrollo de la aplicación móvil.

Para la prueba de disponibilidad de una versión estable y funcional de la aplicación, se realizará la instalación de la aplicación en dispositivos seleccionados, con diferentes resoluciones de pantallas y dimensiones, se muestra a continuación en la tabla 17.

**Tabla 15**

*Características de los dispositivos móviles en las que se instaló la aplicación*

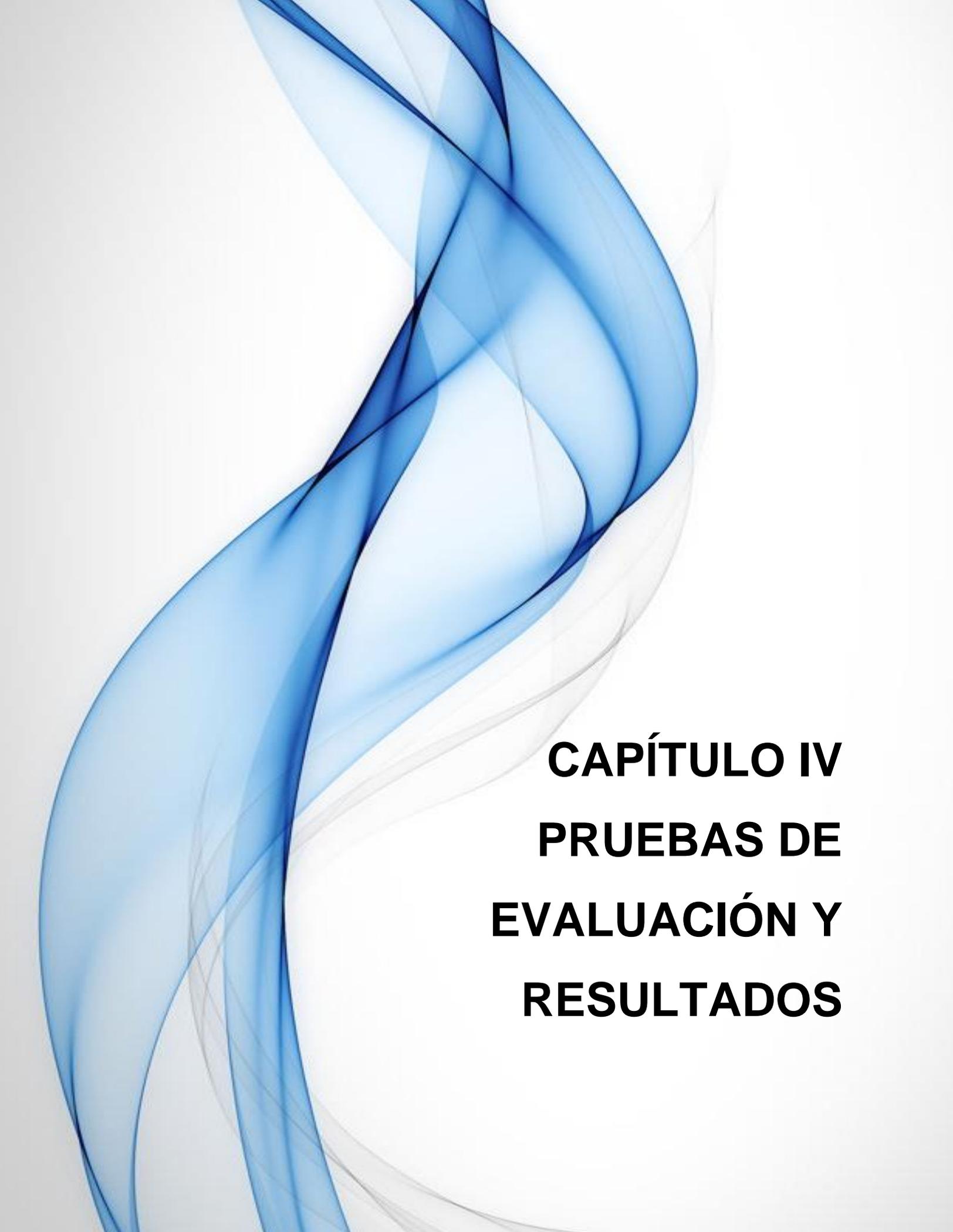
<b>Modelo</b>	<b>Pantalla</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Memoria RAM</b>	<b>Procesador</b>
<b>Honor 8X</b>	2340	x 6,5 pulgadas	4 GB	4 x 2.2 GHz
<b>JNS-23</b>	1080			
<b>Huawei</b>	1920	x 6 pulgadas	3 GB	2.3 Ghz
<b>Mate 8</b>	1080			
<b>Galaxy J3</b>	720 x	5 pulgadas	2 GB	2 x 1.35 GHz
<b>Orbit</b>	1280			

*Nota:* Dispositivos en los cuales se realizó las pruebas de instalación, de la aplicación móvil.

Conclusiones, se desarrolló la aplicación móvil utilizando las metodologías, métricas y métodos que ha sido útil para el proceso del proyecto, permitiendo aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera, asimismo ampliarlos.

Es importante capacitarse más ampliamente en este campo de la realidad virtual, ya que en este tipo de proyecto compete un programador, un modelador 3D, un diseñador, inclusive un guionista, todo esto para que más adelante no exista errores, que entorpezcan la planificación del desarrollo el proyecto.

Como resultado final la Aplicación móvil de Realidad Virtual fue satisfactorio, se cumplió con los requisitos funcionales y no funcionales, asimismo con las pruebas necesarias para su uso.

The background of the page features abstract, flowing lines in shades of blue and white, creating a sense of movement and depth. The lines are layered and translucent, giving the overall design a modern and dynamic feel.

# **CAPÍTULO IV PRUEBAS DE EVALUACIÓN Y RESULTADOS**

## 4. CALIDAD Y SEGURIDAD

Este capítulo se procede al desarrollo correspondiente de las especificaciones, en el capítulo anterior y cumplir las métricas de calidad QSOS y la estimación de costos COCOMO II para la aplicación móvil con realidad virtual, para el caso museo “Antonio Paredes Candia”.

### 4.1. Métricas de Calidad

La Norma ISO 9126, establece la evaluación de la calidad de productos de software, bajo seis características básicas, las cuales son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad, que permiten profundizar en la evaluación de la calidad de productos de software.

#### 4.1.1. Funcionalidad

Mediante la funcionalidad se podrá medir métrica Punto de Función (PF) deberá ser lo suficientemente simple para minimizar el sobre esfuerzo necesario del proceso de medir la funcionalidad que el usuario requiere y recibe, medir el desarrollo y el mantenimiento del software.

Se medirá las preguntas de complejidad de acuerdo a la siguiente tabla de ponderación de valores:

**Tabla 16**

*Ponderación de valores*

Categoría	Ponderación de valor
No importante	0
Menor importancia	1
Moderado	2
Medio	3
Significativo	4
Esencial	5

*Nota:* La siguiente tabla nos permitirá realizar la ponderación adecuada según, la categoría.

De acuerdo a los valores de ponderación, se responderá las consultas:

**Tabla 17**

*Preguntas de complejidad*

<b>N</b>	<b>PREGUNTAS DE COMPLEJIDAD</b>	<b>VALOR</b>
1	¿La aplicación móvil requiere copia de seguridad?	0
2	¿Se requiere comunicación de datos?	5
3	¿Existen funciones de procesamiento distribuidas?	3
4	¿El desempeño es crucial?	5
5	¿Se ejecutará el sistema en un entorno operativo existente y Utilizado?	5
6	¿Se requiere entrada de datos?	0
7	¿La entrada de datos requiere que las transacciones de entrada se construyan sobre múltiples pantallas u operaciones?	4
8	¿Se ejecuta archivos de forma interactiva?	5
9	¿Las entradas, salidas o peticiones son complejos?	1
10	¿El proceso interno es complejo?	4
11	¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	5
12	¿La conversión y la instalación se incluyen en el diseño?	5
13	¿Se diseña para instalaciones múltiples en diferentes dispositivos?	4
14	¿Se ha diseñado para ser fácilmente utilizable por el usuario?	5
<b>Cuenta Total <math>\Sigma(fi)</math></b>		<b>51</b>

*Nota:* Las preguntas de complejidad de la tabla, muestra una ponderación.

Para la métrica de Punto Función se toma en cuenta las siguientes características:

- **Número de Entradas de usuario**, referido a cada entrada que proporciona datos a la Aplicación Móvil de Realidad Virtual.

**Tabla 18**

*Número de Entradas de Usuario*

<b>N°</b>	<b>Entrada De Usuario</b>	<b>Cantidad</b>
1	Ingresar a la Aplicación	1
2	Ingresar a la Interfaz del usuario	5
<b>TOTAL</b>		<b>6</b>

*Nota:* La siguiente tabla nos permitirá realizar la ponderación adecuada según, la categoría.

- **Número de salidas de usuario**, referido a cada salida que proporciona la aplicación móvil de Realidad Virtual al usuario. No cuenta con salidas = 0.
- **Número de Peticiones de usuario**, se define como entrada interactiva que produce la generación de alguna respuesta.

**Tabla 19**

*Número de Peticiones de usuario*

<b>N°</b>	<b>Peticiones De Usuario</b>	<b>Cantidad</b>
1	Interacción con modelos 3D	40
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>

*Nota:* La siguiente tabla nos muestra la cantidad de peticiones del usuario.

- **Número de Archivos**, se considera a los archivos maestros, pueden ser: grupo lógico de datos o archivos independientes.

**Tabla 20***Número de Archivos*

N°	Entrada De Usuario	Cantidad
1	Obra de Arte, en modelo 3D	40
2	Audio de información de cada obra de arte	29
<b>TOTAL</b>		<b>69</b>

*Nota:* La siguiente tabla nos muestra los archivos tanto de multimedia, como imagen y modelados.

- **Número de Interfaces externas**, prácticamente son las interfaces de hardware o software para transferir información a otra aplicación.

**Tabla 21***Número de Interfaces externas*

N°	Entrada De Usuario	Cantidad
1	Memoria de Almacenamiento Interno	40
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>

*Nota:* La siguiente tabla nos muestra el número de interfaces externas y la cantidad de archivos que será almacenado en la memoria interna del dispositivo móvil.

Calcular las métricas de punto de fusión a partir de los factores de ponderación

**Tabla 22***Factor de puntos de función sin ajustar, Ponderación del proyecto*

Información	Total	Factor De Ponderación Media	Valor Obtenido
Número de Entradas de Usuario	6	*4	24
Número de Salidas Usuario	0	0	0

<b>Número de Consultas Usuario</b>	40	*4	160
<b>Número de Archivos</b>	69	*10	690
<b>Número de Interfaz Externo</b>	1	*7	7
		<b>Total</b>	<b>921</b>

*Nota:* Se muestra los cálculos, del factor de puntos de función sin ajustar.

- Reemplazando los datos obtenidos en la fórmula de Puntos de función ajustado.

$$PFA = PFSA * [0.65 + 0.01 * \Sigma (Fi)]$$

Donde:

*PFSA:* Puntos de función sin ajustar

*PFA:* Puntos de función ajustado

$$PFA = 921 * [0.65 + 0.01 * (51)]$$

$$PFA = 1068,3 = 1068$$

- Calculando la funcionalidad real en porcentaje:

$$Funcionalidad = (PF / PFA \text{ ajuste}) * 100$$

$$Funcionalidad = (921 / 1068) * 100$$

$$Funcionalidad = 86, 23 \%$$

La funcionalidad de la aplicación de Realidad Virtual es de 86 %, lo que demuestra el cumplimiento de los requisitos funcionales de la aplicación.

#### **4.1.2. Confiabilidad**

Es la capacidad del software de mantener las prestaciones requeridas del sistema, durante un tiempo establecido y bajo un conjunto de condiciones definidas. Pressman

define como: “Probabilidad de operación libre de fallos de un programa de computadora en un entorno determinado y en un tiempo específico”.

Hallamos la confiabilidad del sistema, mediante la siguiente formula:

$$TMEF = TMDF + TMDR$$

**Donde:**

**TMEF:** Tiempo Medio entre fallos

**TMDF:** Tiempo Medio de fallo

**TMDR:** Tiempo Medio de reparación

Reemplazamos los valores obtenidos:

$$TMEF = 8 \text{ hrs de trabajo} + 0.5 \text{ hrs de reparacion} = 8.5 \text{ horas}$$

La disponibilidad es otra métrica impórtate, es la probabilidad de operación de la aplicación, la fórmula para la disponibilidad es:

$$Disponibilidad = \frac{TMPF}{TMPF + TMPR} * 100 \%$$

Reemplazamos los valores obtenidos:

$$Disponibilidad = \frac{8 \text{ hrs}}{8 \text{ hrs} + 0.5 \text{ hrs}} = 0.9411 * 100 \% = 94,11\%$$

La Aplicación Móvil de Realidad Virtual es confiables en un 94 %.

#### **4.1.3. Usabilidad**

La usabilidad es el esfuerzo requerido por el usuario para utilizar el producto satisfactoriamente. Viene reflejada en la facilidad de comprensión, aprendizaje y de operabilidad.

Para la evaluación del factor de Usabilidad, se realizará una encuesta con las siguientes preguntas:

**Tabla 23***Factor de usabilidad*

<b>N°</b>	<b>Factor de Usabilidad (Aplicación Móvil de Realidad Virtual)</b>	<b>Valor Obtenido (%)</b>
1	¿La Aplicación Móvil es de fácil uso?	95
2	¿La interfaz tiene una buena presentación?	90
3	¿El entorno de recorrido virtual es entendible y agradable?	95
4	¿Las diferentes opciones del menú principal, son comprensibles?	92
<b>Valor total</b>		<b>93 %</b>

*Nota:* La siguiente tabla muestra las preguntas de factor de usabilidad, para posteriormente obtener un valor como resultado.

Por lo tanto, la Aplicación de Realidad Virtual tiene como resultado de usabilidad de 93 %, de 10 personas encuestadas.

**4.1.4. Eficiencia**

Para la evaluación del factor de la eficacia, se realizará una encuesta con las siguientes preguntas, se muestran en la siguiente tabla 25, de factor de eficiencia.

**Tabla 24***Factor de eficiencia*

<b>N°</b>	<b>Factor de Eficiencia (Aplicación Móvil de Realidad Virtual)</b>	<b>Valor Obtenido (%)</b>
1	¿El tiempo de espera es el adecuado para la visualización?	93
2	¿Procesa y responde adecuadamente cuando se realiza una consulta?	96

<b>3</b>	¿La información y contenido visualizada, presentado es entendible de forma inmediata rápidamente?	95
<b>Valor total</b>		<b>94,6 %</b>

*Nota:* La siguiente tabla muestra las preguntas de factor de eficiencia, para posteriormente obtener un valor como resultado.

Por lo tanto, el factor de eficiencia tiene como resultado un 95 % de la Aplicación Móvil de Realidad Virtual.

#### 4.1.5. Mantenimiento

La Mantenibilidad se refiere a los atributos que permiten medir el esfuerzo necesario para realizar modificaciones al software, ya sea por la corrección de errores o por el incremento de funcionalidad.

Para que se pueda realizar una modificación sin alterar la funcionalidad de la aplicación se tiene que tomar los siguientes puntos: Facilidad de Análisis, Facilidad de Cambio, Estabilidad y Facilidad de prueba. Además de que el desarrollador debe realizarse unas preguntas, descritas en la siguiente tabla 26.

**Tabla 25**

#### *Preguntas de Mantenimiento*

<b>N°</b>	<b>Preguntas de Complejidad</b>	<b>Valor (%)</b>
<b>1</b>	¿Se pueden identificar las partes que deben ser modificadas?	93
<b>2</b>	¿Existe facilidad de realizar cambios?	96
<b>3</b>	¿Los cambios mejoran el funcionamiento?	95
<b>4</b>	¿Pueden ser probados fácilmente?	92
<b>Valor total</b>		<b>94 %</b>

*Nota:* La siguiente tabla muestra las preguntas de Mantenibilidad, para posteriormente obtener un valor como resultado.

La interpretación a este resultado establece un 94 %, lo que indica que no requiere de mantenimiento inmediato.

#### 4.1.6. Portabilidad

En este caso, se refiere a la habilidad del software de ser transferido de un ambiente a otro.

**Tabla 26**

*Factor de portabilidad*

<b>N°</b>	<b>Factor de Portabilidad Aplicación Móvil de Realidad Virtual</b>	<b>Valor Obtenido (%)</b>
<b>1</b>	¿La apk es de fácil instalación?	98
<b>2</b>	¿Se debe cumplir con requerimientos de Software y Hardware?	94
<b>3</b>	¿Puede ser transferido de un dispositivo móvil a otro?	96
<b>4</b>	¿Se ofrece ayuda para la instalación?	94
<b>Valor total</b>		<b>95 %</b>

*Nota:* La siguiente tabla muestra las preguntas de portabilidad, para posteriormente obtener un valor como resultado.

La aplicación móvil tiene un 95 %, de portabilidad, que demuestra la habilidad de la aplicación de poder ser transferido a otro dispositivo móvil.

- **Resultado de los factores de calidad**

Se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 27**

*Factor de Calidad*

<b>Factores</b>	<b>Resultado</b>
<b>Funcionalidad</b>	85.92%
<b>Confiabilidad</b>	94.11%
<b>Usabilidad</b>	93%
<b>Eficiencia</b>	94.5%
<b>Mantabilidad</b>	94%
<b>Portabilidad</b>	95%
<b>Promedio</b>	<b>94, 12%</b>

En conclusión, el resultado final de los factores de calidad ver tabla 28, es de 94 % por lo cual se demuestra un nivel alto de satisfacción del usuario por el uso de la Aplicación Móvil de Realidad Virtual.

#### **4.2. Costo de COCOMO II**

Estimación de calidad de costos, aplicada para determinar los costos de desarrollo de la aplicación móvil con Realidad Virtual.

Las ecuaciones a utilizar son:

$$E = a * (KLDC)^b \left[ \frac{mes}{persona} \right]$$

$$D = c * E^d (mes)$$

$$P = \frac{E}{D} (persona)$$

**Donde:**

**E=** es el esfuerzo aplicado en personas-mes,

**D=** es el tiempo de desarrollo en meses cronológicos

**KLDC** = el número estimado de líneas de código distribuidas (en miles) para el proyecto.

**a, b, c, d** = valores constantes se muestran.

**Tabla 28**

*Conversión de punto de fusión a kldc*

Lenguaje	LDC/PF
JavaScript	47
PHP	29
C#	59
Visual C++	34

*Nota:* Factor de Correlación. Fuente: (COCOMO II, 2010, pág. 37)

Se tiene la siguiente ecuación para calcular el número de líneas de código o LDC (Líneas de Código).

$$LDC = PF * Factor LDC$$

El lenguaje C# es considerado un lenguaje de tercera generación, con un factor de línea de código 59, a continuación, se reemplaza en la fórmula:

$$LDC = 102 * 59$$

$$LDC = 6018$$

Se aplicará la fórmula de estimación de Miles de líneas de Código (KLDC)

$$KLDC = LDC/1000$$

$$KLDC = 6018/1000$$

$$KLDC = 6,018$$

Una vez obtenido los resultados de KLDC es de 6,018 y como no supera los 50 KLDC se aplicará el modo orgánico para el proyecto.

**Tabla 29**

*Valores constantes por modelo de desarrollo*

<b>Proyecto de Software</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>c</b>	<b>D</b>
<b>Orgánica</b>	2.4	1.05	2.5	0.38
<b>Semi-acoplado</b>	3.0	1.12	2.5	0.35
<b>Empotrado</b>	3.6	1.20	2.5	0.32

*Nota:* Las ecuaciones de estimación del esfuerzo de desarrollo. Fuente: (Pressman, 2002, pág. 90)

- **Orgánico:** proyectos relativamente sencillos, menores de 50 KDLC líneas de código, en los cuales se tiene experiencia de proyectos similares y se encuentran en entornos estables.

La siguiente ecuación hacer aplicada es una fórmula básica de esfuerzo, tiempo y personal que se requiere:

$$E = a * (KLDC)^b \left[ \frac{mes}{persona} \right] \quad (1)$$

$$D = c * (E)^d [mes] \quad (2)$$

$$P = E/D \left[ \frac{mes}{persona} \right] \quad (3)$$

Donde:

E= es el esfuerzo aplicado en persona-mes

D = Es el tiempo de desarrollo en meses cronológicos

KLDC = El número estimado de líneas de código distribuidas en Miles

a, b, c, d: Constantes con valores definidos, según cada sub modelo

Reemplazando a la fórmula (1) para calcular el esfuerzo:

$$E = 2.4 * (6,018)^{1.05}$$

$$E = 15,79 = 16$$

Calcular el tiempo requerido en meses reemplazando en la formula (2) el resultado:

$$D = 2.5 * (16)^{0.38}(\text{mes})$$

$$D = 7, 16$$

$$D = 7 \text{ (meses)}$$

Calcular el número de personas involucradas para el desarrollo de la Aplicación Móvil, reemplazando a la formula (3) con los datos obtenidos en anterioridad:

$$P = \frac{16}{7} (\text{persona})$$

$$P = 2,28$$

$$P = 2 \text{ (personas)}$$

El sueldo mínimo de un profesional informático es de 2500 Bs y en promedio 5500 Bs, una media de un sueldo 3500 Bs. Para calcular el número de personas necesarias para el desarrollo del proyecto, aplicamos la formula siguiente:

$$C_{\text{mensual}} = P * S_{\text{media}}$$

Reemplazando los datos:

$$C_{\text{mensual}} = 2 * 3500 \text{ Bs}$$

$$C_{\text{mensual}} = 7000 \text{ Bs}$$

Calcular el costo total, para el desarrollo de la aplicación móvil, multiplicando el tiempo estimado por el costo mensual.

$$CostoT = C_{\text{mensual}} * D$$

$$CostoT = 7000 * 7$$

$$CostoT = 49000 \text{ Bs}$$

Costo total de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual desarrollada será de bs 49000.

Para el desarrollo de la aplicación móvil es necesario un equipo de trabajo que constara de un desarrollador, diseñador modelador 3D.

Con lo que se concluye que la aplicación de realidad virtual, para su desarrollo tendrá 2 personas entre desarrolladores, diseñadores, por un periodo de tiempo de 7 meses y un costo total de la Aplicación de Realidad Virtual, de 49000 Bs.

### 4.3. Seguridad

En Android cada aplicación se ejecuta en su propio proceso.

La mayoría de las medidas de seguridad entre el sistema y las aplicaciones deriva de los estándares de Linux 2.6, cuyo kernel, recuérdese, constituye el núcleo principal de Android. Cada proceso en Android constituye lo que se llama un cajón de arena o sandbox, que proporciona un entorno seguro de ejecución. (Software de Comunicaciones)

La Aplicación Móvil desarrollada, es de fácil acceso y no requiere datos del usuario ya que es una Aplicación Móvil con Realidad Virtual, que tiene por finalidad difundir la historia, arte y cultura del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”.

#### 4.3.1. Caracterización de Vulnerabilidades

La norma NIST 800-163, los criterios que se definieron para clasificar las principales vulnerabilidades y características, son criterios de validación en la seguridad de la información, para las aplicaciones que corren en las plataformas Android.

#### Tabla 30

*Criterios de evaluación*

Criterios de Evaluación	Descripción
Permisos y usos de recurso	Vulnerabilidades que afectan la funcionalidad de la Aplicación y hace uso del software y hardware del dispositivo.

**Integridad** Vulnerabilidades que afectan la funcionalidad de la Aplicación y que alteran la información cambiándola o eliminándola.

**Autenticación** Vulnerabilidades que afectan la funcionalidad de la Aplicación y brindan acceso no autorizados a otras aplicaciones o a funcionalidades de la aplicación.

*Nota:* Se describe los criterios de evaluación, para la seguridad en aplicaciones android.

- Permisos y uso de recursos, esta aplicación desarrollada no requiere de ningún recurso, por lo cual no se necesita de permisos del dispositivo móvil, ni usuario.
- Integridad, no se accederá a información personal y confidencial del usuario (visitante) protegiendo de esta manera su integridad al instalar la Aplicación Móvil.
- Autenticación, la aplicación no necesita de otras apps para su funcionamiento, ni requiere permisos, ni autorización para su funcionalidad.

#### **4.4. Pruebas**

Las pruebas de software son un conjunto de procesos con los que se pretende probar la aplicación móvil de realidad virtual, en diferentes momentos para comprobar su correcto funcionamiento.

Se hizo las pruebas de testeo, del funcionamiento de la aplicación móvil de Realidad Virtual, con la integración de todos sus módulos, cumpliendo de esta forma lo establecido en el documento.

##### **4.4.1. Pruebas Unitarias**

Se realizó las pruebas de cada módulo, durante el proceso de desarrollo del proyecto, para corregir los errores y que cada uno de estos módulos cumplan con los requerimientos de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual.

#### **4.4.2. Prueba de Integración**

Una vez testeado cada módulo de la Aplicación, se integró todos los módulos de la Aplicación Movil de Realidad Virtual, a cada iteración del proyecto, para posteriormente realizar, el testeo y funcionamiento en Unity en el panel de vista Game, el cual representa lo que el usuario observa en su dispositivo.

#### **4.4.3. Pruebas de Caja Negra**

Define las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno.

El presente proyecto, tomara en cuenta el funcionamiento de la aplicación desde una perspectiva externa del dispositivo, con pruebas de botones, para esta prueba se utilizó Unity Remote, esta aplicación se conecta con Unity mientras ejecuta su proyecto en el modo de reproducción desde el Editor de Unity. La salida visual del Editor se envía a la pantalla del dispositivo, y las entradas en vivo se envían nuevamente al proyecto en ejecución en Unity. Esto le permite obtener una buena impresión de cómo su juego realmente se ve y maneja en el dispositivo de destino, sin la molestia de una compilación completa para cada prueba.

- Acceso al Recorrido Virtual
- Información
- Contáctanos
- Créditos
- Atrás
- Empezar
- Volver a Empezar
- Salir

Al realizar las pruebas, se verifico que la aplicación móvil, cumple con las funciones programadas.

#### 4.4.4. Pruebas de Caja Blanca

Es un tipo de prueba de software, que se realiza sobre las funciones, para la cual se realizara únicamente pruebas de funcionalidad sobre la interfaz de la aplicación, como las entradas y salidas. Ver Figura 41.

La complejidad ciclomática mide el número de caminos independientes, que es sometido a prueba. La fórmula para su cálculo es:

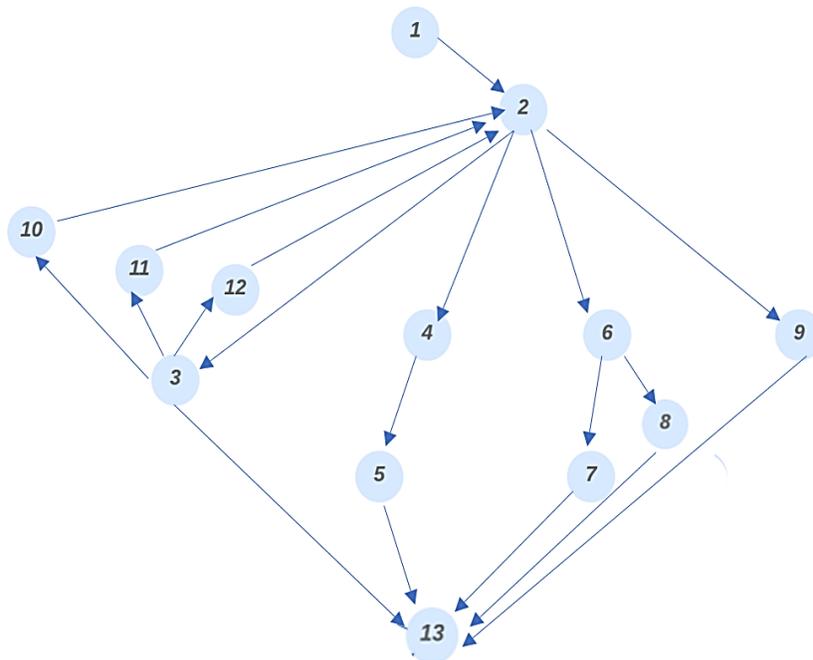
$$V(G) = a - n + 2$$

Donde:

- a: Es el número de aristas (lados)
- n: Es el número de nodos (vértices)

**Figura 46**

*Grafo de complejidad ciclomática, sobre la Caja Blanca,*



*Nota:* Se muestra, los nodos que conformaran el grafo de flujo, así como los caminos que se pueden recorrer durante la ejecución del programa.

Donde:

Inicio de la Aplicación Movil con Realidad Virtual (1)

Menú Principal (2)

Recorrido Libre (3)

Información (4)

Biografía del Museo (5)

Contáctanos (6)

Datos Generales (7)

Enlace App Google Maps (8)

Créditos (9)

Sala Arturo Borja (10)

Sala Antonio Paredes Candia (11)

Sala Cecilio Guzmán de Rojas (12)

Salir (13)

A continuación, reemplazamos los datos a la fórmula de cálculo:

$$V(G) = a - n + 2 \quad (1)$$

$$V(G) = 19 - 13 + 2$$

$$V(G) = 8$$

Determinar los caminos:

Camino 1: 1-2-3-10 3

Camino 2: 1-2-3-11 3

Camino 3: 1-2-3-12 3

Camino 4: 1-2- 4- 5 13

Camino 5: 1-2- 6- 7 13

Camino 6: 1-2- 6- 8 13

Camino 7: 1-2- 9- 13

Camino 7: 1-2- 3- 13

Tiene una complejidad ciclomática de 8, eso quiere decir que debemos realizar 8 pruebas para asegurarnos de que cada instrucción se ejecute por lo menos una vez.

Ver Tabla 31.

### Tabla 31

#### Prueba de camino 1

Camino 1	
<b>Descripción</b>	El usuario ingresara al menú principal de la aplicación móvil con realidad virtual, el cual ira a la opción Recorrido Libre.
<b>Condición</b>	El usuario deberá seguir las instrucciones, pedidas que se visualiza al inicio de esta opción.
<b>Entrada</b>	Puede iniciar con el Recorrido virtual en la Sala Arturo Borja.
<b>Resultado Esperado</b>	Se espera que el usuario, siga las instrucciones que se le pidió e iniciar con la visita virtual de esta sala y observar las obras de arte en escultura y pintura.

*Nota:* Prueba de caja blanca, camino 1 que se recorre durante la ejecución de la aplicación.

### Tabla 32

#### Prueba de camino 2

Camino 2	
<b>Descripción</b>	El usuario ingresara al menú principal de la aplicación móvil con realidad virtual, el cual ira a la opción Recorrido Libre.
<b>Condición</b>	El usuario deberá seguir las instrucciones, pedidas que se visualiza al inicio de esta opción.
<b>Resultado Esperado</b>	Se espera que el usuario, siga las instrucciones que se le pidió e iniciar con la visita virtual de esta sala y observar las obras de arte en pintura.

*Nota:* Prueba de caja blanca, camino 2 que se recorre durante la ejecución de la aplicación

### Tabla 33

#### Prueba de camino 3

<b>Camino 3</b>	
<b>Descripción</b>	El usuario ingresara al menú principal de la aplicación móvil con realidad virtual, el cual ira a la opción Recorrido Libre.
<b>Condición</b>	El usuario deberá seguir las instrucciones, pedidas que se visualiza al inicio de esta opción.
<b>Entrada</b>	Puede iniciar con el Recorrido virtual en la Sala Cecilio Guzmán de Rojas.
<b>Resultado Esperado</b>	Se espera que el usuario, siga las instrucciones que se le pidió e iniciar con la visita virtual de esta sala y observar las obras de arte en pintura.

*Nota:* Prueba de caja blanca, camino 3 que se recorre durante la ejecución de la aplicación

### Tabla 34

#### Prueba de camino 4

<b>Camino 4</b>	
<b>Descripción</b>	El usuario ingresara al menú principal de la aplicación móvil con realidad virtual, el cual ira a la opción de Información.
<b>Entrada</b>	Se visualizará la biografía del Museo de Arte Antonio Paredes Candia.
<b>Resultado Esperado</b>	Se espera que el usuario, con esta información conozca un poco más acerca de la historia del Museo de Arte Antonio Paredes Candia.

*Nota:* Prueba de caja blanca, camino 4 que se recorre durante la ejecución de la aplicación.

**Tabla 35**

*Prueba de camino 5*

<b>Camino 5</b>	
<b>Descripción</b>	El usuario ingresara al menú principal de la aplicación móvil con realidad virtual, el cual ira a la opción de Contáctanos.
<b>Entrada</b>	Se visualizará los datos generales del Museo de Arte Antonio Paredes Candia, ¿cómo donde se encuentra?, Teléfono, Medios de Transporte, Dirección y Horarios de Atención.
<b>Resultado Esperado</b>	Se espera que el usuario, con estos datos pueda obtener información que le sea de utilidad del Museo de Arte Antonio Paredes Candia.

*Nota:* Prueba de caja blanca, camino 5 que se recorre durante la ejecución de la aplicación.

**Tabla 36**

*Prueba de camino 6*

<b>Camino 6</b>	
<b>Descripción</b>	El usuario ingresara al menú principal de la aplicación móvil con realidad virtual, el cual ira a la opción de Contáctanos.
<b>Entrada</b>	Se visualizará la Ubicación del Museo de Arte Antonio Paredes Candia, a través de Google Maps.
<b>Resultado Esperado</b>	Se espera que el usuario, con esta opción de ubicación, no tenga inconvenientes en desplazarse hasta este espacio cultural.

*Nota:* Prueba de caja blanca, camino 6 que se recorre durante la ejecución de la aplicación.

### Tabla 37

#### Prueba de camino 7

Camino 7	
<b>Descripción</b>	El usuario ingresara al menú principal de la aplicación móvil con realidad virtual, el cual ira a la opción de Créditos.
<b>Entrada</b>	Se visualizará la información del desarrollador, año y Carrera
<b>Resultado Esperado</b>	Se espera que el usuario, tenga conocimiento del, desarrollador de la aplicación.

*Nota:* Prueba de caja blanca, camino 7 que se recorre durante la ejecución de la aplicación.

### Tabla 38

#### Prueba de camino 8

Camino 8	
<b>Descripción</b>	El usuario ingresara al menú principal de la aplicación móvil con realidad virtual, el cual ira a la opción de Menú Principal.
<b>Entrada</b>	El usuario podrá visualizar todas las opciones que tiene la aplicación.
<b>Resultado Esperado</b>	Se espera que el usuario, pueda explorar todas las opciones de la aplicación móvil con realidad virtual.

*Nota:* Prueba de caja blanca, camino 8 que se recorre durante la ejecución de la aplicación.

#### 4.4.5. Pruebas de Usabilidad

Esta prueba se realiza al finalizar el proyecto de Aplicación Movil de Realidad Virtual, es importante que el usuario final haga uso y pueda testear la aplicación desde su dispositivo móvil y que funciones sin ningún error.

Para esta prueba, se realizado una encuesta mediante Google forms para obtener resultados y opiniones de los usuarios a cerca de la aplicación MAAPC.

La siguiente tabla 35 muestra las preguntas.

**Tabla 39**

*Preguntas para la encuesta de la Aplicación Movil de Realidad Virtual*

**N° Preguntas**

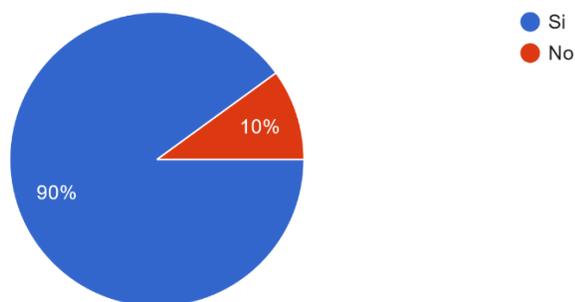
- 1 ¿La Aplicación Movil de Realidad Virtual, es sencilla para ejecutarla?
- 2 ¿La Interfaz Gráfica es fácil y amigable?
- 3 ¿Usted cree que la aplicación tarda en responder su consulta?
- 4 ¿Tuvo algún problema mientras uso la aplicación?
- 5 ¿Cree que esta aplicación impulsaría a difundir y aumentar las visitas en el Museo?
- 6 ¿Qué le pareció la experiencia, de conocer el Museo de Arte Antonio Paredes Candía a través de esta aplicación con el uso de las gafas virtuales?

*Nota:* Preguntas que se realizara durante la encuesta, sobre la aplicación móvil con realidad virtual del museo.

**Figura 47**

*¿ La Aplicación Movil de Realidad Virtual, es sencilla para ejecutarla?*

10 respuestas

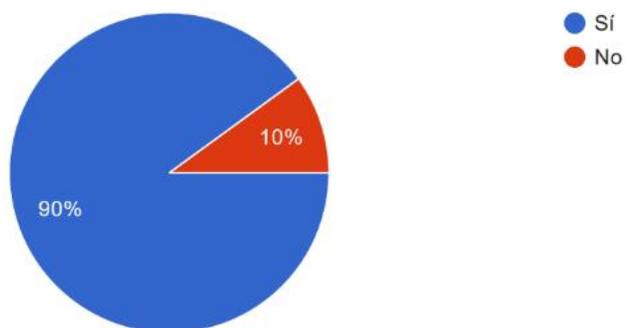


*Nota:* Resultados de la encuesta a la población alteña, ítem – 1.

### Figura 48

¿ La Interfaz Gráfica es fácil y amigable?

10 respuestas

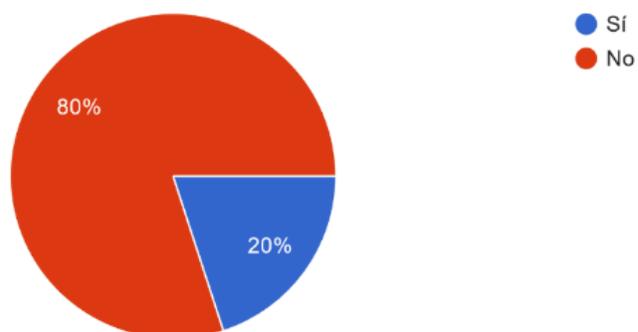


Nota: Resultados de la encuesta a la población alteña – ítem 2

### Figura 49

¿Usted cree que la aplicación tarda en responder su consulta?

10 respuestas

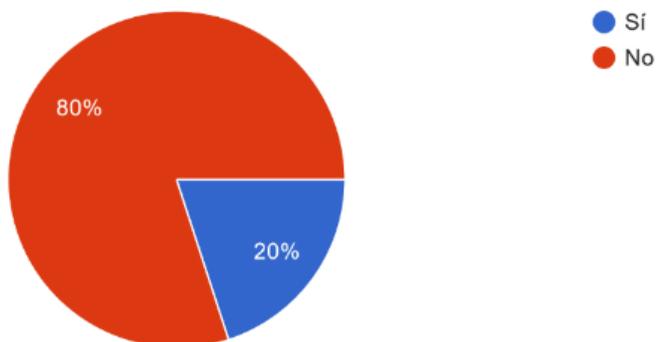


Nota: Resultados de la encuesta a la población alteña – ítem 3

**Figura 50**

*¿Tuvo algún problema mientras uso la aplicación?*

10 respuestas

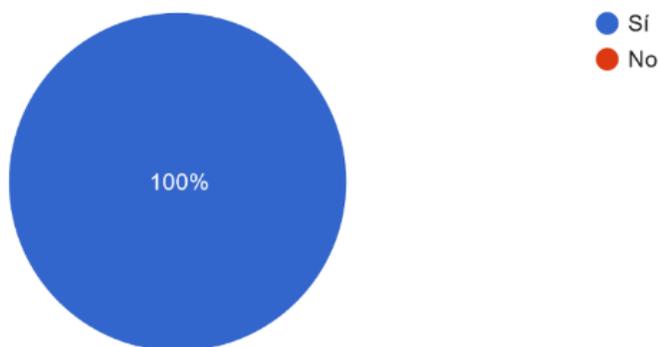


*Nota:* Resultados de la encuesta a la población alteña – ítem 4.

**Figura 51**

*¿ Cree que esta aplicación impulsaría a difundir y aumentar las visitas en el Museo?*

9 respuestas

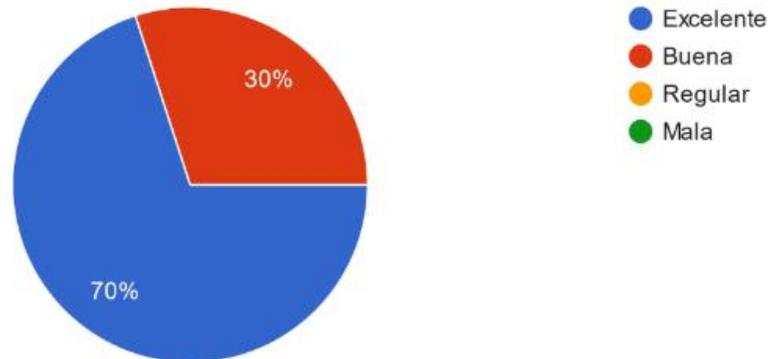


*Nota:* Resultados de la encuesta a la población alteña – ítem 5

## Figura 52

*¿ Qué le pareció la experiencia, de conocer el Museo de Arte Antonio Paredes Candia a través de esta aplicación con el uso de las gafas virtuales?*

10 respuestas



*Nota:* Resultados de la encuesta a la población alteña – ítem 6

Los resultados de la encuesta de la usabilidad de aplicación Movil de Realidad Virtual que se obtuvieron, fue satisfactorio y se detallan en las Figuras 47, 48, 49, 50, 51 y 52.

Algunas opiniones entregadas :

- El uso de Gafas Virtuales, fue un dispositivo que llama la atención bastante, ya que no es usualmente visto y mas para la visita a un museo de forma virtual.
- Es probable que, con un debido trabajo de campo, en ferias populares, ferias culturales, unidades educativas, la noche de museos entre otros, alcance la promoción y difusión del Museo de Arte "Antonio Paredes Candia, e incremente el número de visitas, como también llegar a un número significativo de personas de la población alteña a corto plazo.

## 4.5. Resultados

### 4.5.1. Antes y Después del Proyecto

Al finalizar las pruebas realizadas, se concluye que la aplicación se desarrolló con éxito.

La siguiente tabla comparativa, muestra los procesos antes y después de la implementación:

**Tabla 40**

*Antes y después del proyecto*

<b>ANTES</b>	<b>DESPUÉS</b>
Desplazamiento de manera personal, hasta el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, para realizar la visita.	Con el uso de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual, el usuario visitara el Museo de manera virtual.
Para obtener información de las obras de arte es necesario un guía.	Se visualiza las obras de arte expuestas, donde se reproduce la información relevante, de las pinturas y esculturas.
Las exposiciones de Museo acogen en su mayoría, un limitado grupo selectivo de visitantes.	Los espacios públicos, son el escenario principal para difundir la historia cultura y arte del museo, en beneficio de la población local.
No cuenta con dispositivos tecnológicos, ni aplicaciones con Realidad Virtual.	Contribuye al uso de las Nuevas Tecnologías y dispositivos (Gafas Virtuales) como herramienta de difusión, del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”.

En conclusión, con el desarrollo de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual, se mejoró satisfactoriamente en promover la historia, cultura, arte y difusión del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, en espacios públicos, asimismo se logró generar más expectativa en la población, al poder visitar un museo de forma virtual.

The background of the page features abstract, flowing lines in shades of blue and white, creating a sense of movement and depth. The lines are layered and curved, resembling smoke or liquid in motion.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Por medio del presente proyecto de grado, se cumplió de manera satisfactoria el desarrollo de la Aplicación Móvil de Realidad Virtual para promover, la Historia, Cultura, Arte y difusión, en “Espacios Públicos”, del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”, planta baja, se logró con éxito el funcionamiento y uso de la aplicación móvil, en espacios públicos.

Una vez finalizado el proceso de desarrollo de la Aplicación Móvil con Realidad Virtual, se realizará la valoración de los objetivos que se plantearon en el capítulo I.

- Se logro analizar la situación actual y obtener la información necesaria, y cumplir los requerimientos para el desarrollo de la aplicación.
- Se diseño el modelado de los objetos en 3D exitosamente, con la ayuda de las fotografías tomadas, que permitió el desarrollo de un entorno más real e intuitivo, para la Aplicación Móvil.
- Se desarrollo la Aplicación Móvil con Realidad Virtual, donde se visualiza las obras de arte más resaltantes y la reproducción en audio con la información más relevante de cada obra, por lo cual el usuario comprende mejor los datos artísticos y al mismo tiempo apreciar las obras de arte, del Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”.
- Se contribuyo con el uso de nuevas tecnologías como la aplicación móvil de realidad virtual, y el uso de las gafas virtuales como una herramienta innovadora de fácil uso y con un costo bajo, que mejora la interacción del usuario con el Museo.
- Una vez obtenido el producto final se evaluó y probo la aplicación en un espacio público, donde el usuario realizo un recorrido virtual satisfactorio del museo, la cual genero un impactó positivó y de aceptación, en la población alteña.

## 5.2. Recomendaciones

Las recomendaciones que se dan son las siguientes:

- Se recomienda implementar, el uso de la aplicación móvil en unidades educativas como un medio de enseñanza y aprendizaje de la historia, cultura y arte del Museo “Antonio Paredes Candia”, asimismo brindar una experiencia autentica en entornos virtuales, y resignificando el termino de museo.
- El desarrollo de aplicaciones móviles debe dar facilidad al acceso a la información precisa, sin la necesidad de estar conectados a internet, dando una gran ventaja al usuario, reduciendo costos.
- A futuros proyectos con realidad virtual, tomar en cuenta la innovación que tiene en los diferentes campos el uso de estas nuevas tecnologías. Asimismo, podría implementarse en museos a nivel departamental y nacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia Android. (8 de Mayo de 2015). *Presentación del motor de juegos Unity 3D*.  
Obtenido de <https://academiaandroid.com/motor-de-juegos-unity-3d/>
- Alberto, T. C. (2020). *APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA LOS SITIOS TURÍSTICOS EN LA CIUDAD DE EL ALTO*. La Paz, Bolivia. Obtenido de <http://repositorio.upea.bo/handle/123456789/158>
- Antonieta, A. F. (2012). *Calidad en la Industria del Software. La Norma ISO-9126*. México: PUMC- UNAM5. Obtenido de <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/2094.pdf>
- Antonio, C. (2016). *Tres Conceptos de Historia*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Attack, N. (27 de Agosto de 2020). *Photoshop*. Obtenido de <https://neoattack.com/neowiki/photoshop/>
- Attack, N. (27 de Agosto de 2020). *Photoshop*. Obtenido de <https://neoattack.com/neowiki/photoshop/>
- Balaguera, Y. D. (2008). *Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual*. Journal Technology.
- Blender. (6 de Noviembre de 2021). *Blender*. Obtenido de [https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting\\_started/about/introduction.html](https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting_started/about/introduction.html)
- Celso, M. C. (2016). *Recorridos Virtuales para el Museo de la Revolución Nacional con Tecnología WEBGL*. La Paz, Bolivia. Obtenido de <https://docplayer.es/59241430-Universidad-mayor-de-san-andres.html>

- Cespedes, R. L. (Julio de 2019). Un museo de arte en el corazon de El Alto. *La Región*, pág. 1. Obtenido de <https://www.laregion.bo/un-museo-de-arte-en-el-corazon-de-el-alto/>
- Chavarri Rojas, E. W. (2020). *Desarrollo de un tour virtual utilizando realidad virtual, del museo "Caracol de Piedra" del distrito de Paucamarca - San Marcos, Cajamarca 2020*. Cajamarca, Peru. Obtenido de <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/1543>
- Code, V. E. (2 de Octubre de 2022). *Visual Studio Code*. Obtenido de <https://code.visualstudio.com/>
- Desarrolladores. (25 de Noviembre de 2015). *BBVA API MARKET*. Obtenido de <https://www.bbvaapimarket.com/es/mundo-api/realidad-virtual-lo-que-necesitas-saber-sobre-los-sdks-de-google-cardboard/>
- Desarrolladores. (25 de Noviembre de 2015). *El Sdk para Android*. Obtenido de <https://www.bbvaapimarket.com/es/mundo-api/realidad-virtual-lo-que-necesitas-saber-sobre-los-sdks-de-google-cardboard/>
- Díaz Hernández, M. B. (2017). *Aplicación móvil basada en realidad aumentada como aporte educativo, cultural e informativo de los objetos arqueológicos expuestos en el Museo Municipal de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/9465>
- Dwidar, H. (2022). *¿Qué es Audacity?* Obtenido de Mekano Tech: <https://www.mekan0.com/es/download-audacity-offline-for-pc/>
- Engineering, P. (2019). *Tipos de Realidad Virtual* . Obtenido de <https://pragma-a.com/que-es-la-realidad-virtual-y-cuales-son-sus-aplicaciones/>
- España, I. (2022). *Definición de museo*. Obtenido de <https://www.icom-cc.org/definicion-de-museo/>

- Euroinnova. (2022). *Ventajas y desventajas de photoshop*. Obtenido de <https://www.euroinnova.edu.es/blog/ventajas-y-desventajas-de-photoshop>
- Figuroa, R. O. (2017). *La Seguridad Informática y la Seguridad de la Información*. Polo del Conocimiento.
- G.M.E.A. (2005). *Museo de Arte Antonio Paredes Candia*. El Alto.
- Garabato TIC Educacion. (16 de Marzo de 2020). *Definición del Arte*. Obtenido de <https://garabatopublico.com/2020/03/16/definicion-del-arte/>
- Gomez, L. M. (2013). *Un Modelo de Estimación de Proyecto de Software*.
- Jose David Valero Narvaez, & Bravo Cantillo, R. (2009). *DESARROLLO DE ENTORNOS VIRTUALES: UNA DEFINICIÓN DE DIRECTRICES A PARTIR DE LAS MEJORES PRÁCTICAS DE METODOLOGÍAS QUE SOPORTAN LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE*. Santiago de Cali: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE.
- Juarez, L. M. (24 de Octubre de 2018). *¿Cuál fue la primera aplicación móvil del mercado?*. Obtenido de <https://www.correos.es/es/es/actualidad/2018/primer-a-aplicacion-movil-del-mercado>
- Lacalle, A. V. (2017). *REALIDAD VIRTUAL Y EDUCACIÓN EN LOS MUSEOS DE ARTE*. Murcia: Editum.
- Lapiente, M. R. (25 de julio de 2022). *Difusión*. Obtenido de <http://www.biblioteca.cucsh.udg.mx/?q=difusi%C3%B3n>
- Levis, D. (2006). *¿Qué es la realidad virtual?*
- Mariño, R. G. (1998). *INGENIERIA DE SOFTWARE EDUCATIVO CON MODELAJE ORIENTADO POR OBJETOS: UN MEDIO PARA DESARROLLAR MICROMUNDOS INTERACTIVOS*. UNIANDÉS - LIDIE.
- Martin Fowler, K. S. (1997). *UML Gota a Gota*. (P. E. Vazquez, Ed.) Massachusetts, E.U.A.

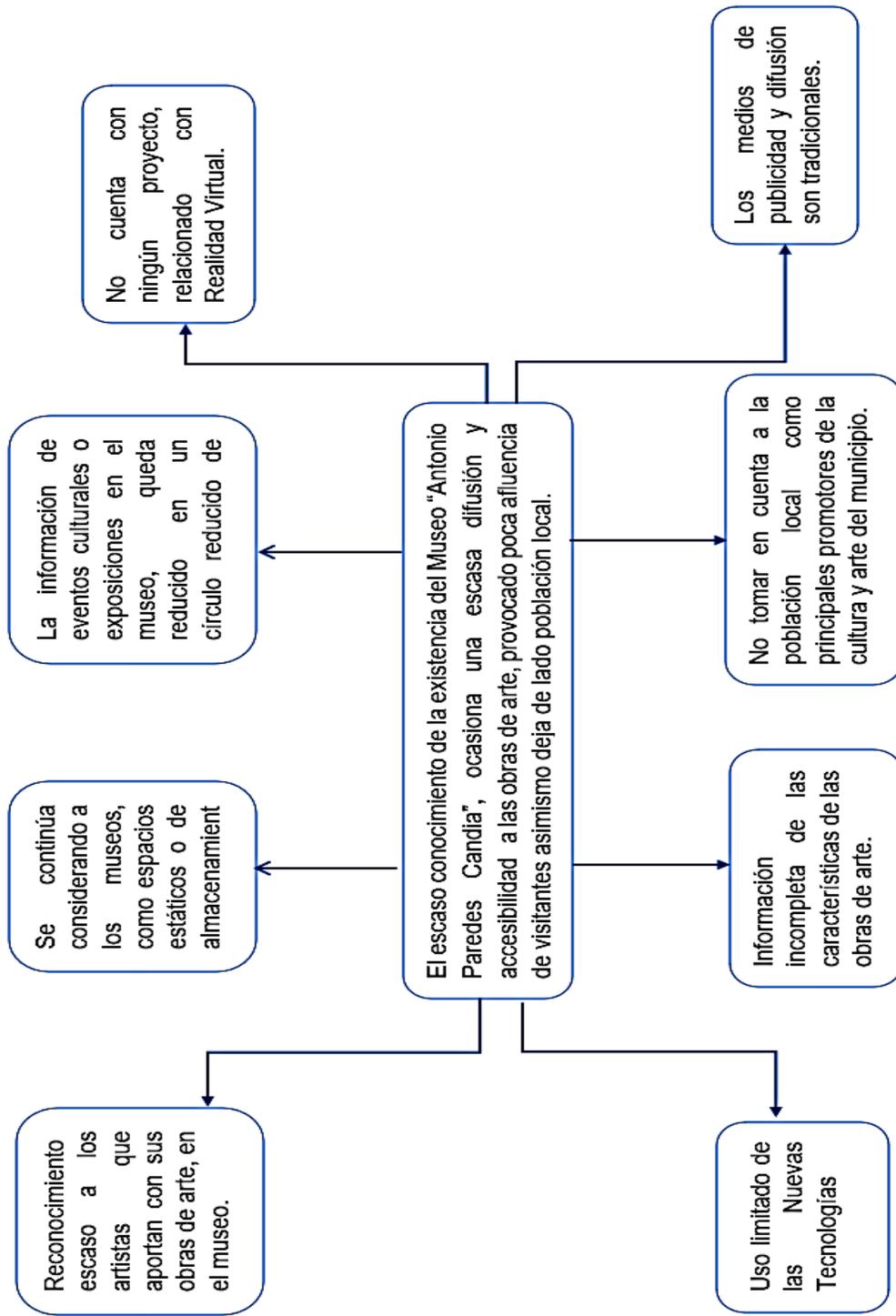
- Miguel Perez Ramirez, N. J. (2009). *Realidad virtual como una herramienta de aprendizaje integral*. (I. T. Zacatepec, Ed.) Guanajuato, México.
- Moreno, N. J. (2006). *Técnicas de Evaluación de Software*. Grise Ump.
- Museo de Arte Antonio Paredes Candia. (2008). El Alto.
- Naranjp, V. (2016). *Guía virtual interactiva en Android a través de códigos QR en el Museo de la Escuela Fiscal Isidro Ayora del Ecuador*. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/57672>.
- Navarrete, I. R. (2016). *Modelo Basado en Componentes para Procesamiento de Datos de Sensores en Teléfonos Celulares Inteligentes*. Sonora: Instituto Tecnológico de Sonora.
- Ortega Delgado, D. (29 de Marzo de 2017). *¿Qué es C#?* Obtenido de Open Webinars: <https://openwebinars.net/blog/que-es-c-introduccion/>
- Paco Blanco, J. C. (2009). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles, Introducción al desarrollo con Android y el iPhone*. Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de [http://www.adamwesterski.com/wp-content/files/docsCursos/Agile\\_doc\\_TemasAnv.pdf](http://www.adamwesterski.com/wp-content/files/docsCursos/Agile_doc_TemasAnv.pdf)
- Perez, V. (15 de Mayo de 2018). *Aplicaciones Móviles*. Obtenido de <https://app720684349.wordpress.com/>
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería de Software*. Madrid: Interamericana de España.
- Rivera, J. (6 de Agosto de 2018). *C#. Qué es y para qué se utiliza*. Obtenido de <https://negociosyestrategia.com/blog/que-es-csharp/>
- Rowell, A. (2016). *Introducción a la Realidad Virtual*. Obtenido de <https://www.cs.upc.edu/~virtual/SGL/guions/ArquitecturaRV.pdf>
- Servin, C. (26 de Agosto de 1968). *Espada de Damocles*. Obtenido de <https://proyectoidis.org/espada-de-damocles/>

- SOCIALES, U. (2020). *Sociales UBA AR*. Obtenido de <http://www.sociales.uba.ar/wp-content/blogs.dir/219/files/2020/07/audacity.pdf>
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería de Software*. (M. M. Romo, Ed.) Madrid, España.
- Technologies, U. (15 de Marzo de 2022). *Unity*. Obtenido de <https://unity.com/es>
- Tecnología, I. (Diciembre de 2019). *UNIR*. Obtenido de <https://www.unir.net/ingenieria/revista/iso-27001/>
- Uchile, D. (16 de Noviembre de 2016). *La corriente de “Los Annales”, la historia y los abuelos*. Obtenido de <https://radio.uchile.cl/2016/04/11/la-corriente-de-los-annales-la-historia-y-los-abuelos/>
- Urda Peña, L. (2015). *El espacio público como marco de expresión artística*. Obtenido de <https://oa.upm.es/36260/>
- Vaati, E. (2 de Julio de 2020). *Envato tuts*. Obtenido de Qué es Android SDK y cómo empezar a usarlo: <https://code.tutsplus.com/es/tutorials/the-android-sdk-tutorial--cms-34623>
- Vela, D. C. (10 de Febrero de 2021). *Inicios de la historia y primeros prototipos*. Obtenido de Niixer: <https://niixer.com/index.php/2021/02/10/historia-y-evolucion-de-la-realidad-virtual/>
- Zapata, C. M. (2017). *NORMA ISO 9126*.

# ANEXOS

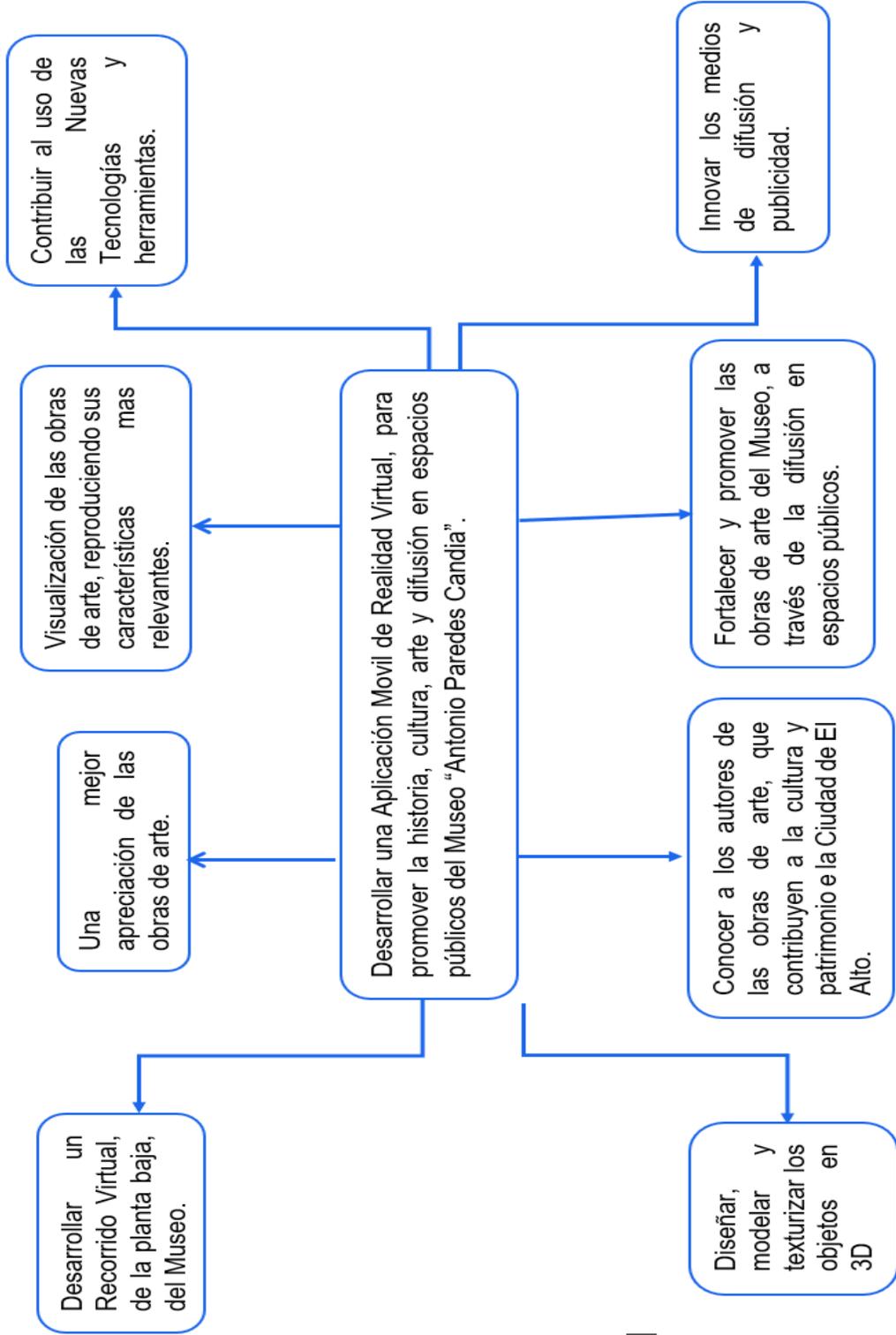
# **ANEXO A**

# **ÁRBOL DE PROBLEMAS**



# **ANEXO B**

## **ÁRBOL DE OBJETIVOS**



**ANEXO C**  
**INFORMACIÓN**  
**DE LAS OBRAS**  
**DE ARTE Y ESCULTURAS**

**INFORMACIÓN DE LAS OBRAS DE ARTE  
DEL MUSEO DE ARTE ANTONIO PAREDES CANDIA**

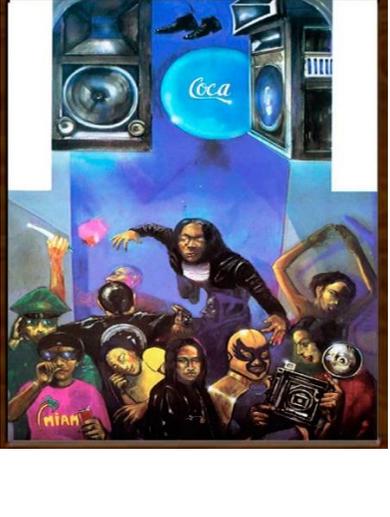
<b>OBRA DE ARTE</b>	<b>FICHA DE INFORMACIÓN</b>	<b>DURACIÓN DE AUDIO</b>
	<p><b>Título:</b> Carretón</p> <p><b>Autor:</b> (N/L)</p> <p><b>Donación:</b> Rene G. Paz C. (2022)</p> <p><b>Dimensiones:</b> 95 X 76 cm</p> <p><b>Año:</b> 1995</p> <p><b>Técnica:</b> Pastel</p>	<p style="text-align: center;"><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> Coca</p> <p><b>Autor:</b> Silvia Peñaloza</p> <p><b>Dimensiones:</b> 80 X 60 cm</p> <p><b>Año:</b> 2007</p> <p><b>Técnica:</b> Oleo S/Tela</p>	<p style="text-align: center;"><b>2 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> Yatiri</p> <p><b>Autor:</b> Ángel Oblitas</p> <p><b>Dimensiones:</b> 121 X 100 cm</p> <p><b>Año:</b> 1989</p> <p><b>Técnica:</b> Oleo S/Arpilleria</p>	<p style="text-align: center;"><b>1 min</b></p>

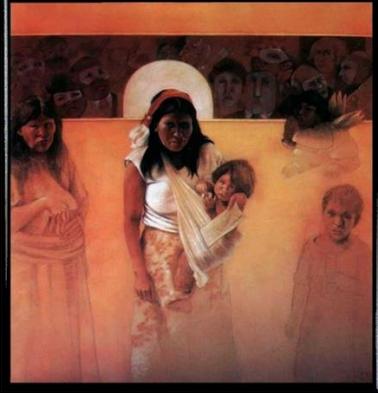
	<p><b>Título: Riña de Gallos</b></p> <p><b>Autor:</b> Alberto Medina Mendieta  <b>Dimensiones:</b> 70 X 100 cm  <b>Año:</b>  <b>Técnica:</b> Oleo S/Tela</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título: Cotidiano Atardecer</b></p> <p><b>Autor:</b> Miguel Yapur Daza  <b>Dimensiones:</b> 60 X 48 cm  <b>Año:</b> 1986  <b>Técnica:</b> Mixta</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título: Ponchos Encantados</b></p> <p><b>Autor:</b> Miguel Yapur Daza  <b>Dimensiones:</b> 60 X 48 cm  <b>Año:</b> 1986  <b>Técnica:</b> Mixta</p>	<p><b>2 min</b></p>
	<p><b>Título: Calle Colonial/Jaen</b></p> <p><b>Autor:</b> Julio Cesar Tellez  <b>Dimensiones:</b> 80 X 61 cm  <b>Año:</b> 1949  <b>Técnica:</b> Oleo/Tela</p>	<p><b>2 min</b></p>

	<p><b>Título:</b> <b>Fiesta Andina</b></p> <p><b>Autor:</b> Jaime Callisaya <b>Dimensiones:</b> 45 X 55 cm <b>Año:</b> 1974 <b>Técnica:</b> Oleo</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Primeras Luces</b></p> <p><b>Autor:</b> Zenón Sansute <b>Dimensiones:</b> 84 X 63,5 cm <b>Año:</b> <b>Técnica:</b> Acuarela</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Primeras Luces</b></p> <p><b>Autor:</b> Zurita <b>Dimensiones:</b> 52,5 X 66,5 cm <b>Año:</b> 1984 <b>Técnica:</b> Acuarela</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Dos Vicuñas</b></p> <p><b>Autor:</b> J. Villca <b>Dimensiones:</b> 77,5 X 64 cm <b>Año:</b> <b>Técnica:</b> Acuarela</p>	<p><b>1 min</b></p>

	<p><b>Título:</b> <b>Virgen del Socavón</b></p> <p><b>Autor:</b> Pablo Viracocha <b>Dimensiones:</b> 29 X 52 cm <b>Año:</b> 1999 <b>Técnica:</b> Acrílico</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Altar</b></p> <p><b>Autor:</b> José Rodríguez <b>Dimensiones:</b> 47,5 X 60 cm <b>Año:</b> 1999 <b>Técnica:</b> Oleo</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Músicos</b></p> <p><b>Autor:</b> Pablo Viracocha <b>Dimensiones:</b> 29 X 52 cm <b>Año:</b> 1999 <b>Técnica:</b> Acrílico</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>El Oro de Los Dioses II</b></p> <p><b>Autor:</b> Carlos Beltrán Camacho <b>Dimensiones:</b> 70 X 48 cm <b>Año:</b> 1949 <b>Técnica:</b> Oleo s/ Espátula</p>	

	<p><b>Título:</b> <b>Coordenadas Imaginarias</b></p> <p><b>Autor:</b> Ricardo Castes  <b>Dimensiones:</b> 107 X 77 cm  <b>Año:</b> Donación 2022  <b>Técnica:</b> Mixta, Intervención con fotografía con piedra al ocre y pintura al oleo</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Mercado Popular</b></p> <p><b>Autor:</b> Eduardo Espinoza Soto  <b>Dimensiones:</b> 189 X 59 cm  <b>Año:</b> 1965  <b>Técnica:</b> Óleo/Tela  <b>Ref.:</b> Catalogo N°3</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Paisaje Yauri Chambi</b></p> <p><b>Autor:</b> Armodio Tamayo  <b>Dimensiones:</b> 50,5 X 38 cm  <b>Año:</b> 1951  <b>Técnica:</b> Óleo/Tela  <b>Ref.:</b> Catalogo N°3</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Montañas en Azul</b></p> <p><b>Autor:</b> Antonio Llanque Huanca  <b>Dimensiones:</b> 79 X 60,5 cm  <b>Año:</b> 1959  <b>Técnica:</b> Óleo/Tela  <b>Ref.:</b> Catalogo N°3</p>	<p><b>2 min</b></p>

	<p><b>Título:</b> <b>Sin Titulo</b></p> <p><b>Autor:</b> Mario Conde  <b>Escuela- Estilo:</b> Contemporáneo  <b>Época:</b> Sin Fecha  <b>Técnica:</b> Acuarela  <b>Ref.:</b> Catalogo Nº3</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Waca Waca</b></p> <p><b>Autor:</b> Javier Fernández  <b>Escuela- Estilo:</b> Republicano  <b>Época:</b> 2003  <b>Técnica:</b> Acuarela  <b>Ref.:</b> Catalogo Nº3</p>	<p><b>2 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Chuquiago Dark (Díptico)</b></p> <p><b>Autor:</b> Edgar Arandía  <b>Dimensiones:</b> 144 X 114 cm  <b>Año:</b> 2000  <b>Técnica:</b> Acrílico/Tela  <b>Ref.:</b> Catalogo Nº3</p>	<p><b>2 min</b></p>
	<p><b>Título:</b> <b>Marimba Huasteca</b></p> <p><b>Autor:</b> Ricardo Pérez Alcalá  <b>Dimensiones:</b> 74 X 103 CM  <b>Año:</b> 1995  <b>Técnica:</b> Acuarela/Cartón  <b>Ref.:</b> Catalogo Nº3</p>	<p><b>1 min</b></p>

	<p><b>Título:</b> <b>Fiesta de Beneficencia</b></p> <p><b>Autor:</b> Diego Morales  <b>Dimensiones:</b> 158 X 149 CM  <b>Año:</b> 1995  <b>Técnica:</b> Mixta  <b>Ref.:</b> Catalogo Nº3</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>CHUNCHU</b> Representa a los guerreros de La Amazonia, tallado en piedra negra, por Gonzalo Condarco</p>	<p><b>1 min</b></p>
	<p><b>CHACHAPUMA</b> Representa a los guerreros de Los Andes, tallado en piedra negra, por Gonzalo Condarco</p>	<p><b>1 min</b></p>
<p><b>TOTAL TIEMPO</b></p>		<p><b>30 min</b></p>

**ANEXO D**

**FOTOGRAFÍAS DE USUARIOS, HACIENDO USO DE LA APLICACIÓN MAAPC**





# **ANEXO E**

# **AVALES**

## AVAL DEL TUTOR METODOLÓGICO

El Alto, 18 de noviembre de 2022

Señor:  
M. Sc. Ing. David Carlos Mamani Quispe  
DIRECTOR DE CARRERA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS  
Presente. -

**REF.: AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido director de carrera:

Mediante la presente tengo bien a comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

**TÍTULO:** "APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD VIRTUAL, PARA PROMOVER LA HISTORIA, CULTURA, ARTE Y DIFUSIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS"

**CASO:** MUSEO DE ARTE "ANTONIO PAREDES CANDIA", PLANTA BAJA, para proyecto de grado.

**MODALIDAD:** PROYECTO DE GRADO

**Univ.:** NAYRA BRUNELLA SARMIENTO MARQUEZ.

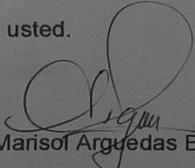
**Registro Universitario:** 20025837

**Cedula de Identidad:** 7022038 L.P.

Para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente.

  
Ing. Marisol Arguedas Balladares  
TUTOR METODOLÓGICO  
TALLER DE GRADO II

## AVAL DEL TUTOR REVISOR

El Alto, 18 de noviembre de 2022

Señor:  
**Ing. Marisol Arguedas Balladares**  
**TUTOR METODOLÓGICO**  
**TALLER DE GRADO II**  
Presente. -

REF.: AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo bien a comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

**TÍTULO:** "APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD VIRTUAL, PARA PROMOVER LA HISTORIA, CULTURA, ARTE Y DIFUSIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS"

**CASO:** MUSEO DE ARTE "ANTONIO PAREDES CANDIA", PLANTA BAJA, para proyecto de grado.

**MODALIDAD:** PROYECTO DE GRADO

**Univ.:** NAYRA BRUNELLA SARMIENTO MARQUEZ.

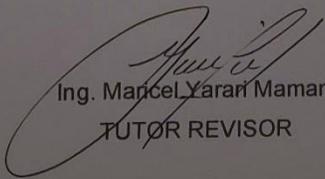
**Registro Universitario:** 20025837

**Cedula de Identidad:** 7022038 L.P.

Para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente.

  
Ing. Marcel Yaran Mamani  
TUTOR REVISOR

## AVAL DEL TUTOR ESPECIALISTA

El Alto, 18 de noviembre de 2022

Señor:  
Ing. Marisol Arguedas Balladares  
TUTOR METODOLÓGICO  
TALLER DE GRADO II  
Presente. -

### REF.: AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo bien a comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TÍTULO: "APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD VIRTUAL, PARA PROMOVER LA HISTORIA, CULTURA, ARTE Y DIFUSIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS"

CASO: MUSEO DE ARTE "ANTONIO PAREDES CANDIA", PLANTA BAJA, para proyecto de grado.

**MODALIDAD:** PROYECTO DE GRADO

**Univ.:** NAYRA BRUNELLA SARMIENTO MARQUEZ.

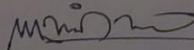
**Registro Universitario:** 20025837

**Cedula de Identidad:** 7022038 L.P.

Para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente.



Ing. Ruth Maribel Flores Paucara  
TUTOR ESPECIALISTA

## AVAL DE LA INSTITUCIÓN



GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



El Alto, 15 de noviembre de 2022

Señora:  
Ing. Marisol Arguedas Balladares  
**TUTOR METODOLÓGICO**  
**TALLER DE GRADO II**  
Presente. –

**REF.: AVAL DE CONFORMIDAD**

De mi mayor consideración:

La presente misiva, tiene por objeto otorgar plena conformidad al Proyecto de Grado: **“APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD VIRTUAL, PARA PROMOVER LA HISTORIA, CULTURA, ARTE Y DIFUSIÓN EN ESPACIOS PÚBLICOS” CASO: MUSEO DE ARTE “ANTONIO PAREDES CANDIA”, PLANTA BAJA, MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO** de la Univ. Nayra Brunella Sarmiento Marquez con Registro Universitario: 20025837 y CI: 7022038 LP. de la Carrera Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto, tomando en cuenta la dedicación; aporte a éste espacio cultural y cumpliendo con el proceso de **DESARROLLO e IMPLEMENTACIÓN** del mismo.

En cuanto certifico, en honor a la verdad, para fines consiguientes de la interesada, en la materia del Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Con este particular me despido con las consideraciones mas distinguidas.

Atentamente,

Lic. Boris Chuquimia Moruchi  
DIRECTOR  
DIRECCIÓN DE CULTURA  
SECRETARÍA MUNICIPAL DE EDUCACIÓN Y CULTURA  
GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO



Avenida Costanera, Nro.: 5022 Urbanización Libertad, entre calle J.J. Torres y calle Hernán Siles Zuazo  
Casa Municipal (Jach'a Uta), a media cuadra de la Estación de Bomberos, El Alto.

**MANUAL DE USUARIO**  
**APLICACIÓN MOVIL CON REALIDAD VIRTUAL PARA EL**  
**MUSEO DE ARTE “ANTONIO PAREDES CANDIA”**



Nayra Brunella Sarmiento Marquez

Ingeniería de Sistemas

Universidad Pública de El Alto

EL ALTO - BOLIVIA

2022

## 1. Introducción

La tecnología va adquiriendo fuerza en la vida cotidiana de la humanidad, asimismo ha ido impactando en todos los campos, ya sea medicina, educación, economía, prácticamente todas las actividades humanas involucran de alguna forma el uso de las nuevas tecnologías.

El internet, ha transformado la visión de los museos, y con las nuevas tecnologías que son una herramienta que están permitiendo establecer nuevos escenarios museísticos virtuales y digitales, con contenidos más interactivos, que incluso resalte más la esencia y características de las obras.

En la actualidad las aplicaciones móviles son cada vez más requeridas y contar con un dispositivo móvil es cada vez más necesario e indispensable, por lo cual el fomento al desarrollo de aplicaciones de museos digitales y virtuales, son una alternativa innovadora y al alcance de la población.

## 2. Requerimientos

Los requerimientos, para la aplicación **MAPC**, son las siguientes:

### **REQUISITOS**

<i>Sistema Android</i>	7 o superior
<i>Sensor de movimiento</i>	Giroscopio
<i>Resolución de Pantalla</i>	2084x1080
<i>Dimensión</i>	5 a 6 pulgadas

## 3. Guía de Uso

### 3.1. Icono de la Aplicación Móvil MAAPC.

- Ejecutar la aplicación con un clic.



### 3.2. Pantalla de Inicio de la Aplicación – Menú Principal



- Se observa la Pantalla Principal y el Menú con las diferentes opciones, que se desarrollara a continuación.

#### 3.2.1. Recorrido Libre, botón para iniciar la visita en un entorno virtual

**RECORRIDO LIBRE**

- Una vez pulsada el botón, se visualizará las instrucciones que debemos seguir para, iniciar con el recorrido libre.

**Instrucciones**, describe los pasos que debe seguir antes del inicio del Recorrido Virtual



**Empezar**, este botón permite, iniciar el Recorrido Virtual

**Atrás**, este botón permite, regresar al Menú Principal

- En la parte superior izquierda tenemos el botón de **Atrás**, para volver al menú principal.
- En la parte media de abajo, se encuentra el botón de **Empezar**, damos clic.

### Instrucciones

- ✓ Esta aplicación requiere el uso de Gafas Virtuales.
- ✓ El usuario debe encontrarse en una posición cómoda, lo correcto es sentado, (para evitar cualquier choque o movimiento indeseable).
- ✓ Una vez iniciada la aplicación, elegir la opción de **recorrido libre**, se inserta el smartphone dentro las gafas virtuales **Virtual Box**, con la pantalla centrada y ajustando las correas de sujeción en la cabeza.



- ✓ Realizar el recorrido con la cabeza hacia abajo para desplazarse (caminar) por las diferentes salas.
- Una vez inicializado el recorrido virtual, debe detenerse delante de una obra de arte, para reproducir la información como: Autor, Técnica, Fecha y Estilo.



- Deténgase delante de una escultura, a continuación, reproducirá su descripción como: Autor, Técnica, Fecha y Estilo.



**Volver a Empezar**, este botón permite, reiniciar el Recorrido Virtual

**Atrás**, este botón permite, rearesar al Menú Principal Virtual

- En la parte de debajo de la interfaz observamos dos botones, **volver a empezar**, para reiniciar nuevamente el recorrido virtual y el boton de **atrás**, retornar al menu principal.

**3.2.2. Información**, en este módulo se describe, una pequeña reseña histórica del Museo de Arte "Antonio Paredes Candia"

## INFORMACION



**Atrás**, este botón permite, regresar al

- En la parte derecha de abajo se encuentra el boton de **atrás**, permite retornar al **menú principal**.

**3.2.3. Contáctanos**, en este módulo se describe, la información general del museo como: la dirección, teléfono, Ciudad/Localidad, Horarios, y Transporte.

## CONTACTANOS



**Atrás**, este botón permite, regresar al Menú Principal

- En la parte derecha de abajo se encuentra el boton de **atrás**, permite retornar al **menú principal**.

**3.2.4. Créditos**, este botón nos permitira ver la información del desarrollador.

## CREDITOS



**Atrás**, este botón permite, regresar al Menú Principal

**3.2.5. Salir**, este botón nos permitira salir de aplicación de Realidad Virtual MAAPC.



**MANUAL TÉCNICO**  
**APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD VIRTUAL PARA EL**  
**MUSEO DE ARTE “ANTONIO PAREDES CANDIA”**



Nayra Brunella Sarmiento Marquez

Ingeniería de Sistemas

Universidad Pública de El Alto

EL ALTO - BOLIVIA

2022

## **1.Introducción**

En esta fase se inicia con la preparación del ambiente, se realiza la instalación de las herramientas de trabajo, seleccionadas a utilizar y sus componentes, para el desarrollo del proyecto.

### **2.1. Configuración del Entorno**

En esta etapa se ha definido el entorno técnico y físico del proyecto.

#### **2.1.1. Soporte de Software y Hardware**

Para el soporte, modificaciones o actualizaciones de la Aplicación Móvil en Realidad Virtual es necesario los siguientes requerimientos en hardware y software:

##### **Hardware**

- ✓ Equipo de monitor, teclado y mouse
- ✓ Smartphone
- ✓ Gafas Virtuales VR BOX
- ✓ Tarjeta gráfica con DX9 o DX11.
- ✓ Tarjeta gráfica INTEL GRAPHIC 4000 o superior, o Nvidia o ATI con un 1G VRAM dedicada o superior
- ✓ 15 GB de espacio libre en el disco.
- ✓ 8 GB de memoria RAM.

##### **Software**

- ✓ Sistema Operativo (Windows 8 en adelante)
- ✓ Blender 2.8
- ✓ Audacity 2.3.2.
- ✓ Adobe Photoshop CS6
- ✓ Unity 2020.3.20
- ✓ Unity Remote 5
- ✓ Visual Studio Code 2019
- ✓ Sistema Operativo (Android 7 superior)
- ✓ SDK Android

- ✓ Para habilitar VR para las construcciones de su juego y el editor, configure la opción “Virtual Reality Supported” en Player Settings.

## **2.2. Herramientas empleadas para Aplicación Móvil con Realidad Virtual**

Los parámetros técnicos son los siguientes:

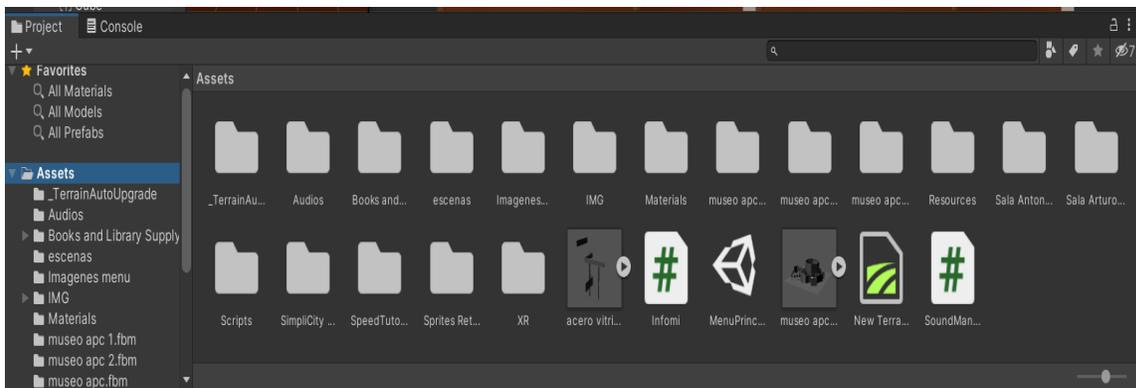
- Unity 3D, es un motor gráfico 3D para PC, MAC, Android, etc que viene empaquetado como una herramienta para crear juegos, aplicaciones interactivas, visualizaciones y animaciones en 3D, se utilizará la versión 2020.3.20f1, en este proyecto, que nos permitirá realizar cualquier cambio o actualización en la escena principal.
- Google VR SDK para Android, esta tecnología está diseñada para permitir a los desarrolladores de aplicaciones tradicionales mejorar las aplicaciones con contenido inmersivo.
- SDK de Android, es un conjunto de herramientas y bibliotecas de desarrollo de software que se requieren para desarrollar aplicaciones en Android.
- Blender, es un software de animación, renderizado y modelado en 3D, posee grandes características, para el desarrollo del proyecto se hará el uso de la versión 2.8. que nos permitirá realizar el modelado de las esculturas.
- Photoshop, es un programa de edición fotográfica, trabaja con mapas de bits y cualquier formato de imagen, permitiendo hacer montajes, manipular, modificar, editar y retocar, las fotografías tomadas de las obras de arte al igual el diseño de la interfaz, icono, letreros y fichas de información que sean necesarios para el proyecto.
- Audacity, es un programa gratuito de grabación y edición de audio, puede grabar sonidos, reproducir sonidos, importar y exportar archivos WAV, AIFF, y

MP3, mezclar pistas, o aplicar efectos a las grabaciones, será utilizada para la edición de los audios de descripción de las obras de arte.

- C Sharp C#, el lenguaje de programación C# es de código abierto y se ha utilizado en otros IDE's, y en múltiples sistemas operativos, como puede ser OSX o Android, este lenguaje nos permitirá desarrollar los scripts para nuestro proyecto.

### 2.3. Assets que contiene el Proyecto

En la carpeta de Assets del proyecto, se guardan las escenas dentro de esta se encuentra los directorios que serán utilizados para el proyecto, por lo tanto, aparecen en la ventana del Proyecto.



Los directorios donde se deben realizar las distintas modificaciones son:

- Sala Antonio Paredes Candia
- Sala Arturo Borja
- Sala Cecilio Guzmán de Rojas
- Scripts
- Materiales
- Modelos
- Audios
- Imágenes

#### 2.3.1. Carpetas que contiene cada Directorio

**Interfaz:** contiene imágenes de alta resolución para situarlo al inicio, al final de la aplicación, al igual que un icono para nuestra apk.

**Audio:** Esta carpeta, contiene los archivos de audio de descripción de las obras de arte.

**Scripts:** Esta carpeta contiene los archivos de código fuente para el desarrollo del proyecto de realidad virtual.

**Imágenes:** Esta carpeta contiene las imágenes que serán puesta en escena, en la sala que corresponda para su exposición.

**Modelos:** Esta carpeta contiene los modelos 3D, desarrollados en Blender que fueron exportados en formato. obj.

**Material:** Esta carpeta contiene los materiales, que son utilizados en conjunto con Mesh Renderer, que determinara la información de iluminación y textura que son combinadas para generar los pixeles del objeto renderizado en la pantalla.

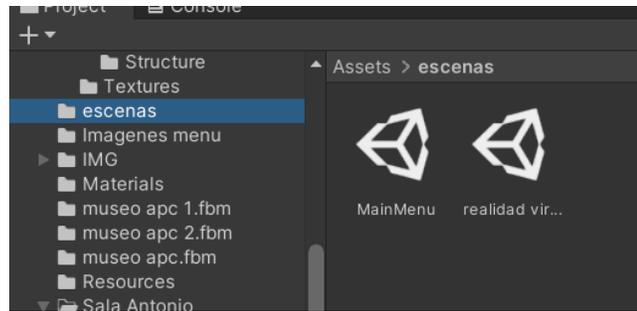
#### 2.4. Montaje y/o Actualización del Entorno

a) Se debe obtener los siguientes archivos para el montaje o actualización de las salas.

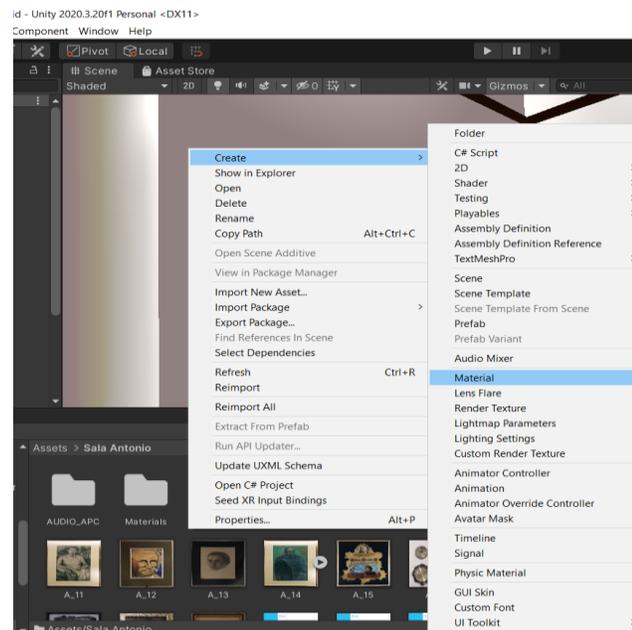
- ✓ Fotografías (Obras de arte en pintura).
- ✓ Modelados de las Esculturas.
- ✓ Fichas de Información, (Autor, Técnica, Año, Título de la obra, etc)
- ✓ Audio de cada obra de arte, si se requiere desarrollar un guion.

b) Una vez considerado el inciso anterior, podemos iniciar unity 2020.3.20f1, con el proyecto de nombre MAPC, una vez abierto el proyecto, nos dirigimos a la carpeta de nombre escenas y hacemos clic en la escena de **realidad virtual**, ahí podremos ver las diferentes carpetas en Audio, Imágenes y Modelos si corresponde.

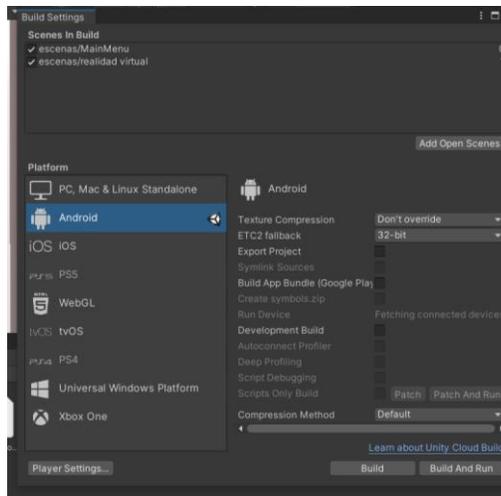
c) En la escena de **realidad virtual**, se elegirá la sala que será actualizada o montada.



- d) Una vez elegida la sala, se creará los materiales y los objetos para las obras de arte que serán actualizadas, también se insertara el audio que corresponda a cada obra de arte, (A través de audio source).



- e) Por último, de debe realizar el empaquetado de la aplicación en Android, para obtener nuestra apk, MAAPC actualizada.



### 3.Recomendaciones

- Contar con buen equipo, tomando en cuenta los requerimientos recomendados en software y hardware.
- Actualización del programa Unity 3D, hacer el uso de las últimas versiones, facilitara el desarrollo del proyecto.
- Al momento de montar o actualizar una sala, es recomendable tomar en cuenta los objetos más relevantes e importantes de la sala.