

# **UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO**

**ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**



## **PROYECTO DE GRADO**

**“APLICACIÓN MÓVIL**

**CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA OBTENCION INTERACTIVA DE  
INFORMACION AL VISUALIZAR LAS MUESTRAS QUE EXHIBE LA SALA DE  
HERPETOLOGIA DEL (MHNPV) DE LA U.A.P.”**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**POSTULANTE: UNIV. MARIO MUJICA MACHACA**  
**TUTOR: M.SC. LIC. HUMBERTO FERNANDEZ CALLE**  
**ASESOR: M.SC. ING. SAMUEL FUENTES CHAMBI**

**Cobija - Pando - Bolivia**

**2019**

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto de grado dedicada especialmente a mi Padre que está en el cielo y a cada uno de mis familiares, así mismo a las personas que me brindaron su apoyo mis amigos y familiares lejanos, pero sobre todo a mis padres, quienes me guiaron hasta este momento tan importante de mi Formación Profesional, lo más importante y maravilloso que me brindaron fue la motivación que despertó en mí un ansia de seguir escudriñando y así poder terminar un reto más en esta vida, un reto de concluir mis estudios académicos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Sobre todas las cosas añadidas, en primer lugar, quiero agradecer infinitamente a Dios todo poderoso por haberme permitido estar con vida hasta este momento, y sobre todo por darme la inteligencia, conocimiento y entendimiento de la temática abordada para el presente proyecto.*

*A mi familia especialmente a mi querido padre que está en el cielo, por su comprensión, paciencia y amor con el que me han apoyado desde el inicio de este camino. lo más importante y maravilloso que me brindaron fue la motivación que despertó en mi un ansia de seguir escudriñando y así poder terminar un reto más en esta vida, un reto de concluir mis estudios académicos.*

*A mis Profesores, compañeros y amigos quienes con una fuerza extendieron sus manos estando en los momentos difíciles de este camino, llevándome por un camino de sabiduría y paciencia*

# ÍNDICE

<b>1. MARCO INTRODUCTORIO</b> .....	13
<b>1.1. INTRODUCCION</b> .....	13
<b>1.2. ANTECEDENTES</b> .....	14
<b>1.2.1. ANTECEDENTE INSTITUCIONAL</b> .....	14
<b>1.2.2. ANTECEDENTES DE PROYECTOS SIMILARES</b> .....	15
<b>1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	18
<b>1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.</b> .....	19
<b>1.4. OBJETIVOS</b> .....	19
<b>1.4.1 Objetivo general.</b> .....	19
<b>1.4.2 Objetivos Específicos.</b> .....	19
<b>1.5. JUSTIFICACION</b> .....	20
<b>1.5.1. JUSTIFICACION ECONOMICA.</b> .....	20
<b>1.5.2. JUSTIFICACION SOCIAL.</b> .....	20
<b>1.5.3. JUSTIFICACION TECNOLOGICA</b> .....	20
<b>1.6. METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS</b> .....	21
<b>1.6.1METODOLOGIA</b> .....	21
<b>1.6.1.1. MADAMDM</b> .....	22
<b>1.6.2. HERRAMIENTAS</b> .....	23
<b>1.7. ALCANCES</b> .....	25
<b>2.MARCO TEORICO</b> .....	27
<b>2.1. REFERENCIA INSTITUCIONAL</b> .....	27
<b>2.1.1 REFERENCIA LEGAL</b> .....	27
<b>2.1.1.1 DESCRIPCION DE MHNPV-UAP</b> .....	27
<b>2.1.2 AMBIENTES DE EXHIBICION</b> .....	28
<b>2.1.3. SALA DE EXHIBICIÓN REPTILES</b> .....	29
<b>2.2. REFERENCIA TEÓRICA CONCEPTUAL</b> .....	30
<b>2.2.1. INGENIERIA DE APLICACIONES MOVILES:</b> .....	30
<b>2.2.2. METODOLOGÍAS ÁGILES PARA EL DESARROLLO DE</b> .....	30
<b>APLICACIONES MÓVILES</b> .....	30
<b>2.2.2.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO HÍBRIDO</b> .....	31
<b>2.2.2.2. METODOLOGÍA MOBILE-D</b> .....	31
<b>2.2.2.3. MOBILE DEVELOPMENT PROCESS SPIRAL</b> .....	31
<b>2.2.2.4. METODOLOGÍA MADAMDM</b> .....	31

<b>2.3. DISEÑO DE LA METODOLOGIA MADAMDM.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3.1. FASE DE REQUERIMIENTOS .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1.1. REQUERIMIENTO DE LOS USUARIOS.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA .....</b>	<b>34</b>
<b>2.3.2. FASE DE PLANIFICACIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>2.3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ROLES O EVENTOS.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.2.2. IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.2.3. MODELO DE ITERACIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>2.4. FASE DE DISEÑO .....</b>	<b>36</b>
<b>2.5. FASE DE CODIFICACIÓN.....</b>	<b>42</b>
<b>2.6. FASE DE PRUEBA .....</b>	<b>43</b>
<b>2.6.1. ETAPA DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>2.6.2. ETAPA DE RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>2.7. REALIDAD AUMENTADA .....</b>	<b>43</b>
<b>2.7.1. La Realidad Aumentada: un nuevo prisma para ver el mundo .....</b>	<b>44</b>
<b>2.8. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA .....</b>	<b>45</b>
<b>2.8.1. REALIDAD AUMENTADA EN MARKETING Y VENTAS .....</b>	<b>45</b>
<b>2.8.2. REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>2.8.3. REALIDAD AUMENTADA EN CAMPO DE LA MEDIINA.....</b>	<b>47</b>
<b>2.8.4. REALIDAD AUMENTADA EN LA PUBLICIDAD .....</b>	<b>48</b>
<b>2.8.5. REALIDAD AUMENTADA EN LA VISUALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA .....</b>	<b>48</b>
<b>2.8.6. REALIDAD AUMENTADA EN MUSEOS.....</b>	<b>49</b>
<b>2.8.6.1. EJEMPLOS DE RA EN MUSEOS.....</b>	<b>50</b>
<b>2.8.6.2. IMPORTANCIA Y VENTAJAS DE LA REALIDAD AUMENTADA EN MUSEOS .....</b>	<b>51</b>
<b>2.9. TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA EN LOS DISPOSITIVOS MÓVILES .....</b>	<b>52</b>
<b>2.9.1. TIPOS DE APLICACIONES MÓVILES .....</b>	<b>52</b>
<b>2.9.1.1. APLICACIÓN NATIVA.....</b>	<b>52</b>
<b>2.9.1.2. APLICACIÓN WEB.....</b>	<b>52</b>
<b>2.9.1.3. APLICACIÓN HÍBRIDA.....</b>	<b>53</b>
<b>2.10. TECNOLOGÍAS NECESARIAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA .....</b>	<b>53</b>
<b>2.10.1. PROCESO DE LA REALIDAD AUMENTADA .....</b>	<b>54</b>
<b>2.10.2. TIPOS DE REALIDAD AUMENTADA .....</b>	<b>57</b>
<b>2.11. CATEGORIA DE REALIDAD AUMENTADA .....</b>	<b>57</b>
<b>2.11.1. REALIDAD AUMENTADA CON MARCADORES .....</b>	<b>57</b>
<b>2.11.2. REALIDAD AUMENTADA SIN MARCADORES .....</b>	<b>59</b>
<b>2.12. HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA REALIDAD AUMENTADA .....</b>	<b>61</b>
<b>2.12.1. VUFORIA .....</b>	<b>61</b>

2.12.2. UNITY .....	67
2.12.3. BLENDER .....	68
<b>3. MARCO APLICATIVO .....</b>	<b>69</b>
<b>3.1. SEGÚN A LA METODOLOGÍA SE PROCEDERÁ A REALIZAR LA APLICACIÓN MÓVIL Y LA METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA APLICACIONES DE REALIDAD AUMENTADA .....</b>	<b>69</b>
3.1.1. REQUERIMIENTOS .....	69
3.1.1.1. REQUERIMIENTO DE LOS USUARIOS.....	70
3.1.1.2. REQUERIMIENTO DE LOS USUARIOS.....	70
3.1.1.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA .....	70
3.1.1.4. REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	71
3.1.1.5. TÉCNICAS.....	72
3.1.1.6. REALIDAD AUMENTADA.....	72
3.1.1.7. HARDWARE Y SOFTWARE .....	72
3.1.2. PLANIFICACIÓN.....	72
3.1.2.1. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS.....	72
3.1.2.2. MODELO DE ITERACIÓN .....	73
3.1.2.3. DIAGRAMA DE CASOS DE USO .....	73
3.1.2.4. MÓDULO DE REALIDAD AUMENTADA.....	77
3.1.2.5. IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	81
3.1.3. DISEÑO.....	83
3.1.3.1 DISEÑO CONCEPTUAL.....	83
3.1.3.2. DISEÑO NAVEGACIONAL.....	84
3.1.3.3. DISEÑO DE INTERFAZ ABSTRACTA.....	84
3.1.3.4. DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA ..	85
3.1.3.5. DISEÑO Y MODELADO .....	88
3.1.4. CODIFICACIÓN.....	100
3.1.5. PRUEBAS .....	109
3.1.5.1. PRUEBAS UNITARIAS .....	109
3.1.5.2. PRUEBAS DE INTEGRACIÓN .....	109
3.1.5.3. PRUEBAS DE VALIDACIÓN .....	109
3.1.5.1. PRUEBAS DE USABILIDAD .....	110
<b>4. .... EVALUACIÓN DE CALIDAD</b>	<b>111</b>
4.1. CALIDAD .....	111
4.2. FACTORES DE LA CALIDAD ISO 9126 .....	111
4.2.1. FUNCIONALIDAD .....	112
4.2.2. USABILIDAD .....	116
4.2.2.1. TEST DE USUARIO FINAL.....	116
4.2.3. PORTABILIDAD .....	116
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: .....</b>	<b>117</b>

<b>5.1. CONCLUSIONES</b> .....	117
<b>5.2. RECOMENDACIONES</b> .....	118
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	119
<b>ANEXOS A</b> .....	121
<b>ARBOL DE PROBLEMAS</b> .....	121
<b>ANEXO B</b> .....	122
<b>MANUAL DE INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN MOVIL</b> .....	122
<b>MANUAL DE USUARIO DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL PEDRO VILLALOBOS</b> .....	125

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 FASE DE MADMDM .....	22
FIGURA 2 ETAPAS DE METODOLOGÍA MADAMDM .....	22
FIGURA 3 FASES DE LA METODOLOGÍA .....	32
FIGURA 4 ETAPAS DE LA METODOLOGÍA MADAMDM .....	32
FIGURA 5 ETAPAS DE REQUERIMIENTOS .....	33
FIGURA 6 PLANTILLA DE REQUERIMIENTOS .....	34
FIGURA 7 ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN .....	35
FIGURA 8 PROCESO DE ACTIVIDADES .....	35
FIGURA 9 DIAGRAMA DE CASOS DE USO MENÚ PRINCIPAL .....	36
FIGURA 10 PATRÓN DE MVC PARA DISEÑO DE APLICACIÓN MÓVIL .....	38
FIGURA 11 EJEMPLO DE INTERFAZ ABSTRACTA .....	40
FIGURA 12 PASOS PARA DISEÑO DE APLICACIÓN MÓVIL .....	41
FIGURA 13 ESQUEMA DE APLICACIÓN MÓVIL .....	42
FIGURA 14 EJEMPLO DE PROCESO DE REALIDAD AUMENTADA .....	44
FIGURA 15 EJEMPLO DE REALIDAD AUMENTADA CON MARCADOR .....	45
FIGURA 16 EJEMPLO DE RA EN MARKETING .....	46
FIGURA 17 MULTIMEDIA DE APRENDIZAJE EN EDUCACIÓN .....	47
FIGURA 18 SISTEMA INFORMÁTICO PARA TOMA DE DECISIONES .....	47
FIGURA 19 REALIDAD AUMENTADA PARA ARQUITECTURA E INDUSTRIA .....	49
FIGURA 20 EXPOSICIÓN DE RA EN EL MOMA DE NUEVA YORK .....	50
FIGURA 21 ULTIMATE DINOSAURS .....	51
FIGURA 22 COMPARACIÓN DE TIPO DE APLICACIONES MÓVILES .....	53
FIGURA 23 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE REALIDAD AUMENTADA .....	54
FIGURA 24 EJEMPLO DE PUNTOS DE DETECCIÓN .....	55

FIGURA 25 ARQUITECTURA DE SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA .....	56
FIGURA 26 EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE CÓDIGO QR.....	58
FIGURA 27 COMPARATIVA DE CAPACIDAD DE CORRECCIÓN DE QR .....	58
FIGURA 28 EJEMPLO DE CÓDIGO DE BARRA MATRIZ DE DATOS .....	59
FIGURA 29 ANATOMÍA DE UN SÍMBOLO PDF417 .....	59
FIGURA 30 EJEMPLO DE IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS EN IMÁGENES DE OBJETO.....	60
FIGURA 31 COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA EL DESARROLLO DE REALIDAD AUMENTADA .....	61
FIGURA 32 ARQUITECTURA VUFORIA.....	64
FIGURA 33 ARQUITECTURA DE SDK DE VUFORIA .....	64
FIGURA 34 TRANSFORMACIONES GEOMÉTRICAS UTILIZADAS EN RA .....	69
FIGURA 35 REQUERIMIENTO FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES .....	70
FIGURA 36 CASOS DE USO MENÚ PRINCIPAL DE APK .....	74
FIGURA 37 CASOS DE USO IMAG TARGETS.....	77
FIGURA 38 DIAGRAMA DE CLASES PARA DESARROLLO DE APK .....	79
FIGURA 39 DIAGRAMA DE SECUENCIA UI PRINCIPAL.....	80
FIGURA 40 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE APK.....	80
FIGURA 41 DIAGRAMA DE COMPONENTES DE SISTEMA DE RA .....	81
FIGURA 42 EJEMPLO DE INTERFAZ GRÁFICA DE RA DE LA APK. ....	84
FIGURA 43 DISEÑO DE UI PARA EL INICIO DE LA APLICACIÓN MÓVIL .....	85
FIGURA 44 DISEÑO DEL UI PARA EL MENÚ PRINCIPAL DE LA APLICACIÓN MÓVIL .....	85
FIGURA 45 DISEÑO DE UI INSTRUCCIONES PARA LA APLICACIÓN MÓVIL .....	86
FIGURA 46 DISEÑO DE UI ACERCA DE MHNPV DE LA APLICACIÓN MÓVIL .....	86
FIGURA 47 DISEÑO DE UI INFORMACIONES DEL MHNPV DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	87
FIGURA 48 DISEÑO DE UI REDES SOCIALES PARA VISITAR AL MUSEO .....	87
FIGURA 49 DISEÑO DE UI INICIAR RA DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	87
FIGURA 50 DISEÑO DE MARCADORES DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA APK .....	88
FIGURA 51 DETALLE DE DISEÑO DE ANACONDA EN 3D.....	89
FIGURA 52 TEXTURIZADO DEL MODELO ANACONDA .....	89
FIGURA 53 DISEÑO DE MODELO BOYE EN 3D.....	90
FIGURA 54 RENDERIZADO Y TEXTURIZADO DEL MODELO BOYE .....	90
FIGURA 55 DETALLE DEL MODELO EN 3D DE PETA.....	91
FIGURA 56 TEXTURIZADO DEL MODELO EN 3D .....	91
FIGURA 57 DETALLE DE MODELO EN 3D LAGARTO.....	92
FIGURA 58 MODELO RENDERIZADO DE PETA DE TIERRA.....	92

FIGURA 59 DETALLE DEL MODELO EN 3D DE PENI .....	93
FIGURA 60 MODELO RENDERIZADO DE PENI EN 3D .....	93
FIGURA 61 MODELO DE PUCARARA EN 3D .....	94
FIGURA 62 MODELO RENDERIZADO DE PUCARARA EN 3D .....	94
FIGURA 63 CONTEXTO MODELO DE LORA EN 3D.....	95
FIGURA 64 RENDERIZADO DEL MODELO DE LORA EN 3D.....	95
FIGURA 65 INCORPORACIÓN DE CONTENIDO DE RA AL MARCADOR .....	96
FIGURA 66 EJEMPLO DE REALIDAD AUMENTADA DE ANACONDA .....	96
FIGURA 67 REALIDAD AUMENTADA DE BOA CONSTRICTORA .....	97
FIGURA 68 REALIDAD AUMENTADA DE PETA DE TIERRA.....	97
FIGURA 69 REALIDAD AUMENTADA DE LAGARTO.....	98
FIGURA 70 REALIDAD AUMENTADA DE PENI.....	98
FIGURA 71 REALIDAD AUMENTADA DE PUCARARA.....	99
FIGURA 72 REALIDAD AUMENTADA DE LORA ARBORÍCOLA.....	99
FIGURA 73 FORMULARIO DE REGISTRO PARA CREAR CUENTA EN VUFORIA .....	100
FIGURA 74 LICENCIA DE VUFORIA PARA EL RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES .....	100
FIGURA 75 CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN LA PÁGINA WEB DE VUFORIA .....	101
FIGURA 76 PUNTOS DE RECONOCIMIENTO DE MARCADOR DE TAXIDERMIAS.....	102
FIGURA 77 AJUSTES DE MARCADOR EN UNITY CON LA INFORMACIÓN VIRTUAL. ....	102
FIGURA 78 CÓDIGO FUENTE PARA CONTROL DE AUDIO CON MARCADOR.....	103
FIGURA 79 CÓDIGO FUENTE DE CONTROLADOR DE ESCENAS .....	103
FIGURA 80 CÓDIGO FUENTE CONTROLADOR DE URL PARA REDES SOCIALES .....	104
FIGURA 81 ICONO INICIO DE SESIÓN DE APK .....	104
FIGURA 82 MENÚ PRINCIPAL DE APK DE REALIDAD AUMENTADA.....	105
FIGURA 83 UI PANEL DE INFORMACIÓN INSTRUCCIONES .....	105
FIGURA 84 PANEL DE INFORMACIÓN DE MHNPV .....	106
FIGURA 85 FUENTE DE INFORMACIÓN DE VISITAS.....	106
FIGURA 86 LOCALIZACIÓN DE MHNPV .....	107
FIGURA 87 SALIR DE LA APK.....	107
FIGURA 88 UI CÁMARA DE REALIDAD AUMENTADA DE LA APK.....	108
FIGURA 89 EJEMPLO DE CONTENIDO DE REALIDAD AUMENTADA.....	109
FIGURA 90 PRUEBA DE APLICACIÓN MÓVIL CON REALIDAD AUMENTADA.....	110
FIGURA 91 PRUEBA DE REALIDAD AUMENTADA DE LAGARTO .....	110

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL APK.....	24
TABLA 2 DIAGRAMA DE CASOS DE USO INICIAR RA .....	75
TABLA 3 CASOS DE USO INSTRUCCIONES .....	75
TABLA 4 CASOS DE USO PANEL DE INFORMACIÓN ACERA DE MHNPV .....	76
TABLA 5 CASOS DE USO INFORMACIONES .....	76
TABLA 6 CASOS DE USO RECONOCIMIENTO DE MARCADOR DE RA .....	78
TABLA 7 CUADRO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	83
TABLA 8 VARIABLES PARA LA EVALUACIÓN .....	112
TABLA 9 VALOR DE COMPLEJIDAD .....	113
TABLA 10 FUNCIONES SEGÚN SU COMPLEJIDAD .....	114
TABLA 11 FACTORES DE PONDERACIÓN SIN AJUSTAR.....	114
TABLA 12 TEST DE FACTOR DE USABILIDAD .....	116
TABLA 13 FACTORES DE EFICIENCIA .....	117

## **RESUMEN**

El presente proyecto tiene el objetivo de desarrollar e implementar una Aplicación Móvil que incorpore la tecnología de Realidad Aumentada, con la finalidad de proporcionar y ofrecer a los visitantes una herramienta interactiva que haga mejorar la experiencia, adaptándose a las necesidades de los usuarios permitiendo así visualizar la información con contenidos multimedia sobre las muestras como: Anaconda, Boa Constrictora, Peni, Peta de Tierra, Lagarto, Lora Arborícola y Pucarara. Basándose para el desarrollo de la Aplicación bajo la metodología MADAMDM que tiene fases y etapas de desarrollo para su óptima ejecución del proyecto.

Bajo la metodología de desarrollo se logró implementar la Aplicación Móvil con Realidad Aumentada para la sala de Herpetología del MHNPV, donde la APK fue probada el día internacional del Museo llamado (Noche de Museo) en el Departamento de Pando, donde los visitantes interactuaron con la información sobre las taxidermias que cuenta la sala, dando como conclusión sobre el proyecto implementado, el MHNPV de la UAP ha sido uno de los primeros en mostrar e implementar este tipo de tecnología emergente que es la Realidad Aumentada permitiendo así innovar la forma de guía a los visitantes.

**PALABRAS CLAVES:** Tecnología de Realidad Aumentada, Información Virtual de taxidermias, MHNPV

## **ABSTRACT**

The present project has the objective of developing and implementing a Mobile Application that incorporates the Augmented Reality technology, with the purpose of providing and offering visitors an interactive tool that improves the experience, adapting to the needs of the users thus allowing to visualize the information with multimedia contents on the samples as: Anaconda, Boa Constrictor, Peni, Peta de Tierra, Lagarto, Lora Arboricola and Pucarara. Based on the development of the application under the MADAMDM methodology, which has phases and stages of development for its optimal execution of the project.

Under the development methodology, the Mobile Application with Augmented Reality was implemented for the Herpetology room of the MHNPV, where the APK was tested on the International Day of the Museum called (Museum Night) in the Department of Pando. where the visitors interacted with the information about the taxidermies that the room counts, giving as conclusion about the implemented project, the MHNPV of the UAP has been one of the first to show and implement this type of emerging technology that is the Augmented Reality thus allowing innovate the way to guide visitors.

**KEY WORDS:** Augmented Reality Technology, Virtual Taxidermy Information, MHNPV

# 1. MARCO INTRODUCTORIO

## 1.1. INTRODUCCION

Con el presente proyecto de desarrollo de una aplicación móvil para la obtención interactiva de información de las muestras u objetos que exhibe la sala de herpetología (Reptiles y Anfibios) del Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando aplicando la realidad aumentada con la metodología MADAMDM y así lograr mayor interés en las muestras de exhibición.

En los últimos años la realidad aumentada está consiguiendo un protagonismo innovador en la sociedad, cada vez más importantes en diversas áreas de conocimiento, mostrando la versatilidad y posibilidad que presenta esta nueva tecnología emergente derivada de la realidad virtual. Cuenta con una capacidad de sobreponer objetos virtuales en un entorno real. Fruto de esa dimensión educativa cultural que representa, se han desarrollado en otros países internacionales, nacionales varios proyectos referidos a diferentes ámbitos en este caso en específico en los museos, centros culturales y galerías de arte es así que no pueden mantenerse al margen de estas transformaciones que están afectando directamente al consumo de experiencias culturales y por lo tanto al acceso al arte y a la cultura desde cualquier perspectiva tampoco pueden negar la demanda, por parte del espectador, de experiencias interactivas, no siempre explicada con el ejemplo como práctica.

En este ámbito el museo, debido a la limitada de difusión de información para innovar experiencia de los visitantes, se busca de manejar el contenido multimedia de manera eficiente y segura, ve la necesidad de la implementación de un sistema de realidad aumentada, que enriquezca la experiencia del usuario. Sin duda alguna para desarrollar un sistema se requiere una metodología adecuada, ya que estas juegan un papel importante en el éxito de un proyecto. Para el desarrollo del sistema propuesto se utiliza como metodología de desarrollo metodología **MADAMDM**.

En este sentido el presente proyecto de grado tiene como propósito, desarrollar aplicación móvil interactiva para la enseñanza y aprendizaje de las muestras de exhibición de la sala de herpetología (Reptiles y Anfibios) del Museo de Historia Natural Pedro Villalobos aplicando la realidad aumentada con la metodología MADAMDM.

## **1.2. ANTECEDENTES**

Los museos en la ciudad de Cobija atraviesan una etapa de estancamiento en la forma de llegar a la audiencia, esto a causa de que siguen aplicando las guías o exposiciones tradicionales acerca de las muestras u objetos que exhibe el museo, sobre diversificación faunística del departamento de Pando ya que es el patrimonio cultural de la amazonia.

Surge la necesidad de implementar una nueva tecnología emergente que es la realidad aumentada, donde pueda innovar la experiencia enriquecedora en la recolección de información por partes de los visitantes al visualizar las muestras u objetos que exhibe la sala de herpetología del museo Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando.

En los últimos años, el turismo ha experimentado un continuo crecimiento y diversificación, convirtiéndose en uno de los sectores económicos de mayor envergadura, el departamento de Pando cuenta con la suficiente cantidad y calidad de atractivos turísticos faunísticos únicos que exhibe a los visitantes.

Hace pocos años, añadir información digital sobre cualquier objeto era imposible, pero con la investigación y el avance tecnológico ha sido eficiente ver cualquier tipo de información digital sobre cualquier tipo de objeto u muestra. Esto se debe al avance de tecnologías emergentes como son la realidad aumentada, que permite visualizar, sobreponer, combinar elementos virtuales multimedia sobre un entorno real de forma interactiva y en tiempo real.

### **1.2.1. ANTECEDENTE INSTITUCIONAL**

El Centro de Investigación y Preservación de la Amazonía (CIPA), se creó mediante Resolución HCU 18/95 del 07/07/1995, como una dependencia de investigación que orientaría sus acciones a la definición de políticas y estrategias para la preservación y conservación de los recursos naturales, el asesoramiento técnico científico a las diferentes instituciones que trabajan en el departamento Pando y al apoyo en la formación de los estudiantes de las carreras de la Universidad Amazónica de Pando, con perspectiva de un aprovechamiento racional de los recursos naturales, en procura de conseguir el desarrollo sostenible de la amazonia boliviana.

El Museo de Historia Natural Pedro Villalobos (MHNPV), es una unidad del CIPA, que tiene por objetivo mostrar a la población en general la biodiversidad faunística de Pando cuenta con los siguientes salas o ambientes que reflejan la biodiversidad del departamento.

- ✓ SALA DE TRADICIONES CULTURALES GOMA Y CASTAÑA.
- ✓ SALA DE MASTOZOLOGÍA (MAMÍFEROS).
- ✓ **SALA DE HERPETOLOGÍA (REPRILES Y ANFIBIOS).**
- ✓ SALA DE ENTOMOLOGÍA (INVERTEBRADOS).
- ✓ SALA DE ICTIOLOGÍA (PECES).
- ✓ SALA DE OSTEOLOGÍA.
- ✓ SALA DE FÓSILES.

Está dividida en dos secciones:

**1.- colección de exhibición.** - abierta para el público en general, en la que se enseña en un lenguaje sencillo para que tanto adultos como niños puedan entender. Este ambiente cuenta con muestras representativas del departamento como: cráneos de mamíferos, muestras de Víboras venenosas y no venenosas, anfibios, peces, insectos y algunas aves.

**2.- colección científica.** - área restringida solamente para estudiantes, investigadores y científicos afines al área.

En esta sección están depositados los especímenes colectados de las diferentes evaluaciones e inventarios realizados en diferentes localidades del departamento.

### **1.2.2. ANTECEDENTES DE PROYECTOS SIMILARES**

A continuación, se menciona los siguientes proyectos similares.

**TITULO: “CONOCIMIENTO E IDENTIDAD DEL PATRIMONIO HISTÓRICO CULTURAL CON EL USO DE APLICACIONES MÓVILES CON REALIDAD AUMENTADA EN LOS VISITANTES DEL MUSEO IQUITOS EN EL AÑO 2016.”**

**AUTORES: JOSÉ ABEL ARBILDO PAZ**

**ASTRID LORENA TELLO SANCHEZ**

**PAIS: PERU**

La investigación tuvo como objetivo usar la aplicación Móvil de Realidad Aumentada para mejorar el conocimiento e Identidad del Patrimonio Histórico Cultural en los visitantes al Museo Iquitos.

La investigación pertenece al tipo descriptivo y su diseño fue el no experimental de tipo transversal, la población estuvo conformada por 1266 visitantes al museo Iquitos y la muestra

estuvo representada por el 50 visitante cuya selección se efectuó en forma no probabilística intencionada, la técnica que se empleó en la recolección de datos fue la encuesta y el instrumento el cuestionario.

**TITULO.: INSTALACIÓN INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA PARA EL MUSEO INTERACTIVO SAMOGA DE MANIZALES.**

**RESUMEN.:** Este documento presenta el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada para las instalaciones interactivas “Yurupari”, “Pachamama”, “Chiminigagua” y “bachue” que son parte del proyecto “Los siete mundos de Samoga”.

Este proyecto busca fomentar la apropiación del territorio cafetero, ofreciendo a los usuarios diferentes actividades interactivas. Este proyecto fue propuesto por el museo interactivo Samoga de la Universidad Nacional de Manizales.

El alcance del proyecto es desarrollar una aplicación con contenido de realidad aumentada, que enseñe un poco sobre la cultura y saberes regionales de la zona cafetera del país.

AUTOR.: Javier Darío López Acosta

**TITULO.: DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL COMO APOYO A CARTAS TRADICIONALES DE RESTAURANTES UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA: CASO DE ESTUDIO RESTAURANTE TÜRKIYË DONER KEBAB.**

**RESUMEN.:** El proyecto aquí presentado se encuentra enfocado al desarrollo de un prototipo de aplicación para dispositivos móviles sobre la plataforma Android, con la utilización de herramientas de realidad aumentada; En este se da inicialmente una explicación de las tecnologías y herramientas disponibles a los desarrolladores como son las plataformas de desarrollo Android, Unity y Vuforia.

Posteriormente se describe el proceso de implementación del prototipo utilizando una metodología de desarrollo ágil SCRUM, enfocando el producto a la resolución de un problema en el sector gastronómico – caso de estudio del restaurante Türkiyë Doner Kebab.

AUTOR.: Victor Manuel Forero

**TITULO: “APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA PARA MEJORAR LA EXPERIENCIA DE LOS VISITANTES CASO: MUSEO DE ARTE ‘ANTONIO PAREDES CANDIA’”**

AUTOR: MARÍA EUGENIA LUCERO LAURA

Con este proyecto se creó un nuevo concepto de visita, adaptándose a las necesidades de los visitantes, permitiéndoles apreciar mejor lo que estarán visualizando gracias a la interactividad e información multimedia que se tiene de las obras presentes en el Museo de Arte “Antonio Paredes Candia”. Se modelaron obras en 3D, entre los cuales están: esculturas, piezas arqueológicas, elementos costumbristas, los cuales se muestran de manera interactiva y en tiempo real, permitiendo así apreciar mejor los detalles técnicos de las obras, logrando mejorar la experiencia de los visitantes al momento de visualizar las obras.

Para la creación de la Aplicación Móvil, se usaron dos metodologías: la metodología MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles y la metodología de Diseño para Aplicaciones de Realidad Aumentada enfocada a Museos, las cuales se acomodan y se combinan perfectamente para el desarrollo de la Aplicación Móvil.

TITULO.: Sistema móvil de Realidad Aumentada para el Apoyo a un Museo.

AUTOR.: Hipólito Tenorio Cristian Solís Morales Leonardo

RESUMEN.: El sistema consta de un repositorio de datos de las piezas de mayor interés que se exponen en el museo, al cual se accede mediante una aplicación móvil de Realidad Aumentada (RA) desarrollada en la plataforma Android, permitiendo al usuario obtener información detallada de las piezas que se está enfocando. La información que se muestra es texto plano o bien contiene multimedia, dependiendo de la información con la que cuente y desee mostrar el museo.

**LOCAL.:**

De acuerdo un estudio de investigación sobre el uso de la tecnología de realidad aumentada aplicada a museos en la ciudad de Cobija no se pudo encontrar ningún trabajo semejante.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad el Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando cuenta con siete salas que reflejan la Biodiversidad faunística las cuales son: Sala de tradiciones culturales goma y castaña, sala de mastozoología (mamíferos), sala de herpetología (reptiles y anfibios), sala de entomología (invertebrados), sala de ictiología (peces), sala de osteología y sala de fósiles. Donde se pudo observar que la información en las muestras u objetos de exhibición es escasa en donde solo se muestra información en texto plano sobre los objetos o artículos que se exponen en dicho museo, o bien, en peor de los casos no se muestra información sobre dichas muestras de objetos que se exhibe, esto representa problema para el usuario que llega a visitar al museo.

La información que brinda la guía presencial acerca de lo objetos de exhibición que posee el museo no permite interactuar de manera dinámica e interactiva a los visitantes, una de las normas que tiene el museo para su visita establece que las muestras u objetos de exhibición no deben ser tocadas, eso hace que el usuario quede insatisfecho durante el recorrido. El servicio de guía del Museo solo cuenta con dos guías por turno a veces se ve la ausencia de guías y muchas veces no cubre la satisfacción del recorrido del Museo, a causa de poca interactividad con la información a los visitantes puesto que entran varios simultáneamente, por la incapacidad del espacio que cuenta cada sala están obligados a dividir por grupos.

En ciertas ocasiones al visitante le resulta aburrido estar escribiendo o leyendo toda la información en texto plano que brinda el museo, en algunas muestras de exhibición brinda muy poca información la cual está en papel impreso, y eso da como resultado que la atención de guía presencial que se presta a los objetos de exhibición por parte del expositor es nula o bien, se conserva poca información acerca de la misma para satisfacer con información adicional y de forma dinámica a los visitantes, de la misma manera por desconocimiento de tecnología emergente no usan recursos didácticos tecnológicos como herramienta para obtener información interactiva a los visitantes en el museo.

En mayor parte los visitantes que llegan al Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando son estudiantes de los colegios del Departamento de Pando, muchos de ellos lo hacen por trabajos educativos y para conocer la culturales faunística, y otros por conocer nuestra cultura amazónica y parte de su pasado, es decir, esta minoría proviene de otros departamentos del interior del país o de países vecinos.

Durante el análisis Se vio el escaso uso de recursos didácticos tecnológicos como una herramienta, para ello se desarrolla una aplicación móvil con realidad aumentada Para la obtención interactiva de información de las muestras que se exhibe en la sala de herpetología (Reptiles) del Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando que permita interactuar con la información virtual multimedia.

### **1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

“Escaso uso de recurso tecnológico de obtención interactiva de información de las taxidermias que se exhibe en la sala de herpetología (Reptiles) del Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando.”

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Desarrollar una aplicación móvil para la obtención interactiva de información al visualizar las taxidermias que exhibe la sala de herpetología (Reptiles) del Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando aplicando la realidad aumentada como herramienta con la metodología MADAMDM.

### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

- Analizar los requerimientos de la sala de herpetología, mediante un modelo de casos de uso para establecer el proyecto y definir las funcionalidades del sistema.
- Implementar los marcadores de Realidad Aumentada aplicada en las muestras u objetos de exhibición de la sala de herpetología enfocando con la cámara del dispositivo móvil.
- Visualizar la información de las muestras u objetos en exhibición de la sala de herpetología a través de contenidos multimedia por medio de la aplicación móvil.
- Validar el funcionamiento de la aplicación móvil propuesto a base de los requisitos del usuario.

## **1.5. JUSTIFICACION**

### **1.5.1. JUSTIFICACION ECONOMICA.**

Con la implementación del presente Aplicación Móvil el Museo brinda nueva forma de visita guiada, el cual ayuda tener más visitantes por lógica tendrá un ingreso económico valorable para MHNPV de la misma manera para la Universidad Amazónica de Pando como son las contrataciones de personal para guías presenciales y materiales tradicionales ya que el CIPA es dependiente de UAP, posteriormente para ser reinvertidos en favor del museo, y el patrimonio cultural faunística.

Además, en la actualidad los dispositivos móviles con sistema operativo Android han bajado considerablemente de precio y hoy en día se puede encontrar dispositivos móviles con buenas características a bajos precios. La presente aplicación móvil que se desarrollara pretende aprovechar la funcionalidad y capacidad de los dispositivos móviles, reducirá gastos innecesarios y así mismo reducirá aparatos costosos, sino que propios visitantes usaran sus dispositivos inteligentes al momento de exhibir las muestras en la sala de herpetología.

### **1.5.2. JUSTIFICACION SOCIAL.**

Al implementar las nuevas tecnologías como herramienta permite al visitante interactuar con la información de las taxidermias que exhibe el Museo, se busca innovar, enriquecer la experiencia a los visitantes, esto mejorar significativamente su experiencia al visualizar sin necesidad de manipular de una forma interactiva, logrando así una mayor apreciación de la muestra de la sala de herpetología y que puede valorar con mayor énfasis la cultura faunística de la Amazonia.

Además, con la implementación de Realidad Aumentada al museo beneficia a la Universidad Amazónica de Pando, ya que será el primer museo del departamento de Pando que incorpore este tipo de tecnología emergente e innovador.

### **1.5.3. JUSTIFICACION TECNOLOGICA**

En la actualidad la gran mayoría de la población cuenta con teléfonos inteligentes, esto debido a que la gran mayoría llega de gama media baja y media alta, convirtiéndose en múltiples herramientas de usos muy diversos como ser, cámara, calculadora, agendas, y otros. Lo cual convierten en el centro digital de la nueva era, Es importante promover el desarrollo de sistemas de realidad aumentada como recurso didáctico tecnológico para mejorar la obtención de información interactiva.

De la misma manera para los estudiantes de los colegios y visitantes de otros departamentos del interior el Museo es una fuente importantes de información sobre las diferentes culturas y la biodiversidad faunística que cuento el Departamento de Pando y al mismo tiempo ayudan a la preservación de historias culturales de la población, es importante que los museos integren este tipo de tecnología emergentes como es la realidad aumentada que hoy en día está renovando la forma de percibir la información aumentada a través de marcadores en tiempo real con cada uno de los objetos que se exhibe en el museo para enriquecer la experiencia a los visitantes una forma de innovar la exposición en salas de exhibición.

## **1.6. METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

### **1.6.1METODOLOGIA**

Par el desarrollo del presente proyecto de grado, se emplea el método sistemático en base al desarrollo de la Metodología MADAMDM, siendo una metodología establecida en prácticas ágiles.

La metodología ágil para el diseño de aplicaciones multimedia de dispositivos móviles MADAMDM , la cual nos ayudará en: la recolección de información necesaria de la situación actual del museo para ver cuáles son las características fundamentales que predomina en una Aplicación Móvil que incorpore la tecnología de realidad aumentada para luego analizar el estado actual del museo, la organización y planificación de actividades, el diseño de diferentes diagramas, la codificación tomando en cuenta que el tipo de aplicación a desarrollar para la sala de herpetología será nativa, las pruebas donde se evaluarán las factibilidades y ejecuciones dentro de los dispositivos móviles.

La metodología de diseño de aplicación nativa de Realidad Aumentada enfocada a museo considera los aspectos primordiales para lograr un software de calidad, el cual nos ayudará en: la selección de áreas y muestras del museo, definir el hardware y el software de desarrollo, el diseño de marcadores, modelados y texturizados 3D, los cuales permitirán un buen desarrollo de la Realidad Aumentada, el diseño de interfaz, la codificación y las pruebas necesarias.

### 1.6.1.1. MADAMDM

Fases de la metodología MADAMDM.

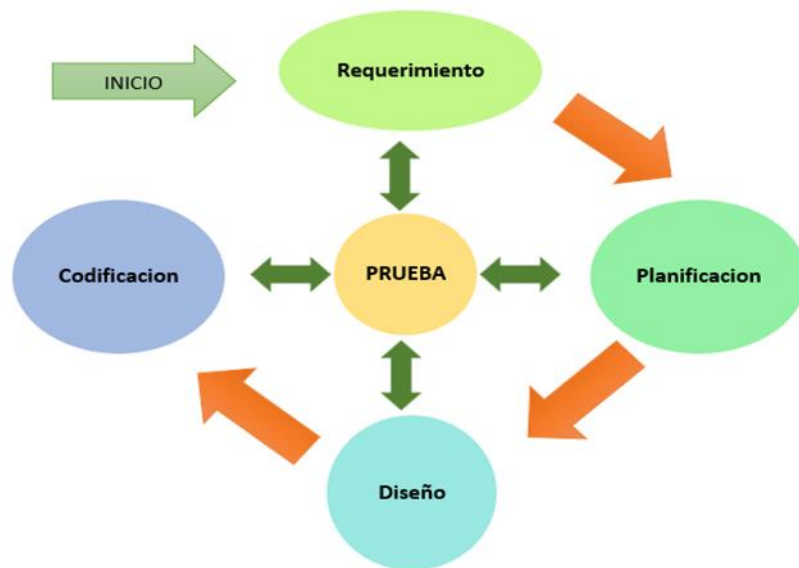


FIGURA 1 Fase de MADAMDM

Fuente: (Elaboración propia)

Tomando en cuenta, que con MADAMDM se pasa por cada una de sus fases y evaluar en su modo de prueba el funcionamiento o ejecución de la aplicación, quedando en general las siguientes fases y etapas para el desarrollo de la metodología se muestra

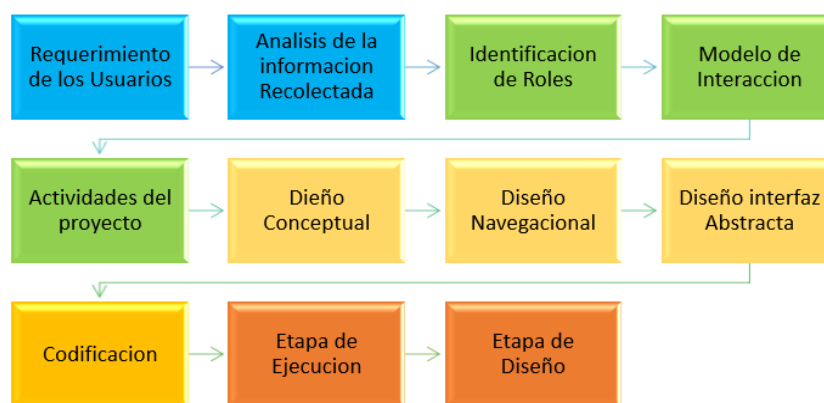


FIGURA 2 Etapas De Metodología MADAMDM

Fuente: (Elaboración propia)

## 1.6.2. HERRAMIENTAS

Para realizar la Aplicación Móvil de realidad aumentada se tienen las siguientes herramientas con los cuales se va a desarrollar el proyecto para logrado y obtener resultados tanto para una computadora como también para dispositivos móviles.

HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN	USO
CSharp	Lenguaje de programación para la funcionalidad de la Aplicación Móvil.	Lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado y estandarizado
Blender	Programa dedicado especialmente al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales.	Se realiza la virtualización, las texturas y renderizado con herramientas como fotografías para realizar la virtualización del mismo.
Vuforia	Framework	SDK que permite trabajar con Unity 3D, creación de DB
Unity	Unity es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies.	Además de virtualizar y realizar animaciones ayuda con la compilación para dispositivos móviles Android.
Android Studio	Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android y se basa en IntelliJ IDEA . Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece aún más funciones que	Además de ser un entorno de desarrollo es una de las herramientas más importantes para su exportación y compilación para sistema operativo de Android, considerando como uno de los requerimientos para Unity es el SDK, NDK y JDK.

	aumentan tu productividad durante la compilación de apps para Android	
Paint.Net	Paint.NET es un editor de imágenes para Windows, desarrollado en el marco de trabajo	Es un editor de Fácil uso para edición de imágenes.
Camtasia	Camtasia, anteriormente Camtasia Studio y Camtasia para Mac, es una suite o conjunto de programas, creados y publicados por TechSmith, para crear tutoriales en vídeo y presentaciones vía screencast, o a través de un plug-in de grabado directo en Microsoft PowerPoint.	Edición de audio y video
Enterprise Architect	Enterprise Architect es una herramienta de diseño y modelado visual basada en OMG UML. La plataforma soporta: el diseño y construcción de sistemas de software; modelado de procesos de negocio; y modelado de dominios basados en la industria	Diseño y modelos de casos de uso, clases y interfases.

TABLA 1 Herramientas para el desarrollo del APK

Fuente: (Elaboración propia)

Las herramientas con las cuales se desarrollará son: Blender, esta herramienta coadyuva al modelamiento del objeto a ser virtualizado con la ayuda de fotografías tomadas desde varios ángulos y al mismo tiempo realizar la texturización y renderización del elemento virtualizado. Se maneja Unity3D para el proceso de realidad aumentada que trabaja en conjunto con la biblioteca de Vuforia que brinda la cámara de RA que hace que reconozca el elemento virtual desde el marcador el cual también Vuforia facilita los paquetes para el proceso de marcadores. Unity3D también ayuda a compilar la aplicación para dispositivo móviles Android y brinda un lenguaje de programación como es C# propio de Unity especialmente para juegos en 3D.

## **1.7. ALCANCES**

Para el desarrollo del presente proyecto, se tiene los siguientes alcances lo cual proporcionará la información virtual de las muestras u objetos de la sala de herpetología (REPTILES) que exhibe el Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando, para su evaluación de calidad de la aplicación se va considerar la norma ISO 9126.

- Aplicación móvil interactiva como herramienta para mejorar la obtención de información de las muestras u objetos de la sala de herpetología que exhibe el museo de Historia Natural Pedro Villalobos.
- Diseño de los marcadores para los modelos en 3D, que serán necesarios para que se lleve a cabo el proceso de realidad aumentada en la sala de herpetología.
- Modelar las muestras que se exhibe en la sala de herpetología en 3D, las cuales son: Anaconda, Boa Constrictora, Peni, Peta de tierra, Lagarto, Lora y Pucarara. En el cual se incorporará también contenidos multimedia.
- Módulo de RA para contenidos de multimedia, que serán usadas para que se aplique el proceso de Realidad Aumentada.

Implementar los siguientes módulos de aplicación móvil interactiva:

- Diseño de los marcadores, que serán necesarios para que se lleve a cabo el proceso de Realidad Aumentada. Se usarán los image targets.
- Módulo iniciar Realidad Aumentada, que se encargará de realizar el proceso de Realidad Aumentada a partir del reconocimiento de los marcadores.

- Modulo menú principal. En donde se incluirá menú principal, menú secundario de la aplicación móvil. Se realizará diseño de interfaces UI.
  - El inicio de la aplicación.
  - Iniciar RA.
  - Instrucciones
  - Acerca del Museo
  - Informaciones (Normas de visita y horarios)
- Menú de los módulos.
  - Modulo sala de reptiles.
  - Regresar al menú principal
- Modulo iniciar RA:

Es la que contiene la RA. Escanear y reconocer los marcadores para reproducir el contenido multimedia.

- Contenido multimedia a partir del Image Targets.
  - Contenido digital (Virtual)
  - Objetos en 3D, modelado de los objetos de las muestras de exhibición herpetología.
- Modulo salida: Cierra la aplicación automáticamente.
  - Manual de Instalación de APK.
  - Manual de usuario.
  - Información multimedia, donde se seleccionará imágenes 2D que describan a los objetos que se modelaran y se busca información aumentada o adicional importante que exhibe la sala de herpetología para mostrarse juntamente con la RA.
- El módulo de realidad aumentada solo funcionara dentro de las instalaciones del Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando, dado que los marcadores serán posicionados en las muestras u objetos de la sala de herpetología (reptiles y anfibios).
  - El funcionamiento de aplicación es por medio del reconocimiento de marcadores.
  - El sistema no empleara ningún recurso web para su funcionalidad.
  - La aplicación móvil se subirá a Google Driver. Donde el usuario puede compartir el link e instalar la aplicación fácilmente.

### **Restricciones de proyecto.**

El desarrollo de aplicación es tecnología nativa.

La aplicación móvil no realiza registros de usuario.

La aplicación no es navegable en el sentido de que no es tecnología web (aplicación híbrida).

La aplicación no cuenta con reportes de usuario.

La aplicación de RA Funciona en sistema operativo Android.

Rotación de pantalla de Aplicación Móvil es Horizontal.

## **2.MARCO TEORICO**

### **2.1. REFERENCIA INSTITUCIONAL**

En esta sección se desarrolla la descripción de políticas de biodiversidad cultural, descripción de atractivos de exhibición faunística de la amazonia, así mismo la descripción del atractivo de las taxidermias que exhibe el museo.

#### **2.1.1 REFERENCIA LEGAL**

##### **2.1.1.1 DESCRIPCION DE MHNPV-UAP**

El Museo de Historia Natural Pedro Villalobos (MHNPV) dependiente del Centro de Investigación y Producción para la Amazonia (CIPA) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP), es una Unidad encargada de promover la conservación y preservación de los recursos naturales, mediante la implementación de proyectos de investigación básica y aplicada a fin de generar conocimiento científico e impartirlo a la sociedad. Se encarga también de coleccionar, investigar y exhibir organismos y muestras representativas del departamento de Pando en lo referente a la Fauna silvestre y Gea. Los especímenes de cada muestra se estudian, conservan y custodian en el Museo, formando más de 300 muestras de exhibición, además de publicaciones y actividades al servicio de la sociedad.

Fundado el 3 de octubre del año 2003, bajo resolución N.º 54/2003 del Honorable Consejo Universitario durante la gestión del Rector magnífico Ing. Ronald Camargo Suzuki, el Museo de Historia Natural lleva el nombre de Pedro Villalobos en honor a este distinguido personaje por su interés de cultivar y forjar la preservación, cultura e historia del departamento.

El museo hasta la fecha realizó actividades de educación ambiental y recuperación y reubicación de fauna silvestre dentro del municipio de Cobija. Al mismo tiempo, realizó investigaciones de interés público y expediciones de relevancia con nuevas especies encontradas, trabajando en

distintos proyectos con instituciones y ONGS como ser: AVINA, Tropembos, Monte Verde, PROMETA, Museo Noel Kempff Mercado (Santa Cruz), Centro de Investigación de Recursos Acuáticos-CIRA (Beni), ACEAA (La Paz), Herencia, CARITAS (Pando) y Reserva Nacional de Vida Silvestre Amazónica Manuripi Heath entre otras, aportando con publicaciones de Inventarios Biológicos Rápidos (IBR), en beneficio de la sociedad y la naturaleza.

En sus inicios el Museo contaba solo con un ambiente donde se exhibían las muestras.

En la actualidad el Museo cuenta con seis salas de exhibición:

- Tradiciones Culturales Goma y Castaña
- Sala de Mamíferos
- Sala de Anfibios y Reptiles
- Sala de Invertebrados
- Sala de Peces
- Sala de Huesos
- Sala de Fósiles Y dos Programas:
  - Recuperación y reubicación de fauna silvestre dentro del municipio de Cobija
  - Programa de entomología.

### **2.1.2 AMBIENTES DE EXHIBICION**

El museo de Historia Natural Pedro Villalobos nace durante la gestión del Rector Ing. Ronald Camargo S. en el 2003 con un ambiente de exhibición en las instalaciones del ex Banco Central de Bolivia. Su administración estaba constituida por los biólogos Gonzalo Calderón, Marcelo Guerrero, Elien Vaca y Hailin Calderón entre otros, con el propósito de generar una base de datos a través de investigaciones que amplíen los conocimientos sobre fauna y flora amazónica; y mostrar las especies existentes en el departamento.

Después de unos años el museo se traslada al edificio del ex Palacio de Justicia, hoy ex Rectorado UAP. Un nuevo ambiente es implementando en el año 2006 gracias a la “**Embajada de EE. UU**” quien aquel entonces, apoyaba la preservación de las tradiciones culturales. Esta exhibición lleva el nombre de Tradiciones Culturales de Goma y Castaña. El objetivo principal es el de transmitir conocimiento sobre la historia de la región, personajes influyentes, aprovechamiento y tradiciones locales del bosque con relación a las especies *Hevea brasiliensis* (goma o siringa) y *Bertholletia*

excelsa (castaña). Poco tiempo después de su apertura, la nueva exhibición ya tenía más de 5000 visitas en las que resaltan niños escolares.

En el año 2014 durante la gestión del Rector Ing. Ludwing Arciénega B. se realiza la ampliación y remodelación del museo con la finalidad de exhibir más muestras biológicas encontradas en la región amazónica y brindar una mejor atención y comodidad a nuestros visitantes.

En la actualidad el museo cuenta con seis salas de exhibición:

- 1. Mastozoología.** - Estudio de los mamíferos (animales con glándulas mamarias)
- 2. Herpetología.** - Estudio de los reptiles y anfibios (serpientes, lagartos, ranas, sapos, caimanes, etc.)
- 3. Entomología.** - Estudio de los invertebrados (animales sin huesos: arácnidos, insectos, crustáceos y miriápodos)
- 4. Ictiología.** - Estudio de los peces (de piel y escamas)
- 5. Osteología.** - Muestras óseas de animales silvestres y domésticos.
- 6. Fósiles.** - Restos biológicos petrificados encontrados en nuestra región.
- 7. Tradiciones culturales Goma y Castaña.** - Historia, personajes y aprovechamiento de los árboles de siringa y castaña.

Así como también una sala de Laboratorio de Taxidermia donde se preparan las muestras biológicas para su montaje y exhibición.

### **2.1.3. SALA DE EXHIBICIÓN REPTILES**

En nuestro Departamento existen alrededor de 227 especies de reptiles entre tortugas, lagartos, caimanes, Anaconda, Pucarara, serpientes, ranas y sapos.

Estos animales de sangre fría pueden ser arborícolas, terrestres o acuáticos, además de presentar algunas especies venenos capaces de matar animales grandes como antes he incluso personas adultas. Las serpientes están cubiertas de escamas, pueden matar a su presa por constricción o con una simple mordida venenosa; el lomo de los lagartos y caimanes este hecho de queratina, la misma sustancia que forma las uñas humanas. Su mordedura está entre las más fuertes del reino animal. Algunos anfibios pueden segregar sustancias muy toxicas a través de su piel sin importar su tamaño. Ciertas tortugas pueden vivir hasta más de 100 años.

Esta sala cuenta con más de 14 especies en exhibición, se seleccionó para su implementación de los proyectos algunos muestras como, por ejemplo. Pucarara, Anaconda, Peni, Boa constrictor, Peta de tierra, Lora venenosa.

## **2.2. REFERENCIA TEÓRICA CONCEPTUAL**

### **2.2.1. INGENIERIA DE APLICACIONES MOVILES:**

Desde hace años, con el creciente desarrollo tecnológico cada vez más personas acceden a dispositivos móviles, los cuales han evolucionado constantemente en capacidades de servicio, ofreciendo funciones de comunicación y procesamiento de datos, que van mucho más allá que las simples llamadas telefónicas o ejecución de aplicaciones básicas. Un “dispositivo móvil” es un término que abarca una amplia gama de aparatos electrónicos surgidos en los últimos años, que se caracterizan por su tamaño reducido, su conectividad, capacidad de procesamiento y almacenamiento de datos. Ejemplo de estos dispositivos lo constituyen los teléfonos móviles más evolucionados (denominados smartphones), cámaras digitales, reproductores de música, consolas de videojuegos, entre otros. Actualmente los dispositivos móviles forman parte de la vida cotidiana y son cada vez más sofisticados. Según (Thomas, Galdames, & Delia , 2013)

Las aplicaciones móviles son adoptadas con mayor frecuencia por empresas, quienes se ven en la necesidad de decidir el tipo de aplicación móvil a desarrollarse, pues mucho dependerá de la funcionalidad y alcance que establezcan y requieran de la app para seleccionar el enfoque de la misma.

### **2.2.2. METODOLOGÍAS ÁGILES PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES.**

Para el desarrollo de una aplicación móvil existen tres clases que se adaptan a la naturaleza de los requerimientos del usuario final, éstas son: las aplicaciones nativas, las aplicaciones web móviles y las aplicaciones híbridas, en esta metodología se considera la aplicación híbrida ya que combina las funcionalidades y ventajas de las nativas y las webs.

Las metodologías ágiles para el desarrollo de software surgieron como una solución inmediata, garantizando la realización de proyectos en corto plazo. Son una excelente alternativa para guiar proyectos de desarrollo de software de tamaño reducido, como es el caso de las aplicaciones para dispositivos móviles, gracias a la gran facilidad de adaptación que poseen; pero estas necesitan ser adaptadas a las características especiales de estos dispositivos con el fin de obtener productos de calidad.

Esta metodología integra, por tanto, las interfaces, los recursos propios del dispositivo y permisos para utilizar alertas, sonidos, localización, conexión a internet, entre otros; por parte de la

aplicación web móvil considera la información enviada y recibida mediante un sistema web que tiene como requerimiento esencial un acceso a internet.

Entre las diferentes metodologías para el desarrollo de las aplicaciones móviles se puede mencionar los siguientes.

#### **2.2.2.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO HÍBRIDO**

Hay una gran diversidad de metodologías, aunque todas ellas caen dentro de alguna de las dos clasificaciones mencionadas: ágiles o tradicionales. Sin embargo, existe una nueva categoría: las metodologías híbridas. Las metodologías híbridas pretenden retomar las ventajas de las metodologías existentes, de tal forma que son una combinación de las mejores prácticas descritas en cada una de ellas. Dentro las metodologías híbridas se pueden mencionar a EssUP (Essential Unified Process, Proceso Esencial Unificado). ( Jiménez & Orantes-, 2012)

#### **2.2.2.2. METODOLOGÍA MOBILE-D**

Esta metodología está basada en diversas tecnologías como Rational Unified Process, Extreme Programming y Crystal Metodologías, y su finalidad es intentar obtener pequeños ciclos de desarrollo de forma rápida en dispositivos pequeños. Según (Guerrero, 2012)

#### **2.2.2.3. MOBILE DEVELOPMENT PROCESS SPIRAL**

Se basa en el desarrollo de sucesivas fases, por evolución de sistemas más simples a sistemas más complejos. Además, utiliza el modelo de desarrollo en espiral como base, e incorpora procesos de evaluación de usabilidad, priorizado a la participación del usuario en todos los procesos de ciclo de vida de diseño. También está orientado a proyectos grandes y costosos, ya que está destinado a ser un modelo de reducción de riesgos.

#### **2.2.2.4. METODOLOGÍA MADAMDM**

Es la metodología de desarrollo de aplicaciones móviles denominada “Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles” y conocida como MADAMDM por sus siglas. El propósito de la metodología es brindar un apoyo a todos los desarrolladores que desean elaborar algún tipo de aplicación en el ámbito de tecnología móvil, bien sea para dispositivos Smartphone o Tablet.

### 2.3. DISEÑO DE LA METODOLOGIA MADAMDM

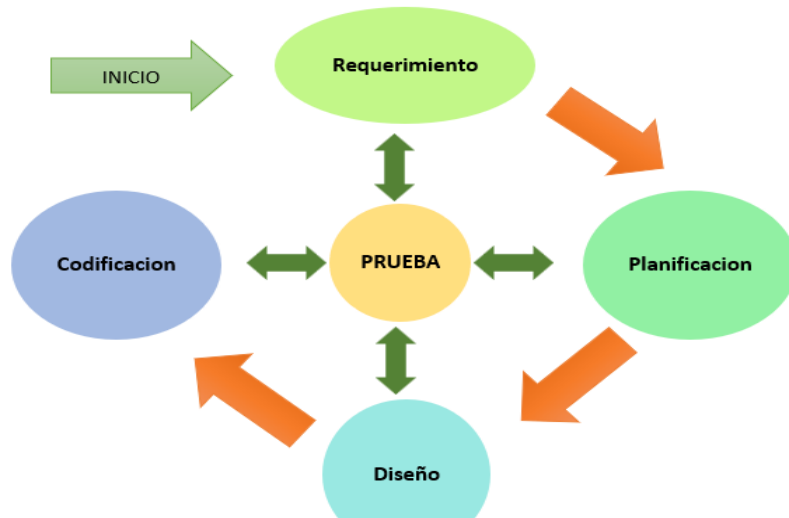


FIGURA 3 Fases de la Metodología

Fuente: (Elaboración propia)

Al aplicar la Metodología MADAMDM se deberá pasar por cada una de sus fases y evaluar en su modo de prueba el funcionamiento o ejecución de la aplicación móvil, quedando en general las siguientes fases y etapas para el desarrollo de la metodología.

#### Etapas de MADAMDM

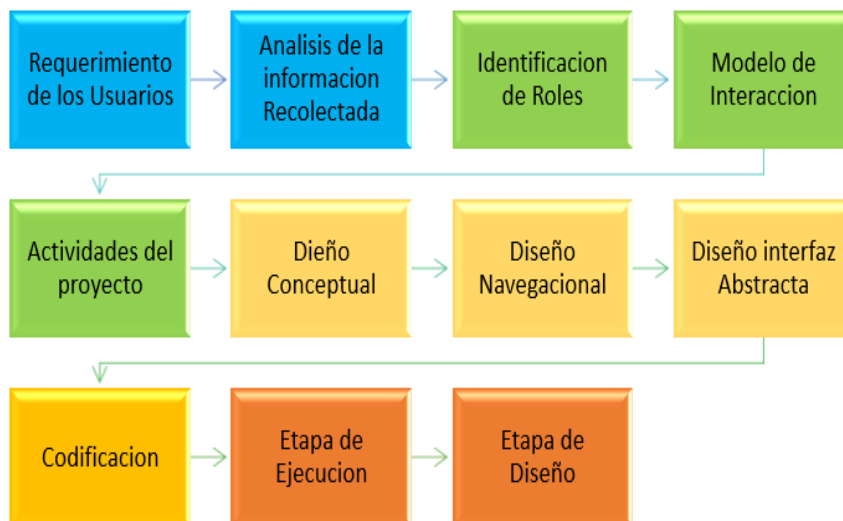


FIGURA 4 Etapas de la Metodología MADAMDM

Fuente: (Elaboración Propia)

Para su descripción a continuación se explicará lo que se realizará en cada una de las fases.

### 2.3.1. FASE DE REQUERIMIENTOS

La Metodología MADAMDM es la primera fase del proyecto donde se define el alcance del proyecto. Es importante destacar que esta fase pretende determinar las principales necesidades de los usuarios tomando en cuenta estudios analíticos y recolección de información minuciosa. Se debe generar un vínculo con el usuario para comprometerlo en el proyecto a fin de obtener información real y lo más objetiva posible.

Esta fase se divide en las siguientes etapas, a continuación, se tienen las actividades a realizar:

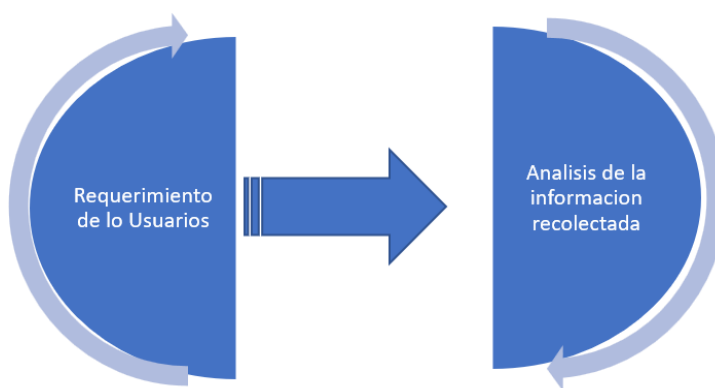


FIGURA 5 Etapas de Requerimientos

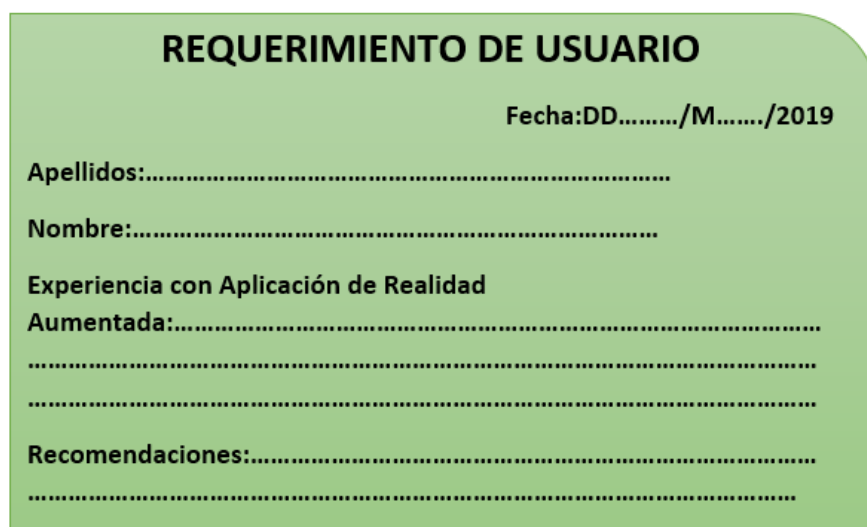
Fuente: (Propia) (Christopher, 2013)

#### 2.3.1.1. REQUERIMIENTO DE LOS USUARIOS

Se elaborará una ficha la cual será entregada a 4 personas que hayan tenido experiencia de uso de aplicación móvil que incorpore la tecnología con realidad aumentada con la finalidad de conocer su percepción sobre qué considera que estuvo bien en la app, que estuvo mal y qué se incorporaría para su mejoría.

De la misma manera, se entrevistará directamente a las personas responsables de la Sala de Reptiles del MHNPV de la UAP con la finalidad de recabar los “requerimientos necesarios”. Serán escritos en redacción sencilla que indique qué información necesita que se muestre en la app con realidad aumentada. Cuando se habla de información, se refiere a texto, fotos, audio, vídeo, imágenes y otros, referente a las muestras que se exhibe en la dicha sala.

Plantilla de Requerimiento de Usuario.



The image shows a green rounded rectangular form titled "REQUERIMIENTO DE USUARIO". At the top right, it says "Fecha:DD...../M...../2019". Below the title, there are four sections, each with a label followed by a dotted line for input: "Apellidos:", "Nombre:", "Experiencia con Aplicación de Realidad Aumentada:", and "Recomendaciones:". Each section has two dotted lines for text entry.

FIGURA 6 Plantilla de Requerimientos

Fuente: (Elaboración propia)

### **2.3.1.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA**

Las fichas recolectadas de las experiencias y las entrevistas a las personas responsables del MHNPV son analizadas objetivamente por el desarrollador para determinar cuáles son las características fundamentales que se deben considerar para el desarrollo de la aplicación con realidad aumentada. Aquí se tendrá una visión general de la aplicación a desarrollar.

Por último, se tiene la etapa de análisis de toda la información recolecta, donde el desarrollador debe determinar cuáles son las características fundamentales que predomina en su aplicación móvil, para así poder apoyar la siguiente fase de la metodología y formar objetivos claros.

### **2.3.2. FASE DE PLANIFICACIÓN**

Una vez establecido los requerimientos de la aplicación con realidad aumentada, se postula el tratamiento de las alternativas que den solución a dichos requerimientos. Se analiza las ventajas y desventajas de dichas alternativas, luego del cual se opta por la más conveniente. Luego, se define el orden en que se desarrollarán dichos requerimientos, así como fechas de entrega del prototipo que irá mejorando hasta la entrega final. Los usuarios son los que evaluarán los prototipos incrementales para ello se planificará reuniones para tal cometido. Además, se planificar adecuadamente el desarrollo de la app con realidad aumentada. Para todo aquello se tendrá en consideración las siguientes actividades.

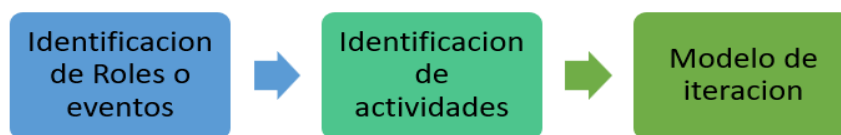


FIGURA 7 Actividades de planificación

Fuente (Propia) (Cristopher, 2013)

### 2.3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE ROLES O EVENTOS

El desarrollador inicia su planificación de los eventos que tendrá el usuario con la aplicación.

Se definirán los roles y eventos que interactuarán con el usuario final que es visitante a la “Sala de Herpetología del MHNPV de la UAP”. Se desglosarán y ordenarán dichos eventos, luego del cual se modelará las capacidades, conociendo y definiendo las características que tendrán en los dispositivos móviles.

### 2.3.2.2. IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES

Es donde el desarrollador debe plasmar las actividades y los resultados de cada una de ellas, teniendo en cuenta la imprecisión de los mismos. Estas actividades deben ser reales y deben tener coherencia cronológica para la elaboración de la aplicación.

Se definirán las actividades en relación con los eventos identificados con un flujo de trabajo a través de una serie de acciones. Estas actividades la pueden llevar a cabo personas o componentes de software.

En el siguiente cuadro de procesos se plasmarán las actividades de la metodología y a su vez se marcarán la culminación de cada una de ellas al pasar del tiempo, con el fin de organizar y llevar de manera ordenada cada proceso.

CUADRO DE PROCESOS			
DISEÑOS	CULMINADA	PRUEVA DE EJECUCION	PRUEVA DE DISEÑO
Conceptual	S/Obs		
Navegacional	S/Obs		
Interfaz Abstracta	S/Obs		
Codificación	Necesita Prueba	Prueba exitosa	
Prueba	S/Obs		

FIGURA 8 Proceso de actividades

Fuente: (Elaboración Propia)

### 2.3.2.3. MODELO DE ITERACIÓN

Para las iteraciones se esquematizará mediante diagramas de casos de uso las relaciones e interfaces que existirá en la app con el usuario.

Para su diagramación de casos de uso se usará la herramienta StarUML Versión 13.

### 2.4. FASE DE DISEÑO

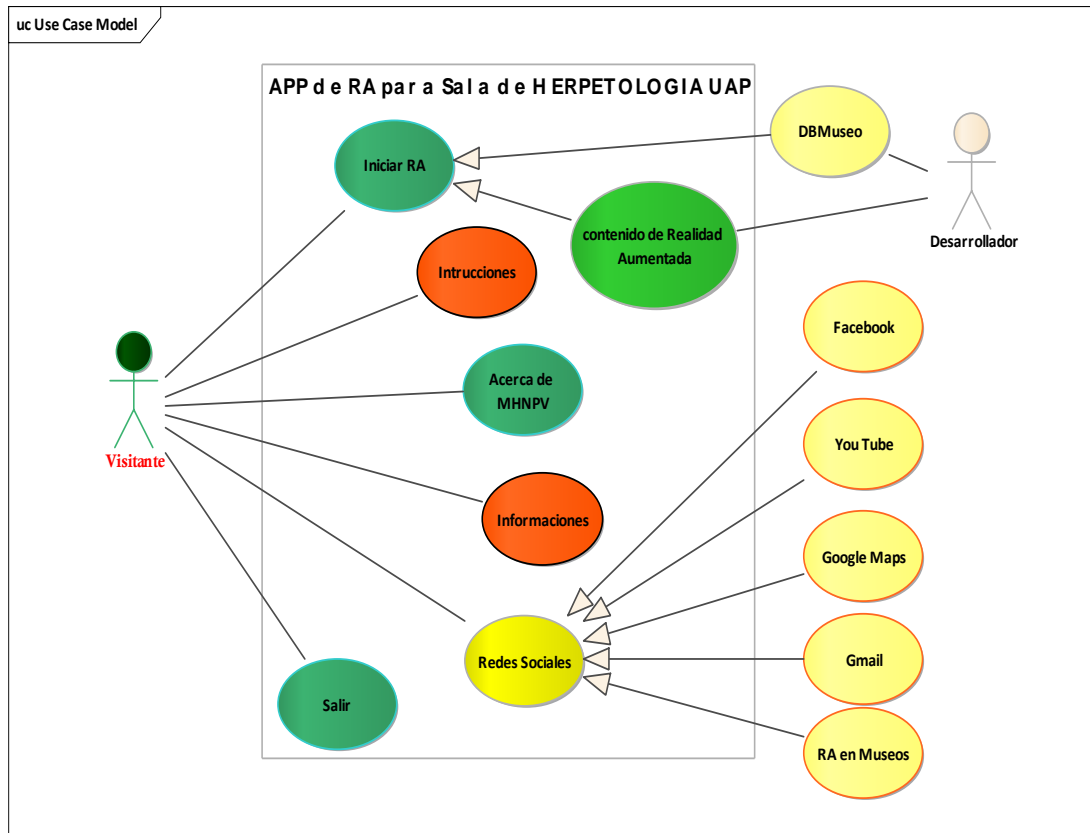


FIGURA 9 Diagrama de casos de uso Menú Principal

Fuente: (Elaboración propia)

### PATRONES DE DISEÑO

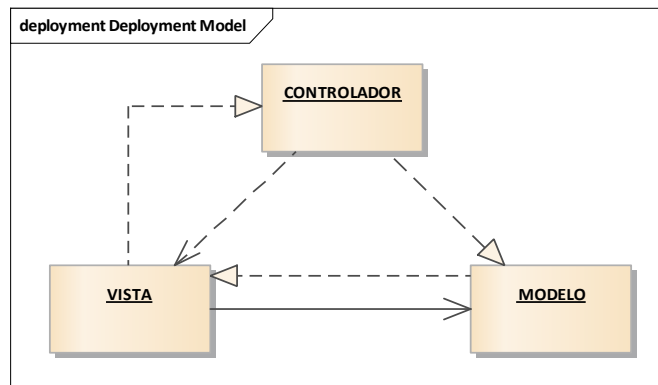
Los patrones de diseño de software proveen una mejor visión para el análisis y diseño de los proyectos de software, ofreciendo óptimas soluciones, con la finalidad de manejar mejor el cambio a lo largo de la vida de un proyecto de software, y maximizar la reutilización de las partes de los proyectos de software.

**Según** (Peredo, Perede, & Ayana, 2014) La aplicación utiliza principalmente los siguientes patrones de diseño: Patrón de composición, Modelo-Vista-Controlador (Model-View-Controller, MVC por sus siglas en inglés), además de componentes de software, estos últimos tienen una

elevada reusabilidad y su estructuración modular tiene un alto grado de flexibilidad. El patrón MVC se utiliza principalmente en aplicaciones Web, pero debido a sus ventajas se ha extendido rápidamente a todo tipo de aplicaciones. Por último, los componentes usan el patrón de composición para conformar estructuras complejas en tiempo de ejecución, con base en estructuras más simples, teniendo el patrón como ventaja fundamental las siguientes: Estructurar componentes complejos con base en componentes más simples (indivisibles y compuestos), y tener una sola Interfaz de Programación de Aplicación (Application Programming Interface, API por sus siglas en inglés) para componentes: indivisibles y compuestos.

### **PATRÓN MODELO-VISTA-CONTROLADOR**

El patrón MVC es un patrón compuesto, que permite incrustar otros patrones y trabajar de forma conjunta, con la finalidad de desarrollar aplicaciones complejas. El patrón está compuesto de tres partes fundamentales: Modelo, Vista y Controlador. El Modelo representa la base de datos de la aplicación, y la lógica de negocios, la Vista presenta la interfaz hacia el usuario y muestra el estado de la aplicación, por último, el Controlador maneja la Vista de entrada del usuario con su correspondiente Vista de salida, y cambia el estado de la aplicación.



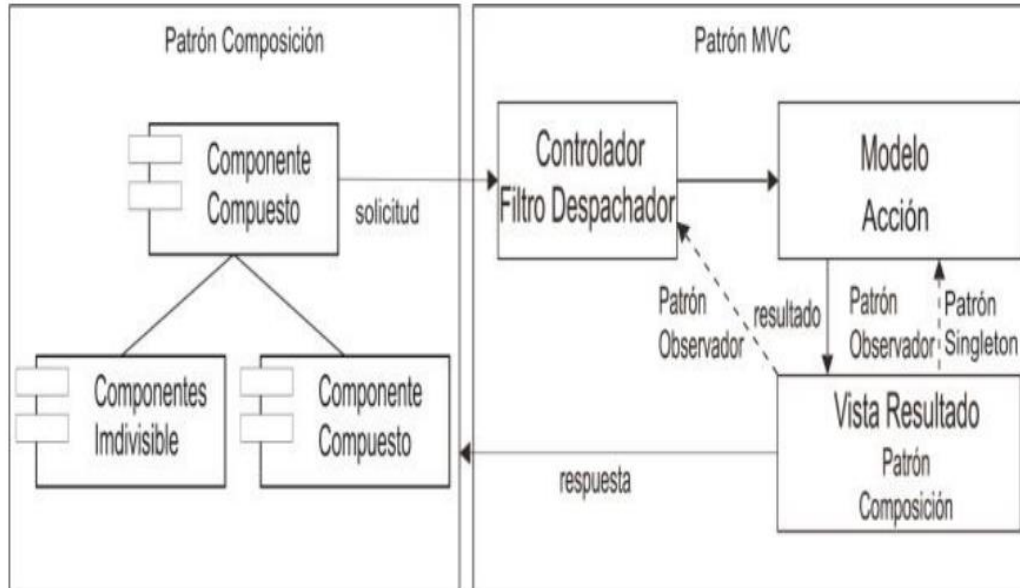


FIGURA 10 Patrón de MVC para diseño de Aplicación Móvil

Fuente: (Peredo, Perede, & Ayana, 2014)

## DESCRIPCIÓN DE MVC

- **Modelo:** Esta es la representación específica de la información con la cual el sistema opera. En resumen, el modelo se limita a lo relativo de la vista y su Controlador facilitando las presentaciones visuales complejas. El sistema también puede operar con más datos no relativos a la presentación, haciendo uso integrado de otras lógicas de negocio y de datos afines con el sistema modelado.
- **Vista:** Este presenta el modelo en un formato adecuado para interactuar, usualmente la interfaz de usuario.
- **Controlador:** Este responde a eventos, usualmente acciones del usuario, e invoca peticiones al modelo y, probablemente, a la vista.

Muchos de los sistemas informáticos utilizan un Sistema de Gestión de Base de Datos para gestionar los datos: en líneas generales del MVC corresponde al modelo. La unión entre capa de presentación y capa de negocio conocido en el paradigma de Programación por capas representaría la integración entre Vista y su correspondiente Controlador de eventos y acceso a datos, MVC no pretende discriminar entre capa de negocio y capa de presentación, pero si pretende separar la capa visual gráfica de su correspondiente programación y acceso a datos, algo que mejora el desarrollo

y mantenimiento de la Vista y el Controlador en paralelo, ya que ambos cumplen ciclos de vida muy distintos entre sí.

Aunque se pueden encontrar diferentes implementaciones de MVC, el flujo que sigue el control generalmente es el siguiente:

- El usuario interactúa con la interfaz de usuario de alguna forma (por ejemplo, el usuario pulsa un botón, enlace, etc.)

- El controlador recibe (por parte de los objetos de la interfaz-vista) la notificación de la acción solicitada por el usuario. El controlador gestiona el evento que llega, frecuentemente a través de un gestor de eventos (Hendler) o Callback.

- El controlador accede al modelo, actualizándolo, posiblemente modificándolo de forma adecuada a la acción solicitada por el usuario (por ejemplo, el controlador actualiza el carro de la compra del usuario). Los controladores complejos están a menudo estructurados usando un patrón de comando que encapsula las acciones y simplifica su extensión.

- El controlador delega a los objetos de la vista la tarea de desplegar la interfaz de usuario. La vista obtiene sus datos del modelo para generar la interfaz apropiada para el usuario donde se reflejan los cambios en el modelo (por ejemplo, produce un listado del contenido del carro de la compra). El modelo no debe tener conocimiento directo sobre la vista. Sin embargo, se podría utilizar el patrón Observador para proveer cierta indirección entre el modelo y la vista, permitiendo al modelo notificar a los interesados de cualquier

cambio. Un objeto vista puede registrarse con el modelo y esperara los cambios, pero aun así el modelo en sí mismo sigue sin saber nada de la vista. Este uso del patrón Observador no es posible en las aplicaciones Web puesto que las clases de la vista están desconectadas del modelo y del controlador. En general el controlador no pasa objetos de dominio (el modelo) a la vista, aunque puede dar la orden a la vista para que se actualice. En algunas implementaciones la vista no tiene acceso directo al modelo, dejando que el controlador envíe los datos del modelo a la vista. Por ejemplo, en el MVC usado por Apple en su framework Cocoa. Suele citarse como Modelo-Interface-Control, una variación del MVC más puro.

- La interfaz de usuario espera nuevas interacciones del usuario, comenzando el ciclo nuevamente. Para el diseño de la aplicación se usan diversas herramientas de desarrollo de aplicación, de diseño gráfico y de realidad aumentada, considerando el sistema operativo Android en los dispositivos móviles Smartphone. Para su desarrollo se va seguir las siguientes actividades y etapas.

➤ Diseño conceptual

Se construirá el esquema conceptual de la app representado por los objetos del dominio, sus relaciones o colaboraciones entre ellos. El diseño está conformado por clases y relaciones: diagrama de clases.

➤ Diseño navegacional

Se definirá el modelo de clases navegacionales y sus instancias, teniendo en cuenta qué objetos del diseño de clases van a ser navegables y las conexiones entre distintos objetos, así como la posibilidad de navegación de un modo a otro.

➤ Diseño de interfaz abstracta

En esta etapa, debe unir los conceptos plasmados en las 2 anteriores etapas y crear una interfaz abstracta, agregando los contenidos necesarios para su aplicación como lo son: Audio, Video, Imágenes. Por su parte, se puede decir que en esta etapa el desarrollador puede implementar los bocetos que sean necesarios para amoldar el diseño de la aplicación al resultado esperado, se puede realizar un esquema de la siguiente forma:

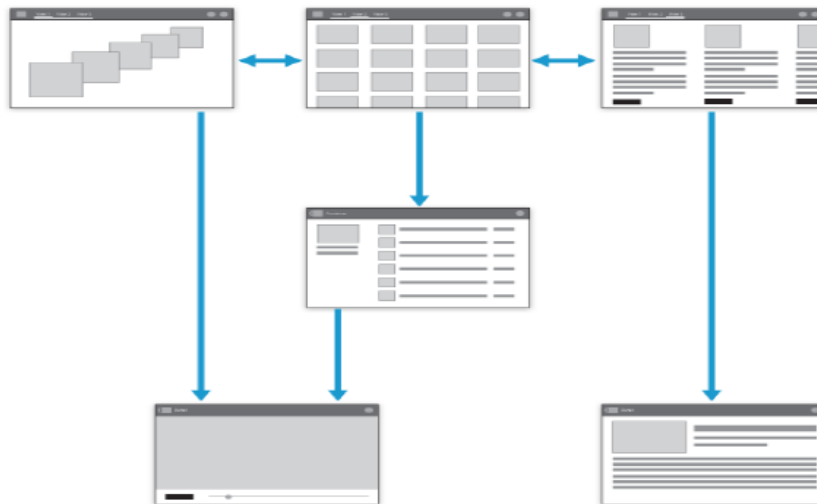


FIGURA 11 Ejemplo de interfaz abstracta

Fuente: (Cristopher, 2013)

Para el diseño de la interfaz se tendrá en consideración los pasos, ya que este tipo de software deben tener gran calidad de colores, además, de gráficos llamativos para el usuario final, a continuación, se presenta un esquema general de diseño.

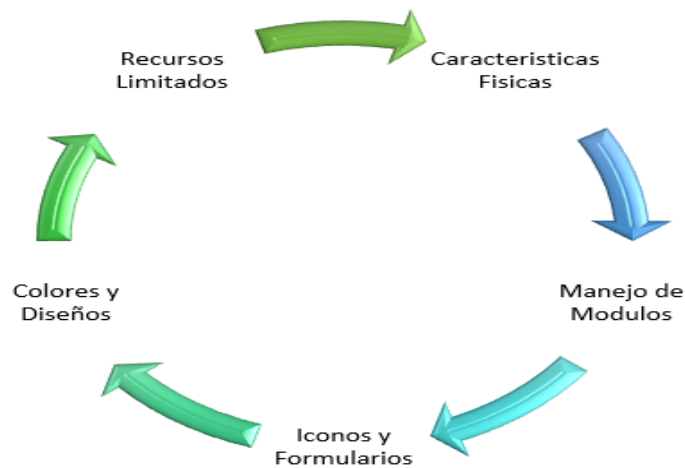


FIGURA 12 Pasos para diseño de Aplicación Móvil

Fuente: (Cristopher, 2013)

En esta fase se hará uso de las siguientes herramientas:

- Unity3D versión 2018.3.11f1 (64-bit) PRO.
- SDK Android Studio Versión 3.2.1
- Vuforia Engine 8.1.
- Blender 2.79d y 3Ds Max 2019 para modelar las imágenes en 3D.
- Paint.Net

### **Características físicas.**

En este punto, el desarrollador debe tener muy presente las distintas variedades de gamas a nivel de procesador y memorias que podrá soportar la aplicación y determinar en si cuáles serán los requerimientos mínimos para el buen desenvolvimiento de la aplicación que incorpore el tipo de tecnología que se aborda.

### **Manejo de módulos.**

Para su buen rendimiento y funcionamiento eficiente de la aplicación móvil, esto con el fin de crear interfaces amigables, fácil de uso e intuitivas para el usuario, donde el mismo reconozca los errores y pueda fácilmente ejecutar el proceso deseado

### **Iconos**

En esta fase el desarrollador inicia con la creación de UI como son los menús de inicio principal, botones y los formularios de las interfaces, donde es importante tener en cuenta los tamaños para

no entorpecer el funcionamiento de la aplicación y la poca saturación de iconos, además se debe adaptar a diferentes tipos de tecnología móvil como son los tables y teléfonos inteligentes.

### **Colores y Diseños.**

En esta parte del diseño el desarrollador deber tener imaginación y creatividad para la creación y buena saturación de colores en el diseño de las interfaces usando como los colores que se adapten a la institución, de la misma manera es importante apoyarse en los estándares de cada uno de los sistemas operativos móviles y delimitar un estándar específico.

### **Recursos Limitados.**

Por último, el desarrollador deber comprender las limitaciones que presentan los dispositivos móviles, ya que no es lo mismo ejecutar la aplicación en un PC que en múltiples teléfonos inteligentes, se debe considerar también que la aplicación sea capaz de ejecutarse en cualquier tipo de dispositivo como lo son Tablet, Smartphone teniendo en cuenta capacidad de los existentes en el mercado.

## **2.5. FASE DE CODIFICACIÓN**

Es la fase más extensa del proyecto ya que lleva tiempo la codificación de la app que será del tipo nativa. Las aplicaciones nativas están hechas para ejecutarse en un dispositivo y sistema operativo específico. En este caso la app con realidad aumentada será realizada en dispositivos móviles Smartphone con Sistema Operativo Android.

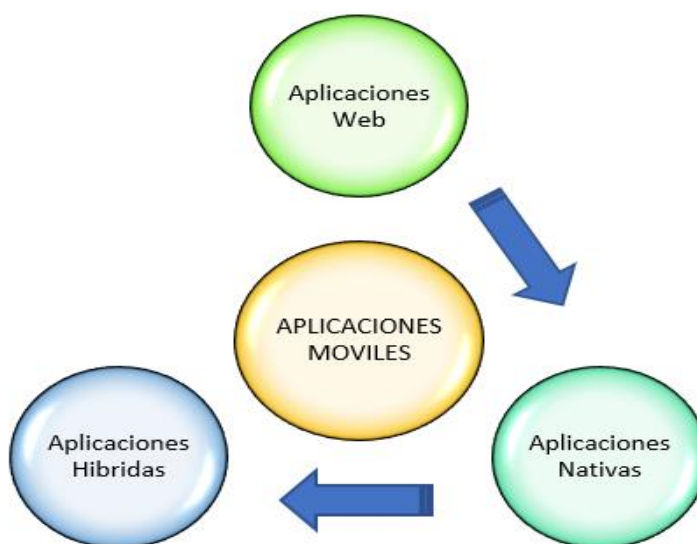


FIGURA 13 Esquema de Aplicación Móvil

Fuente: (Cristopher, 2013)

Para su desarrollo de esta fase se utilizan las siguientes herramientas:

- Unity3D versión 2018.3.11f1 PRO.
- SDK Android Studio Versión 3.2.1
- Vuforia Engine 8.1.
- Blender 2.79d y 3Ds Max 2019 para modelar las imágenes en 3D.
- Paint.Net
- Lenguaje de programación C Sharp

## **2.6. FASE DE PRUEBA**

El desarrollador en esta fase debe evaluar dos etapas, las cuales son: ejecución y resultado, estos tienen como propósito evaluar las factibilidades de la aplicación, realizando ejecuciones dentro de los dispositivos móviles o brindando diseños en fase beta a usuarios para su evaluación, si se obtiene algún tipo de error se puede regresar a cualquier fase para corregirlo. Para ello se evalúa dos etapas:

### **2.6.1. ETAPA DE EJECUCIÓN**

Se realizará la ejecución en frío de la aplicación con el fin de validar que el mismo se ejecute de forma coherente entre las interfaces o módulos y brinde estabilidad para un resultado óptimo.

### **2.6.2. ETAPA DE RESULTADOS**

En esta etapa se validará la eficiencia del APP, Se correrá la aplicación y se evaluará como usuario final.

## **2.7. REALIDAD AUMENTADA**

La Realidad Aumentada (RA) adquiere presencia en el mundo científico a principios de los años 1990 cuando la tecnología basada en.

- a) ordenadores de procesamiento rápido.
- b) técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real.
- c) sistemas de seguimiento de precisión portables.

Permiten implementar la combinación de imágenes generadas por el ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. En muchas aplicaciones industriales y domésticas se disponen de una gran cantidad de información que están asociadas a objetos del mundo real, y la realidad aumentada se presenta como el medio que une y combina dicha información con los objetos del mundo real. Así, muchos de los diseños que realizan los arquitectos, ingenieros, diseñadores

pueden ser visualizados en el mismo lugar físico del mundo real para donde han sido diseñados. (X. Basogain, 2007).

### 2.7.1. La Realidad Aumentada: un nuevo prisma para ver el mundo

Según (SL)La Realidad Aumentada (RA) es una experiencia tecnológico sensorial que poco a poco se va abriendo paso en la sociedad. En los próximos años, veremos estos desarrollos implementados en consolas, gafas, salpicaderos de coches y sobre todo, en nuestros móviles. La realidad aumentada es una tecnología que permite ver el mundo real, mediante una cámara (web o móvil), aumentando la información existente en nuestro entorno, mediante la implementación de elementos 2D, 3D, audiovisuales y multimedia. Se crea de esta manera, un entorno en el que la información y los objetos virtuales se fusionan con los objetos reales, ofreciendo una experiencia tal para el usuario que puede llegar a pensar que forma parte de su realidad cotidiana olvidando incluso la tecnología que le da soporte.

La Realidad Aumentada es una variación de la Realidad Virtual. Las tecnologías de la Realidad Virtual sumergen completamente a un usuario dentro de un entorno artificial. Mientras se está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real que le rodea. Estando inmerso en este mundo, el usuario no es capaz de ver el mundo real que lo rodea. En contraste, la Realidad Aumentada permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos o combinados en él. De esta manera, la Realidad Aumentada complementa a la realidad en vez de reemplazarla en su totalidad. La Realidad Aumentada mejora la percepción del usuario y la interacción con el mundo real en tiempo real.



FIGURA 14 Ejemplo de proceso de Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración Propia)

Dentro de la realidad mezclada podemos distinguir, Cada vez se habla más de la aparición de la realidad mixta también conocido como mezclada (MR) como una tecnología que va a llegar y sobrepasar a las actuales realidades virtual (VR) y realidad aumentada (AR). Sin embargo, aunque es un término muy usado en los foros de realidad virtual, todavía se desconoce mucho acerca de esta tecnología y de su potencial.

La idea de la realidad mixta es crear una tecnología que sea mezcla de la VR y la AR.

La realidad virtual implica la creación de una realidad alternativa a la que se accede a través de un dispositivo que aísla al usuario de su entorno físico.

Mientras, la realidad aumentada supone la visualización, a través de una pantalla, de objetos u otras capas de información al mundo físico en que vivimos.

Y, cómo se ha comentado anteriormente, la realidad mixta va a ser una combinación de ambas que supondrá la fusión del mundo físico con el mundo digital.

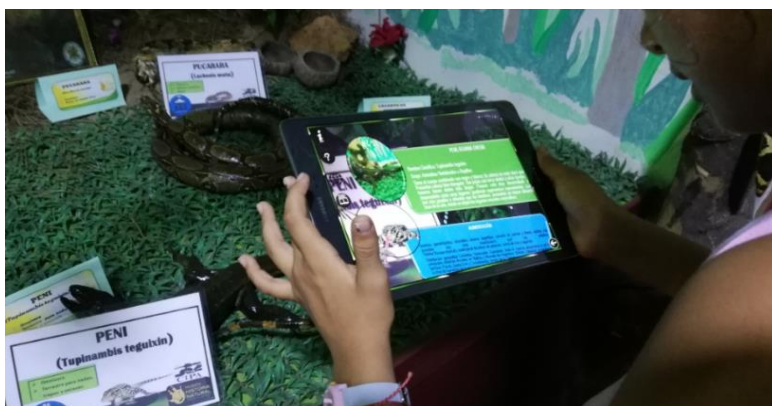


FIGURA 15 Ejemplo de Realidad Aumentada con Marcador

Fuente: (Elaboración propia)

## **2.8. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA**

La tecnología de Realidad Aumentada se representa como una potente herramienta que ha mostrado su versatilidad en una amplia gama de aplicaciones en diferentes áreas o campos como se menciona de la siguiente manera.

### **2.8.1. REALIDAD AUMENTADA EN MARKETING Y VENTAS**

El marketing y los procesos de venta son los ámbitos donde más se está aplicando en este momento la realidad aumentada. En relación al marketing, área en la que captar la atención es un elemento fundamental, las empresas ven la realidad aumentada como una forma de diferenciarse con respecto a la competencia, ofreciendo al usuario la posibilidad de acceder a experiencias visuales

llamativas. Podemos encontrar ejemplos en comercios que han instalado probadores virtuales en sus escaparates o página web, aplicaciones que permiten a los transeúntes o internautas probarse prendas de ropa, sin entrar en el comercio.

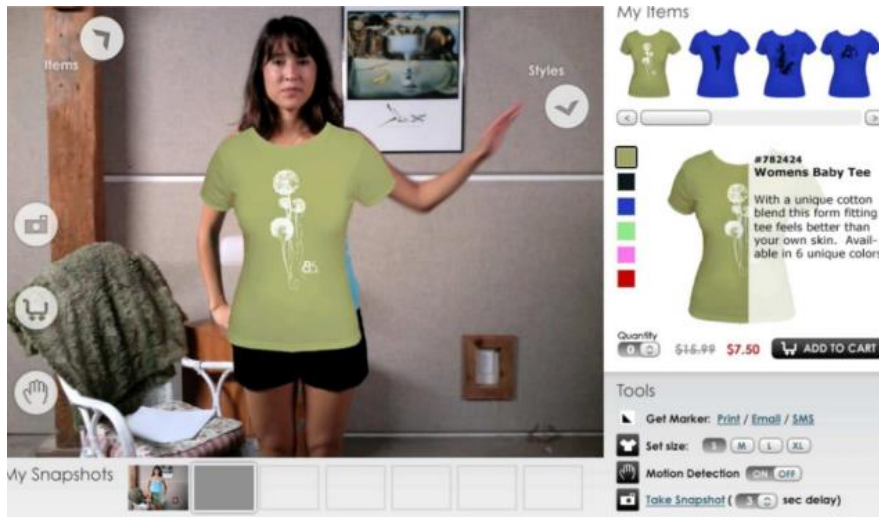


FIGURA 16 Ejemplo de RA en Marketing

Fuente: (Caro Martinez & Hernando Hernandez, 2015)

## 2.8.2. REALIDAD AUMENTADA EN LA EDUCACIÓN

En el ámbito educativo la RA constituye una plataforma tecnológica especialmente eficaz en todo lo relacionado con la forma en que los estudiantes perciben la realidad física, puesto que permite desglosarla en sus distintas dimensiones, con objeto de facilitar la captación de sus diversas particularidades, en ocasiones imperceptibles para los sentidos. Así, con la RA es factible generar modelos que simplifican la complejidad multidimensional del mundo circundante, lo que, desde una perspectiva académica, aporta y cumple a cualquier experiencia de aprendizaje. (Javier de Pedro Carracedo, 2012)



FIGURA 17 Multimedia de Aprendizaje en Educación

Fuente: (Javier de Pedro Carracedo, 2012)

### 2.8.3. REALIDAD AUMENTADA EN CAMPO DE LA MEDICINA

La era en la que vivimos nos muestra un estrecho vínculo existente entre la tecnología y la medicina. Tanto la informática como sus ramas derivadas han permitido a los profesionales de la medicina disponer de ciertas herramientas para desempeñar sus competencias de una manera rápida y efectiva.

En la actualidad es el médico el que de manera continua hace uso de un conjunto de sistemas informáticos para poder tomar decisiones, emitir diagnósticos y que junto a sus conocimientos y experiencias son los que permiten salvar vidas.



FIGURA 18 Sistema Informático para toma de decisiones

#### **2.8.4. REALIDAD AUMENTADA EN LA PUBLICIDAD**

Impresionar al consumidor es cada vez más complicado y las angostas fórmulas publicitarias ya parecen haber sido agotadas. En plena era digital, la realidad aumentada es un recurso que las agencias de marketing y publicidad no pueden pasar por alto, pues ofrece múltiples posibilidades para llegar a un espectador, que exige ser no sólo consumidor de las campañas, sino participe mismo de la publicidad. La quiere tocar, sentir y sumergirse de lleno en las experiencias en lugar de limitarse a imaginarlas.

La realidad aumentada y la publicidad van a tener una relación muy estrecha a partir de ahora, y cada vez contamos con más ejemplos. A continuación, vamos a ahondar sobre los usos de la realidad aumentada en marketing y publicidad, sus efectos y algunos ejemplos de cómo se ha llevado a la práctica. Nos centraremos en la fusión entre realidad aumentada y publicidad.

El ejemplo pionero y más significativo de realidad aumentada y su éxito en publicidad lo encontramos en el fenómeno Pokémon GO. La realidad aumentada permite crear un mundo a nuestra medida y esto es realmente fascinante. El invento reportó importantes beneficios a sus creadores y significó el punto de partida del conocimiento masivo de esta tecnología. (Neosentec).

#### **2.8.5. REALIDAD AUMENTADA EN LA VISUALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA**

La aplicación de realidad aumentada con el objeto de lograr una visualización arquitectónica ha generado múltiples ventajas en las ocasiones en las cuales se ha desarrollado dicha aplicación. Esto último puede verse en trabajos previamente realizados donde se utilizó.

realidad aumentada con el objeto de lograr alguna representación y visualización de un objeto de carácter arquitectónico. La posibilidad de realizar importantes reconstrucciones virtuales con un alto nivel de detalle logrando una casi perfecta conservación de las características originales de aquello que se representa. Por ejemplo, se pueden ver las ruinas del templo de Heras con la información complementaria utilizando realidad aumentada. La sola visualización de ambas imágenes deja de manifiesto la utilidad de la realidad aumentada en la recreación del patrimonio histórico y arquitectónico. (Siracusa, 2013)



FIGURA 19 Realidad aumentada para Arquitectura e Industria

Fuente: (Vendrel, 2015)

(configuradores y visualizadores de productos) para ámbitos como la arquitectura, decoración, industria, venta al por menor y e-commerce, turismo, ocio y marketing.

### **2.8.6. REALIDAD AUMENTADA EN MUSEOS**

En los últimos años la Realidad Aumentada está consiguiendo un protagonismo cada vez más importante en diversas áreas de conocimiento, mostrando la versatilidad y posibilidades que presenta esta nueva tecnología derivada de la Realidad Virtual.

La capacidad de insertar objetos virtuales en el espacio real y el desarrollo de interfaces de gran sencillez, la han convertido en una herramienta muy útil para presentar determinados contenidos bajo las premisas de entretenimiento y educación, en lo que se conoce como “edutainment”. Fruto de esa dimensión educativa que representa, se han desarrollado en nuestro país varios proyectos para las aulas como pueden ser “Aprendera” (Valencia), o el denominado “Big-Bang 2.0” dentro del programa Eskola 2.0 (País Vasco). La Realidad Aumentada también ha demostrado su función pedagógica en otro tipo de escenarios como son los museos y centros de interpretación, donde constituye uno de los recursos museográficos más vanguardistas gracias a que favorece la interacción entre los visitantes y el objeto cultural de una forma atractiva a la vez que didáctica. Es el caso del Centro de Interpretación de la Orden Militar de Calatrava (Alcaudete, Jaén) o el Centro de Interpretación de la Tecnología (Zamudio, Bizcaia), que cuentan en su discurso expositivo con instalaciones basadas en esta tecnología, cumpliendo con la principal función de estos espacios: la difusión de contenidos culturales. (Ruiz Torres, 2011).

### 2.8.6.1. EJEMPLOS DE RA EN MUSEOS

En los últimos años, la realidad aumentada está tomando gran relevancia en los museos, incluyendo en algunos de los museos más importantes y visitados del mundo. Algunos de estos museos son:

- **Exposición en el MOMA de Nueva York:** se muestra virtualmente, en lugar de ser una exposición física. Lo que más nos llama de esta aplicación es la curiosidad que despierta en los visitantes del museo, que parten de una habitación prácticamente vacía en la que empiezan a ver elementos gracias a la RA. (Caro Martínez & Hernando Hernández, 2015)



FIGURA 20 Exposición de RA en el MOMA de Nueva York

Fuente: (Caro Martínez & Hernando Hernández, 2015)

- **En el Museo Royal Ontario de Toronto se puede usar una aplicación, Rom Ultimate Dinosaurios,** con la que el usuario puede ver un dinosaurio en tiempo real en 3D. Esta aplicación hace uso de marcadores, en concreto imágenes para reconocer donde mostrar el dinosaurio virtual. Gracias a esta aplicación la gente puede tener una sensación de estar frente al dinosaurio como si éste fuera real, lo que hace mucho más llamativa e interesante la visita al museo. También puede ser interesante esta idea para el desarrollo de nuestra aplicación, puesto que el visitante en todo momento está parado en un sitio concreto de forma que siempre pueda reconocer al dinosaurio virtual y que éste se superponga al dinosaurio real. (Caro Martínez & Hernando Hernández, 2015)



FIGURA 21 Ultimate Dinosaurs

Fuente: (Caro Martinez & Hernando Hernandez, 2015)

- **RA en el museo de Museo de Allard Pierson:** con un dispositivo portátil perteneciente al museo, los visitantes pueden ver información ampliada y animaciones de los objetos expuestos. De esta aplicación lo que más nos llama la atención es que utilizan el reconocimiento de formas para mostrar la realidad aumentada. Esta opción puede ser muy interesante para nosotros para poder reconocer pequeñas maquetas en nuestro proyecto. (Caro Martinez & Hernando Hernandez, 2015)

### **2.8.6.2. IMPORTANCIA Y VENTAJAS DE LA REALIDAD AUMENTADA EN MUSEOS**

La interacción digital con la historia expuesta en el museo proporciona al usuario la sensación de encontrarse dentro del contexto de la misma, lo que hace que la experiencia para el usuario sea de mayor disfrute. Además, usar un dispositivo es más intuitivo y natural que leer la información de un cartel en una pared o vitrina, sobre todo teniendo en cuenta que hoy en día, cualquier persona tiene un smartphone. La información no sólo se puede leer, se puede escuchar, se puede ver en vídeos, jugar a algún juego explicativo o interactuar con animaciones o presentaciones multimedia. De esta forma, usar una aplicación de RA en el propio museo produce mejor experiencia del usuario, ya que se encuentra dentro del contexto de la información mostrada. (Caro Martinez & Hernando Hernandez, 2015).

Una de las mayores ventajas del uso de la realidad aumentada es que no se necesitan infraestructuras computacionales adicionales en el museo, ya que son los visitantes los que se

llevan la propia infraestructura, es decir, el móvil y/o la Tablet. Esta tecnología permite que el museo tenga unos costes de mantenimiento y adquisición.

## **2.9. TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA EN LOS DISPOSITIVOS MÓVILES**

Según. (Fombona Cadavieco, 2012) La realidad aumentada amplía las imágenes de la realidad, a partir de su captura por la cámara de un equipo informático o dispositivo móvil avanzado que añade elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a la que se le han sumado datos informáticos.

Actualmente puede encontrarse una amplia variedad de aplicaciones, incluso de Realidad Aumentada, desarrolladas tanto para Android como para iOS, los dos sistemas operativos más dominantes. Y cualquier persona con un teléfono móvil podría capturar la escena con su cámara y visualizar el un objeto con la información digital aumentada por la pantalla del teléfono.

### **2.9.1. TIPOS DE APLICACIONES MÓVILES**

son los siguientes tipos de aplicación que se menciona. (Raona, 2019)

#### **2.9.1.1. APLICACIÓN NATIVA**

La aplicación nativa está desarrollada y optimizada específicamente para el sistema operativo determinado y la plataforma de desarrollo del fabricante (Android, iOS, etc). Este tipo de aplicaciones se adapta al 100% con las funcionalidades y características del dispositivo obteniendo así una mejor experiencia de uso. Sin embargo, el desarrollo de una aplicación nativo comporta un mayor coste, puesto que si se desea realizar una aplicación multiplataforma se ha de realizar una nueva versión para cada sistema operativo, multiplicando así los costes de desarrollo.

Algunos ejemplos de aplicación nativa serían WhatsApp o Facebook.

#### **2.9.1.2. APLICACIÓN WEB**

La aplicación web es la opción más sencilla y económica de crear aplicaciones, puesto que al desarrollar una única aplicación se reducen al máximo los costes de desarrollo. Asimismo, en este tipo de aplicaciones, puede utilizarse el “responsiva web design”, creando así una única aplicación adaptada para todo tipo de dispositivos. Por el contrario, la aplicación web ofrece una peor experiencia de uso, puesto que ignora las características del dispositivo y una menor seguridad ya que depende de la seguridad que ofrezca el propio navegador.

### 2.9.1.3. APLICACIÓN HÍBRIDA

Este tipo de aplicación aprovecha al máximo la versatilidad de un desarrollo web y tiene la capacidad de adaptación al dispositivo como una app nativa. Permite utilizar los estándares de desarrollo web (HTML5) y aprovechar las funcionalidades del dispositivo tales como la cámara, el GPS o los contactos. Además, comporta un menor coste que una aplicación nativa y una mejor experiencia de uso que una aplicación web. Sin embargo, tiene un rendimiento ligeramente inferior al de una aplicación nativa debido a que cada página debe ser renderizada desde el servidor y supone una mayor dificultad de desarrollo.

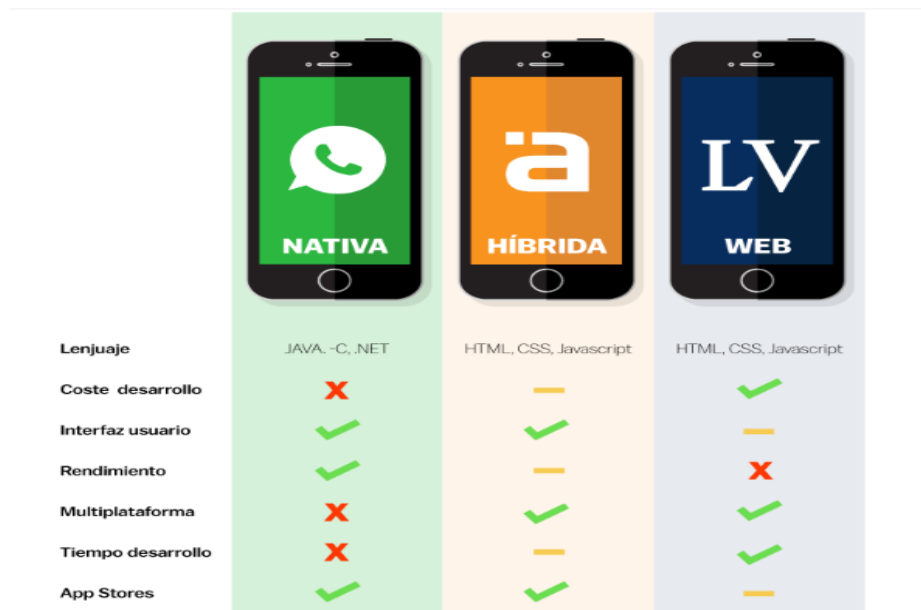


FIGURA 22 Comparación de tipo de Aplicaciones Móviles

Fuente: (RAONA)

Cada una de ellas tiene sus aspectos positivos y negativos que pueden y deben influir a la hora de hacer una elección para su desarrollo.

## 2.10. TECNOLOGÍAS NECESARIAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA

En 2015, Espinoza define que, para poder disfrutar de aplicaciones de Realidad Aumentada en los dispositivos móviles, se necesitan los siguientes elementos:

- **Pantalla**, en donde se visualizará la información aumentada.
- **Cámara digital**, que tomará la información del mundo real y la transmitirá al software de realidad aumentada. Sea cual fuese la cámara usada, en la medida que la definición de los

marcadores e impresos aumente el proceso de reconocimiento será más exigente, razón por la cual entre mayor sea la resolución de la cámara más exitosa será la visualización.

- **Marcador**, elemento que activará la Realidad Aumentada.
- **Información virtual**, los datos que recibirá el usuario.
- **Software**, que se encargará de interpretar la información y reproducirlo en dispositivos.

Con estos elementos, la plataforma o dispositivo en cuestión puede crear la base de la Realidad Aumentada, el reconocimiento o tracking que es el proceso de seguimiento de objetos por parte del dispositivo. Es decir, a través del tracking el dispositivo conocerá en todo momento las coordenadas y orientación del objeto sobre el que se van a superponer las imágenes virtuales. (Caro Martinez & Hernando Hernandez, 2015)

### 2.10.1. PROCESO DE LA REALIDAD AUMENTADA

En todo sistema de Realidad Aumentada son necesarias, al menos, cuatro tareas fundamentales para poder llevar a cabo el proceso de aumento. Estas tareas se explicarán con mayor profundidad en secciones posteriores, pero básicamente son:

- ✓ Captura de escenario
- ✓ Identificación de la escena
- ✓ Mezclado de realidad y aumento
- ✓ Visualización de la escena.

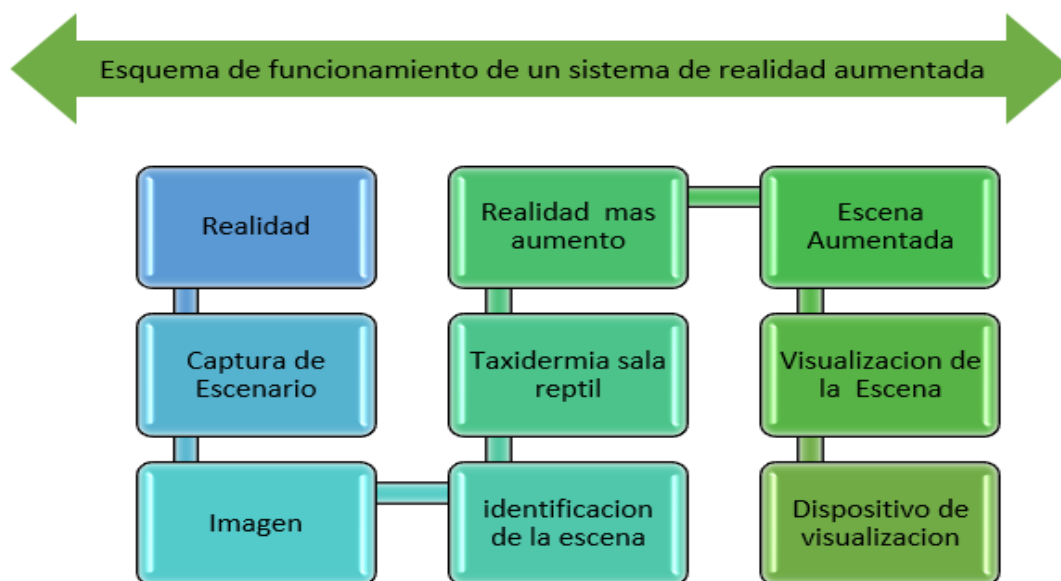


FIGURA 23 Esquema de funcionamiento de Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración propia)

## FUNCIONAMIENTO

1. El dispositivo capta una escena (un video en vivo) tomada a través de la cámara.
  2. La SDK de Vuforia crea un frame (una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes) de la escena capturada, y convierte la imagen capturada por la cámara a una diferente resolución para ser correctamente tratada por el “rastreador de movimiento” o Tracker.
  3. Vuforia SDK analiza la imagen a través del Tracker y busca coincidencias en la base de datos, la cual está compuesta por marcadores o Targets.
  4. Luego la aplicación hace "algo"; este "algo" es renderizar algún contenido virtual (imágenes, videos, modelos, etc.) en la pantalla del dispositivo, y así crear una realidad mixta con elementos virtuales combinados con los elementos reales, o lo que se conoce como Realidad Aumentada.
- La siguiente figura muestra como Vuforia asigna una matriz de coordenadas a una “image targets”, en este caso, para sala de herpetología.

### MarcadorAnaconda1



FIGURA 24 Ejemplo de puntos de Detección

Fuente: (Elaboración Propia)

## ARQUITECTURA DE REFERENCIA DE SISTEMAS DE REALIDAD AUMENTADA

En 2002, Brügger realiza un estudio entre 18 arquitecturas diferentes de realidad aumentada, generando una arquitectura de referencia, la cual está presente en todas ellas. A continuación, se describe esta arquitectura: Según ( Cruz-León & Ridriguez Flores, 2013).

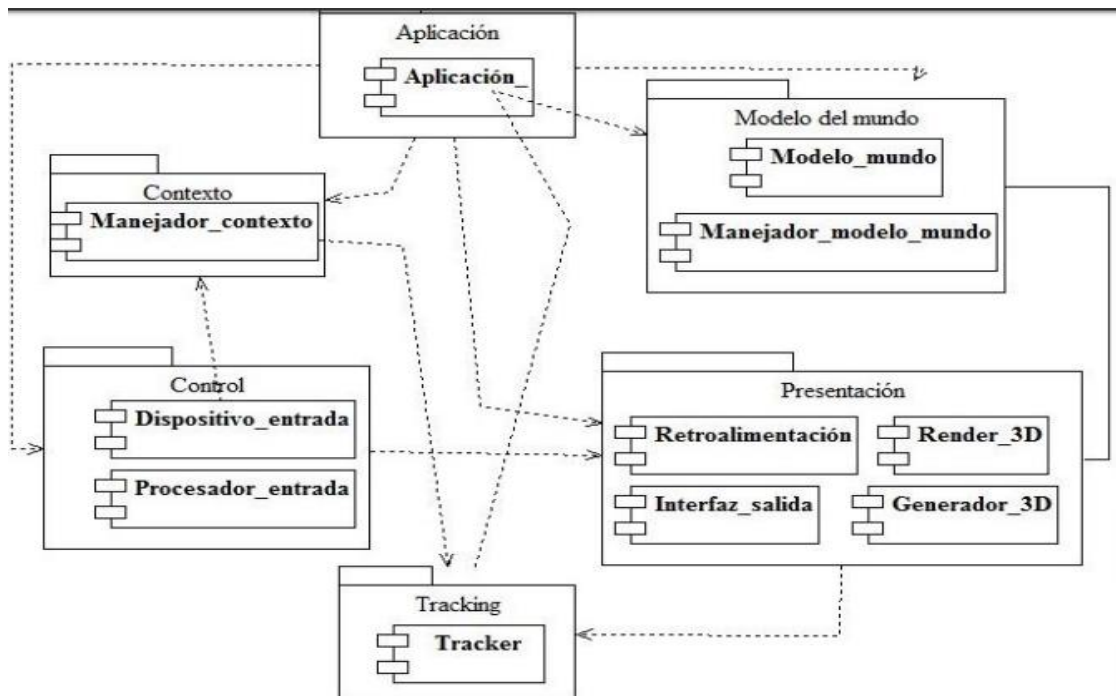


FIGURA 25 Arquitectura de Sistema de Realidad Aumentada

Fuente: ( Cruz-León & Ridriguez Flores, 2013)

### DESCRIPCIÓN DE LOS PAQUETES DE LA ARQUITECTURA APLICACIÓN

Este paquete se encarga de la lógica del sistema.

**Tracking:** Determina la posición y orientación de los usuarios y objetos.

**Control:** Procesamiento de la información de entrada.

**Presentación:** Representación gráfica de la información.

**Contexto:** Recoge información del contexto.

**Modelo del Mundo:** Almacena información relacionada con los objetos virtuales y reales.

### REQUERIMIENTOS DE LA REALIDAD AUMENTADA MÓVIL

Los requerimientos tecnológicos necesarios para generar la realidad aumentada son: **Procesador**

**móvil:** Se utiliza para procesar la información de entrada y ejecutar la aplicación.

**Hardware gráfico:** Unidad de procesamiento gráfico (GPU) para generar las imágenes virtuales.

**Cámara:** dispositivo que se utiliza para capturar las imágenes de video del entorno en tiempo real.

**Display:** Para mostrar la vista de la realidad aumentada, la superposición de las imágenes virtuales.

**Acceso de redes:** para permitir la conexión a accesos remotos.

**Sensores:** GPS, magnetómetro, acelerómetro, para especificar la posición y orientación del dispositivo.

## **2.10.2. TIPOS DE REALIDAD AUMENTADA**

Existen dos tipos de realidad aumentada, basada en marcadores o imágenes y la basada en posicionamiento. A continuación, se detalla de cada uno de tipo de marcadores:

- ❖ Reconocimiento basado en posición. Estos dispositivos pueden ser: GPS, brújulas digitales, giroscopios, etc. Van a permitir que el dispositivo conozca dónde tiene que crear los elementos virtuales.
- ❖ Reconocimiento basado en marcadores, también llamados targets (imágenes u objetos) que permiten ubicar el modelo tridimensional en la Realidad Aumentada. El marcador será interpretado por el software y dependiendo de cuál sea el marcador, proporcionará una respuesta u otra situando el objeto asociado en esa posición.

## **2.11. CATEGORIA DE REALIDAD AUMENTADA**

### **2.11.1. REALIDAD AUMENTADA CON MARCADORES**

Según. (Marquina Cruz & España Estrada ) Categoriza los niveles de realidad aumentada como se menciona.

#### **➤ Códigos QR (quick response)**

El código QR se define como un sistema de almacenamiento de información en una matriz de puntos, el cual puede ser representado de forma impresa o en una pantalla, fueron creado por la compañía Denso Wave en el año de 1994. Este tipo de codificación es capaz de almacenar hasta un total de 7,089 caracteres como se especifica en [26] y sus posibilidades son innumerables, además es un estándar ISO (ISO/IEC18004) aprobado en junio del año 2000.

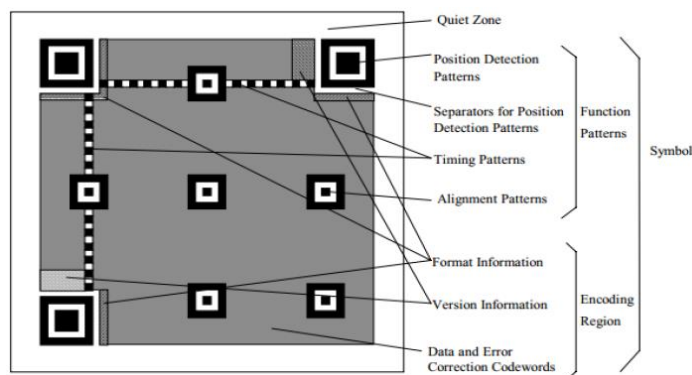


FIGURA 26 Ejemplo de estructura de código QR

Fuente: (Marquina Cruz & España Estrada )

<i>Tipo de Datos</i>	<i>Capacidad Máxima de Almacenamiento</i>
Texto Numérico	7089 caracteres
Texto Alfanumérico	4296 caracteres
Binario	2953 bytes
Kanji[20]	1817 caracteres
Micro QR	35 caracteres

FIGURA 27 Comparativa de capacidad de corrección de QR

Fuente: (Marquina Cruz & España Estrada )

Los códigos de respuesta rápida tienen una característica importante la cual es la capacidad de corregir errores si una parte del código se encuentra dañada o manchada y esta se clasifica según la tabla ya mencionada.

➤ **Data Matrix**

Es un código de barra de dos dimensiones que posee una alta densidad y es capaz de codificar números y archivos, fue desarrollado originalmente por RSVI Acuity Cimatrix y luego mejorado por la agencia espacial estadounidense NASA y su centro de investigación de símbolos. Es un código de barra muy eficaz que utiliza un área pequeña de cuadrado que hace uso de un patrón único en su perímetro para la localización y decodificación de los datos. Los datos almacenados como letras, números o bytes pueden ser codificados utilizando caracteres Unicode, las implementaciones actuales forman parte de un estándar ISO/IEC 160022 y soportan corrección de errores.



FIGURA 28 Ejemplo de código de barra matriz de datos

Fuente: (Marquina Cruz & España Estrada )

➤ **PDF417**

Es un formato de símbolo de códigos de barras lineales apiladas, utilizados en una variedad de aplicaciones, principalmente de transporte, tarjetas de identificación, y la gestión de inventarios. PDF significa Portable Data File. El 417 significa que cada patrón en el código consta de 4 barras y espacios, y que cada patrón es 17 unidades de largo. La simbología PDF417 fue inventado por el Dr. Ynjiun P. Wang en Symbol Technologies en 1991.

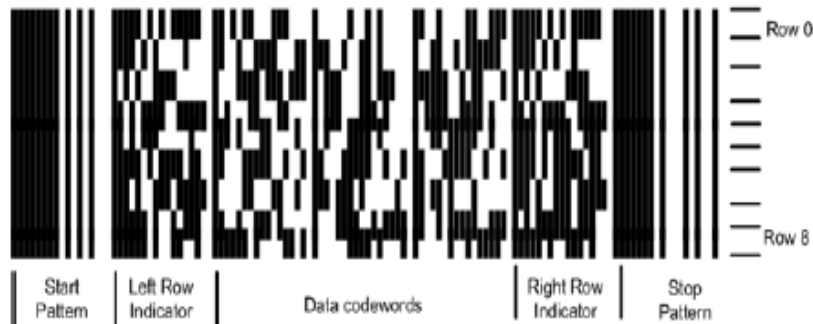


FIGURA 29 Anatomía de un símbolo PDF417

Fuente: (Marquina Cruz & España Estrada )

## 2.11.2. REALIDAD AUMENTADA SIN MARCADORES

➤ ***SIFT (Scale-invariant feature transform)***

Además de los códigos de respuesta rápida o marcadores predefinidos existen algoritmos que permiten identificar por medio características objetos en tiempo real como los utilizados por Vuforia SDK16 y los algoritmos SIFT17 (Scale-invariant feature transform). Este tipo de algoritmos extrae de una imagen, previa ejecución de una determinada aplicación, sus

características (descriptores) de referencia para generar una correspondencia lógica de puntos y crear un modelo métrico del mundo, al mismo tiempo es utilizado para generar valores de proyección y posicionamiento de la cámara los cuales son factores importantes en aplicaciones del modelo de contexto.

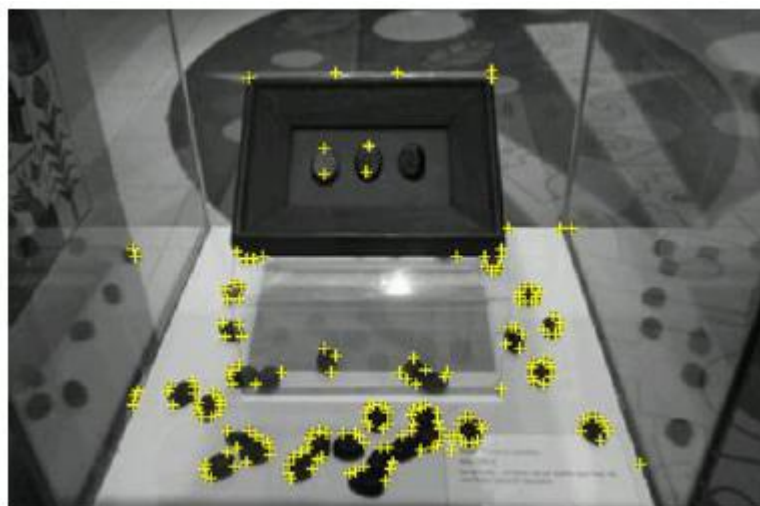


FIGURA 30 Ejemplo de identificación de características en Imágenes de Objeto

Fuente: (Marquina Cruz & España Estrada )

### **Realidad aumentada con imágenes**

Imágenes normales y corrientes como cualquier foto que podamos hacer con nuestro teléfono. Eso sí, estas deben de ser imágenes fáciles de distinguir o que sigan algún patrón para que se pueda detectar de alguna manera. El sistema reconocerá la imagen de la vida real para añadir la capa correspondiente de información virtual. (Caro Martinez & Hernando Hernandez, 2015)

### **Realidad aumentada objetos simples (cubos, cajas o cilindros):**

Lo que en realidad detectaría la aplicación sería la imagen que está impresa en la figura y no la figura en sí.

### **Realidad aumentada objetos complejos:**

Actualmente, también existe la posibilidad de realizar reconocimiento de objetos complejos, es decir, de objetos cotidianos. Esta opción es obviamente más compleja que las anteriores y en la cual no hemos profundizado demasiado.

## 2.12. HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA REALIDAD AUMENTADA

Para el desarrollo del proyecto de una aplicación móvil que incorpore la tecnología de Realidad Aumentada es importante tomar en cuenta el tipo herramientas que se adecue, además se requiere software para programación y software para el tratamiento de imágenes y modelado 3d.

Para estudiar las distintas librerías de realidad aumentada se realizó un análisis de las siguientes.

	Total Immersion	Metaio	ARToolKit	ARPA	Layar	Mixare	Vuforia
Tipo de Software	Propietario	Libre con restricciones	Libre	Propietario	Propietario	Libre	Libre
Tipos de Marcadores que ofrece	Todos excepto objetos complejos	Todos excepto objetos complejos	Todos excepto objetos complejos	Todos excepto objetos complejos	Todos excepto objetos complejos	Todos excepto objetos complejos	Todos
Documentación	Escasa	Escasa	Amplia	Amplia	Escasa	Escasa	Amplia
Plataformas	Multi-plataforma	Multi-plataforma	Multi-plataforma	Multi-plataforma	Multi-plataforma	Multi-plataforma	Multi-plataforma
Entornos en los que se apoya	D'Fusion Studio	Metaio creator	ARToolkit	Unity, SDK móviles	Layar creator	Mixare SDK	Unity, C++ y Java

FIGURA 31 Comparación de las tecnologías disponibles para el desarrollo de Realidad Aumentada

Fuente: (Caro Martínez & Hernando Hernandez, 2015)

Observando la tabla se decidió finalmente usar Vuforia por entender que esta tecnología es la que más se adapta y facilidad de aprendizaje nos va a ofrecer.

### 2.12.1. VUFORIA

Vuforia engine es un Kit de Desarrollo Software SDK para el desarrollo de Aplicaciones para Móviles y Tablet que se puede integrar con Unity de forma que la aplicación pueda reconocer marcadores y crear así realidad aumentada.

El uso de este SDK proporciona tres funcionalidades principales que resultan muy interesantes para los desarrolladores de aplicaciones de RA: (Caro Martínez & Hernando Hernandez, 2015).

- Establecimiento de cuál va a ser el tipo de objeto a reconocer: imágenes, Frame Markers (similares a los códigos QR), texto, objetos cilíndricos o imágenes múltiples (generalmente representadas en cubos o cajas).
- Reconocimiento del objeto (tracking).

- Visionado del contenido digital, permitiendo un gran desarrollo de creatividad en la aplicación mediante el uso de efectos de fondo, botones virtuales, reproducción de vídeo, etc. que pueden ser integradas también con las múltiples opciones que nos ofrece Unity.

Además, trabajar con Vuforia ofrece también muchas ventajas en cuanto a ayuda, documentación, herramientas, servicios y soporte: (Caro Martinez & Hernando Hernandez, 2015).

- ✓ Facilidad de aprendizaje gracias a la buena documentación y la cantidad de tutoriales que existen en internet. En especial es interesante la guía de desarrollo de Vuforia y su servicio web.
- ✓ Vuforia ofrece un sistema gestor de marcadores (Vuforia (2015c)), llamados también targets, que va a permitir facilitar el establecimiento del tipo de objeto a reconocer y el propio reconocimiento.
- ✓ Foro de soporte con ayuda especializada de ingenieros técnicos, además de muchas dudas resueltas en los posts publicados.
- ✓ Desarrollo multiplataforma, tanto para iOS como para Android.
- ✓ Vuforia soporta lenguajes de programación de alto nivel, como C#, que permite también facilidad de aprendizaje para personas integradas en el mundo de la programación, claridad de código y eficiencia.
- ✓ Es gratuito.

**Características:** Vuforia, su aplicación permite en una gran variedad de objetos como textos, imágenes, objetos simples 3D, marcadores, etcétera. Además, presenta el servicio de reconocimiento de la nube Vuforia, que aprovecha el poder de la nube para darle flexibilidad y escala a aplicaciones con varias imágenes a reconocer. También se pueden crear aplicaciones de botones virtuales, efectos de fondos y reproducción de videos.

### **ARQUITECTURA DE VUFORIA**

Una aplicación AR basada en Vuforia se compone de los siguientes componentes.

**Cámara:** El componente de la cámara se asegura que cada cuadro de vista previa se capturó y pasó de manera eficiente al rastreador. El desarrollador sólo tiene que inicializar la cámara para iniciar y detener la captura.

**Convertidor de imagen:** El convertidor de formato de píxel convierte desde el formato de la cámara (por ejemplo, YUV12) a un formato adecuado para OpenGL ES de renderizado (por ejemplo, RGB565) y para el seguimiento (por ejemplo, la luminancia) internamente.

**Formatos de señales de vídeo e imágenes:** En esta sección se explicarán los formatos empleados habitualmente en los datos multimedia, tanto en imágenes como en vídeo. Existen múltiples tipos de espacios de colores, pero en este documento sólo se abordarán los formatos RGB y YUV, que son aquellos que han sido objeto de estudio para poder llevar a cabo el proyecto.

**Formato RGB:** El modelo RGB define un espacio de color formado por tres componentes cromáticas [RGB 98]. Estas componentes son los tres colores primarios, el rojo, el verde y el azul. Mediante la unión de estos tres colores es posible formar cualquier color reconocible por el ojo humano.

**Formato YUV:** El modelo YUV define un espacio de color en tres componentes, una de luminancia (valores en escala de grises) y dos de crominancia [YUV 95, YUV 02]. El modelo YUV imita el modelo de visión humana. Este formato fue originalmente pensado para habilitar compatibilidad entre los televisores en blanco y negro y en color, ya que la señal en escala de grises se transmite por una frecuencia diferente a los valores de crominancia que definen el color de la escena.

**Formato YCbCr:** Este tipo de espacio de color es el utilizado por el sistema operativo Android para codificar la señal de vídeo recibida por las cámaras de vídeo. Pertenece a la familia de los YUV. El formato de presentación de los datos de la señal viene codificado en un array de bytes en el cual, si la imagen tiene  $n \times m$  píxels, los  $n \times m$  primeros bytes contienen la componente Y de la escena, mientras que el resto de los bytes contienen las componentes cromáticas Cb y Cr.

**Rastreador:** El componente rastreador contiene los algoritmos de visión por computador que permiten detectar y rastrear objetos del mundo real en los marcos de la cámara de video. Basado en la imagen de la cámara, diferentes algoritmos se encargan de la detección de nuevos objetivos o marcadores y la evaluación de los botones virtuales. Los resultados se almacenan en un objeto de estado que es utilizado por el procesador de video de fondo y se puede acceder desde el código de aplicación. El seguidor puede cargar varios conjuntos de datos al mismo tiempo y activarlos.

**Código de la aplicación:** Los desarrolladores de aplicaciones deben inicializar todos los componentes anteriores y realizar tres pasos clave en el código de aplicación. Para cada trama

procesada, el objeto de estado se actualiza y las aplicaciones de método procesamiento es llamado. El desarrollador de la aplicación debe:  
 Consultar el objeto de estado para los objetivos recientemente detectados, marcadores o estados actualizados de estos elementos.  
 Actualización de la lógica de la aplicación con los nuevos datos de entrada. Procesamiento la superposición de gráficos aumentada.

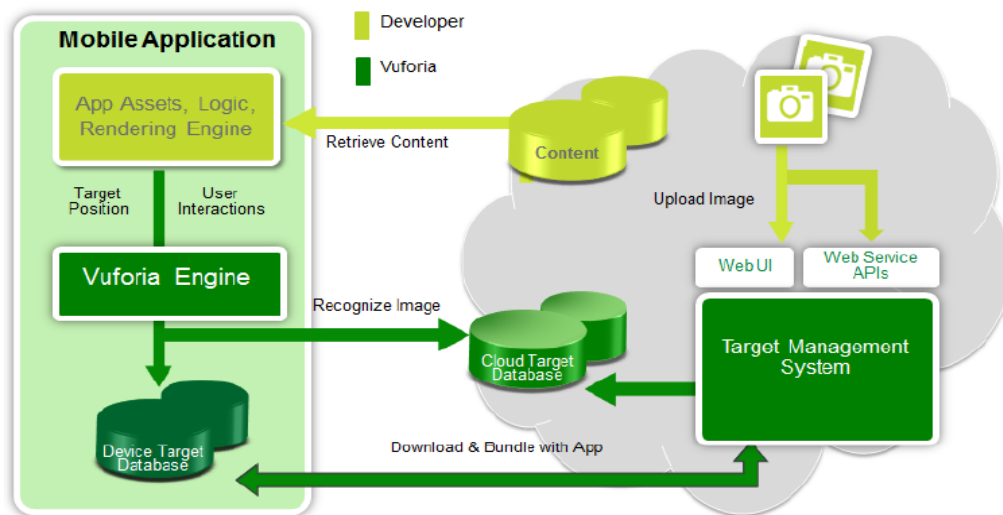


FIGURA 32 Arquitectura Vuforia

Fuente: (Marquina Cruz & España Estrada )

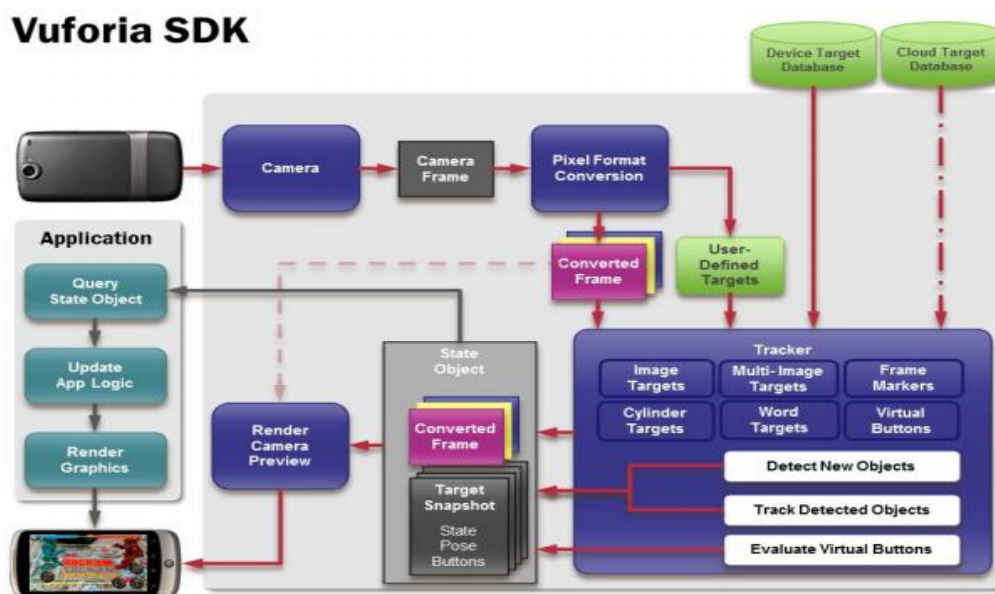


FIGURA 33 Arquitectura de SDK de Vuforia

Fuente: (IñarraSagiés , 2012)

**La base de datos de targets (Target Data base):** Device o Cloud contienen los targets que el SDK está esperando para ser reconocidos.

Los targets del dispositivo son targets que se han creado en la web de Vuforia y se han incluido en el código fuente de la aplicación. Esta es la opción que se escogido para APK de AR.

Los targets del cloud son los que están disponibles online y se consultan mediante WebServices.

## **ANDROID**

Según (IñarraSagüés , 2012) Android es un sistema operativo móvil basado en Linux, que junto a un conjunto de aplicaciones y herramientas middleware trata de proporcionar una plataforma de desarrollo para dispositivos como smartphones o tablets y en los últimos tiempos se está extendiendo a televisiones y otros dispositivos. Al igual que otros sistemas operativos móviles como iOS, Symbian o BlackBerry, fue pensado específicamente para smartphones, pero sin embargo Android presenta una peculiaridad que le ha permitido crecer a un ritmo mucho mayor que sus competidores hasta llegar ser la plataforma más extendida. Esta peculiaridad es que, al estar basado en Linux, resulta una plataforma libre, gratuita y multiplataforma.

Otra característica que lo hace popular entre los desarrolladores de aplicaciones es el hecho de estar pensado en un su lenguaje de Java, que facilita el desarrollo de estas aplicaciones al ser un lenguaje muy extendido y conocido. Esto proporciona herramientas de acceso a componentes del teléfono o dispositivo tales como GPS o la agenda de una manera fácil e intuitiva. Además, Android proporciona una API (Application Programming Interface) que nos extiende la ya extensa API de Java, pero más enfocada a la optimización con el propio sistema operativo. Así pues, Android nos proporciona una arquitectura en 5 niveles posibilitando el desarrollo de las aplicaciones que interactúen con los diferentes componentes del dispositivo:

## **ANDROID SDK**

Se trata del Software Development Kit (SDK) o paquete de desarrollo de software propio de Android para la creación de programas y aplicaciones para el sistema operativo Android. Consta de un depurador de código, bibliotecas necesarias para la programación en el lenguaje, un simulador de teléfonos de diferentes características, documentación, ejemplos de código y tutoriales básicos de programación. A su vez, el SDK nos proporciona un gestor de versiones del propio sistema operativo con el que podemos descargar las librerías adicionales de cada versión, señalar para qué versión estamos programando y nos notifica si alguno de los métodos usados está obsoleto o, todo lo contrario, si en la versión en la que programamos aún no están disponibles.

Además, nos permite acceder y controlar dispositivos Android correctamente conectados a nuestro ordenador.

**ANDROID NDK:** El NDK (Native Development Kit) de Android es un conjunto de herramientas que permite incorporar los componentes que hacen uso de código nativo en las aplicaciones de Android. Las aplicaciones para Android se ejecutan en la máquina virtual. El NDK permite implementar parte de tus aplicaciones usando código nativo con lenguajes como C y C + +. Esto puede proporcionar beneficios a ciertas clases de aplicaciones, en la medida que se puede reutilizar el código existente y en algunos casos obtener un aumento de la velocidad. El NDK establece lo siguiente:

Un conjunto de herramientas y archivos de construcción que se utilizan para generar bibliotecas de código nativo de fuentes en C y C + +.

Una manera de integrar las correspondientes bibliotecas nativas en un archivo de paquete de aplicaciones (.apk) que se pueden implementar en los dispositivos Android.

Un conjunto de cabeceras y bibliotecas nativas del sistema que estarán soportadas en todas las futuras versiones de la plataforma Android, a partir de Android 1.5. Las aplicaciones que utilizan actividades nativas deben de ejecutarse sobre Android 2.3 o posterior.

Documentación, ejemplos y tutoriales.

## **JAVA JDK**

Según (IñarreaSagüés , 2012) Primero, hay que recordar que el lenguaje de programación para el sistema operativo Android se trata de un sub lenguaje de Java llamado Dalvik, pese a que hoy en día se le conoce más por su aplicación en Android que por el propio lenguaje, por lo que comúnmente se le llama Android. Así pues, el JDK de Java es necesario para el desarrollo de nuestro proyecto.

El JDK, Java Development Kit, se trata de un conjunto de herramientas software para la creación del programa en lenguaje Java. Existen distribuciones para todos los sistemas operativo-mayoritarios. El JDK contiene los siguientes componentes:

- Intérprete en tiempo de ejecución (java.exe) Permite la ejecución de los programas Java (\*.class) no gráficos (aplicaciones).
- Compilador (javac.exe) Se utiliza para compilar archivos de código fuente Java (habitualmente \*.java), en archivos de clases Java ejecutables (\*.class). Se crea un archivo de clase para cada clase definida en un archivo fuente.

- Visualizador de applets (appletviewer.exe) Es una herramienta que sirve como campo de pruebas de applets, visualizando cómo se mostrarán en un navegador, en lugar de tener que esperar. Al ser activado desde una línea de órdenes abre una ventana en la que muestra el contenido del applet.
- Depurador Es una utilidad de línea de comandos que permite depurar aplicaciones Java. No es un entorno de características visuales, pero permite encontrar y eliminar los errores de los programas Java con mucha exactitud. Es parecido en su funcionamiento al depurador gdb que se incluye con las distribuciones del compilador gcc/g++ para C/C++.
- Generador de documentación (javadoc.exe) Es una herramienta útil para la generación de documentación API directamente desde el código fuente Java. Genera páginas HTML basadas en las declaraciones y comentarios javadoc, con el formato `/** comentarios */`:  
La documentación que genera es del mismo estilo que la documentación que se obtiene con el JDK.  
Las etiquetas, que se indican con una arroba (@), aparecerán resaltadas en la documentación generada.

### **2.12.2. UNITY**

El Editor de Unity presenta herramientas múltiples que permiten una edición e iteración rápidas en tus ciclos de desarrollo, lo que incluye el modo Play para tener vistas previas rápidas de tu trabajo en tiempo real, ofrece una plataforma de desarrollo tanto en 2D como en 3D, y para quienes estén buscando llevar su juego a multitud de dispositivos, aquí encontrarán compatibilidad con Windows, Mac, Linux, Android, iOS, WebGL, PlayStation 3, PlayStation 4, Wii U, Xbox One, Xbox 360.

El éxito de Unity ha llegado en parte debido al enfoque en las necesidades de los desarrolladores independientes que no pueden crear ni su propio motor del juego ni las herramientas necesarias o adquirir licencias. El enfoque de la compañía es "democratizar el desarrollo de juegos", y hacer el desarrollo de contenidos interactivos en 2D y 3D lo más accesible posible a tantas personas en todo el mundo como sea posible. (Unity, 2019).

Según (BERMUDEZ GOMEZ, 2006) La empresa Unity Technologies fue fundada en 2004 por David Helgason (CEO), Nicholas Francis (CCO), y Joachim Ante (CTO) en Copenhague, Dinamarca después de su primer juego, GooBall, que no obtuvo éxito. Los tres reconocieron el valor del motor y las herramientas de desarrollo y se dispuso a crear un motor que todos

pudiéramos usar a un precio asequible. Unity Technologies ha recibido financiación de la talla de Sequoia Capital, Capital WestSummit y Socios iGlobe. El éxito de Unity ha llegado en parte debido al enfoque en las necesidades de los desarrolladores independientes que no pueden crear ni su propio motor del juego ni las herramientas necesarias o adquirir licencias para utilizar plenamente las opciones que aparecen disponibles. El enfoque de la compañía es "democratizar el desarrollo de juegos", y hacer el desarrollo de contenidos interactivos en 2D y 3D lo más accesible posible a tantas personas en todo el mundo como sea posible. En 2008, con el auge del iPhone, Unity fue uno de los primeros desarrolladores de motores en empezar a apoyar a la plataforma en su totalidad. Unity está siendo utilizado por el 53,1% de los desarrolladores (según la encuesta de Game Developer tecnología móvil y social), con cientos de juegos lanzados en dispositivos Android y iOS.

### **2.12.3. BLENDER**

Blender es el paquete de creación 3D de código abierto y gratuito. Admite la totalidad de la canalización 3D: modelado, aparejo, animación, simulación, renderización, composición y seguimiento de movimiento, incluso edición de video y creación de juegos. Los usuarios avanzados utilizan la API de Blender para las secuencias de comandos de Python para personalizar la aplicación y escribir herramientas especializadas; A menudo estos están incluidos en los futuros lanzamientos de Blender. Se adapta bien a individuos y pequeños estudios que se benefician de su proceso unificado de desarrollo.

Blender es multiplataforma y funciona igual de bien en computadoras con Linux, Windows y Macintosh. Su interfaz utiliza OpenGL para proporcionar una experiencia consistente. (Blender, 2019).

### **HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS**

En el modelamiento de la realidad aumentada, se utiliza los métodos de transformación de objetos 3D como lo son la rotación, translación y escalamiento de objetos. Además del estudio de la proyección en perspectiva el cual es muy utilizado en esta área.

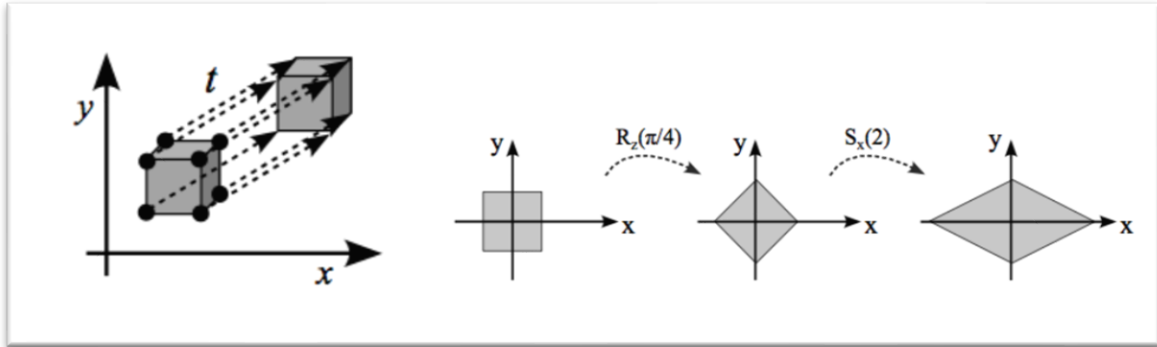


FIGURA 34 Transformaciones Geométricas utilizadas en RA

La visualización 3D de los objetos utiliza transformaciones de coordenadas locales de los objetos a coordenadas en pantalla lo que se denomina Pipeline general tridimensional.

En el libro Análisis y Desarrollo de Sistemas de Realidad.

### 3. MARCO APLICATIVO

#### 3.1. SEGÚN A LA METODOLOGÍA SE PROCEDERÁ A REALIZAR LA APLICACIÓN MÓVIL Y LA METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA APLICACIONES DE REALIDAD AUMENTADA

Para la realización de la Aplicación Móvil que incorpore la tecnología de Realidad Aumentada para el Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando, se opta la metodología MADAMDM (Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles) que está enfocado al desarrollo de APP Móviles, de la misma se ha necesitado de un software y un entorno de desarrollo específicos. El desarrollo de la aplicación del museo necesita de un API y un SDK en concreto ya que se va a realizar sobre una plataforma en concreta.

##### 3.1.1. REQUERIMIENTOS

Se toma en consideración el relevamiento de información, observaciones de trabajo de campo, el diagnostico de los requerimientos funcionales y no funcionales. Estas actividades de ingeniería de requerimientos.

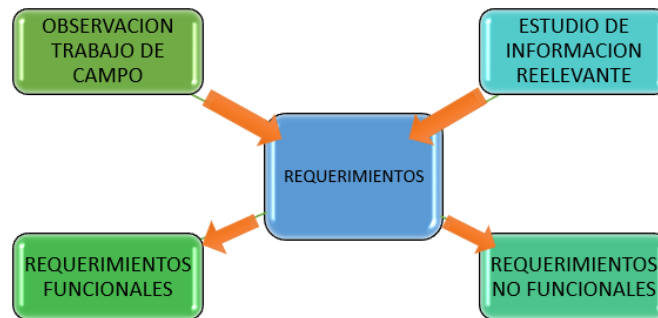


FIGURA 35 Requerimiento Funcionales y no Funcionales

Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.1.1.2. REQUERIMIENTO DE LOS USUARIOS

Actualmente con el avance de la tecnología los visitantes desean conocer, ver a detalle las muestras que exhibe el Museo, aunque sea en digital, en definitiva, pasarlo bien, aprender de lo que están observando para que de esta manera puedan sentirse partícipes e interactuar dentro del museo.

Por ello se recolectó información necesaria e importante del Museo de la sala de herpetología donde posee las taxidermias de diferentes reptiles, se realizaron preguntas a los encargados y los colaboradores que guían a visitantes del museo en cuanto a las tecnologías con las que cuenta el museo para los visitantes. Así también, se realizaron encuestas a los visitantes en las instalaciones del MHNPV a fin de conocer las necesidades que tienen al momento de visitar al museo.

### 3.1.1.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

Al analizar los requerimientos de los usuarios, se observó que los visitantes tienen cierta limitación con las muestras que se exhibe, ya que muchas de ellas no se pueden tocar, además de tener la dificultad de entender algunas muestras, ya que no cuentan con suficiente información que explique de forma clara e interactiva lo que se está visualizando.

En cuanto al uso de tipos de tecnología móvil de los visitantes también se observó en una de las preguntas realizadas en las encuestas que la mayoría de los visitantes cuenta con dispositivo móvil Android.

Por ello aprovechando que varios de los visitantes cuentan con un dispositivo móvil, se decidió junto al Director y encargados de guía del museo, la implementación de una Aplicación Móvil que incorpore el sistema de Realidad Aumentada que se ajuste a las necesidades de los visitantes, para que así se pueda apreciar los detalles técnicos de las taxidermias sin necesidad de tocarlas, usando

modelos en 3D, e información multimedia de una forma didáctica, de manera que la Realidad Aumentada proporcione un componente interactivo muy novedoso en el Museo de Historia “Pedro Villalobos” a la hora de visualizar las muestras, que hará una experiencia interactiva.

#### **3.1.1.4. REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL**

Teniendo en cuenta Con la información recolectada en cuanto a las necesidades de los visitantes, se especificaron los requisitos necesarios para realizar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para el Museo, donde se tomaron en consideración los requerimientos funcionales y no funcionales.

##### **Requerimientos funcionales**

De la información en los documentos anteriores se obtienen la siguiente lista de requerimientos funcionales que tendrá la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada son las siguientes:

**Reconocimiento de Marcadores:** Una vez iniciado la opción de RA la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, se abrirá la cámara del dispositivo móvil, y elegir una muestra determinada el cual reconocerá automáticamente el marcador que capturará el entorno real en el que este colocado en cada muestra el marcador para su respectivo procesamiento.

**Visualización de la Realidad Aumentada:** Una vez reconocida y procesada la información al enfocar con la cámara del dispositivo al marcador, se deberá mostrar en la pantalla del dispositivo móvil el respectivo modelo 3D de la muestra elegida, que estará respectivamente guardado y asignado a un determinado marcador, con el fin de que los visitantes puedan interactuar con las muestras.

**Información multimedia:** Para una mejor comprensión de lo que se está observando en Realidad Aumentada, se deberán mostrar informaciones adicionales virtuales e interactivas como, sonidos, texto digital, videos y modelos en 3De, para que la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada sea más interactiva y didáctica para los visitantes.

##### **Requerimientos no funcionales**

Para su buen rendimiento los requerimientos no funcionales son fundamentales para la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada (MHN).

**Fiabilidad:** La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada deberá ofrecer un óptimo rendimiento al momento que el visitante requiera hacer uso del mismo, además al ejecutarse la Aplicación

Móvil de Realidad Aumentada no deberá colapsar al momento de su uso, para no generar conflictos con otras aplicaciones instaladas.

**Facilidad de uso:** La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada deberá ser de fácil uso, proporcionando una interfaz sencilla, interactiva y comprensible.

**Visualización:** La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada deberá estar conformada por un esquema de colores para una mejor visualización cuando se encuentre en espacios abiertos, como en la sala de Herpetología.

### **3.1.1.5. TÉCNICAS**

Se usará como técnica la Realidad Aumentada Móvil. Los visitantes podrán instalar la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada en sus propios dispositivos móviles Android. Local.

### **3.1.1.6. REALIDAD AUMENTADA**

La tecnología de Realidad Aumentada será basada en marcadores. Durante un recorrido tradicional se observarán marcadores impresos, cada una de ellas se encontrarán cerca de las taxidermias o muestras de exhibición de la sala de Herpetología a fin de mejorar la experiencia a visitantes en un entorno real en tiempo real.

### **3.1.1.7. HARDWARE Y SOFTWARE**

Para el desarrollo de proyecto se optará softwares de desarrollo: Motor Gráfico Unity 3D, Vuforia Engine SDK, Blender, Sketchup y Paint.net.

La Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se realizará para dispositivos móviles con sistema operativo Android versiones 4.5 para adelante.

## **3.1.2. PLANIFICACIÓN**

Para su correcta planificación de la elaboración de la aplicación móvil con realidad aumentada, primero se debe terminar la fase anterior y posteriormente se podrá definir con todos los módulos del sistema.

### **3.1.2.1. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS**

Se realiza la planificación de roles o eventos, de manera que el visitante pueda interactuar con la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, con el fin de desglosar las limitaciones del diseño y desarrollo de la aplicación.

Módulos que contara la aplicación móvil que incorpore la realidad aumentada para sala de Herpetología.

**a) Marcadores o Patrones para los modelos:** Necesarios para que se lleve a cabo el proceso de Realidad Aumentada. Se usarán los image targets.

**b) Texturizado de Modelos 3D:** se realizará los modelos de seis taxidermias de la sala de herpetología las cuales son. Anaconda, Boa Constrictora, Lora, Pucarara, Peni y Peta de tierra las cuales estar texturizados y renderizados.

**c) Módulo de iniciar RA (Realidad Aumentada):** Este módulo se encargará de realizar el proceso de Realidad Aumentada únicamente a partir del reconocimiento de los marcadores (Image Target). Cuando se reconozca el marcador se mostrará el modelo en 3D de la muestra elegida y con su respectiva información virtual.

**d) Modulo principal:** En este módulo se incluirá el UI menú principal, menús secundarios de la aplicación y algunas opciones que se le agregará. Mediante este módulo se accederá a lo que será realidad aumentada. Aquí se creará el diseño de las interfaces (pantallas, como sus colores, tipos de fuentes, imágenes a utilizar).

**e) Información Multimedia (texto digital, audio, video e imagen):** Se seleccionarán imágenes 2D que describan a los seis objetos que se modelarán y se buscará información adicional importante que posee el museo para mostrarse juntamente con la Realidad Aumentada.

### **3.1.2.2. MODELO DE ITERACIÓN**

Se modelará esquemas de interfases que tendrá la aplicación móvil de RA, usando diferentes herramientas para su desarrollo.

### **3.1.2.3. DIAGRAMA DE CASOS DE USO**

Para crear los diferentes casos de uso, es necesario que cada uno de los requerimientos funcionales, anteriormente definidos, vayan a ser cubiertos de manera general ya que la aplicación se encuentra en una fase de refinamiento.

**Menú Principal:** Desde que inicia la aplicación móvil de realidad aumentada para sala de herpetología del MHNPV, tendrá las siguientes opciones que se describe de la siguiente manera.

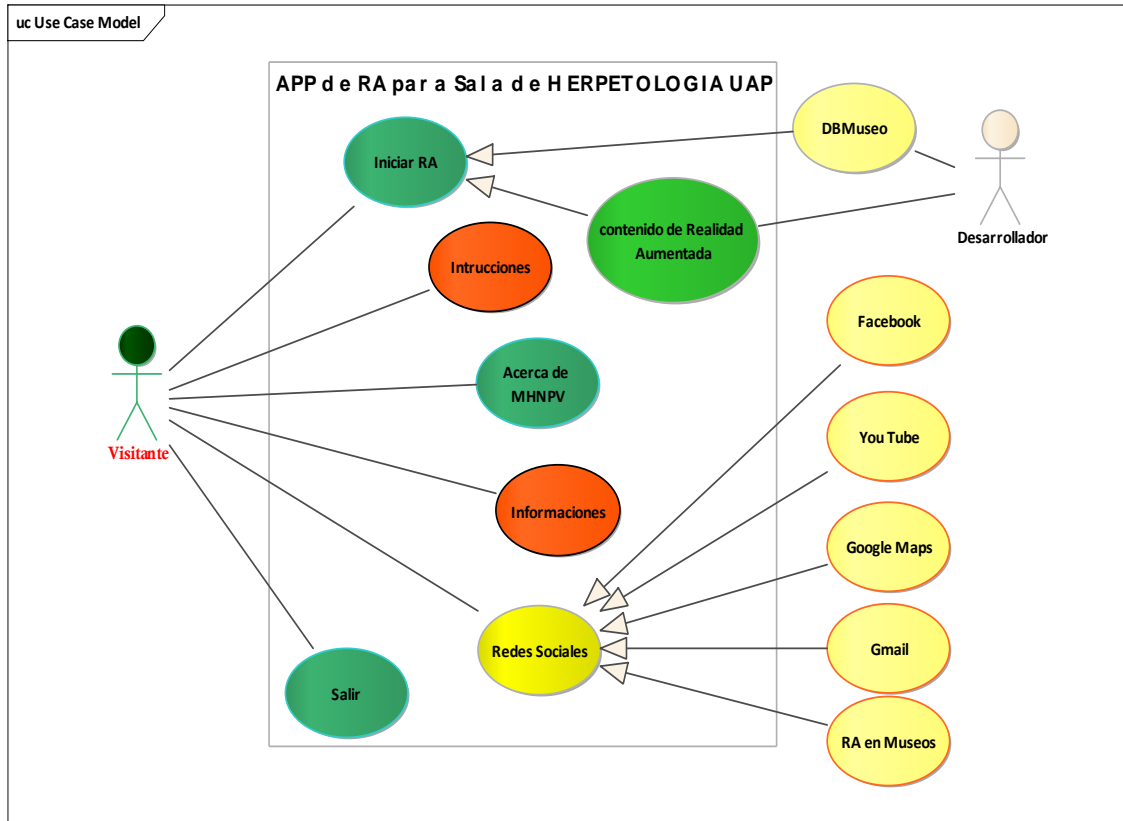


FIGURA 36 Casos de uso Menú Principal de APK

Fuente: (Elaboración propia)

### Iniciar RA

Caso de uso para Iniciar RA (Realidad Aumentada).

<b>Casos de uso</b>	<b>Iniciar RA</b>	<b>Nro.: 1</b>
<b>Descripción</b>	<b>Para iniciar UI de realidad aumentada</b>	
<b>Actores</b>	<b>Visitante</b>	
<b>Condición de entrada</b>	<b>Para su ejecución la base de dato debe estar creada en vuforia.</b>	
<b>Flujo de evento</b>	1. El visitante debe activar en iniciar RA.	

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. La aplicación de RA cargara los contenidos desde la base de datos que ya fue creada en vuforia.</li> <li>3. La cámara de la aplicación ya estará lista para su uso de contenidos multimedia virtual.</li> </ol>
<b>Post condicional</b>	<b>La aplicación está en progreso de carga para ser usado</b>

TABLA 2 Diagrama de Casos de uso Iniciar RA

Fuente: (Elaboración propia)

**Instrucciones:** Describe instrucciones acerca del uso de la aplicación móvil de realidad aumentada.

Casos de uso	Instrucciones	Nro.: 2
Descripción	Para ver instrucciones acerca del uso de la aplicación de RA	
Actores	Visitante	
Condición de entrada	Para ver la información debe ejecutar la escena.	
Flujo de evento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El visitante debe activar botón de instrucciones.</li> <li>2. La aplicación cambiara de escena.</li> <li>3. La escena mostrara las instrucciones acerca del uso y el procedimiento de RA.</li> </ol>	
Post condicional	La Aplicación Móvil se preparará para cambiar de escena y avanzar entre UI.	

TABLA 3 Casos de uso Instrucciones

Fuente: (Elaboración propia)

**Acerca del museo.**

Información acerca de la misión del MHNPV.

Casos de uso	Acerca del museo	Nro.: 3
Descripción	<b>Para ver la misión y los objetivos del museo acerca de la exhibición de las muestras que ofrece a visitantes.</b>	
Actores	<b>Visitante</b>	

Condición de estrada	<b>Para ver la información de la misión del museo debe activar la escena.</b>
Flujo de evento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El visitante debe activar botón de Acerca del Museo.</li> <li>2. La aplicación cambiara de escena.</li> <li>3. La escena mostrara la misión del Museo.</li> </ol>
Post condicional	<b>La Aplicación Móvil se preparará para cambiar de escena y avanzar entre UI.</b>

TABLA 4 Casos de uso panel de información Acera de MHNPV

Fuente: (Elaboración propia)

### Informaciones.

Mostrar información acerca de los horarios de atención y normas de visitas para los usuarios.

Casos de uso	Informaciones	Nro.: 4
Descripción	<b>Información sobre las normas de visita vigentes de CIPA y los horarios de atención.</b>	
Actores	<b>Visitante</b>	
Condición de estrada	<b>Para ver la información de la misión del museo debe activar la escena.</b>	
Flujo de evento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El visitante debe activar botón de Informaciones.</li> <li>• La aplicación cambiara de escena.</li> <li>• La escena mostrara los horarios de visita y las normas vigentes.</li> </ul>	
Post condicional	<b>La Aplicación Móvil se preparará para cambiar de escena y avanzar entre UI.</b>	

TABLA 5 Casos de uso Informaciones

Fuente: (Elaboración propia)

### 3.1.2.4. MÓDULO DE REALIDAD AUMENTADA

Este módulo contempla todo lo relacionado a la generación del proceso de Realidad Aumentada mediante el reconocimiento de los marcadores definidos.

#### Reconocimiento de marcadores que incorpora la RA

Caso de uso para el reconocimiento de marcadores.

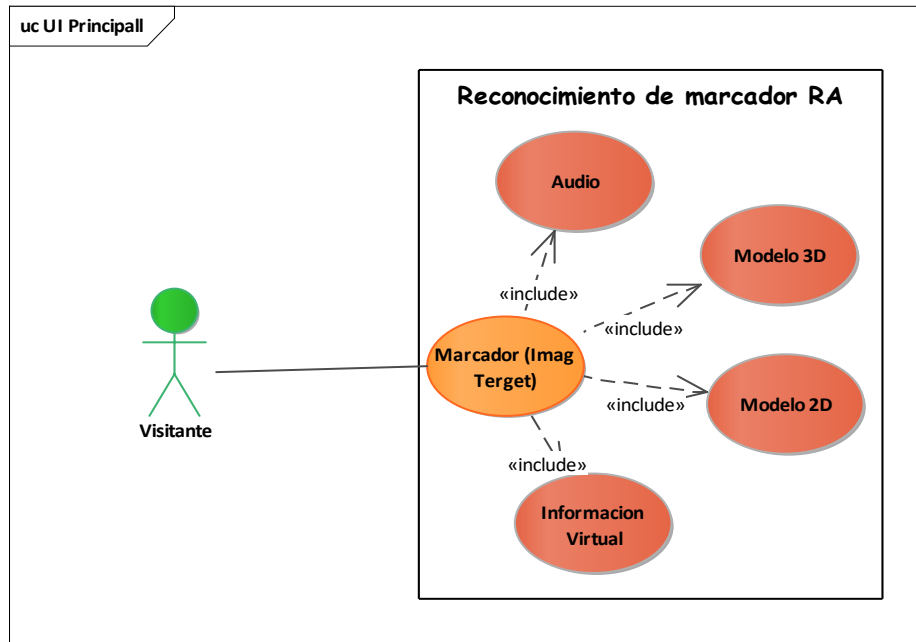


FIGURA 37 Casos de uso Imag Targets

Fuente: (Elaboración Propia)

Casos de uso	Reconocimiento de marcadores con RA	Nro.: 5
Descripción	<b>El image targets (Marcador) contiene el contenido multimedia de cada taxidermia que exhibe la sala de herpetología del MHNPV.</b>	
Actores	<b>Visitante</b>	
Condición de entrada	<b>Para ver el contenido multimedia de RA debe enfocar al marcador seleccionada.</b>	
Flujo de evento		

	<b>1. La aplicación móvil UI RA mostrara automáticamente el contenido multimedia como audio, modelo 3D e información Virtual de la muestra.</b>
Post condicional	<b>Desde UI de RA el usuario interactuara con la información multimedia.</b>

TABLA 6 Casos de uso reconocimiento de marcador de RA

Fuente: (Elaboración propia)

## DISEÑO CONCEPTUAL

En esta etapa se construye el esquema conceptual que tendrá la aplicación, representado por los objetos del dominio, sus relaciones o colaboraciones entre ellos. Este diseño está conformado por clases, relaciones y subsistemas.

Se requiere saber los conceptos del software con el que se trabajara.

**Proyecto.** - Corresponde a la aplicación en general. Un proyecto está compuesto por una o varias escenas

**Escena.** - una escena puede ser el menú principal, la escena está compuesto por uno o varios objetos.

**Objetos (Game Objects).** - un objeto puede ser un botón, texto, un personaje, etc. Y está compuesto por uno o más componentes, todo objeto tiene un componente en común que es el componente Transform que tiene posición y tamaño.

**Componentes.** - cada componente tiene una serie de variables.

**Variable.** - cada variable tiene un valor, y es usada en un componente

**Proyecto= Escena**  
**Escena = Objetos**  
**Objetos = Componente**  
**Componentes= Variable**

## DIGRAMA DE CLASES

Para el desarrollo del proyecto se tiene las siguientes clases de aplicación de Realidad Aumentada.

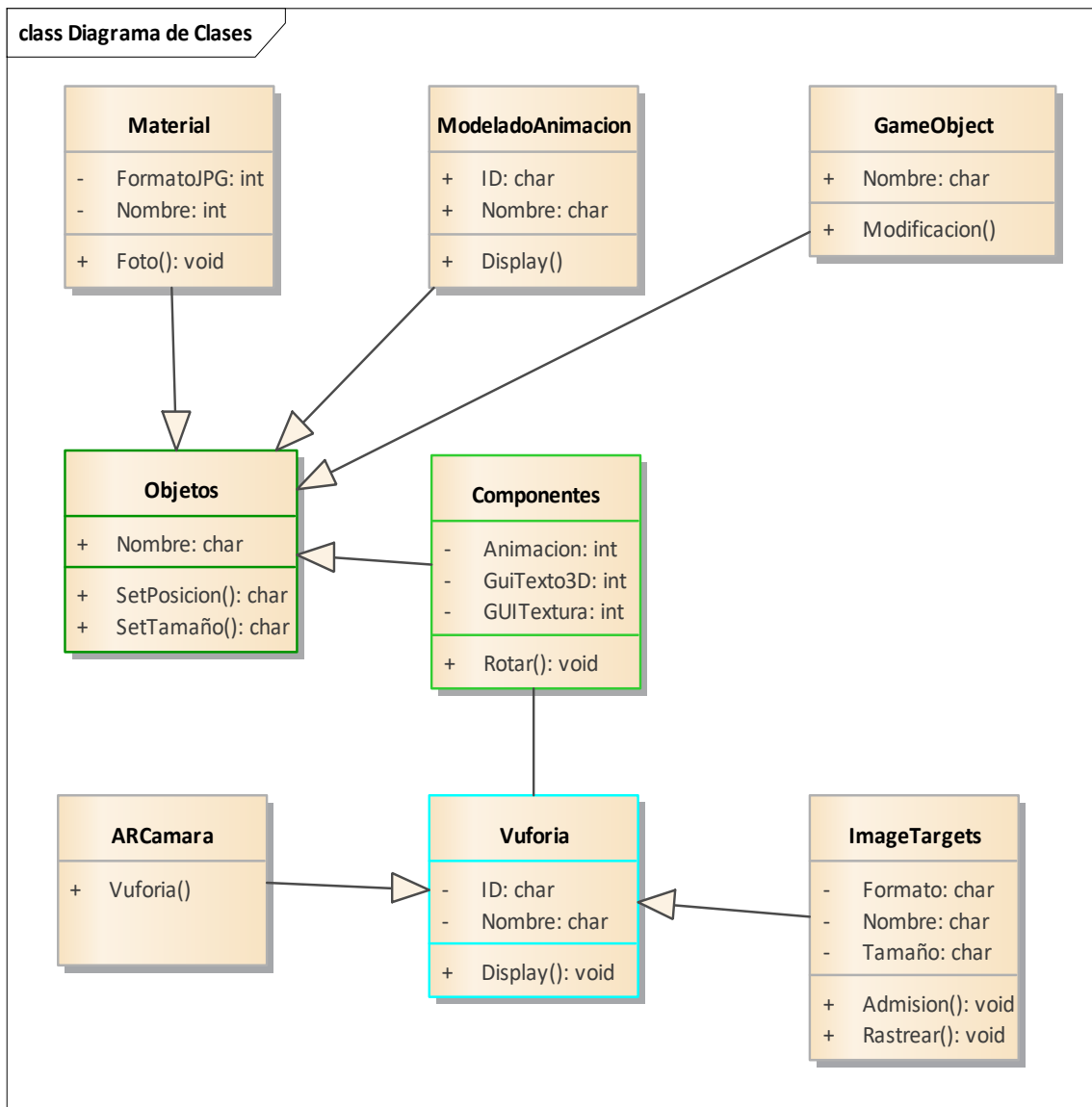


FIGURA 38 Diagrama de clases para desarrollo de APK

Fuente: (Elaboración propia)

## CASOS DE SECUENCIA

Para la comprensión del diagrama de secuencia se muestra la arquitectura de MVC.

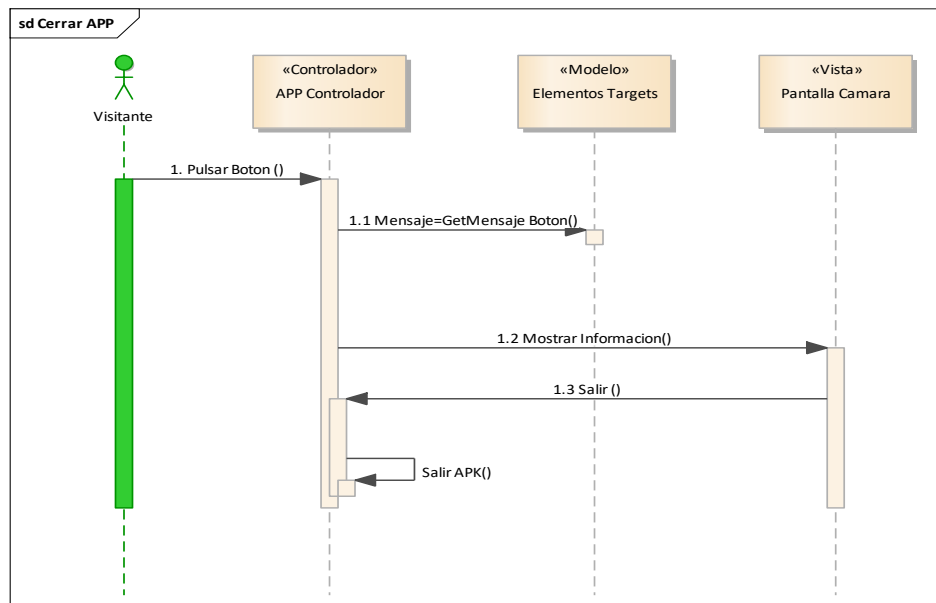


FIGURA 39 Diagrama de secuencia UI Principal

Fuente: (Elaboración propia)

## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

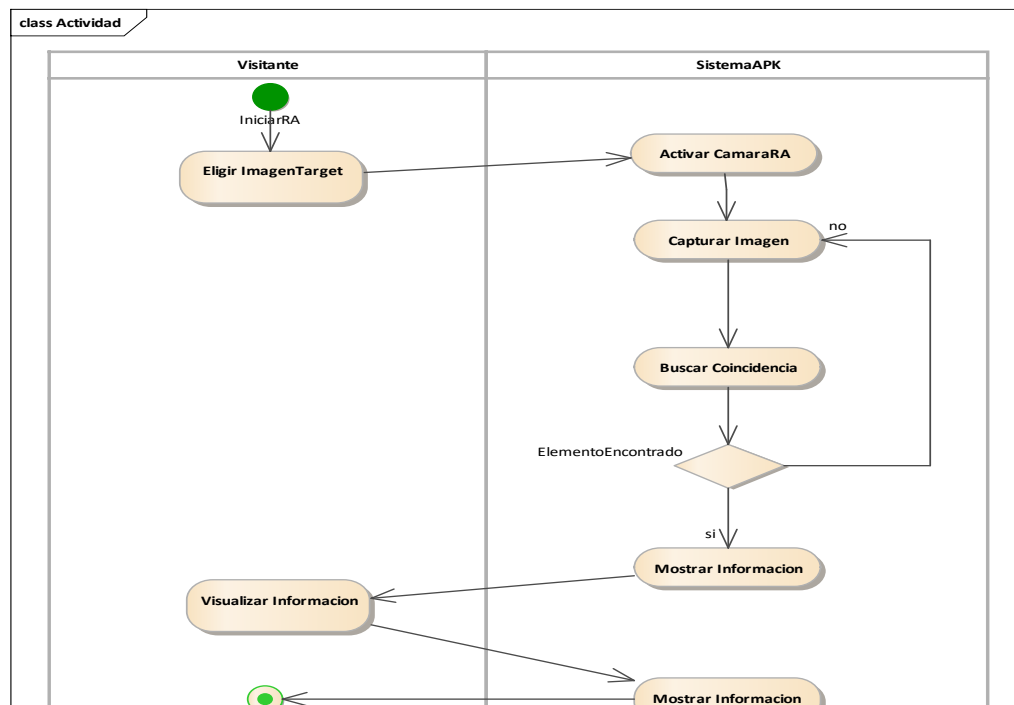


FIGURA 40 Diagrama de Actividades del sistema de APK

Fuente: (Elaboración propia)

## DIAGRAMA DE COMPONENTES DE SISTEMA

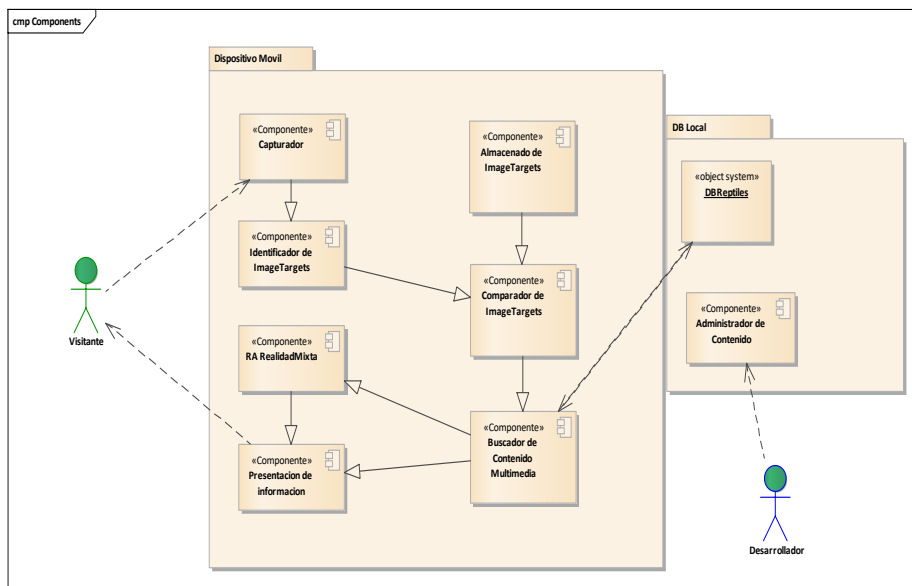


FIGURA 41 Diagrama de Componentes de sistema de RA

Fuente: (Elaboración propia)

### 3.1.2.5. IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En esta etapa se identificará y se plasmará las actividades del proyecto a desarrollar y los resultados de cada una de ellas.

#### Cuadro de Procesos

CUADRO DE PROCESOS				
Nro.	Actividades	Culminada	Prueba de ejecución	Prueba de resultados
1	Recolección de información de las taxidermias de la sala de Herpetología (reptiles).	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
2	Análisis de las herramientas de desarrollo de Realidad Aumentada.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
3	Elegir la plataforma de desarrollo para la Aplicación móvil que	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa

	incorpore la tecnología de Realidad Aumentada.			
4	Configuración de las herramientas elegidas para el desarrollo del proyecto.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
5	Modelado de las taxidermias que exhibe la sala de reptiles (Herpetología) con Blender y Maya Max.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
6	Renderizado y texturizado de los modelos en 3D con Blender.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
7	Configuración de los modelos en 3D para su exportación en Unity.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
8	Diseño de los marcadores (Image Targets) para la base de datos.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
9	Registro y creación de la Base de Datos de tipo Device en la página web de Vuforia engine developer portal.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
10	Descargar la BD creado en Vuforia e Importación del paquete de desarrollo para Unity Editor.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
11	Importación del modelo en 3D hecho en Blender a Unity.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
12	Configuración del entorno de la plataforma de desarrollo Unity para la creación de escena.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
13	Desarrollo de la Realidad Aumentada con Vuforia Engine y Unity 3D.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa

14	Creación y renderización de la información.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
15	Creación de UI, como sus colores, tipos de fuentes, imágenes a utilizar.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
16	Descarga y configuración de SDK, JDK y NDK de Android para Unity Editor.	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
17	Generación de APK en Unity para Android 4.5 para adelante	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa
18	Prueba de la APK	Sin observaciones	Exitosa	Exitosa

TABLA 7 Cuadro de Actividades del proyecto

Fuente: (Elaboración propia)

### 3.1.3. DISEÑO

Basado en la metodología MADAMD en esta fase se inicia el diseño de UI de la aplicación móvil, teniendo en cuenta las diferentes herramientas para la estructura y renderizado de los marcos, así como colores e imágenes de la institución que debe poseer la aplicación.

#### 3.1.3.1 DISEÑO CONCEPTUAL

Mientras arranca la aplicación se mostrará el logo de CIPA, posterior mente se mostrará en UI principal con un audio de fondo y menús de opciones como. Iniciar RA, Instrucciones acerca del proceso de la ampliación móvil, Acerca del MHNPV, Informaciones sobre los horarios de visita y normas vigentes por CIPA y el botón para salir de la aplicación

Al ingresar a la sala de Herpetología sección reptiles donde se encuentra las taxidermias que se exhibe como: Anaconda, Boa Constrictora, Peta de tierra, Peni, Lagarto, Lora, Pucarara y Cutuchi donde se incluirá información multimedia y modelo en 3D de las taxidermias ya mencionadas anteriormente de la misma se mostrará la tecnología de la Realidad Aumentada.

Para tener una experiencia interactiva y dinámica a los visitantes, la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada permitirá mostrar información virtual de cada muestra siempre y cuando elija con su

respectivo marcador asignada, a fin de que el visitante tenga una mejor experiencia en la sala de herpetología sección reptiles.

### 3.1.3.2. DISEÑO NAVEGACIONAL

En la etapa de navegación la aplicación de Realidad Aumentada se visualizará el proceso de visita guiada. El visitante al estar en la sección de reptiles podrá moverse a su conveniencia y disfrutar de todo lo que ofrece la Aplicación Móvil.

### 3.1.3.3. DISEÑO DE INTERFAZ ABSTRACTA

Una vez fusionado las etapas anteriores, se creará interfaces abstractas como interfaces gráficas que tendrá la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada, agregando contenidos necesarios para tener una mayor interactividad.

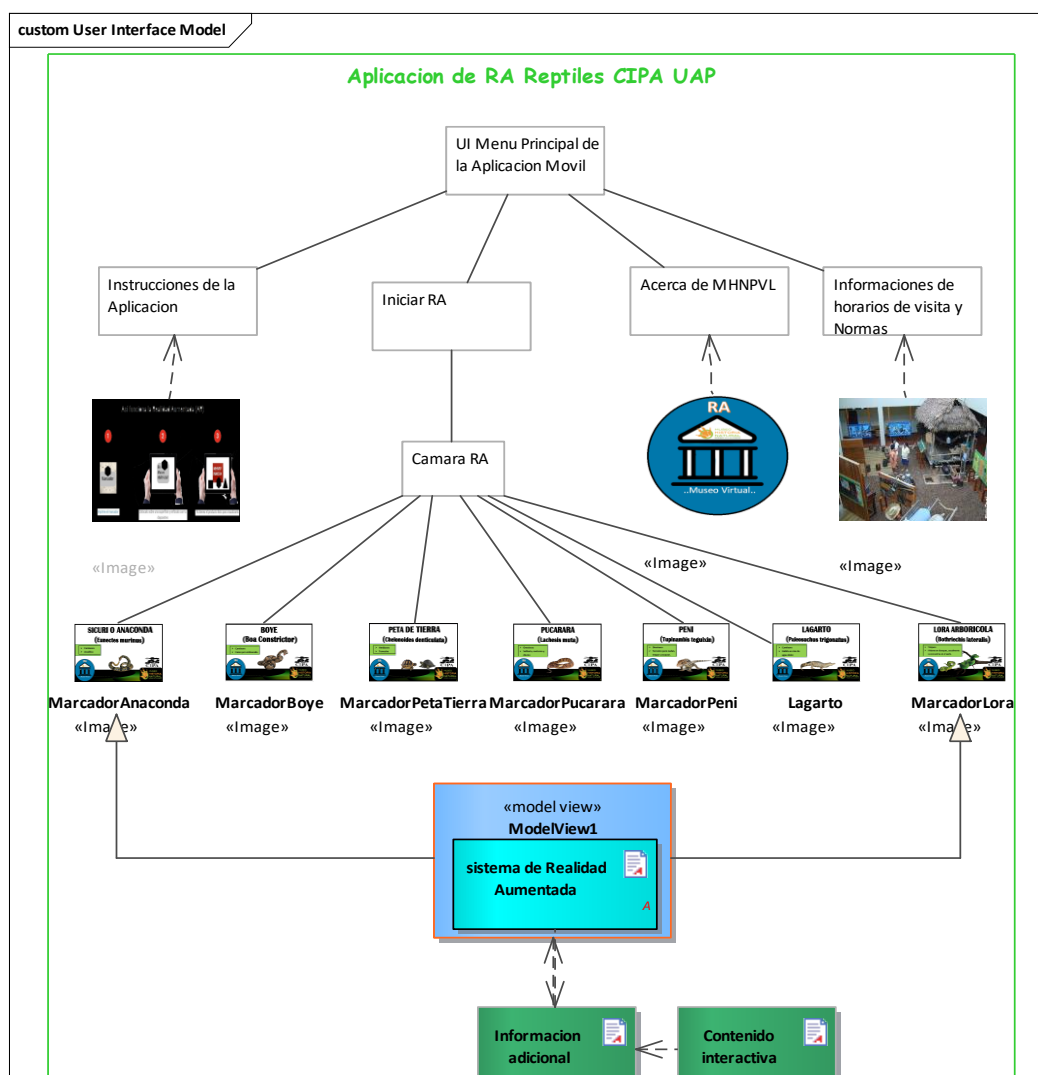


FIGURA 42 Ejemplo de Interfaz Gráfica de RA de la APK.

Fuente: (Elaboración Propia)

### 3.1.3.4. DISEÑO DEL PROTOTIPO DE LA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA

Para diseñar el prototipo de la aplicación con realidad aumentada para la sala de herpetología sección reptiles se diseñan los siguientes bocetos.

#### Inicio de sesión de la aplicación móvil.

Al iniciar la APK mostrará el logo de la institución y la plataforma en el cual se desarrolló.

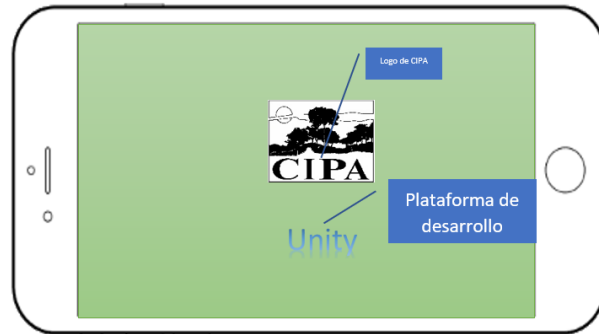


FIGURA 43 Diseño de UI para el inicio de la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración propia)

#### UI menú principal.

Diseño de boceto de menú principal en el cual se mostrará con sus respectivas funcionalidades de la aplicación móvil.

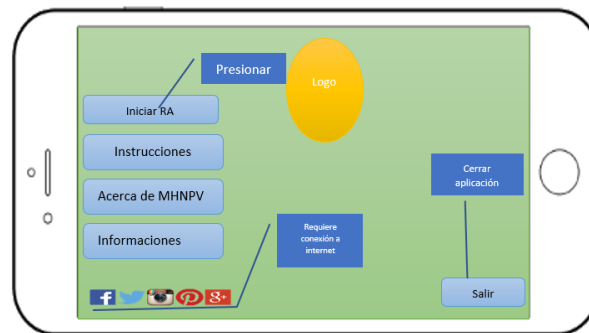


FIGURA 44 Diseño del UI para el menú principal de la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración propia)

#### Menú Instrucciones.

Diseño de interfaz de instrucciones acerca del uso de la aplicación móvil.

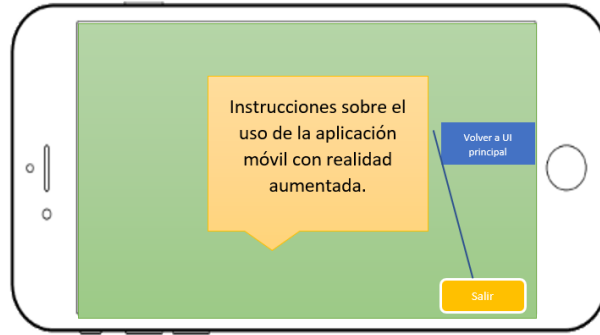


FIGURA 45 Diseño de UI Instrucciones para la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración propia)

### **Menú acerca de MHNPVL.**

Diseño de interfaz acerca del MHNPVL donde se mostrará información adicional sobre la misión y visión de CIPA.



FIGURA 46 Diseño de UI Acerca de MHNPV de la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración Propia)

### **Menú Informaciones.**

Diseño de interfaz permitirá mostrar información de los horarios de visitas y normas vigentes de CIPA.

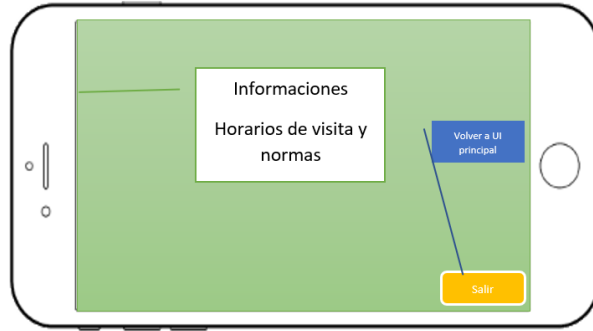


FIGURA 47 Diseño de UI Informaciones del MHNPV de la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración propia)

### **Interfaz Botones de redes sociales y geocalización de centro de investigación del MHNPVL.**

Este interfaz requerirá conexión a internet para visitar a redes sociales como Facebook, YouTube, Google maps, Gmail y Realidad Aumentada aplicado a Museo en la actualidad.

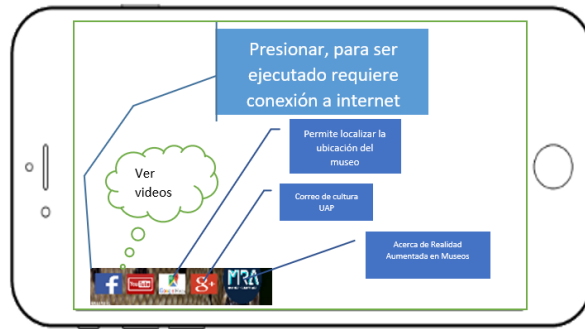


FIGURA 48 diseño de UI Redes Sociales para visitar al Museo

Fuente: (Elaboración propia)

### **Menú de Iniciar Realidad aumentada.**

Diseño del boceto al momento de visualizar la Realidad Aumentada.

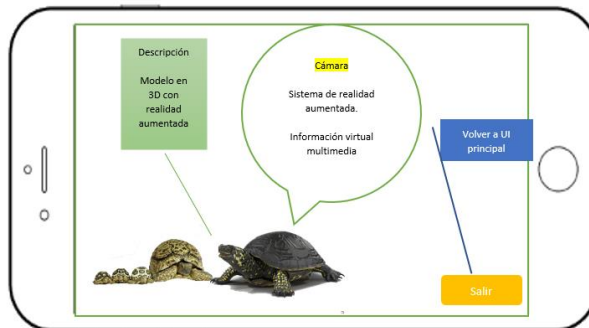


FIGURA 49 Diseño de UI Iniciar RA de la Aplicación Móvil

Fuente: (Elaboración propia)

### 3.1.3.5. DISEÑO Y MODELADO

Para UI de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se creó una interfaz interactiva y de fácil uso y amigable, con botones representativos de cada escena, con respecto a los colores se adecua a los colores del centro de investigación CIPA, además de brindar información multimedia, relevante de las taxidermias de los reptiles, modelado 3D, todo ello representado en Realidad Aumentada, que permite tener a los visitantes una experiencia interactiva.

**Diseño de Marcadores:** Para el diseño de los marcadores se consideró los colores y logos de acuerdo a los requerimientos de CIPA.



FIGURA 50 Diseño de Marcadores de Realidad Aumentada para la APK

Fuente: (Elaboración Propia)

**Modelado y Texturizado en 3D:** Se diseñó los modelos en 3D de las seis taxidermias de los reptiles de la sala de herpetología del Museo de Historia Natural Pedro Villalobos.

**Modelado de Anaconda o Sicurí:** Con la herramienta Blender se modelo Anaconda en 3D.

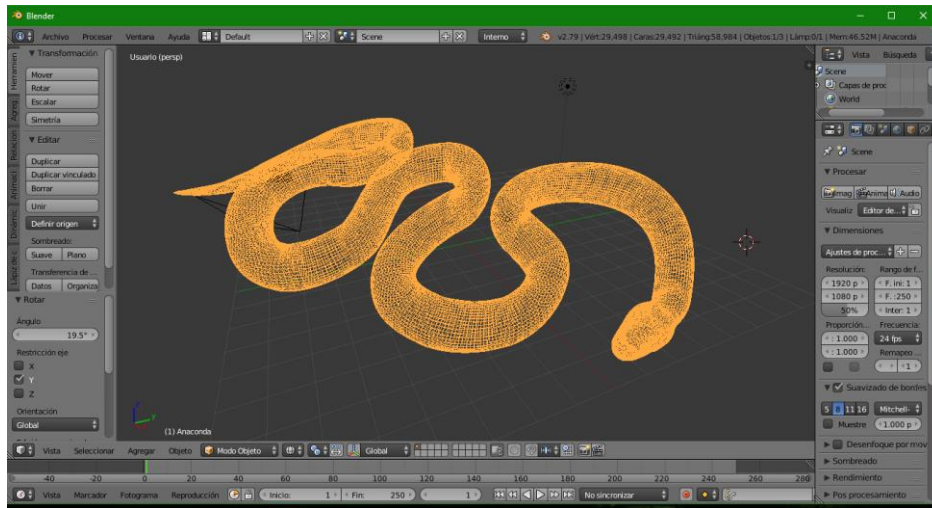


FIGURA 51 Detalle de diseño de Anaconda en 3D

Fuente: (Elaboración propia)

### **Renderizado y texturizado del modelo.**

Se realizó la distribución de mallas para el renderizado y texturizado de Anaconda en 3D con la herramienta Blender.

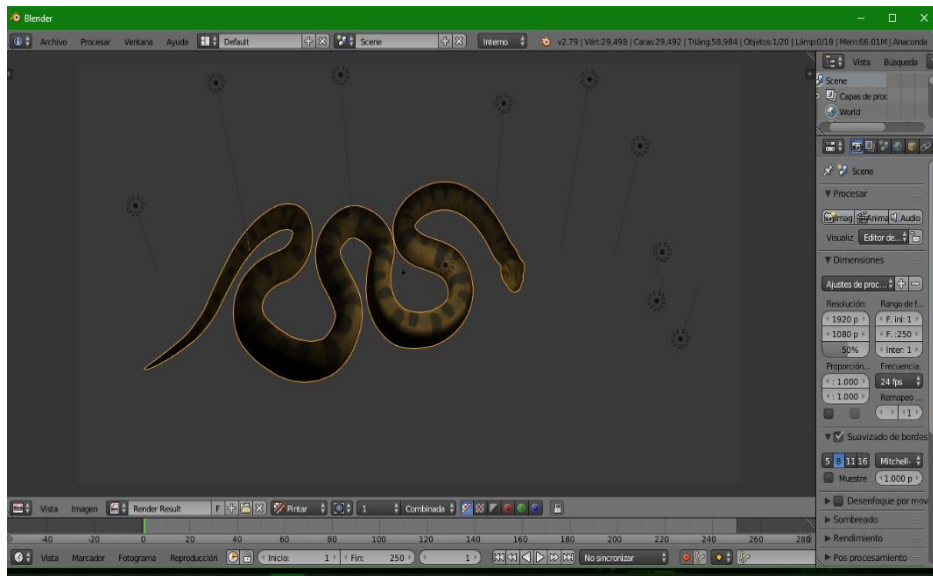


FIGURA 52 Texturizado del modelo Anaconda

Fuente: (Elaboración propia)

**Modelado de Boa Constrictora.** Se modelo la Boa en tri dimensional con la herramienta Blender.

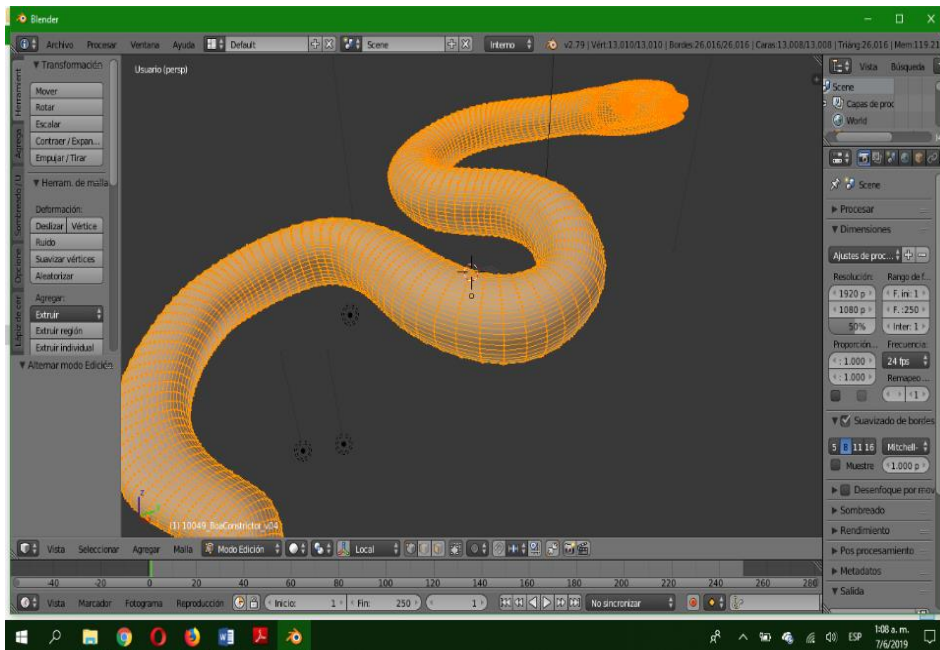


FIGURA 53 Diseño de Modelo Boye en 3D

Fuente: (Elaboración propia)

Modelo renderizado y texturizado de Boa Constrictora con Blender

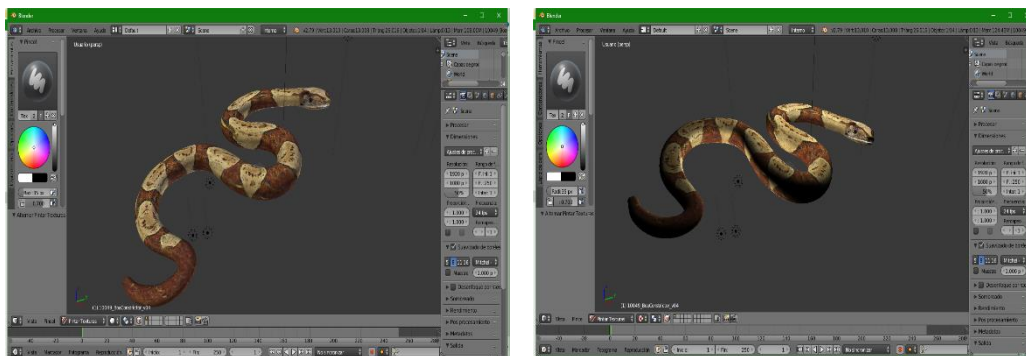


FIGURA 54 Renderizado y Texturizado del modelo Boye

Fuente: (Elaboración propia)

**Modelado de Peta de tierra.** Se realizó el modelado de Peta en 3D con la herramienta Blender.

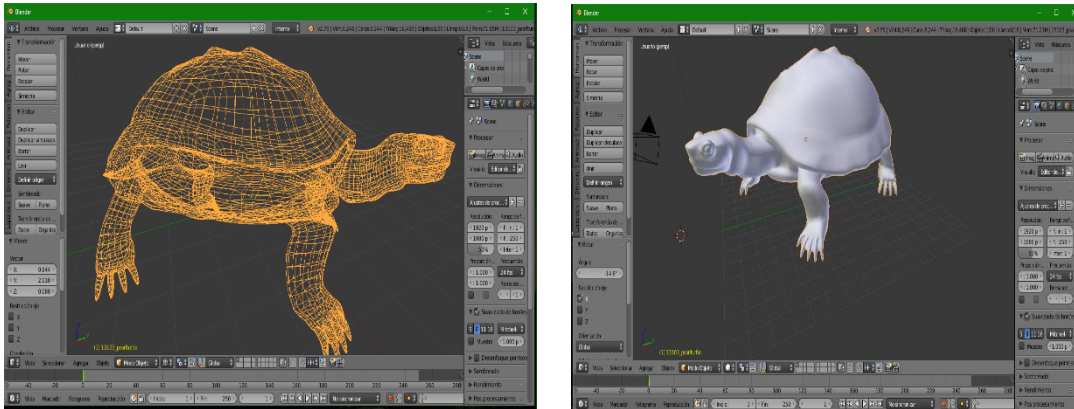


FIGURA 55 Detalle del modelo en 3D de Peta

Fuente: (Elaboración propia)

**Renderizado y texturizado de Peta de tierra con la Herramienta Blender.**

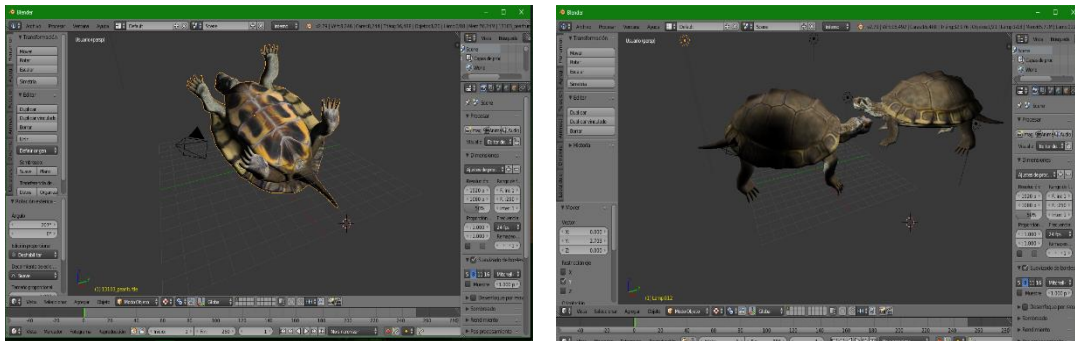


FIGURA 56 Texturizado del Modelo en 3D

Fuente: (Elaboración propia)

**Modelado de Lagarto.** Se realizó el modelado de Lagarto en 3D con la herramienta Blender.

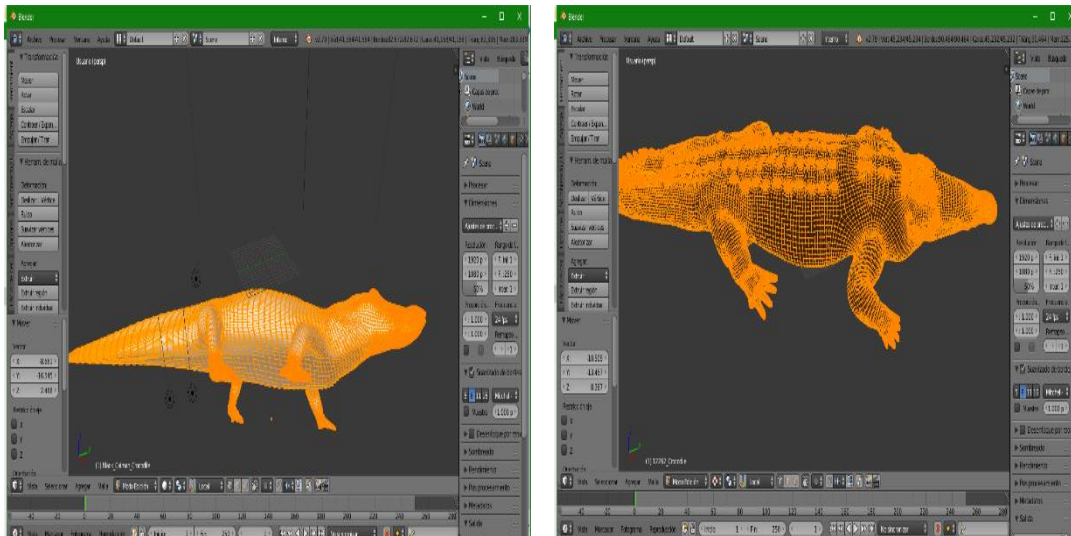


FIGURA 57 Detalle de Modelo en 3D Lagarto

Fuente: (Elaboración propia)

Renderizado y texturizado de Lagarto con la herramienta Blender.

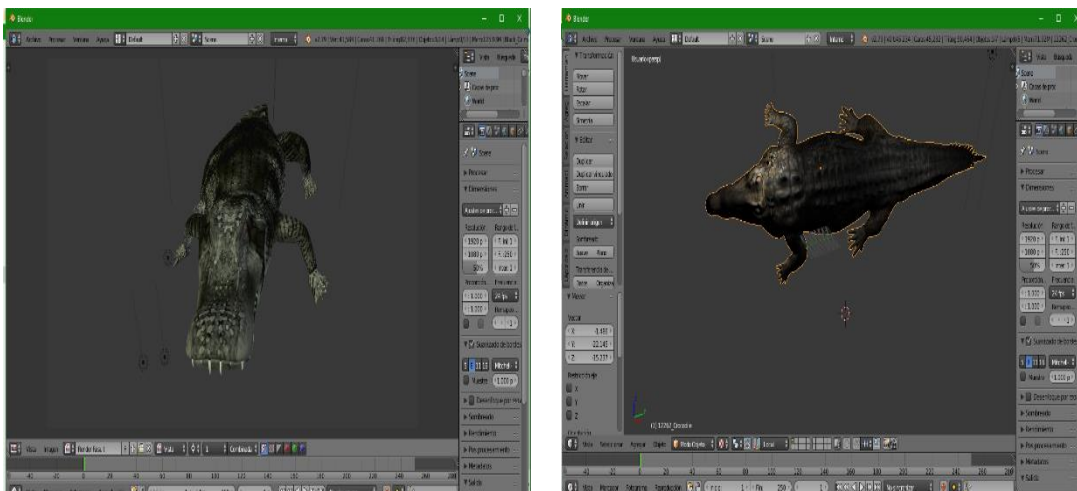


FIGURA 58 Modelo Renderizado de Peta de tierra

Fuente: (Elaboración propia)

**Modelado de Peni.** Se realizó el modelado de Peni en 3D con la herramienta Blender.

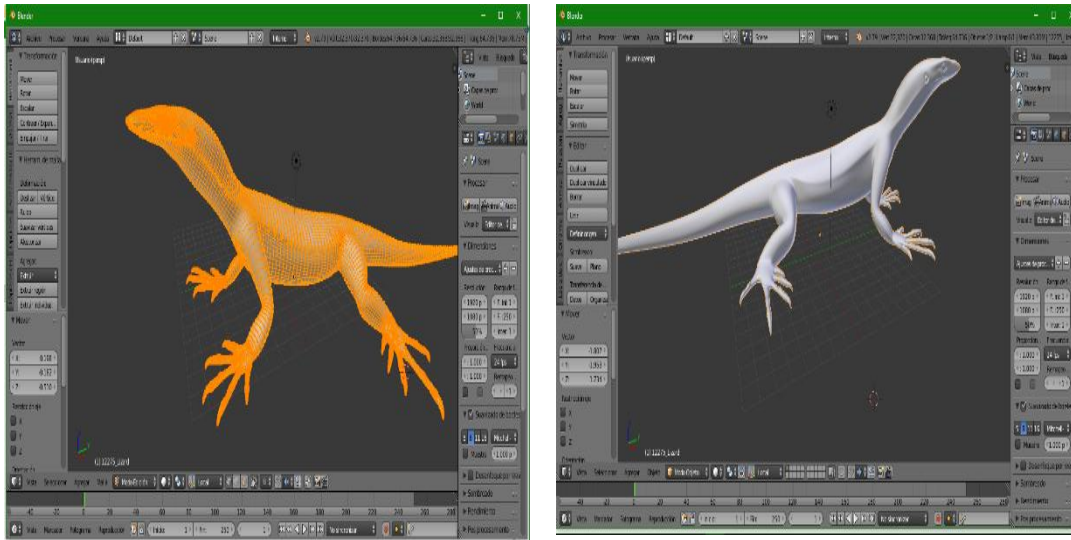


FIGURA 59 Detalle del Modelo en 3D de Peni

Fuente: (Elaboración propia)

Renderizado de Peni con la herramienta Blender.

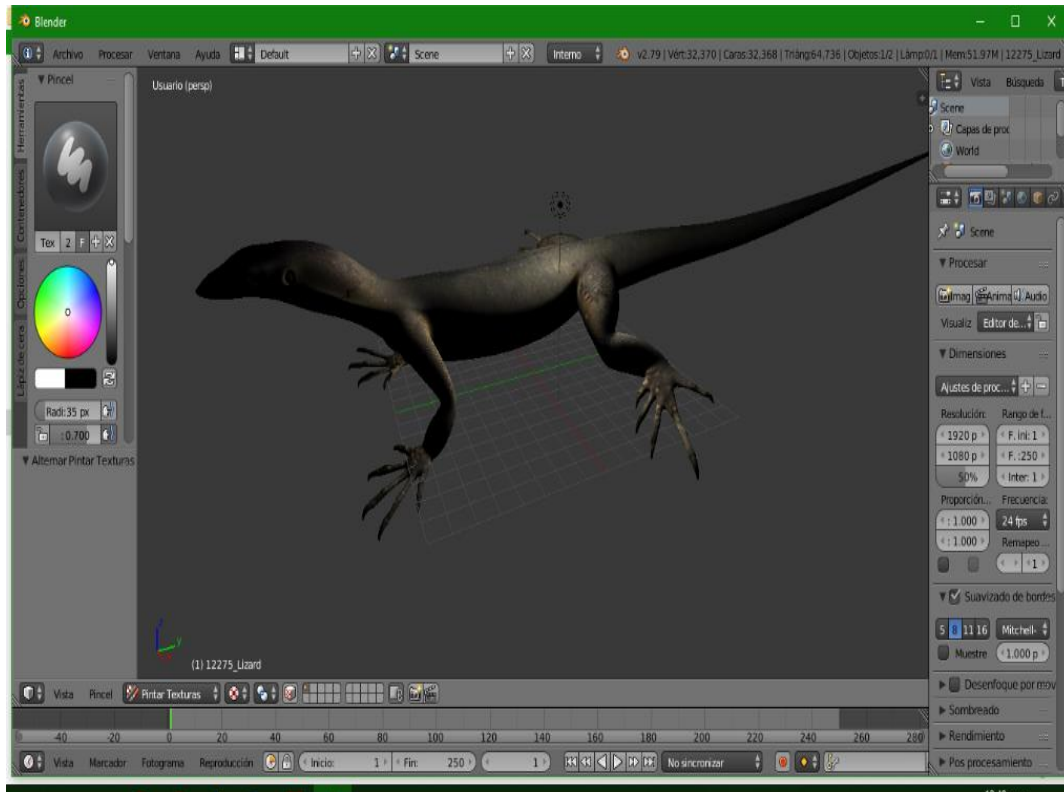


FIGURA 60 Modelo Renderizado de Peni en 3D

Fuente: (Elaboración propia)

**Modelado de Pucarara.** Se realizó el modelado de Pucarara en 3D con la herramienta Blender.

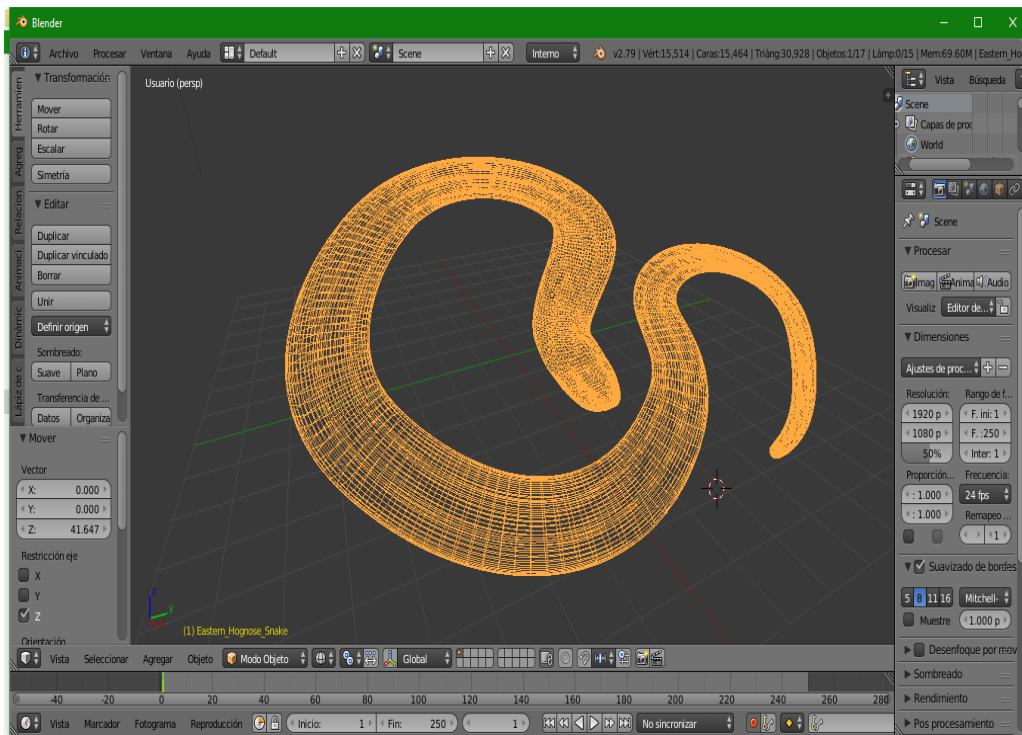


FIGURA 61 Modelo de Pucarara en 3D

Fuente: (Elaboración propia)

**Renderizado y texturizado de Pucarara con la herramienta Blender.**

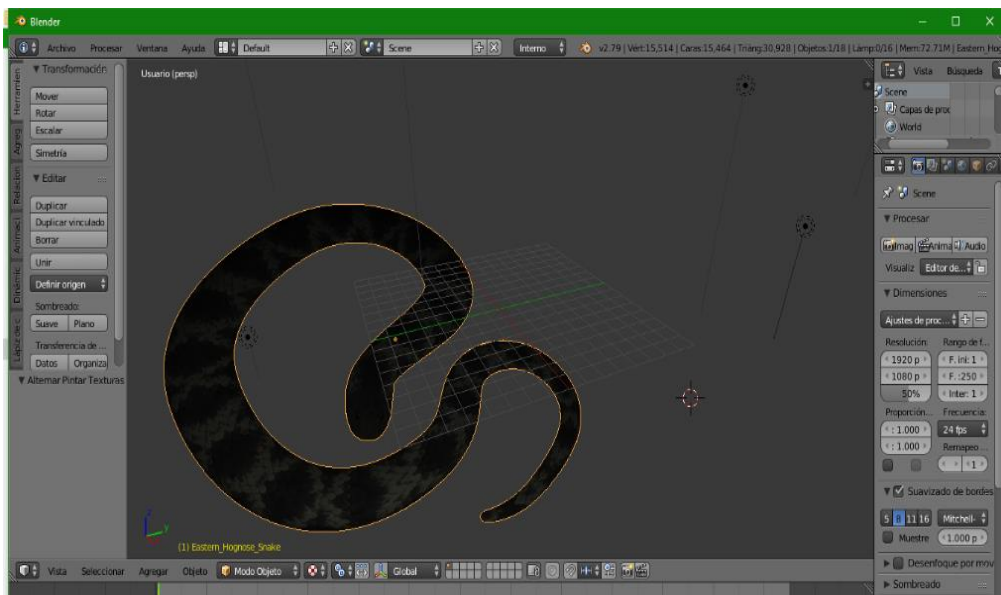


FIGURA 62 Modelo renderizado de Pucarara en 3D

Fuente: (Elaboración Propia)

**Modelado de Lora Arborícola.** Se realizó el modelado de Lora en 3D con la herramienta Blender.

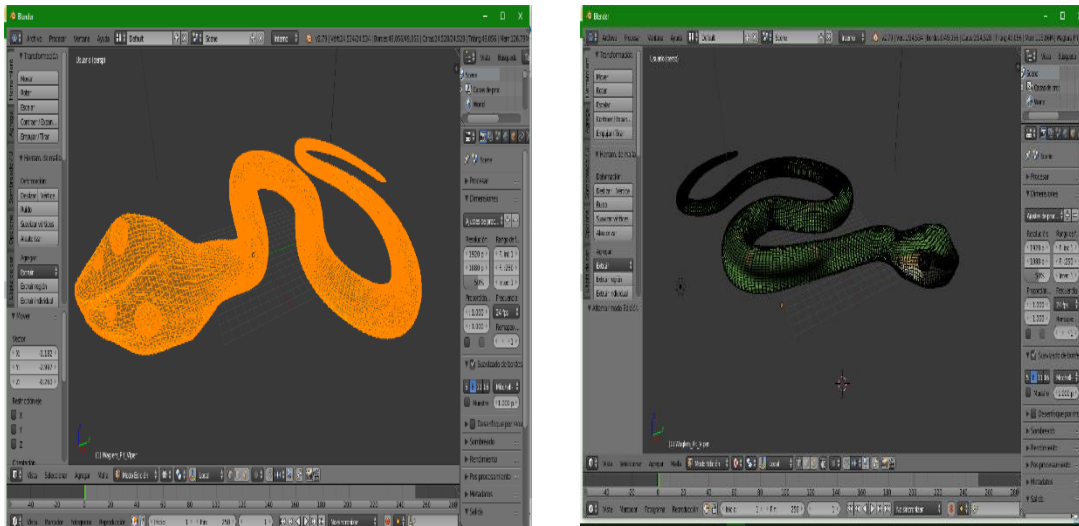


FIGURA 63 Contexto Modelo de Lora en 3D

Fuente: (Elaboración propia)

Render y texturizado de Lora Arborícola con la herramienta Blender.

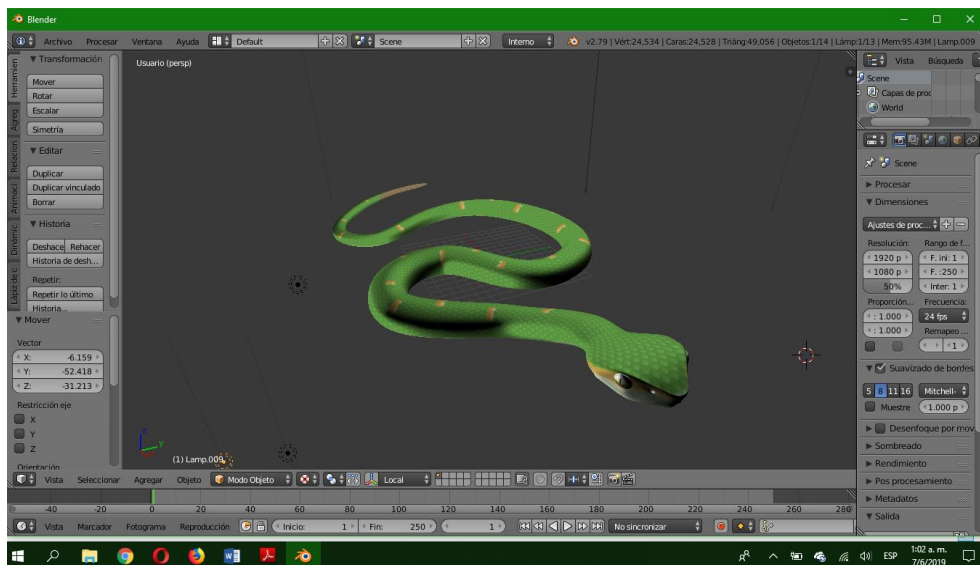


FIGURA 64 Renderizado del Modelo de Lora en 3D

Fuente: (Elaboración propia)

**Desarrollo de la Realidad Aumentada:** Se realizó la integración de contenidos multimedia como información digital, audio, modelo 3D para su ejecución de Realidad Aumentada basada en marcadores (Image Targets) usando el software Unity y Vuforia.

**Realidad aumentada de Anaconda o Sicurí.** Se realizó la incorporación de contenido de realidad aumentada al marcador de Anaconda.



FIGURA 65 Incorporación de contenido de RA al marcador

Fuente: (Elaboración propia)

**Proyectando al marcador de Anaconda con APK de RA.**

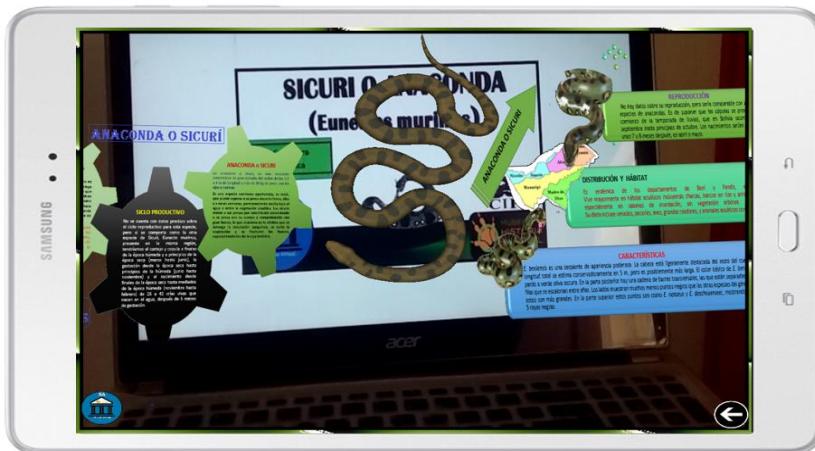


FIGURA 66 Ejemplo de Realidad Aumentada de Anaconda

Fuente: (Elaboración Propia)

**Realidad aumentada de Boa Constrictora.** Se realizó la incorporación de contenido de realidad aumentada al marcador de Boa.

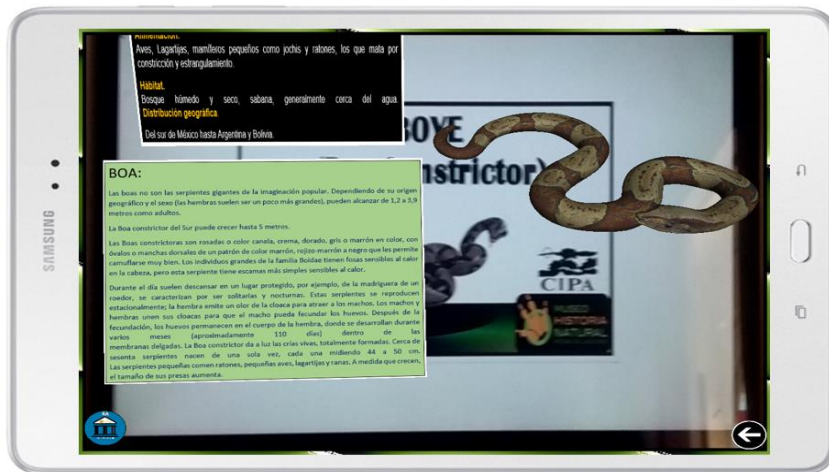


FIGURA 67 Realidad Aumentada de Boa Constrictora

Fuente: (Elaboración Propia)

**Realidad aumentada de Peta.** Se realizó la incorporación de contenido de realidad aumentada al marcador de Peta.

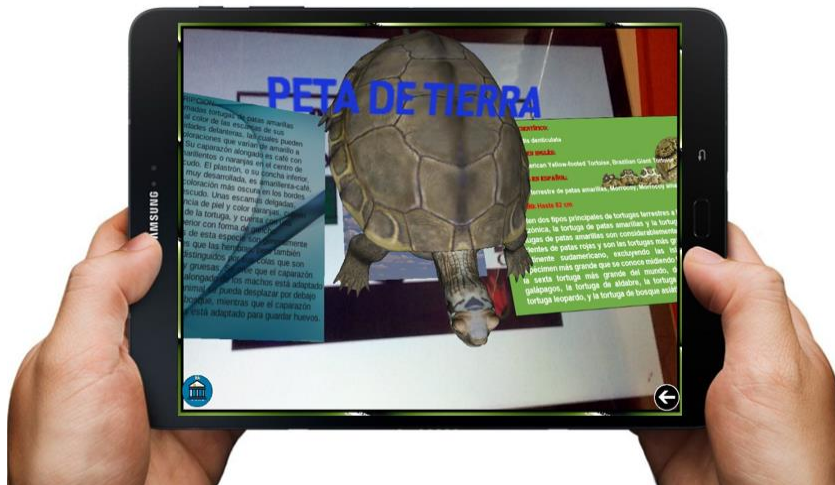


FIGURA 68 Realidad Aumentada de Peta de Tierra

Fuente: (Elaboración propia)

**Realidad aumentada de Lagarto.** Se realizó la incorporación de contenido de realidad aumentada al marcador de Lagarto.



FIGURA 69 Realidad Aumentada de Lagarto

Fuente: (Elaboración propia)

**Realidad aumentada de Peni.** Se realizó la incorporación de contenido de realidad aumentada al marcador de Peni.

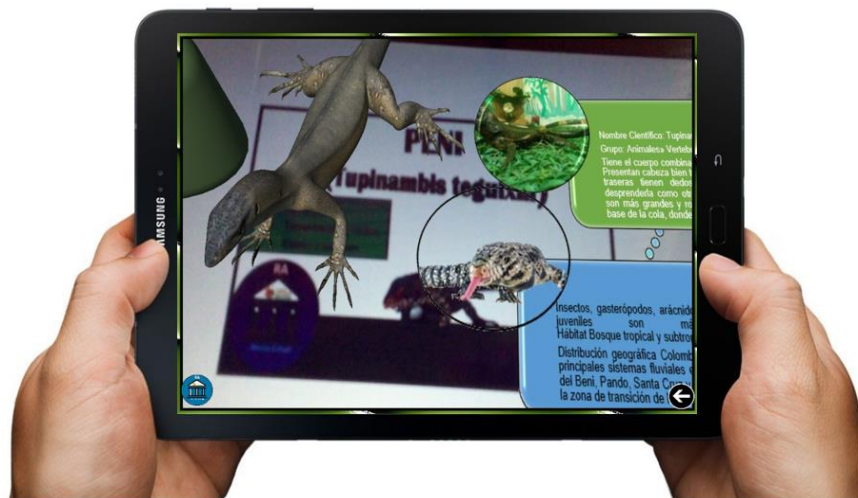


FIGURA 70 Realidad Aumentada de Peni

Fuente: (Elaboración propia)

**Realidad aumentada de Pucarara.** Se realizó la incorporación de contenido de realidad aumentada al marcador de Pucarara.

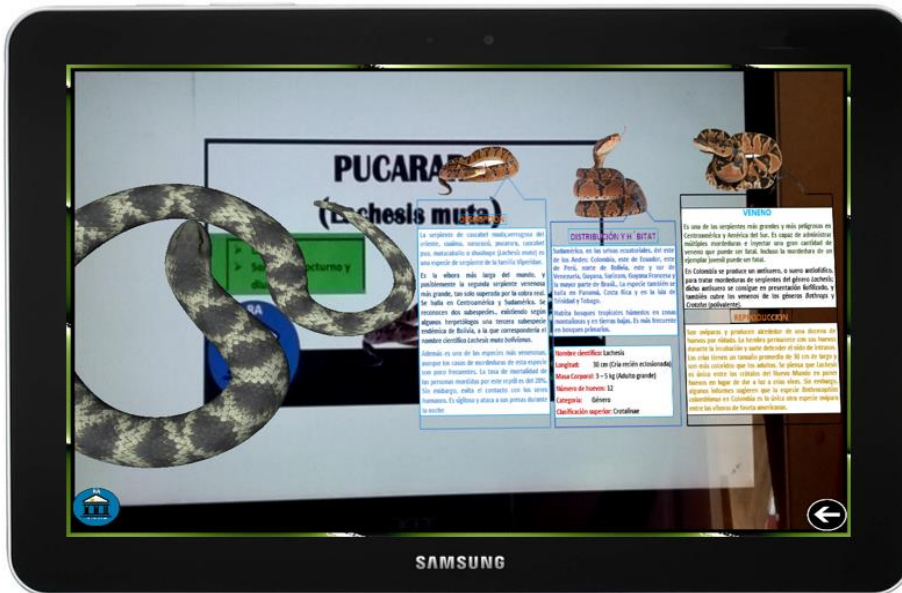


FIGURA 71 Realidad Aumentada de Pucarara

Fuente: (Elaboración propio)

**Realidad aumentada de Lora Arborícola.** Se realizó la incorporación de contenido de realidad aumentada al marcador de Lora.



FIGURA 72 Realidad Aumentada de Lora Arborícola

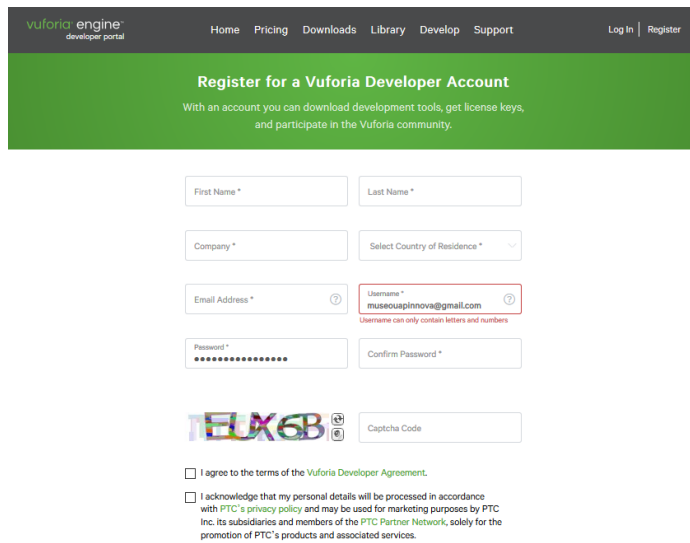
Fuente: (Elaboración propia)

### 3.1.4. CODIFICACIÓN

Para su correcto funcionamiento de la aplicación se configurará las dimensiones y las versiones de las herramientas, para luego iniciar el desarrollo de la codificación con el lenguaje de programación propio C# de Unity.

#### Reconocimiento de las imágenes

En primera instancia se debe registrar en la página de Vuforia Engine como desarrollador (Developers) donde permita crear licencia para poder utilizar la Librería.

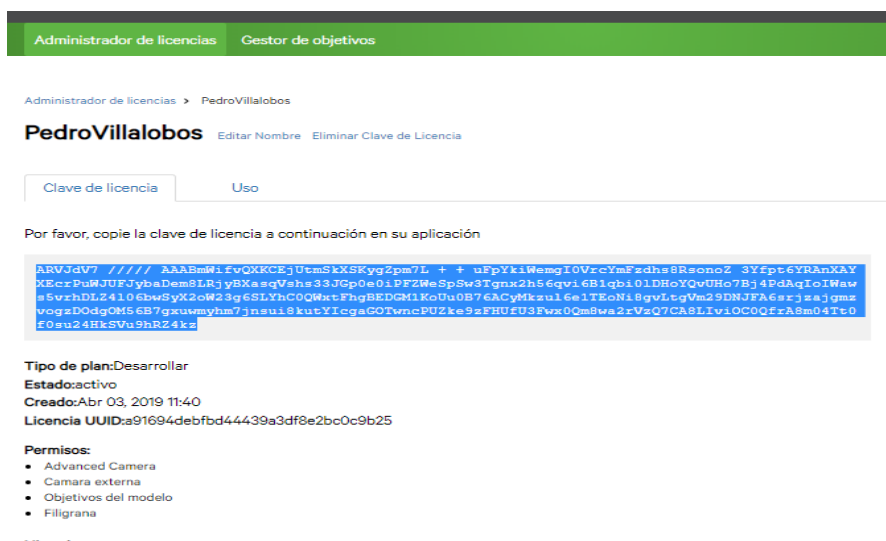


The image shows the registration page for a Vuforia Developer Account. The page has a green header with the Vuforia Engine logo and navigation links: Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, Support, Log In, and Register. The main heading is "Register for a Vuforia Developer Account" with a subtext: "With an account you can download development tools, get license keys, and participate in the Vuforia community." The form includes fields for First Name, Last Name, Company, Select Country of Residence, Email Address, Username (with a note: "Username can only contain letters and numbers"), Password, Confirm Password, and a CAPTCHA code. There are two checkboxes at the bottom: "I agree to the terms of the Vuforia Developer Agreement." and "I acknowledge that my personal details will be processed in accordance with PTC's privacy policy and may be used for marketing purposes by PTC Inc. its subsidiaries and members of the PTC Partner Network, solely for the promotion of PTC's products and associated services."

FIGURA 73 Formulario de registro para crear cuenta en Vuforia

Fuente: (Elaboración propia)

#### Administración de Licencia para aplicación.



The image shows the license management interface in Vuforia. It has a green header with "Administrador de licencias" and "Gestor de objetivos". Below the header, it shows "Administrador de licencias > PedroVillalobos". The user name "PedroVillalobos" is displayed with links for "Editar Nombre" and "Eliminar Clave de Licencia". There are two tabs: "Clave de licencia" and "Uso". Below the tabs, it says "Por favor, copie la clave de licencia a continuación en su aplicación". A text box contains a long alphanumeric license key: "ARVJdV7 // / / / / AAABm#1fvQKKEjUtmSkXSKyg2pm7L + + uPpYki@emgI0VrcYmFzdhs8RsoncZ 3Yzpt6YRAnXAY xEcrPuWUUFybaDem8LRjyBxasqVhs33JGp0e0iPFZWeSpSw3Tgnx2h56qv16B1qbi01LDHoYQvUH07Ej4P4AqtoIWaw aSvzhDZ24102bw3yk20W33q6SLYnCOQWxtPhyBEDm3Ko0u0B76AcYkka16e1T20N18gv8e9Um29DN3FA6r3zsa3gms v0gzD0d9QMS6B7qxumayhm7jnsu18kucYIcgaGOTwncPUZke9zPHUfU3Fvx0Qm8wa2rv2Q7CA8Llv1OC0QfzA8m04T50 f0su24HkSVu9hRZ4ks". Below the license key, it shows "Tipo de plan: Desarrollar", "Estado: activo", "Creado: Abr 03, 2019 11:40", and "Licencia UUID: a91694defbd44439a3df8e2bc0c9b25". There is a "Permisos:" section with a list: "Advanced Camera", "Camara externa", "Objetivos del modelo", and "Filigrana".

FIGURA 74 Licencia de Vuforia para el reconocimiento de imágenes

Fuente: (Elaboración propio)

Una vez creada la licencia para la aplicación, se procede a enlazar la licencia con una base de datos que se creará en vuforia, esto nos permitirá almacenar las imágenes que se crearon para los marcadores, cuando se cree esta base de datos se podrá descargar e importar el paquete en Unity 3D.

## CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN LA PÁGINA WEB DE VUFORIA

Se crea la base de dato (DBSalaReptil), se procede a cargar los respectivos marcadores ya diseñados.

Target Manager > DBSalaReptil

**DBSalaReptil** [Edit Name](#)

Type: Device

Targets (10)

Add Target Download Database (10)

<input checked="" type="checkbox"/>	Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
10 selected <a href="#">Delete</a>					
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorPucarara1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:23
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorPetaTierra1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:23
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorPeni1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:22
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorLora1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:22
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorLagartodeCurichi1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:21
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorCutuchi1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:21
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorBoye1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:20
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorBienbenido1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:20
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorLagarto1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 11:19
<input checked="" type="checkbox"/>	MarcadorAnaconda1	Single Image	★★★★★	Active	Apr 10, 2019 10:48

Last updated: Today 11:23 AM [Refresh](#)

FIGURA 75 Creación de la base de datos en la página web de Vuforia

Fuente: (Elaboración propia)

Para su correcto funcionamiento Vuforia utiliza un algoritmo de reconocimiento de puntos que permite detectar que las imágenes que se subieron son adecuadas, para luego ser reconocidas inmediatamente, por ello esto se evalúa con un puntaje de cinco estrellas es decir que las imágenes que se diseñaron para los marcadores presentan un nivel de 5 estrellas lo cual permite una buena calidad.



FIGURA 76 Puntos de reconocimiento de marcador de Taxidermias

Fuente: (Elaboración propia)

Se procederá a descargar una vez verificado la calidad de imágenes de los 7 marcadores, importar a la plataforma de desarrollo de Unity, para su reconocimiento es necesario validar y realizar ajustes de configuración de la cámara para RA en el entorno de trabajo.

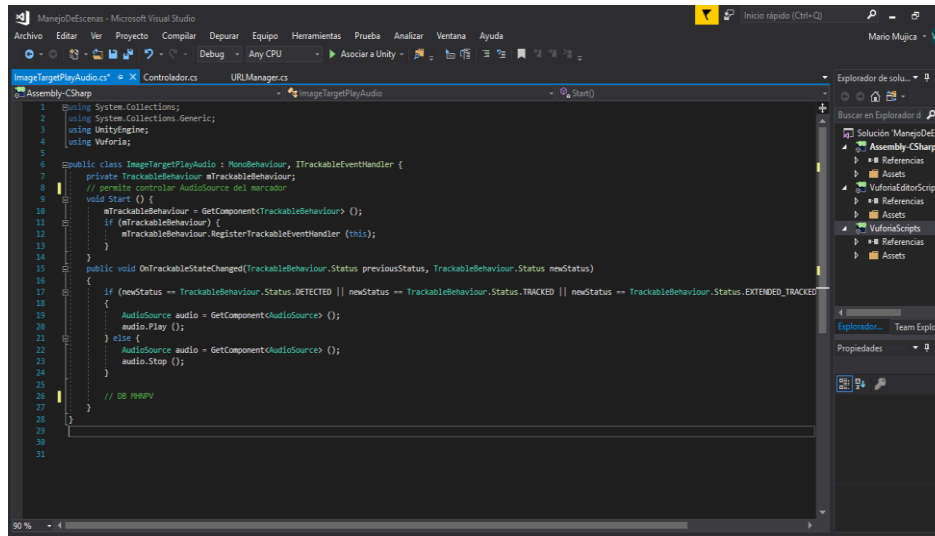


FIGURA 77 Ajustes de Marcador en Unity con la información Virtual.

Fuente: (Elaboración propia)

Se creará escenas para diferentes UI y configuraciones correspondientes para cada uno de los marcadores posteriormente de la misma manera se creará Scripts de controladores para audio, Image Targets, Panel de Información, Controlador de botones y Manager URL.

## Código fuente de la clase ImageTargetPlayAudio.

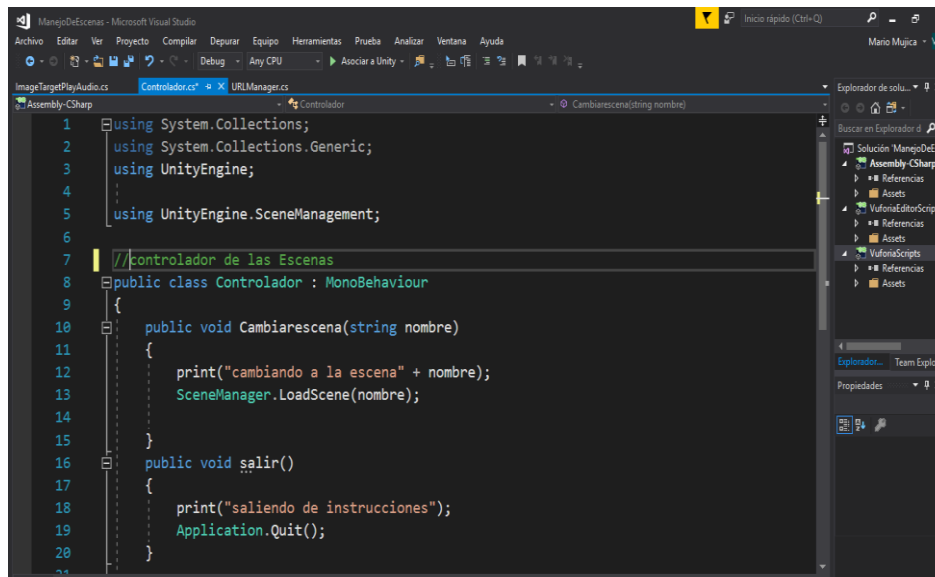


```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using Vuforia;
5
6 public class ImageTargetPlayAudio : MonoBehaviour, ITrackableEventHandler {
7     private TrackableBehaviour mTrackableBehaviour;
8     // permite controlar AudioSource del marcador
9     void Start () {
10         mTrackableBehaviour = GetComponent<TrackableBehaviour> ();
11         if (mTrackableBehaviour) {
12             mTrackableBehaviour.RegisterTrackableEventHandler (this);
13         }
14     }
15     public void OnTrackableStateChanged(TrackableBehaviour.Status previousStatus, TrackableBehaviour.Status newStatus)
16     {
17         if (newStatus == TrackableBehaviour.Status.DETECTED || newStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED || newStatus == TrackableBehaviour.Status.EXTENDED_TRACKED)
18         {
19             AudioSource audio = GetComponent<AudioSource> ();
20             audio.Play ();
21         }
22         else {
23             AudioSource audio = GetComponent<AudioSource> ();
24             audio.Stop ();
25         }
26     }
27     // DE HERRA
28
29
30
31
```

FIGURA 78 Código fuente para control de Audio con marcador

Fuente: (Elaboración propia)

## Código fuente de controlador de las Escenas de la aplicación móvil.

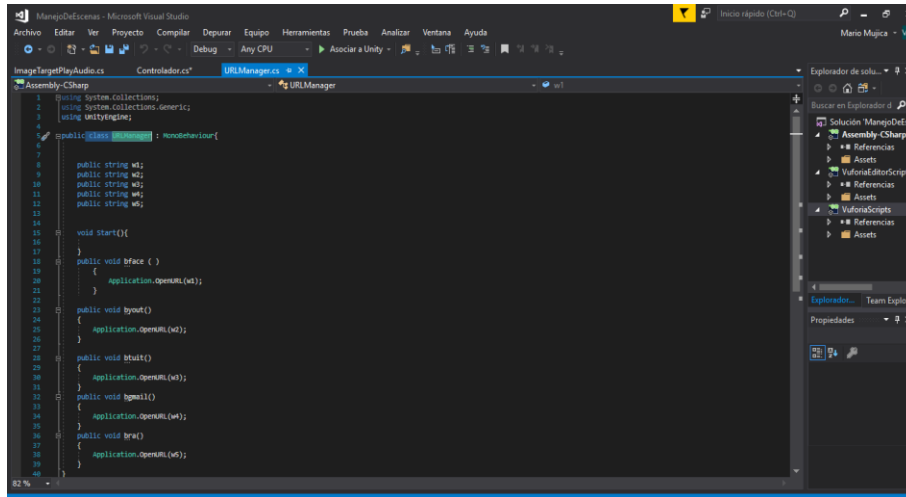


```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.SceneManagement;
5
6
7 //controlador de las Escenas
8 public class Controlador : MonoBehaviour
9 {
10     public void Cambiarescena(string nombre)
11     {
12         print("cambiando a la escena" + nombre);
13         SceneManager.LoadScene(nombre);
14     }
15
16     public void salir()
17     {
18         print("saliendo de instrucciones");
19         Application.Quit();
20     }
21
22
```

FIGURA 79 Código fuente de controlador de escenas

Fuente: (Elaboración propia)

**Código fuente de la clase URLManager permite visitar a las redes sociales desde la APK.**



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class URLManager : MonoBehaviour {
6
7     public string w1;
8     public string w2;
9     public string w3;
10    public string w4;
11    public string w5;
12
13
14
15    void Start()
16    {
17    }
18
19    public void bface ( )
20    {
21        application.OpenURL(w1);
22    }
23
24    public void byout()
25    {
26        application.OpenURL(w2);
27    }
28
29    public void Mmult()
30    {
31        application.OpenURL(w3);
32    }
33
34    public void hgnstl()
35    {
36        application.OpenURL(w4);
37    }
38
39    public void bnat()
40    {
41        application.OpenURL(w5);
42    }
43
44 }
```

FIGURA 80 Código fuente controlador de URL para Redes Sociales

Fuente: (Elaboración propia)

Desarrollo de las interfaces UI de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para sala de herpetología sección reptiles del MHNPV-CIPA.

### INICIO DE SESIÓN DE LA APK MHNPV.

Al arrancar la aplicación móvil de realidad aumentada muestra logo de la institución CIPA y motor de desarrollo Unity.



FIGURA 81 Icono inicio de sesión de APK

Fuente: Elaboración Propia

## UI MENU PRINCIPAL.

Al iniciar la Aplicación Móvil se muestra un interfaz con imágenes de los animales reptiles y el logo, de la misma manera tiene botones que nos llevan a diferentes escenas de información adicional y botones para redes sociales o cerrar la aplicación móvil.



FIGURA 82 Menú Principal de APK de Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración propia)

## INSTRUCCIONES.

Se muestra la información de ayuda sobre el uso de la aplicación móvil de realidad aumentada.



FIGURA 83 UI Panel de información Instrucciones

Fuente: (Elaboración Propia)

## ACERCA DEL MHNPV.

Se muestra información sobre la misión y visión del centro de investigación CIPA.

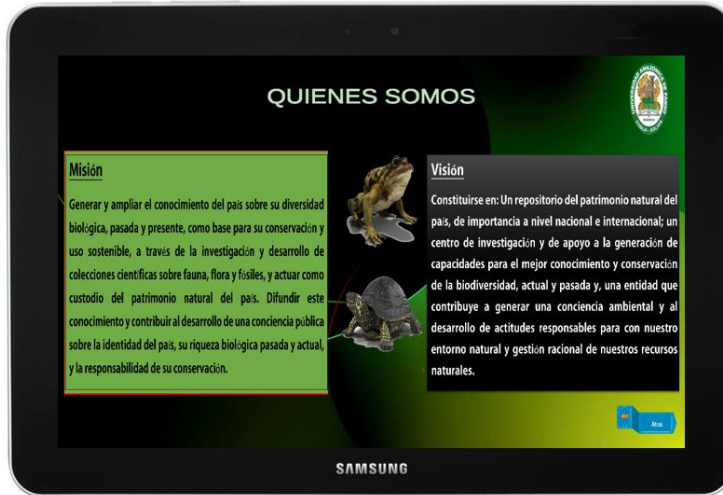


FIGURA 84 Panel de información de MHNPV

Fuente: (Elaboración propia)

## INFORMACIONES.

Se puede ver información de horarios de atención de visitas y las normas para visitar al MHNPV:

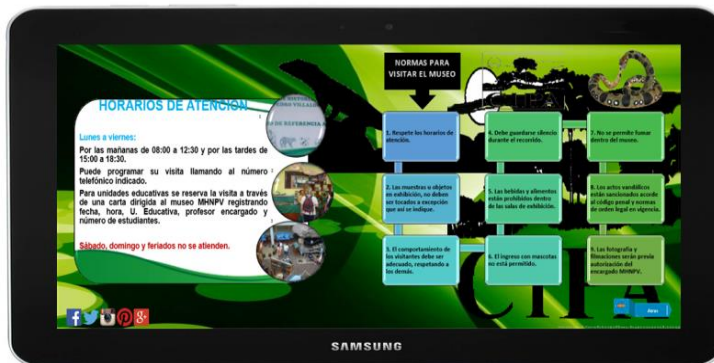


FIGURA 85 Fuente de Información de visitas

Fuente: (Elaboración propia)

## REDES SOCIALES DEL MUSEO.

Se puede visitar a las redes sociales como Facebook, YouTube y Gmail de cultura del MHNPV de la Universidad Amazónica de Pando, también se puede ver fácilmente la ubicación del museo atreves del Google Maps.

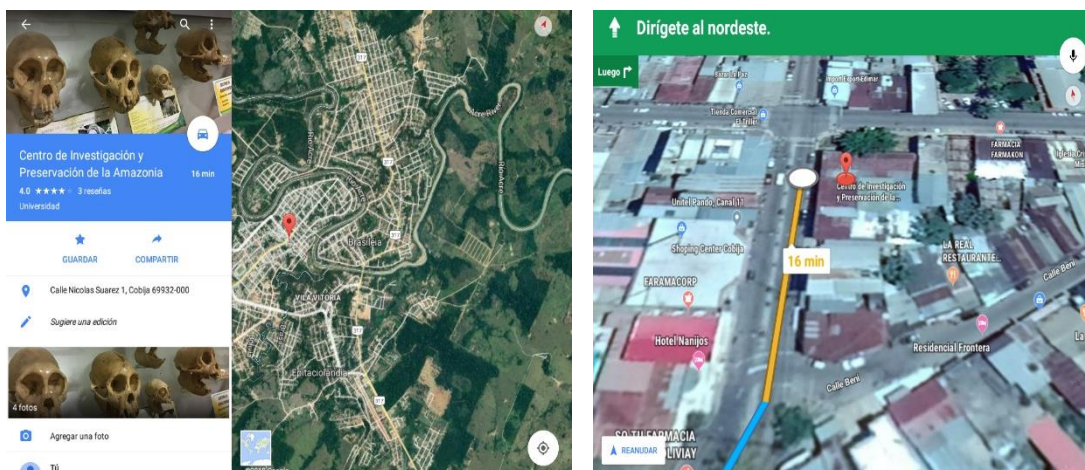


FIGURA 86 Localización de MHNPV

Fuente: (Elaboración propia)

## OPCION SALIR.

Se puede cerrar la aplicación móvil directamente.



FIGURA 87 Salir de la APK

Fuente: (Elaboración propia)

## ESCENA INICIAR RA.

El botón iniciar RA permite llegar a la escena de cámara de UI de realidad aumentada de la sala de herpetología sección reptiles posteriormente se puede enfocar con la cámara al marcador y vivir la experiencia interactiva con la información multimedia.

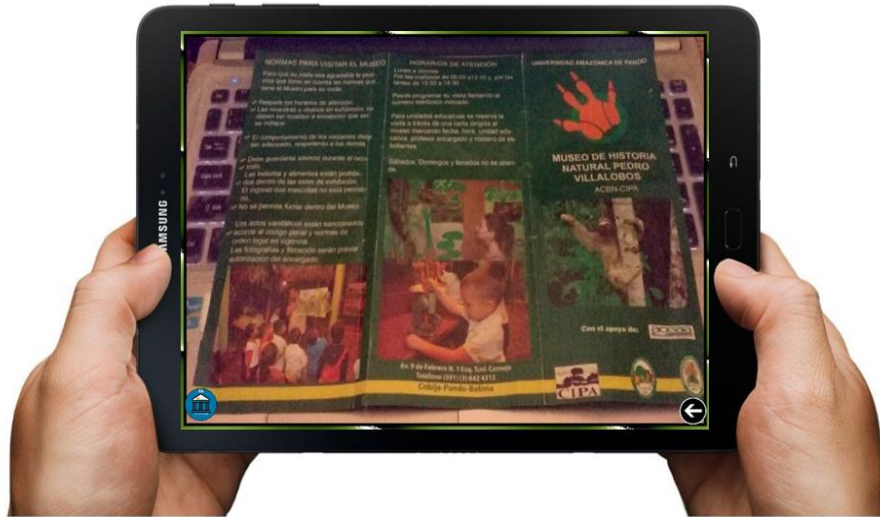


FIGURA 88 UI Cámara de Realidad Aumentada de la APK

Fuente: (Elaboración propia)

### REALIDAD AUMENTADA:

Al posicionar la cámara sobre el marcador correspondiente de las taxidermias, se visualizará la Realidad Aumentada, en el que se tendrá contenido multimedia información virtual, audio y modelo en 3D



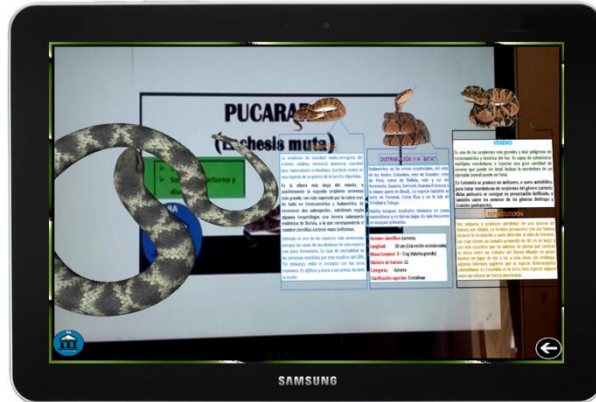


FIGURA 89 Ejemplo de Contenido de Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración propia)

### 3.1.5. PRUEBAS

Para su correcto funcionamiento de la aplicación móvil se realizó las pruebas en diferentes Smartphone y Tables de varios modelos tomando en cuenta la versión de Android 4.5 para adelante.

Se probó el caso de estudio, mediante pruebas unitarias de los módulos, pruebas de validación, funcionales, y pruebas de usabilidad con los visitantes y los encargados de MHNPV de la UAP.

#### 3.1.5.1. PRUEBAS UNITARIAS

Para encontrar errores se probó los módulos, posterior mente corregir errores encontrados en el proceso de desarrollo de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.

#### 3.1.5.2. PRUEBAS DE INTEGRACIÓN

Para la prueba de integración de la APK con RA, se hizo funcionar y combinando todos los módulos de la misma manera se testeó la funcionalidad y funcionamiento como se estableció en el documento de desarrollo.

#### 3.1.5.3. PRUEBAS DE VALIDACIÓN

En la sala de herpetología se realizamos varios prueba de la Aplicación móvil de RA. Con un objetivo de la APK cumple con los requisitos establecido en el documento, y permite a los visitantes interactuar con la tecnología de realidad aumentada, por tanto, satisface la necesidad de quienes visitan al Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando.

### 3.1.5.1. PRUEBAS DE USABILIDAD

Las pruebas de usabilidad de la Aplicación Móvil se realizarán al terminar todo el desarrollo, mediante un cuestionario que serán usabilidad del UI del APK y el contenido virtual que brinda sobre las taxidermias a los visitantes del MHNPV de la UAP.

Bajo la metodología usada se desarrolló la Aplicación Móvil muy efectiva satisfaciendo así las necesidades de los usuarios gracias a las fases de requerimientos, se llegó a cumplir los módulos planteados en la fase de planificación, acomodando también el diseño y colores adecuados de acuerdo a los reglamentos que tiene el museo, a partir del diseñando los marcadores, modelado en 3D y se realizando a detalle la información virtual para que pueda ser una gran ayuda a visitante, justamente se aprovechó la oportunidad de mostrar la ampliación móvil el día internación al del Museo llamado en el departamento (Noche de Museo) donde se realizaron las pruebas necesarias para su buen funcionamiento de la Aplicación Móvil de realidad Aumentada.

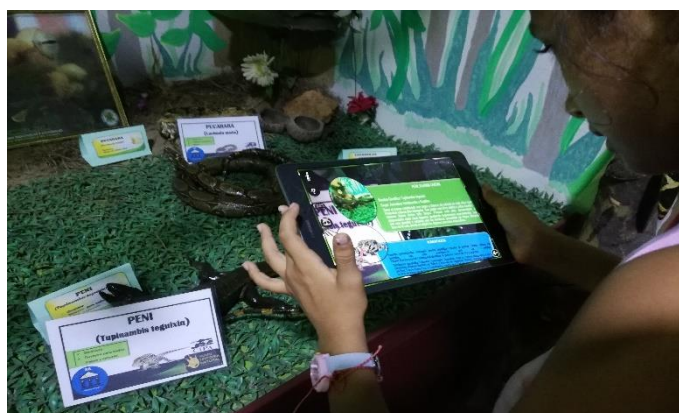


FIGURA 90 Prueba de Aplicación Móvil con Realidad Aumentada

Fuente: (Elaboración propia)



FIGURA 91 Prueba de realidad Aumentada de Lagarto

Fuente: (Elaboración propia)

## **4. EVALUACIÓN DE CALIDAD**

### **4.1. CALIDAD**

El software de alta calidad proporciona beneficios a la organización que lo produce y a la comunidad de usuarios finales. La organización que elabora el software obtiene valor agregado porque el software de alta calidad requiere un menor esfuerzo de mantenimiento, menos errores que corregir y poca asistencia al cliente.

La calidad de un sistema, aplicación o producto sólo es tan buena como los requerimientos que describen el problema, el diseño que modela la solución, el código que conduce a un programa ejecutable y las pruebas que ejercitan el software para descubrir errores. Conforme el software se somete a ingeniería, pueden usarse mediciones para valorar la calidad de los modelos de requerimientos y de diseño, el código fuente y los casos de prueba que se crearon. Para lograr esta valoración en tiempo real, las métricas de producto se aplican a fin de evaluar la calidad de los productos operativos de la ingeniería del software en forma objetiva, en lugar de subjetiva. Para la evaluación de calidad de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se aplica la norma ISO 9126 establecen características tales como confiabilidad, usabilidad, facilidad de dar mantenimiento, funcionalidad y portabilidad, como indicadores de la existencia de calidad. Toda organización de software se enfrenta al dilema de la calidad del software. En esencia, todos quieren elaborar sistemas de alta calidad, pero en un mundo dirigido por el mercado, sencillamente no se dispone del tiempo y el esfuerzo requeridos para producir software “perfecto”. La cuestión es la siguiente: ¿debe elaborarse software que sea “suficientemente bueno”? Aunque muchas compañías hacen eso, hay una desventaja notable que debe tomarse en cuenta. según (Pressman, Roger;, 2010)

### **4.2. FACTORES DE LA CALIDAD ISO 9126**

El estándar ISO 9126 se desarrolló con la intención de identificar los atributos clave del software. Este sistema identifica los siguientes atributos claves de calidad:

Para su prueba de factor de la calidad de la Aplicación Móvil se valora como es la funcionalidad, Usabilidad y Portabilidad considerando que es de tipo de aplicación nativa ya que no maneja formularios ni registra datos de los usuarios.

#### 4.2.1. FUNCIONALIDAD

Es el grado en el que el software satisface las necesidades planteadas según las establecen los atributos siguientes: adaptabilidad, exactitud, interoperabilidad, cumplimiento y seguridad.

Es la capacidad del software de proveer los servicios necesarios para cumplir con los requisitos funcionales. Es decir, que estén disponibles a la funcionalidad y su conformidad al comportamiento deseado por el usuario.

Se obtiene mediante “Punto función” que se realiza en la notación de medidas cuantitativas del dominio de información del software.

Tabla de variables que serán evaluadas para halla el resultado de la funcionalidad del software desarrollado.

Nro.	Categoría	Valor asignado
1	Irrelevante	0
2	Secundaria	1
3	Moderado	2
4	Intermedio Medio	3
5	Revelador	4
6	Esencial	5

TABLA 8 Variables para la evaluación

Fuente: (Elaboración propia)

Según (Pressman, Roger;, 2010) asigna valores para preguntas de complejidad con un objetivo de hallar valor total de la aplicación móvil de realidad aumentada.

Nro.	Preguntas de Complejidad (APK)	Valor
1	¿Requiere la Aplicación Móvil copias de seguridad o recuperación fiables?	0
2	¿Es crítico el rendimiento?	4
3	¿Existen funciones de procesamiento distribuido?	4
4	¿Se actualizan archivos maestros de forma interactiva?	0

5	¿Es complejo el procesamiento interno?	2
6	¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	5
7	¿Se ha diseñado para soportar múltiples instalaciones en diferentes dispositivos móviles Android?	5
8	¿Se ha diseñado la Aplicación Móvil para ser fácilmente utilizada por los usuarios?	5
9	¿Se ha diseñado la Aplicación Móvil con los colores adecuados del ambiente?	5
10	¿Se ha diseñado la Aplicación Móvil iconos propios?	5
11	¿la calidad de cámara es adecuado para cualquier dispositivo móvil?	4
12	¿el diseño de los modelos es adaptable?	5
13	¿se ha diseñado los UI por Escenas divididos?	4
Valor Total		$\Sigma xi=48$

TABLA 9 Valor de complejidad

Fuente: (Elaboración propia)

Según International Función Point Users Group define, el cuadro de tipos de complejidad y sus valores

Tipo / Complejidad	Baja	Media	Alta	TOTAL
(EI) Entrada externa	3 PF	4 x 4 PF	6 PF	16
(EO) Salida externa	4 PF	3 x 5 PF	7 PF	15
(EQ) Consulta externa	3 PF	1 x 4 PF	6 PF	4
(ILF) Archivo lógico interno	7 PF	4 x 10 PF	15 PF	40
(EIF) Archivo de interfaz externo	5 PF	0 x 7 PF	10 PF	0
			<b>PFSA</b>	<b>75</b>

TABLA 10 Funciones según su complejidad

Fuente: (IFPUG, 2000)

Para aplicar el cuadro de tipos de complejidad se inicia a cálculo de los factores de ponderación punto de función sin ajustar, con las siguientes puntuaciones:

Referencia	Parámetros	Total	Factores de ponderación			Total, Valor obtenido
			Bajo	Medio	Alto	
A	Número de entradas de usuario	7		4		28
B	Número de salidas de usuario	0		4		0
C	Número de peticiones de usuario	7			5	35
D	Número de archivos	6		4		24
E	Número de interfaces externas	5		4		20
Calculo Total						107

TABLA 11 Factores de ponderación sin ajustar

Fuente: (Elaboración propia)

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

Calculo de punto de función ajustado basado en la siguiente formula de operación.

$$PFA = PFSA \text{ (grado de confiabilidad+Tasa de error} * \Sigma xi)$$

$$PFA=PFSA*[0.65+(0.01* \text{factor de ajuste})]$$

Donde:

**PFSA: Punto función sin ajustar**

**PFA: Punto función ajustado**

$$PFA=296*[0.65+(0.01* 48)]$$

$$PFA=296*[0.65+(0.48)]$$

$$PFA=296*[1.13]$$

$$PFA=334.48 =334//$$

Por último, obtenemos la funcionalidad deseada:

$$\text{Funcionalidad} = \frac{PF}{PFA} = \frac{296}{334} = 0.88$$

De acuerdo al cálculo de punto de función se obtuvo un valor total ajustado de 0,88 significa que un 88% de la aplicación móvil de Realidad Aumentada cumple con requerimiento del usuario satisfactoriamente. Por tanto, el promedio representa que el 88 de cada 100 personas que visitan considera que la aplicación responde de manera óptima y con fácil de uso.

## 4.2.2. USABILIDAD

Según (Pressman, Roger;, 2010)La usabilidad es el esfuerzo que se requiere para aprender, operar, preparar las entradas e interpretar las salidas de un programa. El Grado en el que el software es fácil de usar, según lo indican los siguientes suba tributos: entendible, aprensible y operable.

### 4.2.2.1. TEST DE USUARIO FINAL

En 2010, Pressman considera una evaluación escrita después de las pruebas finales con un valor minino de 0 y un valor máximo de 100, para ver el grado de uso de los usuarios respecto a la aplicación, se utilizó preguntas mostradas

Nro.	Factor de usabilidad de APK de RA	Valor
1	¿Es amigable y de fácil uso la Aplicación Móvil?	96
2	¿La interfaz de la Aplicación Móvil es agradable?	95
3	¿Es amigable y de fácil uso la Aplicación Móvil?	90
4	¿La APK puede ser usado sin esfuerzo?	95
5	¿Los colores combinados con imágenes 2D de UI son agradables?	100
Total, promedio		95%

TABLA 12 Test de factor de Usabilidad

Fuente: (Elaboración propia)

Se obtuvo un promedio de 95%, donde indica que la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para el MHNPV es amigable con respecto a la usabilidad para los visitantes. Este indica que de cada 100 visitante el 95 % dicen que es de fácil uso la APK.

## 4.2.3. PORTABILIDAD

Según (Pressman, Roger;, 2010) la portabilidad es el esfuerzo que se necesita para transferir el programa de un ambiente de sistema de hardware o software a otro.

De la misma manera la facilidad con la que el software puede llevarse de un ambiente a otro según lo indican los siguientes atributos: adaptable, instalable, conformidad y sustituible.

Para ello se hace una tabla para hallar el valor del factor de portabilidad de la Aplicación Móvil.

Nro.	Factor de Portabilidad del APK	Valor
1	¿Se puede instalar fácilmente la APK?	96
2	¿Puede ser transferido de un dispositivo móvil a otro?	95
3	¿Necesita requerimientos de Software y Hardware?	90
4	¿se puede instalar a partir de un link?	95
5	¿El tiempo de velocidad de instalación es rápido?	95
Valor total		94,2

TABLA 13 Factores de Eficiencia

Fuente: (Elaboración propia)

Se estima un valor de 94.2% de la Aplicación Móvil es adaptable, instalable en diferentes dispositivos móvil de sistema operativo Android VS 4.5 para adelante sin dificultades.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

### 5.1. CONCLUSIONES

Para satisfacer las necesidades de los visitantes del Museo de Historia Natural Pedro Villalobos de la Universidad Amazónica de Pando, se desarrolló la Aplicación móvil con Realidad Aumentada para visualizar las taxidermias de la sala de Herpetología sección Reptiles, se tomo con mucha en cuenta los requerimientos esenciales para su desarrollo de la APK.

Para su implantación se cumplió con los objetivos especificados en el proyecto lo cual será una herramienta innovadora para los visitantes dando como conclusión de la siguiente manera. Mediante el uso de la Aplicación Móvil con Realidad Aumentada se ayudó a los visitantes a apreciar y valorar la cultura de la amazonia, de la misma manera Mediante la información virtual y modelado 3D que se encuentran en la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada se logró visibilizar de diferentes ángulos.

Se logro difundir el MHNPV como uno de los pioneros de implementar la tecnología de Realidad Aumentada en el Departamento de Pando y así brindar una mejor interactividad para los visitantes.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se da las siguientes recomendaciones acerca del proyecto de la Aplicación de Realidad Aumentada, con un propósito de buscar las mejoras del proyecto.

- Lo primordial para su instalación del APK se debe considerar el sistema operativo de Android Versión 4.5 para adelante.
- Se recomienda tener dos copias de Marcadores ya que puede la aplicación sin ella no brindara información virtual.
- Para los posterior se recomienda implantar esta tecnología a todas las salas, ya que permitirá interactuar de manera rápida con la información deseada sin necesidad de guía presencial.

# BIBLIOGRAFÍA

- BERMUDEZ GOMEZ, D. (2016). *APLICACIÓN MOVIL BASADA EN LA REALIDAD*. Bogota.
- Cruz-León, J., & Ridriguez Flores, J. (2013). *Análisis de la Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles*. Mexico.
- Gómez, A., & López, M. (s.f.). *COCOMO UN MODELO DE ESTIMACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE*.
- Jiménez, E., & Orantes-, S. (2012). *Metodología Híbrida para Desarrollo de Software en México*. Mexico.
- alvares, v., & borja, j. (2013). *sistema de realidad aumentada. herramientas existentes en el mercado.caracteristicas deseables*. Malaga.
- Alvarez marin, A., Castillo Vergara, m., Pizarro Guerrero, J., & Espinoza, v. E. (2017). *REALIDAD AUMENTADA COMO APOYO A LA FORMACION DE INGENIEREROS INDUSTRIALES*. CHILE.
- Arbildo Paz, J. A., & tello Sanchez, A. L. (2016). *"CONOCIMIENTO E IDENTIDAD DELPATRIMONIO HISTORICO CULTURAL CON ELUSO DE APLICACIONES MOVILES CON REALIDAD AUMENTADA EN LOS VISITANTES DEL MUSEO IQUITOS EN EL AN'O2016"*. TESIS, IQUITOS-PERU.
- Blender. (2019).
- Bustos, M., Perez , N., & M. Berón, M. (s.f.). *PLATAFORMAS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES*. Universidad Nacional de San Luis, Departamento de Informática, San Luis.
- Caro Martinez, M., & Hernando Hernandez, D. (2015). *Realidad aumentada y su aplicación en museos*. Madrid.
- Cristopher. (2013). *Metodología Ágil para el Diseño de Aplicaciones Multimedia de Dispositivos Móviles*.
- Cuzco Simbaña, E. G., Guillermo Anguisaca, P. R., & Peña Guillermo, E. P. (2012). *Analisis, Diseño e Implementacion de una aplicacion con realidad aumentada para telefonos moviles orientados al turismo*. Cuenca.
- Fombona Cadavieco, J. (2012). *REALIDAD AUMENTADA, UNA EVOLUCIÓN DE LAS*. España-Portugal.
- GALLEGO DELGADO, R., Saura Parra, N., & Núñez Trujillo, P. (2012). *AR-Learning: libro interactivo basado en realidad aumentada con aplicación a la enseñanza*. Universidad de Extremadura.
- Garita-Araya, R. (2013). *Tecnología Móvil: desarrollo de sistemas y aplicaciones*. Costa Rica.
- Gonzales, c., Vallejo Fernandez, d., Albusac Jimenez, j. A., & Castro Sanchez, J. J. (s.f.). *Realidad Aumentada Un Enfoque Practico con ARToolKit y Blender*. Real: Bubok Publishing S.L.
- Guerrero, M. (2012). *Metodología Mobile-D: Para desarrollos de aplicaciones móviles*.
- IñarreaSagüés , C. (2012). *"Desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada mediante*.
- Javier de Pedro Carracedo, C. L. (2012). *Realidad Aumentada: Una Alternativa*. Nicaragua: IEEE-Rita.
- Lopes Acosta, J. D., & Penilla Rivera, C. A. (2015). *Instalacion Interactiva de realidad Aumentada para el museo interactivo samoga de manizales*. Cali.
- Marquina Cruz, H., & España Estrada , A. E. (s.f.). *Diseño y propuesta de aplicación realidad Diseño y propuesta de aplicación realidad Diseño y propuesta de aplicación realidad Diseño y propuesta de aplicación realidad Diseño y propuesta de aplicación realidad Dis*. Salvador.
- Neosentec. (s.f.). *EL FUTURO DEL SECTOR PUBLICITARIO. REALIDAD AUMENTADA EN PUBLICIDAD Y MARKETING*.

- Peredo, V. I., Perede, V. R., & Ayana, R. K. (2014). *Interacción de modelos 3d con realidad aumentada*. Mexico.
- Pressman, R. S. (2010, 2005, 2002). *Ingeniería de software un enfoque practico* (septima edicion ed.). (P. R. Vázquez, Ed., & V. C. Olgún, Trad.) Mexico: Impreso en México.
- Pressman, Roger;. (2010). *INGENIERÍA DEL SOFTWARE. UN ENFOQUE PRÁCTICO*. Mexico.
- Raona. (2019). App nativa, web o híbrida. *Raona* .
- RAONA. (s.f.). *App nativa, web o híbrida*.
- Ruiz Torres, D. (2011). Realidad Aumentada, educación y museos.
- saldana, i., & Celaya, J. (2013). *los museos en la era digital*.
- Siracusa, A. (2013). *SIRACUSA, A. 2013. Realidad Aumentada Recreando Patrimonio Histórico. Argentina, Universidad de Palermo, Facultad de Diseño y Comunicación. 6-7p, 24-29p*. Argentina.
- SL, A. P. (s.f.). *La Realidad Aumentada: un nuevo prisma para ver el mundo*. . Valencia.
- Tenorio Cristian, H., & Solis Morales, L. (2014). *Sistema Movil Interactivo de Realidad Aumentada para el Apoyo a un Museo*. Mexico.
- Thomas, P., Galdames, N., & Delia , L. (2013). *Ingeniería de Software en el desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos*. Parana Entre-Rios.
- Tovar, L., Bohorquez, J., & Puello, P. (2014). *PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA CONSTRUCCION DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDISAJE BASADOS EN REALIDAD AUMENTADA*. CARTAGENA-COLOMBIA.
- Unity. (2019). El líder mundial.
- Vendrel, S. (2015). *arquitecturayempresa.es*.
- Vique, R. R. (s.f.). *Métodos para el desarrollo de plicaciones moviles*.
- X. Basogain, M. O. (2007). *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Bilbao.

# ANEXOS A

## ARBOL DE PROBLEMAS

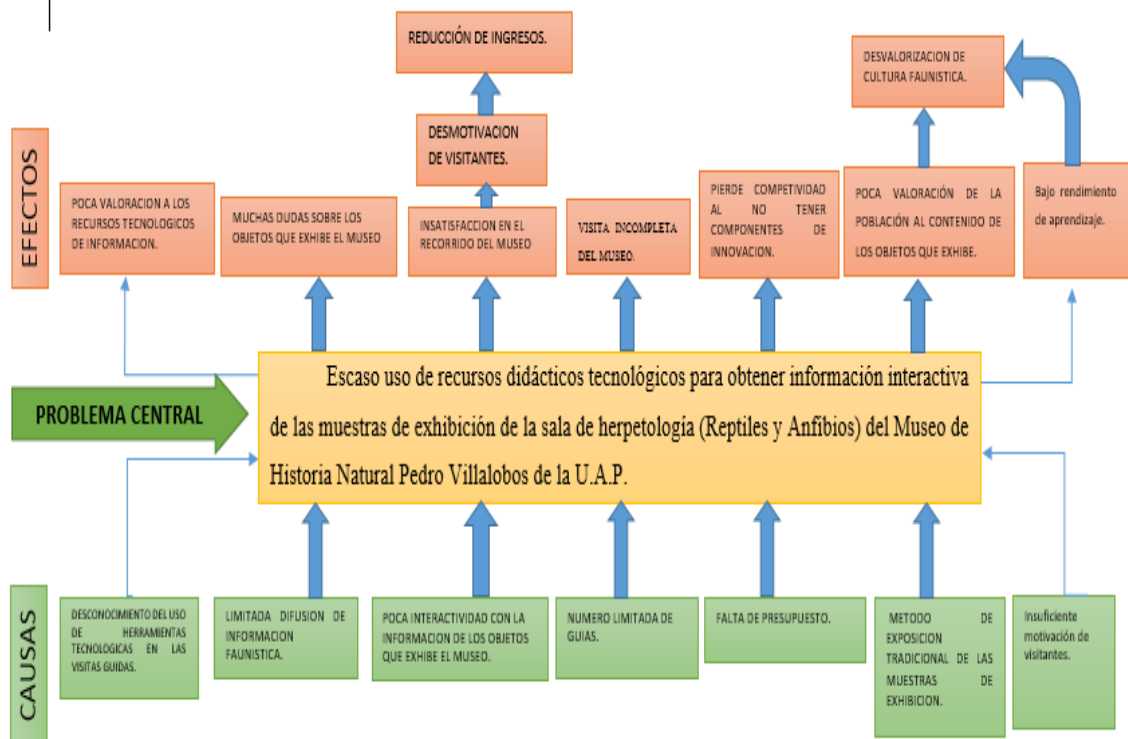


Imagen 1: Árbol de problemas

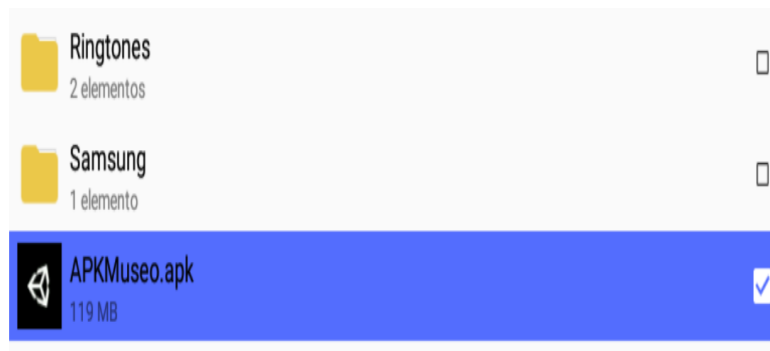
## ANEXO B

### MANUAL DE INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN MOVIL

Este manual de instalación permite ayudar al usuario el procedimiento desde como descargar e instalación del APK.

Para descargar debe ir a siguiente link que esta subido a la nube de GOOGLE DRIVER.

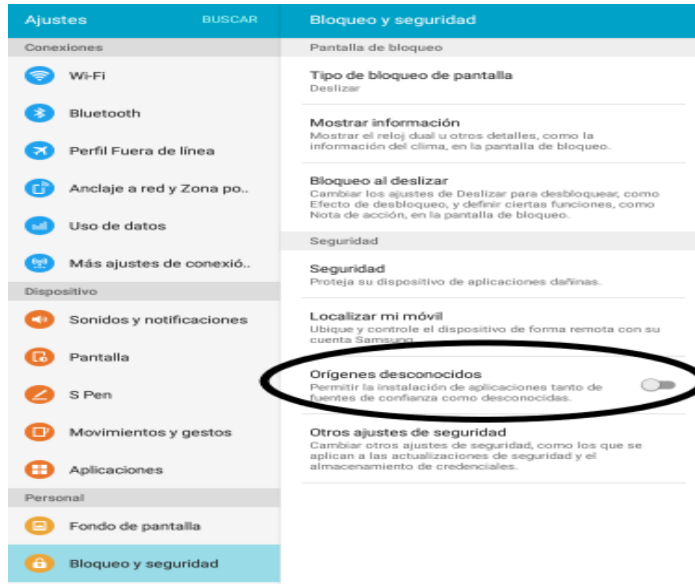
<https://drive.google.com/file/d/1ppT37q960qqjvSBPgNCcH1rjqZKnADFQ/view?usp=sharing>



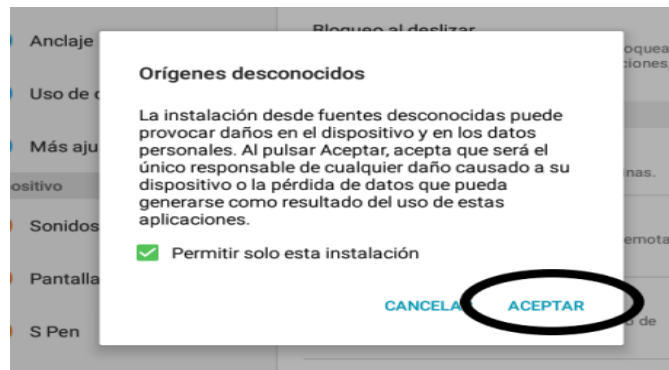
Una vez descargada en su teléfono, Seleccionar la palomita para su instalación del APKMuseo.



Le mostrara la pantalla de instalación bloqueada es para dar permiso, Presionar ajustes.



Para seguridad de orígenes desconocidos activar para su instalación de Aplicación Móvil.



Pulsar en Aceptar, que será permitido la instalación de APK.



Presionar en Instalar para su instalación correcta de la Aplicación Móvil de Realidad Aumentada.



Una vez terminada la instalación debe presionar en abrir lo cual permitirá ingresar a las funcionalidades del APK.

# MANUAL DE USUARIO DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL PEDRO VILLALOBOS

En el presente documento se describe el manual de usuario acerca de sus funcionalidades del APK con Realidad Aumentada del MHNPV.



**Ícono de la aplicación:** Se inicia con el logo de CIPA y la plataforma de desarrollo de la APK.



**Menú Principal:** Tiene las siguientes funciones. Iniciar RA (permite empezar la realidad aumentada), Instrucciones (acerca del manejo de la aplicación), Acerca de (misión y visión del

MHNPV), Informaciones (horarios de atención, las normas de visita), Botones visitar a redes sociales, y Salir (permite cerrar la Aplicación Móvil).



**Menú Iniciar RA:** Una vez presionado a botón Iniciar RA ejecuta la cámara de Realidad aumentada, elegir el marcador y enfocar con la cámara para interactuar con la información de diferentes taxidermias de la sala de herpetología como: Anaconda, Boye, Lagarto, Lora Arborícola, Peni, Peta de tierra y Pucarara.



**INSTRUCCIONES:** Opción de ayuda acerca del uso y funcionamiento de la APK con Realidad Aumentada para interactuar con la información multimedia.

**Misión -Visión de MHPV- UAP**

**QUIENES SOMOS**

**Misión**

Generar y ampliar el conocimiento del país sobre su diversidad biológica, pasada y presente, como base para su conservación y uso sostenible, a través de la investigación y desarrollo de colecciones científicas sobre fauna, flora y fósiles, y actuar como custodio del patrimonio natural del país. Difundir este conocimiento y contribuir al desarrollo de una conciencia pública sobre la identidad del país, su riqueza biológica pasada y actual, y la responsabilidad de su conservación.

**Visión**

Constituirse en: Un repositorio del patrimonio natural del país, de importancia a nivel nacional e internacional; un centro de investigación y de apoyo a la generación de capacidades para el mejor conocimiento y conservación de la biodiversidad, actual y pasada y, una entidad que contribuye a generar una conciencia ambiental y al desarrollo de actitudes responsables para con nuestro entorno natural y gestión racional de nuestros recursos naturales.

Volver atrás

SAMSUNG

**Acerca de MHPV:** Información de Misión y Visión del Museo sobre repositorio del patrimonio natural del país.



**Informaciones:** muestra informaciones de horarios de visita y normas para visitar al museo.



**Opciones de botones para visitar a redes sociales del museo:** Permite visitar a redes sociales como: Facebook, You Tube, Gmail, RA en Museos y geolocalización del museo que permite mostrar la ubicación exacta desde lugar que te encuentres.