



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**PLAN DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TEMA: “DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN  
APLICATIVO PARA GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE  
ARCHIVOS KML Y REALIDAD AUMENTADA PARA LA  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE”**

**AUTORES: IBARRA JIMÉNEZ ESTEBAN XAVIER**

**MONCAYO MALDONADO TIFFANY MARIEL**

**DIRECTOR: ING. MARCILLO, DIEGO  
CODIRECTOR: ING. SALVADOR, SANTIAGO**

**SANGOLQUÍ, AGOSTO 2015**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**  
**CERTIFICACIÓN**

Que el trabajo titulado “DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN APLICATIVO PARA GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE ARCHIVOS KML Y REALIDAD AUMENTADA PARA LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE”, realizado por: Ibarra Jiménez Esteban Xavier y Moncayo Maldonado Tiffany Mariel, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatúales establecidas por la ESPE, en el Reglamento Estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Debido a que el presente trabajo es una aplicación que provee un servicio a los visitantes del campus, para facilitar la localización de áreas, unidades y departamentos de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE campus Sangolquí, se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento de empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato PDF.

Autorizan a Ibarra Jiménez Esteban Xavier y Moncayo Maldonado Tiffany Mariel, entregar el mismo a Ing. Mauricio Campaña, en su calidad de Director de la Carrera.

Sangolquí, Agosto de 2015

---

ING. DIEGO MARCILLO PARRA

Director

---

ING. SANTIAGO SALVADOR

Codirector

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**  
**PLAN DE TITULACIÓN EN INGENIERÍA DE SISTEMAS E**  
**INFORMÁTICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Ibarra Jiménez Esteban Xavier**

**Moncayo Maldonado Tiffany Mariel**

**DECLARAMOS QUE:**

El plan de titulación denominado “DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN APLICATIVO PARA GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE ARCHIVOS KML Y REALIDAD AUMENTADA PARA LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en el pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del plan de titulación en mención.

Sangolquí, Agosto de 2015

---

Ibarra Jiménez Esteban Xavier

---

Moncayo Maldonado Tiffany Mariel

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**AUTORIZACIÓN**

**Nosotros.** Ibarra Jiménez Esteban Xavier, Moncayo Maldonado Tiffany Mariel

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo denominado “DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN APLICATIVO PARA GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE ARCHIVOS KML Y REALIDAD AUMENTADA PARA LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Agosto de 2015

---

Ibarra Jiménez Esteban Xavier

---

Moncayo Maldonado Tiffany Mariel

## **DEDICATORIA**

A mis padres que fueron el pilar fundamental para concluir esta meta, dándome las bases tanto para mi crecimiento personal como profesional, especialmente a mi madre por todo su apoyo, su amor y su ayuda a lo largo de mi vida.

A mi hermano que a pesar de las diferencia, siempre sabíamos que podíamos contar incondicionalmente el uno con el otro.

A mi abuelita, que siempre veló por mi bienestar y me apoyó a la distancia.

**Moncayo Maldonado Tiffany Mariel**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, que a lo largo de toda mi vida han sido mi pilar y mi guía para poder avanzar y encontrarme en este momento de alegría y superación.

A mis hermanos, que a pesar de no estar con ellos siempre han sido no solamente mi familia, sino también mis amigos en todo momento y en toda ocasión.

**Ibarra Jiménez Esteban Xavier**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios

Por darme las fuerzas necesarias para afrontar los retos y situaciones que se presentaron en mi vida.

A mis compañeros

Por todos los momentos de alegría que pasamos en las aulas durante la carrera.

A los ingenieros Diego Marcillo, Santiago Salvador y Danilo Martínez

Por el apoyo y guía en este último paso para culminar la carrera.

A mi amigo Esteban Ibarra

Por compartir estos años de universidad, por el apoyo, la amistad, las risas y ocurrencias que vivimos.

**Moncayo Maldonado Tiffany Mariel**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis amigos y amigas

Por hacer de la universidad una aventura que todavía continúa en curso.

A los ingenieros Diego Marcillo, Santiago Salvador y Danilo Martínez

Por su apoyo durante este plan de titulación.

A mi amiga Tiffany Moncayo

Por su amistad y confianza que nos han llevado a pasar muchas locuras y vivencias en nuestras vidas.

**Ibarra Jiménez Esteban Xavier**

## ÍNDICE

<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>i</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>xvii</b>
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 TEMA .....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	1
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.5 OBJETIVOS.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos Específicos.....	3
1.6 ALCANCE.....	4
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	5
2.2 DISPOSITIVOS MÓVILES.....	6
2.3 SISTEMA OPERATIVO ANDROID .....	7
2.3.1 Antecedentes .....	7
2.3.2 Definición.....	7
2.3.3 Características.....	8
2.3.4 Componentes.....	8
2.3.5 Evolución.....	9
2.4 GEOLOCALIZACIÓN .....	10
2.4.1 Definición .....	10
2.4.2 Sistemas de coordenadas .....	10
2.4.3 Fuentes de error y precisión.....	10
2.4.3.1 Posición relativa de satélites .....	10
2.4.3.2 Error multisenda .....	11
2.4.3.3 Retraso de Señal .....	12

2.4.3.4 Movimiento de la Tierra.....	12
2.4.3.5 Magnitud según el Tipo de Error .....	12
2.4.4 GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y GLONASS (Sistema Global de Navegación por Satélite) en dispositivos móviles.....	13
2.4.5 Software que permite la Geolocalización.....	14
2.4.5.1 Google Earth.....	15
2.4.6 Sensores que un Dispositivo Móvil utiliza para la Geolocalización .....	15
2.4.6.1 Sensor Geomagnético .....	16
2.4.6.2 Giroscopio .....	16
2.4.7 Norte Magnético, Norte Geográfico y Declinación Magnética .....	16
2.5 KEYHOLE MARKUP LANGUAGE.....	17
2.5.1 Antecedentes .....	17
2.5.2 Definición .....	17
2.5.3 Estructura .....	18
2.5.4 Funcionalidad.....	19
2.6 REALIDAD AUMENTADA .....	20
2.6.1 Antecedentes .....	20
2.6.2 Definición .....	21
2.6.3 Características.....	21
2.6.4 Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles.....	22
2.6.5 Frameworks de Desarrollo para Realidad Aumentada.....	22
2.6.5.1 Look.....	22
2.6.5.2 Titanium.....	23
2.6.5.3 Sencha Touch.....	23
2.6.5.4 PhoneGap.....	23
2.6.5.4 XUI.....	23
2.6.5.5 Rhodes .....	24
2.6.5.6 Query Mobile.....	24
2.6.5.7 Layar Reality Browser.....	24
2.6.5.7 Mixare .....	24
2.6.6 Cuadro Comparativo Frameworks de Realidad Aumentada .....	24
2.6.4 Aporte de frameworks para la Realidad Aumentada.....	25
2.7 FRAMEWORK “LOOK!” .....	26
2.7.1 Introducción.....	26
2.7.2 Estructura .....	26

2.7.2.1 Hardware.....	27
2.7.2.2 Software.....	28
2.7.3 Funcionalidades .....	28
2.7.3.1 Módulo de Realidad Aumentada.....	29
2.7.3.2 Módulo de Datos.....	31
2.7.3.3 Módulo de Localización .....	33
a. Orientación en Android .....	33
b. DeviceOrientation.....	33
c. Subsistema de Navegación Inercial.....	34
2.7.3.4 Conexión del módulo de datos con el módulo de realidad aumentada ..	34
a. World.....	34
b. WorldEntity.....	35
2.7.4 Procesamiento .....	36
2.7.5 Evolución.....	38
2.7.6 Plataformas de Desarrollo .....	38
2.7.6.1 SDK Android.....	38
2.7.6.2 Eclipse.....	39
2.7.6.3 SQLite.....	39
2.7.6.4 Librería Framework Look .....	40
2.8 MARCO DE TRABAJO.....	41
2.8.1 Metodología de Desarrollo SCRUM .....	41
2.8.1.1 Introducción.....	41
2.8.1.2 Características / Beneficios .....	41
2.9.1.3 Fases .....	42
a. Planificación de la iteración .....	43
b. Ejecución de la iteración .....	43
c. Inspección y adaptación.....	44
2.3.1.4 Documentación .....	44
a. Product Backlog List .....	45
b. Sprints.....	45
c. Burn down Chart.....	46
d. Sprint Backlog.....	46
e. Stabilization Sprints .....	46
2.9.2 ISO/IEC 25010 .....	46
2.9.2.1 Definición .....	46

2.9.2.2 Métricas de Evaluación para Aplicaciones Móviles .....	47
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>DESARROLLO.....</b>	<b>48</b>
3.1 Introducción .....	48
3.2 ETAPAS DEL PROCESO DE DESARROLLO.....	48
3.2.1 Producto Backlog.....	48
3.2.1.1 Especificación de requisitos .....	48
a. Historias de Usuario.....	48
b. Descripción de Requisitos .....	50
3.2.1.2 Priorización de Requisitos .....	51
3.2.2 Planificación del Sprint.....	52
3.2.2.1 Sprint Backlog.....	53
3.2.3 Codificación.....	53
3.2.3.1 Sprint1: Modulo de datos.....	53
3.2.3.2 Sprint2: Módulo de interfaz de usuario.....	54
3.2.3.3 Sprint3: Módulo de Realidad Aumentada.....	56
3.2.3.4 Sprint 4: Integración de módulos.....	58
3.2.4 Implementación y Pruebas .....	59
3.2.4.1 Implementación de la Aplicación Móvil.....	59
3.2.4.2 Pruebas de la Aplicación .....	62
3.2.4.3 Pruebas de Calidad .....	69
3.2.4.4 Burn Down Chart Final .....	72
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
3.1 CONCLUSIONES.....	74
3.2 RECOMENDACIONES .....	75
<b>ANEXOS.....</b>	<b>76</b>
MANUAL DE INSTALACIÓN.....	76
MANUAL DE USUARIO.....	78
PRUEBAS DE USABILIDAD.....	80
PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD.....	83
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Versionamiento de Android vs Características .....	9
<b>Tabla 2.</b> Efectos de Fuentes de Error .....	12
<b>Tabla 3.</b> Comparación Frameworks de Realidad Aumentada.....	25
<b>Tabla 4.</b> Evolución de Look .....	38
<b>Tabla 5.</b> Historia de Usuario 1 .....	49
<b>Tabla 6.</b> Historia de Usuario 2 .....	49
<b>Tabla 7.</b> Historia de Usuario 3 .....	50
<b>Tabla 8.</b> Descripción de Requerimientos del Proyecto .....	50
<b>Tabla 9.</b> Priorización de Requerimientos .....	51
<b>Tabla 10.</b> Sprint Backlog General .....	53
<b>Tabla 11.</b> Sprint Backlog Final del Módulo de Datos.....	54
<b>Tabla 12.</b> Sprint Backlog Final del Módulo de Interfaz de Usuario .....	55
<b>Tabla 13.</b> Sprint Backlog Final del Módulo de Realidad de Aumentada.....	56
<b>Tabla 14.</b> Modelo de Prueba de Funcionalidad.....	62
<b>Tabla 15.</b> Modelo de Prueba de Usabilidad .....	66
<b>Tabla 16.</b> Resumen de Prueba 1 por Ruta .....	67
<b>Tabla 17.</b> Resumen de Prueba 2 por Ruta .....	68
<b>Tabla 18.</b> Modelo de Prueba de Calidad .....	69
<b>Tabla 19.</b> Resumen de Prueba 1 de Funcionalidad .....	69
<b>Tabla 20.</b> Resumen de Prueba 2 de Funcionalidad .....	70
<b>Tabla 21.</b> Resumen de Prueba 1 .....	70
<b>Tabla 22.</b> Resumen de Prueba 2 .....	71
<b>Tabla 23.</b> Pruebas de Calidad.....	71
<b>Tabla 24.</b> Burn Down Chart .....	72
<b>Tabla 25.</b> Prueba de Usabilidad N°1 .....	80
<b>Tabla 26.</b> Prueba de Usabilidad N°2 .....	81
<b>Tabla 27.</b> Prueba de Usabilidad N°3 .....	82
<b>Tabla 28.</b> Prueba de Funcionalidad N°1 .....	83
<b>Tabla 29.</b> Prueba de Funcionalidad N°2.....	84
<b>Tabla 30.</b> Prueba de Funcionalidad N° 3.....	85

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Figura 1.</b> Sistemas Operativos para Dispositivos Móviles .....	7
<b>Figura 2.</b> Arquitectura Interna Android .....	8
<b>Figura 3.</b> Alineación de Satélites .....	11
<b>Figura 4.</b> Efecto Rebote .....	11
<b>Figura 5.</b> Interferencia de capas Terrestres .....	12
<b>Figura 6.</b> Esquema de Satélites en Órbita .....	14
<b>Figura 7.</b> Sensores de un Dispositivo Samsung .....	15
<b>Figura 8.</b> Norte Magnético y Geográfico .....	17
<b>Figura 9.</b> Archivo KML generado desde Google Earth .....	19
<b>Figura 10.</b> Framework Look .....	26
<b>Figura 11.</b> Estructura Framework Look .....	27
<b>Figura 12.</b> Diagrama de Componentes Interacción de Módulos.....	28
<b>Figura 13.</b> Diagrama de Componentes Interfaz de Realidad Aumentada.....	29
<b>Figura 14.</b> Capas de Representación en Look.....	30
<b>Figura 15.</b> Diagrama de Clases de Módulos de RA.....	30
<b>Figura 16.</b> Diagrama de Componentes de Módulo de Datos .....	31
<b>Figura 17.</b> Diagrama de Acceso a Módulo de Datos .....	32
<b>Figura 18.</b> Diagrama de Componentes de Localización .....	33
<b>Figura 19.</b> Rotaciones de Posición de un Smartphone .....	33
<b>Figura 20.</b> Clase Device Orientation .....	34
<b>Figura 21.</b> Diagrama de Clases de Entidades.....	36
<b>Figura 22.</b> SDK Android.....	39
<b>Figura 23.</b> Lenguajes de Programas soportados por Eclipse .....	39
<b>Figura 24.</b> SQLite .....	39
<b>Figura 25.</b> Página Oficial de Look .....	40
<b>Figura 26.</b> Fases de Desarrollo de Scrum .....	43
<b>Figura 27.</b> Documentación vs Proceso de Scrum .....	44
<b>Figura 28.</b> Características de Calidad .....	47
<b>Figura 29.</b> Pantallas de la Interfaz del Aplicativo.....	55
<b>Figura 30.</b> Algoritmo del Modelo Elipsoidal de la Tierra .....	57
<b>Figura 31.</b> Objetos de Realidad Aumentada .....	57

<b>Figura 32.</b> Mensajes textuales.....	58
<b>Figura 33.</b> Diagrama de Clase de la Integración de Módulos.....	58
<b>Figura 34.</b> Menú de opciones del Proyecto.....	59
<b>Figura 35.</b> Pantalla de Exportación de Aplicación.....	60
<b>Figura 36.</b> Generación de clave.....	60
<b>Figura 37.</b> Selección de clave .....	61
<b>Figura 38.</b> Instalación.....	61
<b>Figura 39.</b> Pantalla de Instrucciones en Android 5.0.1 .....	64
<b>Figura 40.</b> Pantalla de Instrucciones en Android 4.4.2.....	64
<b>Figura 41.</b> Pantalla Principal en Android 5.0.1 .....	64
<b>Figura 42.</b> Pantalla Principal en Android 4.4.2.....	64
<b>Figura 43.</b> Pantalla de Ruta en Android 5.0.1 .....	65
<b>Figura 44.</b> Pantalla de Ruta en Android 4.4.2.....	65
<b>Figura 45.</b> Gráfica de Iteración vs Tiempo Pendiente .....	72
<b>Figura 46.</b> Gráfica de Tiempo de Iteración vs Tiempo Pendiente .....	73
<b>Figura 47.</b> APK de la Aplicación .....	76
<b>Figura 48.</b> Pantalla de Instalación .....	76
<b>Figura 49.</b> Pantalla de Confirmación de Instalación .....	77
<b>Figura 50.</b> Pantalla Principal del Aplicativo .....	78
<b>Figura 51.</b> Pantalla de Visualización de Ruta .....	79

## RESUMEN

La carencia de información o métodos para la obtención de la ubicación de las diferentes áreas de la universidad es el origen principal de varios inconvenientes. En la actualidad no se dispone de un medio que ayude a los visitantes y estudiantes con la localización de una ubicación determinada. En tal virtud, es de suma importancia tener guías que permitan facilitar el desplazamiento dentro del campus, evitando así la pérdida de tiempo al buscar las diferentes áreas, unidades y departamentos como se detalla en el primer capítulo.

En el segundo capítulo se detalla el estudio y análisis del Framework Look y la geolocalización que permitirán mediante su integración el desarrollo óptimo de un aplicativo móvil que facilite la localización de áreas, unidades y departamentos de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE campus Sangolqui. Esto se ejecutara mediante la utilización de Keyhole Markup Language basado en XML y herramientas de realidad aumentada cuyo propósito será desplegar una ruta y un servicio de información para los visitantes del campus.

En el tercer capítulo se detalla el proceso de implementación de la aplicación y las pruebas que se realizo para verificar su funcionamiento y calidad las cuales van alineadas con la metodología de desarrollo SCRUM.

Finalmente, el presente trabajo de investigación consta de documentación adicional como son el manual del usuario y su implementación que servirán como guía para póstumas versiones.

**PALABRAS CLAVES: FRAMEWORK LOOK, GEOLOCALIZACIÓN, ARCHIVOS KML, REALIDAD AUMENTADA.**

## ABSTRACT

The lack of information or methods to obtain the location of the different areas of the university is the main cause of several drawbacks. At present, it does not have any mean which helps visitors and students to get the location inside the same area. To sum up, it is quite important to have guidelines that allow easy movement within the campus. This way, people will avoid wasting time on looking for different areas, units and departments, as it is detailed in the first chapter.

The second chapter details the study and analysis of the Framework Look and the geolocation which will allow the optimal integration by developing a mobile application that facilitates the location of areas, units and departments of the Armed Forces University - ESPE Sangolqui campus by using a Keyhole Markup Language XML-based on real and augmented tools that show a route and information services to the campus visitors.

The third chapter details the process of the codification of each performed and tested application in order to verify their high operation and quality.

Finally, This Research Paper consists of additional documentation such as: the user and implementation manuals which will serve as a guide to posthumous releases.

**KEYWORDS: FRAMEWORK LOOK, GEOLOCATION, KML FILES, AUGMENTED REALITY.**

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Realidad Aumentada**

Realidad Aumentada es el término que engloba la superposición de elementos virtuales, es decir, información adicional en el mundo real, creando una realidad mixta en 3D que se puede visualizar mediante la cámara de un dispositivo en tiempo real. [1]

- **Framework**

Es una estructura estandarizada de conceptos y tecnologías, razón por lo cual un proyecto puede ser fácilmente desarrollado en sus diferentes fases; además sirve como referencia para el enfrentamiento y resolución de problemas.

- **Look**

Es un framework de Realidad Aumentada para Android que permite la creación de una aplicación de una manera simple y rápida, apostando a sus diferentes características, distribuidas en varios módulos. [21]

La realidad aumentada se puede realizar de dos maneras:

- Realidad aumentada basada en posición: muestra información “enriquecida” del entorno, basándose en la posición y orientación.
- Realidad aumentada basada en marcadores: consiste en reconocer una imagen (patrón) y superponer otras imágenes en base a la posición y orientación del mismo, simulando que forman parte del mundo real.

- **KML**

Keyhole Markup Language, lenguaje basado en el estándar XML, es el que permite representar datos geográficos en tres dimensiones. [11]

- **Acitivity LookAR**

Acitivity es el proceso que simula una interfaz gráfica, similar a una ventana de escritorio. [1,17]

- **Dispositivo Móvil**

Un dispositivo móvil es aquel elemento físico de fácil transportación y pequeño tamaño. Entre los cuales existen:

- Sistemas de navegación de automóviles.
- Sistemas de Internet Móvil.
- Smartphones

- **Smartphone**

Es un dispositivo móvil que permite la modificación parcial o total del sistema operativo con el cual opera, además de las aplicaciones que tiene dentro del mismo.

- **Geolocalización**

La geolocalización es el posicionamiento mediante coordenadas con la que se determina la localización de un objeto, lugar o persona. [4]

- **HMD o Casco de Realidad Virtual**

Dispositivo de visualización similar a un casco que permite al usuario visualizar imágenes generadas por un ordenador, por ejemplo Google Glass.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 TEMA

Desarrollo e implantación de un aplicativo para geolocalización mediante archivos KML y realidad aumentada para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

### 1.2 ANTECEDENTES

La geolocalización hace referencia a la posición que toma un determinado objeto, el cual es representado en un sistema de coordenadas determinado. La geolocalización es utilizada en los sistemas de información geográfica (SIG) para resolver problemas relacionados a planificación y gestión geográfica; para lo cual una de las formas para recopilar esta información es a través de archivos basados en XML con extensión KML (Keyhole Markup Language) y siguen el tipo de formato necesario para trabajar con los diferentes SIG.

La realidad aumentada es conocida como la visión del mundo físico en el que habitamos combinados con elementos virtuales en tiempo real, en otras palabras es añadir una parte virtual a lo real. Algunas de las aplicaciones de la realidad aumentada son: educación, entretenimiento, arquitectura, publicidad, dispositivos de navegación, etc.

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE campus Sangolquí cuenta la siguiente distribución de edificaciones:

- Ocho bloques principales.
- Área de mantenimiento (CICTE).
- Biblioteca Alejandro Segovia.
- Centro de salud

- Áreas de recreación
- Edificio administrativo.
- Laboratorios de electrónica, mecánica, biotecnología y civil.
- Instituto de lenguas.

Además, dentro de los mismos se encuentran las áreas de trabajo de 1046 docentes y 461 empleados en el área administrativa. Para lo cual, la única guía existente para visitantes con la necesidad de ubicar cada uno de los antes mencionados; es la caseta de información ubicada al entrar a la universidad y la señalización en las vías de la misma.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Existe una carencia de información para los visitantes de la universidad, referente a ubicación de áreas, unidades y departamentos, que causan los siguientes inconvenientes:

- El visitante puede tomar varias rutas para llegar al mismo destino (sea por áreas verdes o vías del campus).
- Desconocimiento de cuál es la ruta óptima.
- Desconocimiento del área de trabajo del personal universitario.
- Los visitantes pueden perderse debido a falta de señalización adecuada.

En la actualidad la universidad no posee un medio a través del cual ayude a los visitantes y estudiantes con los inconvenientes antes mencionados y es de suma importancia tener guías que permitan facilitar el desplazamiento dentro del campus, evitando causar la pérdida de tiempo al buscar las diferentes áreas, unidades y departamentos.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto nace de la necesidad de proveer una ruta interactiva, visual y óptima, además de información adicional a los visitantes que desconozcan la ubicación de las diferentes áreas, unidades y departamentos dentro de la universidad, para lo cual se plantea desarrollar una aplicación para dispositivos móviles con tecnología Android que facilite la ubicación dentro de la universidad con archivos KML de geolocalización, mostrando localizaciones importantes dentro de la universidad durante su visita haciendo uso de herramientas de realidad aumentada, con el propósito de minimizar el tiempo al ubicar un destino.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

Desarrollar e implantar una aplicación que facilite la localización de áreas, unidades y departamentos de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE campus Sangolquí, mediante la utilización de Keyhole Markup Language basado en XML y herramientas de realidad aumentada para desplegar una ruta e información y proveer un servicio a los visitantes del campus.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

1. Analizar el estado del arte para el framework de realidad aumentada “Look!” y archivos de geolocalización Keyhole Markup Language.
2. Desarrollar la aplicación haciendo uso del framework para realidad aumentada “Look!”, archivos de geolocalización Keyhole Markup Language y alineado con la metodología SCRUM.
3. Verificar y validar la aplicación móvil desarrollada mediante la realización de pruebas.

## 1.6 ALCANCE

- Se analizará:
  - El framework de realidad aumentada “Look!”.
  - Los archivos de geolocalización (KML) usados en el software Google Earth.
- El desarrollo de la aplicación será dividido en los siguientes tres módulos:
- Módulo de datos:
  - La aplicación funcionará únicamente para rutas, ubicaciones e información del campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.
  - No se considerará rutas para personas discapacitadas o de emergencia.
  - El punto de partida para cualquier ubicación será la caseta de información a la entrada de la universidad, debido a que establecer el mismo en diferentes localizaciones incurre en el desarrollo de un módulo de inteligencia artificial adicional que en el presente trabajo no se contempla.
  - Se desplegará información mediante una base de datos embebida en la aplicación al momento que el usuario se encuentre cerca de lugar relevante dentro de la universidad.
- Módulo de interfaz de usuario:
  - La aplicación será probada e implementada en dispositivos con sistema operativo Android.
  - La aplicación desplegará un mapa referencial a la ruta que debe seguir el usuario a través de la interfaz visual de la cámara del dispositivo móvil.
- Módulo de realidad aumentada:
  - La aplicación indicará la ruta que el usuario debe tomar, además de información relevante a través de la interfaz visual de la cámara del dispositivo móvil.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presenta el fundamento teórico para el posterior sustento al momento del desarrollo de la aplicación, además de establecer los parámetros que nos permitirán realizar pruebas de calidad.

Este fundamento teórico en primera instancia parte de una situación macro como es los dispositivos móviles y los diferentes sistemas operativos que existen actualmente en el mercado; para así dar paso a temas como geolocalización, archivos KML y realidad aumentada específicamente el framework Look, puntos centrales en la investigación y desarrollo de este plan de titulación.

En la actualidad, las tecnologías móviles, exactamente el campo de los smartphones, se encuentran en el mejor momento de comercialización. Los nuevos dispositivos traen nuevas y diversas formas de comunicación. La facilidad de llevar un dispositivo móvil permite acceder a servicios como: geolocalización, internet, entretenimiento, etc.

Los avances en el tratamiento de imágenes con nuevas tecnologías adaptadas a móviles como la que proporciona Android hacen que cada vez sea más indispensable obtener información más específica y detallada del contenido multimedia que adquirimos con nuestro móvil.

El uso de realidad aumentada es una técnica que nos permite establecer contacto a través de un dispositivo móvil con el medio que nos rodea y a la vez nos permita interactuar y adquirir información.

La Realidad Aumentada (RA) tiene un gran auge en el mundo gráfico actual, existen varios frameworks y en este caso el framework Look que permiten crear

aplicaciones de RA de manera sencilla incorporando las últimas tecnologías gráficas, permitiendo así una visión basada en el reconocimiento de objetos y tecnología de localización.

El proyecto desafía la integración de estas tecnologías de RA y geolocalización para formar una aplicación que ayude a la comunidad politécnica a su fácil movilización dentro del campus, dicho proceso de investigación, desarrollo e implementación se describirá detalladamente en las secciones siguientes de este documento.

## **2.2 DISPOSITIVOS MÓVILES**

Un dispositivo móvil es un mecanismo electrónico de dimensiones pequeñas que posee varias funcionalidades dependiendo sus características técnicas.

Grandes industrias han apostado a esta rama de la tecnología que hoy en día está en auge como: Apple, Samsung, Google, Nokia, entre otras.

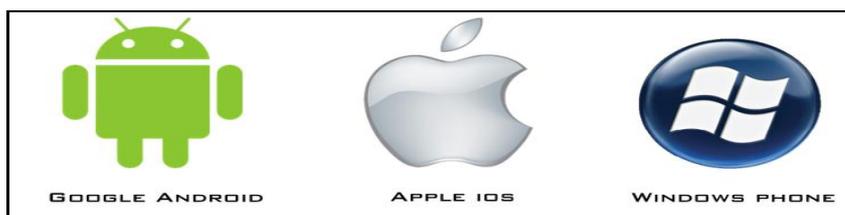
Estos dispositivos móviles, específicamente los Smartphone, basan su funcionalidad ya no solo en el hardware sino en cómo este puede ser potenciado mediante el software. [10]

Entre los sistemas operativos más reconocidos tenemos:

- Android: SO. de Google, que hoy en día es utilizado por varias industrias de fabricación de celulares.
- iOS: SO. de Apple utilizado por iPhone y iPad.
- Symbian: SO. Original de Nokia
- Windows Phone: SO. de Microsoft, utilizado por Nokia en celulares de gama alta.
- BlackBerry OS: SO. de BlackBerry, utilizado en dispositivos de su misma marca.

- Firefox OS: SO. de Fundación Mozilla, es un sistema en desarrollo que es utilizado por Alcatel.

En la figura N° 1 se presenta algunos de los logotipos de las marcas de los sistemas operativos antes mencionados:



**Figura 1. Sistemas Operativos para Dispositivos Móviles**

**Fuente: (GCF Community Foundation International, 2015)**

El presente trabajo está enfocado hacia los Smartphone, que cuentan con el sistema operativo Android desde la Versión 4.4.2.

## **2.3 SISTEMA OPERATIVO ANDROID**

### **2.3.1 Antecedentes**

El sistema operativo Android originalmente fue desarrollado a lo largo del año 2003 por Android Inc. Posteriormente, esta compañía fue absorbida por Google en el año 2005. Luego de esto, Android pasó a formar parte de la “Open Handset Alliance” durante el año 2007 para ayudar en la creación de estándares de sistemas abiertos. Finalmente con estos sucesos, se lanzó durante octubre de 2008 el primer dispositivo con Android, el “HTC Dream”. [29]

### **2.3.2 Definición.**

Android es un sistema operativo diseñado inicialmente para smartphones, y que actualmente se utiliza en muchos otros dispositivos, se basa en una modificación del Kernel de Linux, fue desarrollado por la empresa Android Inc., pero hoy en día pertenece a Google y se presenta con licencias de software libre. [32]

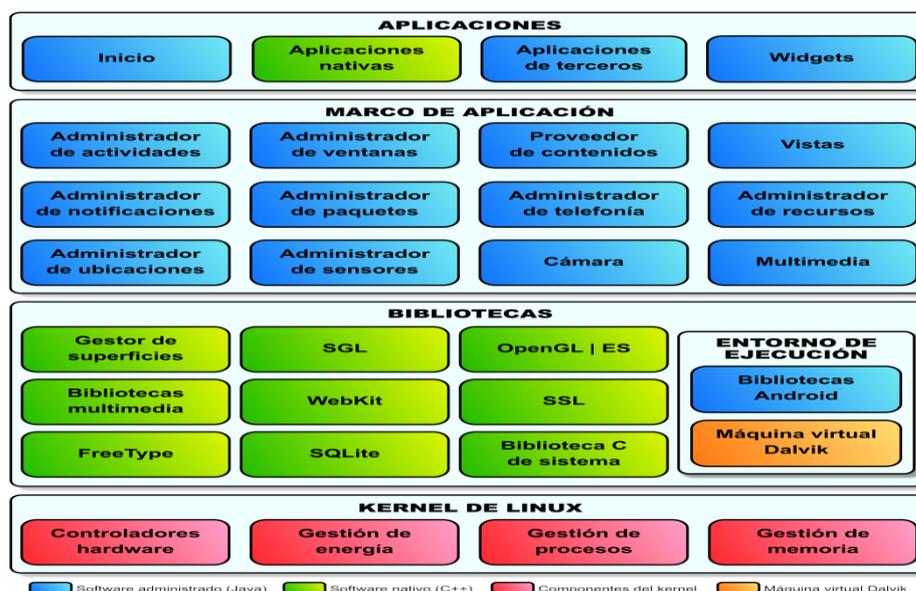
### 2.3.3 Características

Android es un sistema operativo que permite el desarrollo de aplicaciones mediante el Software SDK para lenguajes JAVA y un Kit Nativo llamado NDK para lenguajes como C y C ++, lo cual permite la realización de grandes aplicaciones para mejorar la experiencia del usuario con un dispositivo. [6]

Además cuenta con un sistema multitareas, con funcionalidades para GPS, cámara, radio, entre otras, que se adapta a varios dispositivos móviles como los Smartphone y las Tablets.

### 2.3.4 Componentes

Los componentes que forman este sistema operativo se agrupan en 4 capas principales o pilas, que están estrechamente ligadas con elementos de la capa inferior para realizar sus funcionalidades, además dentro de cada capa se encuentran módulos para la gestión y administración de recursos como se detalla en la figura N° 2. [49]



**Figura 2. Arquitectura Interna Android**

Fuente: (Nieto Gonzales, 2011)

### 2.3.5 Evolución

El sistema operativo Android tiene su origen comercial en el año 2008 cuando lanzó al mercado su primera versión oficial, desde allí hasta la actualidad a dado grandes pasos convirtiéndose en uno de los más grandes exponentes en el campo de los dispositivos móviles.

En la tabla N° 1 se muestra las características desarrolladas o mejoradas para cada versión de Android que se encuentra en el mercado hasta la actualidad.

**Tabla 1. Versionamiento de Android vs Características**

Características										
Versión										
N°	Nombre	Fecha de Lanzamiento	Kernel	Cámara	USB	Actualizaciones	Rendimiento GPU	Bluetooth	WIFI	Multicore
1.0	Angel Cake	Sep. 2008		SI				SI	SI	
1.1	Battenberg	Feb. 2009		SI				SI	SI	
1.5	Cupcake	Abr. 2009	2.6.27	SI				SI	SI	
1.6	Donut	Sep. 2009	2.6.29	SI			Opt.	SI	SI	
2.0/2.1	Éclair	Oct. 2009	2.6.29	SI			Opt.	SI	SI	
2.2	Froyo	May. 2010	2.6.32	SI	SI		Opt.	SI	SI	SI
2.3	Gingerbread	Dic. 2010	2.6.33	SI	SI			SI	SI	SI
3.0	Honeycomb	Feb. 2011	2.6.36	SI	SI		Opt.	SI	SI	SI
4.0	Ice Cream Sandwich	Oct. 2011	3.0.1	SI	SI		Opt.	SI	SI	SI
4.1	Jelly Bean	Jun. 2012	3.0.3	SI	SI	SI	Opt.	SI	SI	SI
4.4	KitKat	Oct. 2013	3.4.5	SI	SI	SI	Opt.	SI	SI	SI
5.0/5.1	Lollipop	Nov. 2014	3.14	SI	SI	Des.	Des.	SI	SI	SI

## **2.4 GEOLOCALIZACIÓN**

### **2.4.1 Definición**

“La georreferenciación o geolocalización hace referencia al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado.”  
(Chávez)

### **2.4.2 Sistemas de coordenadas**

Existen dos grandes grupos de sistemas de coordenadas que son:

- Sistemas de coordenadas geográficas: La entidad se describe en coordenadas (latitud y longitud) asociadas a un datum geodésico específico, el sistema más reconocido es el World Geodetic System 84 (WGS84) que utiliza Google Earth.
- Sistemas de coordenadas proyectadas: La entidad se describe en coordenadas referidas a un plano, las cuales se presentan con una variante de distorsión, por lo cual se restringen a regiones pequeñas para minimizar este efecto. Dentro de los ejemplos más claros de este tipo de sistema esta UTM.

### **2.4.3 Fuentes de error y precisión**

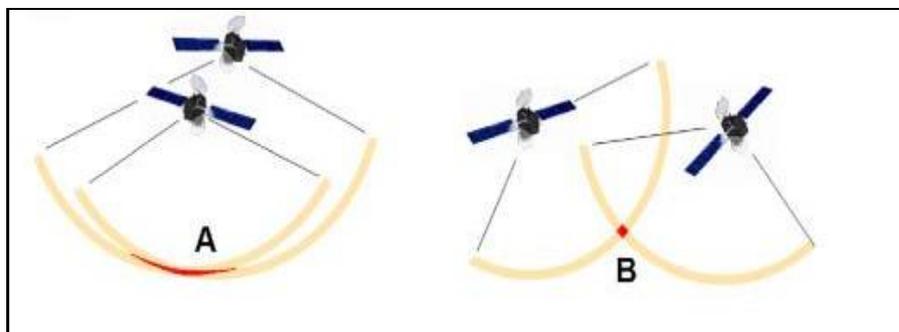
A continuación, se detallan algunas de las causas de error y precisión dentro de los GPS. [2, 9]

#### **2.4.3.1 Posición relativa de satélites**

La claridad de la señal depende de cuán grande es la cantidad de satélites y su posición en la órbita.

Entre más alineados estén los satélites menor es la presión que se tiene al establecer un punto geográfico como se muestra en la Figura N° 3. Elevar la presión

depende de la utilización de sistemas de posicionamiento que estén más cerca de la tierra.

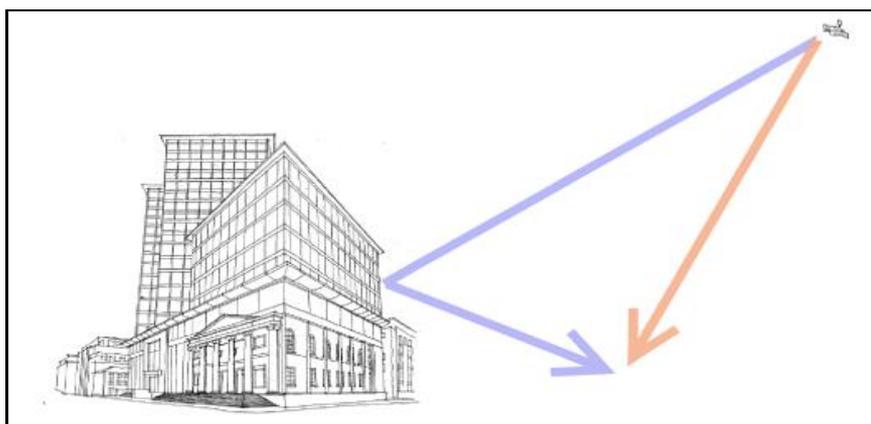


**Figura 3. Alineación de Satélites**

**Fuente: (Arnalich & Urruela, 2016)**

#### 2.4.3.2 Error multisenda

La señal GPS puede ser distorsionada por el efecto rebote con objetos del propio medio o con la presencia de obstáculos como el clima nublado, edificios altos o interferencias electromagnéticas, lo cual hace que las coordenadas del punto geográfico que nos presente sea a una distancia considerable del punto original como se muestran en la Figura número 4, dando así una inexacta posición.

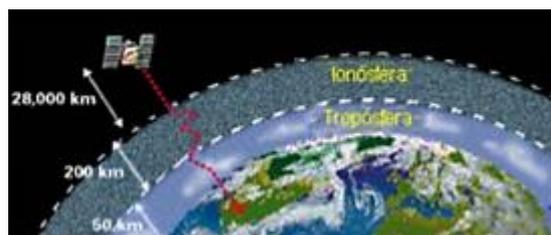


**Figura 4. Efecto Rebote**

**Fuente: (Arnalich & Urruela, 2016)**

### 2.4.3.3 Retraso de Señal

Producida por la distancia e interferencias presentadas en las capas de la ionosfera y troposfera, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 5. Interferencia de capas Terrestres**

**Fuente: (EP PetroEcuador, 2011)**

### 2.4.3.4 Movimiento de la Tierra

Un GPS triangula coordenadas y datos tanto del planeta en movimiento como de los satélites a su alrededor, debido a esto registra hasta el movimiento más ligero generado por el receptor en una dirección, lo que da paso a que los resultados sean variantes e inexactos.

### 2.4.3.5 Magnitud según el Tipo de Error

En la tabla N° 2 se presenta un compendio de las diferentes fuentes de error y las magnitudes que afectan en la obtención de la posición de un objeto.

**Tabla 2. Efectos de Fuentes de Error**

Fuentes de Error	GPS Estándar	Efecto
Reloj del Satélite	1.5	± 2m
Errores Orbitales	2.5	± 3m
Ionósfera	5	± 5m
Distorsión	1	± 1m
Multibandas		
Tropósfera	0.5	± 0.5m

**Fuente: (EP PetroEcuador, 2011)**

#### **2.4.4 GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y GLONASS (Sistema Global de Navegación por Satélite) en dispositivos móviles**

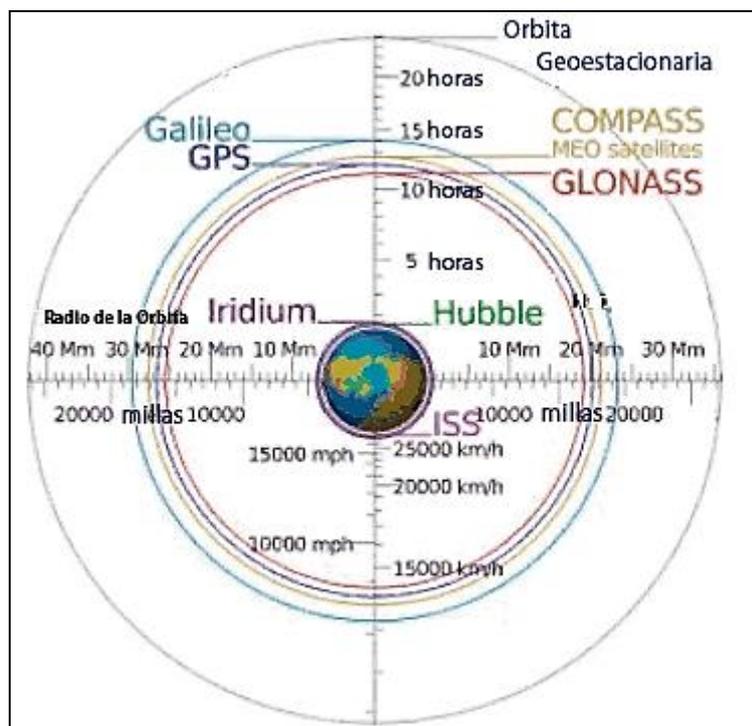
Sistema de Posición Global o GPS es un sistema de posicionamiento global basado en la recepción de señales de 24 satélites en órbita sobre la tierra, el cual nos permite obtener una posición aproximada a partir de la información enviada a través de la red, este sistema es muy parecido al de la triangulación, el cual se basa en la distancia del receptor hacia los satélites obteniendo así las coordenadas geográficas. [39]

Sistema Global de Navegación por Satélite o GLONASS es un sistema de posicionamiento creado por la Unión Soviética, que a diferencia del GPS mantiene sus satélites situados más cerca de la tierra. [44]

En la actualidad el mercado de los dispositivos móviles permite recibir señales pertenecientes de ambos sistemas, permitiendo mejorar la precisión del posicionamiento y servicios de los sistemas mencionados, minimizando el margen de error, aunque todavía en la actualidad esto no se asemeja a un sistema de precisión.

Ya que existen lugares que crean puntos ciegos que impiden a un teléfono celular tener una comunicación directa donde se puede conseguir la triangulación de satélites.

La figura N° 6 muestra la posición de los satélites en la órbita geoestacionaria de la tierra.



**Figura 6. Esquema de Satélites en Órbita**  
Fuente: (Serra, 2013)

Un sistema de GPS genera coordenadas con un error de  $\pm 3$  a 4 metros en espacios abiertos, a diferencia de los sistemas GLONASS que presentan un error de  $\pm 7$  a 10 metros en las mismas condiciones, para un dispositivo móvil que utiliza estos dos tipos de sistemas significa que las coordenadas que nos presenta en el momento de solicitar una localización en promedio esta da por  $\pm 5$  metros de diferencia al punto original. [31]

#### 2.4.5 Software que permite la Geolocalización

Hoy en día, con el avance de la tecnología obtener una coordenada geográfica que nos permita ubicarnos en cualquier parte del mundo, ya es una realidad accesible a gran parte de la población porque existen varios tipos de aplicaciones que nos ayudan a obtener la localización de lugares, personas o cosas, en la cual se destaca la empresa de Google que ha desarrollado Google Maps y Google Earth. [4]

### 2.4.5.1 Google Earth

Google Earth es el programa de cartografía con él se puede realizar todo tipo de mediciones y rutas, ya que está compuesto por una superposición de imágenes satelitales obtenidas de varios proveedores.

La presión de este visualizador para coordenadas geográficas es muy variante ya que depende de la actualización de mapas, y de grandes márgenes de error al proporcionar los datos de una ubicación de cada capa superpuesta, además no detecta variables como la altitud, lo genera datos no exactos. [2]

### 2.4.6 Sensores que un Dispositivo Móvil utiliza para la Geolocalización

Una aplicación móvil que utilice geolocalización por sí sola no puede trabajar, ya que necesita del apoyo de varios sensores que un Smartphone incluye para así poder devolver información aproximada de un punto geográfico. [13]

En la figura N° 7 se muestran los diferentes sensores dentro de un Smartphone Samsung:



**Figura 7. Sensores de un Dispositivo Samsung**  
Fuente: (Sánchez, 2013)

#### **2.4.6.1 Sensor Geomagnético**

“El sensor geomagnético es utilizado para optimizar el uso del GPS, esto es posible mediante la detección de cambios en el campo electromagnético; es un componente electrónico con la capacidad de medir la fuerza magnética de un determinado objeto, generalmente se lo utiliza como brújula dentro de los dispositivos móviles, para detectar el polo norte magnético, el mismo que no coincide con el polo norte geográfico. [42]

#### **2.4.6.2 Giroscopio**

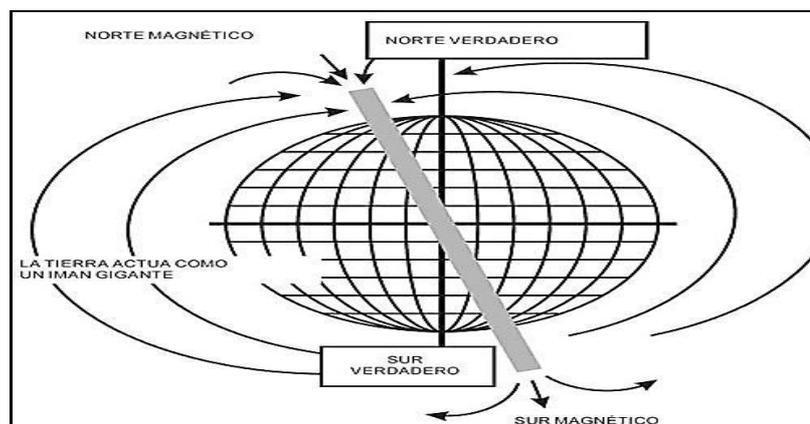
El giroscopio es un dispositivo mecánico que funciona como un sistema de tres ejes, el cual, permite determinar y cambiar la orientación de un dispositivo.

Los sensores antes mencionados pertenecen a un Smartphone Samsung con versión 4.4.2, los cuales pueden variar de posición dependiendo el fabricante del dispositivo.

#### **2.4.7 Norte Magnético, Norte Geográfico y Declinación Magnética**

El Norte Magnético es el que se presenta mediante la utilización de una brújula y está alineado con la fuerza del campo magnético que genera el núcleo de la tierra, a diferencia del Norte Geográfico o Norte Verdadero que se muestra generalmente en los mapas y que se alinea con el eje de rotación de la Tierra. [8]

La diferencia entre estos dos Nortes se denomina variación o declinación magnética, la cual varía cada año alrededor de 40 kilómetros y depende del lugar en la que se tome la referencia, esta diferenciación se da porque el Norte Magnético es cambiante y se puede proyectar tanto al Este como al Oeste, como se muestra en la figura N° 8.



**Figura 8. Norte Magnético y Geográfico**

**Fuente: (Encorda2, 2013)**

## **2.5 KEYHOLE MARKUP LANGUAGE**

### **2.5.1 Antecedentes**

"Keyhole Markup Language" fue originalmente creado por Keyhole Inc., inicialmente fue pensado para ser usado en el software Keyhole LT. en octubre de 2004, Keyhole Inc. fue asimilada en el momento del lanzamiento de Keyhole LT2, software el cual sería posteriormente modificado y usado para el uso de archivos KML conocido hoy en día como Google Earth. Adicionalmente, en el año 2008, KML fue reconocido como un estándar en el "Open Geospatial Consortium".

### **2.5.2 Definición**

“Keyhole Markup Language” o KML es un archivo que contiene coordenadas, direcciones, altura, entre otras variables que permiten representar en un mapa una ruta o punto de interés, en otras palabras, es el lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones. [41, 50]

### 2.5.3 Estructura

Un archivo KML especifica una característica (un lugar, una imagen, una posición, una ruta o un polígono), que contienen coordenadas (latitud y longitud), que en muchas ocasiones puede venir comprimido en un archivo KMZ. [40]

Un archivo KML tiene la siguiente estructura:

1. Cabecera del XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

2. Espacio de nombres o Namespace propio de KML

```
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
```

3. El objeto Placemark que hace referencia a la posición, dividido en nombre, descripción y conjunto de coordenadas que conforman la ruta.

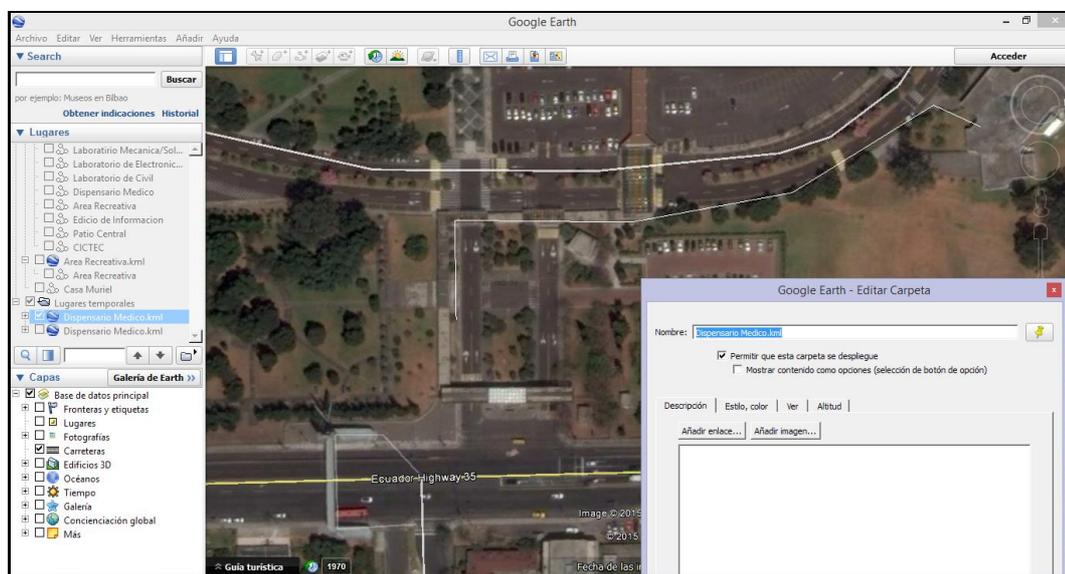
```
<Placemark>
<name>Ruta de Prueba</name>
<styleUrl>#m_ylw-pushpin</styleUrl>
<LineString>
<tessellate>1</tessellate>
<coordinates>
-78.45876922394318,-0.2907473038582219,0 -78.45962845232083,-
0.2910824364469906,0 -78.45926872660962,-0.2918885432418332,0 -
78.45885131304623,-0.2924142379706846,0 -78.45776061343645,-
0.2945232380020063,0 -78.45716919796966,-0.2955813292945207,0 -
78.45587564927628,-0.297815041302652,0 -78.45679124311162,-
0.2983939244213915,0 -78.45828346321,-0.2991575516721163,0
</coordinates>
</LineString>
</Placemark>
```

Un archivo KML para dispositivos móviles permite los siguientes elementos:

- Marcas de posición con elementos de nombre <name>
- Puntos
- Iconos
- Carpetas
- Elementos HTML
- KMZ (KML comprimido que incluye imágenes adjuntas)
- Cadenas de línea y polígonos
- Aspectos como el color, el relleno y la opacidad.

## 2.5.4 Funcionalidad

Para crear un archivo KML se puede recurrir desde un editor de texto plano, como un programa especializado de coordenadas que nos genere este archivo, como se presenta en la figura N° 9.



**Figura 9. Archivo KML generado desde Google Earth**

Los archivos KML sirven para la creación de modelos y el almacenamiento de coordenadas geográficas como puntos, rutas, imágenes, polígonos, entre otros; las

cuales se pueden compartir o utilizar para referenciar un lugar o información específica con otros usuarios.

## **2.6 REALIDAD AUMENTADA**

### **2.6.1 Antecedentes**

En de esta sección, se realizará un breve listado de los acontecimientos más importantes con respecto a la realidad aumentada, con el propósito de conocer o englobarnos en el concepto de la misma:

- En el año 1968 se creó el primer sistema de realidad aumentada por Sutherland.
- En el año 1992 se presenciaron dos sucesos de relevancia:
  - Caudell y Mizell se refieren a "Realidad Aumentada" al hecho de agregar información digital al mundo real.
  - IBM introduce al mercado el IBM Simon Personal Communicator, el primer smartphone.
- En el año 1995 se crea NaviCam, el primer dispositivo de seguimiento óptico.
- En el año 1997 se presenta el primer estudio sobre realidad aumentada, publicado por Ronald Azuma.
- En el año 1999 Kato y Billinghurst publican ARToolKit, framework popular para desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada.
- En el año 2000, Julier et al. presenta BARS ("Battlefield Augmented Reality System"), primer sistema de realidad aumentada en usar GPS y sensores de aceleración.
- En el año 2002, Kalkush desarrolla una aplicación para guiar usuarios por dentro de edificios, basado en ARToolKit.
- En el año 2005 Henrysson realiza una migración de ARToolKit para usarlo en el sistema operativo Symbian.

- En el año 2008 Mobily introduce Wikitude, aplicación de realidad aumentada que combina una brújula digital con el GPS para mostrar datos sobre lugares u objetos predeterminados.
- En el año 2009 surge el primer videojuego usando realidad aumentada "ARhrrr!".

Posteriormente a los acontecimientos antes mencionados, no han surgido nuevos hitos dentro de la realidad aumentada, pero cabe mencionar que se siguen mejorando estas aplicaciones para videojuegos, tanto como las aplicaciones para un mejor uso de GPS, tales como la que se presenta en este plan de titulación. [51]

### **2.6.2 Definición**

La Realidad Aumentada (RA) es una línea de investigación que trata de incluir información generada por computador sobre el mundo real, para así permitir la interacción del usuario con objetos virtuales. [38]

La realidad aumentada permite enfocar con un dispositivo y ver por pantalla una interpretación del mundo real diferente a la que se ve con los propios ojos.

### **2.6.3 Características**

La realidad aumentada se puede realizar de dos maneras:

- Realidad aumentada basada en posición: muestra información enriquecida del entorno, basándose en la posición y orientación.
- Realidad aumentada basada en marcadores: consiste en reconocer una imagen (patrón) y superponer otras imágenes en base a la posición y orientación del mismo, simulando que forman parte del mundo real.

Las características principales y fundamentales que debe cumplir una aplicación que tenga Realidad Aumentada, con respecto a su funcionalidad son:

- Interacción entre el mundo real y los objetos virtuales, mediante la utilización de las 3 dimensiones proyectadas por la cámara del dispositivo.
- Ejecución en tiempo real.

#### **2.6.4 Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles**

Las configuraciones de hardware en RA se basan en los equipos de sobremesa estática con cámaras fijas o en HMD con ordenadores portátiles incorporados.

Cuando se piensa en movilidad, los dispositivos portátiles de mano aparecen como soluciones válidas para las aplicaciones de RA móvil, estas tecnologías son más accesibles al público por sus bajos costos. [3]

#### **2.6.5 Frameworks de Desarrollo para Realidad Aumentada**

En la actualidad existen varios frameworks para el desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada, cuyo principal propósito es facilitar la integración con los sistemas en elaboración. Para dispositivos móviles podemos mencionar los siguientes: [30, 37, 38]

##### **2.6.5.1 Look**

De origen español, Look! es un framework de Realidad Aumentada para Android creado para resolver los problemas comunes encontrados en el desarrollo de aplicaciones de este tipo.

Es de código abierto (Licencia GPL v3) y con capacidad de extensión. Integra las siguientes características para la creación de la aplicación de una manera simple y rápida.

- Realidad aumentada
  - Dibujado de gráficos en dos y tres dimensiones
  - Posibilidad de integrar los gráficos con la cámara

- Interacción con los Objetos Virtuales
  - Construcción de Entidades representables en Realidad Aumentada
- Localización en Interiores de Edificios
  - Integración con Servicios Remotos
  - Servicio de Persistencia de Datos

#### **2.6.5.2 Titanium**

Un framework libre y de código abierto para el desarrollo de aplicaciones, Titanium le permite crear aplicaciones nativas para dispositivos móviles, tabletas y aplicaciones de escritorio usando las tecnologías web existentes como JavaScript, HTML, CSS, Python, Ruby y PHP.

#### **2.6.5.3 Sencha Touch**

Sencha Touch le permite desarrollar aplicaciones web móviles que se ven y se sienten nativas en el iPhone, Android, BlackBerry y dispositivos táctiles (basado en HTML5).

#### **2.6.5.4 PhoneGap**

Framework para desarrollar aplicaciones web específicamente para dispositivos móviles, usando estándares como Javascript, CSS, HTML, entre otros.

Este framework utiliza diversos sensores dentro de los dispositivos móviles, además de geolocalización.

#### **2.6.5.4 XUI**

Framework que ocupa principalmente javascript para elaborar aplicaciones web a ser utilizadas en dispositivos móviles.

### **2.6.5.5 Rhodes**

Framework de código libre que es utilizado para desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles de forma rápida. Soporta geolocalización, toma de fotografías, entre otras funcionalidades.

### **2.6.5.6 Query Mobile**

Framework para dispositivos móviles originado de JQuery, soporta diversos sistemas operativos.

### **2.6.5.7 Layar Reality Browser**

Herramienta de búsqueda o navegador desarrollado para Android o iPhone. Entre sus ventajas sobresalen: geolocalización, capas 2D y 3D, estructura cliente-servidor, entre otras.

### **2.6.5.7 Mixare**

Framework de código abierto usado para desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada, disponible para iPhone y Android. Su principal característica es que permite asociar información a localizaciones basadas en coordenadas.

## **2.6.6 Cuadro Comparativo Frameworks de Realidad Aumentada**

En la tabla N° 3 se presenta la comparación de los diferentes framework y las funcionalidades que ofrecen para el desarrollo de Realidad Aumentada.

**Tabla 3. Comparación Frameworks de Realidad Aumentada**

Funcionalidad	Look	Layar	Mixare	Titanium	PhoneGap	AndAR
Integración con la cámara	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2D	✓	✓	✓	✓	✓	
3D	✓	✓				✓
Integración con servicios remotos	✓	✓	✓	✓		
Creación de servicios remotos	✓	✓				
Localización en Interiores	✓				✓	
Localización por GPS		✓	✓		✓	
Sistema de Navegación Inercial	✓					
Interacción con Objetos Virtuales	✓	✓			✓	

Esta comparación de frameworks de realidad aumentada permitió reafirmar que Look es una herramienta que nos da grandes funcionalidades y características al momento de desarrollar una aplicación.

#### 2.6.4 Aporte de frameworks para la Realidad Aumentada

Los diversos frameworks permiten elaborar o desarrollar aplicaciones más atractivas para los usuarios, mediante el uso de objetos en 2D o 3D que pueden ser superpuestos en la cámara.

Adicionalmente, pueden facilitar enormemente el dibujo de textos y formas básicas, definiendo colores y estructuras por ejemplo. De igual manera puede facilitar el dibujo de gráficos con diversos puntos, matrices, planos, etc.

## 2.7 FRAMEWORK “LOOK!”

### 2.7.1 Introducción



**Figura 10. Framework Look**

**Fuente:** *(Leon & Toapanta, Look, 2012)*

Realidad Aumentada es la tecnología o línea de investigación que permite la superposición, en tiempo real, de elementos digitales sobre el mundo que nos rodea.

Las aplicaciones de realidad aumentada permiten al usuario interactuar con los objetos virtuales que se le presentan y obtener información relevante sobre ellos, nada más con el enfoque de la cámara, la visión de mundo cambiará delante de tu ojos. [17]

Look! es un framework para el desarrollo de Realidad Aumentada en plataformas Android, cuya principal ventaja es que su código es abierto (Licencia GPL v3) y cuenta con capacidad de extensión y mejoramiento continuo en base a las necesidades que se presenten, en lo que respecta a:

- Realidad aumentada
- Localización en Interiores
- Integración con Servicios Remotos
- Servicio de Persistencia de Datos

### 2.7.2 Estructura

El framework Look, además de las funcionalidades que nos ofrece para realidad aumentada incorpora una parte fundamental para lo que es la geolocalización, dando así paso a una estructura modular, cuyas principales funciones son [22]:

- Sistema de localización en interiores.
- Capa de representación gráfica en 2 y 3 dimensiones.
- Interacción con objetos virtuales.
- Integración con servicios de persistencia remotos y datos.
- Posibilidad de integrar los gráficos con la cámara de un móvil
- Construcción de Entidades representables en Realidad Aumentada

Y las cuales se distribuyen en 3 módulos:

- Módulo de Localización
- Módulo de Datos
- Módulo de Realidad Aumentada.

En la figura N° 11 se visualiza al framework dividiendo a la aplicación en dos capas:

- Framework, propiamente dicho.
- Aplicación, sobre la capa Framework.



**Figura 11. Estructura Framework Look**

### 2.7.2.1 Hardware

El hardware para el desarrollo de este tipo de aplicaciones, no es complejo y puede ser llevado a cabo en cualquier equipo que soporte el software necesario para este procesamiento (equipos del 2005 en adelante); mas no es así con los dispositivos donde va a ser ejecutada la aplicación, ya que deben tener requerimiento básicos para su correcto funcionamiento como: cámara digital, sensor óptico, acelerómetros, GPS,

giroscopios, RFID, etc., en otras palabras la plataforma más adecuada para esto son los Smartphone o dispositivos de gama media a alta.

### 2.7.2.2 Software

Dentro de las herramientas base que se necesita para el desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada y en específico para este proyecto tenemos las siguientes:

- Android SDK (Software Development Kit)
- JDK (Java Development Kit)
- Framework Look
- Eclipse IDE
- KML

### 2.7.3 Funcionalidades

Las distintas funcionalidades que presta el framework Look, se distribuyen en tres grandes módulos que interactúan entre sí para dar forma a la aplicación, como se visualiza en la figura N° 12. [25]

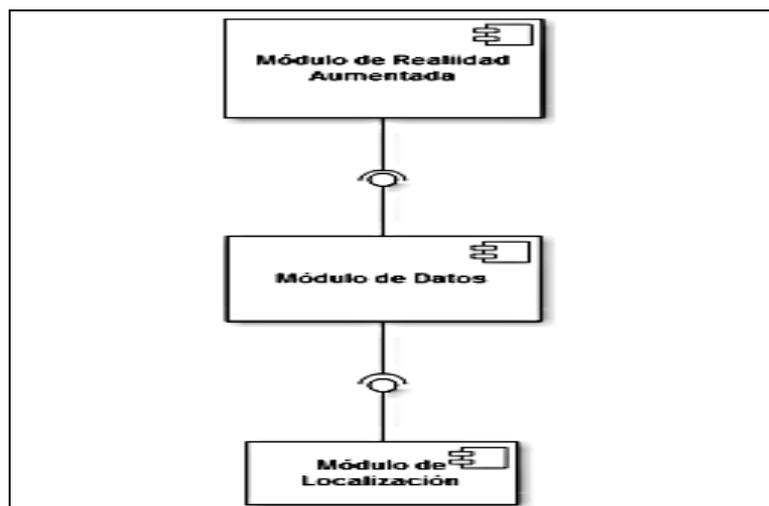


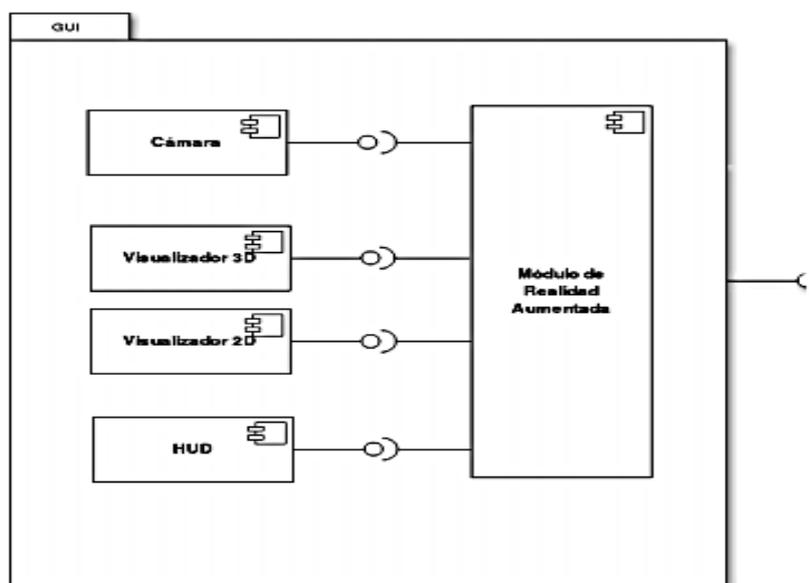
Figura 12. Diagrama de Componentes Interacción de Módulos

Fuente: (Look P. , Diagrama de Componentes de la Interacción de Módulos, 2011)

### 2.7.3.1 Módulo de Realidad Aumentada

El Framework Look define cuatro capas dentro del Módulo de Realidad Aumentada, distribuidas de abajo hacia arriba: Cámara, Visualizador 3D, Visualizador 2D y HUD; las cuales trabajan independientemente y su inclusión en una aplicación es configurable dependiendo la necesidad. [26]

En la figura N° 13, se presenta el diagrama de componentes que posee una aplicación de realidad aumentada.

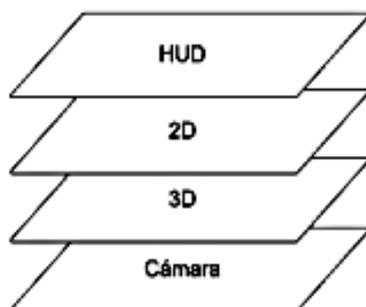


**Figura 13. Diagrama de Componentes de la Interfaz de Realidad Aumentada**

**Fuente: (Look P. , Diagrama de Componentes de la Interfaz de Realidad Aumentada, 2011)**

Además se puede configurar otros tipos de parámetros, como la distancia visual de los objetos que se muestran en pantalla.

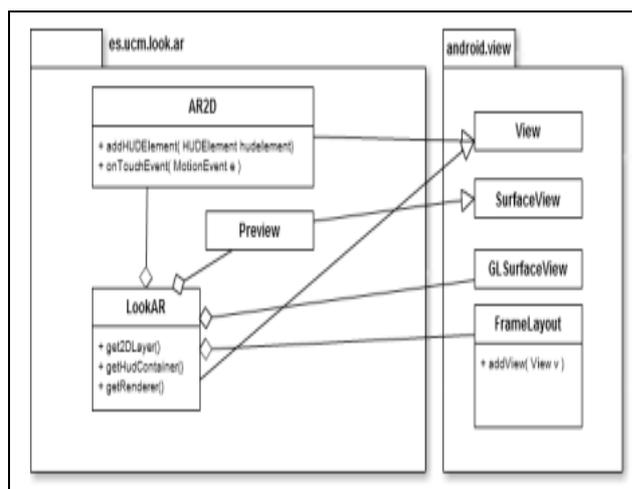
En la figura N° 14 se puede visualizar las capas que se pueden sobreponer al usuario por medio de la realidad aumentada.



**Figura 14. Capas de Representación en Look**

**Fuente: (Look, Situación de capas de representación en Look)**

Dentro de la figura N° 15 podemos visualizar el diagrama a de clases del framework Look! y la interacción entre las mismas.



**Figura 15. Diagrama de Clases de Módulos de RA.**

**Fuente: (Look, Diagrama de clases de los Módulos de Realidad Aumentada, 2011)**

Dentro de las clases que interactúan en esta capa se tiene:

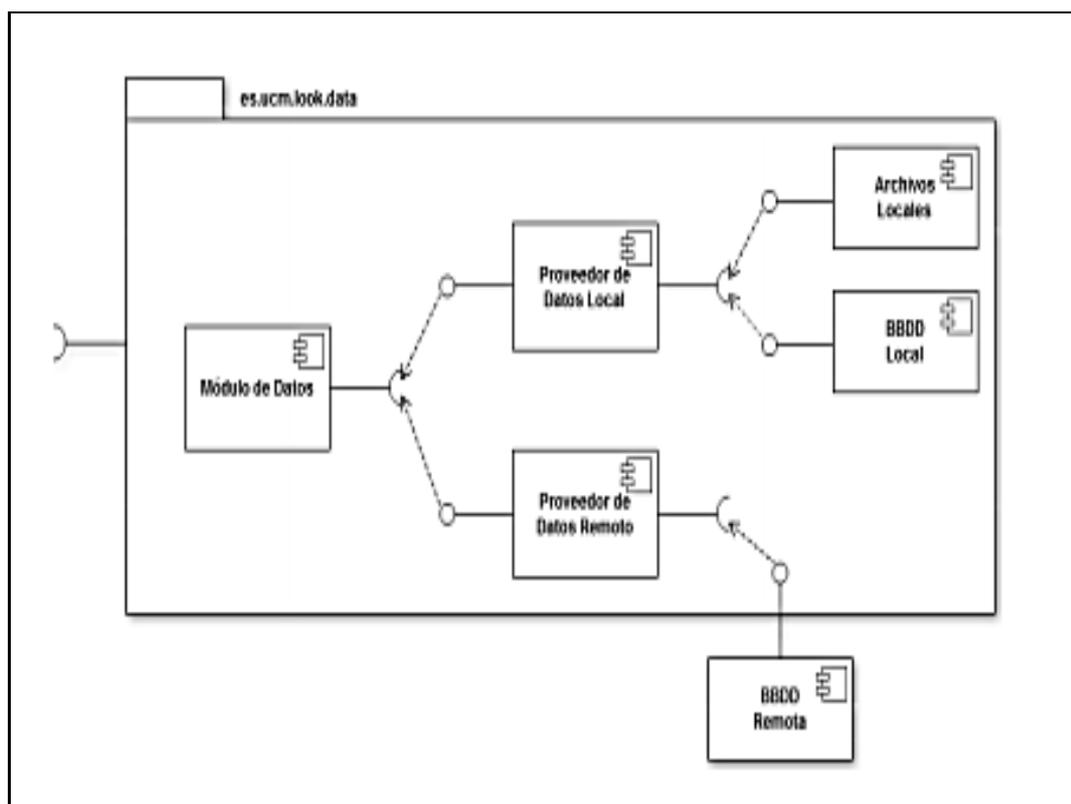
- Preview es la clase que se relaciona con el módulo de cámara, el visualizador 3D y se implementa mediante una `GLSurfaceView`.
- View es el visualizador de 2D y AR2D.
- `FrameLayout`, se relaciona con el módulo contenedor del HUD.

### 2.7.3.2 Módulo de Datos

EntityData es la clase principal donde los datos se representan con una unidad básica de datos, de la cual se construye la clase de WorldEntity para el módulo de Realidad Aumentada. [28]

La clase EntityData contiene los datos que pueden estar almacenados en una base de datos local o remota, o definidos de manera estática y a los cuales se tiene acceso de manera transparente mediante la interfaz DataHandler.

En la figura N° 16 se visualiza el diagrama de componentes de la interacción de objetos de persistencia del framework Look!.



**Figura 16. Diagrama de Componentes de Módulo de Datos**

**Fuente: (Look P. , Diagrama de Componentes del Módulo de Datos, 2011)**

Los datos dentro de una EntityData son elementos que se pueden representarse mediante una tabla que guardará las propiedades asociadas a sus respectivos valores.

Los datos comparten algunos tipos de propiedades entre las cuales destacan:

- Identificador: Permita distinguir los elementos entre sí.
- Localización: Todos los elementos deben estar asociados a una posición en el espacio.
- Tipo: Permite conocer a qué clase de entidad pertenece, además ayuda en la agrupación y filtrado de elementos.

En la figura N° 17 podemos visualizar el diagrama de clases de la capa de persistencia del framework Look!, además de la interacción de las mismas.

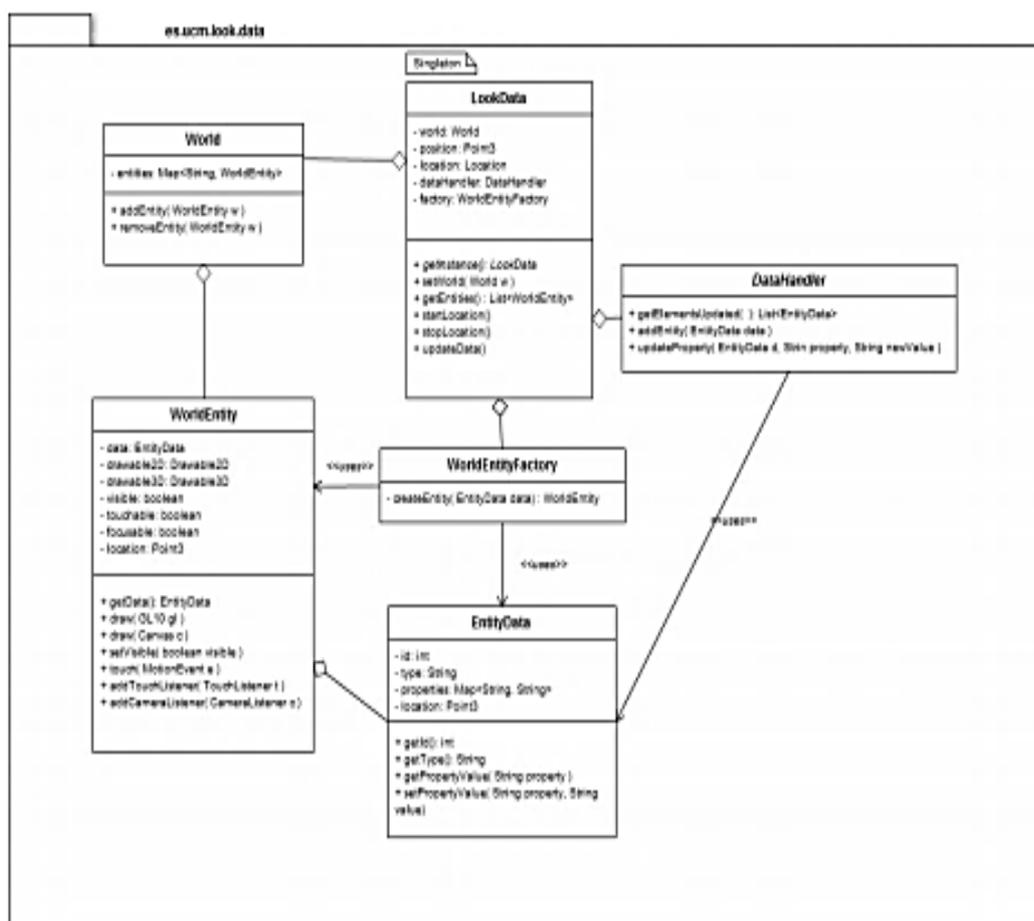


Figura 17. Diagrama de Acceso a Módulo de Datos

Fuente: (Look, Diagrama de Clases del Acceso a Datos, 2011)

### 2.7.3.3 Módulo de Localización

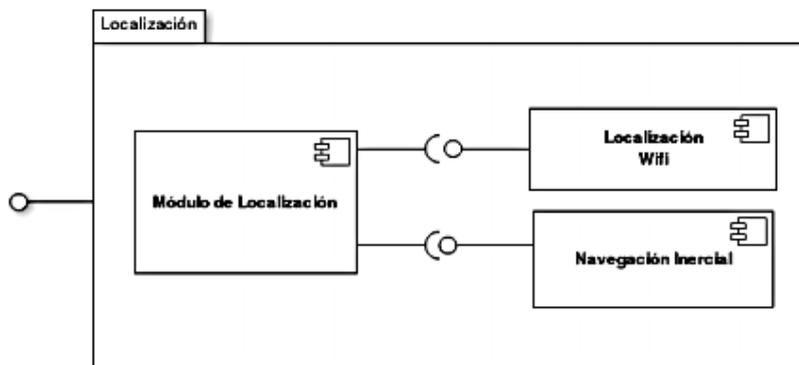


Figura 18. Diagrama de Componentes de Localización

Fuente: (Look P. , Diagrama de Componentes de Localización, 2011)

#### a. Orientación en Android

Android define tres rotaciones para un dispositivo: pitch (x), azimuth (y) y roll (z), con respecto a la posición de reposo, como se visualiza en la figura N° 19.

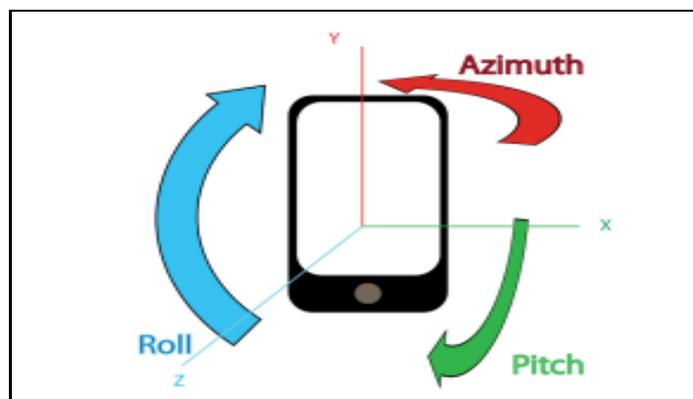


Figura 19. Rotaciones de Posición de un Smartphone

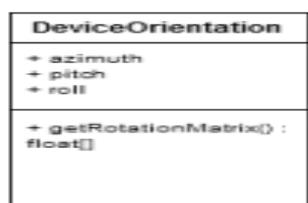
Fuente: (Leon & Toapanta, Look, 2012)

#### b. DeviceOrientation

Esta clase implementa el patrón de diseño Singleton, el cual permite obtener la orientación actual, definida por los tres parámetros de rotación del dispositivo móvil.

[27]

Para este cálculo se utiliza el acelerómetro y el medidor de campo magnético que están integrados en el dispositivo, además Android proporciona un método que a partir de los datos calculados de los sensores permite realizar la matriz de rotación del dispositivo y obtener los parámetros de orientación, los mismos que se visualizan en la implantación de la clase DeviceOrientation en la figura N° 20.



**Figura 20. Clase Device Orientation**

**Fuente: (Leon & Toapanta, Look, 2012)**

### **c. Subsistema de Navegación Inercial**

El objetivo de este subsistema es estimar el movimiento relativo del dispositivo en base a una posición de partida.

Para esto se debe detectar cuando el usuario está caminando y aplicar una velocidad estándar de paso en la dirección adecuada, este procedimiento se realiza a través de la obtención de datos de los sensores que el dispositivo tiene:

- Acelerómetro: detecta aceleraciones y movimientos.
- Giroscopio: detecta la dirección.

### **2.7.3.4 Conexión del módulo de datos con el módulo de realidad aumentada**

#### **a. World**

World es un contenedor de todas las entidades WorldEntity, que contiene métodos como thread-safe que permiten añadir, consultar y eliminar entidades dentro del World. LookData es la clase que procesará el módulo de realidad aumentada.

## b. WorldEntity

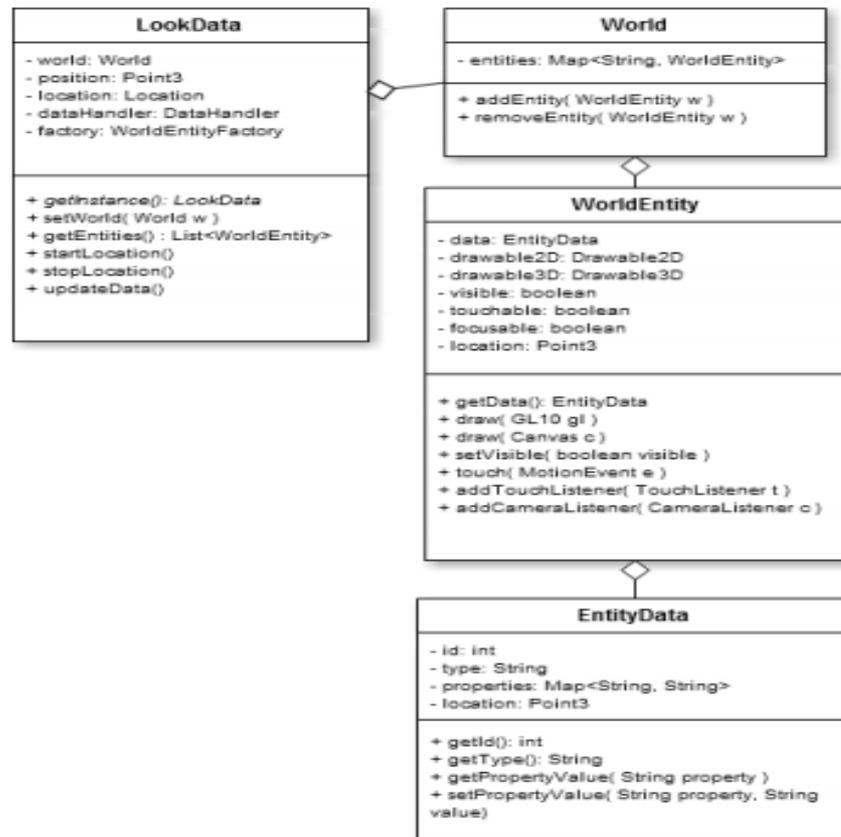
Cada uno de los elementos contenidos dentro de un World toma el nombre de WorldEntity, que son elementos construidos a partir de un EntityData mediante una clase llamada WorldEntityFactory.

Un World Entity contiene atributos relacionados con la representación gráfica y sus interacciones, partiendo de:

- Representación 2D
- Representación 3D
- Touch Listeners: conjunto de listeners que controlan las acciones sobre un elemento.
- Camera Listeners: conjunto de listeners que controlan los eventos cuando la cámara visualiza una entidad.

Además, posee otros atributos que permiten controlar el comportamiento de una entidad dentro del mundo como: táctil, habilitado, enfocable y visible.

La clase WorldEntity provee los métodos necesarios para la adecuada manipulación de la entidad, la cual debe ser personalizada para lograr comportamientos más funcionales dependiendo los requerimientos de la aplicación. En la figura N° 21 podemos visualizar la interacción de la clase World Entity dentro del framework Look!. [18]



**Figura 21. Diagrama de Clases de Entidades**

**Fuente: (Look, Diagrama de Clases de LookData, World, WorlEntity y EntityData y sus relaciones, 2011)**

#### 2.7.4 Procesamiento

Antes de empezar el desarrollo de una aplicación utilizando realidad aumentada, se debe establecer las funcionalidades, además de otros parámetros primordiales como [21]:

1. Entidades representadas en el framework
2. Características y tipos de entidades a ser representadas
3. Que tipos de entidades van a ser representadas en la realidad aumentada.
4. Ubicación de entidades (Local o/y Remota)
5. Representación gráfica (2D o/y 3D)
6. Interacciones permitidas para cada entidad:
  - a. Efectos al pulsar

- b. Efectos al arrastrar
  - c. Efectos al soltar
  - d. Efectos al enfocar con la cámara
7. Ubicación de usuario, localización relativa, inercial o por Wifi
  8. Sistemas de referencia de objetos
  9. Origen de coordenadas
  10. Elementos adicionales para completar la funcionalidad de la aplicación

A continuación se deberá registrar las imágenes distribuidas en dos etapas:

- En la primera etapa se realiza la detección de esquinas, de bordes, del umbral y los métodos de procesado de estas imágenes.
- En la segunda etapa se define el sistema de coordenadas del mundo en función de la información obtenida de la primera capa.

Obtenidos los datos de los pasos previos se puede comenzar la codificación de la aplicación de la siguiente manera, todo depende los requisitos del sistema a realizarse:

- Creación de Activity Principal
- Definición de elementos de EntityData
- Definición de Factorías de elementos
- Adición de Interacciones
  - Proceso de eventos táctiles: TouchListener
  - Proceso de eventos de la cámara: CameraListener
- Configuración de la base de Datos
  - Incorporación del DBDataHandler
- Preparación del Sistema de Localización
  - Definir Nodos y Puntos de Acceso
  - Capturar Datos
  - Comprobación de Localización por Wifi
  - Parámetros del Sistema de Navegación Inercial
    - Factores de Orientación y Escala

- Integración de localización

### 2.7.5 Evolución

Look fue desarrollado en el año 2011, con la versión oficial de Android hasta dicha fecha, después de su publicación no ha habido avances por parte de sus desarrolladores, como se observa en la tabla N° 4.

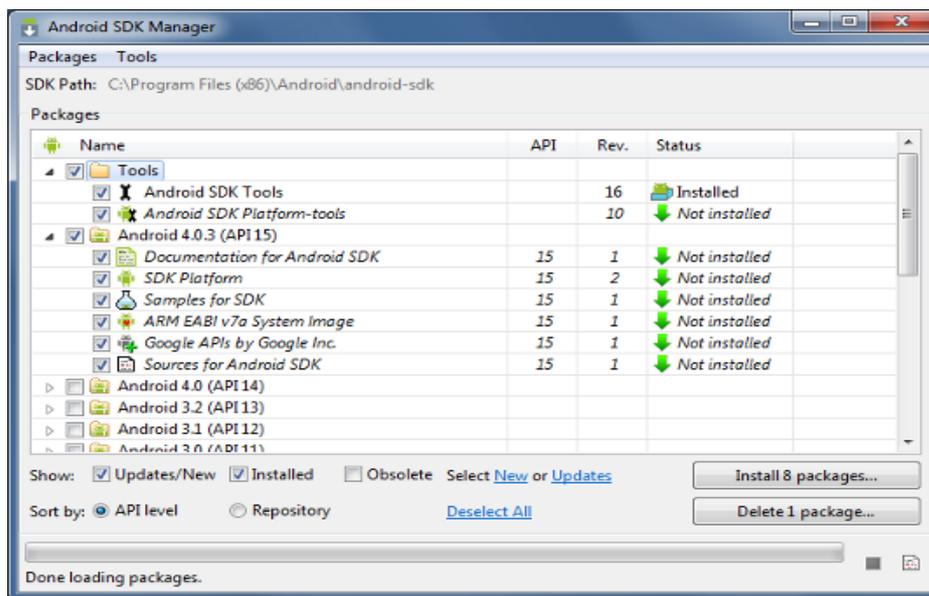
**Tabla 4. Evolución de Look**

Versión S.O Android	Características Look
1.0	Sin Desarrollo
2.2	Realidad aumentada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráficos en 2D y 3D</li> <li>• Integración de gráficos externos con la cámara</li> <li>• Interacción con Objetos Virtuales</li> <li>• Construcción de Entidades representables en Realidad Aumentada</li> </ul> Localización en Interiores de Edificios Integración con Servicios Remotos Servicio de Persistencia de Datos
3.0 – 5.0.2	Sin Desarrollo, ni actualizaciones

### 2.7.6 Plataformas de Desarrollo

#### 2.7.6.1 SDK Android

Software Development Kit o SDK es un kit de desarrollo de software, con el que se puede desarrollar aplicaciones, adicionalmente nos permite ejecutarlas en un emulador del sistema Android de la versión que se desee, así como se muestra en la figura N° 22. [16]



**Figura 22. SDK Android**

### 2.7.6.2 Eclipse

Eclipse es el software informático multiplataforma de código abierto, creado por la Fundación Eclipse, que está compuesto de un entorno de desarrollo Java IDE, C / C ++ IDE, PHP IDE, entre otros que se puede observar en la figura N° 23. [7]



**Figura 23. Lenguajes de Programas soportados por Eclipse**

Fuente:(Eclipse, 2015)

### 2.7.6.3 SQLite



**Figura 24. SQLite**

Fuente: (SQLite, 2015)

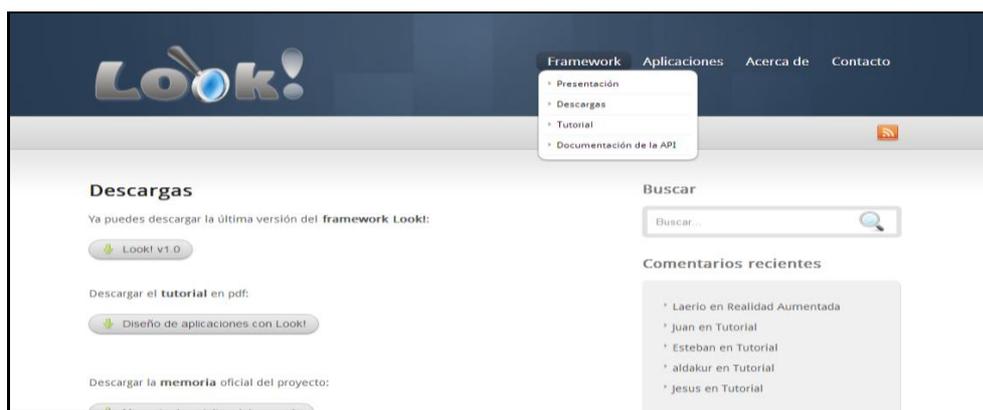
SQLite es un motor de base de datos SQL, que trabaja sin un servidor o alguna configuración especial, lee y escribe directamente sobre archivos del disco. [45]

Características:

- Transacciones ACID
- Funciones avanzadas de SQL
- Soporta bases de datos de hasta terabytes
- Código fuente accesible al público
- Sin dependencia externa
- Multiplataforma

#### 2.7.6.4 Librería Framework Look

Para desarrollar una aplicación con el Framework Look se debe adicionar la librería en el proyecto a realizarse, la cual se descarga de la página oficial [www.lookar.net](http://www.lookar.net), así como se muestra en la figura N° 25:



**Figura 25. Página Oficial de Look**

**Fuente: (Look Pagina Oficial, 2013)**

## **2.8 MARCO DE TRABAJO**

### **2.8.1 Metodología de Desarrollo SCRUM**

A continuación, se describe a breves rasgos la metodología de desarrollo SCRUM, para entender los beneficios que conlleva su uso dentro del desarrollo de software.

#### **2.8.1.1 Introducción**

SCRUM es un proceso de gestión y control para la creación de software, que se basa en un método iterativo, incremental y adaptable orientado hacia las personas; el cual divide el desarrollo en ciclos de priorización de requerimientos, cuyo principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión de una empresa, a través del uso de buenas prácticas que permiten trabajar de forma conjunta en equipos productivos para asegurar el mejor resultado de un determinado proyecto. [33]

En Scrum se realizan entregas parciales del producto final, llamados sprint, los cuales se realizan en base al valor que ofrecen a los clientes y las necesidades inmediatas requeridas.

Scrum está especialmente indicado para proyectos complejos, desarrollados en entornos dinámicos y cambiantes de un modo flexible, que exigen rapidez en los resultados.

#### **2.8.1.2 Características / Beneficios**

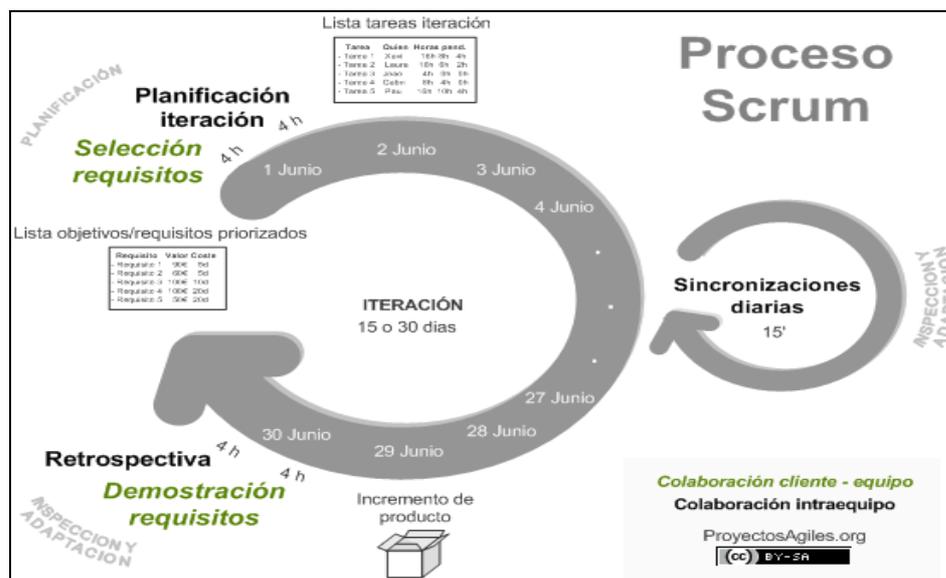
Scrum permite al cliente del producto en desarrollo, realinear el software en cualquier momento con los objetivos de negocio de la empresa, ya que se puede introducir cambios funcionales o de prioridad al inicio de cada nueva iteración sin que se presente mayor dificultad. [34, 35]

Scrum genera un conjunto de beneficios, entre los cuales se puede mencionar:

- Cumplimiento de expectativas de los clientes mediante la priorización de requerimientos.
- Alta capacidad de reacción y flexibilidad ante cambios de requerimientos generados por las necesidades del cliente o evoluciones del mercado.
- Reducción del tiempo de espera del cliente en la entrega del producto, ya que cada iteración es un producto parcial funcional que ya puede utilizar el usuario.
- Mejora la calidad de software entregado debido al trabajo y a la visión de una versión funcional al final de cada ciclo.
- Mejora de la productividad y alto rendimiento, gracias al trabajo colaborativo, motivación y organización de cada uno de los equipos.
- Optimización del retorno de la inversión de la empresa
- Reducción y dispersión de riesgos de manera anticipada.

### **2.9.1.3 Fases**

En Scrum, un proyecto de desarrollo se ejecuta en bloques temporales cortos y fijos, llamados iteraciones. Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo (producto funcional) cumpliendo con los requerimientos, así como se detalla en la figura N° 26.



**Figura 26. Fases de Desarrollo de Scrum**

**Fuente: (Scrum Manager Body of Knowledge, 2014)**

El proceso parte con la elaboración de la lista de requisitos o requerimientos solicitados por el usuario, que se priorizan de acuerdo al valor que aportan y que más adelante actúan como el plan del proyecto, al dividirlos en iteraciones y entregables.

De acuerdo con lo anterior, dentro de Scrum se realizan las siguientes actividades:

#### **a. Planificación de la iteración**

- **Selección de requisitos:** se reciba una lista de necesidades del usuario, las mismas que serán priorizadas por el equipo de trabajo.
- **Planificación de la iteración:** elaboración y clasificación de tareas dentro de una determinada iteración.

#### **b. Ejecución de la iteración**

Dentro de esta fase se realizan reuniones de sincronización de trabajo para la revisión de las dependencias entre tareas, progreso de cumplimiento del objetivo de la iteración y obstáculos que se puedan presentar.

Cada miembro del equipo debe responder a tres parámetros de cumplimiento:

- Progreso desde la última reunión (porcentaje)
- Tareas a realizar
- Impedimentos encontrados o que se pueden encontrar

### c. Inspección y adaptación

A la finalización de cada interacción se realiza una nueva reunión de revisión en la que se presenta:

- **Demostración:** El equipo presenta al cliente el producto de los requisitos completados en la iteración. En base de los resultados obtenidos y de los cambios aplicados durante la ejecución del proyecto, el usuario podrá pedir adaptaciones en caso de ser necesarias.
- **Retrospectiva:** se analiza la productividad y cuáles son los inconvenientes que podrían impedir el desarrollo del proyecto; para así mitigar, mejorar las dificultades y crear eficiencia y eficacia en el equipo.

#### 2.3.1.4 Documentación

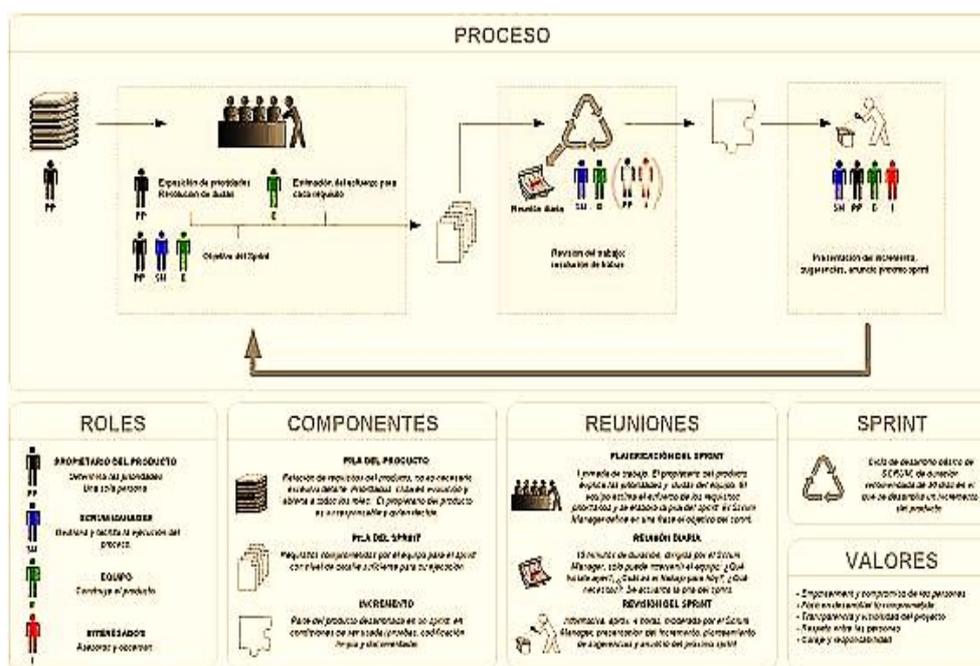


Figura 27. Documentación vs Proceso de Scrum  
Fuente: (Proyectoagiles.org, 2014)

Dentro de los documentos entregables por el equipo de trabajo en este proceso de desarrollo constan los que presentan en la Figura N° 27 y que se detallan a continuación:

#### **a. Product Backlog List**

“Es una lista priorizada que define el trabajo que se va a realizar en el proyecto.”  
(Procesosdesoftware, 2015)

El objetivo es asegurar que al terminar la lista tomando en cuenta la variabilidad del entorno, el producto concebido es el más adecuado, ventajoso y competitivo posible.

La modificación de esta lista en cualquiera de sus parámetros debe ser analizada por especialista llamado Product Owner, quien decidirá si se realiza o no el cambio.

Product backlog es el documento que contiene el detalle de cada iteración, la funcionalidades implementadas, tiempos estimados, responsables, etc. Por lo cual es de gran importancia para el desarrollo del proyecto.

#### **b. Sprints**

“Un Sprint es el procedimiento de adaptación de las variables del entorno dentro de las cuales podemos tener: requerimientos, tiempo, recursos, conocimiento, tecnología, etc.

Además son ciclos iterativos en los cuales se desarrolla o mejora una funcionalidad para producir nuevos incrementos, dando así paso a productos más eficaces. Durante un Sprint el producto es diseñado, codificado y probado; y su arquitectura y diseño evolucionan durante todo el desarrollo de software.”  
(Procesosdesoftware, 2015)

### **c. Burn down Chart**

Gráfica presentada con los requisitos pendientes por elaborar. Esta gráfica presenta una línea que une cada uno de los requisitos que se van cumpliendo, lo normal es que esta línea sea descendente con algunas variaciones si se han presentado cambios o modificaciones en los requerimientos, hasta llegar al eje horizontal, momento en el cual se determina la culminación exitosa del proyecto.

### **d. Sprint Backlog**

Punto inicial de un Sprint, contiene los elementos del Product Backlog List y el detallado de cómo el equipo va a implementar dicha lista durante el sprint.

### **e. Stabilization Sprints**

En esta fase el equipo de trabajo se concentra en encontrar fallas o deficiencias en el producto a ser presentado en el Sprint, para poder solucionarlas y aumentar su funcionalidad.

Realizar este tipo de verificación de calidad es de gran ayuda cuando:

- Se están realizando pruebas beta de la aplicación
- Se está introduciendo a un nuevo equipo de trabajo en el proyecto
- La calidad de un producto no alcanza los límites esperados
- Se encuentra riesgos de desarrollo

## **2.9.2 ISO/IEC 25010**

### **2.9.2.1 Definición**

ISO/IEC 25010 es la norma que define el modelo de calidad de un producto software, partiendo de ocho características fundamentales, las cuales se detallan en la figura N° 28 [14, 15]:



**Figura 28. Características de Calidad**

**Fuente: (ISO 25000, 2015)**

### 2.9.2.2 Métricas de Evaluación para Aplicaciones Móviles

Una aplicación móvil debe ejecutarse en diferentes plataformas, y ajustarse a las capacidades de los diversos dispositivos de acceso, por lo cual la utilidad de las aplicaciones se mide en función de la calidad de los servicios que ofrece al usuario final dadas por la ISO/IEC 25010, de las cuales para el presente proyecto se escogieron las siguientes métricas:

- Funcionalidad
  - Completitud Funcional
  - Corrección Funcional
- Usabilidad
  - Aprendizaje
  - Operatividad
  - Estética
  - Accesibilidad
- Portabilidad y Compatibilidad
  - Adaptabilidad
  - Facilidad de Instalación

## **CAPÍTULO 3**

### **DESARROLLO**

#### **3.1 Introducción**

En este capítulo se detallan los documentos generados a lo largo de este plan de titulación. Cabe recalcar la importancia de la utilización de “Sprints” y “Stabilization Sprints”, los mismos que facilitaron realizar los módulos de forma individual tanto como su integración, además de permitir continuar con la elaboración de funcionalidades adicionales para el aplicativo y así poder mitigar algunas falencias encontradas durante la codificación del mismo.

Finalmente, se detallan las pruebas realizadas para medir la calidad de la aplicación, basadas en los parámetros escogidos para este proyecto de la ISO/IEC 25010.

#### **3.2 ETAPAS DEL PROCESO DE DESARROLLO**

##### **3.2.1 Product Backlog**

El product backlog es el documento que define la priorización de las funcionalidades que va a contener el sistema que además puede definir las historias de usuario, además de los posibles errores a encontrar y el conocimiento que se debe adquirir para solventar los mismos.

##### **3.2.1.1 Especificación de requisitos**

La especificación de requisitos es el listado de funcionalidades que va a tener el sistema, que para SCRUM se lo realiza por medio de historias de usuario.

##### **a. Historias de Usuario**

En las tablas N° 5, 6 y 7 se pueden visualizar las historias de usuario recopiladas para el presente plan de titulación.

**Tabla 5. Historia de Usuario 1**

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Numero:</b> 1	<b>Usuario:</b> Diego Marcillo
<b>Nombre historia:</b> Seleccionar Ruta	
<b>Prioridad en negocio:</b> Bajo	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Bajo
<b>Puntos Estimados:</b>	<b>Interacción Asignada:</b> 1
<b>Programador Responsable:</b> Esteban Ibarra	
<b>Descripción:</b> Permite al usuario seleccionar de una lista predeterminada de rutas un destino, adicionalmente se le presentará la imagen destino de la misma.	

**Tabla 6. Historia de Usuario 2**

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Numero:</b> 2	<b>Usuario:</b> Diego Marcillo
<b>Nombre historia:</b> Empezar Recorrido	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alto	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos Estimados:</b>	<b>Interacción Asignada:</b> 1
<b>Programador Responsable:</b> Esteban Ibarra	
<b>Descripción:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostrar minimapa de la ruta que debe seguir el usuario</li> <li>2. Una vez obtenida la ubicación del usuario por medio del GPS, se visualizará la guía de referencia que debe seguir, a través de una flecha (imagen en pantalla).</li> <li>3. Cuando el usuario se encuentre cerca de puntos de interés, se presentarán las burbujas de información asociadas a los edificios, casetas, etc que tenga a su alrededor.</li> <li>4. La aplicación presentará indicaciones tanto textuales como auditivas del camino que debe seguir el usuario.</li> <li>5. El usuario puede cambiar el punto al cual se está dirigiendo realizando doble</li> </ol>	

clic en la pantalla. Si solo se realiza un clic, se presenta un mensaje en pantalla para recordar al usuario de la funcionalidad descrita.

Nota: Adicionalmente se detienen los sensores y el GPS, cuando este fuera de esta pantalla, para minimizar el uso de recursos.

**Observaciones:**

**Tabla 7. Historia de Usuario 3**

Historia de Usuario	
<b>Numero:</b> 3	<b>Usuario:</b> Ing. Diego Marcillo
<b>Nombre historia:</b> Visualización de Información adicional en Realidad Aumentada	
<b>Prioridad en negocio:</b> Medio	<b>Riesgo en Desarrollo:</b> Bajo
<b>Puntos Estimados:</b>	<b>Interacción Asignada:</b> 1
<b>Programador Responsable:</b> Esteban Ibarra	
<b>Descripción:</b> Al momento de dar clic en la burbuja el usuario puede escoger si desea visualizar mayor información del sitio o no. Cuando el usuario selecciona “sí”, se despliega una ventana emergente con la imagen e información del lugar.	
<b>Observaciones:</b>	

**b. Descripción de Requisitos**

En la tabla N° 8 se puede observar la descripción de requerimientos del proyecto, además de su respectiva priorización.

**Tabla 8 . Descripción de Requerimientos del Proyecto**

N°	Descripción del requisitos	Prioridad
1	Módulo de Datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperar información de las rutas de los diferentes lugares de la Universidad mediante archivos KML.</li> <li>Recuperar información e imágenes de la Base de Datos.</li> </ul>	3

 Continua

2	Módulo de interfaz de Usuario: Tener disponible las diferentes rutas para ser escogidas por los usuarios para poder generar la guía de localización.	4
3	Módulo de Realidad Aumentada: Permitir la interacción del GPS y la cámara del celular: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar la flecha guía, cuando se geolocalice al dispositivo.</li> <li>• Presentar las burbujas de información en función a la distancia del usuario con respecto a punto de relevancia.</li> <li>• Presentar Minimapa en la pantalla</li> <li>• Desplegar mensajes textuales y auditivos en función de la posición del usuario.</li> <li>• Desplegar ventanas emergentes con la información de los sitios.</li> </ul>	1
4	Integración de módulos: Permitir comunicación e interacción entre los diferentes módulos de la aplicación.	2

### 3.2.1.2 Priorización de Requisitos

En la tabla N° 9 se puede observar la priorización de los requerimientos por módulo del sistema.

**Tabla 9. Priorización de Requerimientos**

N°	Descripción del requisitos	Prioridad	Estimación de esfuerzo (días)	Sprint
3	Módulo de Realidad Aumentada: Permitir la interacción del GPS y la cámara del celular: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar la flecha guía, cuando se geolocalice al</li> </ul>	1	120	1

 Continua

 Continua

	<p>dispositivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar las burbujas de información en función a la distancia del usuario con respecto a punto de relevancia.</li> <li>• Presentar Minimapa en la pantalla</li> <li>• Desplegar mensajes textuales y auditivos en función de la posición del usuario.</li> </ul> <p>Desplegar ventanas emergentes con la información de los sitios.</p>			
4	Integración de módulos: Permitir comunicación e interacción entre los diferentes módulos de la aplicación.	2	10	2
1	<p>Módulo de Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperar información de las rutas de los diferentes lugares de la Universidad mediante archivos KML.</li> <li>• Recuperar información e imágenes de la Base de Datos.</li> </ul>	3	10	3
2	Módulo de interfaz de Usuario: Tener disponible las diferentes rutas para ser escogidas por los usuarios y así poder generar la guía de localización.	4	5	4

### 3.2.2 Planificación del Sprint

Dentro de SCRUM, la planificación de los diversos sprints es importante para las estimaciones de tiempos o esfuerzos dentro de un proyecto, mismos que se detallan en esta sección para el presente plan de titulación.

### 3.2.2.1 Sprint Backlog

En la tabla N° 10 se visualiza el sprint backlog general del presente plan de titulación, con las estimaciones de tiempos dentro de los diversos días.

**Tabla 10. Sprint Backlog General**

N°	Requisitos/ Tarea	Respon.	Días											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
3	Módulo de Realidad Aumentada	Esteban Ibarra	4	4	4	4		4	4	4	4			
4	Integración de módulos	Esteban Ibarra	4	3	4	2		2	3	2	3			
1	Módulo de Datos	Tiffany Moncayo	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	
2	Módulo de interfaz de Usuario	Tiffany Moncayo	3	2	3	1		2						

### 3.2.3 Codificación

En esta sección se describe brevemente la codificación o información generada dentro de cada uno de los sprints.

#### 3.2.3.1 Sprint1: Modulo de datos.

En este módulo se generó todos los archivos KML de las diferentes rutas, para posteriormente ser recuperados desde la aplicación y ser añadidas a la información e imágenes pertenecientes a los diferentes lugares de la Universidad, guardados en la base de datos SQLite, a la cual se accede mediante el proveedor de contenidos y así administrarlos de tal forma que sean transparentes para la aplicación.

En la tabla N° 11 se detalla cada una de las actividades mencionadas anteriormente:

**Tabla 11. Sprint Backlog Final del Módulo de Datos**

Requisito	Tarea	Quien	Estado	Horas Pendientes	Días:										
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Módulo de Datos	Generar rutas.	Tiffany Moncayo	Completa	145	3	3								2	2
Módulo de Datos	Registrar rutas en BD.	Tiffany Moncayo	Completa				3								
Módulo de Datos	Obtener datos de los principales lugares.	Tiffany Moncayo	Completa				3	3							
Módulo de Datos	Registrar datos de lugares en BD.	Tiffany Moncayo	Completa						3						
Módulo de Datos	Obtener y registrar imágenes en BD.	Tiffany Moncayo	Completa							3	3				
Módulo de Realidad Aumentada		Esteban Ibarra	En progreso												
Módulo de interfaz de Usuario		Esteban Ibarra	En progreso												
Integración de Módulos		Esteban Ibarra	En progreso												

### 3.2.3.2 Sprint2: Módulo de interfaz de usuario.

En la tabla N° 12 se detalla las actividades que permitirán la disponibilidad de las diferentes rutas a ser escogidas por los usuarios y así generar la guía de localización, además de la creación de la pantalla principal.

**Tabla 12. Sprint Backlog Final del Módulo de Interfaz de Usuario**

Requisito	Tarea	Quien	Estado	Horas Pendientes	Días:					
					1	2	3	4	5	6
Módulo de Datos		Tiffany Moncayo	Completa	117						
Módulo de Realidad Aumentada		Esteban Ibarra	En Proceso							
Módulo de interfaz de Usuario	Visualización de información de rutas	Esteban Ibarra	Completa	3	2					
Módulo de interfaz de Usuario	Selección de rutas	Esteban Ibarra	Completa				1			
Módulo de interfaz de Usuario	Pantalla Principal	Esteban Ibarra	Completa				3	2		
Integración de Módulos		Esteban Ibarra	En Proceso							

La Figura N° 29 muestra las pantallas con las que interactuará el usuario final de la aplicación.



**Figura 29. Pantallas de la Interfaz del Aplicativo**

### 3.2.3.3 Sprint3: Módulo de Realidad Aumentada.

En la tabla N° 13 se visualiza la estimación de tiempos para el desarrollo del módulo de realidad aumentada del sistema.

**Tabla 13. Sprint Backlog Final del Módulo de Realidad de Aumentada**

Requisito	Tarea	Quien	Estado	Semana:							
				1	2	3	4	5	6	7	8
				Horas Pendientes:							
				106	90	74	58	42	26	10	0
Módulo de Datos		Tiffany Moncayo	Completa								
Módulo de Realidad Aumentada	Mostrar flecha de guía	Esteban Ibarra	Completa		16						
Módulo de Realidad Aumentada	Presentar las burbujas de información.	Esteban Ibarra	Completa			16					
Módulo de Realidad Aumentada	Presentar Minimapa en la pantalla	Esteban Ibarra	Completa				16				
Módulo de Realidad Aumentada	Desplegar mensajes textuales y auditivos	Esteban Ibarra	Completa					16			
Módulo de Realidad Aumentada	Cambio Manual de Punto	Esteban Ibarra	Completa						16		
Módulo de Realidad Aumentada	Desplegar Rutas	Esteban Ibarra	Completa		16						
Módulo de Realidad Aumentada	Desplegar ventanas emergentes con la información de los sitios.	Esteban Ibarra	Completa							10	
Módulo de interfaz de Usuario		Esteban Ibarra	Completa	106							
Integración de Módulos		Esteban Ibarra	En Proceso								

Para la obtención de la distancia entre dos puntos geográficos, la cual permite determinar cuándo se presentará tanto un mensaje de texto como un mensaje auditivo en la aplicación. Para el cálculo, se utilizó el algoritmo del modelo elipsoidal de la

Tierra, el cual tiene un mínimo margen de error al momento de realizar el cálculo que es de 0.5 milímetros, el mismo que se muestra a continuación:

$a, b$  = valor máximo y mínimo de elipsoide

$f$  = flattening  $(a-b)/a$

$\varphi_1, \varphi_2$  = Latitud

$L$  = Diferencia de Longitud

$\tan U_{1/2} = (1-f) \cdot \tan \varphi_{1/2}$

$\cos U_{1/2} = 1 / \sqrt{1 + \tan^2 U_{1/2}}$ ,  $\sin U_{1/2} = \tan U_{1/2} \cdot \cos U_{1/2}$

$\lambda = L$  (Primera aproximación) (e.g.  $10^{-12} \approx 0.006mm$ ) {

$\sin \sigma = \sqrt{[(\cos U_2 \cdot \sin \lambda)^2 + (\cos U_1 \cdot \sin U_2 - \sin U_1 \cdot \cos U_2 \cdot \cos \lambda)^2]}$

$\cos \sigma = \sin U_1 \cdot \sin U_2 + \cos U_1 \cdot \cos U_2 \cdot \cos \lambda$

$\sigma = \text{atan}(\sin \sigma / \cos \sigma)$

$\sin \alpha = \cos U_1 \cdot \cos U_2 \cdot \sin \lambda / \sin \sigma$

$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$

$\cos 2\sigma_m = \cos \sigma - 2 \cdot \sin U_1 \cdot \sin U_2 / \cos^2 \alpha$

$C = f/16 \cdot \cos^2 \alpha \cdot [4 + f \cdot (4 - 3 \cdot \cos^2 \alpha)]$

$\lambda' = L + (1 - C) \cdot f \cdot \sin \alpha \cdot \{\sigma + C \cdot \sin \sigma \cdot [\cos 2\sigma_m + C \cdot \cos \sigma \cdot (-1 + 2 \cdot \cos^2 2\sigma_m)]\}$

$u^2 = \cos^2 \alpha \cdot (a^2 - b^2) / b^2$

$A = 1 + u^2/16384 \cdot \{4096 + u^2 \cdot [-768 + u^2 \cdot (320 - 175 \cdot u^2)]\}$

$B = u^2/1024 \cdot \{256 + u^2 \cdot [-128 + u^2 \cdot (74 - 47 \cdot u^2)]\}$

$\Delta\sigma = B \cdot \sin \sigma \cdot \{\cos 2\sigma_m + B/4 \cdot [\cos \sigma \cdot (-1 + 2 \cdot \cos^2 2\sigma_m) - B/6 \cdot \cos 2\sigma_m \cdot (-3 + 4 \cdot \sin^2 \sigma) \cdot (-3 + 4 \cdot \cos^2 2\sigma_m)]\}$

$s = b \cdot A \cdot (\sigma - \Delta\sigma)$

$\alpha_1 = \text{atan}(\cos U_2 \cdot \sin \lambda / \cos U_1 \cdot \sin U_2 - \sin U_1 \cdot \cos U_2 \cdot \cos \lambda)$

$\alpha_2 = \text{atan}(\cos U_1 \cdot \sin \lambda / -\sin U_1 \cdot \cos U_2 + \cos U_1 \cdot \sin U_2 \cdot \cos \lambda)$

**Figura 30. Algoritmo del Modelo Elipsoidal de la Tierra**

**Fuente: (Veness, 2015)**

A continuación en las figuras 31 y 32 se presentarán los objetos de la realidad aumentada que se proyectarán en pantalla al usuario, en la ejecución de la aplicación.



**Figura 31. Objetos de Realidad Aumentada**

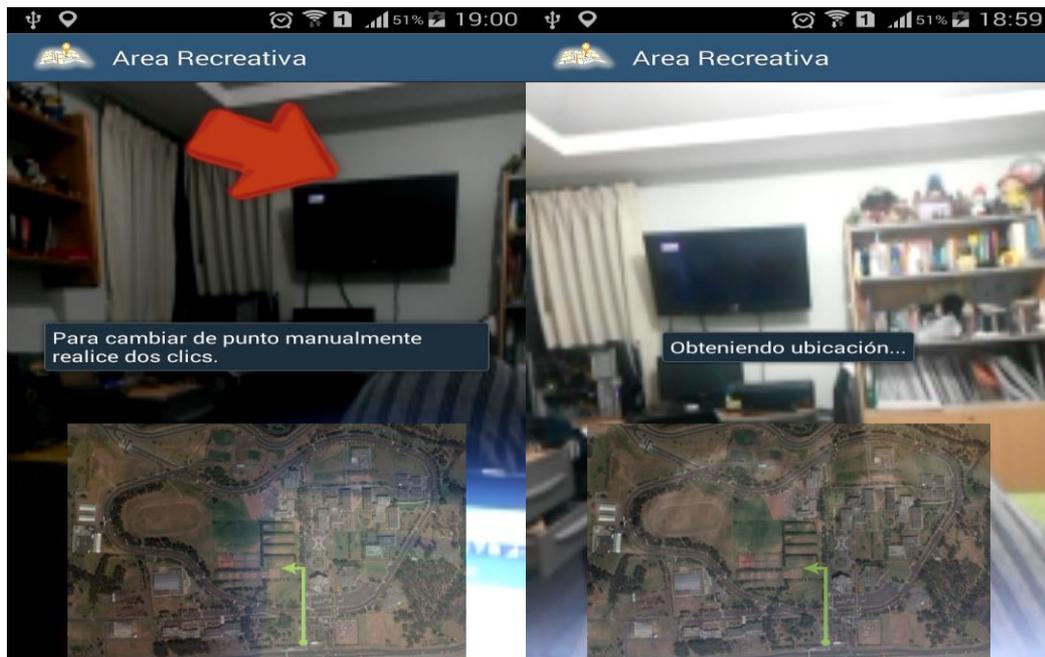


Figura 32. Mensajes textuales

### 3.2.3.4 Sprint 4: Integración de módulos.

En la figura N° 33 se presenta la integración de los 3 módulos de la aplicación y la interacción entre ellos, mediante un diagrama de clases.

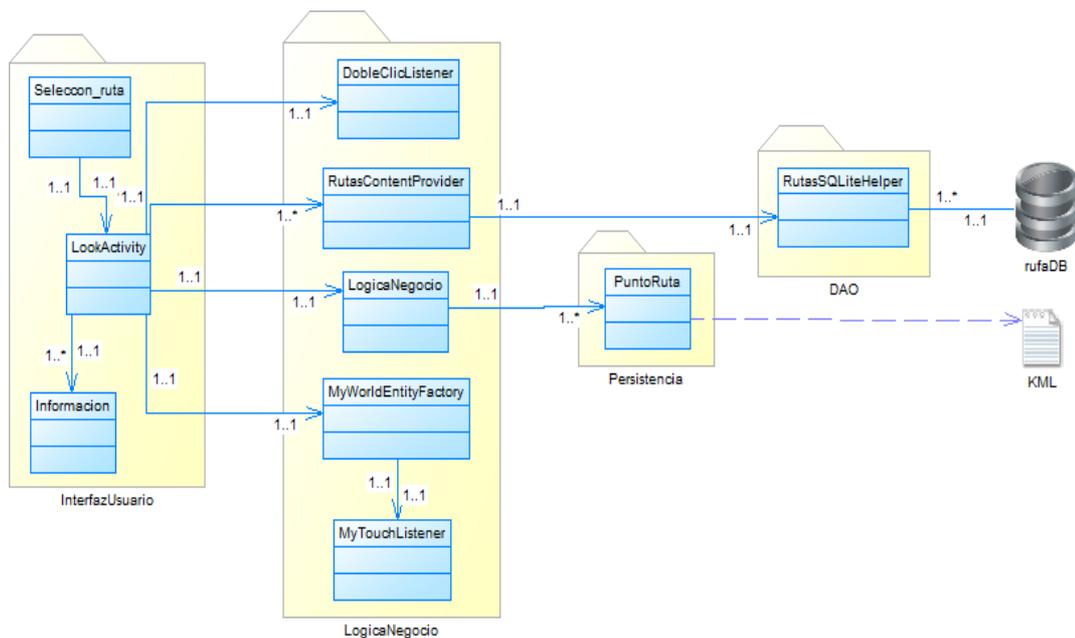


Figura 33. Diagrama de Clase de la Integración de Módulos

### 3.2.4 Implementación y Pruebas

En esta sección se describe brevemente el proceso de generación de instalador de la aplicación, además de las diferentes pruebas que se realizaron para asegurar la calidad de la misma.

#### 3.2.4.1 Implementación de la Aplicación Móvil

La implementación de la aplicación móvil, se refiere a la generación del instalador. Para lo cual se debe seguir los siguientes pasos. En este caso se ocupó de IDE de Eclipse.

1. Seleccionar “Export Signed Application Package”, opción que se visualiza al desplegar el menú de opciones sobre el proyecto.

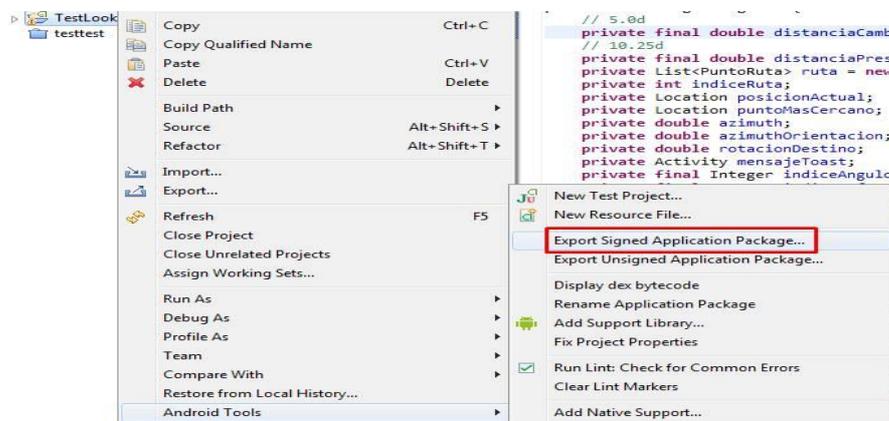


Figura 34. Menú de opciones del Proyecto

2. Verificación y confirmación del proyecto a empaquetar.

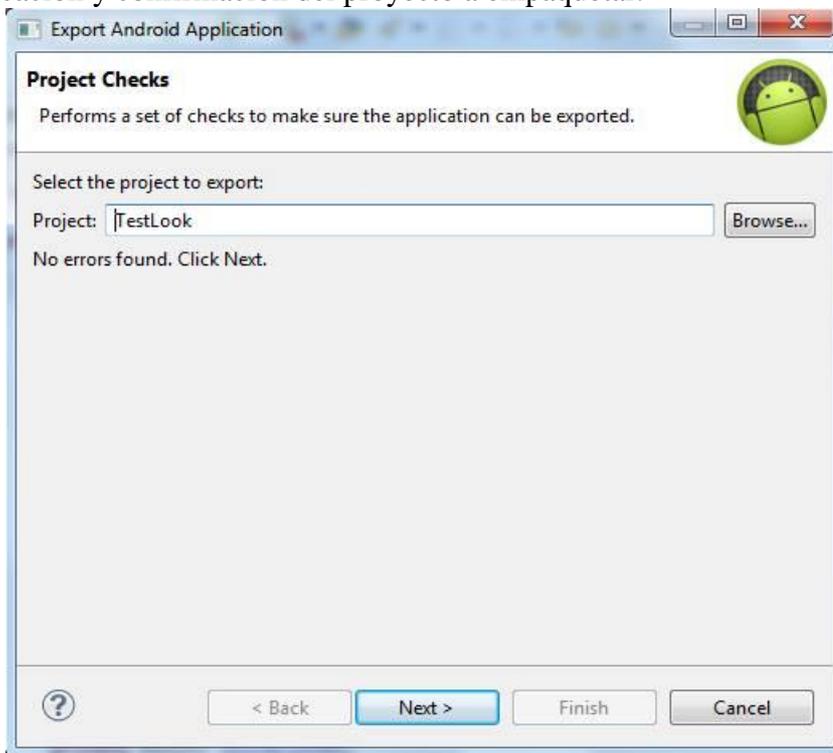


Figura 35. Pantalla de Exportación de Aplicación

3. Escribir la clave del archivo que va a firmar la aplicación.

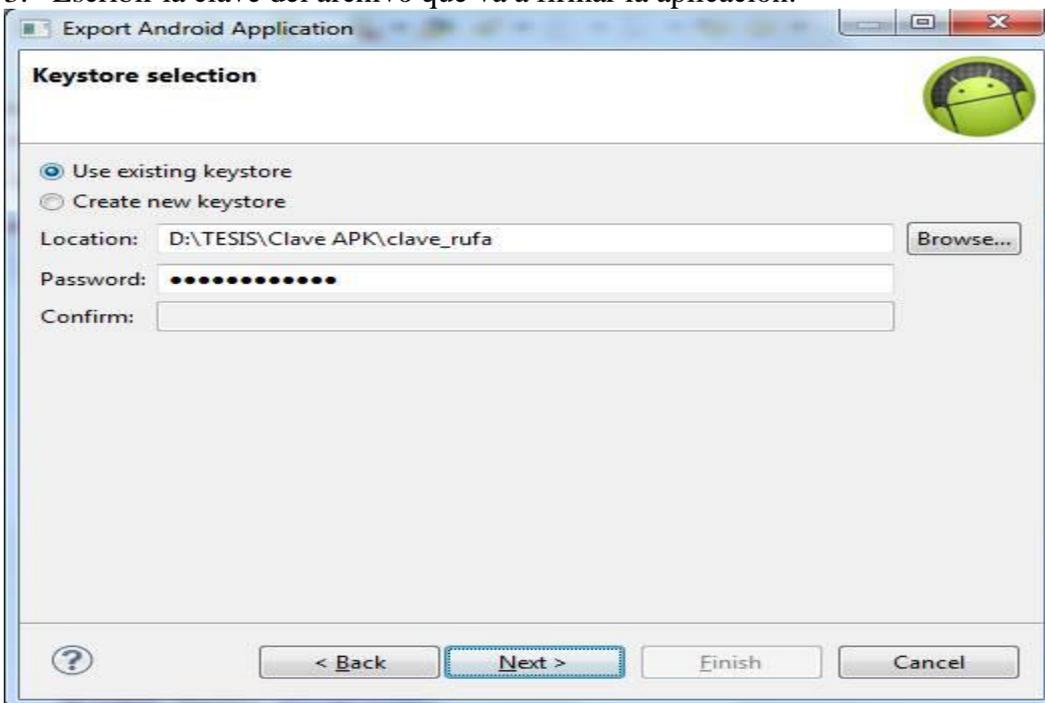
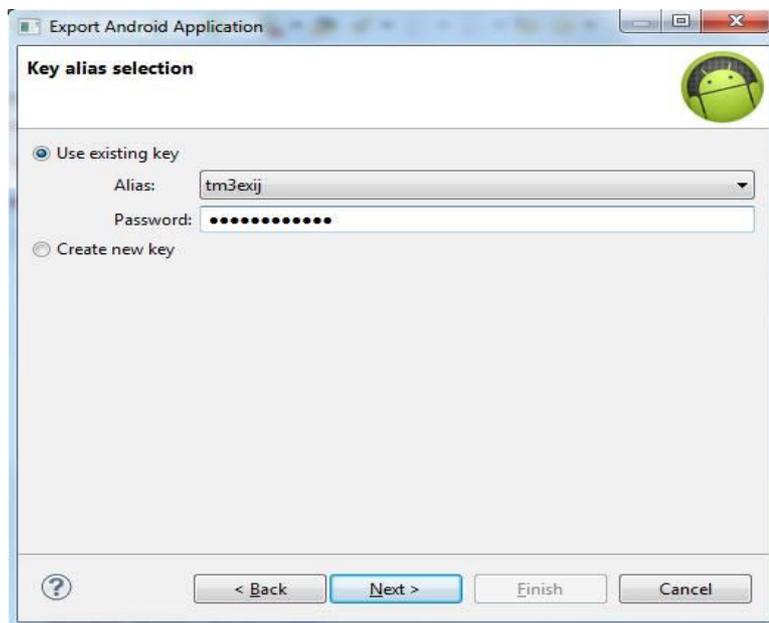


Figura 36. Generación de clave

4. Seleccionar la clave para el cifrado y escribir la contraseña de la misma.



**Figura 37. Selección de clave**

5. Seleccionar ruta de instalación y Finalizar.



**Figura 38. Instalación**

### 3.2.4.2 Pruebas de la Aplicación

Para el presente proyecto y con fundamento en el marco teórico a continuación se presentan las diferentes pruebas a ser realizadas a la aplicación para posteriormente establecer la calidad de la misma.

**Pruebas de funcionalidad:** relaciona el funcionamiento de la aplicación con el cumplimiento de los requisitos funcionales iniciales. Dentro de las pruebas de funcionalidad para un dispositivo móvil se realizaron las descritas a continuación:

- Pruebas de Instalación y Desinstalación
- Funcionalidades de teclas
  - Tecla hacia atrás: Comprueba si la tecla hacia atrás lleva al usuario hacia la pantalla anterior.
  - Salida de la aplicación: Verifica que el usuario sea capaz de salir de la aplicación bajo todos los modos de salida y desde cualquier punto.
- Prueba de pantalla
  - Funcionalidad táctil
  - Respuesta táctil
  - Área táctil.

En la tabla N° 14 se visualiza el modelo de prueba de funcionalidad realizado para la aplicación.

**Tabla 14. Modelo de Prueba de Funcionalidad**

	5	4	3	2	1	
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	
Prueba de Funcionalidad						
Parámetros	5	4	3	2	1	0 Observaciones
<b>Instalación y Desinstalación de Aplicación</b>						
<b>Tecla hacia atrás (En la pantalla de guía, detiene el</b>						

 Continua

**GPS y los demás sensores).**

**Salida de la aplicación** (Detiene completamente el uso de sensores Y GPS).

**Tecla de Opciones** (Presenta la opción "Información" y su icono).

**Funcionalidad táctil** (Permite el cambio manual de punto correctamente, basado en el movimiento por el GPS).

**Respuesta Táctil** (Cambia la información de listas, ejecuta acción de botones o cierra actividades rápidamente).

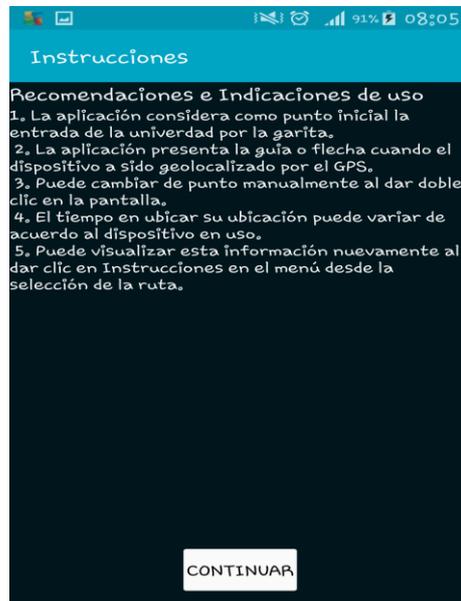
**Área Táctil** (Permite el cambio manual en áreas donde no hay imágenes).

Los resultados de la aplicación de estas pruebas se anexaran a final del trabajo como constancia y para verificación de datos posteriores.

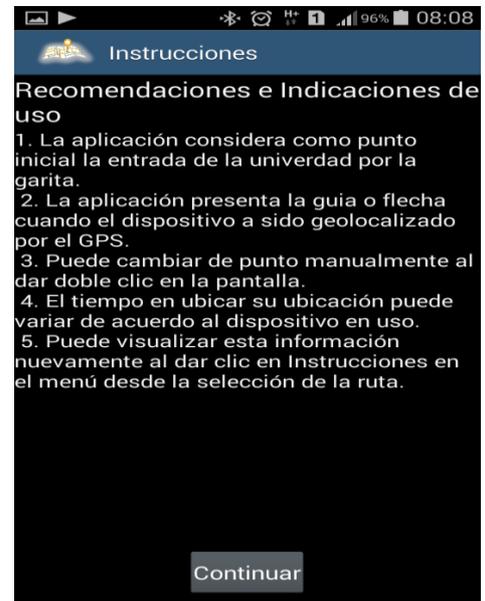
**Pruebas de compatibilidad:** Permiten conocer si la aplicación es compatible con otros sistemas operativos de los diversos dispositivos móviles.

Los resultados de estas pruebas se presentan desde las figuras 39 a la 45, las mismas que se realizaron para la versión 4.4.2 y 5.0.1 de Android:

## 1. Pantalla de Instrucciones



**Figura 39. Pantalla de Instrucciones en Android 5.0.1**



**Figura 40. Pantalla de Instrucciones en Android 4.4.2**

## 2. Pantalla Principal de Selección

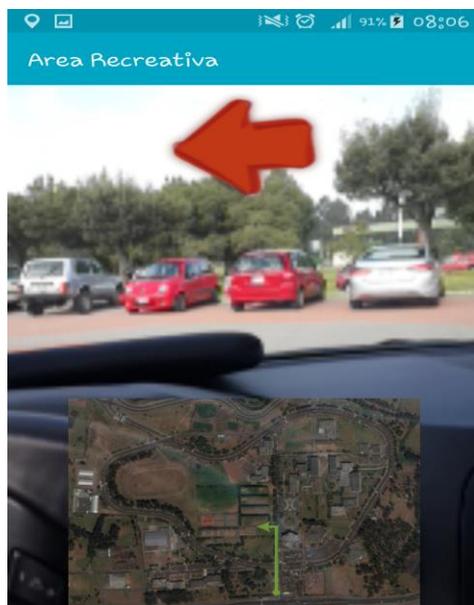


**Figura 41. Pantalla Principal en Android 5.0.1**

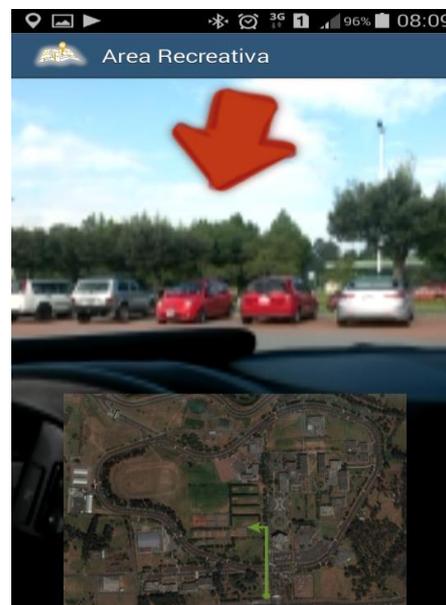


**Figura 42. Pantalla Principal en Android 4.4.2**

### 3. Pantalla de Ruta y Realidad Aumentada



**Figura 43. Pantalla de Ruta en Android 5.0.1**



**Figura 44. Pantalla de Ruta en Android 4.4.2**

Con estas pruebas se pudo determinar que muchas de las características y funcionalidades de la aplicación están sujetas a las características propias del sistema operativo en las que se ejecuta.

**Pruebas de Usabilidad.** Sirve para comprobar cómo los usuarios finales pueden utilizar e interactuar con la aplicación en su dispositivo móvil, y funcionen correctamente.

- Eficiencia
  - Tiempo empleado para cumplir una tarea
- Satisfacción
  - Nivel de dificultad
  - Nivel de aceptación
- Facilidad de Aprendizaje
  - Tiempo usado por el usuario para terminar una tarea la primera vez de utilización de la aplicación

- Accesibilidad
  - Tamaño de letra: legible
  - Cantidad de imágenes con texto alternativo
- Errores

En la tabla N° 15 se presenta el modelo de prueba de usabilidad realizada para el sistema desarrollado.

**Tabla 15. Modelo de Prueba de Usabilidad**

	5	4	3	2	1	
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	
<b>Prueba de Usabilidad</b>						
<b>Parámetros</b>	5	4	3	2	1	0 Observaciones
<b>Eficiencia</b> (Tiempo al actualizar las guías, presentar la información adicional, etc.)						
<b>Satisfacción</b>						
<b>Facilidad de Aprendizaje</b> (Tiempo que utilizó la primera vez que realizó una tarea en la aplicación)						
<b>Accesibilidad</b> (Presenta correctamente las burbujas de información)						

Los resultados de esta prueba se anexan a final del trabajo como constancia y para verificación de datos posteriores.

En la tabla N° 16 se muestra que de las 28 pruebas realizadas, el 25% de las personas no pudieron llegar a su destino. De esta cantidad de personas, el 57% se perdió en las rutas: MED y Departamento de Idiomas, que son las rutas más complejas, debido a problemas presentados como:

1. La flecha indica el camino equivocado
2. Al llegar a una intersección el aplicativo no indico a donde continuar
3. Falta de instrucciones para el uso del aplicativo
4. No se indicó el final de la ruta al llegar al destino.

**Tabla 16. Resumen de Prueba 1 por Ruta**

<b>Destino</b>	<b>Cantidad de pruebas</b>	<b>Personas que no llegaron a su destino</b>	<b>Fallo de instalación</b>
<b>Residencia</b>	2		
<b>Coliseo</b>	3	1	
<b>Edificio Central</b>	3	1	
<b>Edificio Financiero</b>	2		
<b>Salón 2000</b>	3		
<b>Bloque A y B</b>	3		
<b>Dispensario Médico</b>	3	1	
<b>MED</b>	3	2	
<b>Departamento de Idiomas</b>	3	2	
<b>Área recreativa</b>	2		1
<b>Edificio de Información</b>	1		

Para mitigar estos errores, se implementó las siguientes funcionalidades:

1. Se modificó la distancia de cambio de puntos de referencia de 3.5 metros a 5 metros.
2. Se agregó la funcionalidad para cambiar los puntos de forma manual, realizando dos clics en la pantalla.
3. Se agregó la pantalla de instrucciones al iniciar la aplicación por primera vez y se la puede visualizar igualmente en el menú de opciones de la pantalla principal de la aplicación.

4. Se agregó un mensaje al finalizar la ruta. Adicionalmente, se agregaron mensajes auditivos para complementar a los textuales.

Del total de las pruebas realizadas, el 4% no pudo instalar la aplicación, pero en este caso se trató de instalar en la versión de Android 4.2.2 AOKP que es una versión rooteada. Con esto se comprueba que la aplicación no funciona en versiones de Android rooteadas. En versiones superiores a la 4.4.2 se pueden visualizar cambios en la interfaz y funcionalidad de la aplicación.

En la tabla N° 17 se observa que durante la segunda prueba después de la implementación de la nueva funcionalidad, solamente el 5% de las personas no pudieron llegar a su destino, además que no se registraron fallas al instalar la aplicación en los diversos sistemas operativos de pruebas.

**Tabla 17. Resumen de Prueba 2 por Ruta**

<b>Destino</b>	<b>Cantidad de pruebas</b>	<b>Personas que no llegaron a su destino</b>
<b>Residencia</b>	2	
<b>Coliseo</b>	1	
<b>Edificio Central</b>	2	
<b>Edificio Financiero</b>	1	
<b>Salón 2000</b>	1	
<b>Bloque A y B</b>	2	
<b>Dispensario Médico</b>	2	
<b>MED</b>	2	
<b>Departamento de Idiomas</b>	3	1
<b>Área recreativa</b>	2	
<b>Edificio de Información</b>	2	

### 3.2.4.3 Pruebas de Calidad

Realizadas las pruebas de aplicación y basadas en los parámetros escogidos de la ISO/IEC 25010 para este proyecto se puede determinar que:

**Tabla 18. Modelo de Prueba de Calidad**

Ítem	Valor	Aplica	No Aplica
Funcionalidad			
Compatibilidad			
Usabilidad			

Para la determinar la calidad de esta aplicación se tomó como valor mínimo por cada ítem el de 3.5 sobre 5.

La Tabla N° 19 muestra el promedio de la valorización de calidad de la primera prueba, dando como resultado un promedio de 87% de aceptación por parte de los usuarios en términos de funcionalidad.

**Tabla 19. Resumen de Prueba 1 de Funcionalidad**

Prueba N° 1	
Tecla hacia atrás	4.66666667
Salida de la aplicación	4.33333333
Tecla de Opciones	4.33333333
Respuesta Táctil	5
Área Táctil	3.5

La Tabla N° 20 nos muestra el promedio de la valorización de calidad de la primera prueba, dando como resultado un promedio de 91%, es decir una mejora de 4% en la calidad en términos de usabilidad con respecto a la prueba anterior.

**Tabla 20. Resumen de Prueba 2 de Funcionalidad**

<b>Prueba N° 2</b>	
<b>Tecla hacia atrás</b>	4.61
<b>Salida de la aplicación</b>	4.58333333
<b>Tecla de Opciones</b>	4.49666667
<b>Respuesta Táctil</b>	5
<b>Área Táctil</b>	4

La tabla N° 21 muestra el promedio de la valorización de calidad de la primera prueba, dando como resultado un promedio de 53% de aceptación por parte de los usuarios en términos de usabilidad.

**Tabla 21. Resumen de Prueba 1**

<b>Ítem</b>	<b>Valorización</b>
<b>Eficiencia</b>	3.260869565
<b>Satisfacción</b>	2.52173913
<b>Facilidad de Aprendizaje</b>	3.608695652
<b>Accesibilidad</b>	2.652173913
<b>Errores</b>	1 Error por persona
<b>Operatividad</b>	2.739130435
<b>Estética</b>	3.47826087

La tabla N° 22 muestra el promedio de la valorización de calidad de la segunda prueba, dando como resultado un promedio de 73% de aceptación, con un incremento de 20% de aceptación por parte de los usuarios en términos de usabilidad.

**Tabla 22. Resumen de Prueba 2**

<b>Ítem</b>	<b>Valorización</b>
<b>Eficiencia</b>	4.2173913
<b>Satisfacción</b>	4.26086957
<b>Facilidad de Aprendizaje</b>	4.52173913
<b>Accesibilidad</b>	4.2173913
<b>Errores</b>	0.22 Errores por persona
<b>Operatividad</b>	4.2173913
<b>Estética</b>	4.13043478

**Tabla 23. Pruebas de Calidad**

<b>Ítem</b>	<b>Valor</b>
<b>Tecla hacia atrás</b>	4.63833333
<b>Salida de la aplicación</b>	4.45833333
<b>Tecla de Opciones</b>	4.415
<b>Respuesta Táctil</b>	5
<b>Área Táctil</b>	3.75
<b>Eficiencia</b>	4.2173913
<b>Satisfacción</b>	4.26086957
<b>Facilidad de Aprendizaje</b>	4.52173913
<b>Accesibilidad</b>	4.2173913
<b>Errores</b>	0.22 Errores por persona
<b>Operatividad</b>	4.2173913
<b>Estética</b>	4.13043478

La tabla N° 23 muestra los resultados finales de la aplicación de las pruebas de funcionalidad y usabilidad en la aplicación, con las cuales se pudo determinar que los parámetros de funcionabilidad están sobre el mínimo estimado, lo que demuestra que la aplicación cumple con los requisitos establecidos; por otro lado la valorización que se presenta para los parámetros de usabilidad, muestra un incremento

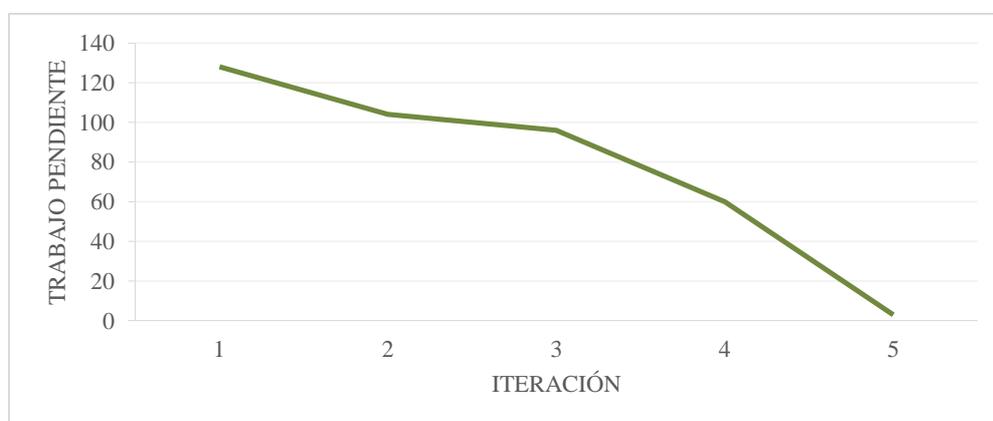
considerable desde la primera aplicación de las pruebas, ya que con los cambios y funcionalidades adicionales se pudo bajar el índice de error que presentaba una persona en cada una de las rutas al 4.4%, valor que engloba los problemas generados por la geolocalización, además se logró el aumento al 90% en la facilidad de aprendizaje de una persona la primera vez que utiliza la aplicación. Así mismo se pudo determinar que a pesar de un incremento en los parámetros de eficiencia y operatividad en un 30%, se debe buscar maneras para mejorar estos parámetros y así brindar una mejor experiencia al usuario final.

### 3.2.4.4 Burn Down Chart Final

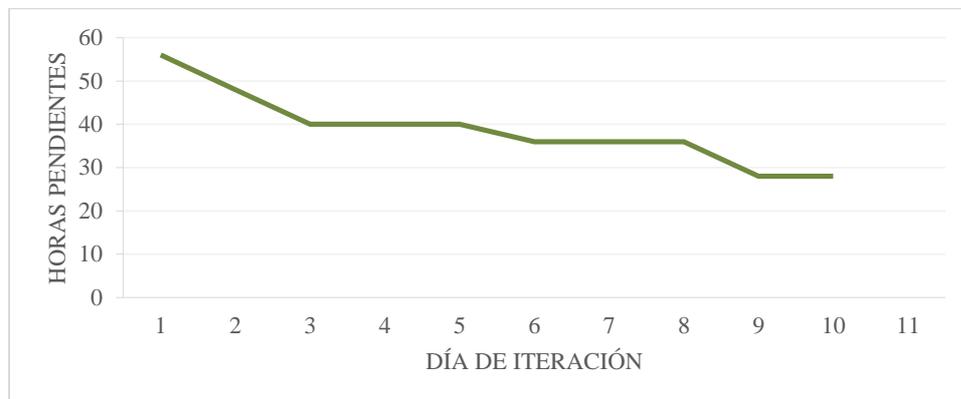
En la tabla N° 18 se detalla los esfuerzos que conllevó el desarrollo de la aplicación una vez finalizada.

**Tabla 24. Burn Down Chart**

Iteración	Días de Iteración										Total Bloque	Total por Iteración
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
3	4	4		4	4	4	4	4		4	32	128
4	4	3	4	2	2	2	3		3	3	26	104
1	3	3	3	3	3	3		3	3		24	96
2	3	2	3	1	1		2	2	1		15	60
Total Bloque	14	12	10	10	10	9	9	9	7	7		
Total por día	56	48	40	40	40	36	36	36	28	28		



**Figura 45. Gráfica de Iteración vs Tiempo Pendiente**



**Figura 46. Gráfica de Tiempo de Iteración vs Tiempo Pendiente**

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Después de haber analizado el funcionamiento y estructura del framework Look que fue desarrollado originalmente para la versión 2.2 de Android, se pudo evidenciar que gracias a la escalabilidad del lenguaje JAVA el funcionamiento del framework se mantiene igual a pesar de las mejoras en hardware de los dispositivos móviles, al integrarlo con archivos KML.
- Como resultado de la integración de las diferentes herramientas usadas para desarrollar la aplicación, podemos concluir que se necesita mayor documentación para la elaboración de trabajos futuros, por ejemplo realizar una mejora de la aplicación en términos de optimización de recursos.
- Aunque en la actualidad se han desarrollado mejores tecnologías para geolocalización, los dispositivos móviles aún no son receptores de alta precisión debido a que presentan errores por eventos climáticos, atenuación de señal, triangulación satelital y otros propios de este sistema.
- Una vez finalizado el desarrollo de la aplicación, se pudo constatar que la flexibilidad que Scrum nos ofrece es adecuada para aplicaciones móviles, debido a que a lo largo de la ejecución del proyecto se vio la necesidad de agregar funcionalidades no programadas que no alteraron el curso de cada Sprint, ni la documentación generada, permitiéndonos agregar el cambio sin mayor afectación.
- Android es un sistema operativo que hoy en día por su gran demanda mejora constantemente y aunque precede de un mismo núcleo, el versionamiento del sistema operativo refleja variaciones en la ejecución de la aplicación.
- Con las pruebas realizadas se pudo constatar que persisten errores a pesar de las funcionalidades adicionales incluidas en la aplicación (0,22 errores por persona), causados por la variación en los datos de geolocalización, que se reflejan en el 82% de aceptación que tiene la aplicación por parte de los usuarios.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Dentro de un proyecto que contempla la integración de diferentes tecnologías como las que se utilizó en esta investigación, se recomienda para trabajos futuros la migración a diferentes sistemas operativos como Windows Phone o iOS para verificar si con este cambio se pueden solventar los errores encontrados durante la implementación del mismo.
- Antes de realizar una aplicación móvil que utilice geolocalización, se recomienda realizar un estudio a fondo de este tema, para así poder prever y mitigar los errores de precisión de ubicación.

## ANEXOS

### MANUAL DE INSTALACIÓN

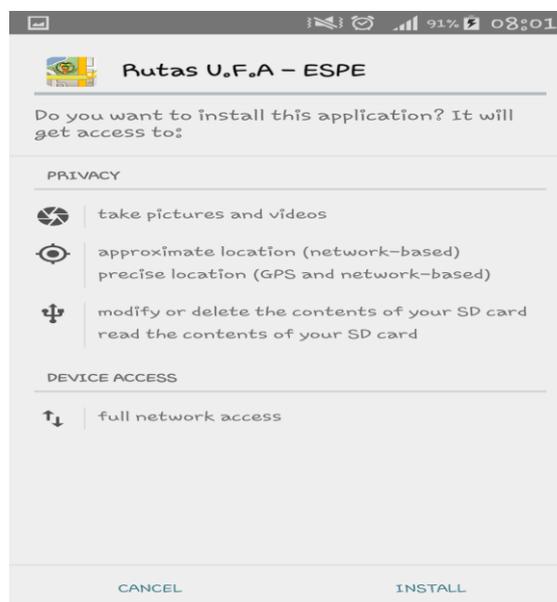
Este anexo presenta la guía para la instalación de la aplicación en un Smartphone.

1. Habilitar la opción de instalación de aplicaciones de recursos externos.
2. Dar clic sobre la aplicación y aceptar en la ventana emergente que se nos presentará para comenzar la instalación.



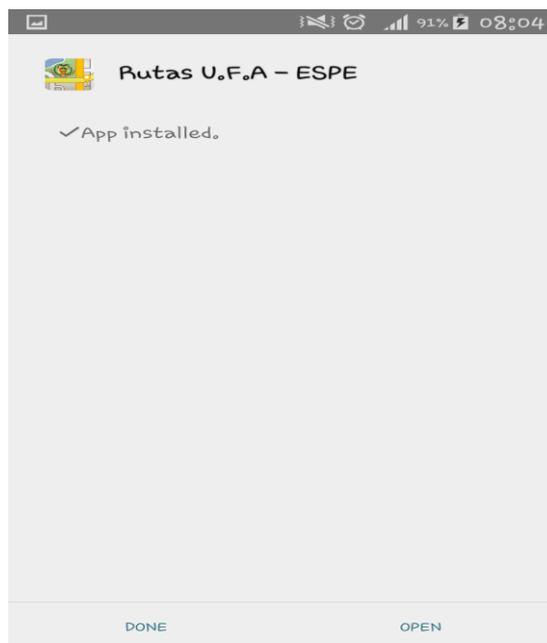
**Figura 47. APK de la Aplicación**

3. A continuación se presentará la pantalla de información sobre los recursos utilizados por la aplicación, en la cual se muestra la opción de instalación en la que se debe dar clic.



**Figura 48. Pantalla de Instalación**

4. Concluido el paso anterior se presentara la siguiente pantalla donde se confirma la instalación exitosa.



**Figura 49. Pantalla de Confirmación de Instalación**

5. Finalmente se da clic en la opción Abrir, con lo cual comenzará a utilizar la aplicación.

## MANUAL DE USUARIO

Este anexo presenta la guía de utilización de la aplicación móvil para la localización de lugares dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

1. Una vez instalada la aplicación en el dispositivo móvil, se procede a su ejecución dando un toque en el logo de la aplicación que nos aparece en la sección de aplicaciones del dispositivo.
2. A continuación se presenta la pantalla principal de la aplicación la cual consta de un menú donde se encuentran todas las rutas cargadas para su selección.



**Figura 50. Pantalla Principal del Aplicativo**

3. Luego de la selección de la ruta damos un toque en el botón “Empezar Recorrido”.
4. En seguida se despliega la pantalla de realidad aumentada donde muestra la dirección por donde debemos proseguir mediante una flecha en la parte superior de la pantalla, en la parte inferior se muestra una imagen de referencia del camino a seguir mediante un mapa de la Universidad.



**Figura 51. Pantalla de Visualización de Ruta**

5. La aplicación durante el recorrido de la ruta nos indicará mediante mensajes de voz y visuales cual es el camino por donde continuar.
6. Finalmente al llegar al destino la aplicación muestra una ventana emergente indicándonos información adicional del lugar que hemos escogido.



**Sistema Operativo:** Android 2.4.5

**RAM:** 256 MB

**Tabla 26. Prueba de Usabilidad N°2**

	5	4	3	2	1		
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo		
<b>Prueba de Usabilidad</b>							
<b>Parámetros</b>	5	4	3	2	1	0	Observaciones Valoración
<b>Eficiencia</b> (Tiempo al actualizar las guías, presentar la información adicional, etc.)	X						5
<b>Satisfacción</b>		X					Podría realizarse mejoras de los errores. 4
<b>Facilidad de Aprendizaje</b> (Tiempo que utilizo la primera vez que realizo una tarea en la aplicación)		X					Es difícil saber en dónde se cambia el punto. 4
<b>Accesibilidad</b> (Presenta correctamente las burbujas de información)		X					No se presenta exactamente sobre el edificio 4
<b>Errores</b> (Número de errores presentados)						X	0
<b>Operatividad</b> (No requiere esfuerzo para realizar las tareas por parte del usuario)		X					5
<b>Estética</b> (Entorno amigable, fácil de entendimiento)			X				Podría mejorar la interfaz de usuario. 3

**Sistema Operativo:** Android 5.0.1

**RAM:** 1.82 GB

**Tabla 27. Prueba de Usabilidad N°3**

	5	4	3	2	1			
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo			
<b>Prueba de Usabilidad</b>								
<b>Parámetros</b>	5	4	3	2	1	0	Observaciones	Valoración
<b>Eficiencia</b> (Tiempo al actualizar las guías, presentar la información adicional, etc.)	X							5
<b>Satisfacción</b>			X				Podría mejorar la presentación y al iniciar se demora en cargar	3
<b>Facilidad de Aprendizaje</b> (Tiempo que utilizó la primera vez que realizó una tarea en la aplicación)		X					Es necesaria siempre una explicación para conocer el uso del programa a totalidad.	4
<b>Accesibilidad</b> (Presenta correctamente las burbujas de información)	X						Ninguna	5
<b>Errores</b> (Número de errores presentados)				X			Se presentó un error al desplegar burbuja de información.	1
<b>Operatividad</b> (No requiere esfuerzo para realizar las tareas por parte del usuario)	X						Ninguna	5
<b>Estética</b> (Entorno amigable, fácil de entendimiento)			X				Mejorar presentación	3

## PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD

**Sistema Operativo:** Android 4.4.2

**RAM:** 1.3 GB

**Tabla 28. Prueba de Funcionalidad N°1**

	5	4	3	2	1			
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo			
<b>Prueba de Funcionalidad</b>								
<b>Parámetros</b>	5	4	3	2	1	0	Observaciones	Valoración
<b>Instalación y Desinstalación de Aplicación</b>	X						Ninguna	5
<b>Tecla hacia atrás (En la pantalla de guía, detiene el GPS y los demás sensores).</b>	X						Ninguna	5
<b>Salida de la aplicación (Detiene completamente el uso de sensores Y GPS).</b>	X						Ninguna	5
<b>Tecla de Opciones (Presenta la opción "Información" y su icono).</b>	X						Ninguna	5
<b>Funcionalidad táctil (Permite el cambio manual de punto correctamente, basado en el movimiento por el GPS).</b>	X						Ninguna	5
<b>Respuesta Táctil (Cambia la información de listas, ejecuta acción de botones o cierra actividades rápidamente).</b>		X					Al cambiar de imagen en la pantalla de selección de ruta, se demora un instante.	4
<b>Área Táctil (Permite el cambio manual en áreas donde no hay imágenes).</b>		X					El Área táctil debería ser en todos lados.	4

**Sistema Operativo:** Android 2.4.5

**RAM:** 256 MB

**Tabla 29. Prueba de Funcionalidad N°2**

	5	4	3	2	1		
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo		
<b>Prueba de Funcionalidad</b>							
<b>Parámetros</b>	5	4	3	2	1	0	Observaciones Valoración
<b>Instalación y Desinstalación de Aplicación</b>			X				Se trató de instalar 3 veces, la tercera exitosa. 3
<b>Tecla hacia atrás (En la pantalla de guía, detiene el GPS y los demás sensores).</b>		X					Se demora en detener sensores. 4
<b>Salida de la aplicación (Detiene completamente el uso de sensores Y GPS).</b>			X				Se demora en salir del programa 3
<b>Tecla de Opciones (Presenta la opción "Información" y su ícono).</b>		X					No presenta el ícono. 4
<b>Funcionalidad táctil (Permite el cambio manual de punto correctamente, basado en el movimiento por el GPS).</b>	X						Ninguna 5
<b>Respuesta Táctil (Cambia la información de listas, ejecuta acción de botones o cierra actividades rápidamente).</b>			X				Demora general en realizar clics o actualizaciones en pantalla. 3
<b>Área Táctil (Permite el cambio manual en áreas donde no hay imágenes).</b>	X						Ninguna 5

**Sistema Operativo:** Android 5.0.1

**RAM:** 1.82 GB

**Tabla 30. Prueba de Funcionalidad N° 3**

	5	4	3	2	1		
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo		
<b>Prueba de Funcionalidad</b>							
<b>Parámetros</b>	5	4	3	2	1	0	Observaciones Valoración
<b>Instalación y Desinstalación de Aplicación</b>	X						Ninguna 5
<b>Tecla hacia atrás</b> (En la pantalla de guía, detiene el GPS y los demás sensores).	X						Ninguna 5
<b>Salida de la aplicación</b> (Detiene completamente el uso de sensores Y GPS).	X						Se demora en salir del programa 5
<b>Tecla de Opciones</b> (Presenta la opción "Información" y su icono).		X					No presenta el icono. 4
<b>Funcionalidad táctil</b> (Permite el cambio manual de punto correctamente, basado en el movimiento por el GPS).	X						Ninguna 5
<b>Respuesta Táctil</b> (Cambia la información de listas, ejecuta acción de botones o cierra actividades rápidamente).	X						Ninguna
<b>Área Táctil</b> (Permite el cambio manual en áreas donde no hay imágenes).	X						Ninguna 5

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alcarazo, S. B., Rojo, J. C., & Laguna, A. S. (2011). *Look!: framework para aplicaciones de realidad aumentada en Android: E-Prints Complutense*. Obtenido de E-Prints Complutense: <http://eprints.ucm.es/13050/>
- [2] Arnalich, S., & Urruela, J. (2016). *GPS, Google Earth y Cooperación*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=tx879ZgGuBYC&pg=PA44&lpg=PA44&dq=desfase+google+earth&source=bl&ots=7kwTo07jc2&sig=FM1IW4cYIpxw72I29MgzgzOb13M&hl=es419&sa=X&ei=fSbvVNrPBMLCggSbqoOQCg&ved=0CDEQ6AEwAzgK#v=onepage&q=desfase%20google%20earth&f=false>
- [3] Cadavieco, J. F., Pascual Sevilla, M. A., & Madeira Ferreira Amador, M. F. (Julio de 2012). REALIDAD AUMENTADA, UNA EVOLUCIÓN DE LAS APLICACIONES EN LOS DISPOSITIVOS MOVILES. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 197-210.
- [4] Chávez, M. E. (s.f.). *Escritorio del Docente*. Obtenido de [http://escritoriodecentes.educ.ar/datos/Introduccion\\_geolocalizacion\\_google\\_earth.html#sthash.3KummYgU.dpuf](http://escritoriodecentes.educ.ar/datos/Introduccion_geolocalizacion_google_earth.html#sthash.3KummYgU.dpuf)
- [5] Deborah, N., & Ducan, T. L. (2014). XML and Web Technologies for Data Sciences with R. En N. Deborah, & T. L. Ducan, *XML and Web Technologies for Data Sciences with R* (págs. 581-618). New York: Springer.
- [6] Developers. (2015). *Developers Andorid*. Obtenido de <http://developer.android.com/sdk/installing/index.html?pkg=studio>
- [7] Eclipse. (2015). *Eclipse.org*. Obtenido de <https://eclipse.org/>
- [8] Encorda2. (2013). *Encorda2*. Obtenido de <http://encorda2.com/2013/10/06/orientacion-basica-norte-magnetico-norte-geografico-y-norte-lambert/>
- [9] EP PetroEcuador. (2011). *INTRODUCCION AL GPS Y PROCEDIMIENTOS MANEJO DE EQUIPO TOPOGRAFICOS*. Obtenido de <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fsig.eppetroecuador.ec>

%2Fvas%2Findex.php%3Foption%3Dcom\_docman%26task%3Ddoc\_downloa  
d%26gid%3D13%26Itemid%3D&ei=ivoOVbA-  
0suwBNypgPAC&usg=AFQjCNG5tGA

- [10] GCF Community Foundation International. (2015). *GCF Aprende Libre*.  
Obtenido de GCF Community Foundation International:  
[http://www.gcfaprendelibre.org/tecnologia/curso/informatica\\_basica/sistemas\\_operativos/5.do](http://www.gcfaprendelibre.org/tecnologia/curso/informatica_basica/sistemas_operativos/5.do)
- [11] Google Developers. (2014). *Google Developers*. Obtenido de  
[https://developers.google.com/kml/documentation/kml\\_tut?hl=es](https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut?hl=es)
- [12] Grajales, T. (27 de 03 de 2000). *Tipos de investigacion: Tevni Grajales*.  
Obtenido de Tevni Grajales Sitio Web:  
[http://www.iupuebla.com/Maestrias/M\\_E\\_GENERO/MA\\_Maestria\\_Genero/Jose\\_Miguel\\_Velez/Tipos%20de%20investigacion.pdf](http://www.iupuebla.com/Maestrias/M_E_GENERO/MA_Maestria_Genero/Jose_Miguel_Velez/Tipos%20de%20investigacion.pdf)
- [13] Gutiérrez, M. (2014). *El Android Libre*. Obtenido de  
<http://www.elandroidelibre.com/2014/07/cuales-son-y-para-que-sirven-los-sensores-de-nuestros-android.html>
- [14] ISO 25000. (2015). Obtenido de <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- [15] ISO/IEC 25000:2005. (s.f.). *Software Engineering: ISO/IEC 25000:2005*.  
Obtenido de ISO/IEC 25000:2005 Pagina Web:  
[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=35683](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=35683)
- [16] Leon, & Toapanta. (2012). Android Sdk.
- [17] Leon, & Toapanta. (2012). Look.
- [18] Look. (2011). Diagrama de Clases de LookData, World, WorlEntity y  
EntityData y sus relaciones.
- [19] Look. (2011). Diagrama de clases de los Módulos de Realidad Aumentada.
- [20] Look. (2011). Diagrama de Clases del Acceso a Datos.
- [21] *Look Pagina Oficial*. (2013). Obtenido de [www.lookar.net](http://www.lookar.net)
- [22] Look. (s.f.). Situación de capas de representación en Look.
- [23] Look, P. (2011). Aplicaion Realidad Aumentada en Móviles.
- [24] Look, P. (2011). Arquitectura del farmework Look.
- [25] Look, P. (2011). Diagrama de Componentes de la Interacción de Módulos.

- [26] Look, P. (2011). Diagrama de Componentes de la Interfaz de Realidad Aumentada.
- [27] Look, P. (2011). Diagrama de Componentes de Localización.
- [28] Look, P. (2011). Diagrama de Componentes del Módulo de Datos.
- [29] López Michelone, M. (2013). *UnoCero*. Obtenido de <http://www.unocero.com/2013/09/23/la-historia-de-android/>
- [30] Marimon, D., Adamek, T., Golner, K., & Doming, C. (2010). El Futuro de la Realidad Aumentada Movil. *TELOS Cuadernos de Comunicacion e Innovacion*, 10-12.
- [31] Mundo Sputnik . (12 de 2014). *Mundo Sputnik News*. Obtenido de <http://mundo.sputniknews.com/opinion/20130613/157295691.html>
- [32] Nieto Gonzales, A. (2011). *Xataka Android*. Obtenido de <http://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/que-es-android>
- [33] Procesosdesoftware. (2015). *Procesos de Software*. Obtenido de <http://procesosdesoftware.wikispaces.com/METODOLOGIA+SCRUM?responseToken=a5a1152b538fb1d9960f868513b147a5>
- [34] Proyectoagiles.org. (2014). *Scrum:Proyectoagiles.org*. Obtenido de <http://www.proyectosagiles.org/que-es-scrum>
- [35] Proyectosagiles.org. (2014). *Base de Conocimientos:Proyectosagiles.org*. Obtenido de <http://www.proyectosagiles.org/lista-tareas-iteracion-sprint-backlog>
- [36] Quality Vision. (2014). *Quality Vision Technologies S.A*. Obtenido de <http://www.qvision.us/es/servicios/gestion-de-calidad-de-software/pruebas-de-dispositivos-moviles>
- [37] Raghav, S. (2012). Pro Android Augmented Reality. En S. Raghav, *Pro Android Augmented Reality* (págs. 141-158). Apress.
- [38] Realidad Aumentada. (s.f.).
- [39] RIA Novosti. (1 de 2014). *Russia Beyond the HeadLines*. Obtenido de [http://es.rbth.com/cultura/tecnologias/2014/01/09/dos\\_sistemas\\_de\\_navegacion\\_frente\\_a\\_frente\\_glonass\\_vs\\_gp\\_36203.html](http://es.rbth.com/cultura/tecnologias/2014/01/09/dos_sistemas_de_navegacion_frente_a_frente_glonass_vs_gp_36203.html)

- [40] Rohlf, J., & McCledon, B. (1 de Abril de 2008). *Patente US7353114 - Markup language for an interactive geographic information system: Google Patentes*. Obtenido de Google Patentes: <http://www.google.com/patents/US7353114>
- [41] Rouse, M. (2014). *TechTarget*. Obtenido de SearchSOA: <http://searchsoa.techtarget.com/definition/Keyhole-Markup-Language>
- [42] Sánchez, D. (2013). *El Android Libre*. Obtenido de <http://www.elandroidelibre.com/2013/04/la-tecnologia-y-sensores-detras-del-samsung-galaxy-s4.html>
- [43] Scrum Manager Body of Knowledge. (Marzo de 2014). *Scrum Manager Body of Knowledge*. Obtenido de [http://www.scrummanager.net/bok/index.php?title=Historia\\_de\\_usuario](http://www.scrummanager.net/bok/index.php?title=Historia_de_usuario)
- [44] Serra, J. (2013). *Nauticas y Yates*. Obtenido de <http://www.nauticayyates.com/informatica-a-bordo-el-gps-en-dispositivos-moviles/>
- [45] SQLite. (2015). *SQLite*. Obtenido de <https://sqlite.org/>
- [46] Testing, C. (2015). *Crowdsourced Testing Smarter Software*. Obtenido de <https://crowdsourcedtesting.com/es/test-app-android>
- [47] VASSDigital. (20 de Septiembre de 2012). *VASS Digital*. Obtenido de <http://vassdigital.com/blog/scrum-la-metodologia-de-desarrollo-agil-por-excelencia/>
- [48] Veness, C. (2015). *Movable Type Scripts*. Obtenido de <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong-vincenty.html>
- [49] Vico, A. (2011). *La columna 80*. Obtenido de <https://columna80.wordpress.com/2011/02/17/arquitectura-de-android/>
- [50] Ying-jun, D., Yu, C.-c., & Jie, L. (Agosto de 2009). *A Study of GIS Development Based on KML and Google Earth: IEEE Xplore Abstract*. Obtenido de IEEE Xplore Abstract: [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?tp=&arnumber=5331433&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D5331433](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractAuthors.jsp?tp=&arnumber=5331433&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5331433)
- [51] Alcarria Izquierdo, C. (2010). *Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles*. Obtenido de

<http://www.apptivismo.org/taller-visualizacion-de-datos/descargas/sesion6/AR/PFC%20-%20Desarrollo%20de%20un%20sistema%20de%20Realidad%20Aumentada%20en%20dispositivos%20m%C3%B3viles.pdf>

## BIOGRAFÍA

### **Tiffany Mariel Moncayo Maldonado**



**Lugar y Fecha de Nacimiento:** Quito, 3 de Julio del 1990

**Estudios Primarios:** Unidad Educativa “Santa Mariana de Jesús”

**Estudios Secundarios:** Unidad Educativa “Sagrados Corazones de Rumipamba”

**Títulos Obtenidos:** Título de Bachiller en Ciencias especialización Físico Matemático

### **Experiencia Laboral:**

- Investigador y Desarrollador en el Departamento de Investigación - Ciencias de la Computación ESPE (2013)
- Área de Tecnología y Sistemas - Infraestructura: ARCA Continental Ecuador (2014-2015)
- Desarrollador en Área de Sistemas: Constructora Villacreces Andrade – Elit Corporation (2015)
- Analista de Desarrollo en Departamento de TI: Banco Desarrollo de los Pueblos (2015)

### **Conocimientos:**

- Paquete de Microsoft Office
- Lenguajes de Programación (Java, C#, HTML, Gestores de Contenido)
- Adobe Suite
- Bases de Datos (Oracle, MySql, Sql Server)
- Herramientas de Modelado
- Mantenimiento de Computadoras
- Help Desk – Soporte a Usuarios
- Registro y solución de requerimientos, problemas, incidentes y cambios
- Administración de Software y Hardware

## BIOGRAFÍA

**Esteban Xavier Ibarra Jiménez**



**Lugar y Fecha de Nacimiento:** Latacunga, 27 de Marzo del 1992

**Estudios Primarios:** Unidad Educativa “Ángel Polibio Chávez”

**Estudios Secundarios:** Colegio San Gabriel

**Títulos Obtenidos:** Título de Bachiller en Ciencias especialización Físico Matemático

### **Experiencia Laboral:**

Prácticas Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Apoyo técnico al desarrollo de páginas web.

Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE

CARGO: Ayudante de proyecto de Investigación

FUNCIONES: Desarrollo de software

01 Diciembre 2013 – 31 Febrero 2013

GESTOR INC.S.A.

CARGO: Ingeniero de Desarrollo.

Funciones: Análisis y Desarrollo de sistemas para Oracle forms 6i y 11g.

02 Junio 2014 - Actualidad

### **Conocimientos:**

- Manejo de editores de texto.
- Manejo de herramientas para desarrollar software.
- Conocimiento en metodologías de desarrollo de software.
- Expresión oral y escrita.
- Comprensión escrita (inglés y español)

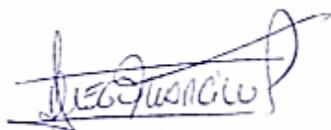
- Recolección y organización de información.

## CARTA DE AUSPICIO

Por medio del presente, yo ingeniero Diego Miguel Marcillo Parra en mi calidad de Docente Tiempo Completo del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, certifico el auspicio a la tesis: "DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN APLICATIVO MOVIL PARA LA GEOLOCALIZACION MEDIANTE ARCHIVOS KML Y REALIDAD AUMENTADA" a ser desarrollado por los señores Esteban Xavier Ibarra Jimenez y Tiffany Mariel Moncayo Maldonado.

Sangolquí, 3 de junio de 2014

Atentamente,



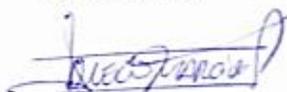
Ing. Diego Marcillo P.  
DOCENTE T/C DECC

Sangolquí, 10 de julio de 2015

Señor Ingeniero  
Mauricio Campaña O.  
DIRECTOR CARRERA  
INGENIERIA EN SISTEMAS E INFORMATICA

En nuestra calidad de Director y Codirector de la tesis titulada "DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN APLICATIVO PARA GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE ARCHIVOS KML Y REALIDAD AUMENTADA PARA LA UNIVERSIDAD DE FUERZAS ARMADAS ESPE", propuesta por los señores egresados Tiffany Mariel Moncayo Maldonado e Esteban Xavier Ibarra Jiménez, nos permitimos informar a usted, señor Director, que se ha revisado tanto la parte teórica como práctica cumpliendo con los objetivos general y específicos, alcance planteados en el plan de tesis aprobado. Por lo tanto pueden proceder con los trámites reglamentarios para la defensa de la misma.

Atentamente,



Ing. Diego Marcillo P.  
DIRECTOR



Ing. Santiago Salvador M.  
CODIRECTOR

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR**

---

MONCAYO MALDONADO TIFFANY MARIEL

**ELABORADO POR**

---

IBARRA JIMÉNEZ ESTEBAN XAVIER

**DIERCTOR DE LA CARRERA**

---

ING. MAURICO CAMPAÑA O. MDU. Ms.

Sangolquí, Agosto del 2015