



*“Responsabilidad con pensamiento positivo”*

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN BASADA EN REALIDAD AUMENTADA  
PARA FACILITAR A LOS CLIENTES LA VISUALIZACIÓN DEL MOBILIARIO  
A FABRICARSE EN LA EMPRESA GRAFMUEBLES S.A. MEDIANTE EL USO  
DE UN TELÉFONO INTELIGENTE.

**AUTOR:**

LENIN WILFRIDO BOLAÑOS MEJÍA

**TUTOR:**

M.Sc. ELIZABETH CARRILLO

**QUITO, ECUADOR**

**2019**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Lenin Wilfrido Bolaños Mejía, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento, y que no he plagiado dicha información.

---

Lenin Wilfrido Bolaños Mejía

# CERTIFICACIÓN TUTOR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN BASADA EN REALIDAD AUMENTADA PARA FACILITAR A LOS CLIENTES LA VISUALIZACIÓN DEL MOBILIARIO A FABRICARSE EN LA EMPRESA GRAFMUEBLES S.A. MEDIANTE EL USO DE UN TELÉFONO INTELIGENTE.**”, presentado por el **Sr. Lenin Wilfrido Bolaños Mejía**, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Agosto del 2019

TUTOR

.....

M.Sc. Elizabeth Carrillo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por darme sabiduría para luchar día a día, a mis padres por todo el cariño y las enseñanzas que me han brindado, por guiarme y apoyarme para cumplir cada una de mis metas, a mis hermanos por todos los momentos felices que compartimos y todo el apoyo que me han dado y a mi novia por sus palabras de aliento en momentos difíciles de mi vida.

**Lenin B.**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo a mis padres, mis hermanos y mi novia, quienes me han apoyado durante todo este camino, gracias a su constancia he logrado alcanzar una meta más en mi vida.

**Lenin B.**

# ÍNDICE

DECLARACIÓN .....	i
CERTIFICACIÓN TUTOR .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes de la situación de objeto de estudio.....	1
Planteamiento y justificación del problema.....	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
Alcance .....	4
Descripción de los capítulos .....	5
CAPÍTULO 1 .....	6
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1.1. Introducción .....	6
1.1.1. Cronología de la realidad aumentada .....	7
1.2. Realidad aumentada .....	8
1.2.1. Realidad aumentada simple.....	8
1.2.2. Realidad aumentada compuesta .....	10
1.2.3. Realidad aumentada calculada. ....	10
1.3. Unity 3D .....	11
1.4. Vuforia.....	12
1.5. Android Studio.....	14
1.5.1. Módulos de apps para Android .....	15
1.5.2. Módulos de bibliotecas.....	16
1.5.3. Módulos de Google App Engine.....	16
1.6. SketchUp.....	17
1.7. Blender.....	18

1.8.	Materiales para mobiliarios .....	19
1.8.1.	Madera solida .....	21
1.8.2.	Fibra de madera prensada de media densidad (MDF).....	21
1.8.3.	Melamínico.....	22
CAPÍTULO 2 .....		24
2.	MARCO METODOLÓGICO .....	24
2.1.	Modalidad de investigación .....	24
2.2.	Población, unidades de estudio y muestra .....	24
2.3.	Tipos e instrumentos de la investigación .....	24
2.3.1.	Investigación bibliográfica .....	25
2.3.2.	Investigación de campo .....	25
2.3.3.	Investigación explicativa.....	25
2.4.	Variable de la investigación.....	25
2.4.1.	Cuantitativo .....	26
2.4.2.	Deductivo .....	26
2.4.3.	Inductivo.....	26
2.5.	Método analítico sintético.....	26
CAPITULO 3 .....		28
3.	PROPUESTA .....	28
3.1.	Fundamentación.....	28
3.2.	Proceso.....	28
3.3.	Desarrollo de la propuesta .....	30
CAPITULO 4 .....		34
4.	IMPLEMENTACIÓN .....	34
4.1.	Configuración inicial .....	34
4.1.1.	Paso 1: instalación de Unity 3D .....	34
4.1.2.	Paso 2: configuración Vuforia SDK.....	36
4.1.3.	Paso 3: Creación del proyecto en UNITY.....	40
4.2.	Características técnicas y pruebas.....	48
4.3.	Requisitos mínimos de la aplicación .....	51
4.4.	Tabulación a encuestas de usuarios .....	52
CONCLUSIONES.....		59
RECOMENDACIONES .....		60
BIBLIOGRAFÍA .....		61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Simulador Sensorama creado en 1962. ....	8
Figura 1.2 Aplicación de realidad Aumentada .....	9
Figura 1.3 Activadores de realidad aumentada .....	10
Figura 1.4 Diagrama de flujo del SDK Vuforia en una aplicación .....	14
Figura 1.5 Vista de Proyectos de Android Studio .....	16
Figura 1.6 Melaminico para fabricación de mobiliarios.....	22
Figura 1.7 a)Madera sólida, b) MDF.....	23
Figura 3.1 Aplicación de realidad aumentada .....	29
Figura 3.2 Texturas y colores de materiales para mobiliarios.....	31
Figura 4.1 Asistente de descarga de Unity .....	35
Figura 4.2 Creación de cuenta en Vuforia.....	36
Figura 4.3 Añadir clave de licencia Vuforia.....	37
Figura 4.4 Nombre para la licencia de Vuforia .....	37
Figura 4.5 Código de licencia para usar en Unity 3D .....	38
Figura 4.6 Base de datos de marcadores en Vuforia .....	39
Figura 4.7 Descarga de base de datos para Unity.....	39
Figura 4.8 Creación de nuevo proyecto.....	40
Figura 4.9 Cambio de plataforma para la compilación. ....	41
Figura 4.10 Agregar ARCamera al proyecto.....	42
Figura 4.11 Cargar marcador a Unity .....	42
Figura 4.12 Cargar imágenes en carpeta “Assets” de Unity.....	43
Figura 4.13 Creación de imagen de fondo.....	43
Figura 4.14 Pantalla principal de la aplicación.....	44
Figura 4.15 Diseño de Juego de Dormitorio. ....	44
Figura 4.16 Diseño de Muebles de Cocina.....	45
Figura 4.17 Diseño de Juego de Sala.....	45
Figura 4.18 Botones para cambio de colores y texturas.....	46
Figura 4.19 Objeto 3D de juego de sala a) Marcador, b) Objeto 3D desplegado .....	46
Figura 4.20 Configuración de botones para interacción.....	47
Figura 4.21 Configuración general del botón dormitorios. ....	47
Figura 4.22 Compilar la aplicación final. ....	48



Figura 4.23 Pruebas de juego de dormitorio. ....	49
Figura 4.24 Pruebas de Muebles de Cocina. ....	50
Figura 4.25 Pruebas de juego de sala ....	50
Figura 4.26 Pregunta #1 ....	52
Figura 4.27 Pregunta #2 ....	52
Figura 4.28 Pregunta #3 ....	53
Figura 4.29 Pregunta #4 ....	53
Figura 4.30 Pregunta #5 ....	54
Figura 4.31 Pregunta #6 ....	54
Figura 4.32 Pregunta #7 ....	55
Figura 4.33 Pregunta #8 ....	55
Figura 4.34 Pregunta #9 ....	56
Figura 4.35 Pregunta #10 ....	56
Figura 4.36 Pregunta #11 ....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Comparación entre SketchUP y Blender .....	19
Tabla 3.1 Mobiliarios más solicitados por los clientes a la empresa GrafMuebles S.A .....	30
Tabla 3.2 Materiales comúnmente usados.....	31
Tabla 4.1 Pruebas de funcionamiento de distancia y ángulo.....	48
Tabla 4.2 Requisitos mínimos de dispositivo móvil. ....	51
Tabla 4.3 Pruebas en distintos dispositivos .....	58

## RESUMEN

En el presente documento se detalla el desarrollo de una aplicación basada en realidad aumentada para facilitar la visualización del mobiliario a fabricarse para los clientes de la empresa GrafMuebles S.A. mediante el uso de un teléfono inteligente (SmartPhone). La aplicación consiste principalmente en la interacción del usuario y la pantalla de un teléfono inteligente. Mediante el uso de la cámara integrada se escanea un marcador previamente diseñado con el mobiliario a presentarse y se despliega el objeto en tercera dimensión sobre el marcador, con lo cual el usuario podrá visualizar en tiempo real el aspecto que tendrá sobre el área deseada dicho mobiliario, además de la variación de colores y texturas de un conjunto preestablecido.

Como software principal para la elaboración de la aplicación se usa el motor para videojuegos UNITY 3D, el cual se apoya del SDK (Software Development Kit) VUFORIA que permite utilizar las bondades de la realidad aumentada para desarrollar aplicaciones sobre diferentes plataformas de dispositivos móviles, juntos permiten la interacción entre usuario y la pantalla del teléfono inteligente.

Adicionalmente se usa el software Android Studio, para la creación de la aplicación necesaria. Esta aplicación es gratuita para los usuarios finales. Al momento de la instalación descargará los modelos sobre la memoria del teléfono, evitando que consulte continuamente la base de datos alojada en la nube de internet, de tal forma se acoplará a Unity para compilar la aplicación directamente sin necesidad de exportarla a otro software.

**PALABRAS CLAVE:** Realidad aumentada, interactividad, base de datos, modelos 3D, Unity 3D, Vuforia.

## **ABSTRACT**

This document details the development of an application based on augmented reality to facilitate the visualization of furniture to be manufactured for customers of the company GrafMuebles S.A. by using a smartphone. The application consists mainly of the interaction of the user and the screen of the smartphone, by using the integrated camera a previously designed target is scanned with the picture of furniture and the object is displayed in third dimension on the target, thereby the user will be able to visualize in real time the appearance that the furniture will have on the desired area, as well as the variation of colors and materials of a preset.

As the main software for the development of the application, the UNITY 3D video game engine is used, which is based on the VUFORIA SDK (Software Development Kit) which allows to use the benefits of augmented reality to develop applications for different mobile device platforms, together they allow the interaction between the user and the smartphone screen.

Additionally, Android Studio software is used, for the creation of the necessary application, this application will be free for end users, at the time of installation it will download the models on the phone's memory, avoiding that it continuously consults the database hosted on the internet cloud.

**KEYWORDS:** Augmented reality, interactivity, database, 3D models, Unity 3D, Vuforia.

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes de la situación de objeto de estudio**

En la industria de la madera y específicamente en la comercialización de mobiliarios de madera se ha hecho uso de diferentes tipos de catálogos para promocionar y posicionar el producto frente al consumidor, mediante los cuales el cliente puede observar ya sea en hojas impresas o en imágenes digitales el producto que ha sido realizado con anterioridad; el problema se presenta cuando el cliente quiere saber si el mobiliario escogido es apropiado al estilo de su vivienda, ya sea por el color o el tipo de material con el que es fabricado el mobiliario.

Con el paso del tiempo se ha mejorado la manera de presentar al cliente los diferentes tipos de mobiliario, de tal forma se ha hecho uso de bosquejos a mano alzada y de herramientas informáticas especializadas para dicho diseño. Sin embargo, en el primer caso, el cliente no puede visualizar claramente los detalles finales y el tipo de acabado del mueble; en el segundo caso se requiere de un mayor tiempo para entregar el diseño con detalles más claros, lo que provoca que el cliente pierda el interés y muchas veces desista de adquirir el o los productos.

Ana Guáitar en su trabajo de pregrado cuyo tema es **APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA ORIENTADA A LA PUBLICIDAD DE ALTO IMPACTO EN LA EMPRESA VECOVA CÍA. LTDA.** dice que: “la realidad aumentada es el término usado para definir un tipo de tecnología donde la visión de la realidad se amplía con elementos virtuales que añaden información digital”, es así que la realidad aumentada tiene como principal objetivo ayudar a mejorar la percepción de las personas en un entorno real, con superposición de objetos virtuales, de tal forma que tiene una percepción más clara de lo que se busca obtener (Guáitar, 2014).

En la búsqueda de trabajos relacionados al tema propuesto se ha encontrado en el repositorio institucional de la Universidad del Azuay el trabajo de graduación previo a la obtención del título de diseñador gráfico desarrollado por el Dis. Denis Torres con el tema: “DISEÑO GRÁFICO DE UN CATÁLOGO CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA PROMOCIÓN DE MOBILIARIO” en el año 2015. En el cual se detalla los diferentes tipos de mercado, tipos de catálogos y diseños multimedia requeridos para la aplicación de realidad aumentada en la comercialización de mobiliarios.

Además, en la biblioteca de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se encontró un trabajo de grado previo a la obtención de título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones desarrollado por el Ing. Javier Rivadeneira con el tema: “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA, PARA EDUCACIÓN Y TELE-EDUCACIÓN” en el año 2013, el cual describe que “la investigación realizada se encuentra dividida en dos partes fundamentales. La primera consiste en el estudio del procesamiento digital de imágenes empleado en la dirección y reconocimiento de marcadores, así como los métodos empleados para la creación de marcadores dentro de la escena, y la creación de modelos 3D que posteriormente serán renderizados. La segunda parte se basa en el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada para la educación y tele-educación con las herramientas previamente mencionadas” y con el lenguaje de programación que más se adapte a las necesidades del proyecto (Herrera, 2013).

### **Planteamiento y justificación del problema**

En la ciudad de Quito se encuentra funcionando desde el año 1989 la empresa denominada GrafMuebles S.A., anteriormente con el nombre de Muebles Ideal S.A., la cual está dedicada al diseño y fabricación de mobiliarios para hogar y oficina a nivel nacional. Sus oficinas están ubicadas en las calles Ignacio Cabezas y Andrés Correa en la ciudad de Quito.

La empresa GrafMuebles S.A. no cuenta con sistemas innovadores para la presentación del tipo de mobiliarios que fabrica, por lo tanto, los clientes no tienen una idea clara de la calidad del producto sino hasta que es entregado. Esto genera una duda e

incertidumbre en el cliente, de tal manera que en muchos casos pierden el interés y prefieren comprar el producto ya fabricado en cadenas comerciales.

El presente trabajo tiene como finalidad el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada para clientes de la empresa GrafMuebles S.A., con el objetivo de facilitar y mejorar la visualización del cliente al momento de requerir un mobiliario para su hogar u oficina.

Este proyecto permitirá usar recursos multimedia compatibles con realidad aumentada, partiendo de diferentes herramientas informáticas para el diseño, de tal forma se pretende ahorrar tiempo y dinero, tanto para la empresa como para el usuario, es así que el usuario tiene la posibilidad de visualizar diferentes mobiliarios, sobre los cuales se puede variar el color y la textura en tiempo real, de tal forma el mobiliario será apreciado de manera aproximada a la realidad, dándole una mayor perspectiva antes de la fabricación final del mobiliario a diferencia del trabajo realizado por el Dis. Denis Torres.

### **Objetivo general**

Desarrollar una aplicación de realidad aumentada para mejorar la visualización a los clientes de la empresa GrafMuebles S.A. al momento de requerir un mobiliario para su hogar u oficina.

### **Objetivos específicos**

- Realizar una investigación de campo de los diferentes mobiliarios requeridos por los clientes de la empresa GrafMuebles S.A.
- Analizar la mejor alternativa para la proyección de imágenes en realidad aumentada como el uso de marcadores o basada en posición.
- Diseñar la aplicación de realidad aumentada usando herramientas de desarrollo como: Vuforia, Unity y hardware para el control digital y proyección de imágenes.

- Desarrollar una aplicación móvil en Android Studio, que permita la visualización del mobiliario en el domicilio del cliente.
- Validar los resultados a través de un protocolo de pruebas en diferentes usuarios.

## **Alcance**

Con la implementación de la aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles sobre la plataforma Android en la empresa GrafMuebles S.A. se mejorará la forma de visualización de los clientes al momento de escoger un tipo de mobiliario, lo cual representa reducción en el número de visitas que realiza el vendedor al cliente, mayor agilidad al momento de ofrecer el catálogo de mobiliarios existente en la empresa y sobre todo mayor comodidad para el cliente ya que puede visualizar en tiempo real diferentes parámetros como: color, diseño y tipo de mobiliario, dándole una perspectiva clara del resultado final y la armonía que genera en el lugar a ser instalado dentro de su hogar.

Además, el uso de este tipo de tecnología ayudará a tener mayor número de clientes, puesto que es novedoso y de fácil uso, así también el cliente tendrá mayor seguridad al momento de realizar el pedido y se agiliza el procedimiento para fabricación del mobiliario.

Cabe mencionar que la aplicación será desarrollada para la plataforma Android únicamente, con posibilidad de expandir su compatibilidad a otras plataformas existentes, adicionalmente tendrá una base de datos con la oferta de mobiliarios de la empresa que posteriormente se aumentará y tendrá la posibilidad de mezclar modelos y detalles de cada tipo de mobiliario.

De tal forma al concluir el presente trabajo de titulación se presentará la aplicación mencionada con realidad aumentada para mobiliarios específicos, 3 diseños de muebles con mayor solicitud de los clientes, un manual de usuario y un estudio de aceptabilidad y usabilidad de la aplicación con realidad aumentada.



## **Descripción de los capítulos**

En el capítulo 1 se detalla el fundamento teórico de los diferentes programas de ordenador utilizados para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada, así también se describen las características generales de los diferentes materiales con los que se fabrican los mobiliarios.

En el capítulo 2 se explican los diferentes mecanismos de investigación como son: cualitativa y cuantitativa, además de los tipos de investigación utilizados para conseguir el objetivo del presente proyecto y los instrumentos o herramientas necesarias para la investigación.

El capítulo 3 contiene la propuesta del trabajo de investigación, en la cual se detalla el diseño de la aplicación, los mobiliarios con más acogida por los clientes y los diferentes colores y textura y la mejor manera para la proyección de los objetos 3D basados en realidad aumentada.

En el Capítulo 4 se describe de manera clara y concisa la implementación del proyecto en su totalidad, la elaboración de los marcadores para cada mobiliario específico, el software para la elaboración de las aplicaciones, se detalla las características técnicas de los dispositivos móviles en los que va a funcionar la aplicación y las pruebas de funcionamiento en ambientes reales.

Finalmente se mencionan las conclusiones y recomendaciones que se recopilieron durante el desarrollo del proyecto de investigación, así también como las fuentes bibliográficas y los ANEXOS.

# CAPÍTULO 1

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. Introducción

Desde hace varios años se evidencia como las Tecnologías de la Información están cambiando el mundo, como menciona Ana Guáitar, “la Realidad Aumentada es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por el ordenador”. El uso de esta tecnología permite la penetración de nuevas áreas de aplicación tanto comercial como informativas, como son la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo del diseño de interiores, guías de museo, etc. (Guáitar, 2014)

Además, Ana Guáitar, en su trabajo presenta la siguiente definición “Bajo el parámetro de realidad aumentada se agrupan así aquellas tecnologías que permiten la superposición, en tiempo real, de imágenes, marcadores o información generados virtualmente, sobre imágenes del mundo real”, de tal forma que se puede interactuar tanto con objetos reales como virtuales partiendo de la necesidad del usuario, ya sea solo para visualización o interacción de manera más compleja. (Guáitar, 2014)

El uso y aplicaciones de la Realidad Aumentada ha ido en crecimiento en los últimos años, el objetivo principal de esta tecnología es obtener una combinación entre el mundo real y el mundo virtual proporcionando una fascinante experiencia visual que facilita y mejora la calidad de comunicación. Actualmente la realidad aumentada es usada para distintos tipos de aplicaciones tales como: Catálogos de Artículos, obras 3D, Videojuegos, etc. Como lo detallan Jorge Caiza y Santiago Tapia en (Caiza & Tapia, 2017).

Cualquier implementación de Realidad Aumentada en un dispositivo móvil debe ser capaz de determinar la ubicación del observador utilizando sus propios sensores internos. La cámara incorporada disponible en la mayoría de los dispositivos móviles naturalmente se presta para diferentes usos como la de visión por computadora. Sin embargo, la calidad del seguimiento de la misma está fuertemente influenciada por las características del sensor de cámara e imagen, tales como el tamaño del marco, la velocidad de actualización, la profundidad de color o la distorsión de la lente, que tienden a ser bastante deficientes en dispositivos de gama baja. La combinación con otros sensores, como unidades de medición inercial o GPS (Sistema de Posicionamiento Global), puede mejorar drásticamente las capacidades del rastreo manual (Siracusa, 2013).

### **1.1.1. Cronología de la realidad aumentada**

Haevey Riascos menciona en su blog *VideoJuegos* “En 1950 Morton Heilig escribió sobre un "Cine de Experiencia", que pudiera acompañar a todos los sentidos de una manera efectiva integrando al espectador con la actividad en la pantalla” (Riascos, 2019), como se observa en la figura 1.1, realizó un aparato llamado “Sensorama” en 1962, además cinco filmes que permitían al espectador, aumentar la experiencia a través de la vista, olfato, tacto, y oído. (Riascos, 2019)

“En 1975 Myron Krueger desarrolla uno de los primeros ambientes virtuales llamado Videoplace, el cual funcionó como una realidad artificial que rodeaba a los usuarios, por medio de una cámara que captaba sus gestos, respondía a sus movimientos y acciones sin la utilización de anteojos o guantes, los usuarios, estando en habitaciones separadas podrían interactuar entre ellos por medio de la tecnología” así lo menciona Agostina Siracusa en su tesis de grado cuyo tema es: REALIDAD AUMENTADA RECREANDO PATRIMONIO HISTORICO, de tal forma que una cámara grababa los movimientos, los analizaba y los transfería, como una silueta básica a una pantalla. Dicha silueta interactuaba con objetos y usuarios, dando la idea al usuario que realizaba la interacción, estas interacciones eran creadas por ordenador en tiempo real (Siracusa, 2013).



**Figura 1.1** Simulador Sensorama creado en 1962.

**Fuente:** (Guáitar, 2014).

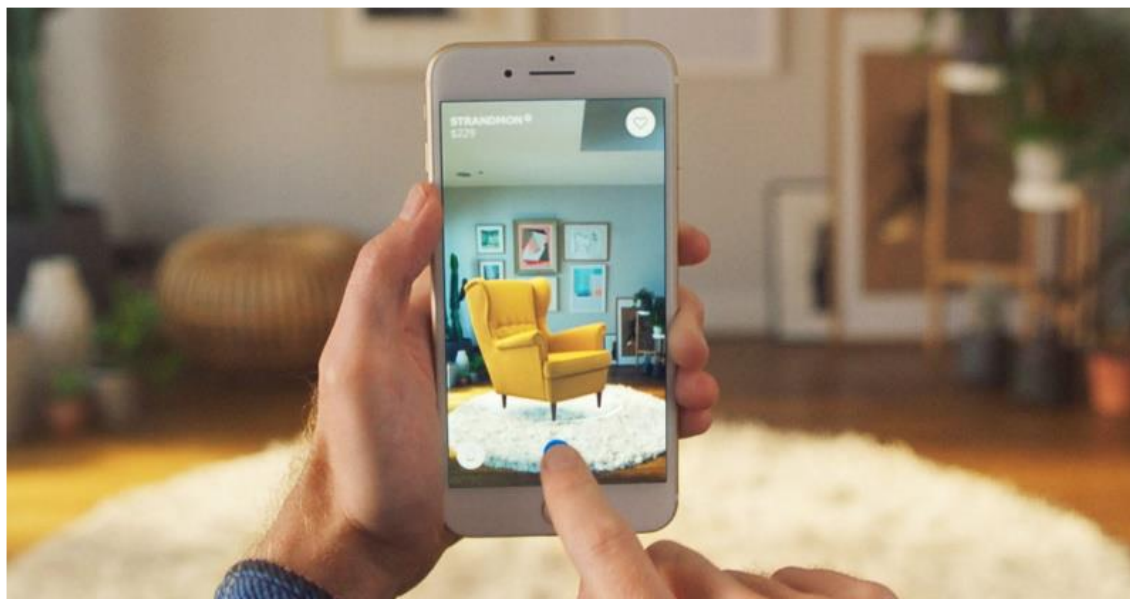
## **1.2. Realidad aumentada**

La realidad aumentada no es más que la superposición de imágenes u objetos generados por computador sobre la realidad percibida por el usuario, de tal forma se presentan diferentes tipos de realidad aumentada, los cuales se detallan posteriormente, con la finalidad de presentar sus diferencias, ventajas y desventajas de cada una de ellas.

### **1.2.1. Realidad aumentada simple**

Una aplicación de realidad aumentada simple consta de una cámara, un procesador y una pantalla, los cuales están presentes en un teléfono inteligente, donde la cámara detecta el marcador, el procesador añade objetos virtuales sobre dicha imagen y se muestra el resultado en la pantalla (Guáitar, 2014).

En la figura 1.2 se puede observar un ejemplo de un sistema de realidad aumentada simple basado en marcadores, la cual fue desarrollada por la empresa IKEA con la finalidad de prestar funcionalidades interactivas a sus clientes.



**Figura 1.2** Aplicación de realidad Aumentada

**Fuente:** Tienda IKEA

El sistema captura la imagen ambiental mediante el uso de la cámara del dispositivo móvil, detecta el marcador y deduce la localización y orientación de la cámara, para después añadir objetos virtuales encima de la imagen captada y proyectarlos en la pantalla, además el módulo rastreador (Tracking) calcula la localización y orientación correcta de la cámara para la superposición de objetos virtuales.

Para la combinación de la imagen original y los componentes virtuales se hace uso del módulo renderizador, el cual se encuentra definido por software gracias al uso de Vuforia, es así que usa la posición calculada por el rastreador, y después realiza la adaptación de la imagen virtual en la pantalla, de tal forma, es necesario una serie de elementos activadores de realidad aumentada, estos pueden ser marcadores, imágenes, objetos, códigos QR o puntos geo localizados como se presenta en la figura 1.3, los cuales son fáciles de crear y programar en el ambiente de desarrollo necesario para obtener la aplicación de realidad aumentada.



**Figura 1.3** Activadores de realidad aumentada

**Fuente:** (Guáitar, 2014)

### **1.2.2. Realidad aumentada compuesta**

La realidad aumentada compuesta hace referencia al uso de diferentes áreas especializadas para presentar una mejor experiencia en cuanto a la proyección de imágenes y objetos sobre la realidad misma, es así que presenta mejores prestaciones que la realidad aumentada simple, ya que hace uso de equipos diferentes a un teléfono inteligente, con lo cual se puede perder la premisa de interacción con la realidad.

Es considerada una realidad mixta puesto que permite crear ambientes virtuales sin escapar de la realidad percibida por el usuario, esto se obtiene con la finalidad de que el usuario interactúe activamente con el medio, ya sea tocando los objetos virtuales, variando su entorno virtual y combinando los objetos reales con los virtuales en una sintonía perfecta, de tal forma que no existan errores en la visualización de los mismos (Guáitar, 2014).

### **1.2.3. Realidad aumentada calculada.**

En cuanto al tipo de realidad aumentada calculada, es necesario considerar que se hace uso de software especializado como lo es MadMapper, es así que se logra calcular un área determinada, sobre la cual se desea proyectar el objeto 3D, de tal forma que se acople adecuadamente y no presente errores de superposición o pérdidas de partes del objeto.

El uso de un dispositivo de altas prestaciones es necesario ya que el algoritmo de procesamiento de imágenes es complejo, de tal forma no se acopla fácilmente a dispositivos de gama baja, ya que en este tipo de dispositivos podría fallar la aplicación y generar un sobre calentamiento del mismo.

### **1.3. Unity 3D**

Es un editor de videojuegos a nivel profesional, como se menciona en la página oficial de Unity “cuenta un entorno de desarrollo integral, presenta la capacidad de desarrollar juegos 2D y 3D, es compatible con programas como 3dMax o Adobe Photoshop con el cual se puede desarrollar videojuegos para casi cualquier plataforma, como Windows, Mac, Android y iPhone.”. (Unity, 2019)

Actualmente es destacado como “el motor de videojuegos más popular entre los desarrolladores. En 2014 el 62% de desarrolladores de videojuegos en UK utilizaron Unity para sus proyectos, y actualmente aproximadamente 3 millones de ellos lo utilizan a nivel mundial, frente a 500 mil que utilizan Cocos2D, su sucesor en el ranking”, según lo describe Wilder Abal en su blog. (Abal, 2018)

Los juegos creados en Unity “son estructurados en escenas, una escena puede ser cualquier parte del juego, desde el menú de inicio como un nivel o área del juego, también incluye un editor de terrenos, desde donde se puede crear un terreno (como una hoja en blanco), sobre la que los artistas pueden esculpir la geometría del terreno usando herramientas visuales, pintar o texturizar, cubrir de hierba o colocar árboles y otros elementos de terreno importados desde aplicaciones 3D como Blender, 3DS Max, SketchUp entre otros” como lo menciona José en su guía Práctica de Unity 3D. (Nuñez, 2017)

Unity es un sistema de desarrollo único, enfocado en los “assets” (materiales de Unity), el foco en los “assets” se asemeja a una aplicación de modelado 3D. (Unity, 2019)

Una aplicación diseñada en Unity se compone de una parte denominada proyecto, este contiene los elementos necesarios, normalmente, un archivo contendrá los elementos de la

aplicación, del tal forma cuando se inicia Unity, se abrirá el proyecto que se está diseñando. (Unity, 2019)

Cada proyecto contiene varios documentos llamados "Escenas", la cual contendrá elementos principales para la interfaz de usuario. (Nuñez, 2017)

Unity “hace el proceso de producción de juego simple dándole un conjunto de pasos lógicos para construir cualquier panorama concebible de juego, es así que establece el uso del concepto “Game Object” (GO), donde se puede estudiar los componentes del juego en objetos dóciles, que está hecho de muchos componentes individuales” es así que lo detalla José . (Nuñez, 2017)

Para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, se debe hacer uso del SDK (Software Development Kit) de Vuforia, con el cual se adapta la facilidad de realizar videojuegos con Unity y las bondades de la realidad aumentada de Vuforia.

#### **1.4. Vuforia**

Juan Marino define en su presentación a Vuforia como “un SDK (Software Development Kit) que permite construir aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada; una aplicación desarrollada con Vuforia utiliza la pantalla del dispositivo como un lente mágico en donde se entrelazan elementos del mundo real con elementos virtuales” (Marino, 2019)

Una aplicación desarrollada con Vuforia ofrece la siguiente experiencia:

- “Reconocimiento de texto.
- Reconocimiento de imágenes.
- Detección rápida de los Targets (Marcadores).
- Detección y rastreo simultáneo de Targets” (Cruz, 2019).



Además, Vuforia debe contener los siguientes elementos para una mejor experiencia de realidad aumentada, los cuales pueden estar por separado o incluidos en un solo dispositivo:

- **“Cámara:** La cámara asegura que la imagen sea captada y procesada por el rastreador (Tracker).
- **Base de datos:** La base de datos del dispositivo es creada utilizando el Administrador de marcadores (Target Manage) del sitio oficial de Vuforia; ya sea la base de datos local o la base de datos en la nube, esta almacena una colección de marcadores (Targets) para ser reconocidos por el rastreador (Tracker) durante la ejecución de la aplicación.
- **Marcadores:** Son utilizados por el rastreador para reconocer un objeto del mundo real, los marcadores pueden ser de diferentes tipos como imágenes en 2D u objetos en 3D.
- **Rastreador:** Analiza la imagen de la cámara y detecta objetos del mundo real a través de los cuadros de la cámara (Frames) con el fin de encontrar coincidencias en la base de datos, este se basa en los cambios de color significativos para diferenciar la imagen, además de las esquinas que posee” (Cruz, 2019)

La Arquitectura de Vuforia se puede ver en detalle en la figura 1.4, en la cual se presentan los elementos utilizados y detallados anteriormente, además del diagrama de bloques de la comunicación entre dichos elementos.

Una gran ventaja que tiene el SDK de Vuforia, es que está disponible para varios Sistemas Operativos como: Windows, Linux y Mac, además que su uso no es complicado, puesto que todo el proceso se lo realiza en línea, y no necesita ser instalado como cualquier software tradicional. (Cruz, 2019)

Cabe mencionar que las plataformas móviles más populares del mercado con las cuales es compatible son: Android, IOS, de las cuales se considera con mayor facilidad y libre de restricciones la plataforma Android, puesto que existe gran cantidad de información y código libre en internet, y no necesita de módulos especiales para el desarrollo de aplicaciones, en comparación con la plataforma iOS, la cual requiere cargar módulos específicos para su

adaptación al entorno de desarrollo de Unity, además de modificaciones extras al momento de compilar la aplicación final para ser cargada al dispositivo con plataforma iOS.

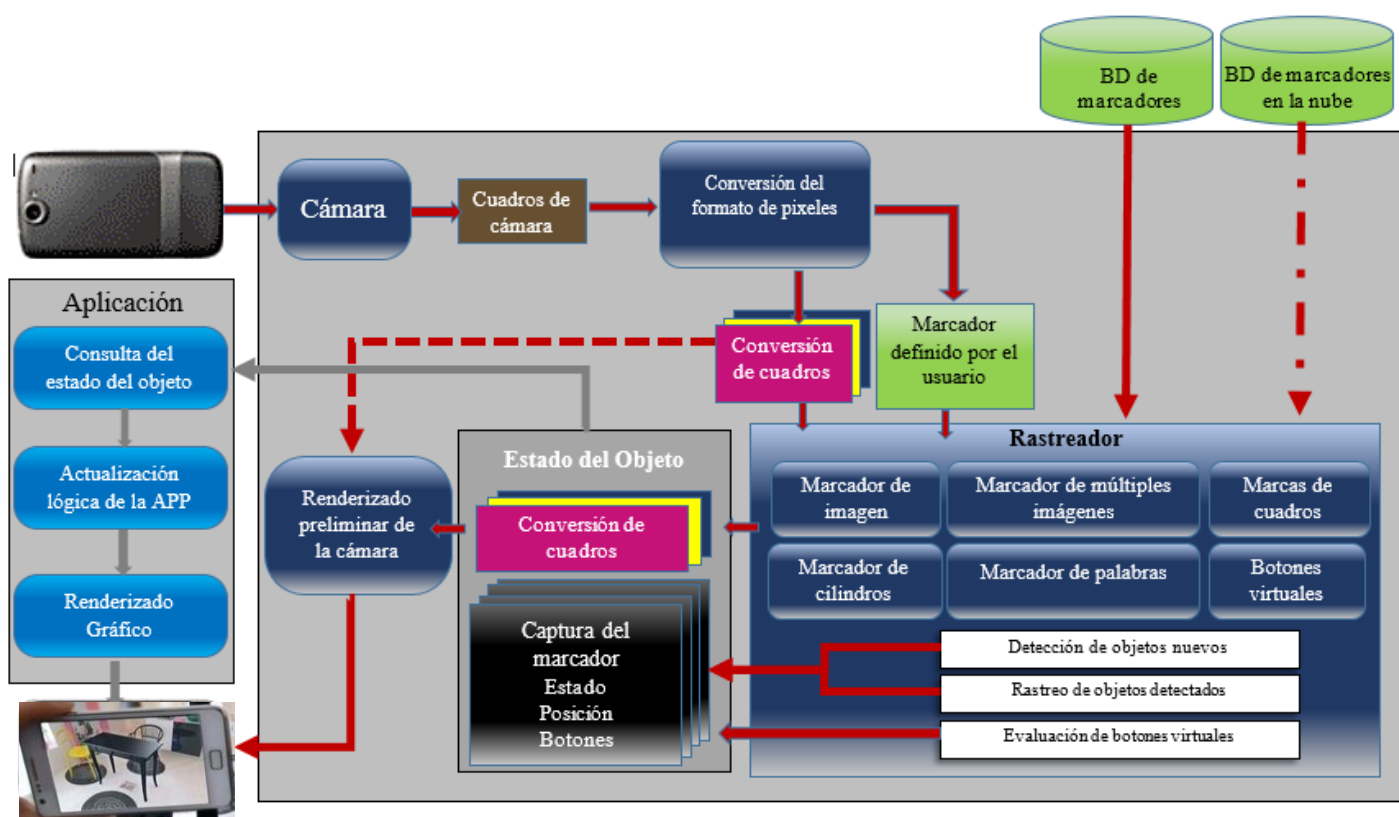


Figura 1.4 Diagrama de flujo del SDK Vuforia en una aplicación

Fuente: (Cruz, 2019)

## 1.5. 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” (Developers, 2016).

Android Studio posee funciones para mejorar la productividad en la compilación de apps, como las siguientes:

- “Un emulador rápido con varias funciones.
- Un entorno unificado en el que se puede realizar desarrollos para todos los dispositivos Android.

- Instant Run para aplicar cambios mientras la app se ejecuta sin la necesidad de compilar un nuevo APK.
- Integración de plantillas de código y GitHub para ayudar a compilar funciones comunes de las apps e importar ejemplos de código.
- Gran cantidad de herramientas y frameworks de prueba.
- Herramientas Lint para detectar problemas de rendimiento, usabilidad, compatibilidad de versión, etc.
- Compatibilidad con C++ y NDK (Network Desing Keypad), el cual permite realizar modificaciones en la aplicación mediante el uso de una red de datos con varios colaboradores simultáneos.
- Soporte incorporado para Google Cloud Platform, lo que facilita la integración de Google Cloud Messaging y App Engine” (Developers, 2016).

En la página oficial de Android Studio se detallan con mayor precisión cada una de las características presentes en el IDE, con la finalidad de presentar un entorno de desarrollo amigable, “cada proyecto en Android Studio contiene uno o más módulos con archivos de código fuente y archivos de recursos” conforme lo detallado en la página oficial de Android Studio (Developers, 2016).

Entre los tipos de módulos se incluyen los siguientes:

- “Módulos de apps para Android.
- Módulos de bibliotecas.
- Módulos de Google App Engine” (Developers, 2016).

### **1.5.1. Módulos de apps para Android**

Los módulos de App presentan diversas opciones para el diseño de la aplicación, en este se encuentra gran cantidad de herramientas las cuales se usan dependiendo del tipo de aplicación y las capacidades que esta poseerá en el ambiente de trabajo destinada.

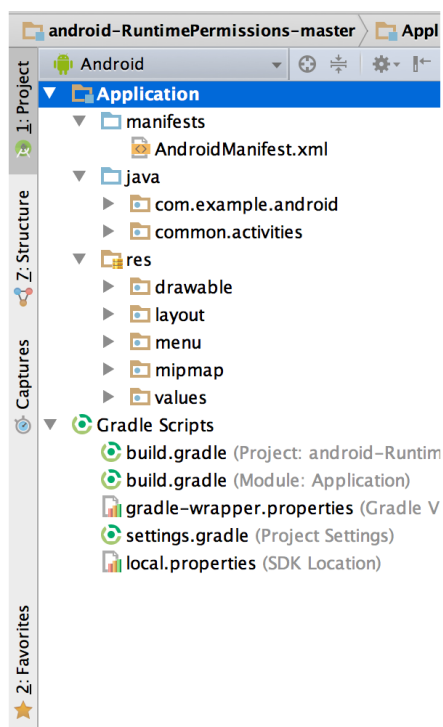
### 1.5.2. Módulos de bibliotecas

Los módulos de bibliotecas permiten cargar librerías que no contiene la aplicación, es decir que para desarrollar aplicaciones en las cuales sea necesario el uso de conexión a internet, se debe cargar una librería específica que permita utilizar las clases y objetos previamente creados, esto permite ahorrar tiempo al momento de desarrollar la aplicación y no crearla desde cero.

### 1.5.3. Módulos de Google App Engine

Los módulos de Google permiten realizar un desarrollo en la nube, es decir que no se necesita de un lugar fijo para la creación de la aplicación, sino que se lo puede realizar paulatinamente o con apoyo remoto desde cualquier parte del mundo.

De manera predeterminada, Android Studio muestra los archivos del proyecto en la vista de proyectos de Android, como se muestra en la figura 1.5. Esta vista se organiza en módulos para proporcionar un rápido acceso a los archivos de origen del proyecto.



**Figura 1.5** Vista de proyectos de Android Studio

**Fuente:** (Developers, 2016)

Los diferentes archivos de compilación son visibles en el nivel superior y cada módulo de la aplicación contiene las siguientes carpetas:

- **“manifests:** contiene el archivo `AndroidManifest.xml`.
- **java:** contiene los archivos de código fuente de Java, incluido el código de prueba `JUnit`.
- **res:** Contiene todos los recursos, como diseños XML, cadenas de IU e imágenes de mapa de bits” (Developers, 2016).

## 1.6. SketchUp

Noelia Moreno define “SketchUp es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones (3D) basado en caras, el cual es utilizado para el modelado de entornos de planificación urbana, arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas, es un programa desarrollado por Last Software, empresa adquirida por Google en 2006 y posteriormente vendida a Trimble en 2012”. (Moreno, 2018)

Además, la principal característica de Vuforia es poder realizar diseños en 3D de forma fácil.

Los principales recursos que incluye Vuforia son: un tutorial en vídeo que indica paso a paso cómo se puede diseñar y modelar un ambiente, además incluye una gran cantidad de objetos, texturas e imágenes para descargar desde el sitio oficial de 3D Warehouse, el cual es una enorme biblioteca de objetos modelados, que ofrece sus diseños para ser usados en una gran variedad de programas de diseño gráfico o CAD, además todos los modelos tienen como extensión `.skp`, el cual es propio de SketchUp (Casino, 2019).

“La versión 19.0.685 (2019) de SketchUp funciona bajo, Windows 7, Windows 8, Windows 10 y en entornos OS X Mac OS 10.8 o superior. Versiones anteriores funcionan con Windows XP o Mac OS X 10.7 o superior. Esta última versión trae cambios en el diseño de su logo tradicional y agrega nuevas herramientas al programa” (Casino, 2019).

Cabe recalcar que los desarrolladores están trabajando para que sea una aplicación multiplataforma.

## 1.7. Blender

Blender es un programa informático multi plataforma, especialmente dedicado al modelado, renderizado, iluminación, animación y creación de objetos tridimensionales. Posee composición digital, para la cual utiliza técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura y pintura digital, además, cuenta con la capacidad de desarrollar vídeo juegos (Shibuya, 2019).

Como características principales se tiene:

- “Multiplataforma, libre, gratuito y con un tamaño de origen realmente pequeño comparado con otros paquetes de 3D, dependiendo del sistema operativo en el que se ejecuta.
- Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, NURBS, metaballs, etc.
- Junto a las herramientas de animación se incluyen cinemática inversa, deformaciones por armadura o cuadrícula, vértices de carga y partículas estáticas y dinámicas
- Edición de audio y sincronización de vídeo.
- Características interactivas para juegos como detección de colisiones, recreaciones dinámicas y lógica.
- Lenguaje Python para automatizar o controlar varias tareas.
- Blender acepta formatos gráficos como TGA, JPG, Iris, SGI, o TIFF. También puede leer ficheros Inventor.
- Motor de juegos 3D integrado, con un sistema de ladrillos lógicos. Para más control se usa programación en lenguaje Python.
- Simulaciones dinámicas para cuerpos blandos, partículas y fluidos.
- Modificadores apilables, para la aplicación de transformación no destructiva sobre mallas.

- Sistema de partículas estáticas para simular cabellos y pelajes, al que se han agregado nuevas propiedades entre las opciones de sombreados para lograr texturas realistas.
- Capacidad para hacer emparejamiento en movimiento” (Shibuya, 2019)

En la tabla 1.1 se realiza una comparación entre SketchUp y Blender, los cuales son software para el diseño y modelado de objetos en 3D, de tal forma se observa que Blender tiene mayor compatibilidad con diferentes sistemas operativos, pero no es apropiado para diferentes empresas que desean hacer uso continuo de dicho software.

**Tabla 1.1** Comparación entre SketchUP y Blender

<b>DISPOSITIVOS DISPONIBLES</b>	
<b>SKETCHUP</b>	<b>BLENDER</b>
Windows Mac	Windows Linux Mac Basado en la Web
<b>TAMAÑO DE EMPRESAS</b>	
Pequeños Negocios Grandes Empresas Medianas Empresas	Pequeños Negocios FreeLancers

**Fuente:** (Shibuya, 2019)

Una vez que se tiene claro el panorama de los diferentes programas que se van a utilizar para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada, es necesario realizar una breve explicación de los diferentes materiales con los que son elaborados los diferentes mobiliarios en la empresa GrafMuebles S.A., es así que se presenta una idea general de las diferentes maderas existentes en el área de elaboración de mobiliarios.

### **1.8. Materiales para mobiliarios**

Francisca Feliú en el sitio web CASIOPEA menciona que “la madera es un material, de origen vegetal, se la conoce como la parte dura del tronco de un árbol, es un material orgánico de estructura circular, siendo las células en su mayoría de forma alargada de unos pocos milímetros de longitud, cuenta con un 60% de celulosa, el cual es un polímero cristalino con gran resistencia a la tracción, estas células están unidas entre sí por la lignina,

que es una sustancia química amorfa, la cual aporta resistencia a la compresión”. (Feliú, 2019)

Las propiedades físicas y mecánicas de la madera “dependen de la manera como se desarrolle el árbol, en el cual se pueden diferenciar dos tipos de crecimiento: el longitudinal o vertical y el radial o lateral. En el primero, el árbol aumenta su altura y determina que las células de celulosa están orientadas en esa dirección. En el segundo, el tronco del árbol aumenta el diámetro y origina las diferentes capas o anillos de crecimiento del tronco” (Feliú, 2019).

Al analizar la sección transversal se observan tres capas conforme lo detalla Francisca Feliú en el sitio web CASIOPEA:

- “La corteza: es la capa exterior del tronco y está conformado por las células muertas.
- La albura: es una capa de madera intermedia, generalmente clara, la cual está conformada por células vivas y conductos, los cuales permiten el paso del agua y la savia.
- El duramen: es de color más oscuro que la albura, está conformado por células muertas, conforme crece el árbol las capas de células más internas van muriendo y en su interior se depositan sustancias que son generalmente tóxicas y le dan la característica de durabilidad de la madera” (Feliú, 2019)

Los materiales empleados para la fabricación de mobiliarios son: la madera sólida, las maderas laminadas o melamínico y los tableros industrializados de mediana densidad contruidos a base de virutas de madera, astillas y aserrín.

Los diferentes tipos de materiales que se utilizan para la fabricación de mobiliarios se clasifican en tres grupos de mayor importancia, los cuales son utilizados por la empresa GrafMuebles S.A y detallan a continuación.



### **1.8.1. Madera sólida**

La madera sólida como se detalló anteriormente es la parte más interna del árbol, puesto que sus características permiten la elaboración del mobiliario con las mejores prestaciones posibles.

Generalmente se conocen como maderas pesadas, las cuales se utilizan para cubiertas, entrepisos, puentes, pisos, etc., su durabilidad varía entre 15 y 20 años y son resistentes por a casi todos los agentes destructores como hongos, insectos, entre otros. (Feliú, 2019)

La densidad de la madera es la relacionada entre el peso y el volumen de la mismas, ya que tanto el peso como el volumen varían con el contenido de humedad, es necesario especificar a qué contenido de humedad se mide la densidad, del tal forma se presentan tres tipos de densidades: Densidad seca al horno, densidad seca al aire y densidad básica, las cuales dependen de las condiciones en que hayan sido secadas las maderas (Gaviria, 2019).

- Grupo A: Presentan densidades de 0.71 g/cm<sup>3</sup> y más.
- Grupo B: Presentan densidades de 0.56 a 0.70 g/cm<sup>3</sup>.
- Grupo C: Presentan densidades de 0.40 a 0.55 g/cm<sup>3</sup>.

Para la fabricación de mobiliarios se utilizan maderas del grupo B y C, entre las cuales se tienen: Pino, Laurel, Roble, Chanul, Tangaré, entre otros, pero los más utilizados son los tres primeros.

### **1.8.2. Fibra de madera prensada de media densidad (MDF)**

Francisca Feliú define en el sitio web CASIOPEA que la (MDF) “se fabrica por medio de la combinación de fibras delgadas de madera con resinas, la mezcla se compacta en una prensa caliente y el producto final presenta una textura lisa y uniforme. La MDF se puede cortar, cepillar y moldear con facilidad, y la superficie acepta tintes, pinturas o barnices” (Feliú, 2019).

Además, menciona que “los tableros de fibra de madera prensada están fabricados con madera que ha sido desglosada hasta obtener sus fibras básicas y reconstituida para crear un

material estable y homogéneo. La densidad de los tableros depende de la presión aplicada y del tipo de adhesivo utilizado en el proceso de fabricación” (Feliú, 2019).

El grosor de los tableros varía entre 3 y 30 mm, de tal forma que la MDF ideal para carpintería es la estándar, existe MDF resistentes a la humedad, los cuales son ideales para ambientes donde se presenta humedad. (Feliú, 2019)

### 1.8.3. Melamínico

Los tableros de melamínico “se fabrican con pequeñas astillas o virutas adheridas por presión, donde se utilizan maderas blandas, a pesar de que puede incluirse una cierta proporción de maderas macizas, la madera se convierte en partículas del tamaño requerido mediante el uso de máquinas astilladoras, las partículas se rocían con resinas aglomerantes y se esparcen hasta lograr el grosor requerido, con la veta en el mismo sentido, se prensa por calor a alta presión hasta obtener el grosor deseado y luego se efectúa el curado, finalmente los tableros fríos se desbastan al tamaño necesario y se liján” (Feliú, 2019).

En la figura 1.6 se presenta las diferentes texturas de los tableros de melamínico, con los cuales se elaboran mobiliarios para diferentes áreas, además en la figura 1.7 se muestran diferentes maderas sólidas y tipos de MDF.



**Figura 1.6** Melamínico para fabricación de mobiliarios

**Fuente:** (Feliú, 2019)



a)



b)

**Figura 1.7** a)Madera sólida, b) MDF

**Fuente** (Feliú, 2019)

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Modalidad de investigación**

La presente investigación está enmarcada en un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativo y cualitativo que muestran una investigación aplicada con el fin de recolectar datos que ayuden a cumplir con los objetivos de la investigación, en base al proyecto de estudio se adaptan en el avance del trabajo investigativo y se orientan en analizar un modelo de propuesta que brinda la mejor solución al problema.

Herrera plantea que: “la meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cualitativa ni a la investigación cuantitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales” (Herrera, 2013)

#### **2.2. Población, unidades de estudio y muestra**

En la investigación la población seleccionada está conformada por los clientes de la empresa GrafMuebles S.A ubicada en la ciudad de Quito, a los cuales se pretende mejorar la forma de presentar el mobiliario a fabricarse dependiendo de los gustos y las necesidades. Las unidades de estudio en la investigación fueron: el propietario de la empresa GrafMuebles S.A y los clientes potenciales de adquisición continua de mobiliarios

#### **2.3. Tipos e instrumentos de la investigación**

En el presente estudio se aplica la investigación que está enmarcada en el proceso explicativo, descriptivo y de campo.

### **2.3.1. Investigación bibliográfica**

El proyecto se basó en utilizar investigación bibliográfica, debido a que la definición científica del tema investigado está enfocado a la tecnología siendo esta la que permite dejar ver las relaciones fundamentales del objeto de investigación esta aplicado para realizar una formulación de la hipótesis del plan estudiado y de esta forma permite diagnosticar la siguiente metodología de la investigación.

### **2.3.2. Investigación de campo**

Se basó en los datos primarios adquiridos frente a la realidad de la falta de innovación en la presentación de mobiliarios, en definitiva, permite estudiar una situación para poder diagnosticar el o los problemas existentes en ese sitio de estudio, además se realiza encuestas a los clientes para conocer si tendrá acogida por los mismos.

### **2.3.3. Investigación explicativa**

La investigación explicativa se basa principalmente en establecer el por qué y el para qué de un fenómeno, es así que el desarrollo del presente proyecto permitirá facilitar la visualización del mobiliario en el área a ser instalada en tiempo real, de tal forma se ahorra tiempo para la decisión del cliente del mobiliario a ser fabricado.

## **2.4. Variable de la investigación**

Esta investigación está vinculada con las causas, por lo tanto, describe el problema, esto permite encontrar los fundamentos de por qué es necesario desarrollar una aplicación para teléfono inteligente basado en realidad aumentada, para después buscar la solución oportuna y adecuada de esta manera exponer en qué situaciones se da dos o más variables identificadas.

### **2.4.1. Cuantitativo**

Se denomina cuantitativo debido a que de manera estadística se presentaron las respuestas con mayor relevancia dentro del proceso de investigación, las mismas que ayudaron a certificar la viabilidad o no de la aplicación a desarrollarse.

Está dirigida a profundizar casos específicos y no generalizados, su preocupación no es prioritariamente calcular, sino calificar y describir el fenómeno social desde faces definitivas, como sean descubiertos por los elementos oportunos que están entre la situación analizada o estudiada (Solis & Garcia, 2016)

### **2.4.2. Deductivo**

En efecto realiza un análisis previo dando a conocer los problemas de presentación de modelos de mobiliarios fabricados, considerando en lo particular las necesidades y demandas para explicar las ventajas del desarrollo de la aplicación. La problemática actual es la dificultad de visualizar los modelos de mobiliarios seleccionados por el cliente antes de ser fabricado para el tipo de vivienda y espacio asignado.

### **2.4.3. Inductivo**

Muestra los inconvenientes que actualmente existen en la selección de mobiliarios según la necesidad del cliente. Consiste en basar hechos, estudios y resultados de observaciones o experiencias donde se analiza, observa y clasifica para solicitar una hipótesis que proponga una solución al problema planteado y ayude a elaborar la justificación y los antecedentes del mismo (Gonzales, 2016)

## **2.5. Método analítico sintético**

Este método es un procedimiento que permite conocer más del objeto de análisis en varios elementos o componentes para adquirir nuevos conocimientos. Se deduce y aplica para comprender mejor su actuación sobre las nuevas teorías. “Facilita la observación y resolución del problema con la finalidad de ofrecer facilidad, bienestar y calidad a los

clientes el tiempo de obtener un presupuesto y un diseño del modelo de mobiliario deseado.”  
(Solis & Garcia, 2016)

## **CAPÍTULO 3**

### **PROPUESTA**

#### **3.1. Fundamentación**

La investigación realizada en el capítulo II ayudó a determinar que actualmente la promoción de mobiliarios a los diferentes clientes de la empresa GrafMuebles S.A. no es la adecuada, puesto que los clientes siempre buscan algo novedoso que llame su atención, Sin embargo, el mobiliario fabricado por la empresa tiene la necesidad de ganar espacio en el mercado en nuestro país. Por esta razón se propone la presentación de diferentes mobiliarios (tres en este proyecto) basados en realidad aumentada para potencializar la manera de ofertar a los clientes el catálogo de mobiliario existente, de tal forma, el desarrollo de la aplicación proporcionará la información necesaria sobre dichos mobiliarios.

El cliente podrá variar los colores y texturas en base a un grupo definido de opciones, así también podrá escoger el tipo de mobiliario en base a los marcadores (Targets) elaboradas con anterioridad para su visualización sobre la superficie deseada, por tal razón los modelos a presentarse serán realizados con la ayuda de SketchUp el cual ha sido descrito en el capítulo I, puesto que este programa presenta diferentes herramientas que facilitan el diseño del mobiliario en 3D.

#### **3.2. Proceso**

Para la realización de la aplicación de realidad aumentada para la empresa GrafMuebles S.A. se partió de la necesidad de mostrar de manera rápida y clara los detalles de los mobiliarios deseados por el cliente, tales como colores, textura y tipo de mobiliario, esto con la finalidad de reducir el tiempo de visita y selección de mobiliario, es así que los clientes buscan maneras



novedosas de recibir información en cuanto a mobiliarios, por lo tanto la aplicación será el foco de atención del cliente al poder visualizar el mobiliario sobre el área deseada, así tendrá una idea más clara del mobiliario a ser instalado.

Para cumplir con el objetivo, se utilizará un software de diseño como SketchUp, para la creación de los mobiliarios en 3D, además se utilizará la plataforma de desarrollo Unity 3D conjuntamente con el SDK Vuforia, de tal forma se puede diseñar la aplicación adecuada a las necesidades del cliente, para la producción de la aplicación para Android se utilizará el compilador de Android Studio, el cual se adapta a la plataforma Unity y se compila directamente el software con extensión APK para ser instalado en cualquier dispositivo con sistema Operativo Android.

La distribución de los elementos que conforman el diseño está basada en el tipo de mobiliario, y un espacio aproximado para su visualización, es así que se tiene mobiliarios estándar que se visualizan sobre el marcador colocado sobre la superficie deseada como se observa en la figura 3.1, con la ayuda de varios dispositivos móviles se puede observar varios mobiliarios en una habitación vacía con la ayuda de marcadores.



**Figura 3.1** Aplicación de realidad aumentada

**Fuente:** (Siracusa, 2013)

Por metodología de presentación y diseño, es necesario proporcionar dentro del proyecto investigativo un prototipo a escala de una estructura inmobiliaria promedio, la misma que sería presentada y contendría todos los elementos demostrativos para fines de el mismo.

### 3.3. Desarrollo de la propuesta

A continuación, se presenta la propuesta a ser desarrollada por el autor en el presente trabajo de investigación, de tal forma se pretende desarrollar la aplicación de realidad aumentada con las herramientas mencionas en el Capítulo 1, es así que como primer paso se diseñan mobiliarios para ser ofertados a los clientes potenciales, los cuales bajo experiencia de la empresa son solicitados con más frecuencia, por lo tanto, son más llamativos para el cliente, es así que se presenta un resumen en la tabla 3.1 de los mobiliarios más vendidos por la empresa. En el Anexo #1 se presenta la tabla completa de todos los mobiliarios fabricados por la empresa GrafMuebles S.A. Con la ayuda de la entrevista realizada al dueño de la empresa, se ha determinado que los modelos más vendidos son los primeros tres de la tabla 3.1 para ser presentados en la aplicación a desarrollarse.

**Tabla 3.1** Mobiliarios más solicitados por los clientes a la empresa GrafMuebles S.A

MODELO	CANTIDAD	FRECUENCIA
Juego de Sala	4	Mensual
Dormitorios	5	Mensual
Muebles de Cocina	5	Mensual

**Fuente:** Autor

Posteriormente se desarrollará la aplicación en la plataforma Unity 3D, acoplado los diferentes modelos realizados como son: Juegos de sala, Dormitorios y Muebles de Cocina.

Se tomaron en cuenta varios factores para el desarrollo de la aplicación y gracias a la entrevista con el dueño de la empresa se determinó el tipo de materiales más usado para la fabricación de mobiliarios como se detalla en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2** Materiales comúnmente usados

<b>Modelo</b>	<b>Madera Solidad</b>	<b>MDF</b>	<b>Melaminico</b>
Juego de Sala	X		
Dormitorios	X	X	
Muebles de Cocina	X	X	X

**Fuente:** Autor

También se evaluó la mejor manera para presentar los mobiliarios en la aplicación de realidad aumentada, es así que se decidió el uso de marcadores con modelos específicos de mobiliarios, con la finalidad de poder acoplarlos al lugar deseado, y poder variar los colores y texturas en tiempo real, los cuales se muestran en la figura 3.2.



**Figura 3.2** Texturas y colores de materiales para mobiliarios.

**Fuente:** (Feliú, 2019)

De tal manera se generará la pantalla principal en la cual el usuario podrá escoger entre los diferentes productos tales como: muebles de cocina, juegos de dormitorio y juegos de sala, cada uno de ellos desplegará información y diferentes colores y texturas para variar sobre el mobiliario.

Se decidió usar la plataforma Unity 3D puesto que presenta grandes bondades al momento de trabajar con objetos 3D, ya que se basa en la elaboración de videojuegos, por tal razón su uso es óptima al momento de realizar la aplicación de realidad aumentada, la cual presenta varias características adecuadas para la presentación de objetos 3D además de gran cantidad de foros y soporte para diferentes aplicaciones realizadas anteriormente.

El SDK Vuforia es una herramienta cuyo objetivo principal es el desarrollo de aplicaciones basadas en realidad aumentada. Esta herramienta permite tomar las bondades de Unity 3D y ajustarlas a las necesidades de la aplicación, es así que se genera una base de datos, con la cual trabaja Unity para renderizar los objetos al momento de mostrarlos sobre el marcador previamente cargado.

El cliente al no tener una idea clara del tipo de mobiliario ofertado mediante catálogos impreso o digitales, solicita un diseño en 3D, lo cual toma un cierto tiempo en la elaboración, de tal forma el cliente pierde el interés y decide adquirirlo en almacenes donde el mobiliario está en exhibición

La empresa GraftMuebles S.A actualmente distribuye su catálogo de productos de manera digital o impresos para presentar información del producto que el cliente solicite, la entrega se efectúa de manera personal con asesores calificados, los cuales realizan bosquejos a mano alzada si el cliente requiere hacer modificaciones sobre el diseño presentado.

Los catálogos pueden resultar una manera de enganche para despertar interés en el cliente por adquirir un producto aún si el mismo no estaba en planes de compra, ya que sirve como punto de partida para conocer las características del producto, así como sus beneficios, modos de uso, entre otros, además brinda una aproximación del producto que se desea adquirir.

Finalmente se pretende mejorar las ventas de la empresa GrafMuebles S.A en un 30% con referencia a los últimos 5 años, puesto que al presentar al cliente una forma innovadora mediante

el uso de una aplicación basada en realidad aumentada para escoger su mobiliario, este optara por la adquisición de manera inmediata, lo cual no ocurría con la forma convencional de ofertar el mobiliario, esto se debe a que en la actualidad los clientes prefieren hacer uso de la tecnología para la adquisición de productos o servicios, por lo tanto, se pretende que el cliente adquiera los diferentes mobiliarios forma mas recurrente.

# CAPÍTULO 4

## IMPLEMENTACIÓN

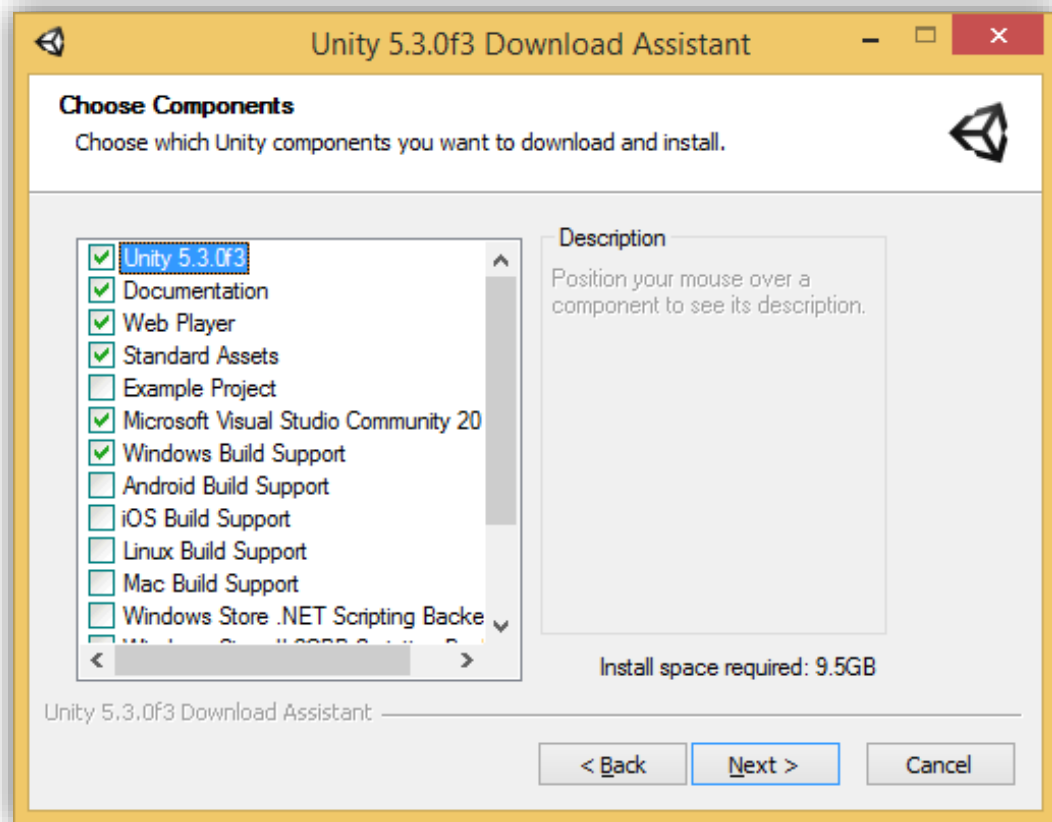
### 4.1. Configuración inicial

Para empezar a desarrollar la aplicación de realidad aumentada para la plataforma Android es necesario una serie de configuraciones iniciales en la plataforma Unity 3D, con la finalidad de que todos los complementos sean los adecuados, es así que se detallan los siguientes pasos:

#### 4.1.1. Paso 1: instalación de Unity 3D

Se procede a la descarga de Unity 3D, (versión deseada). Para el desarrollo del presente proyecto se utiliza la versión 2019.1.2f1 personal. Esta se la puede descargar de la página oficial de Unity, gracias al asistente de descarga, este paso se lo realiza de manera muy fácil. En la figura 4.1 se presenta la pantalla del asistente de descarga, en el cual se pueden seleccionar los diferentes componentes a ser instalados, es necesario seleccionar el componente de Vuforia, con el cual se carga fácilmente el SDK y se podrá realizar la aplicación de realidad aumentada con facilidad.

Se debe verificar que esté seleccionado “Standard Assets”, es decir los elementos utilizados para la realización de la aplicación como son: objetos 3D, imágenes, texturas, materiales, entre otros, así se podrá utilizar fácilmente sobre la ventana de diseño y verificar el correcto funcionamiento y acoplamiento de los mismos.



**Figura 4.1** Asistente de descarga de Unity

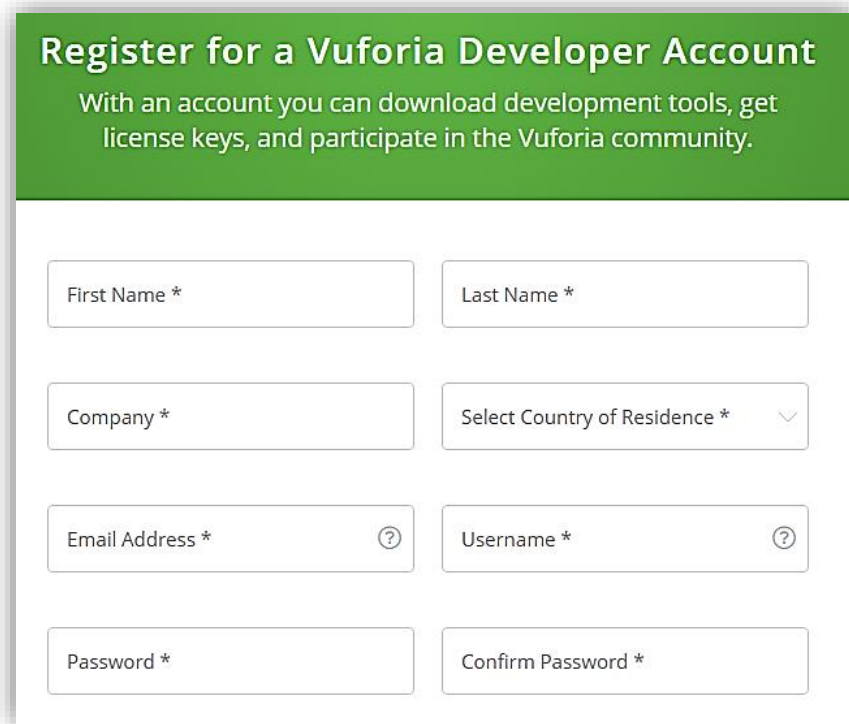
**Fuente:** (Unity, 2019)

Además, se puede instalar el editor Unity sin el asistente de descarga, de esta forma es necesario descargar e instalar todos los componentes de manera individual, los cuales son archivos ejecutables y paquetes instaladores normales. Existe también la instalación por medio de línea de comandos, esta última es utilizada para automatizar el despliegue de Unity en una organización de manera remota, con la finalidad de tener un trabajo colaborativo sin necesidad de estar en un sitio fijo de la organización.

Una vez descargado el archivo ejecutable, se procede a la instalación como se indica en el Manual de Unity, el cual se encuentra en [http://193.153.130.80/files/1540567766\\_Manual-de-Utunity-Trabajando-con-Utunity-90.pdf](http://193.153.130.80/files/1540567766_Manual-de-Utunity-Trabajando-con-Utunity-90.pdf), haciendo uso del asistente de instalación, En el proceso es necesario agregar complementos que ayudaran al desarrollo adecuado de la aplicación. (Unity, 2019)

### 4.1.2. Paso 2: configuración Vuforia SDK

Una vez que se tenga instalado correctamente el editor Unity 3D, es necesario crear la base de datos en Vuforia, de tal forma se accede a la página oficial de Vuforia Developer Portal, en donde se crea una cuenta con los datos solicitados como se muestran en la figura 4.2.



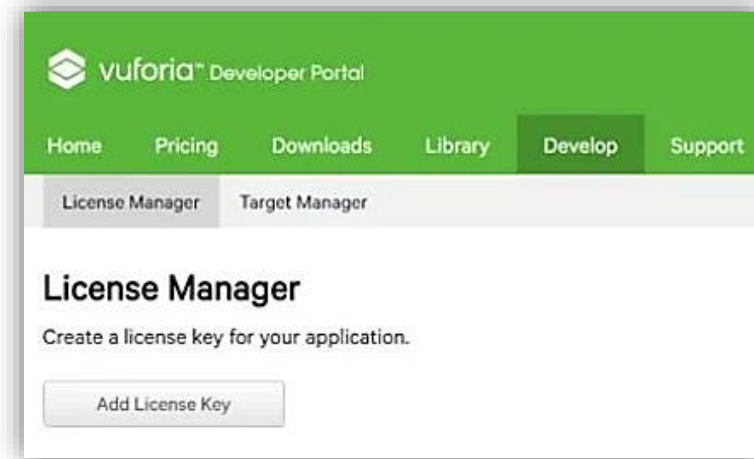
The image shows a registration form titled "Register for a Vuforia Developer Account". The form is set against a green header with white text. Below the header, there is a white area with a grid of input fields. The fields are: "First Name \*" and "Last Name \*" in the first row; "Company \*" and "Select Country of Residence \*" (with a dropdown arrow) in the second row; "Email Address \*" (with a help icon) and "Username \*" (with a help icon) in the third row; and "Password \*" and "Confirm Password \*" in the fourth row. All fields are required, as indicated by the asterisks.

**Figura 4.2** Creación de cuenta en Vuforia

**Fuente:** Autor

Al finalizar la creación de la cuenta se accede a la pestaña Develop, dentro de esta se selecciona el botón “Add license key” como se muestra en la figura 4.3,

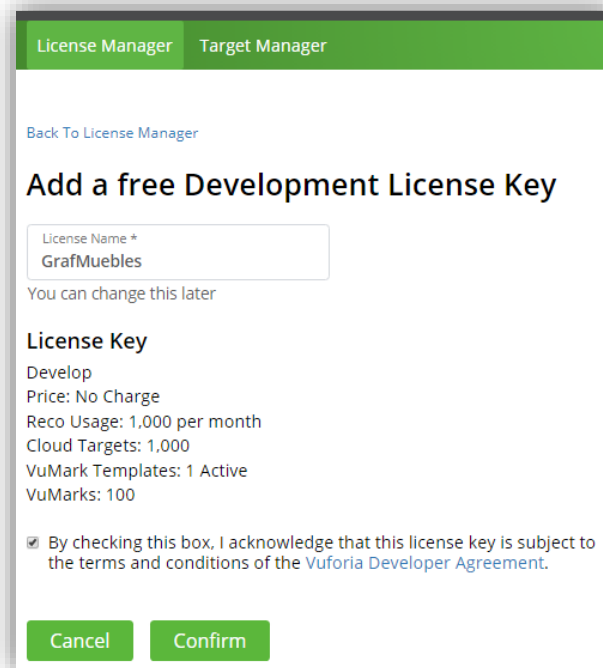




**Figura 4.3** Añadir clave de licencia Vuforia.

**Fuente:** Autor

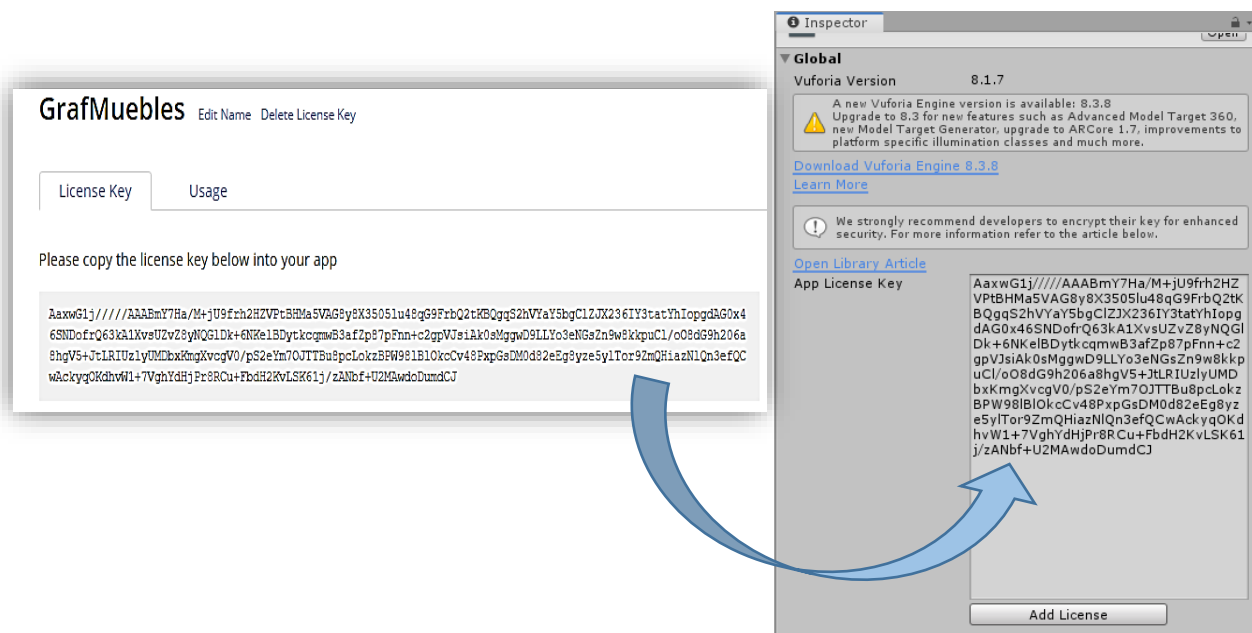
Se describe un nombre relacionado a la aplicación a ser desarrollada, de tal forma que se pueda diferenciar si se trabaja con varias aplicaciones, esto se puede observar en la figura 4.4.



**Figura 4.4** Nombre para la licencia de Vuforia

**Fuente:** Autor

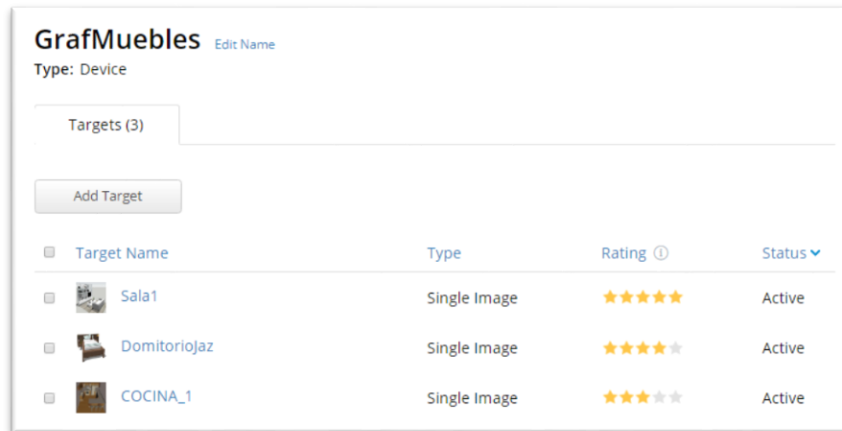
Se ingresa a la licencia creada de forma gratuita en la página de Vuforia, la cual sirve para máximo 1000 marcadores (Targets). Se copia el código generado para usarlo en el editor de Unity 3D, esto se puede observar en la figura 4.5, de tal forma que permita una conexión entre Unity y Vuforia, así se podrá realizar la aplicación sin ningún contratiempo y permitirá hacer uso de la cámara con la configuración adecuada para realidad aumentada. Esta clave de licencia se la usa en Unity al momento de configurar los parámetros deseados en especial cuando se activa el SDK de Vuforia.



**Figura 4.5** Código de licencia para usar en Unity 3D

**Fuente:** Autor

Es necesario crear una base de datos, la cual contendrá los marcadores (Target) que serán utilizados en la aplicación a ser desarrollada, este paso se observa en la figura 4.6, la cual muestra la base de datos llamada GrafMuebles, en la cual se encuentra cargado tres imágenes que se usarán como marcador en el editor Unity 3D.



The screenshot shows a web interface for 'GrafMuebles'. At the top, it says 'Type: Device' and 'Targets (3)'. Below that is an 'Add Target' button. A table lists three targets:

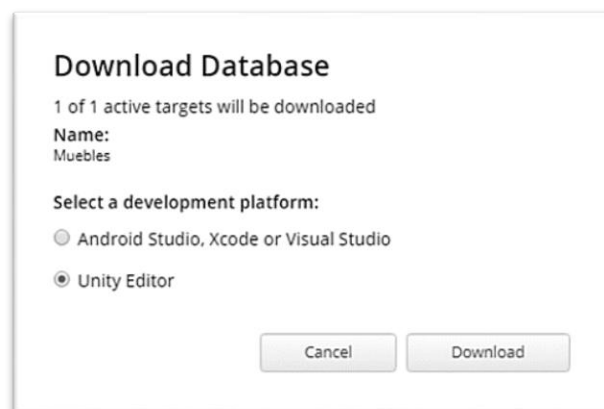
Target Name	Type	Rating	Status
Sala1	Single Image	★★★★★	Active
DomitorioJaz	Single Image	★★★★☆	Active
COCINA_1	Single Image	★★★★☆	Active

**Figura 4.6** Base de datos de marcadores en Vuforia

**Fuente:** Autor

Se puede observar que tiene un campo llamada Rating (Calificación), la cual indica si la imagen será fácil o no de reconocer por el rastreador de la cámara usada para la aplicación de realidad aumentada.

Se procede a descargar la base de datos con toda la información necesaria, en especial los marcadores a ser utilizados, de tal forma se selecciona la plataforma de desarrollo para la cual será descargada la base de datos, en este caso será Unity Editor, como se muestra en la figura 4.7.



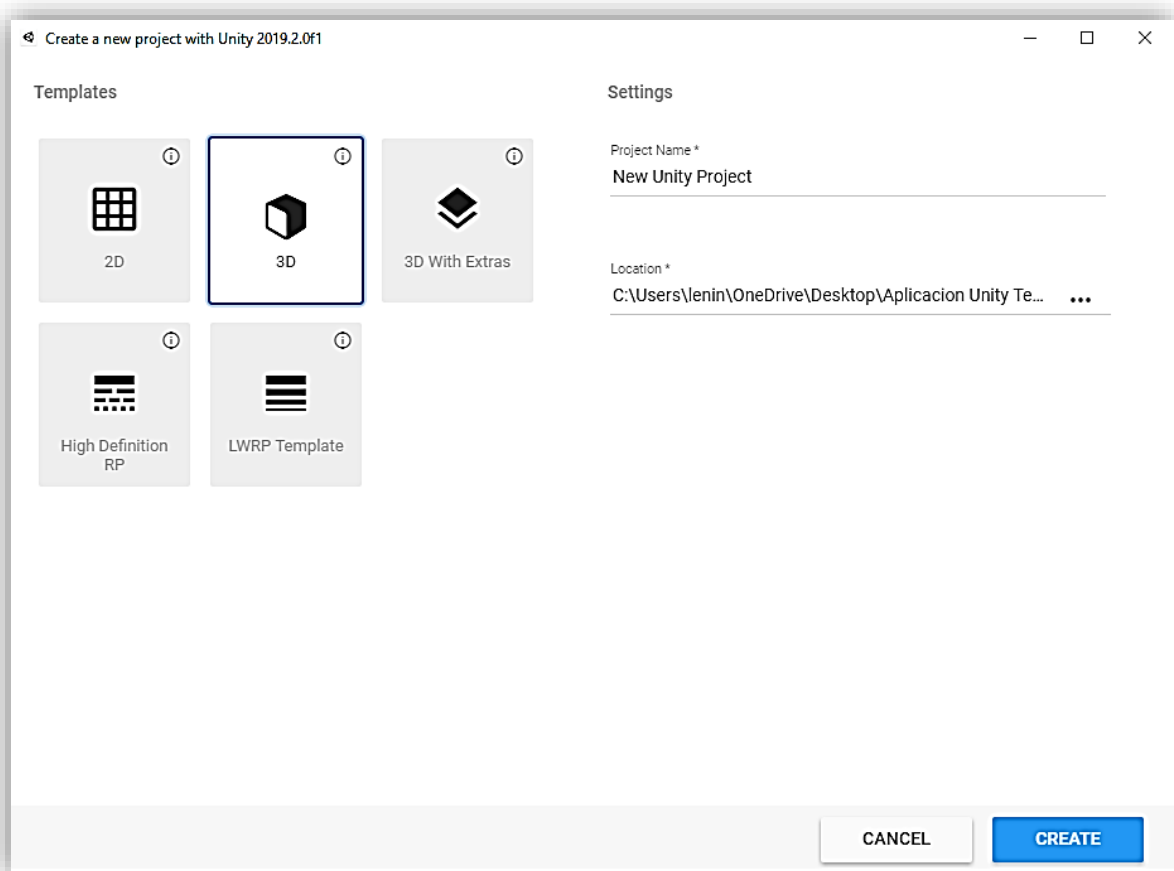
**Figura 4.7** Descarga de base de datos para Unity

**Fuente:** Autor

### 4.1.3. Paso 3: Creación del proyecto en UNITY

Finalmente se abre la aplicación del editor de Unity 3D, se crea un nuevo proyecto como se indica en la figura 4.8, en el cual se detalla el nombre del proyecto, la dirección de la carpeta de creación y almacenamiento y se selecciona una de las plantillas o temas en los que se quiera realizar la aplicación, para el presente proyecto se escogerá 3D.

Una vez creado el proyecto se presenta la pantalla principal del editor de Unity, en la cual se tiene diferentes paneles, los cuales se detallarán posteriormente conforme sea necesario el uso de cada uno.



**Figura 4.8** Creación de nuevo proyecto.

**Fuente:** Unity

Se configura el compilador, que en este caso será para Android, en la pestaña File (Archivo), selecciona la opción “Build Settings” (Configuraciones de constructor), para esto se debe tener instalado el IDE de Android Studio, se selecciona Android y se hace clic sobre el botón Switch Plataform como se muestra en la figura 4.9. Con esto se cambia el compilador para poder crear la aplicación deseada con los diferentes botones de interacción que se crearan conforme se necesite.

Es necesario mencionar que al ser una aplicación de realidad aumentada se deben agregar diferentes botones e imágenes, con lo cual se presentarán de manera más ordenada y llamativa las opciones que presentara la aplicación final. Para ello se agrega un panel de interfaz de usuario llamado “Canvas”, con la cual se procede a poner un fondo y diferentes botones que serán activados según la necesidad.

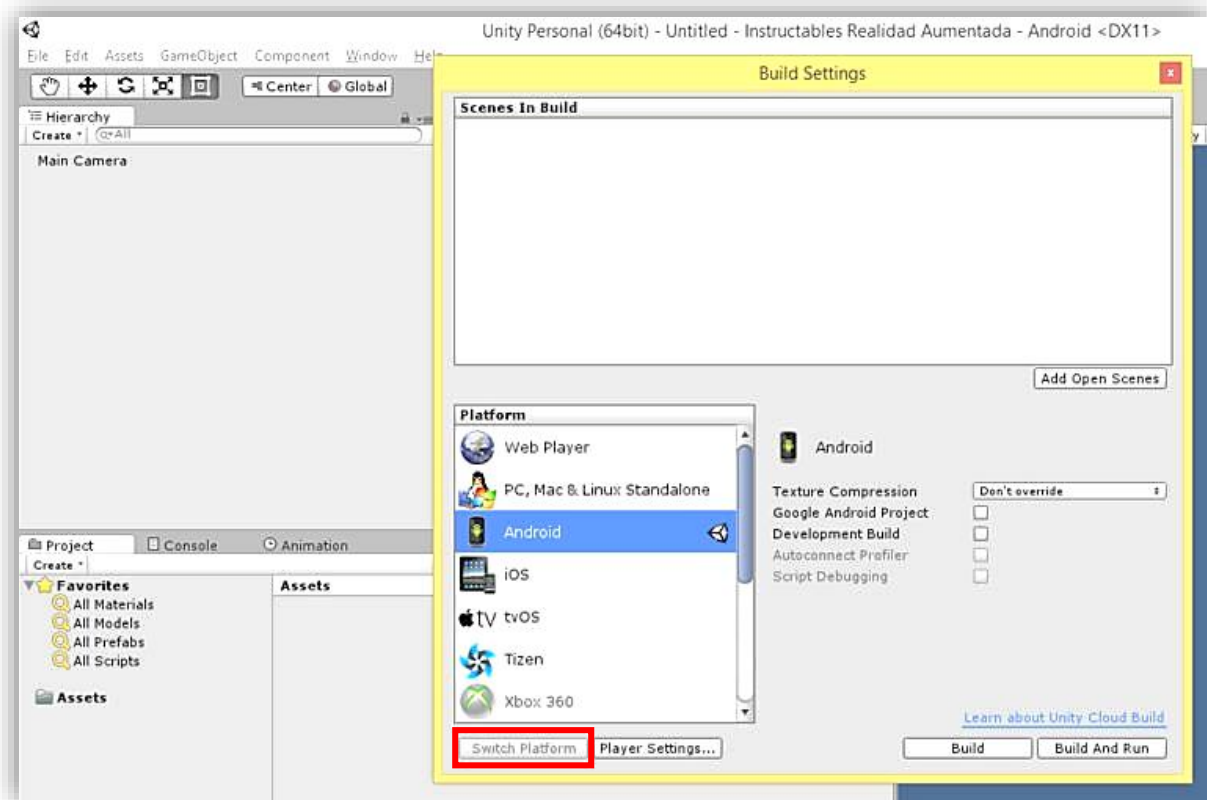
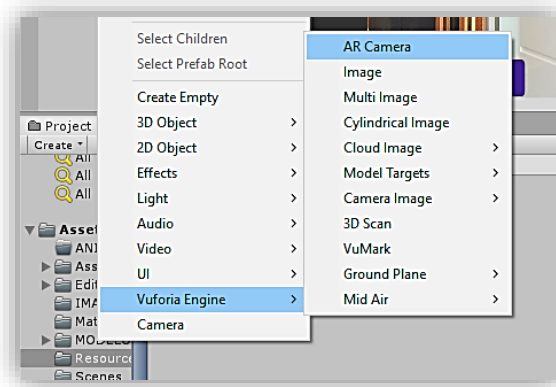


Figura 4.9 Cambio de plataforma para la compilación.

Fuente: Autor

Una vez realizado el paso anterior se procede a cargar la base de datos descargada desde Vuforia, de tal forma se arrastra hasta la carpeta “Assets” y se da clic en Importar, con esto se tiene cargada la base de datos y el marcador relaciona al mismo, o si se prefiere se ejecuta el archivo descargado y automáticamente se carga al editor de Unity.

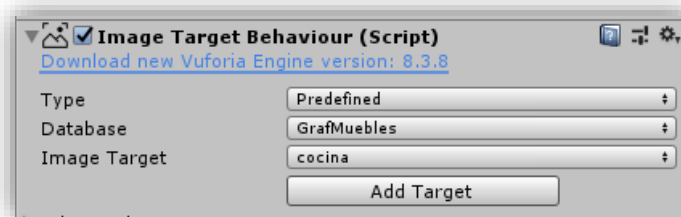
Es necesario borrar la carpeta “Main camera” de la Jerarquía (Hierarchy) y agregar una nueva con el nombre de ARcamera, dando clic derecho sobre jerarquía, se selecciona la opción Vuforia Engine y posterior se selecciona ARCamera como se indica en la figura 4.10.



**Figura 4.10** Agregar ARCamera al proyecto

**Fuente:** Autor

Además, se agrega la carpeta “ImageTarget” de la mismo forma que AR Camera y se procede a configurar Vuforia desde Unity, luego se selecciona la base de datos y el marcador como se muestra en la figura 4.11.



**Figura 4.11** Cargar marcador a Unity

**Fuente:** Autor

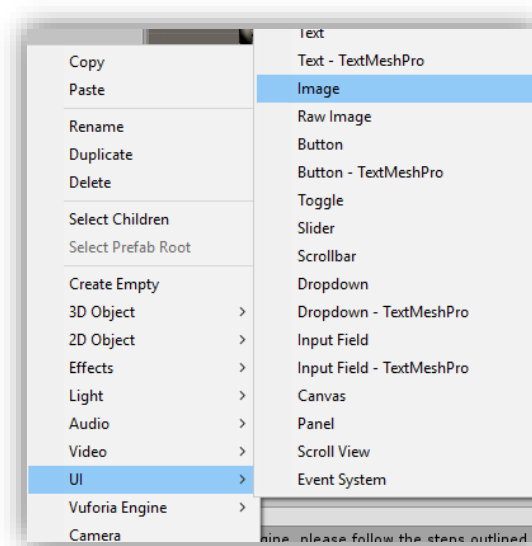
Una vez configurada la cámara, se procede a crear el Panel de “Canvas” para la interfaz de usuario, en esta interfaz se cargan las imágenes deseadas en la carpeta “Assets” conforme se muestra en la figura 4.12.



**Figura 4.12** Cargar imágenes en carpeta “Assets” de Unity.

**Fuente:** Autor

Se procede a crear el panel de la pantalla principal, para esto se agrega el elemento llamado “imagen”, en el cual se carga la imagen deseada para ser mostrada en pantalla, esto se observa en la figura 4.13.



**Figura 4.13** Creación de imagen de fondo

**Fuente:** Autor

Una vez cargado todas las imágenes y creado los botones necesarios, se tendrá una presentación como la que se observa en la figura 4.14, la cual muestra la pantalla principal de la aplicación.



**Figura 4.14** Pantalla principal de la aplicación.

**Fuente:** Autor

En la figura 4.15, se presentan el modelo de mobiliarios para juego de dormitorio diseñado en el software SketchUp, el cual se usa como marcador para la aplicación.



**Figura 4.15** Diseño de Juego de Dormitorio.

**Fuente:** Autor



En la figura 4.16, se presentan el modelo para muebles de cocina diseñado en el software SketchUp, el cual presenta un modelo tipo de cocina.



**Figura 4.16** Diseño de Muebles de Cocina

**Fuente:** Autor

En la figura 4.17, se presentan el modelo para muebles de sala diseñado en el software SketchUp, de tal forma se usará como marcador en la ejecución de la aplicación.



**Figura 4.17** Diseño de Juego de Sala

**Fuente:** Autor

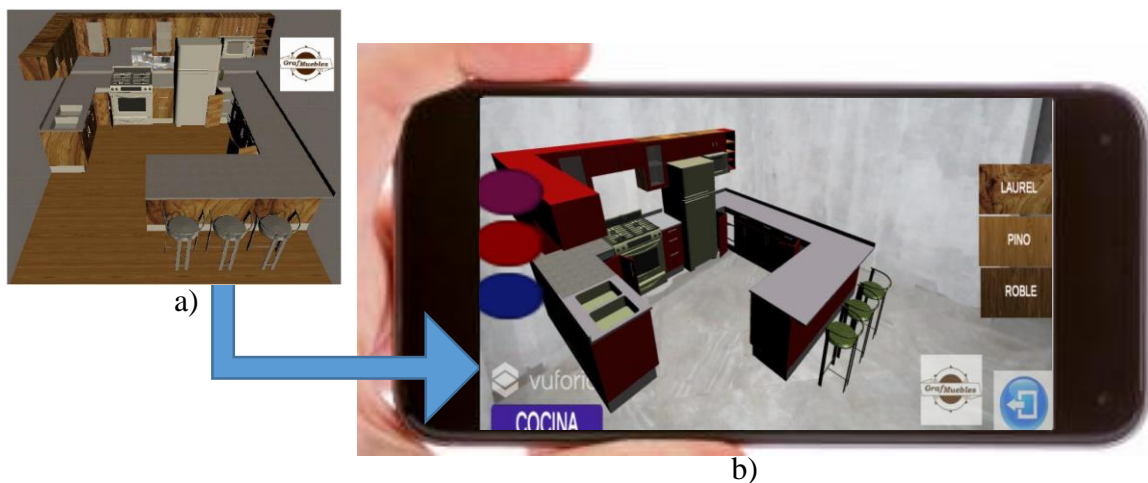
En la figura 4.18 se visualiza la pantalla con la cámara activada, y las opciones para cambiar el color y la textura del mobiliario.



**Figura 4.18** Botones para cambio de colores y texturas.

**Fuente:** Autor

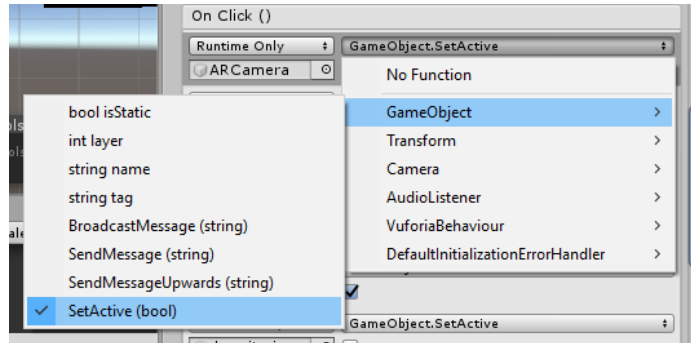
Finalmente se carga el objeto 3D para ser mostrado sobre el marcador, cuando la cámara detecte la imagen del marcador específico desplegará el objeto 3D cargado previamente como se visualiza en la figura 4.19.



**Figura 4.19** Objeto 3D de juego de sala a) Marcador, b) Objeto 3D desplegado

**Fuente:** Autor

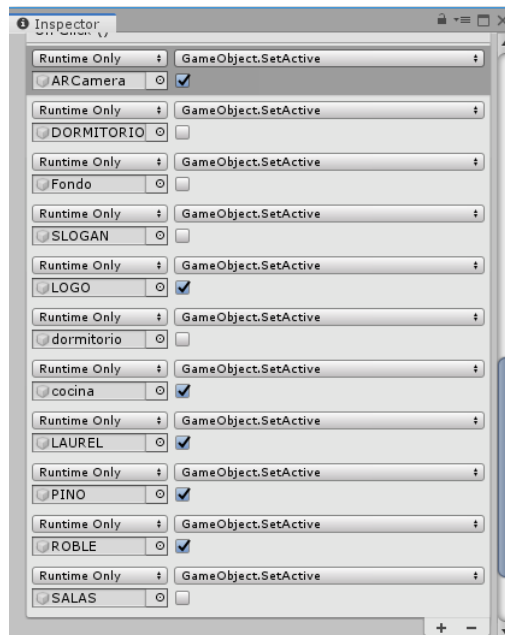
En cada botón se realiza la siguiente configuración para ser mostrado en cada pantalla, es así que se puede modificar los materiales del mobiliario como se observa en la figura 4.20.



**Figura 4.20** Configuración de botones para interacción.

**Fuente:** Autor

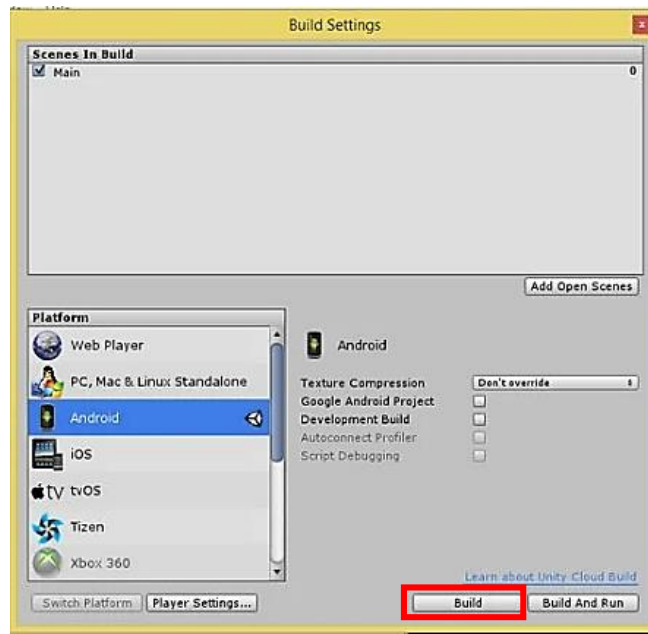
En donde la función “GameObject” realiza un llamado a la clase “Object”, con lo cual se puede escoger la función “SetActive”, que permite saber si está o no activo el objeto, a partir de eso se puede desplegar las opciones configuradas como se visualiza en la figura 4.21, la cual muestra la configuración general del botón dormitorios.



**Figura 4.21** Configuración general del botón dormitorios.

**Fuente:** Autor

Posterior a esto solo queda compilar la aplicación y exportarla para ser instalada en el dispositivo móvil, para esto se escoge la opción “Build Settings” dentro de la pestaña “File”, se selecciona la escena realizada y se da clic en “Build” como se observa en la figura 4.22.



**Figura 4.22** Compilar la aplicación final.

**Fuente:** Autor

## 4.2. Características técnicas y pruebas

Según las pruebas realizadas la aplicación funciona a diferentes parámetros como distancia y el ángulo máximo de visión como se detalla en la tabla 4.1

**Tabla 4.1** Pruebas de funcionamiento de distancia y ángulo.

Mobiliario	Distancia máxima	Angulo de visión
Muebles de Cocina	2.5 m	90°
Juego de Dormitorio	2 m	110°
Juego de Sala	1.5 m	85°

**Fuente:** Autor

Para las pruebas de funcionamiento se ejecuta la aplicación y se usan cada uno de los elementos presentes en la pantalla, de tal forma se visualiza si existe o no fallas en el código de desarrollo, por lo tanto, de existir fallas se proceden a corregirlas y depurar la aplicación.

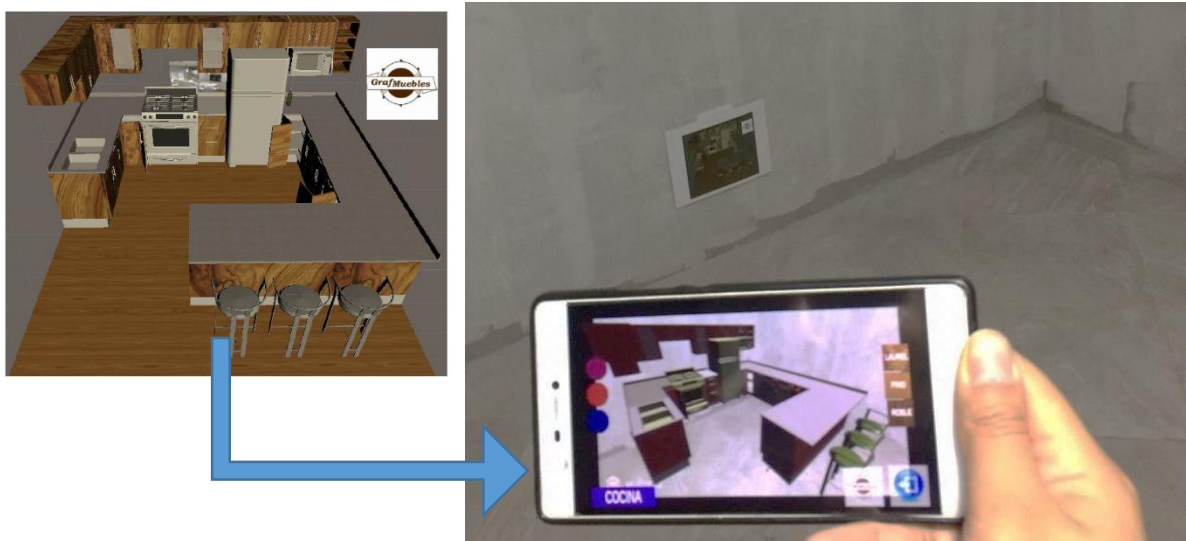
Cargado el marcador en la aplicación, se puede visualizar de la siguiente manera como se muestra en la figura 4.23, en la cual se ha realizado las pruebas a diferentes ángulos y a una distancia máxima de 1.5 metros desde el marcador y un ángulo de apertura de  $110^\circ$  para el juego de dormitorio.



**Figura 4.23** Pruebas de juego de dormitorio.

**Fuente:** Autor

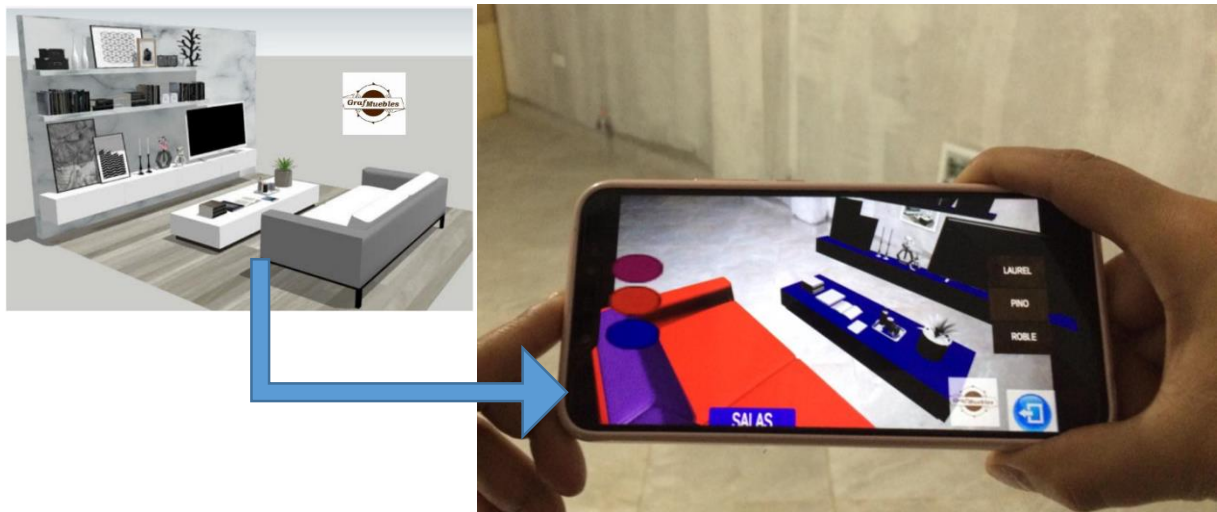
En la figura 4.24, se observan las pruebas realizadas para el mobiliario de cocina, de la cual se obtuvo una distancia máxima de 2.5 metros con ángulo de apertura de  $90^\circ$ .



**Figura 4.24** Pruebas de Muebles de Cocina.

**Fuente:** Autor

En la figura 4.25, se presenta la prueba realizada para el mobiliario de sala, en el cual se obtuvo una distancia máxima de 1.5 metros desde el marcador con un ángulo de apertura de  $85^\circ$  para el juego de sala.



**Figura 4.25** Pruebas de Juego de Sala

**Fuente:** Autor

### 4.3. Requisitos mínimos de la aplicación

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento se determinan los requisitos mínimos que debe tener el Smartphone para que funcione correctamente la aplicación, de tal forma se detalla en la tabla 4.2 los diferentes parámetros que se deben cumplir.

**Tabla 4.2** Requisitos mínimos de dispositivo móvil.

REQUISITOS MÍNIMOS	
Resolución Cámara	1280 x 720 (5Mp)
Procesador	Dualcore 1.65 GHz
Pantalla	5.6”
Android	4.1 Jelly Beat

**Fuente:** Autor

Además, es necesario mencionar que las imágenes usadas como marcadores deben presentar una resolución de 1280 por 720 pixeles, ya que de tal forma ha sido configurada la cámara en el entorno de desarrollo de Unity y esto permite que sea reconocida con mayor facilidad por la cámara del dispositivo móvil.

Como se mencionó en el capítulo 3, para el estudio de campo se realizó la evaluación mediante encuestas a potenciales consumidores de la empresa GrafMuebles S.A, la cual consto de 11 preguntas que se encuentran en el anexo #2.

Cabe mencionar el que la encuesta se la realizó en los días de mayor afluencia de clientes en las oficinas de la empresa GrafMuebles S.A, de tal forma se tuvo un total de 25 personas encuestadas.

A continuación, se detalla minuciosamente la tabulación de cada pregunta con las conclusiones individuales y globales de la misma, con el fin de concluir si la aplicación es o no acogida por los clientes.

#### 4.4. Tabulación a encuestas de usuarios

En la figura 4.26 se observa que el 92% de los encuestados posee un teléfono inteligente (SmartPhone), de tal manera se aprecia la acogida de la tecnología en los potenciales clientes de la empresa GrafMuebles S.A.



Figura 4.26 Pregunta #1

Fuente: Autor

En la figura 4.27 se observa que el 30% de los encuestados utiliza su SmartPhone para acceso a internet y el uso de aplicaciones móviles, por lo tanto, la aplicación desarrollada tendrá acogida por los clientes de la empresa GrafMuebles S.A.

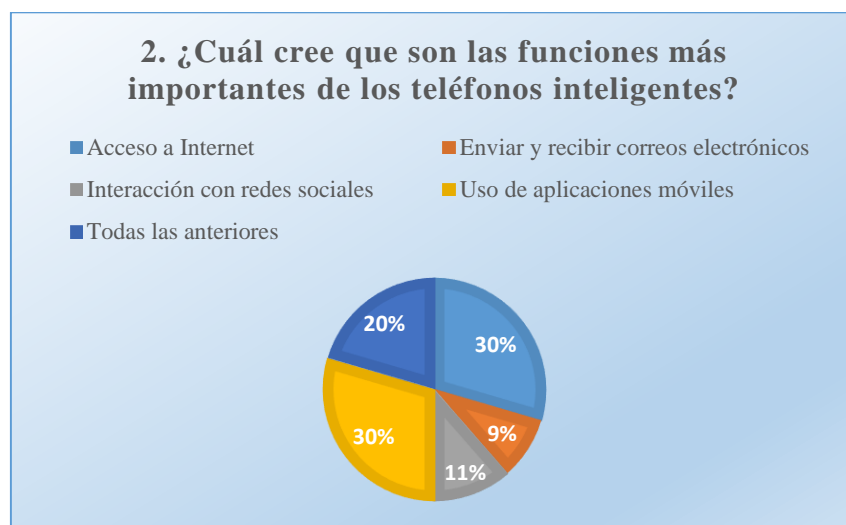
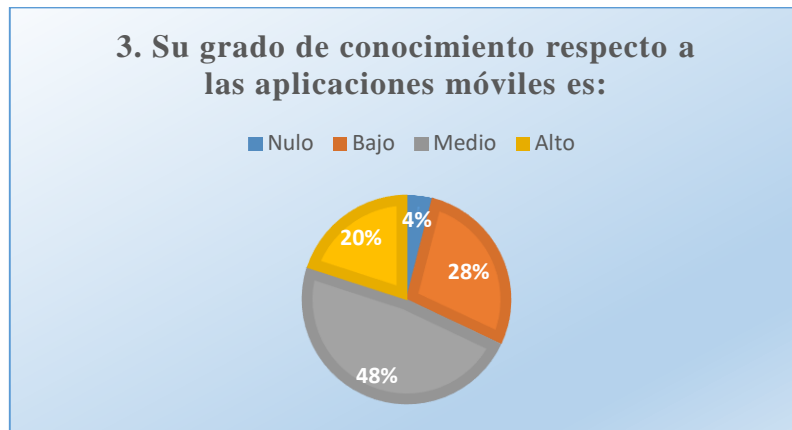


Figura 4.27 Pregunta #2

Fuente: Autor



En la figura 4.28 se observa que el 48% de los encuestados posee conocimiento medio del uso de aplicaciones móviles para SmartPhone, de tal manera se observa que los potenciales clientes de la empresa GrafMuebles S.A, no tendrán dificultad mayor al instalar y usar la aplicación desarrollada.



**Figura 4.28** Pregunta #3

**Fuente:** Autor

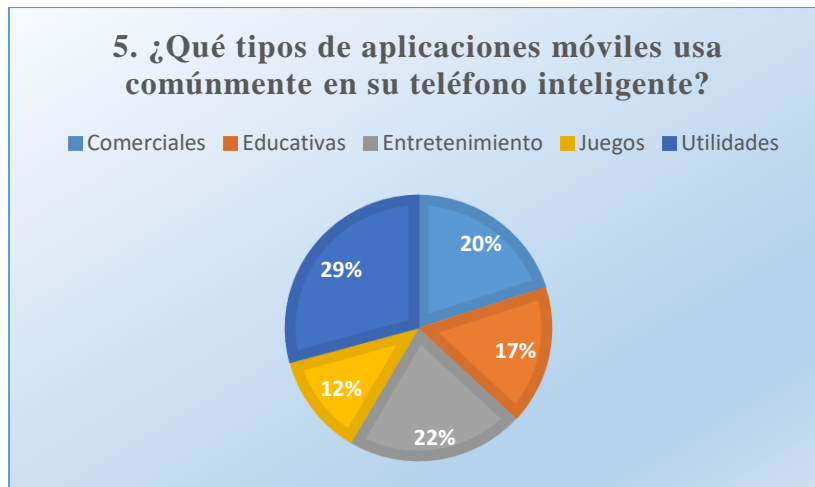
En la figura 4.29 se observa que el 92% de los encuestados menciona que es importante el uso de un SmartPhone para obtener información detallada de un producto o marca específica, de tal forma se tiene la necesidad de aumentar información relacionada con la empresa GrafMuebles en la aplicación desarrollada.



**Figura 4.29** Pregunta #4

**Fuente:** Autor

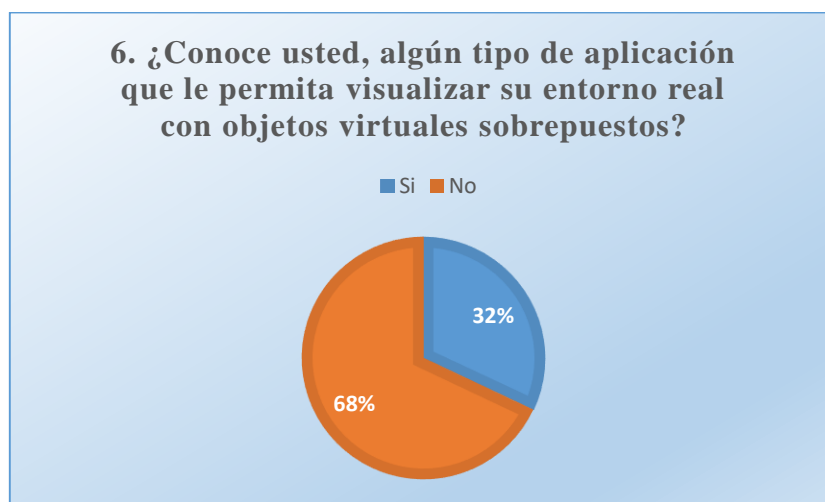
En la figura 4.30 se observa que las aplicaciones más usadas por los encuestados son Utilidades, Entretenimiento y Servicios comerciales, por lo tanto, la aplicación desarrollada está dentro de las necesidades del cliente.



**Figura 4.30** Pregunta #5

**Fuente:** Autor

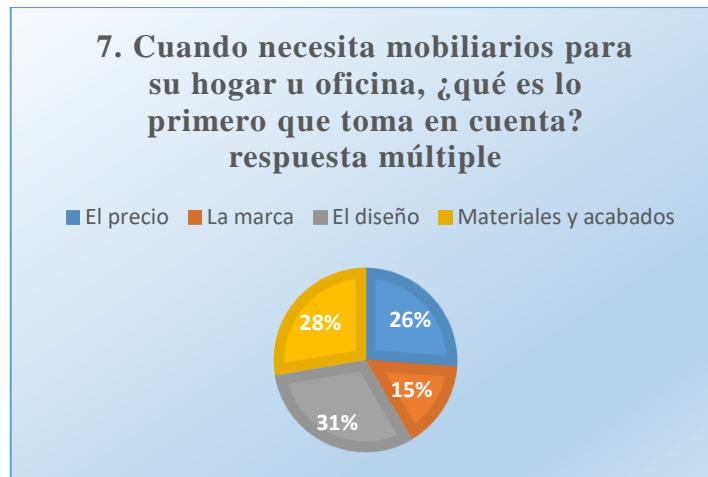
En la figura 4.31 se observa que en un 68% de los encuestados no existe conocimiento de una aplicación de realidad aumentada, por lo tanto, la aplicación desarrollada será innovadora para los clientes de la empresa GrafMuebles S.A.



**Figura 4.31** Pregunta #6

**Fuente:** Autor

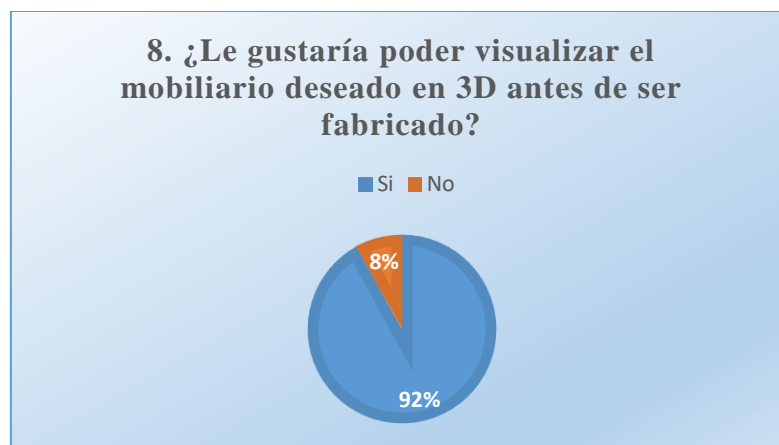
En la figura 4.32 se observa que el 31 % de los encuestados prefiere un buen diseño de mobiliario antes que la marca de los mismos, de tal manera la aplicación desarrollada presentara innovación por parte de la empresa GrafMuebles S.A para sus clientes.



**Figura 4.32** Pregunta #7

**Fuente:** Autor

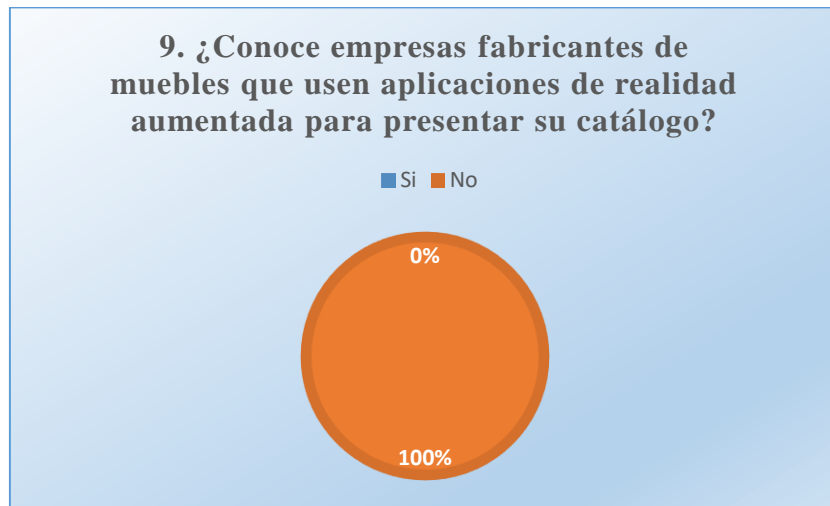
En la figura 4.33 se observa que un 92% de los encuestados prefieren visualizar el mobiliario deseado en 3D antes de ser fabricado, por lo tanto, los clientes de la empresa GrafMuebles S.A dejaran de usar los catálogos tradicionales para optar por la aplicación de realidad aumentada desarrollada.



**Figura 4.33** Pregunta #8

**Fuente:** Autor

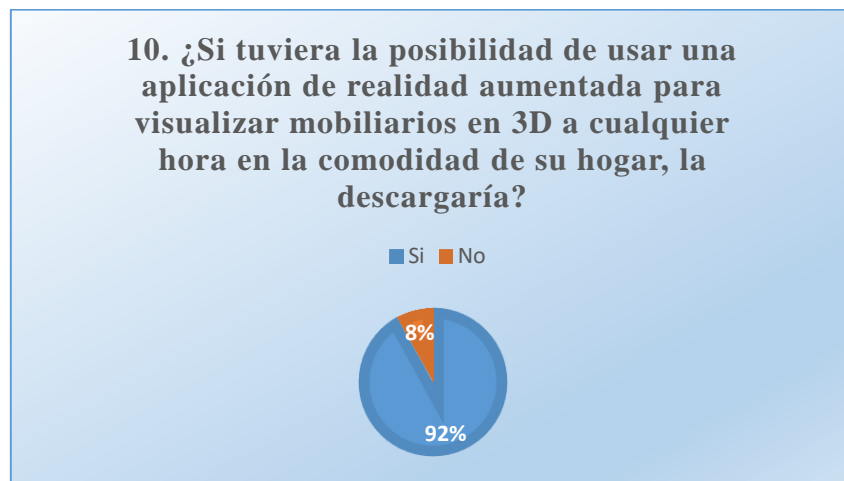
En la figura 4.34 se observa que el 100% de los encuestado no tiene conocimiento alguno de aplicaciones basadas en realidad aumentada generadas por otras empresas, con lo cual la empresa GrafMuebles presenta un gran avance tecnológico para mejorar la experiencia de sus clientes al adquirir un mobiliario.



**Figura 4.34** Pregunta #9

**Fuente:** Autor

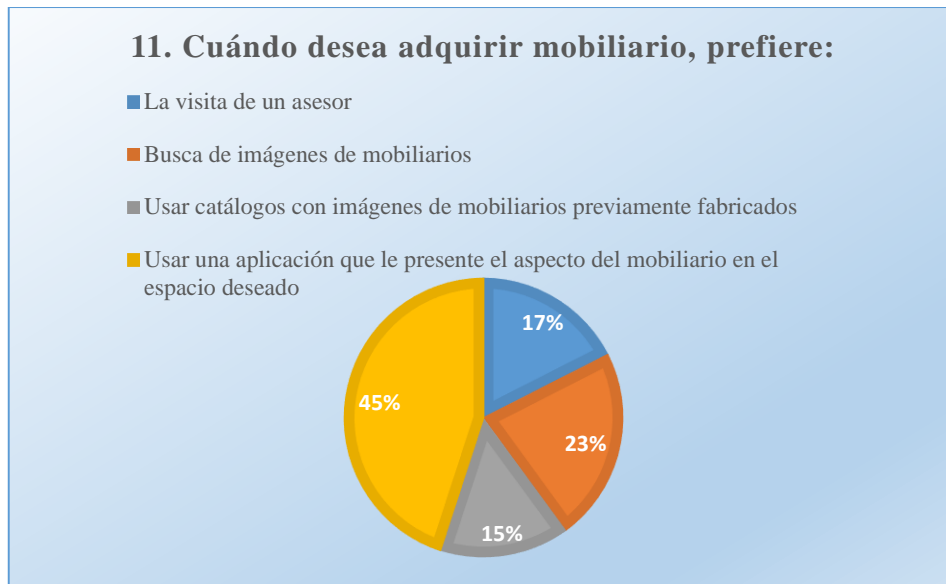
En la figura 4.35 se observa que el 92% de los encuestados optarían por descargar la aplicación basada en realidad aumentada desarrollada por la empresa GrafMuebles S.A.



**Figura 4.35** Pregunta #10

**Fuente:** Autor

En la figura 4.36 se observa que el 45% de los encuestados prefiere usar la aplicación para visualizar el mobiliario deseado en la comodidad de su hogar a cualquier hora, es así que dicha aplicación tendrá gran aceptación por los clientes de la empresa GrafMuebles S.A



**Figura 4.36** Pregunta #11

**Fuente:** Autor

Conforme a la información obtenida por parte de los clientes, se determina que los mismo presentan gran interés sobre la aplicación basada en realidad aumentada, es así que se tiene una gran acogida, cumpliendo con el estudio de aceptabilidad mencionado en el alcance del presente proyecto, para el estudio de usabilidad se ha desarrollado diferentes pruebas con distintos dispositivos móviles con sistema operativo Android, los cuales se presentan en el Anexo #3.

Para la realización de pruebas en diferentes dispositivos móviles se ha tomado en cuenta el siguiente protocolo de pruebas:

- Resolución de la cámara
- Detección de marcadores
- Procesamiento de imágenes
- Compatibilidad de la aplicación.

Se han utilizado dos teléfonos inteligentes y una tablet para realizar las pruebas, es así que se detalla en la tabla 4.3 las diferentes características de las pruebas realizadas y el cumplimiento en cada uno de los dispositivos.

**Tabla 4.3** Pruebas en distintos dispositivos

<b>Dispositivo Móvil</b>	<b>Resolución de cámara</b>	<b>Detección de marcadores</b>	<b>Procesamiento de imágenes</b>	<b>Compatibilidad de App</b>
<b>Huawei Mate 20 Lite</b>	OK	OK	OK	OK
<b>Huawei P8 L09</b>	OK	OK	OK	OK
<b>Tablet LG V-10</b>	--	--	--	NO COMPATIBLE

**Fuente:** Autor

Una vez realizadas las pruebas se determinó que la aplicación es compatible para teléfonos inteligentes, ya que para la tablet especificada no fue posible instalar la aplicación por problemas de compatibilidad con el sistema operativo, puesto que tiene una versión anterior a la mínima admitida (Android 4.1 Jelly Beat) para la ejecución.

El Manual de Usuario se encuentra detallado en el Anexo # 4, el cual consta de todas las opciones presentes en la aplicación así también como las diferentes capturas de pantalla y fotografías que permitirán al usuario instalar y utilizar la aplicación de manera adecuada.

## CONCLUSIONES

Con base a la investigación de campo mediante la entrevista realizada al dueño de la empresa GrafMuebles S.A., se ha definido los mobiliarios a ser utilizados en la aplicación, es así que el proyecto se centra en juegos de sala, muebles de cocina y juegos de dormitorio.

Con las experiencias obtenidas durante el desarrollo de la aplicación se ha determinado el uso de marcadores para la proyección de imágenes de realidad aumentada, puesto que estos permiten ubicar con mayor facilidad la imagen superpuesta a la realidad en el área deseada con el uso de la cámara de un teléfono inteligente.

El uso de la plataforma Unity y el SDK de Vuforia permite que la aplicación diseñada sea desarrollada para el sistema operativo Android, ya que el software mencionado anteriormente presenta mayor compatibilidad para el sistema operativo mencionado, generando menor dificultad al momento de su producción.

Mediante el protocolo de pruebas en diferentes dispositivos se ha logrado determinar que la aplicación es compatible con la mayoría de dispositivos Android con versión del sistema operativo superior a 4.1 Jelly Bean, además de la facilidad de uso por los usuarios ya que presenta una interfaz intuitiva.

Conforme a la información obtenida por parte de los clientes, se determina que los mismo presentan gran interés sobre la aplicación basada en realidad aumentada, es así que se tiene una gran acogida, cumpliendo con el estudio de aceptabilidad mencionado en el alcance del presente proyecto.

Es necesario cumplir con los requerimientos mínimos del dispositivo móvil, de tal manera se puede instalar la aplicación sin problemas de compatibilidad, esto permitirá que el usuario disfrute de las diferentes opciones que le brinda la misma.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que el diseño de modelos 3D de cada mobiliario sea realizado con anterioridad, con la finalidad de poder cargar en la base de datos de Vuforia y desplegarlos al momento de presentar al cliente los diferentes marcadores reconocidos por la aplicación, esto ahorra tiempo al momento de elegir el mobiliario deseado por el cliente.

Es necesario realizar mayor publicidad de las formas innovadoras de presentación de los diferentes catálogos de mobiliarios, de tal forma se tendrá una mayor aceptación por parte de los clientes, es así que se recomienda promocionar este tipo de aplicaciones para que el cliente tenga mayor comodidad al momento de revisar el mobiliario deseado.

Para mejorar la experiencia del usuario, se recomienda aumentar funcionalidades sobre la aplicación, esto permitirá que el cliente pueda realizar el pedido de manera remota sin necesidad de que un agente le visite en su domicilio, realizar pagos directos y recibir el producto en la comodidad de su hogar en el tiempo establecido.

Para trabajos futuros, se recomienda hacer uso de posicionamiento para la proyección de mobiliarios en 3D, esto con la finalidad de que la aplicación calcule el área deseada para la instalación del mobiliario, mejorando los tiempos de procesamiento de la orden de trabajo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Abal, W. (26 de agosto de 2018). *Blogspot*. Obtenido de <https://miblogwil2018.blogspot.com/p/unity.html>
- Caiza, J., & Tapia, S. (2017). *Desarrollo de una aplicación con realidad aumentada, para dispositivos móviles android, que permita obtener información de las instalaciones de la facultad de ingeniería, ciencias físicas y matemática. (Trabajo de grado)*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Casino, M. (12 de 08 de 2019). *Techlandia*. Obtenido de [https://techlandia.com/3d-warehouse-google-sketchup-como\\_482817/](https://techlandia.com/3d-warehouse-google-sketchup-como_482817/)
- Cruz, A. (10 de 08 de 2019). *desarrollolibre*. Obtenido de <https://www.desarrollolibre.net/blog/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.XWfuluhKjIU>
- Developers, A. (15 de 09 de 2016). *developer.android.com*. Obtenido de <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>
- Feliú, F. (06 de 08 de 2019). *CASIOPEA*. Obtenido de [https://wiki.ead.pucv.cl/An%C3%A1lisis\\_de\\_Materiales:\\_Madera](https://wiki.ead.pucv.cl/An%C3%A1lisis_de_Materiales:_Madera)
- Gaviria, G. (9 de 08 de 2019). *Calameo*. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/001473002353c30777f2a>
- Gonzales, H. D. (2016). *Metodología de la Investigación Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Guáitar, A. (2014). *Aplicación de realidad aumentada orientada a la publicidad de alto impacto en la empresa VECOVA Cía. Ltda. (trabajo de pregrado)*. Ambato, Ecuador: Universidad Regional Autónoma De Los Andes.
- Herrera, J. V. (2013). *Desarrollo de una Aplicación de Realidad Aumentada, Para Educación y Tele-Educación (Tesis de Grado)*. Escuela Politecnica del Ejercito, Sangolqui, Ecuador.
- Marino, J. (08 de 08 de 2019). *acsis.org*. Obtenido de [https://acsis.org.co/archivos/Conferencias/2016/RA\\_Unity3D.pdf](https://acsis.org.co/archivos/Conferencias/2016/RA_Unity3D.pdf)
- Moreno, N. (2018). El uso de las tecnologías emergentes como recursos didácticos en ámbitos educativos. *International Studies on Law and Education* , 135. Obtenido de <https://realidadaugmentadayotras.jimdo.com/modelado-3d-e-impresión-3d/>
- Núñez, J. (2017). *Empezando en Unity 3D*. Valladolid, España: Universidad de Valladolid.
- Riascos, H. (10 de 08 de 2019). *Blogspot*. Obtenido de <http://video-juegos-hk.blogspot.com/2014/03/>
- Shibuya, M. (10 de 08 de 2019). *IDIS*. Obtenido de <https://proyectoidis.org/blender/>

- Siracusa, A. (2013). *Realidad Aumentada Recreando Patrimonio Historico (Tesis de Grado)*. Palermo, Argentina: Universodad de Palermo.
- Solis, C., & Garcia, R. (2016). Investigacion Cientifica. *Revista Cientifica Alas Peruanas*, 1,2.
- Unity. (10 de 08 de 2019). *Unity for education*. Obtenido de <https://unity.com/learn/education#unity-for-students>
- Unity. (05 de 08 de 2019). *Unity3D*. Obtenido de [http://193.153.130.80/files/1540567766\\_Manual-de-Unity-Trabajando-con-Unity-90.pdf](http://193.153.130.80/files/1540567766_Manual-de-Unity-Trabajando-con-Unity-90.pdf)

**ANEXO #1.-** Mobiliarios fabricados por la empresa GrafMuebles S.A

<b>MODELO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Juego de Sala	4	Mensual
Dormitorios	5	Mensual
Muebles de Cocina	5	Mensual
Comedores	2	Mensual
Auxiliares	2	Mensual
Cunas	1	Mensual
Closets	2	Mensual
Puertas	4	Quincenal
Muebles de Baño	3	Mensual
Aparadores	2	Mensual
Peinadoras	2	Mensual
Veladores	1	Mensual
Sillas	5	Mensual
Muebles de Estudio	4	Trimestral
Escritorios	3	Semestral
Vitrinas	2	Mensual

**ANEXO #2.- Encuesta al Usuario****1. ¿Cuenta con un teléfono inteligente?**

SI            NO

**2. ¿Cuál cree que son las funciones más importantes de los teléfonos inteligentes?**

- Acceso a internet
- Enviar y recibir correos electrónicos
- Interacción en redes sociales
- Uso de aplicaciones móviles
- Todas las anteriores

**3. Su grado de conocimiento respecto a las aplicaciones móviles es:**

- Nulo
- Bajo
- Medio
- Alto

**4. ¿Considera importante el uso de un teléfono inteligente para conocer más acerca de un producto o de una marca?**

SI            NO

**5. ¿Qué tipos de aplicaciones móviles usa comúnmente en su teléfono inteligente?**

- Comerciales
- Educativas
- Entretenimiento
- Juegos
- Utilidades

**6. ¿Conoce usted, algún tipo de aplicación que le permita visualizar su entorno real con objetos virtuales sobrepuestos?**

SI            NO

**7. Cuando necesita mobiliarios para su hogar u oficina, ¿qué es lo primero que toma en cuenta? Respuesta múltiple**

- El precio
- La marca
- El diseño
- Materiales y acabados

**8. ¿Le gustaría poder visualizar el mobiliario deseado en 3D antes de ser fabricado?**

SI            NO

¿Por qué? \_\_\_\_\_

**9. ¿Conoce empresas fabricantes de muebles que usen aplicaciones de realidad aumentada para presentar su catálogo?**

SI            NO

**10. ¿Si tuviera la posibilidad de usar una aplicación de realidad aumentada para visualizar mobiliarios en 3D a cualquier hora en la comodidad de su hogar, la descargaría?**

SI            NO

**11. Cuándo desea adquirir mobiliario, prefiere:**

- La visita de un asesor
- Busca en internet imágenes de mobiliarios
- Usar catálogos con imágenes de mobiliarios previamente fabricados
- Usar una aplicación que le presente el aspecto del mobiliario en el espacio deseado.

### ANEXO #3 Pruebas en distintos dispositivos móviles.

#### PRUEBAS EN HUAWEI P8 L09

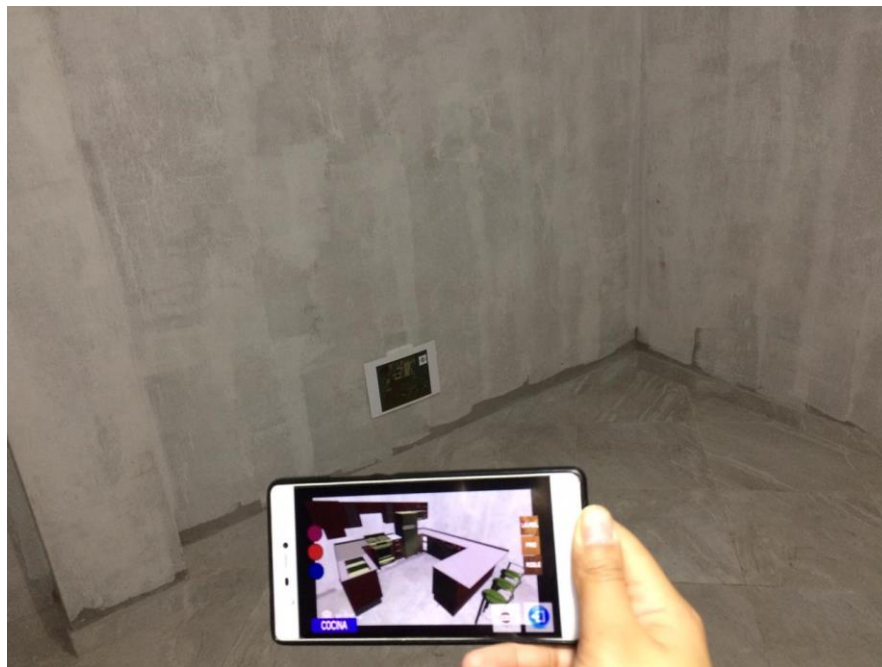
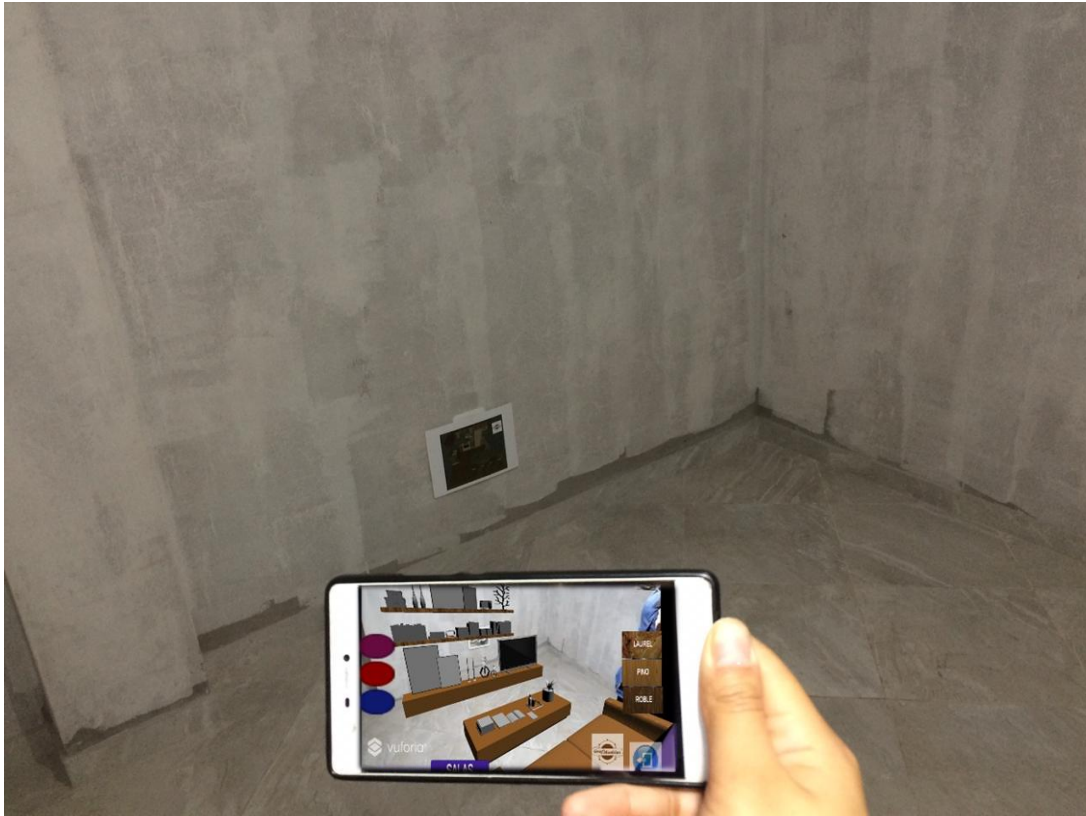


Figura 1 Muebles de cocina con Huawei P8

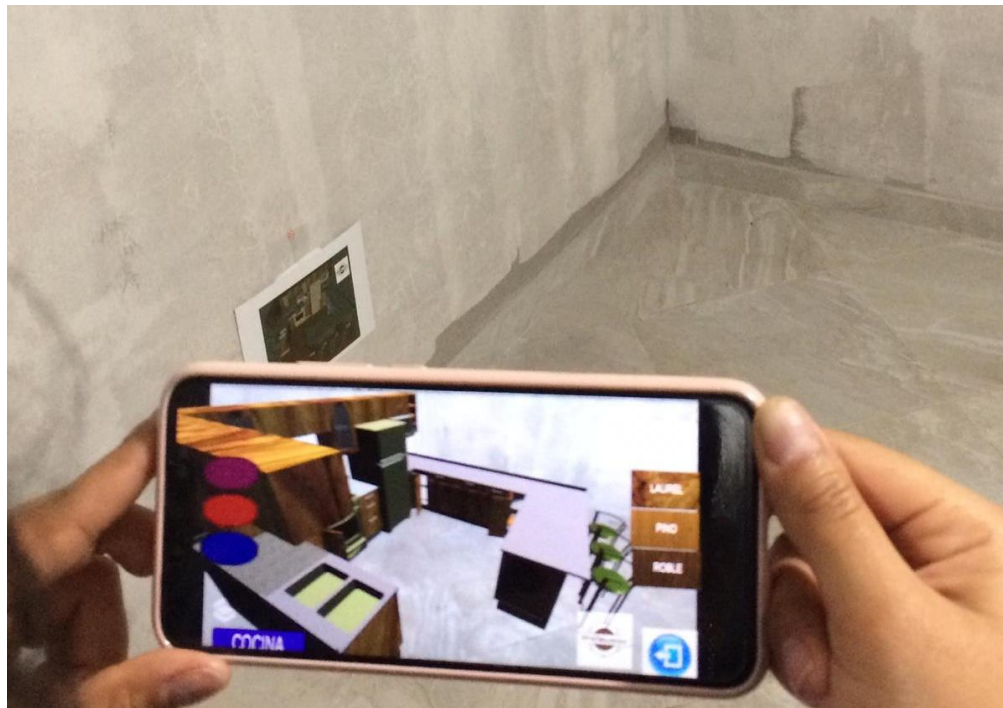


Figura 2 Dormitorio con Huawei P8



**Figura 3** Juego de sala con Huawei P8

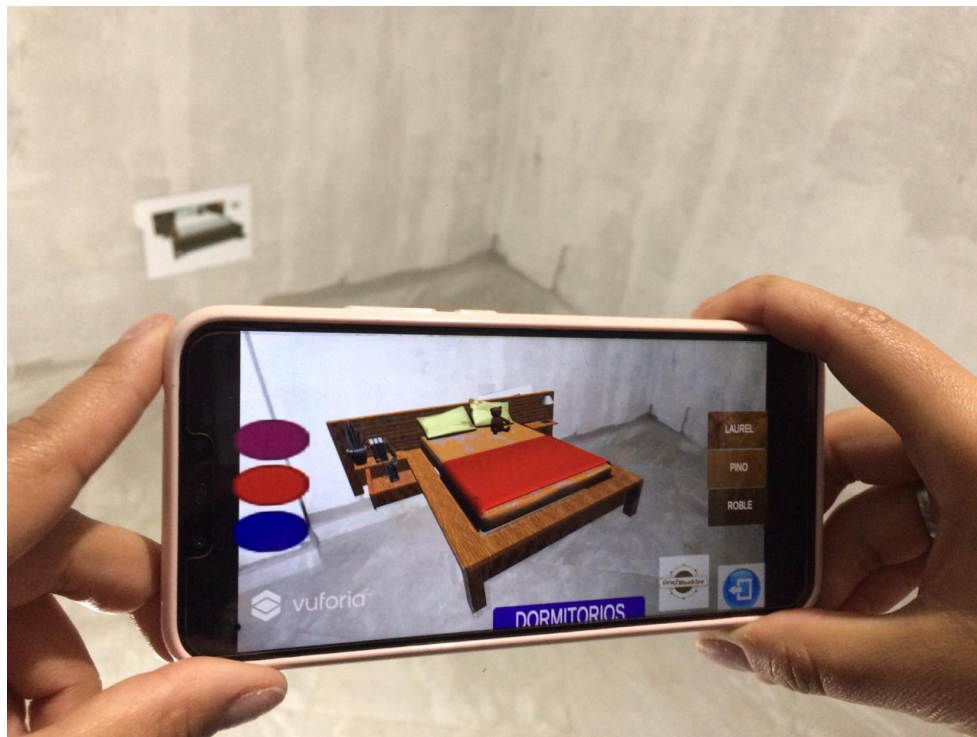
### **PRUEBAS EN HUAWEI MATE 20 LITE**



**Figura 4** Mueble de cocina con Huawei Mate 20 Lite



**Figura 5** Juego de sala con Huawei Mate 20 Lite



**Figura 6** Dormitorio con Huawei Mate 20 Lite



## ANEXO #4 Manual de Usuario

# MANUAL DE USUARIO

## INTRODUCCIÓN

La realidad aumentada es el término usado para definir un tipo de tecnología donde la visión de la realidad se amplía con elementos virtuales que añaden información digital, es así que la aplicación APM de la empresa GrafMuebles S.A brinda características interesantes en cuanto al despliegue de mobiliario en 3D sobre una superficie específica con la ayuda de un marcador prediseñado.



**Figura 1** Aplicación de realidad aumentada. GrafMuebles S.A

## INSTRUCTIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVILES (ANDROID)

La aplicación “APGM” está diseñada para brindar a los clientes de la empresa GrafMuebles S.A. una nueva manera de presentación de mobiliarios, dejando a un lado los antiguos catálogos.

Esta aplicación está estructurada para trabajar en el sistema operativo Android de Google.

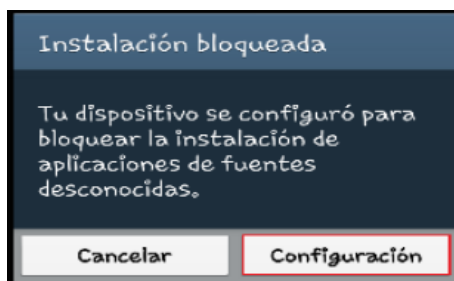
### INSTALACIÓN

#### Requerimientos mínimos

- Smartphone con sistema operativo Google Android 4.1 Jelly Beat en adelante
- Memoria Ram de 512 MB mínimo
- Almacenamiento: 35 MB libre.

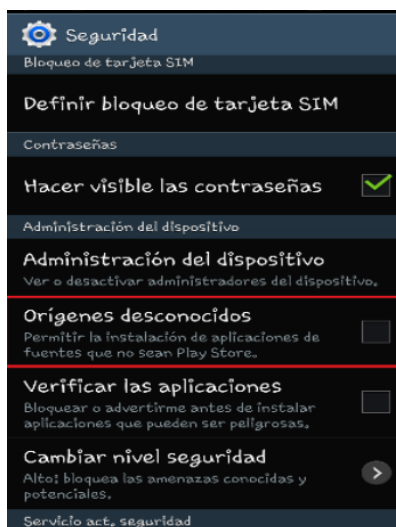
Para comenzar con la instalación se ubica la aplicación APMG.apk previamente copiada al almacenamiento interno del dispositivo.

**Nota:** El dispositivo debe estar habilitado para aceptar aplicaciones de orígenes desconocidos, por lo tanto, es necesario configurar de manera apropiada el dispositivo móvil para continuar con la instalación, caso contrario se mostrar un aviso como el presentado en la figura 2



**Figura 2** Aviso de aplicación bloqueada

Para corregir este error se procede a la parte de Ajustes, en la opción de seguridad se selecciona orígenes desconocido y se marca con un visto, tal y como se indica en la figura 3.



**Figura 3** Activación de orígenes desconocidos

Una vez realizado el proceso anterior se continua con la instalación de la aplicación, al concluir se presenta un Icono igual al de la figura 4 en el grupo de aplicaciones del Smartphone.



**Figura 4** Icono aplicación APGM

## USO

Los marcadores necesarios con los modelos 3D se adjuntan al presente manual de Usuario, es necesario imprimirlos y disfrutar de las características de la aplicación.

Al momento de abrir la aplicación se presenta la pantalla principal de la aplicación, en la cual se presentan 3 botones con los diferentes mobiliarios previamente cargados como se muestra en la figura 5.



**Figura 5** Pantalla principal APMG

El botón COCINA, permite abrir la cámara y empieza a captar el marcador definido para mobiliario de cocina, así también se presentan 8 botones adicionales, con los cuales se puede variar diferentes parámetros como se indica en la figura 6.



**Figura 6** Botones para cambiar características del mobiliario

Los botones de la parte derecha se usan para modificar la textura del mobiliario, mientras que los botones de la parte izquierda modifican el color.



El presente botón permite regresar a la pantalla principal para cambiar de tipo de mobiliario.



El presente botón permite salir de la aplicación.

El proceso es idéntico para los 2 botones de Salas y Dormitorios, es así que la aplicación es intuitiva y de fácil uso.

## RECONOCIMIENTO DE MARCADORES

Para el reconocimiento de marcadores, es necesario fijar la imagen en una pared bien iluminada, de tal forma que la cámara del dispositivo móvil pueda diferenciar la imagen y procesar el código para proyectar el objeto 3D deseado, como se indica en la figura 7



**Figura 7** Reconocimiento de marcadores

## SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

### Falla de enfoque

En caso de no visualizar correctamente el mobiliario en 3D en la pantalla del dispositivo móvil, es posible que exista una falla de enfoque, esto se soluciona acercando la cámara al marcador para que este sea reconocido y así pueda ejecutarse la secuencia para mostrar el mobiliario en 3D.

### Falla en proyección de mobiliarios

En caso de visualizar el mobiliario fuera de foco o mal posicionado, es necesario colocar el marcador de manera fija sobre la pared en la cual se desea proyectar el mobiliario, de tal manera es podrá visualizar de manera adecuada el mobiliario.

## MARCADORES

Para el mobiliario de cocina se añade el siguiente marcador.



Para el mobiliario de dormitorio se añade el siguiente marcador.



Para el mobiliario de sala se añade el siguiente marcador.



ANEXO #5 Cronograma de Actividades

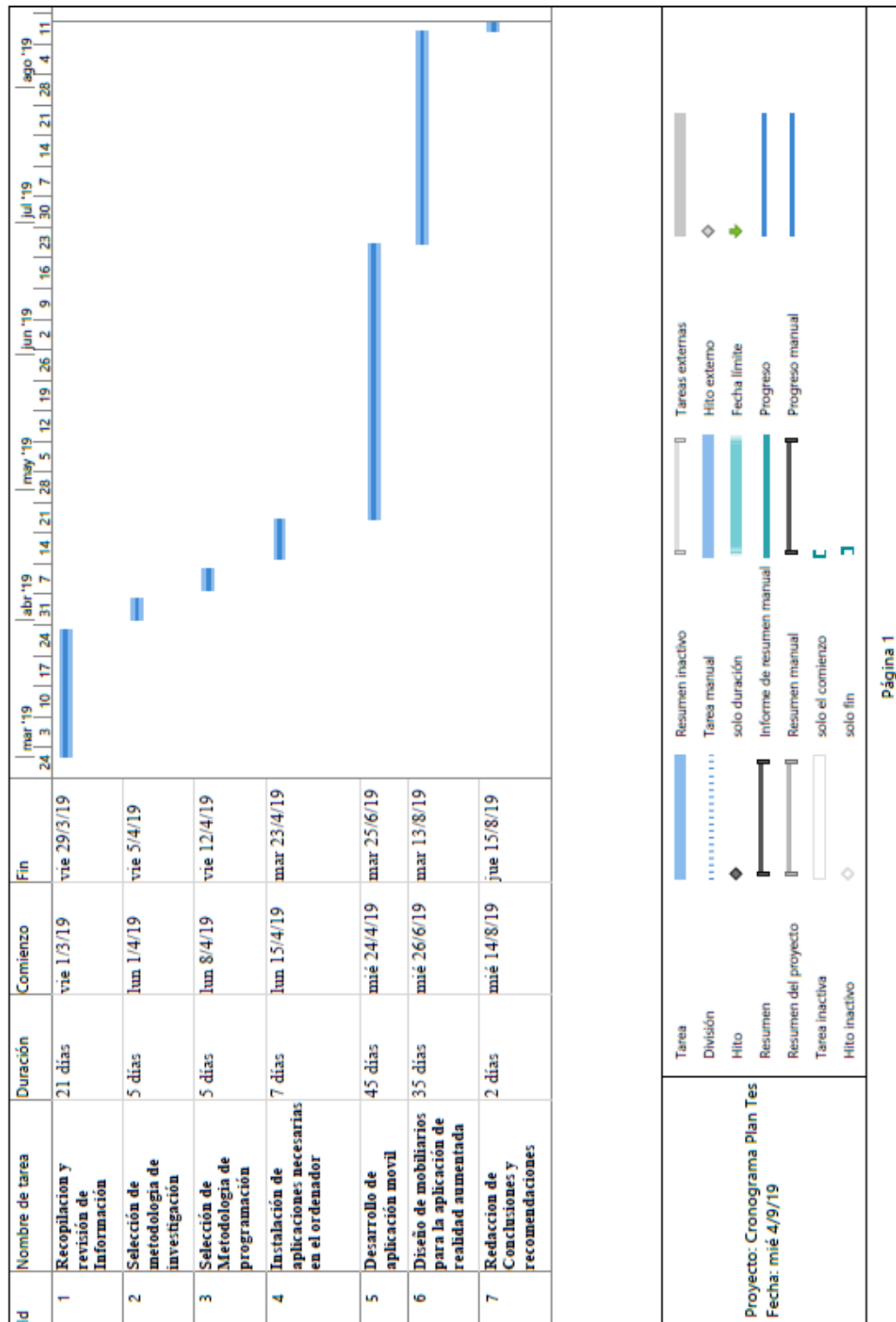
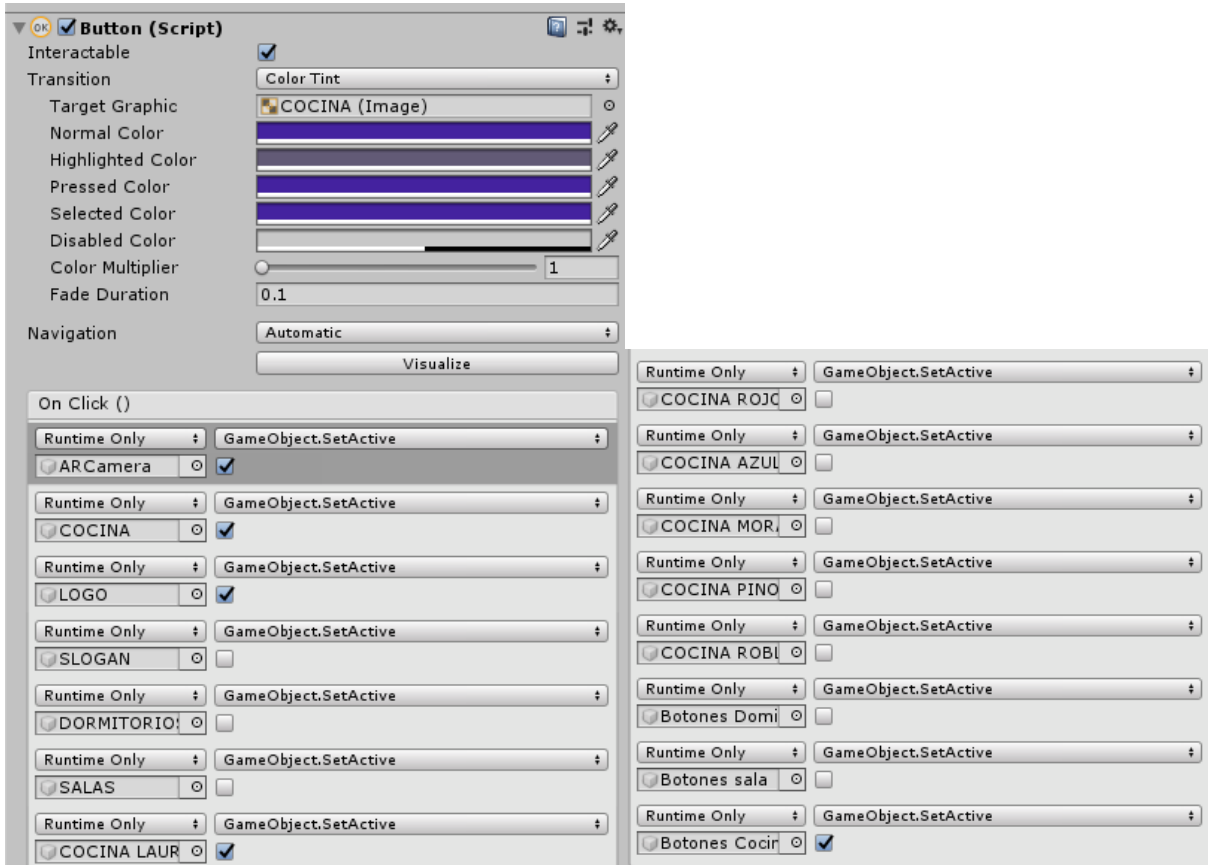


Figura 1 Diagrama de Gantt



## ANEXO #6 Programación de la aplicación.

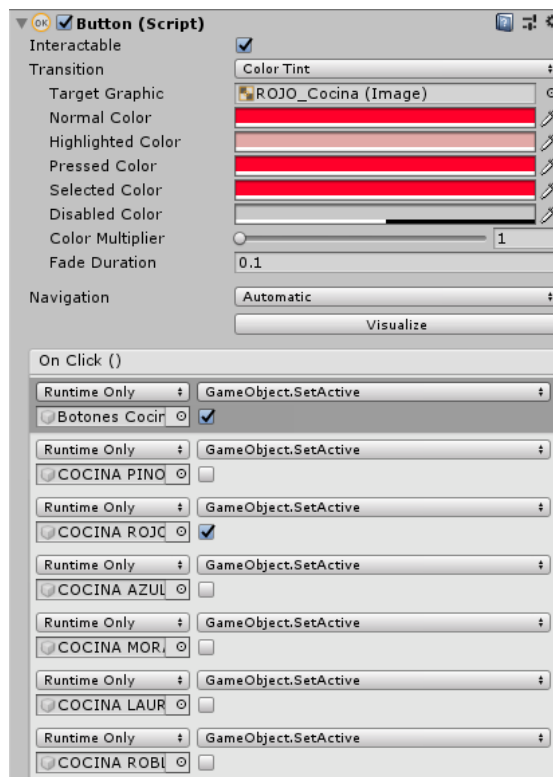
### Botones de inicio.



En la imagen anterior se observa el tipo de programación que se ha utilizado para las diferentes acciones de cada uno de los botones existentes en la aplicación, es así que el tipo de programación es sencillo e intuitivo para poder mejorar en trabajos futuros.

Es necesario mencionar que la programación anterior es similar en los tres botones al inicio de la aplicación, los cuales son para cocina, sala y dormitorio.

En cuanto a los botones para cambiar los colores y la textura del mobiliario se presenta en la siguiente imagen.



La programación es similar para los diferentes colores y texturas, ya que solo depende del tipo de mobiliario que se desee modificar y se lo activa o desactiva dependiendo la opción escogida.