



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ECUADOR EXTENSIÓN  
LOJA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y MULTIMEDIA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero en  
informática y multimedia**

**“REALIDAD AUMENTADA EN UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL  
RECORRIDO DE LAS INSTALACIONES DE LA UIDE EXT. LOJA.”**

**AUTOR:**

Alex Javier Espinoza Quezada

**DIRECTOR:**

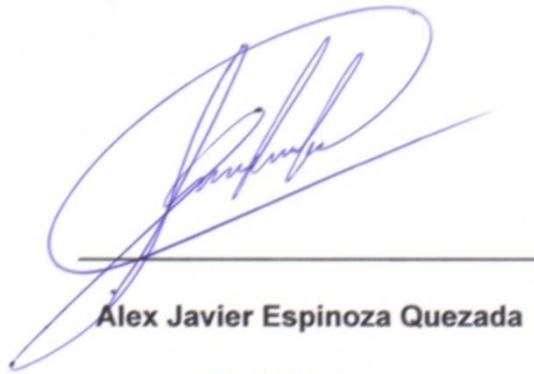
Mgs. Luis Alberto Cuenca Macas

**FEBRERO, 2017**

**LOJA – ECUADOR**

Yo, Alex Javier Espinoza Quezada, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad intelectual, reglamento y leyes.



**Alex Javier Espinoza Quezada**  
**CI: 1104195100**

Yo, Mgs. Luis Alberto Cuenca Macas, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



**Mgs. Luis Alberto Cuenca Macas**  
**DIRECTOR DE TESIS**

*El presente trabajo de investigación se lo dedico principalmente a mis padres Fredy y Paulina quienes han sido la base fundamental en toda mi vida, por creer en mí, por su paciencia y además por enseñarme con su ejemplo, esfuerzo, perseverancia que se puede llegar a cumplir esta meta profesional.*

*A mis abuelos Silvio y Carmen quienes con su cariño en todo momento influyeron y fueron parte de este tan anhelado sueño.*

*A mis hermanos que supieron brindarme su ayuda en los momentos más propicios para culminar con éxito mis estudios.*

**Alex Javier Espinoza Q.**

*Agradezco en primer lugar a mis padres este triunfo es gracias a su esfuerzo, paciencia, apoyo y motivación ya que siempre han estado presentes en cada paso de mi vida.*

*A todas las personas que de una manera especial mantuvieron los ánimos arriba y ese positivismo en todo momento para poder continuar con este arduo trabajo.*

*A la Universidad Internacional del Ecuador extensión Loja por ser la promotora de los conocimientos adquiridos en el transcurso de esta carrera universitaria.*

*Al Ing. Luis Cuenca director de tesis por su magnífica asesoría y acertada dirección en la elaboración del presente trabajo, guiándome con sus conocimientos profesionales para que este se pueda concretar de acuerdo a lo planificado.*

**Alex Javier Espinoza Q.**

## Resumen

El presente trabajo de investigación trata acerca de la realidad aumentada y la relación con localización en interiores, este es un tema de gran interés y aun no muy explorado en nuestro entorno. Por ello se creyó conveniente desarrollar un prototipo de aplicación móvil con Realidad Aumentada para el sistema operativo Android para el recorrido de las instalaciones de la UIDE ext. Loja.

El siguiente documento está estructurado por seis capítulos, que para su realización ha sido necesario investigar varios conceptos que refieren a Realidad aumentada, localización en interiores, aplicaciones móviles, sistemas operativos móviles, petición de datos desde un dispositivo móvil, y además se tomó en cuenta normas de elaboración de proyectos de este tipo a fin de poder conocer teóricamente cada paso a ejecutar de una manera eficiente.

En el desarrollo del proyecto también se determinó una metodología enfocada al desarrollo de aplicaciones móviles basándose en modelos de: dominio, entidad-relación, diseño del sistema, esquema de navegabilidad e historias de usuario, que componen una base fundamental para realizar una codificación adecuada; conservando la lógica general que se requiere a seguir.

Cada uno de los capítulos realizados dentro del presente proyecto han permitido obtener los resultados esperados para cumplir con cada uno de los objetivos planteados y así obtener un prototipo de aplicación móvil que permita mostrar información de las dependencias como posible solución ante la problemática de que tanto estudiantes, profesores y demás personas puedan agilizar el proceso de ubicación y obtención de información de manera rápida e interactiva. Finalmente, se realizaron las conclusiones y recomendaciones pertinentes y totalmente ligadas a los resultados obtenidos del proyecto.

**Palabras clave:** Realidad aumentada, Aplicaciones Android, Localización en interiores.

## Abstract

The present research work is about the augmented reality and the relation with localization in interiors, this is a subject of great interest and still not much explored in our surroundings. For this reason it was considered convenient to develop a mobile application prototype with Augmented Reality for the Android operating system for the UIDE ext. Store.

The following document is structured by six chapters, which for its realization has been necessary to investigate several concepts that refer to augmented reality, location indoors, mobile applications, mobile operating systems, request data from a mobile device, and also took into account Standards for the development of projects of this type in order to be able to know theoretically each went to execute in an efficient way.

The development of the project also determined a methodology focused on the development of mobile applications based on models of: domain, entity-relationship, system design, navigability scheme and user stories, which form a fundamental basis for proper coding; Preserving the general logic that is required to follow.

Each of the chapters carried out within the present project have allowed to obtain the expected results to meet each of the objectives set and thus obtain a prototype of mobile application that allows to show information of the dependencies as a possible solution to the problem that both students, Teachers and others can speed up the process of locating and obtaining information quickly and interactively.

Finally, conclusions and recommendations were made that were relevant and fully linked to the results obtained from the project.

**Keywords:** Augmented Reality, Android Apps, Indoor Localization.

## Introducción

La Universidad Internacional del Ecuador con su matriz principal en Quito viene brindando una educación de carácter público desde el año 1992, con extensiones a nivel Nacional en Loja y Guayaquil. La Universidad con su extensión en Loja, cada ciclo académico incrementa más el número de alumnos, profesores y personal y al tener una infraestructura de gran dimensión, existen salones, laboratorios, aulas de clase, y salas de profesores que si bien contienen señalética, no existe una manera rápida y eficaz para encontrar dichos puntos de interés, lo que genera problemas. Como por ejemplo: atrasos de alumnos nuevos, confusión por parte de las personas en general y de los docentes que ingresan por primera vez a la institución.

La información de cómo poder ubicarse actualmente se la realiza mediante preguntas al personal de la institución y a través de señalética que en el mejor de los casos sirve de ayuda, pero genera retraso e impuntualidad para alumnos y profesores nuevos. Por tal motivo nace la necesidad de crear una aplicación para dispositivos móviles de manera que los estudiantes y profesores puedan agilizar el proceso de ubicación y obtención de información de manera rápida e interactivamente.

En la actualidad el uso de dispositivos móviles inteligentes (Smartphones y Tablets) está al alcance de la mayoría de personas, y gracias a las características avanzadas de los mismos el usuario puede acceder a la información que desee en cualquier lugar y momento ahorrando tiempo e interactuando de una forma virtual con el dispositivo y por qué no con las demás personas.

**“REALIDAD AUMENTADA EN UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL  
RECORRIDO DE LAS INSTALACIONES DE LA UIDE EXT. LOJA.”**

<b>Resumen</b> .....	<b>v</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vi</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>vii</b>
Índice de tablas .....	xi
Índice de Ilustraciones.....	xiii
Índice de anexos .....	xv
<b>Capítulo 1</b> .....	<b>1</b>
1. Análisis.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos del Proyecto .....	1
1.2.1. Objetivo General .....	1
1.2.2. Objetivos Específicos.....	1
1.3. Alcance del Proyecto .....	2
1.4. Metodología .....	4
1.4.1. Metodologías ágiles .....	4
1.4.2. Metodologías ágiles para el desarrollo de aplicaciones móviles.....	4
1.4.3. Análisis comparativo de las metodologías.....	10
1.5. Herramientas utilizadas en el proyecto.....	11
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>14</b>
2. Revisión de literatura.....	14
2.1. Realidad aumentada .....	14
2.1.1. Definición .....	14
2.1.2. Etapas de la realidad aumentada.....	15
2.1.3. Tracking para aplicaciones de realidad aumentada.....	19
2.1.3.1. Tracking mediante dispositivos físicos.....	20
2.1.4. Clases de realidad aumentada.....	22
2.1.5. Frameworks para realidad aumentada.....	27

2.2.	Sistemas operativos móviles .....	29
2.2.1.	ANDROID .....	29
2.2.2.	IOS .....	30
2.2.3.	WINDOWS PHONE OS .....	31
2.2.4.	BLACKBERRY OS.....	32
2.2.5.	Cuadro comparativo sobre sistemas operativos móviles .....	33
2.3.	Sistemas de localización en interiores.....	34
2.3.1.	Marcadores y marcas visibles .....	35
2.3.2.	Etiquetas RFID.....	36
2.3.3.	Triangulación de la señal .....	37
2.3.4.	Sistemas inerciales de localización .....	38
2.3.4.1.	Sensores principales en Smartphones .....	39
2.4.	Frameworks de desarrollo multiplataforma para dispositivos móviles.....	41
2.5.	Proyectos de realidad aumentada en ecuador .....	43
<b>Capítulo 3</b>	.....	46
3.	Desarrollo de la aplicación móvil .....	46
3.1.	Exploración .....	46
3.1.1.	Establecimiento de las personas involucradas o Stakeholders.....	46
3.1.2.	Definición del alcance. ....	46
3.1.3.	Establecimiento del Proyecto .....	47
3.2.	Inicialización.....	48
3.2.1.	Requerimientos Iniciales .....	48
3.2.2.	Análisis de los requerimientos.....	51
3.2.3.	Configuración del ambiente de desarrollo. ....	55
3.2.4.	Planificación inicial .....	56
3.2.5.	Planificación de Fases .....	61
3.2.6.	Diseño general del sistema .....	63
3.3.	Producción y estabilización .....	75

3.3.1.	Estructura del directorio .....	76
3.3.2.	Codificación .....	77
3.4.	Pruebas .....	84
3.4.1.	Pruebas de interfaz de usuario.....	84
3.4.2.	Pruebas funcionales.....	85
3.4.3.	Lista de dispositivos .....	93
<b>Capítulo 4</b>	.....	<b>94</b>
4.	Realidad aumentada y localización en interiores .....	94
4.1.	Realidad Aumentada.....	94
4.1.1.	Implementación de los objetos virtuales.....	94
4.2.	Localización en interiores.....	96
4.2.1.	Preparando el Sistema de Localización .....	97
4.2.2.	Probar localización mediante Wifi .....	100
<b>Capítulo 5</b>	.....	<b>101</b>
5.	Comunicación cliente - servidor .....	101
5.1.	Administración web. ....	101
5.2.	Servicio web y arquitectura. ....	102
5.2.1.	Vista de despliegue.....	102
5.2.2.	Vista lógica.....	103
5.3.	Optimizar Recursos.....	107
<b>Capítulo 6</b>	.....	<b>109</b>
6.	Observaciones y problemas encontrados en el proyecto .....	109
6.1.	Problemas encontrados durante el proyecto .....	110
<b>Conclusiones</b>	.....	<b>112</b>
<b>Recomendaciones</b>	.....	<b>114</b>
<b>Bibliografía</b>	.....	<b>116</b>
<b>Anexos</b>	.....	<b>119</b>
Anexo 1.	Glosario de términos.....	119
Anexo 2.	Manual de usuario .....	121

## Índice de tablas

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las metodologías .....	10
Tabla 2. Resumen con las diferentes alternativas de tracking en aplicaciones de realidad aumentada.....	21
Tabla 3. S.O. Android.....	29
Tabla 4. S.O. IOS.....	30
Tabla 5. S.O. Windows Mobile .....	31
Tabla 6. S.O. Blackberry .....	32
Tabla 7. Cuadro comparativo sobre principales plataformas móviles .....	33
Tabla 8. Requerimientos funcionales modulo puntos de interés .....	48
Tabla 9. Requerimientos funcionales Módulo de Realidad Aumentada y Localización. ....	50
Tabla 10. Requerimientos no funcionales.....	51
Tabla 11. Procesos de la aplicación .....	51
Tabla 12. Plan de actividades del proyecto .....	56
Tabla 13. Recursos humanos.....	59
Tabla 14. Recursos técnicos .....	59
Tabla 15. Recursos materiales .....	60
Tabla 16. Total recursos.....	60
Tabla 17. Planificación de fases .....	61
Tabla 18. Historia de usuario. Pantalla principal de la aplicación.....	67
Tabla 19. Historia de usuario. Menú principal lateral .....	69
Tabla 20. Historia de usuario. Realidad aumentada .....	70
Tabla 21. Historia de usuario. Puntos de interés .....	71
Tabla 22. Historia de usuario. Configuración .....	73
Tabla 23. Historia de usuario. Acerca de .....	74
Tabla 24. Verificación de prototipos y pantallas de aplicación .....	84
Tabla 25. Comprobación de requerimientos .....	85
Tabla 26. Prueba funcional: Mostrar SplashScreen.....	86
Tabla 27. Prueba funcional: Mostrar slider de imágenes .....	87
Tabla 28. Prueba Funcional: Visualizar puntos de interés .....	88
Tabla 29. Prueba Funcional: Visualizar información de un punto de interés .....	90
Tabla 30. Prueba Funcional: Sincronizar con la base de datos del servidor .....	91

Tabla 31. Prueba Funcional: Mostrar información de la aplicación .....	92
Tabla 32. Lista de Dispositivos .....	93
Tabla 33. Vista de despliegue .....	103
Tabla 34. Capa de Presentación .....	105
Tabla 35. Capa de proceso .....	106
Tabla 36. Capa de datos .....	107
Tabla 37. Glosario de términos.....	119

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Continuo virtual de Milgram.....	14
Ilustración 2. Auto modelado en 3d en tiempo real.....	15
Ilustración 3. Creación contenido virtual sobre edificio.....	16
Ilustración 4. Target.....	16
Ilustración 5. Marcador con referencias de coordenadas.....	17
Ilustración 6. Esquema de construcción de RA realista.....	18
Ilustración 7. Marca que genera un objeto virtual.....	25
Ilustración 8. Geolocalización.....	26
Ilustración 9. Software reconoce un código icónico predefinido y superpone otra imagen.....	26
Ilustración 10. Interacción con internet.....	27
Ilustración 11. Arquitectura de Phonegap.....	41
Ilustración 12. Arquitectura de Titanium.....	42
Ilustración 13. Tabla de precios de costo de Xamarin.....	43
Ilustración 14. Diseño General del Sistema.....	64
Ilustración 15. Modelo del Dominio.....	64
Ilustración 16. Modelo entidad relación.....	65
Ilustración 17. Esquema de navegabilidad.....	66
Ilustración 18. Prototipo de SplashScreen de la aplicación.....	66
Ilustración 19. Prototipo de Interfaz de portada.....	67
Ilustración 20. Prototipo de Interfaz de menú principal lateral.....	68
Ilustración 21. Interfaz de realidad aumentada.....	69
Ilustración 22. Interfaz de Puntos de interés.....	71
Ilustración 23. Interfaz de Sincronizar.....	72
Ilustración 24. Interfaz de Acerca de.....	74
Ilustración 25. Estructura del directorio.....	76
Ilustración 26. Codificación SplashScreen.....	77
Ilustración 27. Codificación slider de imágenes.....	78
Ilustración 28. Codificación menú lateral izquierdo.....	78
Ilustración 29. Codificación realidad aumentada.....	79
Ilustración 30. Codificación puntos de interés.....	80
Ilustración 31. Codificación Sincronizar.....	81

Ilustración 32. Codificación Acerca de.....	82
Ilustración 33. Obtener puntos del servicio web.....	83
Ilustración 34. Prueba funcional: Mostrar SplashScreen.....	87
Ilustración 35. Prueba funcional: Mostrar slider de imágenes.....	88
Ilustración 36. Prueba Funcional: Visualizar puntos de interés.....	89
Ilustración 37. Prueba Funcional: Visualizar información de un punto de interés....	90
Ilustración 38. Prueba Funcional: Sincronizar con la base de datos del servidor ....	91
Ilustración 39. Prueba Funcional: Mostrar información de la aplicación.....	92
Ilustración 40. Problema de diseño look.....	95
Ilustración 41. Problema de usabilidad.....	96
Ilustración 42. Nodos de las instalaciones.....	97
Ilustración 43. Fichero de puntos de acceso.....	98
Ilustración 44. Búsqueda automática de puntos de acceso.....	99
Ilustración 45. Entrenar nodos capturar datos.....	100
Ilustración 46. Probar localización Wifi.....	100
Ilustración 47. Vista de despliegue del sistema.....	102
Ilustración 48. Figura de vista lógica.....	104

## Índice de anexos

Anexo 1. Glosario de términos .....	119
Anexo 2. Manual de usuario .....	121

## **Capítulo 1**

### **1. Análisis**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

La información de cómo poder ubicarse dentro del edificio de la UIDE ext. Loja se la realiza mediante preguntas al personal de la institución y a través de señalética que en el mejor de los casos sirve de ayuda, pero genera confusión para alumnos, profesores nuevos, y además de personas que requieren encontrar alguna dependencia dentro del edificio. Por tal motivo nace la necesidad de crear una aplicación para dispositivos móviles de manera que los estudiantes y profesores puedan agilizar el proceso de ubicación y obtención de información de manera rápida e interactiva.

#### **1.2. Objetivos del Proyecto**

##### **1.2.1. Objetivo General.**

Desarrollar una aplicación móvil con Realidad Aumentada para el recorrido de las instalaciones de la UIDE ext. Loja.

##### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Determinar la metodología para el desarrollo de la aplicación móvil utilizando realidad aumentada.

- Establecer el entorno de desarrollo y tecnologías para la aplicación de realidad aumentada.
- Desarrollar el prototipo de la aplicación móvil que permita visualizar información de puntos de interés en el espacio interior de la UIDE ext. Loja.
- Aplicar un plan de validación del prototipo.

### **1.3. Alcance del Proyecto**

El proyecto busca desarrollar una aplicación para teléfonos inteligentes (Smartphones) con sistema operativo Android que utilice la realidad aumentada de manera que se pueda observar lo que captura la cámara con una capa virtual superpuesta, y donde al apuntar hacia los diferentes puntos de interés aparezca un icono representativo de cada uno, y al pulsar este icono nos brinde información importante sobre la dependencia.

La aplicación está delimitada a mostrar información relevante de los puntos de interés más frecuentes en la estructura del edificio, específicamente los de la planta baja los cuales son: secretaría, dirección general, biblioteca, departamento financiero, ascensor, etc.

Esta herramienta debe cumplir con ciertos parámetros, el más importante es la simplicidad de manejo por parte de docentes, alumnos y personas que necesiten de información dentro de la Universidad, ya que como principales usuarios están expuestos al problema de ubicar con eficacia las dependencias dentro de la Universidad, para esto se realizarán pruebas en el ambiente real del edificio de la UIDE ext. Loja y así cumplir con las condiciones para la cual fue diseñada.

A continuación se describe los objetivos que contiene el proyecto:

1. Determinar una metodología de desarrollo de aplicaciones móviles, la cual será Mobile-D (Abrahamsson et al., 2004), escogida por ser una de las metodologías más utilizadas y con muy buena experiencia para el desarrollo de aplicaciones móviles.(Amaya Balaguera, 2013).
2. Establecer el entorno de desarrollo y tecnologías, en los cuales se utilizarán el Framework Look! (Bellón, Creixell, & Serrano, 2011) para hacer posible la tecnología de realidad aumentada y localización en interiores, el framework Codelgniter para crear el servicio web y trabajar bajo el modelo vista controlador (Fayyaz & Madiha, 2013), y también se trabajará sobre el Ide Eclipse con el plugin ADT (Android Developer Tools) (Romo González, Márquez Sánchez, & López Hernández, 2014) de Android el cual nos permitirá utilizar el SDK de este sistema operativo para el desarrollo de aplicaciones móviles.
3. Desarrollar el prototipo de la aplicación móvil, y así poder realizar pruebas en el ambiente real y arreglos correspondientes para ejecutarla dentro de las instalaciones de la Universidad Internacional extensión Loja.
4. Aplicar un plan de validación del prototipo, instalando la aplicación en distintos dispositivos con sistema Android para realizar pruebas del desempeño de la misma.

### **Características excluidas**

**Precisión del sistema:** Las pruebas que se realizarán a la aplicación no evaluarán la precisión con la que corresponden los objetos virtuales insertados mediante realidad aumentada con los elementos del entorno, esto se debe a que la precisión, del método de identificación de los elementos del entorno, depende mucho del servicio de ubicación del usuario. Además, de acuerdo con el Framework Look, el algoritmo de identificación de objetos utiliza el magnetómetro y los acelerómetros de tres ejes del dispositivo, los cuales cual pueden captar la energía de diversos campos magnéticos, con lo cual, su precisión puede también afectarse con la interferencia de objetos con demasiado metal o si se encuentra en cercanía con algún otro dispositivo, igualmente en el trabajo desarrollado en (Bellón et al., 2011)

se establece que la precisión de este tipo de sensores puede variar de 1 a 11 grados de acuerdo a diversos factores, como el tipo de sensor y los eventos que se susciten en el entorno.

## **1.4. Metodología**

En esta sección se indica, define y se analiza la metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles y las herramientas necesarias para cumplir con los objetivos planteados.

### **1.4.1. Metodologías ágiles.**

Las metodologías ágiles son bastante populares en los últimos tiempos por constituirse en la solución para aquellos proyectos de corto plazo, y en especial los proyectos en donde los requisitos varían continuamente, como por ejemplo de esto son las aplicaciones para los dispositivos móviles, debido a que estas tienen que satisfacer una serie de características y condiciones especiales (Amaya Balaguera, 2013).

### **1.4.2. Metodologías ágiles para el desarrollo de aplicaciones móviles.**

Para el desarrollo de aplicaciones móviles es considerable hallar una metodología que se enfoque a las características del proyecto por consecuencia se debe definir una metodología ágil y aplicable hacia la construcción de aplicaciones móviles.

#### **1.4.2.1. *Extreme Programming (XP).***

XP es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en

equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico (Amaya Balaguera, 2013).

La metodología XP se basa en las siguientes fases (Beck, 2012): planificación, diseño, desarrollo y pruebas.

- **Planificación**, Se redacta historias de usuarios. Se crea un plan de entregas. Se controla la velocidad del proyecto. Se divide el proyecto en iteraciones. Al comienzo de cada iteración se traza el plan de iteración. Se rota el personal. Diariamente se convoca una reunión de seguimiento. Corregir la propia metodología XP cuando falla.
- **Diseño**, Realizar las cosas de la manera más sencilla. Coherencia de los nombres de todo lo que se va a implementar. Usar tarjetas CRC, en esta tarjeta se registra los nombres de las clases, sus responsabilidades y con qué otras clases colaboran. Soluciones puntuales para aminorar riesgos. No se añadirá funcionalidades en las primeras etapas. Reutilizar cuando sea posible
- **Desarrollo**, El cliente está siempre disponible. Escritura de código de acuerdo a estándares. Desarrollar la unidad de pruebas primero. Todo el código debe programarse por parejas. Sólo una pareja se encargará de integrar el código. Actualizar las versiones de los módulos brevemente. El código es común para todos. Dejar las optimizaciones para el final.
- **Pruebas**, Todo el código debe ir acompañado de su unidad de pruebas. Todo el código debe pasar las unidades de pruebas antes de ser implantado. Crear una unidad de prueba. Se ejecutan pruebas de aceptación a menudo y se publican resultados.

### 1.4.2.2. *Scrum*

Scrum es una metodología de desarrollo que requiere trabajo duro, porque no se basa en el seguimiento de un plan, sino en la adaptación continua a las circunstancias de la evolución del proyecto. Realizado por Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka a mediados de los 80 y reestructurado por Jeff Sutherland (Amaya Balaguera, 2013). Scrum es un marco de trabajo ágil que se basa en la iteración y entrega de incrementales de desarrollo de un producto o servicio. Sus características más importantes son: Su prioridad es la satisfacción del cliente; que se da con la continua interacción entre éste y el equipo de desarrolladores, se aceptan requisitos cambiantes, enfocado a conseguir pequeños incrementos de software completamente funcionales, es un modo de desarrollo adaptable; antes que predictivo, orientado a las personas; más que a los procesos, emplea el modelo de construcción incremental basado en iteraciones y revisiones, alta flexibilidad.

La metodología Scrum no posee las mismas fases que otras metodologías, se caracteriza por la realización de Sprints con duración de dos o tres semanas (Canós, Letelier, & Penadés, 2011)

- **Planificación Inicial**, esta reunión sucede una única vez al inicio del proyecto. Se reúne el grupo de trabajo con el representante del cliente. Se determinan los requisitos iniciales y la visión del producto desde el punto de vista del negocio. Se consolida esta información en el Product Backlog.
- **Product Backlog**, su desarrollo parte de la visión del propietario del producto, la cual debe ser real, comprendida y compartida por parte de todo el equipo.

Es un inventario de funcionalidades, mejoras, tecnología y corrección de errores que deben incorporarse al producto a través de las sucesivas iteraciones del desarrollo. En él se documenta todo lo que implique un trabajo. Nunca está completo, se considera en permanente evolución.

- **Planificación del Sprint**, es gestionada por el Scrum manager. Se realiza en dos etapas. En total, su duración no deberá exceder un día de trabajo.

La primera etapa dura máximo 4 horas y en ella se definen cuales funcionalidades del Product Backlog se implementarán en la siguiente iteración. La segunda se descompone las funcionalidades elegidas en las tareas necesarias para implementar el incremento del producto. Cada sprint, a excepción del primero, deberá generar un producto probado y funcional de interés para el cliente. Se auto-asignan las tareas a un integrante del equipo y se estiman los recursos necesarios para su desarrollo. El producto resultante de esta planificación es el Sprint Backlog.

- **Sprint**, un Sprint en Scrum es el término que denomina a una iteración que está acotada en el tiempo, usualmente entre 2 y 4 semanas, durante la cual el Equipo trabaja.
- **Sprint Backlog**, como se mencionó en la sección de la Planificación del sprint, el Sprint Backlog incluye un listado de las funcionalidades que se van a desarrollar durante la siguiente iteración, desglosado en tareas con recursos definidos y asignadas a un integrante del grupo de trabajo.

Incluye un objetivo del sprint al rededor del cual giran las funcionalidades a implementarse. Sólo los miembros del equipo de trabajo pueden modificarlo durante el sprint. Es visible para todos los miembros del equipo.

- **Desarrollo del Sprint**, después de realizado el Sprint Backlog el sprint puede iniciar su desarrollo. Su duración no deberá exceder los 30 días. Es desarrollado por el grupo de trabajo de acuerdo a la planeación realizada anteriormente. Durante su desarrollo el Product Backlog se congela y no se aceptan modificaciones. Su ejecución es continuamente monitoreada.
- **Revisión del Sprint**, al final de cada sprint se realiza una reunión en la que el equipo de trabajo presenta al propietario del producto y demás involucrados el incremento construido durante el sprint. Su duración es de máximo 4 horas. Su preparación es de máximo 1 hora.

Le permite al propietario del producto conocer de primera mano el estado actual del desarrollo del proyecto. El producto expuesto debe estar en su etapa final: terminado, probado y operando en el entorno del cliente (incremento). Puede incluir también documentación de usuario o técnica según se haya pactado.

- **Retrospectiva del Sprint**, En Scrum, la Retrospectiva del Sprint es una reunión facilitada por el Scrum Master en la cual los Miembros del equipo de Scrum discuten el Sprint que acaba de finalizar, y determinan qué podría cambiarse en el próximo Sprint para que sea más productivo y mejor. La revisión del Sprint se focaliza en que es lo que construye el equipo, mientras que la Retrospectiva se centra en "Cómo" están construyendo el sistema.

Cualquier cosa que afecte cómo el equipo construye software está abierta para discutirse. Esto puede incluir: procesos, prácticas, comunicación, entorno, artefactos y herramientas.

#### **1.4.2.3. Mobile-D**

Mobile-D (Electronics -AGILE - Agile Software Technologies, n.d.) es una metodología ágil para el desarrollo de software para dispositivos móviles, es conveniente para varios contextos (Grimaldo Botero, 2013), por ejemplo, la seguridad, financiera, logística y aplicaciones de productos de simulación.

Esta metodología ágil se basa en varias de las populares metodologías (Cadavid, Fernández Martínez, & Morales Vélez, 2013) por ejemplo: en las prácticas de desarrollo de XP (Programación Extrema), el método de escalabilidad de la metodología Crystal, y la cobertura ciclo de vida de la metodología RUP (Rational Unified Process).

La metodología Mobile-D (Abrahamsson et al., 2004) se basa en cinco fases: exploración, iniciación, producción, estabilización y pruebas. Cada una de estas fases tiene etapas, tareas y prácticas asociadas:

- **Exploración**, esta fase se enfoca en planear y establecer las características del proyecto. Esto se realiza en tres etapas: establecimiento de las partes interesadas, definición del alcance y el establecimiento del proyecto.
- **Inicialización**, su objetivo es preparar e identificar los recursos necesarios de todas las cuestiones relacionadas con el proyecto. El propósito de esta fase es asegurar el éxito de las próximas fases del mismo mediante la preparación y verificación de todas las cuestiones fundamentales del desarrollo a fin de que todo esté en plena disposición para la ejecución de los requisitos seleccionados por el cliente.
- **Producción**, En esta fase se ejecutan todas las funciones que el software necesita mediante el manejo de un ciclo de desarrollo iterativo e incremental. Se usa el desarrollo dirigido por pruebas (TDD), antes de iniciar el desarrollo de una funcionalidad debe existir una prueba que verifique su funcionamiento.
- **Estabilización**, En esta etapa se realizan las acciones de integración para acoplar los posibles módulos separados en una sola aplicación, en el caso de la siguiente investigación dando como resultado un prototipo. De toda la metodología, esta es la fase más importante de todas ya que es la que nos asegura la estabilización del desarrollo.
- **Pruebas**, se hacen pruebas y se solucionan errores. Una vez terminado totalmente el desarrollo se pasa una fase de testeo hasta llegar a una versión estable según lo establecido en las primeras fases por el cliente. Si es necesario se reparan los errores, pero no se desarrolla nada nuevo.

Una vez culminadas todas las fases se debería tener una aplicación publicable y entregable al cliente.

### 1.4.3. Análisis comparativo de las metodologías.

De la investigación referente a cada una de las metodologías definidas anteriormente, se puede obtener una comparación de sus ventajas y desventajas, A continuación se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1. Ventajas y desventajas de las metodologías**

Metodología	Ventajas	Desventajas
Extreme Programming (XP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece proyecciones de software de calidad y se preocupa de los límites de tiempo.</li> <li>• Prueba detenidamente todos los aspectos del software, lo que produce un software de calidad.</li> <li>• El proceso de desarrollo puede ser completamente visualizado y medido.</li> <li>• Los casos de estudio son sencillos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impone un desarrollo basado en el código, no en el diseño.</li> <li>• La documentación sobre el diseño es escasa.</li> <li>• Es difícil de implementar pues requiere de grandes equipos de desarrolladores, además de una gran disciplina para completar el proyecto.</li> <li>• El diseño incremental no favorece a los requerimientos de software actuales</li> </ul>
Scrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promueve una acelerada corrección de errores.</li> <li>• Ofrece fácil visualización de la implementación del proyecto.</li> <li>• Promueve la entrega de software de calidad dentro de los cronogramas.</li> <li>• Ofrece feedback permanente de los clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de tiempos límite permite que el usuario continúe solicitando cambios.</li> <li>• Los requerimientos deben ser perfectamente definidos para que se pueda hacer una estimación real de costos y tiempos.</li> </ul>

Mobile-D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los casos de estudio son fáciles de entender.</li> <li>• Promueve detección y corrección de errores de manera temprana.</li> <li>• Promueve la entrega de prototipos de calidad en corto tiempo.</li> <li>• Se tiene feedback constante de los clientes.</li> <li>• Promueve el trabajo en equipo.</li> <li>• El proceso de desarrollo puede ser completamente visualizado y medido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensado para equipos de desarrollo de 10 personas o menos.</li> <li>• El equipo debe estar enteramente involucrado y comprometido con el proyecto para que este sea exitoso.</li> <li>• Hace énfasis en la refactorización del software, el tiempo, el proceso de implementación, lo que puede disminuir la productividad de otros aspectos.</li> </ul>
----------	--	--

Elaborado por: El Autor.

Considerando entre las diferentes metodologías y sus ventajas y desventajas, se encuentra como opción relevante escoger la metodología Mobile-D frente a las demás ya que al ser enfocada directamente al desarrollo de aplicaciones móviles nos asegura un buen desempeño del producto final además de su realización en un plazo de corto tiempo y de una muy detallada documentación.

### 1.5. Herramientas utilizadas en el proyecto

Las herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles son de fácil acceso. Para el caso de desarrollo de aplicaciones para el sistema operativo Android sólo serán necesarias herramientas gratuitas. El desarrollador cuenta con experiencia de nivel intermedio en el uso de estas herramientas, además en diferentes sitios web se cuenta con gran información acerca de cómo utilizarlas, tanto en fuentes oficiales como el sitio web de desarrolladores de Android, como en diferentes foros especializados.

Las herramientas de software utilizadas en el proyecto son:

- **IDE Eclipse Mars.1:** Herramienta que permite la programación para la plataforma Android con la ayuda del plugin ADT (Android Developer Tools).
- **ADT (Android Developer Tools):** Este plugin se instala sobre eclipse y con el cual se puede utilizar el SDK para el desarrollo de aplicaciones móviles Android.
- **Android SDK (Software Development Kit):** Es un kit de desarrollo de software. Al haber elegido Android se tendrá que utilizar el lenguaje de programación Java; según la documentación oficial de desarrollo de aplicaciones en Android, Android SDK proporciona todas las herramientas y API's necesarias para desarrollar aplicaciones especialmente en este lenguaje de programación.
- **LookAR:** Es un Framework de código abierto con Licencia GPL v3 y con capacidad de extensión, de realidad aumentada para Android, implementa localización en interiores empleando módulos de localización donde combina, a su vez, los módulos de localización por Wifi y un subsistema de navegación inercial. Integra las siguientes características:
  - ✓ Dibujado de gráficos en dos y tres dimensiones.
  - ✓ Construcción de entidades representables en Realidad Aumentada.
  - ✓ Localización en interiores de edificios.
- **Base de datos MySql:** Con respecto a la información sobre los puntos de interés que se deberán almacenar de forma remota se utilizará un servidor con gestor de base de datos libre, entre las opciones más conocidas y por ser más ligero además de manejar fácil configuración, se ha decidido optar por el gestor de base de datos MySql.

- **IDE Netbeans 7.4:** Este entorno se utilizará solamente para la creación de la interfaz web de administración de puntos de interés además del servicio Web, por tanto, sólo será utilizado con los lenguajes de programación PHP, JavaScript y el lenguaje de etiquetas HTML.
- **CodeIgniter 3.0.6:** Se ha decidido utilizar un framework para el desarrollo del administrador web para la administración de puntos de interés, ya que normalmente este tipo de herramientas proporcionan librerías para acceder a bases de datos desde un solo archivo de configuración, además permiten desarrollar plantillas para mostrar información y permite la reutilización de código. CodeIgniter es un framework sobre el lenguaje PHP y trabaja bajo el modelo MVC, lo que significa que se lleva por separado la lógica y la arquitectura de programación.
- **HTML:** HTML (Hypertext Markup Language) es un lenguaje de marcado o etiquetas que se utiliza para la elaboración de páginas web. En el proyecto se utilizará HTML para construir la interfaz web de administración de los puntos de interés. Dado que este aplicativo web sólo será manejado por el administrador no se hará énfasis en el diseño del sitio web y se desarrollará enfocándose únicamente en su facilidad de uso. Se utilizará la última versión de HTML, HTML5.
- **Librerías de soporte Android v4, v7 - AppCompatActivity:** Los paquetes de librerías de soporte contienen las bibliotecas de compatibilidad Android, estas bibliotecas se pueden incluir en la aplicación y su función principal será la de brindar compatibilidad y agregar características adicionales como el uso de la barra de navegación superior conocida también como ActionBar, incluyendo soporte para componentes de aplicaciones, características de la interfaz de usuario, la accesibilidad, el manejo de datos, conectividad de red y utilidades de programación.

## Capítulo 2

### 2. Revisión de literatura

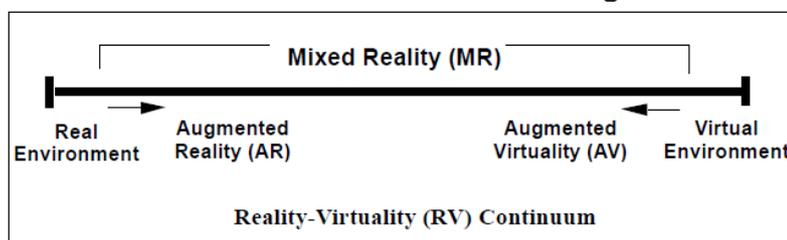
#### 2.1. Realidad aumentada

##### 2.1.1. Definición.

La realidad aumentada RA según, (Craig, 2013) la define como una tecnología innovadora en la que la información digital se sobrepone en el mundo físico es decir, esta información digital puede ser imágenes, texto, videos, y un sinnúmero de objetos más. Tanto en el registro espacial y temporal con el mundo físico y que es interactiva en tiempo real.

Otra definición importante y popular sobre RA es la dada por (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994) quienes indican que: “entre un entorno real y un entorno virtual puro esta la llamada realidad mixta (Figura 1) y esta se subdivide en 2, la realidad aumentada, más cercana a la realidad y la virtualidad aumentada, más próxima a la virtualidad pura” . Un entorno virtual se considera como algo totalmente sintético en el que los usuarios están completamente sumergidos; el entorno real se considera el lado opuesto, integrado sólo por los objetos reales limitado por las leyes de la física.

**Ilustración 1. Continuo virtual de Milgram.**



Fuente: (Milgram et al., 1994)

(Azuma, 1997) define la RA como una variación de los entornos virtuales, comúnmente conocido por Realidad Virtual. Los entornos virtuales son completamente sintéticos, donde el usuario no puede ver el mundo real a su alrededor. Mientras tanto, la realidad aumentada permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos. Por tanto, la RA complementa a la misma. Otra de las acotaciones aceptada de (Azuma, 1997) que dice que un sistema con RA es el que cumple estas tres características:

- Combinación de elementos virtuales y reales.
- Interactividad en tiempo real.
- Información registrada en 3D.

### Ilustración 2. Auto modelado en 3d en tiempo real



Fuente: (Aumentada & Torres, 2011)

Entonces, Realidad aumentada es la tecnología de experiencia dinámica e interactiva que tiene por entrada la información del mundo real y sobrepone a esta la nueva realidad con distintos objetos. La RA complementa al entorno real utilizando los distintos tipos de hardware que existen con la ayuda de algunos requisitos de software necesarios, como una pantalla o visor para ver la información, una cámara, sistemas de posicionamiento, sensores en caso de dispositivos móviles y una capacidad de proceso y gráfica suficiente.

#### 2.1.2. Etapas de la realidad aumentada.

La Realidad Aumentada se fundamenta en tres acciones o etapas básicas (Sedano, 2014), estas son:

- Reconocimiento de objetos.
- Tracking o seguimiento de objetos.
- Iluminación y renderizado o representación de contenidos.

### 2.1.2.1. Reconocimiento de objetos y/o imágenes

Para conseguir representar correctamente los elementos virtuales en la escena del mundo real es necesario reconocer el entorno que rodea al usuario y los elementos que componen ese mismo entorno. Por ejemplo, una aplicación que permita crear contenido virtual sobre la fachada de un edificio debe reconocer primero el perfil del edificio para saber dónde debe crear el contenido multimedia (Ilustración 3).

**Ilustración 3. Creación contenido virtual sobre edificio**



Fuente:(Callejas, Quiroga, & Alarcón, 2011)

Otro escenario en el que es importante el reconocimiento de imágenes es en la detección de targets (Figura4). Los targets son imágenes e inclusive figuras que permiten posicionar los contenidos virtuales en la escena real, es decir, los elementos visuales se crean entorno al target.

**Ilustración 4. Target**

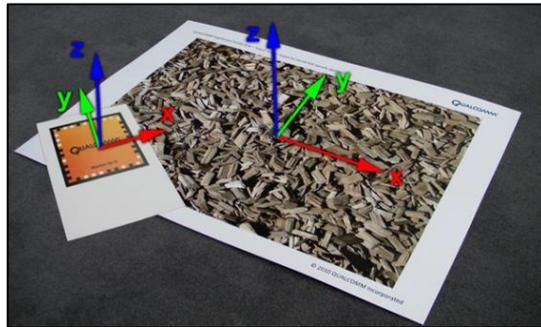


Fuente:(Callejas et al., 2011)

### 2.1.2.2. *Tracking (rastreo)*

Tracking es el proceso de localizar un objeto que se está moviendo en el espacio y en el tiempo. Esta etapa está relacionada con el reconocimiento de objetos muy de cerca, ya que para posicionar un objeto en cualquier instante, éste debe ser reconocido. Una parte importante del proceso de tracking además de las técnicas de reconocimiento previamente descritas, es la conversión de las coordenadas de la imagen a coordenadas globales pertenecientes al entorno real que el usuario ve. Esta relación entre coordenadas puede ser facilitada por el target o un marcador (entre otros) cuya orientación y posición es conocida (Figura 5).

**Ilustración 5. Marcador con referencias de coordenadas**



Fuente: (Sedano, 2014)

Algunos de los algoritmos utilizados para el tracking de objetos captados por video son:

- Blob tracking: segmenta el interior de los objetos.
- Kernel-base Tracking: relacionado con el algoritmo “mean-shift”. Este algoritmo crea una función de densidad de probabilidad en la imagen que capta, asignando a cada pixel de la nueva imagen una cierta probabilidad. Probabilidad de que el color del píxel de la nueva imagen exista en la imagen del objeto de referencia. Entonces busca el pico de probabilidad/coincidencia cerca de la posición inicial del objeto.
- Contour Tracking: detección del contorno o límites de los objetos.

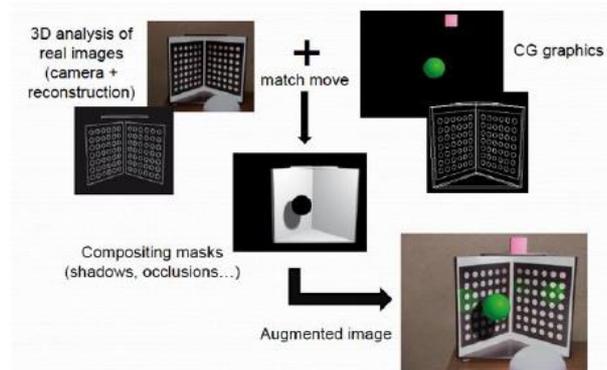
### 2.1.2.3. Iluminación y renderizado

Cuando los objetos de una escena son identificados y examinados, es preciso introducir los elementos virtuales creados mediante software de representación gráfica. Sin embargo no es suficiente con generar los gráficos sino que se deben intentar adaptar a las condiciones del entorno, a fin de que la experiencia de Realidad Aumentada sea realista (Figura 6). Esto se logra mediante dos vías:

- Relación geométrica o de posición.
- Relación en la iluminación.

Al cumplir ambas condiciones se obtiene la Realidad Aumentada realista.

#### Ilustración 6. Esquema de construcción de RA realista



Fuente: (Sedano, 2014)

#### 2.1.2.3.1. Relación geométrica o de posición

Se refiere a que una vez se ha detectado el entorno real, el objeto virtual se ha de introducir en una posición determinada para que se mimetice con la escena de forma que parezca que realmente pertenece a ella.

### **2.1.2.3.2. Relación de iluminación**

Se refiere a adaptar la iluminación del objeto virtual a la luminosidad del entorno real. Esto es lo que se llama relación lumínica.

### **2.1.3. Tracking para aplicaciones de realidad aumentada.**

Como se mencionó anteriormente el tracking es el proceso de seguimiento de un objeto en movimiento, es decir, la estimación de la posición y orientación del mismo en cada instante. En una aplicación de realidad aumentada se necesita el tracking del participante para conocer la matriz de transformaciones geométricas y así realizar el registro de imágenes sintéticas y reales. En la mayoría de aplicaciones de realidad aumentada se trata de realizar un tracking de la cámara que captura la escena. Aunque también puede tratarse del tracking de la cabeza del usuario o de algún objeto manipulado por este.

Según la aplicación puede interesar conocer(Manresa Yee, Abásolo, Más Sansó, & Véneré, 2011):

- La posición y orientación de la cámara en un sistema de coordenadas global.
- La posición y orientación de la cámara en relación a un objeto de la escena real en cuestión.
- La posición y orientación de la cámara en relación a la posición y orientación del cuadro de video anterior.

El tracking en una aplicación de realidad aumentada puede hacerse:

- Mediante dispositivos físicos específicos.

- Mediante el análisis de la imagen capturada, denominado tracking basado en visión.
- Tracking híbrido, que combina las salidas de dispositivos físicos con el análisis de la imagen.

### 2.1.3.1. Tracking mediante dispositivos físicos

Según (Zhou, Dun, & Billinghurst, 2008) el tracking basado únicamente en sensores fue utilizado en las primeras aplicaciones de realidad aumentada, encontrándose muy pocas publicaciones recientes que no utilicen combinaciones con tracking basado en visión. Según la tecnología el tracking puede realizarse utilizando sensores mecánicos, magnéticos, ultrasónicos, inerciales u ópticos.

Actualmente pueden encontrarse en el mercado teléfonos móviles con dispositivos integrados cuyo uso resulta muy apropiado para aplicaciones de realidad aumentada móvil. A continuación se detallan los dispositivos más comunes que pueden usarse para tracking en una aplicación de realidad aumentada en ambiente externo:

**GPS (Global Positional System):** nos da la latitud y longitud en el sistema de coordenadas global que puede usarse para consultar un Sistema de Información Geográfica (SIG). El GPS brinda los 3 grados de libertad DOF (Degree of freedom) de la traslación. Para mejorar la exactitud del valor que brinda puede usarse lo que se denomina GPS diferencial, donde una estación base de la cual se conoce su localización con exactitud computa y transmite el error introducido, el cual es utilizado por el receptor GPS para corregir su posición. Para obtener los 6 DOF se necesita combinarlo con otro dispositivo que brinde los 3 DOF de la rotación como una brújula.

**Brújula digital:** al igual que una brújula convencional brinda la orientación en un sistema global (3 DOF). Las brújulas que se encuentran en los teléfonos móviles son denominadas brújulas de estado sólido, generalmente construidas mediante

sensores de campo magnético que envían señales a un microprocesador. Generalmente se combina con el GPS para obtener los 6 DOF del movimiento del dispositivo. La ventaja con respecto al uso de sensores inerciales es que brindan un resultado con error constante, el cual puede pre calibrarse durante la instalación del sistema.

**Sensores inerciales:** los acelerómetros y giroscopios permiten conocer aceleración y velocidad de rotación, a partir de las cuales puede conocerse los 6 DOF de la pose. Las ventajas de este tipo de dispositivos radican en su rapidez y su buena respuesta a cambios bruscos. Sin embargo, su principal desventaja suele ser la acumulación de errores debido al ruido, y por esto cada cierto tiempo deben recalibrarse. Algunos modelos de teléfonos móviles de última generación poseen integrados acelerómetros y giroscopios con tecnología MEMS (MicroElectroMechanical Systems).

**Tabla 2. Resumen con las diferentes alternativas de tracking en aplicaciones de realidad aumentada**

Tracking mediante...	Aplicables a tracking de		Posición y orientación	Conocimiento necesario	Modifica la escena
	cámara en mov. escena estática	objetos en mov. con cámara estática			
Sensores inerciales	SI	NO	relativos	NO	NO
GPS+brújula	SI	NO	Absolutos en sist. de coord. global	NO	NO
marcadores	SI	SI	Marcador en relación a la cámara	SI, del marcador	SI
Bordes	SI	SI	Relativos al cuadro anterior	SI, modelo 3D	NO
Texturas	SI	SI	Relativos al cuadro anterior	NO	NO
Detección	SI	SI	Absolutos	SI, base de datos de imágenes registradas	NO
SLAM/PTAM	SI	SI	Mapa de puntos registrados	NO	NO
Híbrido	SI	NO		NO	NO

Fuente: (Manresa Yee et al., 2011)

Elaborado por: Manresa Yee

#### **2.1.4. Clases de realidad aumentada.**

La Realidad Aumentada actúa de cuatro maneras diferentes (Martínez, 2013), dependiendo de la plataforma desde donde es ejecutada:

##### **2.1.4.1. *Realidad aumentada desde teléfonos inteligentes***

Para llevar a cabo este tipo de experiencia el usuario debe tener un teléfono inteligente Smartphone (iPhone, Samsung, o similares), que tenga cámara digital posterior, al cual se le descarga un programa que permite ejecutar la realidad aumentada. Normalmente se usa en combinación con un sistema de posicionamiento global (GPS), para realizar la geolocalización en tiempo real del móvil, y con ello poder demostrar la posición de la cámara en el momento que esta es puesta frente al usuario en movimiento. Su funcionamiento se reduce a activar el teléfono y el GPS, cargar el programa instalado en su memoria y apuntar la cámara al escenario que se desea complementar o del cual se quiere obtener información. En ese momento, sobre la pantalla del dispositivo, aparecerá el entorno actual con objetos de información asociados al lugar donde se ubica el usuario. Sus aplicaciones van especialmente dirigidas al turismo, como identificador de sitios de interés, ámbito educativo para mejora de la enseñanza, al marketing por proximidad, para temas relacionados con el comercio, o a los juegos, entre otras.

##### **2.1.4.2. *Realidad aumentada con visores/gafas especiales***

En esta experiencia, el usuario debe tener, como sensor, unas gafas o algún tipo de visor portátil (Rauschnabel, Brem, & Ivens, 2015) que pueden ir o no conectados a un PC o a un Smartphone, desde donde se ejecuta el programa que permite la experiencia. Estas gafas facilitan ambientes totalmente inmersivos, desde donde la realidad aumentada abarca todo el campo visual del usuario, favoreciendo las

situaciones en experiencias por descubrimiento. Sus aplicaciones están enfocadas a la instrucción y al entrenamiento o la medicina entre infinitas posibilidades más.

#### **2.1.4.3. Realidad aumentada offline en un pc**

Este tipo de realidad aumentada se produce desde un PC, asociado obviamente a una cámara web, software elaborado para ser ejecutado desde el mismo, y marcadores impresos que representan la manera en que el evento es solicitado para la visualización sobre la pantalla del computador. Para este propósito no se requiere ningún tipo de conectividad a Internet, y todos los procesos informáticos se llevan a cabo desde y con la computadora únicamente. Para su funcionamiento debe ejecutarse el programa de representación de los modelos virtuales en el PC, activar la cámara web y poner frente a esta los marcadores que representan la actividad que se quiere visualizar. Estas actividades pueden ser un objeto en 3D, un video, un texto, un sonido, o la combinación de todos.

#### **2.1.4.4. Realidad aumentada online en un PC**

Contrario al tema anterior, se requiere precisamente una conexión a Internet, desde donde se ejecutan las instrucciones del software que interpreta los modelos virtuales, solo se necesita el complemento reproductor para Flash (Adobe Flash Player) normalmente disponible en navegadores para la respectiva visualización de este tipo de formatos. La cámara web y los marcadores son también parte del proceso. Para su funcionamiento solo debe cargarse desde un navegador con conexión a Internet, la dirección web, esperar a que se ejecute el Adobe Flash Player, autorizar su uso desde la caja de dialogo que aparece sobre la pantalla del PC, y poner frente a ella los marcadores provistos para esta experiencia. Las aplicaciones para estas dos últimas plataformas con el PC abarcan prácticamente todas las profesiones y oficios, donde se resaltan especialmente los procesos pedagógicos y educativos (Rivadeneira, 2013), la medicina misma, la publicidad, el entretenimiento (Dávalos, 2013), etc.

#### **2.1.4.5. Realidad aumentada móvil**

Una de las ventajas de nuestros tiempos es el desarrollo y avance en lo que a dispositivos móviles se refiere, ya sean Smartphones, Tablets, Wearables y Phablets. A estos se añaden los requerimientos de hardware y software para poder agregar elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a la que se le van sumando prestaciones informáticas. Antes de la aparición de estos dispositivos, se consideraba que los requisitos para esta tecnología eran demasiado caros para el usuario común.

Los nuevos dispositivos móviles como Smartphones poseen una mayor capacidad de cómputo, mejores interfaces gráficas y periféricos incorporados, como cámaras y tarjetas de comunicación inalámbrica. Además, tanto los sistemas operativos, como las herramientas de desarrollo son cada vez más compatibles y abiertos, lo que ha potenciado el desarrollo de aplicaciones más complejas que requieren de procesamiento en tiempo real, adquisición de imágenes y capacidad de comunicación.

Dentro del campo de la RA, existen algunos tipos de reconocimiento con los que se trabaja, y dependiendo de la técnica se requerirá de un tipo de hardware u otro. Estos son: basado en marcadores que utilizan imágenes del entorno como referencias, basado en objetos donde se compararán con una base de datos de objetos según sea su forma para descubrir de qué objeto se trata, y el reconocimiento basado en localización GPS, y de sistemas que reconozcan la orientación del dispositivo que trabajan en función de las coordenadas, entonces el dispositivo aproxima el objeto de acuerdo a su ángulo de visión, y su distancia.

- **Registro de objetos virtuales:** El reconocimiento de los objetos virtuales en la Realidad Aumentada, trata en revelar la información de alrededor para saber la ubicación del dispositivo, y por tanto como posicionarse y situar los objetos. La Realidad Aumentada funciona en base a la superposición de

información sobre la realidad a partir de tres recursos tecnológicos básicos (Fombona Cdavieco, Pascual Sevillano, & Madeira Ferreira Amador, 2012) que en ocasiones se complementan entre sí: los patrones de disparo del software, la geo-localización y la interacción con Internet.

- **Basado en Marcadores:** Determinadas imágenes pueden ser el resorte digital que lance el funcionamiento de una aplicación sobre esa misma imagen. Esto es, una marca (Marcador), un dibujo o imagen específica (Etiqueta), un código icónico de barras o digital (Código QR) pueden ser desencadenantes de la imagen, video, texto, sonido, o hasta un enlace a Internet. (Figura 7)

**Ilustración 7. Marca que genera un objeto virtual**



Fuente: (Fombona Cdavieco et al., 2012)

- **Basado en la posición y orientación, Geolocalización** La posibilidad de detección geográfica Global Posición Sistema (GPS) en los dispositivos portátiles miniaturizados sitúa al usuario en cualquier lugar de la Tierra. Así, gracias al cálculo de la distancia relativa a los satélites geoestacionarios una imagen captada puede ser ubicada con precisión de escasos metros en determinada altura, sentido de dirección, longitud y latitud. Conocido el lugar se superpone una referencia espacial a la imagen: norte, sur, este y oeste, que puede relacionarse con un mapa almacenado e indicar lugares cercanos. (Figura 8)

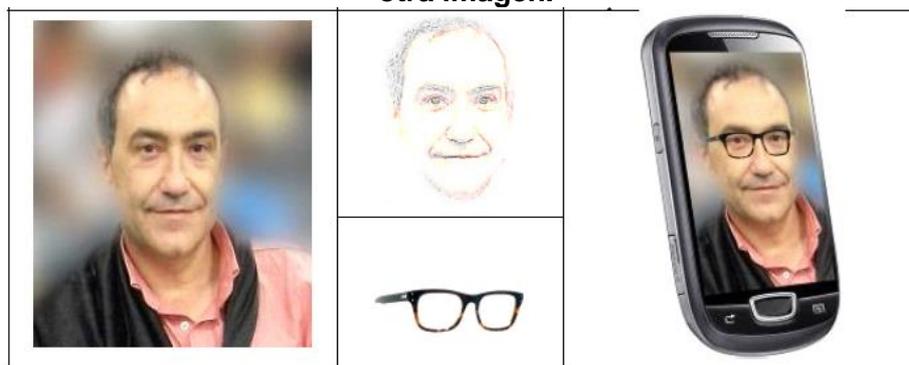
### Ilustración 8. Geolocalización



Fuente: (Fombona Cdavieco et al., 2012)

- **Basado en reconocimiento de objetos:** El reconocimiento de objetos en la realidad aumentada es el más difícil de implementar y el más caro a nivel de coste computacional. Se basa en, a través de la cámara web, reconocer un objeto en particular, y compararlo con una base de datos de objetos según su forma para descubrir de qué objeto se trata. Claramente, este sistema no requiere disponer más que una cámara en el dispositivo, y no necesita modificar el entorno para que funcione, lo que la hace totalmente portable de un entorno a otro con toda facilidad. (Figura 9)

### Ilustración 9. Software reconoce un código icónico predefinido y superpone otra imagen.



Fuente: (Fombona Cdavieco et al., 2012)

- **Basado en la interacción con Internet:** Existen aplicaciones que relacionan las imágenes captadas con otras similares existentes en las bases de datos de Internet. El equipo busca los elementos esenciales de la

imagen real y superpone los hipervínculos con información complementaria de Internet. (Figura 10)

**Ilustración 10. Interacción con internet**



Fuente: (Fombona Cdavieco et al., 2012)

### 2.1.5. Frameworks para realidad aumentada.

Para el desarrollo de una aplicación con realidad aumentada además del IDE, es necesario un SDK, que no es más que una interfaz de programación de aplicaciones; la cual permite el uso de algún lenguaje de programación, dependiendo del sistema operativo móvil al cual esté destinada la aplicación. Así mismo, para desarrollar una aplicación en Realidad Aumentada se necesita un conjunto de herramientas ya sean librerías o SDK orientado al desarrollo de una aplicación con Realidad Aumentada, a continuación se indican algunas librerías y SDK utilizados para el desarrollo de aplicaciones con Realidad Aumentada orientada a dispositivos móviles.

- **ARLAB:** Es una compañía que desarrolla herramientas para la creación de aplicaciones con Realidad Aumentada. Sus herramientas brindan soporte para geolocalización, reconocimiento de imágenes, reconocimiento de marcadores, imágenes 3D, seguimiento de imágenes, seguimiento de objetos, botones virtuales, reconocimiento facial y seguimiento facial. Todos sus productos están orientados a iOS y Android; y requieren de pago.

- **ARTOOLKIT:** Son un conjunto de librerías desarrollado por la empresa ARTOOLWORKS para el desarrollo de aplicaciones para Realidad Aumentada, para sistemas Operativos iOS y Android. En los dos casos permite la creación de aplicaciones nativas en Objective-C y C/C++ respectivamente. Estas librerías están bajo la licencia GPLv2 y licencias pagadas.
- **DROIDAR:** Es un framework para desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada en Android. Está publicado como código abierto bajo la licencia GPLv3, permite aplicaciones basadas con marcadores y por geolocalización.
- **LAYAR:** Permite crear aplicaciones con Realidad Aumentada para dispositivos móviles, basado en web services. Tiene soporte para reconocimiento de imágenes y geolocalización.
- **VUFORIA:** SDK desarrollado por la empresa Qualcomm para desarrollar aplicaciones con Realidad Aumentada. Tiene un SDK para Android y otro para iOS, tiene soporte para Realidad Aumentada basada en marcadores y reconocimiento de imágenes; además de funcionalidades como botones virtuales, distintos tipos de marcadores, imágenes 3D, entre otros. La programación es en lenguaje nativo.
- **WIKITUDE:** SDK es un kit de desarrollo de software de gran alcance que permite una buena experiencia en el desarrollo de realidad aumentada, proporcionando a los desarrolladores las herramientas para crear ya sea sus propias aplicaciones para Android aplicaciones o mejorar sus actuales. Wikitude se encuentra disponible para iOS, Android, Symbian y Blackberry.
- **LOOKAR:** Permite el desarrollo de aplicaciones en 2D y 3D con la posibilidad de integrar la imagen con la cámara, permite la persistencia de datos para transmitir estos de forma transparente a servidores externos, proporciona la posibilidad de localización en interiores y permite la

interacción con objetos, además brinda una completa documentación en español, así como una librería de ejemplos de las aplicaciones que se pueden descargar e integrar de forma inmediata a dispositivos con Android.

## 2.2. Sistemas operativos móviles

Actualmente hay muchas plataformas para móviles (IOS, Android, Windows Phone, BlackBerry, Palm, Java Mobile Edition, Linux Mobile (LiMo), entre otros) Y como el proyecto estará basado hacia las distintas plataformas a continuación se describe de forma breve (Salazar Álvarez, 2013) cada sistema operativo y características principales:

### 2.2.1. ANDROID.

Android es un sistema operativo de Google basado en GNU/Linux diseñado originalmente para dispositivos móviles. Android fue un proyecto inicialmente desarrollado por la empresa Android Inc. la cual fue comprada por Google en el 2005, es así que en 2008 lanzan la primera versión de este sistema operativo. Las aplicaciones pueden ser escritas en una extensión de Java por medio del SDK y se ejecutan por medio de una máquina virtual Dalvik, también puedes ser escritas en lenguaje nativo C/C++ por medio del NDK.

**Tabla 3. S.O. Android**

Última Versión	Android 6.0 Marshmallow
Lenguajes desarrollo	Java, C/C++
Idioma	Multilenguaje

Elaborado por: El Autor

- **Ventajas**

- ✓ Gama de aplicaciones extensa.10
- ✓ Mayoría de aplicaciones gratis.
- ✓ Personalización alta.
- ✓ Totalmente libre.
- ✓ Soporte Java y multimedia.

- **Desventajas**

- ✓ Sistema menos intuitivo.
- ✓ Alto consumo de batería.
- ✓ La calidad de los gráficos es mínima.

### 2.2.2. IOS.

IOS es el sistema operativo para dispositivos móviles de la empresa Apple. La primera versión de este iOS fue introducida en el 2007 en el dispositivo móvil iPhone. Las aplicaciones para este sistema operativo son desarrolladas en el lenguaje Objective-C por medio del SDK para iOS.

**Tabla 4. S.O. IOS**

Última Versión	IOS 10
Lenguajes desarrollo	Objective-C
Idioma	Multilinguaje

Elaborado por: El Autor

- **Ventajas**

- ✓ Interfaz sencilla y amigable.
- ✓ Tiene la tienda con más aplicaciones en el mundo.
- ✓ Muy buena seguridad.
- ✓ Asistente personal.

- ✓ Excelente desempeño.

- **Desventajas**

- ✓ La mayoría de aplicaciones son de pago.
- ✓ No soporta contenidos flash.
- ✓ Personalización escasa.
- ✓ Transferencia de archivos.

### 2.2.3. WINDOWS PHONE OS.

Windows Phone OS, es el sistema operativo para dispositivos móviles de la empresa Microsoft. Él es sucesor del sistema operativo Windows Mobile OS, sin embargo no es compatible con su predecesor. Este sistema operativo fue lanzado el 10 de setiembre de 2010 con el nombre de Windows Phone 7. Sus aplicaciones pueden desarrollarse en lenguaje nativo C/C++, así como en C# y XAML.

**Tabla 5. S.O. Windows Mobile**

Última Versión	Windows 10 Mobile
Lenguajes desarrollo	C/C++ , C#
Idioma	Multilinguaje

Elaborado por: El Autor

- **Ventajas**

- ✓ Ejecución rápida.
- ✓ Sencillo de usar.
- ✓ Abierto para el desarrollo de aplicaciones.
- ✓ Excelente sistema de seguridad.

- **Desventajas**

- ✓ Ausencia de multitarea.
- ✓ No es compatible con flash
- ✓ Pocas aplicaciones.

#### 2.2.4. BLACKBERRY OS.

Blackberry OS es el sistema operativo de la empresa RIM (Research In Motion) y está destinado a dispositivos del mismo nombre que el sistema operativo, es decir Blackberry. Este sistema operativo se introdujo por primera vez en el mercado en 1999, en un pager de la marca RIM. Sin embargo no fue hasta 2002, que se lanzó un Smartphone con este sistema operativo. Las aplicaciones pueden ser desarrolladas tanto en Java para lo cual existe un SDK y en lenguaje nativo C/C++ para lo cual existe un Native SDK.

**Tabla 6. S.O. Blackberry**

Última Versión	BlackBerry 10 OS
Lenguajes desarrollo	Java, C/C++
Idioma	Multilenguaje

Elaborado por: El Autor

- **Ventajas**

- ✓ Baja vulnerabilidad.
- ✓ Multitarea bien desarrollada.
- ✓ Actualizaciones constantes.
- ✓ Fiable e innovador.

- **Desventajas**

- ✓ No existe diversidad de aplicaciones.

- ✓ Lentitud del sistema.
- ✓ Interfaz poco estática.

### 2.2.5. Cuadro comparativo sobre sistemas operativos móviles.

En base a la información investigada sobre los sistemas operativos móviles se han determinado características principales de cada una de ellas en la siguiente tabla.

**Tabla 7. Cuadro comparativo sobre principales plataformas móviles**

Características	IOS	Android	Windows Phone	Blackberry
Año de lanzamiento	2007	2008	2010	2003
Lenguaje de programación	Objective-C, C++	Java, C++	G#, muchos	Java
Licencia de software	Propietaria	Software libre	Propietaria	Propietaria
Soporte Flash	No	Si	No	No
HTML5	Si	Si	Parcial	Si
Tienda de Aplicaciones	App Store	Google Play	Windows Marketplace	BlackBerry App World
Costo publicar	\$99 al año	\$25 una vez	\$99 al año	Sin costo
Plataforma de desarrollo	Mac	Mac, Linux, Windows	Windows, Mac	Mac, Linux, Windows
Interfaz personalizable	No	Si	Parcial	Si
Soporte memoria externa	No	Si	No	Si
Variedad de dispositivos	Modelo único	Muy alta	Baja	Baja
Aplicaciones nativas	Si	Si	No	No
Cuota de mercado hasta Junio 2016, resultados basados en estudios "Gartner"	12.9%	86.2%	0.6%	0.1%

Fuente: (Gironés, 2013)

Elaborado por: El autor

En base a la tabla comparativa, se seleccionará Android como el sistema operativo en donde correrá la aplicación puesto que sus ventajas son muchísimas más sobre los demás y hacen de este el más utilizado en la actualidad debido a que es compatible con un alto número de dispositivos y permite utilizar varios recursos la multitarea de una manera más óptima que los otros sistemas operativos. Asimismo, la plataforma de desarrollo de iOS es Mac lo que hace que se necesite hardware un poco menos accesible.

Finalmente, según el estudio de (Gartner, 2016) Android posee la mayor cuota de mercado, lo que significa que los usuarios al momento de comprar un Smartphone lo prefieren sobre otros, por ende una aplicación desarrollada para el sistema Android tiene muchas más oportunidades de ser descargada y utilizada.

### **2.3. Sistemas de localización en interiores**

Los sistemas de posicionamiento local (LPS) son servicios basados en la localización, lo que permiten ofrecerle al usuario un servicio personalizado, en la mayoría de casos utilizan información geográfica; solo depende si la tecnología del posicionamiento se encuentra al lado del cliente (ej. GPS, Wifi, etc.) O de lado del servidor (ej. servicios de posicionamiento suministrado por el operador) y tecnología de comunicación de redes para transmitir información hacia una aplicación de localización basada en servicios (LBS) que pueda procesar y responder la solicitud. Actualmente existen muchos tipos de sistemas de posicionamiento local, (Hazas, Scott, & Krumm, 2004) estos diversos sistemas pueden variar según el tipo de diseño, tales como la tecnología física que los sustenta, la localización individual o colectiva, la precisión que se pueda tener y métodos matemáticos de estimación.

### 2.3.1. Marcadores y marcas visibles.

La plataforma de realidad aumentada se basa en algoritmos de reconocimiento de imágenes, que a través de la cámara del ordenador o móvil, son capaces de identificar rápidamente y en tiempo real cualquier tipo de imagen y objeto, a continuación se presentan algunos de los marcadores más relevantes que existen al día de hoy:

- **Código QR:** Un código QR (Quick Response Barcode) es un sistema para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional creado por la compañía japonesa Denso-Wave en 1994 (Froján & Lorenzo, 2011); se caracterizan por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector. Tiene como ventaja que estos códigos son gratuitos y existen aplicaciones en las que el usuario puede crear su propio QR.
- **Código BIDI:** Los códigos BIDI son una particularidad de la compañía de Movistar (Guzmán, 2011) creado en el 2008. La aplicación Bidi de Movistar no permite usar el modo macro de la cámara en los móviles, por lo que en muchos casos el sistema no reconoce el código y da error. Telefónica Móviles y La Caixa, a través de Serviticket, han desarrollado el primer sistema que permite acceder a espectáculos con ciberentradas. A diferencia de los códigos QR, los BIDI no son gratuitos, el usuario tendrá que pagar por ello, ya que presta algún servicio en especial creado por la compañía.
- **Marcas visibles:** Consiste en la utilización de marcas visibles en las paredes que puedan ser detectadas mediante una cámara y reconocidas por un sistema de visión. Cada marca equivale a una posición específica almacenada en una base de datos. Por ejemplo en museos.

✓ **Ventajas:** Al ser marcas localizadas se consigue gran precisión.}

- ✓ **Desventajas:** Localización no pasiva y no continua, Reconocimiento de marcas no trivial, Deja de funcionar si se interponen obstáculos entre la cámara y las marcas.

### **2.3.2. Etiquetas RFID.**

La identificación por radio frecuencia las etiquetas RFID (Ramírez, 2006), una rápida captura de datos de manera automática mediante radiofrecuencia. EL RFID o Radio Frequency Identification, (en español: Identificación por radiofrecuencia) es un método de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas o tags RFID. Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño del tamaño de la cabeza de un alfiler y puede colocarse en cualquier producto, desde latas de sopa a zapatos deportivos, animales o personas.

Las etiquetas RFID contienen información y poseen una capacidad de memoria de hasta 2 Kbytes en los cuales se puede grabar importante información acerca de sus características, caducidad, fabricante, lote, etc. Los microchips en las etiquetas RFID pueden ser de lectura o regrabables y su contenido puede leerse mediante un Terminal/Lector o grabador sin necesidad que exista contacto físico, poseen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID.

#### **2.3.2.1. Interior de un RFID Tag**

Tiene un circuito receptor-emisor pero reducido en un espacio de 0,3 x 0,3 mm<sup>2</sup> y una antena de dimensiones máximas de 100 x 100 mm<sup>2</sup>. El interior del RFID es un dispositivo común que por sus diferentes formas de packaging, puede ser aplicado o insertado en objetos, agrupaciones animales o personas con el objeto de que tengan un código que los identifique. El tag emitirá el código cuando entre dentro del campo de acción generado por una antena RFID.

Estas etiquetas o tags RFID, al ser utilizadas como medio de localización interior, consistiría en la colocación a lo largo de todo el edificio de etiquetas RFID.

Cada una de las etiquetas posee un identificador único que puede ser leído por radiofrecuencia, de forma que al ser detectadas por un lector RFID puede inferirse la posición a partir de una base de datos de identificadores y posiciones. Un claro ejemplo son las etiquetas antirrobo presentes en multitud de productos.

- ✓ **Ventajas:** Sencillez
- ✓ **Desventajas:** Necesidad de un gran número de etiquetas para que sea preciso, debido a su escaso alcance, Dificultad de implantación y poca escalabilidad, Necesidad de hardware externo al dispositivo y coste asociado.

### 2.3.3. Triangulación de la señal.

Existen dos métodos de triangulación para sistemas basados en ondas de radio:

- **Triangulación por tiempo de llegada (TOA):** Consiste en calcular el tiempo que tarda una onda desde que sale del dispositivo fuente hasta que llega al dispositivo destino. En base a dicha información, y utilizando al menos tres nodos fuente, se infiere la posición en que se encuentra el dispositivo móvil.
- **Triangulación por intensidad de señal (RSS)** (Palazón, Gozalvez, & Prieto, n.d.): Consiste en calcular la fuerza de la señal que llega de al menos tres dispositivos fuente distinto. En base a dicha información, se infiere la posición del dispositivo. Ninguno de los anteriores métodos es aplicable a las ondas Wifi, ya que dichas ondas rebotan en el interior, de un edificio, produciendo reflexiones y refracciones que alteran el tiempo de

llegada y la intensidad de la señal. Además surge el problema de la propagación multitrayecto, ya que las ondas pueden llegar al dispositivo destino por múltiples caminos, produciendo tiempos de llegada y atenuaciones distintos. Es posible aplicar estos métodos a las redes de telefonía, pero debido a la lejanía que hay entre las diferentes antenas de telefonía, la precisión que se consigue es muy baja y en cualquier otro caso es insuficiente para la localización en interiores.

- ✓ Ventajas: Puede conseguir buenas precisiones.
- ✓ Desventajas: Implementación costosa.

#### **2.3.4. Sistemas inerciales de localización.**

El sistema de navegación inercial, es un sistema de navegación autónomo que no depende de medidas ni redes de localización externas. El objetivo de la navegación inercial es determinar la posición con la mayor precisión posible, a partir de las medidas de la IMU (Inertial Measurement Unit). (Prieto, 2012)

La IMU se compone de sensores inerciales como: acelerómetros, campo magnético y giróscopos (o en su defecto una brújula). Para realizar estos cálculos de la localización se miden las aceleraciones a las que el dispositivo está sujeto, mediante una doble integración respecto del tiempo se puede averiguar, en primer lugar, la velocidad del móvil en cada uno de los ejes de desplazamiento, y posteriormente el desplazamiento desde la última posición medida.

- ✓ **Ventajas:** Puede ser un buen complemento a otras técnicas de localización.
- ✓ **Desventajas:** Necesidad de hardware de gran precisión, Error acumulativo, Insuficiente como único método de localización.

### 2.3.4.1. Sensores principales en Smartphones

Con la evolución del teléfono móvil hoy en día Smartphone, se han incorporado sensores que pueden ser utilizados para diferentes aplicaciones útiles para el usuario que incluyen funciones intuitivas incorporadas que pueden requerir el uso de un giroscopio integrado, un acelerómetro, GPS, sensor de luz ambiental, sensor de proximidad y sensor magnético. A continuación se detalla un poco más acerca de cada uno (Lalama, 2014):

- **Acelerómetro:** Quizá el más conocido de todos los sensores es el famoso acelerómetro. Esta pequeña pieza de hardware se encuentra ya en casi todos los teléfonos inteligentes y viene en dos tipos: acelerómetro de dos dimensiones y de tres dimensiones. La diferencia entre éstos no solo radica en su estructura, sino en sus capacidades.

El más robusto de ambos es el acelerómetro de 3 dimensiones y es el más ampliamente utilizado. Así, este sensor puede entender la posición de nuestro dispositivo fácilmente para, por ejemplo, cambiar la pantalla de posición horizontal a posición vertical dependiendo de cómo se lo sostenga. Es uno de los sensores más utilizados por las aplicaciones, pues permite leer en modo vertical u horizontal entre diversas aplicaciones. Para la navegación web a veces es más fácil leer en modo horizontal por el tamaño de las letras, mientras que algunos desarrolladores bloquean el cambio de posición para que sus apps tengan una sola forma de visualizarse.

- **Giroscopio:** Este sensor se encarga de medir el giro de un dispositivo en dirección diagonal gracias a la aceleración angular, algo de lo que no es capaz por sí solo el acelerómetro. Juntos, el acelerómetro y el giroscopio pueden detectar los cambios en la posición del dispositivo en 6 ejes. No todos los equipos cuentan con el giroscopio porque su aplicación incrementa el costo y no es muy necesario, es más común encontrarlo en

equipos de gama alta. Uno de los primeros en tenerlo fue el iPhone 4, aunque ahora ya existe entre la mayoría de Smartphones.

- **Sensor de luz ambiental:** El sensor de luz también es una pequeña construcción de hardware que básicamente detecta la intensidad de la luz del ambiente para ajustar el brillo de la pantalla. Así, cuando se encuentre en un cuarto oscuro, este sensor ajustará la intensidad de la luz de la pantalla para que la lectura sea clara, pero no molesta. En cambio, en condiciones de luz ambiental muy fuerte, el sensor detectará esto para ajustar los niveles y ahorrar batería.
- **Sensor de proximidad:** Este sensor puede medir la distancia que existe entre el equipo y algún otro objeto, como por ejemplo nuestro cuerpo. Así, cuando se acerque el equipo a nuestra oreja para contestar una llamada, el dispositivo apaga la luz de la pantalla para ahorrar batería.

Pero no es lo único, si se toca la pantalla por accidente mientras se está realizando una llamada, no pasará nada porque el sensor de proximidad bloquea la pantalla para evitar este tipo de errores. Sin embargo, cuando se aleja el equipo de nuestra oreja, automáticamente la pantalla volverá a ser funcional.

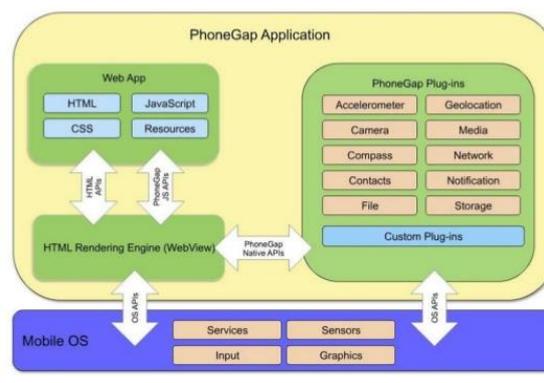
- **Sensor magnético:** El sensor magnético conocido también como brújula funciona ubicando al equipo con respecto a los polos de la tierra. Además de indicar el norte, puede servir como detector de metales, sin embargo su implementación en los Smartphones es un poco limitada. La aplicación de este sensor incrementa el coste del equipo, es por ello que generalmente se le encuentra solo en equipos de gama alta. El Galaxy Dúos fue uno de los primeros equipos de entrada en tenerlo.

## 2.4. Frameworks de desarrollo multiplataforma para dispositivos móviles

Cada vez sube la estadística de personas que utilizan Smartphones, Tablets entre otros dispositivos móviles inteligente, y cada vez son más las aplicaciones móviles que se encuentran a nuestro alcance. Lo ideal de estas aplicaciones sería poder instalarlas en cualquier sistema operativo y poder usarlas desde cualquier dispositivo. Es por eso que a continuación se destacan algunos Frameworks de desarrollo de aplicaciones móviles, entre ellos se tiene:

- **Phonegap:** Es un programa de Adobe gratuito y open source que te permite crear apps para iOS, Android, Blackberry, Windows Phone, Palm WebOS, Bada y Symbian con HTML, CSS y JavaScript. Permite el uso de HTML5 y CSS3 sin problemas. Así mismo, se integra con Dreamweaver.

**Ilustración 11. Arquitectura de Phonegap**

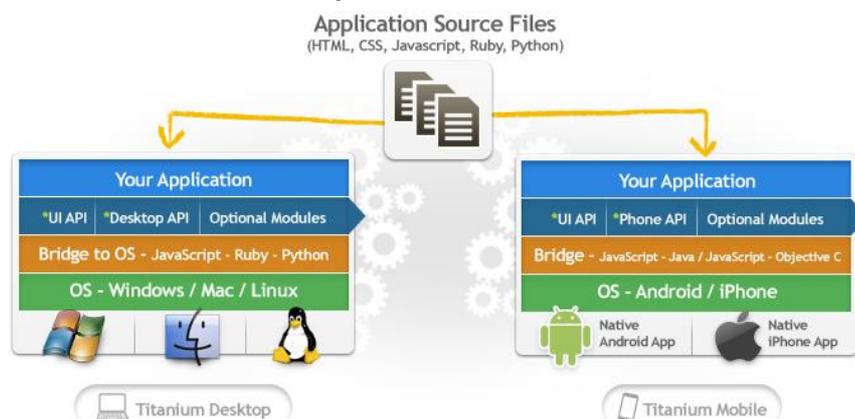


Fuente: phonegap.com

- **Jquery mobile:** JQuery Mobile es un framework basado en HTML5 optimizado para dispositivos móviles táctiles. Este framework es de fácil uso y está bien documentado. Tal y como su nombre indica, está desarrollado con jQuery y jQuery UI, con un código ligero de poco peso basado en el progressive enhancement o mejora progresiva. Este framework permite utilizar ThemeRoller (Herrera, 2014) para el diseño de interfaces.

- **Sencha Touch 2:** Es un framework para desarrollo de aplicaciones móviles basado en HTML5. Con este framework se pueden construir apps para iOS, Android, BlackBerry, Kindle Fire y otros. Se puede descargar gratuitamente. Se instala de manera local y es necesario tener un servidor local ejecutándose. Por ejemplo XAMMP.
- **Titanium mobile:** Contrario a otras plataformas (como Phonegap), Titanium genera aplicaciones nativas, por lo que se ejecutan con el desempeño y ventajas de una aplicación nativa. Básicamente, desde el ambiente de desarrollo de Titanium se crea la interfaz gráfica y se programa el comportamiento en JavaScript, y en base a esto el motor de Titanium genera un proyecto nativo en Xcode (en el caso de iOS) o un proyecto nativo de Android. Ya con esto, se puede compilar utilizando las herramientas correspondientes para generar ejecutables nativos para cada plataforma.

### Ilustración 12. Arquitectura de Titanium



Fuente: appcelerator.com

- **Xamarin:** Xamarin es un framework de pago de desarrollo de aplicaciones móviles diseñado para correr sobre las plataformas móviles: Android, iOS, y Windows Phone; se concentra en crear un núcleo de funcionalidad común para todas estas plataformas, y puede ser compartida para la creación de la interfaz gráfica de usuario de cada plataforma. El lenguaje utilizado es C#,

con generación de aplicaciones nativas, ofrece actualizaciones constantes de acuerdo a las versiones de IOS y Android, además de que ofrece la creación de Apps desde Visual Studio.

**Ilustración 13. Tabla de precios de costo de Xamarin**

	INDIE \$25 / month paid monthly or annually	BUSINESS \$999 / year paid annually	ENTERPRISE \$1899 / year paid annually
Permitted Use	Individual	Organization	Organization
Subscription Type	Monthly	Annual	Annual
Deploy to Device	✓	✓	✓
Deploy to App Stores	✓	✓	✓
Xamarin Studio	✓	✓	✓
Unlimited App Size	✓	✓	✓
Xamarin.Forms	✓	✓	✓
Xamarin Test Cloud Access	✓	✓	✓
Visual Studio Integration		✓	✓
Business Features		✓	✓
Email Support		✓	✓
Data Security			✓
One Business Day SLA			✓
Hotfixes			✓
Technical Kick-off Session			✓
Account Manager			✓
Embedded Assemblies			✓
Code Troubleshooting		At Extra Cost	At Extra Cost
	Subscribe	Subscribe	Subscribe

Fuente: xamarin.com.

## 2.5. Proyectos de realidad aumentada en ecuador

### Loja, Loja

#### “IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN ANDROID BASADA EN REALIDAD AUMENTADA APLICADA A PUNTOS DE INTERÉS DE LA UTPL”

El autor (Saraguro, 2012) basa su objetivo principal de esta aplicación móvil en difundir información de la Universidad Técnica de Loja a través de tecnologías como la realidad aumentada y geolocalización en dispositivos móviles, para mostrar su distintos puntos de interés como: sitios del campus, centros universitarios en el país, paradas de bus del transporte estudiantil y algunos sitios importantes de la ciudad de Loja; y esta información está disponible tanto para estudiantes, personal y visitantes interesados en la misma.

**Loja, Loja****“Realidad Aumentada Para La Visualización De La Infraestructura Interna Y Externa De Edificios De La Universidad Nacional De Loja A Través De Entornos Móviles.”**

En este proyecto el autor (Salas Malo, 2014) desarrolló una aplicación para dispositivos Android utilizando la Realidad Aumentada para mostrar los espacios académicos mediante el reconocimiento de los accesos existentes en la Universidad Nacional de Loja. Adicionalmente se realizaron pruebas de la aplicación en dispositivos reales pudiendo detectar el tiempo de respuesta de la aplicación y mejorando el tiempo de búsqueda de lugares.

**Sangolquí, Pichincha****“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA, PARA EDUCACIÓN Y TELE-EDUCACIÓN”**

El proyecto es presentado en una escuela de la ciudad de Sangolquí y el autor (Rivadeneira, 2013) se centra en el objetivo de desarrollar una aplicación de realidad aumentada con bases pedagógicas que sirvan como una herramienta para los docentes. Por lo cual la aplicación está desarrollada para materias como ciencias sociales con un agregado de interactividad del usuario a través de marcadores. La aplicación reduce la utilización de carteles y material didáctico mostrando la información en forma digital.

**Cuenca, Azuay****“ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN CON REALIDAD AUMENTADA PARA TELÉFONOS MÓVILES ORIENTADA AL TURISMO”**

Los autores del siguiente proyecto (Rivadeneira, 2013) determinan sus objetivos en crear una aplicación que utilice la Realidad Aumentada, de manera que se pueda

observar lo que captura la cámara de vídeo con una capa virtual superpuesta, y donde al aproximarse a los marcadores creados para la aplicación, aparezca la información descriptiva de dicho objeto. La aplicación está destinada a mostrar los lugares turísticos más importantes de la ciudad de Cuenca.

### **Riobamba, Chimborazo**

#### **“DESARROLLO DE PUBLICIDAD UTILIZANDO REALIDAD AUMENTADA PARA ESTRENOS CINEMATOGRAFICOS EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

La Realidad Aumentada en el siguiente trabajo (Dávalos, 2013) se centra en desarrollar publicidad utilizando Realidad Aumentada para estrenos cinematográficos en los cines de la ciudad de Riobamba, con el propósito de analizar el comportamiento del público objetivo. Se realizó un prototipo ubicado en exteriores de una sala de cine de la ciudad y se encuestó a las personas para saber la acogida de un medio de difusión diferente al tradicional.

## Capítulo 3

### 3. Desarrollo de la aplicación móvil

#### 3.1. Exploración

En esta fase, se define el proyecto y las partes involucradas.

##### 3.1.1. Establecimiento de las personas involucradas o Stakeholders.

El propósito es identificar y establecer los grupos de interés de la presente investigación.

- **Administrador:** Será el encargado de añadir, eliminar, modificar los puntos de interés a través del administrador web.
- **Usuario:** Serán todas aquellas personas que conformen la comunidad universitaria, además de personas externas que estén interesadas en conocer acerca de las instalaciones e información relevante de sus dependencias.

##### 3.1.2. Definición del alcance.

El alcance del proyecto se determina a través de las limitaciones y de los supuestos que se plantean.

### **3.1.2.1. Limitaciones**

Las limitaciones de la aplicación son:

- La aplicación sólo puede ser ejecutada en Smartphones con Sistema Operativo Android con su versión mínima de 2.3.
- La aplicación se limita a mostrar información relevante de los puntos de interés frecuentes en la estructura del edificio, específicamente en la planta baja, los cuales son: Secretaría, dirección general, biblioteca, departamento financiero, ascensor, etc.
- Para la ejecución de la aplicación es necesario que el dispositivo cuente con cámara posterior, conexión a internet, GPS, y acceso a sensores propios del teléfono como son: acelerómetro, giroscopio, brújula.
- Con respecto a la determinación de la ubicación actual del usuario en interiores para la implementación de realidad aumentada, se debe tener en cuenta que con la tecnología actual no se puede asegurar una precisión completamente exacta y más aún al hablar de que la estructura del edificio de la UIDE Loja tiene distancias cortas entre sus oficinas y dependencias haciendo más complicado su determinación de ubicación y exactitud.

### **3.1.3. Establecimiento del Proyecto.**

El proyecto se basa en la creación de una aplicación móvil para Smartphones con sistema operativo Android, que ayude a contribuir a la orientación de los servicios y dependencias para las personas que ingresen en la Universidad Internacional del Ecuador Extensión Loja.

Desde el punto de vista técnico para el desarrollo del proyecto “REALIDAD AUMENTADA EN UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL RECORRIDO DE LAS INSTALACIONES DE LA UIDE EXT. LOJA.” son necesarios recursos tecnológicos

de hardware y software. Dentro de los recursos de hardware se necesitará de un Smartphone con sistema operativo Android con su versión a partir de 2.3 mínima, que tenga conexión a internet y además que cuente con sensores propios del dispositivo como son acelerómetro, brújula, GPS.

### 3.2. Inicialización

En esta fase se asegura el éxito de las siguientes etapas, mediante el establecimiento de los requerimientos de la aplicación, se reúne toda la información obtenida sobre el proyecto y se planifican las tareas a realizar en las fases posteriores.

#### 3.2.1. Requerimientos Iniciales.

Se definen los principales requerimientos funcionales y no funcionales con los que debe contar la aplicación.

##### 3.2.1.1. *Requerimientos funcionales*

Los requisitos funcionales son los que indican qué debe hacer o cómo debe comportarse la aplicación.

**Tabla 8. Requerimientos funcionales modulo puntos de interés**

Módulo de Puntos de Interés	
Código	Requerimiento
RF001	Mostrar la pantalla inicial con las siguientes opciones del menú: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Portada:</b> ingresará a la pantalla principal, la cual</li> </ul>

mostrará un slider de imágenes con instrucciones de cómo utilizar la aplicación.

- **Realidad Aumentada:** ingresará a la pantalla correspondiente del módulo de realidad aumentada en la cual se abrirá la cámara trasera del dispositivo.
- **Sincronizar:** se sincronizará con la base de datos del servidor para extraer los puntos de interés administrados y guardarlos en un base de datos interna.
- **Acerca de:** se mostrará información de la aplicación, preguntas frecuentes, número de versión y créditos.

Cada punto de interés estará representado por un ícono y pertenecerá a una categoría. Los distintos puntos de interés en sus respectivas categorías son:

RFI002

Puntos de Interés	Categoría
Dirección General	Directivo
Secretaría	Administración
Biblioteca	Recursos Archivo
Departamento Financiero	Recursos Financiero
Ascensor	Instalaciones
Direcciones de Carreras	Tutorías
Laboratorios (Informática, Arquitectura.)	Laboratorios

RF003

Al hacer tap sobre un punto de interés se mostrará un pop-up con el detalle de su información.

**RFI004**

El detalle de la información de un punto de interés contará con los siguientes campos:

- Nombre.
- Categoría.
- Descripción.
- Horarios de atención.

Elaborado por : El Autor

**Tabla 9. Requerimientos funcionales Módulo de Realidad Aumentada y Localización.**

<b>Módulo de Realidad Aumentada y Localización</b>	
<b>Código</b>	<b>Requerimiento</b>
RF005	Se activará la cámara trasera del dispositivo.
RF006	Al ingresar a realidad aumentada se deberá obtener la ubicación del dispositivo mediante alguna fuente de ubicación (GPS y/o Wi-Fi).
RF007	La aplicación se refrescará automáticamente determinando la ubicación en la que se encuentra.
RF008	Al enfocar con la cámara trasera del dispositivo hacia la dirección de alguna dependencia u oficina se mostrará el nombre e icono del punto de interés.

Elaborado por : El Autor

### **3.2.1.2. Requerimientos no funcionales**

Los requisitos no funcionales son aquellos que no definen la funcionalidad de la aplicación, pero que son necesarios para un buen desempeño.

**Tabla 10. Requerimientos no funcionales**

<b>Código</b>	<b>Requerimiento</b>
RNF001	La aplicación deberá mostrar una interfaz amigable y fácil de manipular.
RNF002	La aplicación funcionará sobre el sistema operativo Android desde la versión 2.3.
RNF003	El tamaño de la aplicación no deberá ser mayor a 20 MB.
RNF004	La navegación deberá ser fluida, con un tiempo de carga menor a cinco segundos bajo una eficiente conexión.
RNF005	El diseño de la interfaz será de tipo minimalista lo cual no aturda al usuario.

Elaborado por : El Autor

### 3.2.2. Análisis de los requerimientos.

De acuerdo a los requerimientos establecidos se pueden determinar los siguientes procesos a realizar:

**Tabla 11. Procesos de la aplicación**

<b>Módulo</b>	<b>Código</b>	<b>Proceso</b>	<b>Requerimiento</b>
<b>Portada</b>	<b>P001</b>	Al abrir la aplicación, se mostrará un SplashScreen o pantalla de bienvenida.	RF001
	<b>P002</b>	Se mostrarán imágenes en un slider, estas imágenes contienen instrucciones de cómo utilizar la aplicación.	RF001
<b>Realidad Aumentada</b>	<b>P003</b>	Se activará la cámara trasera del dispositivo.	RF005
	<b>P004</b>	Se deberá obtener la ubicación del dispositivo mediante alguna fuente de ubicación (GPS y/o Wi-Fi). Para determinar la planta en que se	RF006

<b>y Localización</b>		encuentra.	
	<b>P005</b>	La aplicación se refrescará automáticamente determinando la ubicación en la que se encuentra.	RF007
<b>Puntos de Interés</b>	<b>P006</b>	Al apuntar con la cámara trasera del dispositivo hacia la dependencia, se mostrará el nombre e icono representativo.	RF008
	<b>P007</b>	Al hacer tap sobre el icono, se abrirá un pop-up con la descripción acerca de la dependencia.	RF003
<b>Sincronizar</b>	<b>P008</b>	El pop-up con la información de un punto de interés contará con los siguientes campos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre.</li> <li>• Categoría.</li> <li>• Descripción.</li> <li>• Horarios de atención.</li> </ul>	RF004
	<b>P009</b>	La aplicación se sincronizará con la base de datos del servidor para extraer los puntos de interés administrados y guardarlos en un base de datos interna.	RF001
<b>Acerca de</b>	<b>P010</b>	Se mostrará información de la aplicación, preguntas frecuentes, número de versión y créditos.	RF001

Elaborado por : El Autor

### **3.2.2.1. Análisis de los Procesos y Pre requisitos.**

Para el desarrollo del siguiente proyecto se deben cumplir ciertos pre-requisitos con el fin de implementar la funcionalidad de cada proceso.

- **P001: SplashScreen o pantalla de bienvenida.**

Pre requisitos:

- Se carga una imagen en formato jpg, png, etc.
- Se mostrará por 3 segundos.

- **P002: Slider de Imágenes.**

Pre requisitos:

- Se cargan imágenes en formato jpg, png, etc.
- Las imágenes deberán ser deslizables por el usuario hacia al lado izquierdo y/o derecho.
- Las imágenes del slider contendrán información de instrucciones de cómo utilizar la aplicación.

- **P003: Se activará la cámara trasera del dispositivo.**

Pre requisitos:

- Permiso al dispositivo de utilizar la cámara trasera del mismo.

- **P004: Se deberá obtener la ubicación del dispositivo mediante alguna fuente de ubicación (GPS y/o Wi-Fi). Para determinar la planta en que se encuentra.**

Pre requisitos:

- Permiso al dispositivo de utilizar el GPS del mismo.
- Permiso al dispositivo de utilizar conexión inalámbrica del mismo.
- Permiso al dispositivo de utilizar los sensores del mismo: acelerómetro, brújula, giroscopio.

- **P005: La aplicación se refrescará automáticamente determinando la ubicación en la que se encuentra.**

Pre requisitos:

- Actualización de la posición actual del dispositivo cada cinco segundos.

- **P006: Al apuntar con la cámara del dispositivo hacia la dependencia, se mostrará el nombre e icono representativo.**

Pre requisitos:

- Cargar icono de la dependencia.
- Cargar nombre de la dependencia.

- **P007: Al hacer tap sobre el icono, se abrirá un pop-up con la descripción acerca de la dependencia.**

Pre requisitos:

- Consultar información de la dependencia de una base de datos interna.

- **P008: El pop-up con la información de un punto de interés contará con los siguientes campos: Nombre, Categoría, Descripción, Horarios de atención.**

Pre requisitos:

- Consultar información de la dependencia de una base de datos interna.

- **P009: La aplicación se sincronizará con la base de datos del servidor para extraer los puntos de interés administrados y guardarlos en un base de datos interna.**

Pre requisitos:

- Descargar información del servicio web.
- Guardar información en base de datos interna.

- **P0010: Se mostrará información de la aplicación, preguntas frecuentes, número de versión y créditos.**

Pre requisitos:

- Información en texto plano sobre la aplicación, preguntas frecuentes, versión, etc.

### **3.2.3. Configuración del ambiente de desarrollo.**

Se establece el ambiente tanto físico como técnico para el desarrollo de la aplicación.

#### **3.2.3.1. Configuración para aplicaciones móviles Android**

- **Configuración del dispositivo móvil:**
  - Activar las opciones de desarrollador.
  - Activar modo de depuración USB.
- **Configuración de la aplicación móvil**
  - **Tipo de proyecto:** Android Application Project.
  - **Configuraciones:** Habilitación de GPS y conexión Wifi
  - **Uso de librerías adicionales:**
    - ✓ **Support Library v7 – AppCompatActivity**, extensión de la librería de soporte de Android que se utiliza para garantizar retro-compatibilidad con todas las características relacionadas con la barra de navegación superior o ActionBar.

- ✓ **Look**, framework hecho para Android que se utilizará para la creación de realidad aumentada y la ubicación mediante los módulos de localización en interiores.

### 3.2.4. Planificación inicial.

La intención de esta tarea es instaurar el plan inicial para el desarrollo del proyecto con respecto al tiempo, el ritmo y las inversiones del proyecto. El objetivo de la planificación inicial del proyecto es:

- Establecer el plan de actividades del proyecto.
- Valorar las inversiones necesarias para el proyecto.

#### 3.2.4.1. Plan de actividades

En la siguiente tabla se detallan las tareas que se desarrollará y la duración de las mismas. No precisamente se indica un orden concreto ya que los capítulos irán variando y actualizándose progresivamente en el desarrollo de la aplicación. En lo concerniente a los días se tomará cada día con 6 horas laborables y con fechas no continuas.

**Tabla 12. Plan de actividades del proyecto**

Descripción	Tareas	Días
<b>Capítulo 1</b>	<b>Análisis</b>	
	Planteamiento del problema	1
	Objetivos	1
	Alcance	1
	Elección de metodología	1
	Análisis de metodologías	5

	Deducción de herramientas	8
	<b>Revisión y correcciones</b>	3
	<b>Total</b>	<b>20</b>
<b>Revisión de Literatura</b>		
<b>Capítulo 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realidad aumentada: definición, etapas, etc.</li> </ul>	10
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas operativos móviles: Android, los, Windows mobile, Blackberry OS.</li> </ul>	5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparativa de sistemas operativos móviles</li> </ul>	2
	Sistemas localización en interiores	4
	Frameworks de desarrollo multiplataforma para dispositivos móviles	2
	Proyectos de realidad aumentada en Ecuador	2
	<b>Revisión y correcciones</b>	5
	<b>Total</b>	<b>30</b>
<b>Desarrollo de la aplicación móvil</b>		
<b>Capítulo 3</b>	<b>Exploración</b>	
	Establecimiento de las partes involucradas	1
	Definición del alcance	2
	Establecimiento del proyecto	4
	<b>Inicialización</b>	
	Análisis de requerimientos iniciales	2
	Configuración del ambiente de desarrollo	4
	Planificación inicial	3
	Planificación de fases	2
	<b>Producción y estabilización</b>	
	Módulo Portada: preparación imágenes y diseño	15
	Módulo Realidad Aumentada: integración localización.	25
	Módulo Puntos de interés: creación de íconos, y estructura de información para cada punto de interés.	20
	Módulo Sincronizar: integración con el servicio web desde el servidor.	7
	Módulo Acerca de: estructura de la información a ser	5

	mostrada.	
	<b>Pruebas</b>	
	Pruebas de interfaz de usuario	1
	Pruebas funcionales.	7
	<b>Revisión y correcciones</b>	7
	<b>Total</b>	<b>105</b>
<b>Realidad aumentada y localización en interiores</b>		
<b>Capítulo 4</b>	Implementación de objetos virtuales	5
	Creación de prototipo de aplicación con realidad aumentada	7
	Modificación del framework look	4
	Preparar el sistema de localización	3
	Entrenamiento del sistema de localización	5
	Integración del sistema de localización con la aplicación	8
	<b>Revisión y correcciones</b>	3
	<b>Total</b>	<b>35</b>
<b>Comunicación cliente servidor</b>		
<b>Capítulo 5</b>	Creación de interfaz de administrador web	13
	Pruebas del administrador web	5
	Creación del servicio web	2
	Integración del servicio web con la aplicación.	2
	<b>Revisión y correcciones</b>	2
	<b>Total</b>	<b>24</b>
<b>Observaciones y problemas encontrados en el proyecto</b>		
<b>Capítulo 6</b>	Problemas encontrados durante el proyecto	1
<b>Conclusiones</b>	Redacción de conclusiones	2
<b>Recomendaciones</b>	Redacción de recomendaciones	1
<b>Anexos</b>	Glosario	1
	Manual de usuario	2
	<b>Total de días</b>	<b>221</b>

Elaborado por : El Autor

### 3.2.4.2. Análisis de costos

Todo el software que se utilizará en este proyecto es gratuito por lo tanto únicamente se considerará como inversión el pago del hardware utilizado, el sueldo de un desarrollador (Trabajo, 2016) y otros gastos como luz, internet, artículos de oficina. En la siguiente tabla se muestran los montos estimados de descargos para los diez meses de duración del proyecto.

**Tabla 13. Recursos humanos**

Concepto	Nro. De horas	Valor Unitario	Valor Total
Desarrollador del proyecto	1330	2.50	3325.00
<b>Total</b>			<b>3325.00</b>

Elaborado por : El Autor

**Tabla 14. Recursos técnicos**

Concepto	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Computador Portátil Toshiba	1	1100.00	1100.00
Impresora Canon mp230	1	65.00	65.00
Memoria flash USB 8gb	1	10.00	10.00
<b>Total</b>			<b>1175.00</b>

Elaborado por : El Autor

**Tabla 15. Recursos materiales**

Concepto	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Servicios básicos		80.00	80.00
Internet	600	0.70	420.00
Cartuchos de tinta	2	24.00	48.00
Resma de papel	1	3.00	3.00
Copias	450	0.01	4.50
<b>Total</b>			<b>555.50</b>

---

Elaborado por : El Autor

**Tabla 16. Total recursos**

Concepto	Subtotal
Recursos humanos	3325.00
Recursos técnicos	1175.00
Recursos materiales	555.50
<b>Total</b>	<b>5105.00</b>

---

Elaborado por : El Autor

La universidad tendría todos los derechos para poder subir la aplicación a una tienda online o a su vez de subirla a sus propios servidores en donde la misma tenga acceso libre de descarga para todas las personas que así lo requieran. Al pensar en una relación de costo-beneficio se debe indicar que la Universidad Internacional extensión Loja ganará prestigio por implementar tecnologías modernas en su centro de estudios, además de que toda la comunidad universitaria se verá beneficiada y tendrá fácil acceso al ser gratuita. Por último cabe de mencionar también que con este tipo de proyecto se fomenta la investigación en el desarrollo de aplicaciones móviles y tecnologías nuevas como realidad aumentada.

### 3.2.5. Planificación de Fases.

**Tabla 17. Planificación de fases**

Fase	Iteración	Descripción
<b>Exploración</b>	Iteración 0	Definición del proyecto: Establecimiento de las partes involucradas, definición del alcance, establecimiento del proyecto.
<b>Inicialización</b>	Iteración 0	Establecimiento de los requerimientos de la aplicación: Análisis de requerimientos iniciales, Configuración del ambiente de desarrollo, Planificación inicial, Planificación de fases, diseño general del sistema.
<b>Producción</b>	Iteración 1: Módulo Portada	Creación de SplashScreen y del módulo Portada, Realización de historias de usuario. Diseño de interfaces. Pruebas de aceptación.
	Iteración 2: Módulo Realidad Aumentada	Creación del módulo realidad aumentada, realización de historias de usuario, manejo de localización. Pruebas de aceptación.

	Iteración 3: Módulo Puntos de interés	Creación del módulo de puntos de interés, diseño de íconos, pop-ups, y estructura de información para cada punto de interés. Pruebas de aceptación.
	Iteración 4: Módulo Sincronizar	Creación del módulo Sincronizar, Realización de historias de usuario. Creación de botones, caja de texto e integración con el servicio web desde el servidor. Pruebas de aceptación.
	Iteración 5: Módulo Acerca de	Creación del módulo Acerca de, creación del webview y estructura de la información a ser mostrada. Pruebas de aceptación.
<b>Estabilización</b>	Iteración 1: Módulo Portada	Integración del módulo Portada a la aplicación móvil, Refinamiento de interfaces. Pruebas de aceptación.
	Iteración 2: Módulo Realidad Aumentada	Integración del módulo realidad aumentada a la aplicación móvil. Refinamiento de interfaces. Pruebas de aceptación.
	Iteración 3: Módulo Puntos de interés	Integración del módulo de Puntos de interés, Refinamiento de

		interfaces. Pruebas de aceptación.
	Iteración 4: Módulo Sincronizar	Integración del módulo Sincronizar, Refinamiento de interfaces. Pruebas de aceptación.
	Iteración 5: Módulo Acerca de	Integración del módulo Acerca de, pruebas de aceptación.
<b>Pruebas</b>	Iteración pruebas del sistema	Se realizan las pruebas respectivas y se analizan los resultados del prototipo de la aplicación móvil.

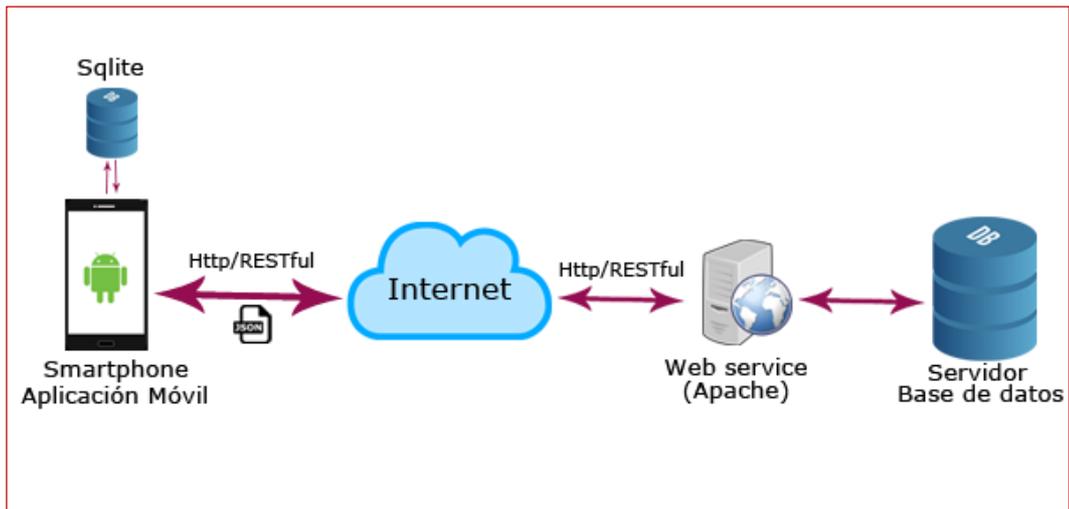
Elaborado por : El Autor

### 3.2.6. Diseño general del sistema.

El diseño general del sistema está conformado por:

- **Servidor de base de datos MySQL**, que alojará la información gestionada por el administrador por medio de un sitio web.
- **Web service**, se utilizará para gestionar las peticiones de la información de los distintos puntos de interés desde el servidor de base de datos y enviar información en un formato Json.
- **Base de datos interna Sqlite**, en la cual se guardarán los datos de forma interna que se obtienen del servicio web.
- **Aplicación móvil**, manejada por el usuario final, mostrará información de los puntos de interés los cuales son accedidos desde la base de datos interna.

Ilustración 14. Diseño General del Sistema

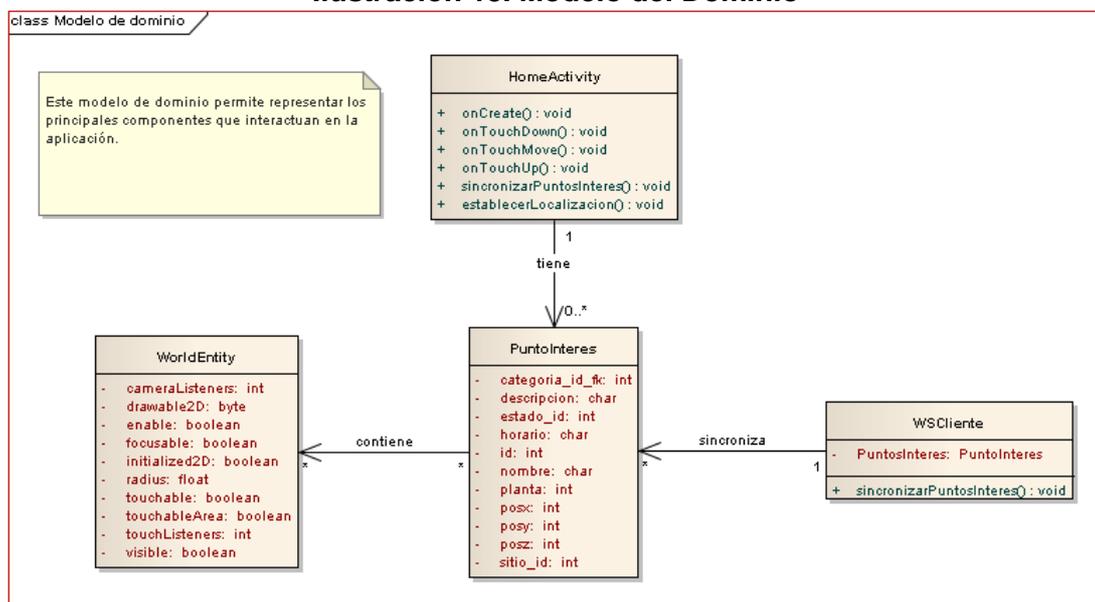


Elaborado por: El Autor

### 3.2.6.1. Modelo del dominio

El modelo del dominio que permite detallar las clases principales y fundamentales utilizadas en el proyecto de “REALIDAD AUMENTADA EN UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL RECORRIDO DE LAS INSTALACIONES DE LA UIDE EXT. LOJA.”, a continuación.

Ilustración 15. Modelo del Dominio

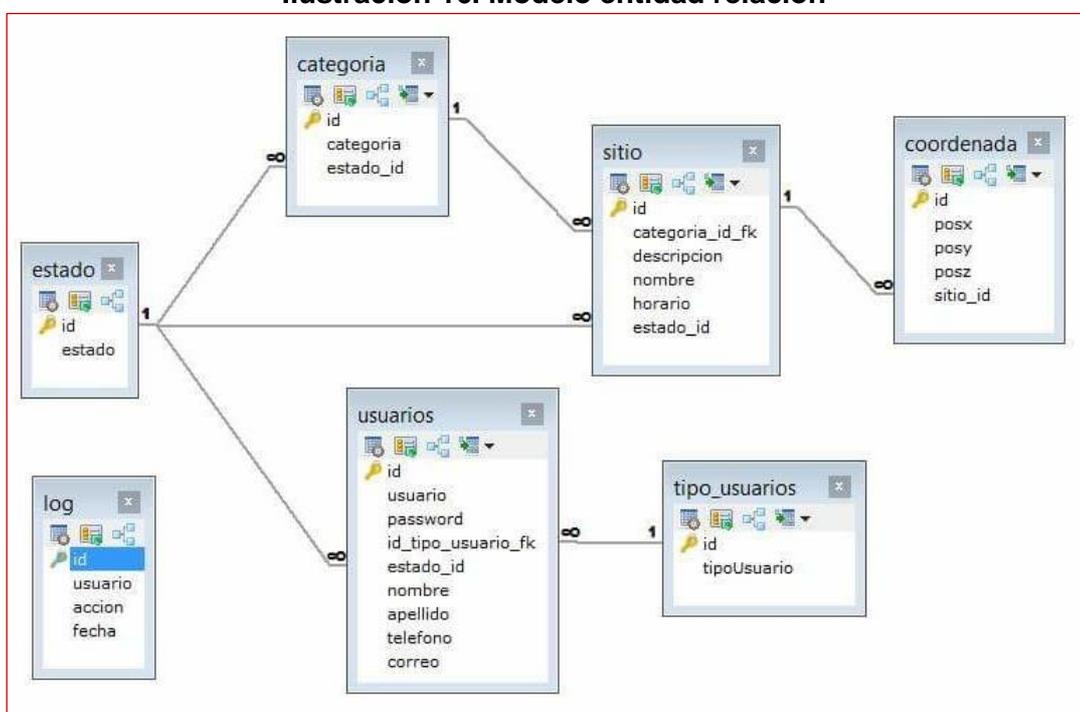


Elaborado por: El Autor

### 3.2.6.2. Modelo entidad relación

Este diagrama representa los componentes de base de datos que se utiliza para almacenar la información relacionada con los puntos de interés, los cuales a su vez son utilizados por la aplicación móvil. Dicho modelo corresponde al servicio web Restful el cual provee dicha información en formato Json.

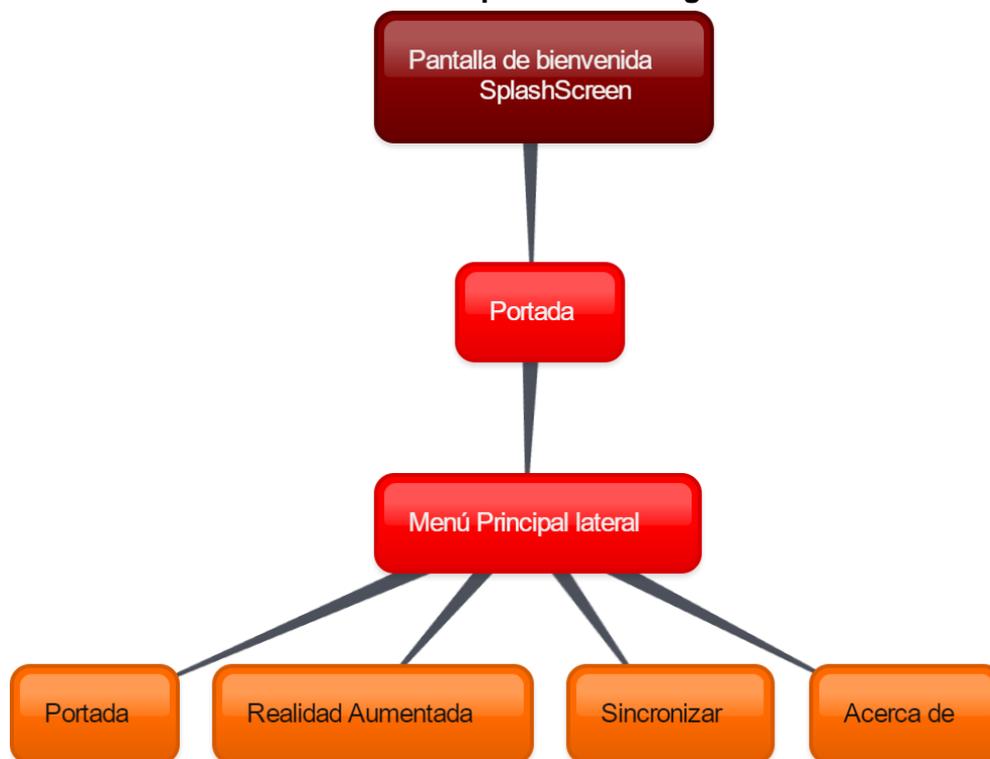
**Ilustración 16. Modelo entidad relación**



Elaborado por: El Autor

### 3.2.6.3. Descripción de interfaces

Se detalla la navegabilidad y las conexiones entre las distintas pantallas de la aplicación. A continuación el esquema:

**Ilustración 17. Esquema de navegabilidad**

Elaborado por: El Autor

### 3.2.6.3.1. *Pantalla de bienvenida o SplashScreen*

Al abrir la aplicación en el dispositivo se visualizará una pantalla de bienvenida o SplashScreen con el logo de la aplicación, permanecerá por tres segundos.

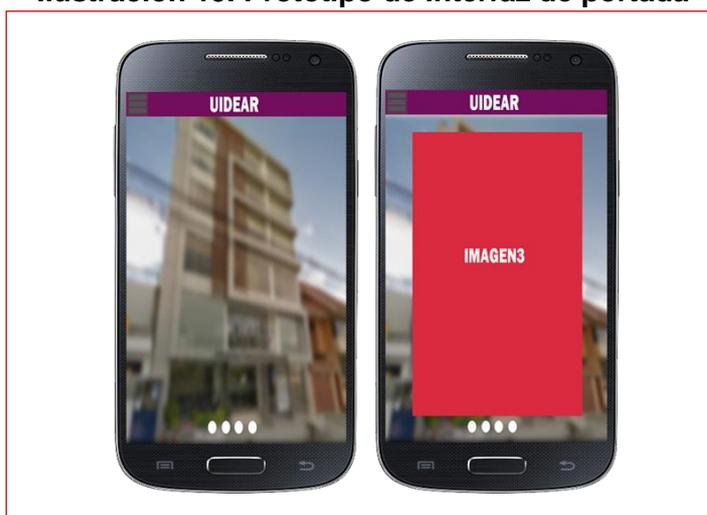
**Ilustración 18. Prototipo de SplashScreen de la aplicación**

Elaborado por: El Autor

### 3.2.6.3.2. Portada

La pantalla principal de la aplicación está formada por una barra de acción superior, un menú de navegación lateral al lado izquierdo y un slider de imágenes.

**Ilustración 19. Prototipo de Interfaz de portada**



Elaborado por: El Autor

A continuación, se describe la historia de usuario la cual muestra una descripción del funcionamiento de la pantalla principal y de las excepciones que puedan existir.

**Tabla 18. Historia de usuario. Pantalla principal de la aplicación**  
**Historia de Usuario**

<b>Número: 1</b>		<b>Usuario: Usuario Final</b>	
<b>Nombre historia:</b> Pantalla principal de la aplicación			
<b>Prioridad en negocio:</b>		<b>Riesgo en desarrollo:</b>	
Alta		Medio	
<b>Puntos estimados: 2</b>		<b>Iteración asignada: 1</b>	
<b>Programador responsable:</b> Alex Javier Espinoza Quezada			

**Descripción:**

Cuando el usuario ingresa a la aplicación se muestra el SplashScreen o pantalla de bienvenida, posterior a esto se muestra la pantalla de portada en la cual hay un slider de imágenes con instrucciones de cómo utilizar la aplicación.

**Observaciones:**

El usuario podrá deslizar las imágenes de izquierda a derecha o viceversa.

Elaborado por : El Autor

**3.2.6.3.3. Menú principal lateral**

El menú principal lateral, despliega los ítems: Portada, Realidad Aumentada, Sincronizar y Acerca de.

**Ilustración 20. Prototipo de Interfaz de menú principal lateral**



Elaborado por: El Autor

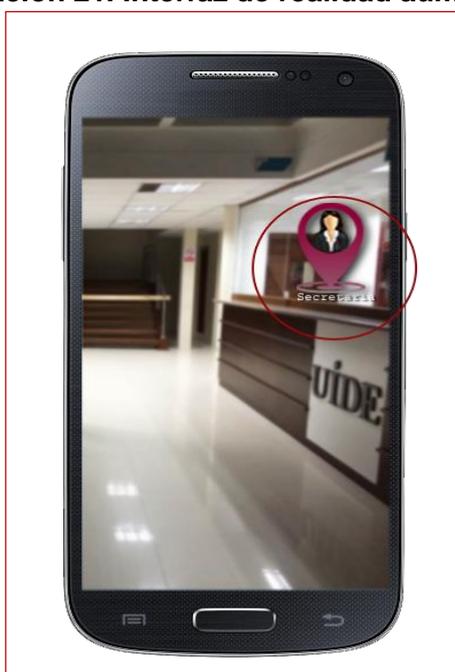
A continuación, se describe la historia de usuario la cual muestra una descripción del funcionamiento del menú principal lateral y de las excepciones que puedan existir.

**Tabla 19. Historia de usuario. Menú principal lateral**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> 2	Usuario: Usuario Final
<b>Nombre historia:</b> Menú principal lateral	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 1	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Alex Javier Espinoza Quezada	
<b>Descripción:</b> Al presionar sobre el botón de menú, se despliega un menú lateral al lado izquierdo con los ítems: Portada, Realidad Aumentada, Sincronizar y Acerca de. El título de la barra superior cambia de acuerdo al ítem elegido.	
<b>Excepciones:</b> Elaborado por : El Autor	

#### 3.2.6.3.4. Realidad Aumentada

Al elegir este ítem se activará la cámara trasera del dispositivo y mostrará los puntos de interés que estén dentro del rango.

**Ilustración 21. Interfaz de realidad aumentada**

Elaborado por: El Autor

A continuación, se describe la historia de usuario la cual muestra una descripción del funcionamiento de realidad aumentada y de las excepciones que puedan existir.

**Tabla 20. Historia de usuario. Realidad aumentada**

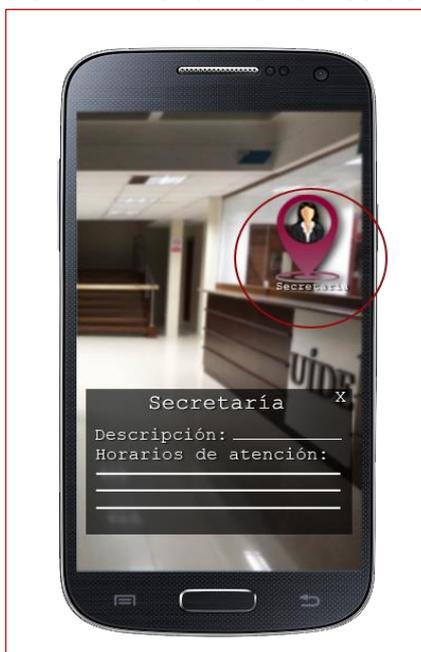
<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 3	<b>Usuario:</b> Usuario Final
<b>Nombre historia:</b> Realidad aumentada	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 4	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Alex Javier Espinoza Quezada	
<b>Descripción:</b>	
Al elegir el ítem de realidad aumentada se activará la cámara trasera del dispositivo.	
Luego se deberá obtener la ubicación del dispositivo mediante alguna fuente de ubicación (GPS y/o Wi-Fi), para determinar la planta en que se encuentra.	
La aplicación se refrescará automáticamente determinando la planta en la que se encuentra.	
Al apuntar con la cámara del dispositivo hacia la dependencia dentro de un rango de 4 metros, se mostrará el nombre e icono representativo.	
<b>Excepciones:</b>	
Si el dispositivo no cuenta con conexión a internet mostrará un mensaje de error y se obtendrán los puntos de interés de la base de datos interna de la aplicación.	

Elaborado por: El Autor.

### 3.2.6.3.5. Puntos de interés

Al hacer tap sobre el icono, se abrirá un pop-up con la descripción acerca de la dependencia.

**Ilustración 22. Interfaz de Puntos de interés**



Elaborado por: El Autor

A continuación, se describe la historia de usuario la cual muestra una descripción del funcionamiento de puntos de interés y de las excepciones que puedan existir.

**Tabla 21. Historia de usuario. Puntos de interés**

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> 4	<b>Usuario:</b> Usuario Final
<b>Nombre historia:</b> Puntos de interés	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 1
<b>Programador responsable:</b> Alex Javier Espinoza Quezada	

**Descripción:**

Al hacer tap sobre el icono, se abrirá un pop-up con la descripción acerca de la dependencia. El pop-up con la información de un punto de interés contará con los siguientes campos: Nombre, Categoría, Descripción, Horarios de atención.

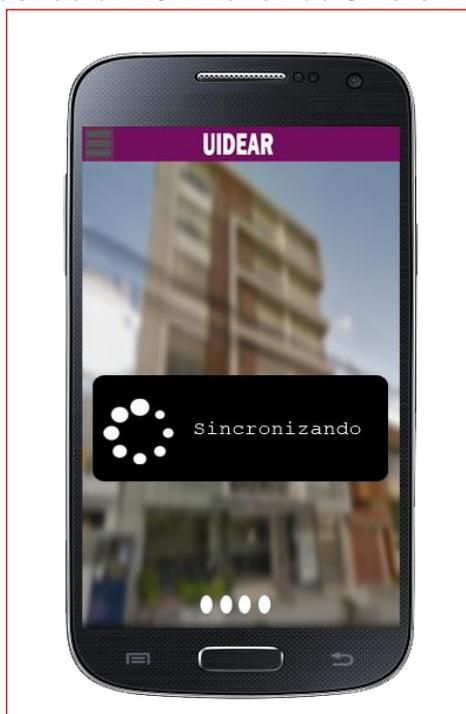
**Excepciones:**

Elaborado por : El Autor

### 3.2.6.3.6. Configuración

Al elegir el ítem de configuración, la aplicación se podrá sincronizar con la base de datos del servidor para extraer los puntos de interés.

**Ilustración 23. Interfaz de Sincronizar**



Elaborado por: El Autor

A continuación, se describe la historia de usuario la cual muestra una descripción del funcionamiento de el ítem sincronizar y de las excepciones que puedan existir.

**Tabla 22. Historia de usuario. Configuración**

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Número:</b> 5	<b>Usuario:</b> Usuario Final
<b>Nombre historia:</b> Configuración	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 1	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Alex Javier Espinoza Quezada	
<b>Descripción:</b> El usuario al sincronizar la aplicación se conectará con la base de datos del servidor para extraer los puntos de interés administrados y guardarlos en un base de datos interna.	
<b>Excepciones:</b> Si el dispositivo no cuenta con conexión a internet mostrará un mensaje de error y se obtendrán los puntos de interés de la base de datos interna de la aplicación.	
<b>Elaborado por :</b> El Autor	

### **3.2.6.3.7. Acerca de**

Se mostrará información de la aplicación, preguntas frecuentes, número de versión y créditos.

Ilustración 24. Interfaz de Acerca de



Elaborado por: El Autor

A continuación, se describe la historia de usuario la cual muestra una descripción del funcionamiento del ítem acerca de y de las excepciones que puedan existir.

Tabla 23. Historia de usuario. Acerca de

Historia de Usuario	
<b>Número:</b> 6	<b>Usuario:</b> Usuario Final
<b>Nombre historia:</b> Acerca de	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alto
<b>Puntos estimados:</b> 1	<b>Iteración asignada:</b> 1
<b>Programador responsable:</b> Alex Javier Espinoza Quezada	
<b>Descripción:</b> El usuario al elegir este ítem se mostrará información de la aplicación, preguntas frecuentes, número de versión y créditos.	
<b>Excepciones:</b>	

Elaborado por : El Autor

### 3.3. Producción y estabilización

En esta fase se hará la descripción de la codificación de los procesos planteados anteriormente y además consecuentemente la integración entre ellos, para obtener el funcionamiento óptimo de la aplicación.

#### 3.1.1 Estándares de código

- **Paquetes**

Los nombres de los paquetes están en minúsculas.

- **Clases**

Los nombres de las clases están escritas con la primera letra en mayúscula, si fuese compuesta de dos o más palabras la primera letra de cada una de ellas estará en mayúscula.

- **Variables**

Los nombres de las variables de varias palabras se utilizarán la primera palabra en minúsculas y el primer carácter de la segunda en mayúscula.

- **Métodos**

Los nombres de los métodos que contengan varias palabras se utilizarán la primera palabra en minúsculas y el primer carácter de la segunda en mayúscula.

- **Layouts**

Los nombres de los layouts están escritos todo su nombre en minúsculas, si fuesen compuestos por más de dos palabras tendrán un guion bajo para sepáralos.

### 3.3.1. Estructura del directorio.

En la figura, se muestra la estructura del directorio de la aplicación.

**Ilustración 25. Estructura del directorio**

```

RAUIDE 69 [https://svn.riouxsvn.com/rauide, Trunk: RAUIDE]
├── Android 5.0.1
├── Android Private Libraries
├── Android Dependencies
│   ├── look.jar - C:\rauideCodigoFuente\trunk\Look\bin
│   └── android-support-v7-appcompat.jar - C:\rauideCodigoFuente\trunk\android-support-v7-appcompat\bin
├── src 69
│   ├── ec.edu.rauide 69
│   ├── ec.edu.rauide.data 69
│   ├── ec.edu.rauide.model 67
│   ├── ec.edu.rauide.ui 69
│   └── ec.edu.rauide.util 67
├── gen [Generated Java Files] 19
├── assets 4
├── bin 67
├── docs 11
├── libs 20
│   ├── android-support-v4.jar 4
│   ├── android-support-v7-appcompat.jar 4
│   ├── jackson-all-1.9.11.jar 19
│   ├── ormlite-android-5.0.jar 20
│   └── ormlite-core-5.0.jar 20
├── res 68
│   ├── anim 4
│   ├── drawable 68
│   │   ├── article.png 4
│   │   ├── ascensor.png 12
│   │   ├── biblioteca.png 12
│   │   ├── direccion.png 12
│   │   ├── direcciones.png 4
│   │   ├── enciende_el_wifi.jpg 79
│   │   ├── ic_launcher96x.png 68
│   │   ├── informacion_de_un_punto_de_interes.jpg 79
│   │   ├── recorre_las_instalaciones.jpg 79
│   │   ├── rounded_corner.xml 68
│   │   ├── secretaria.png 12
│   │   ├── sincroniza_datos.jpg 79
│   │   ├── splashscreen.jpg 4
│   │   ├── splashscreen800x1280.jpg 16
│   │   ├── swipe_left.png 12
│   │   ├── swipe_right.png 12
│   │   └── rauide.png 4
│   ├── drawable-hdpi 60
│   ├── drawable-ldpi 4
│   ├── drawable-mdpi 61
│   ├── drawable-xhdpi 62
│   ├── drawable-xxhdpi 63
│   ├── layout 68
│   │   ├── acerca.xml 67
│   │   ├── activity_splash_screen.xml 4
│   │   ├── camara.xml 4
│   │   ├── config.xml 19
│   │   ├── drawer_list_item.xml 4
│   │   ├── fragment_article.xml 4
│   │   ├── home.xml 78
│   │   ├── inicio.xml 80
│   │   ├── modal_message.xml 68
│   │   └── splash_screen.xml 81
│   ├── menu 4
│   ├── values 68
│   │   ├── values-v21 4
│   │   └── values-w820dp 4
│   ├── AndroidManifest.xml 68
│   ├── ic_launcher-web.png 4
│   ├── lint.xml
│   ├── org.eclipse.jdt.core.prefs 4
│   ├── proguard-project.txt 4
│   └── project.properties 17

```

Elaborado por: El Autor

### 3.3.2. Codificación

La codificación se realizará apoyándose en cada una de las historias de usuario realizadas anteriormente.

#### 3.3.2.1. Pantalla principal de la aplicación

Para la creación del SplashScreen se creó una actividad llamada SplashScreenActivity con el siguiente modelo:

#### Ilustración 26. Codificación SplashScreen

```

public class SplashScreenActivity extends Activity {

    private static final long SPLASH_SCREEN_DELAY = 1000;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate (savedInstanceState);

        setRequestedOrientation (ActivityInfo.SCREEN_ORIENTATION_PORTRAIT);
        requestWindowFeature (Window.FEATURE_NO_TITLE);

        setContentView (R.layout.splash_screen);

        TimerTask task = new TimerTask() {
            @Override
            public void run() {

                Intent mainIntent = new Intent().setClass(SplashScreenActivity.this,
Main.class);
                startActivity(mainIntent);
                finish();
            }
        };

        Timer timer = new Timer();
        timer.schedule(task, SPLASH_SCREEN_DELAY);
    }
}

```

Elaborado por: El Autor

Para la creación del slider de imágenes se tiene el siguiente modelo:

### Ilustración 27. Codificación slider de imágenes

```
mViewFlipper = (ViewFlipper) this.findViewById(R.id.view_flipper2);
mViewFlipper.setOnTouchListener(new OnTouchListener() {
    @Override
    public boolean onTouch(final View view, final MotionEvent
event) {
        detector.onTouchEvent(event);
        return true;
    }
});

//animation listener
mAnimationListener = new Animation.AnimationListener() {
    public void onAnimationStart(Animation animation) {
        //animation started event
    }

    public void onAnimationRepeat(Animation animation) {
    }

    public void onAnimationEnd(Animation animation) {
        //TODO animation stopped event
    }
};
```

Elaborado por: El Autor

### 3.3.2.2. Menú lateral izquierdo

Para la creación del menú se tiene el siguiente modelo con el objeto drawerList:

### Ilustración 28. Codificación menú lateral izquierdo

```
//Objeto sobre el cual se va a presentar los menús
drawerList = (ListView) findViewById(R.id.left_drawer2);

//Crear elementos de la lista
ArrayList<DrawerItem> items = new ArrayList<DrawerItem>();
items.add(new DrawerItem(tagTitles[0], R.drawable.ic_html));
items.add(new DrawerItem(tagTitles[1], R.drawable.ic_css));
items.add(new DrawerItem(tagTitles[2], R.drawable.ic_javascript));
items.add(new DrawerItem(tagTitles[3], R.drawable.ic_angular));

// Relacionar el adaptador y la escucha de la lista del drawer
```

```

drawerList.setAdapter(new DrawerListAdapter(this, items));

//Se agrega el evento onClick sobre los menús
drawerList.setOnItemClickListener(new DrawerItemClickListener());

    /* La escucha del ListView en el Drawer */
    private class DrawerItemClickListener implements ListView.OnItemClickListener {
        @Override
        public void onItemClick(AdapterView<?> parent, View view, int position, long id) {
            selectItem(position); //Establece el layout que corresponde al menú
        }
    }
}

```

Elaborado por: El Autor

### 3.1.1.1 Realidad aumentada

Para la creación de realidad aumentada se hereda del framework Look para utilizar los componentes de realidad aumentada, también se implementa la interfaz TouchListener para capturar los eventos del usuario en la pantalla.

#### Ilustración 29. Codificación realidad aumentada

```

public class HomeActivity extends LookAR implements TouchListener {
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);

        LookData.getInstance().setWorldEntityFactory(new MyWorldEntityFactory());
    }

    @Override
    public boolean onTouchDown(WorldEntity e, float x, float y) {
        e.setTouchable(true);
        Toast.makeText(HomeActivity.this, "Moviendose x:" + x + " y:" + y,
        Toast.LENGTH_SHORT)
            .show();
        return true;
    }

    @Override
    public boolean onTouchUp(WorldEntity e, float x, float y) {
        e.setTouchable(true);
        Toast.makeText(HomeActivity.this, "Moviendose x:" + x + " y:" + y,
        Toast.LENGTH_SHORT)
            .show();
        return true;
    }
}

```

```

@Override
public boolean onTouchMove(WorldEntity e, float x, float y) {
    Toast.makeText(HomeActivity.this, "Moviendose x:" + x + " y:" + y,
    Toast.LENGTH_SHORT)
        .show();
    return true; }
}

```

Elaborado por: El Autor

### 3.3.2.3. Puntos de interés

A continuación se agrega un punto de interés (entidad) asignándole coordenadas de ubicación y un ícono para su representación.

#### Ilustración 30. Codificación puntos de interés

```

//Entidad área financiera
EntityData data4 = new EntityData();
data4.setLocation(-7,-2,-10); //z, y, x
data4.setId(10);
WorldEntity we = new WorldEntity(data4);
Bitmap bitmap = BitmapFactory.decodeResource(getResources(),
R.drawable.secretaria);
List<Bitmap> bitmaps = new ArrayList<Bitmap>();
bitmaps.add(bitmap);
//Text2D td = new Text2D("A. Financiera");
we.setDrawable2D(new Image2D(bitmaps,1,true));
we.setTouchable(true);
we.addTouchListener(new TouchListener() {

    @Override
    public boolean onTouchUp(WorldEntity e, float x, float y) {
        // TODO Auto-generated method stub
        return false;
    }

    @Override
    public boolean onTouchMove(WorldEntity e, float x, float y) {
        // TODO Auto-generated method stub
        return false;
    }

    @Override
    public boolean onTouchDown(WorldEntity e, float x, float y) {
        // TODO Auto-generated method stub
        return true;
    }

});

```

Elaborado por: El Autor

### 3.3.2.4. Sincronizar

Para sincronizar los datos del servidor se tiene el siguiente modelo:

#### Ilustración 31. Codificación Sincronizar

```

@DatabaseTable(tableName="PuntoInteres")
public class PuntoInteres {

    public PuntoInteres() {
        // TODO Auto-generated constructor stub
    }

    @DatabaseField(generatedId = false)
    public String id;

    @DatabaseField(columnName="posx", canBeNull = false)
    public String posx;

    @DatabaseField(columnName="posy", canBeNull = false)
    public String posy;

    @DatabaseField(columnName="posz", canBeNull = false)
    public String posz;

    @DatabaseField(columnName="nombre", canBeNull = false)
    public String nombre;

    @DatabaseField(columnName="sitio_id", canBeNull = true)
    public String sitio_id;

    @DatabaseField(columnName="categoria_id_fk", canBeNull = true)
    public String categoria_id_fk;

    @DatabaseField(columnName="descripcion", canBeNull = true)
    public String descripcion;

    @DatabaseField(columnName="horario", canBeNull = true)
    public String horario;

    @DatabaseField(columnName="planta", canBeNull = false)
    public String planta;

    @DatabaseField(columnName="estado_id", canBeNull = true)
    public String estado_id;
}

```

Posteriormente se consume el servicio web Restful y se mapean los datos en un listado del modelo expuesto a fin de obtener una lista con los datos a guardar en la base de datos:

List<PuntoInteres> puntosInteres = ObtenerDatosWebService();  
Una vez que ya se tiene el listado de los puntos de interés se procede a guardarlos en la BD con se detalla a continuación:

```
/**
 * Guardar un listado de puntos de interés
 * @param puntosInteres Listado de puntos de interés
 * @return
 */

public boolean guardarPuntosInteres(List<PuntoInteres> puntosInteres){
    try {
        getHelper().getPuntoInteresDao().create(puntosInteres);
    } catch (SQLException e) {
        return false;
    }
    return true;
}
```

Elaborado por: El Autor

### 3.3.2.5. Acerca de

Para presentar el texto se utilizan los componentes webview como se detalla a continuación:

#### Ilustración 32. Codificación Acerca de

```
<ScrollView
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="fill_parent">
    <LinearLayout
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:orientation="vertical">
        <WebView
            android:id="@+id/textContent"
            android:layout_width="fill_parent"
            android:layout_height="wrap_content" />

        <WebView
            android:id="@+id/textContent2"
            android:layout_width="fill_parent"
            android:layout_height="wrap_content" />
    </LinearLayout>
</ScrollView>
```

Para cargar el contenido a presentar se lo realiza de la siguiente manera:

`webView.loadData(contenido, "text/html", "utf-8");` Donde webview son los componentes en donde se desea presentar el contenido en formato HTML bajo la codificación utf-8

Elaborado por: El Autor

### 3.3.2.6. Obtener datos del servicio web

Para la obtención de los puntos de interés desde el servicio web se obtienen los datos para su almacenamiento local y posterior utilización en la ubicación de los puntos de interés.

**Ilustración 33. Obtener puntos del servicio web**

```

try {
    URL url = new URL(Constantes.urlWS);
    HttpURLConnection conn = (HttpURLConnection)
url.openConnection();

    conn.setRequestMethod("GET");
    conn.setRequestProperty("Accept", "application/json");
    conn.setRequestProperty("Content-Type", "charset=utf-
8");

    if (conn.getResponseCode() != 200) {
        throw new RuntimeException("Failed : HTTP
error code : " +conn.getResponseCode());
    }

    BufferedReader br = new BufferedReader(new
InputStreamReader((conn.getInputStream())));

    String output;
    while ((output = br.readLine()) != null) {
        ObjectMapper mapper = new ObjectMapper();
        System.out.println(output);
        listado =
mapper.readValue(String.valueOf(output), new TypeReference<List<PuntoInteres>>() {});
        break;
    }
    conn.disconnect();
} catch (MalformedURLException e) {

    e.printStackTrace();
} catch (IOException e) {

    e.printStackTrace();
}
catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}

```

Elaborado por: El Autor

### 3.4. Pruebas

Una vez diseñados los diferentes elementos de la aplicación, es necesario comprobar el funcionamiento de éstos en el entorno de implementación además para hacer cumplir el último objetivo específico del proyecto se ha establecido realizar distintas pruebas para la validación de la aplicación.

Estas son: pruebas de interfaz de usuario y la comprobación de requerimientos mediante pruebas funcionales, además de una lista de dispositivos en dónde se ha comprobado el adecuado funcionamiento de la aplicación.

#### 3.4.1. Pruebas de interfaz de usuario.

En la siguiente tabla se puede verificar que la aplicación posee las mismas pantallas planteadas en los prototipos de interfaz de pantallas.

**Tabla 24. Verificación de prototipos y pantallas de aplicación**

Interfaz de pantallas (Prototipos)	Pantallas de la aplicación	Cumplimiento
Pantalla de bienvenida o SplashScreen	Pantalla de bienvenida o SplashScreen	Se cumple
Portada	Portada	Se cumple
Menú principal lateral	Menú principal lateral	Se cumple
Realidad Aumentada	Realidad Aumentada	Se cumple
Puntos de interés	Descripción de un punto de interés	Se cumple
Configuración	Sincronizar	Se cumple
Acerca de	Acerca de	Se cumple

**Nota:** Al momento del diseño de las pantallas se tuvo en cuenta las bases de interfaz Android como tamaño, resolución y dimensiones para los botones, imágenes, y texto. Cabe resaltar que es fundamental en el diseño para móviles y de esta manera se asegura un buen desempeño.

Elaborado por: El Autor

### 3.4.2. Pruebas funcionales.

Para ejecutar las distintas pruebas funcionales de la aplicación se procedió a comprobar el cumplimiento de cada uno de los requerimientos que se obtuvo en la etapa de inicialización. Cabe destacar que las pruebas se efectuaron dentro de las instalaciones del edificio de la UIDE Loja.

**Tabla 25. Comprobación de requerimientos**

Código	Descripción	Cumplimiento
RF001	Mostrar un SplashScreen o pantalla de bienvenida.	Se cumple
RF002	Mostrar imágenes en un slider, estas imágenes contienen instrucciones de cómo utilizar la aplicación.	Se cumple
RF004	Obtener la ubicación del dispositivo mediante alguna fuente de ubicación (GPS y/o Wifi). Para determinar la ubicación.	Se cumple
RF006	Al apuntar con la cámara del dispositivo hacia la dependencia, se mostrará el nombre e icono representativo.	Se cumple
RF007	Al hacer tap sobre el icono, se abrirá un pop-up con la descripción acerca de la dependencia.	Se cumple
RF008	La información de un punto de interés contará con los siguientes campos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre.</li> <li>• Categoría.</li> <li>• Descripción.</li> <li>• Horarios de atención.</li> </ul>	Se cumple
RF009	Sincronización con la base de datos del servidor para extraer los puntos de interés administrados	Se cumple
RF0010	Mostrar información de la aplicación	Se cumple

**Nota:** Para el cumplimiento de los requerimientos se tuvo que realizar pruebas en el ambiente real de las instalaciones de la UIDE ext. Loja específicamente en la planta baja, haciendo de estas pruebas, participe al usuario final para comprobar los resultados del desarrollo de los módulos.

Elaborado por: El Autor

### 3.4.2.1. PF001: *Mostrar SplashScreen o pantalla de bienvenida.*

**Tabla 26. Prueba funcional: Mostrar SplashScreen**

Código	PF001
Nombre	Prueba funcional: Mostrar pantalla de bienvenida o SplashScreen
Objetivo	Comprobar que la pantalla de bienvenida se muestre sin ningún problema
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario al hacer tap en el icono de la aplicación se desplegará una imagen como pantalla de bienvenida, llamada también SplashScreen.</li> <li>2. La pantalla de bienvenida de la aplicación tendrá una duración de tres segundos.</li> <li>3. Luego de los tres segundos se abrirá la portada de la aplicación.</li> </ol>
Resultados esperados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación deberá mostrar la pantalla de bienvenida durante tres segundos, luego de esto se mostrará la portada de la misma.</li> </ol>
Resultados obtenidos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario puede visualizar la pantalla de bienvenida durante el tiempo de tres segundos sin ninguna novedad, y luego paso a la parte de portada.</li> </ol>

Nota: Al momento de realizar las primeras pruebas se encontró que la resolución de las imágenes era demasiado grande con respecto a las pantallas de los dispositivos móviles utilizados. Esto debido a que se trabajó las imágenes para el tamaño de un solo teléfono en ese momento. Y lo cual se resolvió al optimizar las imágenes de modo que el tamaño y resolución de las mismas sean ajustadas para mostrarse de manera correcta en todos los dispositivos de acuerdo al estándar de manejo de interfaz Android.

---

Elaborado por: El Autor

La prueba ejecutada se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración 34. Prueba funcional: Mostrar SplashScreen**



Elaborado por: El Autor

### 3.4.2.2. PF002: Mostrar slider de imágenes.

**Tabla 27. Prueba funcional: Mostrar slider de imágenes**

Código	PF002
Nombre	Prueba funcional: Mostrar slider de imágenes
Objetivo	Comprobar que las imágenes que conforman el slider se carguen y puedan deslizarse hacia la izquierda o hacia la derecha por el usuario.
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el menú lateral izquierdo se elige el ítem de Portada.</li> <li>2. Se abrirá el slider de imágenes y el usuario podrá deslizar las imágenes.</li> </ol>
Resultados esperados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Al elegir el ítem de Portada en el menú se abrirá el slider de imágenes.</li> <li>2. El usuario podrá deslizar las imágenes de izquierda a derecha y/o viceversa.</li> </ol>
Resultados obtenidos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario puede elegir el ítem de Portada y a su vez deslizar las imágenes sin ningún problema</li> </ol>

**Nota:** Al momento de realizar las primeras pruebas se encontró que la resolución de las imágenes era demasiado grande con respecto a las pantallas de los dispositivos móviles utilizados. Esto debido a que se trabajó las imágenes para el

tamaño de un solo teléfono en ese momento. Y lo cual se resolvió al optimizar las imágenes de modo que el tamaño y resolución de las mismas sean ajustadas para mostrarse de manera correcta en todos los dispositivos de acuerdo al estándar de manejo de interfaz Android.

Elaborado por: El Autor

La prueba ejecutada se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración 35. Prueba funcional: Mostrar slider de imágenes**



Elaborado por: El Autor

### 3.4.2.3. PF003: Visualizar puntos de interés

**Tabla 28. Prueba Funcional: Visualizar puntos de interés**

<b>Código</b>	<b>PF003</b>
<b>Nombre</b>	Prueba funcional: Visualizar puntos de interés
<b>Objetivo</b>	Comprobar que usuario puede visualizar los diferentes puntos de interés.
<b>Pasos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el menú lateral izquierdo el usuario elige el ítem de RA.</li> <li>2. Se activará la cámara posterior del dispositivo.</li> <li>3. El usuario enfocará la cámara hacia alguna dependencia relevante dentro de las instalaciones de la Universidad</li> </ol>

	específicamente en la planta baja.
	4. La aplicación al detectar la ubicación de un punto de interés mostrará el ícono y nombre representativo de la dependencia.
Resultados esperados	1. El usuario podrá enfocar hacia las dependencias y la aplicación mostrará los distintos puntos de interés que se encuentren en el área.
Resultados obtenidos	1. El usuario al realizar la prueba en la planta baja del edificio de la UIDE Loja pudo observar los distintos puntos de interés que se encontraban a la vista, como el de secretaria.

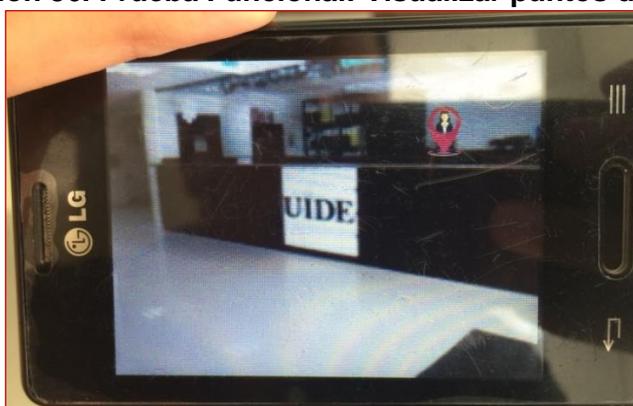
Nota: Cabe mencionar que esta prueba se la realizó con grado satisfactorio del 100% en el sector interno de la planta baja del edificio de la UIDE Loja.

Sin embargo, no se obtuvo el mismo resultado en las plantas superiores debido a que no se manejó lectura de GPS por su inexacta conexión en interiores, y para esto se tuvo que realizar entrenamiento de red con los puntos de acceso distribuidos en el edificio. Esto generó errores en el momento de ubicación de las plantas ya que el edificio cuenta con una gran claraboya central, haciendo que la señal de los APs sea afectada por estar muy cerca el uno del otro formando confusión del radio de los mismos.

Elaborado por: El Autor

La prueba ejecutada se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración 36. Prueba Funcional: Visualizar puntos de interés**



Elaborado por: El Autor

### 3.4.2.4. PF004: Visualizar información de un punto de interés

**Tabla 29. Prueba Funcional: Visualizar información de un punto de interés**

Código	PF004
Nombre	Prueba Funcional: Visualizar información de un punto de interés.
Objetivo	Comprobar que usuario puede visualizar la información de un punto de interés.
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario hará tap sobre el icono del punto de interés.</li> <li>2. Se abrirá un pop-up con la información relevante de la dependencia.</li> </ol>
Resultados esperados	El usuario podrá visualizar la información de un punto de interés.
Resultados obtenidos	El usuario pudo observar la información del punto de interés en este caso secretaría sin ningún problema.

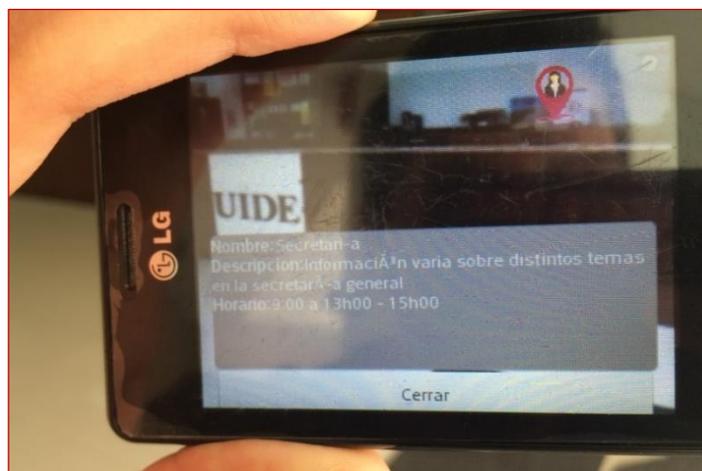
**Nota:** Cabe mencionar que esta prueba se la realizó con grado satisfactorio del 100% en el sector interno de la planta baja del edificio de la UIDE Loja.

En las pruebas iniciales se obtuvo el error de que la información del pop-up no mostraba los caracteres especiales correctamente especialmente las tildes. Para esto en el proyecto se manejó el formato UTF8.

Elaborado por: El Autor

La prueba ejecutada se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración 37. Prueba Funcional: Visualizar información de un punto de interés**



Elaborado por: El Autor

### 3.4.2.5. PF005: Sincronizar con la base de datos del servidor

**Tabla 30. Prueba Funcional: Sincronizar con la base de datos del servidor**

Código	PF005
Nombre	Prueba Funcional: Sincronizar con la base de datos del servidor
Objetivo	Comprobar que la aplicación se sincronice con la base de datos del servidor exitosamente y se puedan descargar los puntos de interés.
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El dispositivo debe tener conexión a internet.</li> <li>2. El usuario elige dentro del menú el ítem de Configuración</li> <li>3. Dentro de este ítem se da tap al botón de sincronizar.</li> </ol>
Resultados esperados	1. La aplicación deberá mostrar un mensaje que diga que la sincronización se realizó exitosamente.
Resultados obtenidos	1. La aplicación se sincronizó exitosamente descargando los puntos alojados en el servidor.

**Nota:** Es importante saber que para la sincronización es necesario de conexión a internet. Una vez sincronizada la aplicación, los puntos de interés se guardarán en una base de datos interna propia del dispositivo móvil lo que hará que la siguiente vez que se utilice no sea necesario conectarse a internet.

Elaborado por: El Autor

La prueba ejecutada se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración 38. Prueba Funcional: Sincronizar con la base de datos del servidor**



Elaborado por: El Autor

### 3.4.2.6. PF006: Mostrar información de la aplicación

**Tabla 31. Prueba Funcional: Mostrar información de la aplicación**

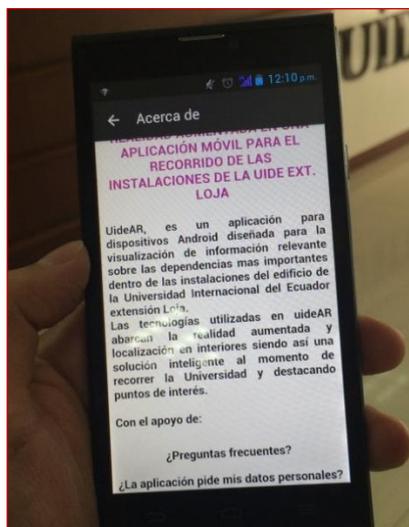
Código	PF006
Nombre	Prueba Funcional: Mostrar información de la aplicación
Objetivo	Comprobar que el usuario pueda visualizar información acerca de la aplicación.
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el menú lateral izquierdo el usuario elige el ítem de Acerca de.</li> <li>2. Se muestra información acerca de la información como preguntas frecuentes, créditos, nro. de versión.</li> </ol>
Resultados esperados	1. El usuario pueda visualizar información acerca de la aplicación.
Resultados obtenidos	1. El usuario puede visualizar información acerca de la aplicación.

**Nota:** En las pruebas iniciales se obtuvo el error de que la información del ítem “Acerca de” no mostraba los caracteres especiales correctamente especialmente las tildes, y signos de interrogación. Para esto en el proyecto se manejó el formato UTF8.

Elaborado por: El Autor

El resultado de la prueba se muestra en la siguiente ilustración:

**Ilustración 39. Prueba Funcional: Mostrar información de la aplicación**



Elaborado por: El Autor

### 3.4.3. Lista de dispositivos.

Con la ayuda tanto de herramientas online, como las pruebas en dispositivos físicos se pudo obtener una lista de los dispositivos móviles en los cuales el prototipo de la aplicación funciona correctamente.

**Tabla 32. Lista de Dispositivos**

Marca	Nombre	Modelo	Versión de S.O. Android
<b>HTC</b>	G2	PC10100	2.3.4
	Nexus One	PB99100	2.3.6
	Evo 4G LTE	APX325CKT	4.0.3
	One S	HTC One S	4.0.4
	One X	S720E	4.0.4
<b>Huawei</b>	Mercury	M886	2.3.5
<b>LG</b>	Optimus Elite	LG-LS696	2.3.7
	L5	E610	4.0.3
	Venice	LG-LS730	4.0.4
	Nexus 4	E960	4.4.4
<b>Motorola</b>	Electrify M	XT901	4.0.4
	Moto X	XT1053	4.4.4
<b>Sony</b>	Xperia SL	LT26ii	4.0.4
<b>ZTE</b>	Grand X	U970	4.0.3
	Blade	L2	4.2.2
<b>Samsung</b>	Galaxy S4	SPH-L720T	4.4.2
	Galaxy Express	SGH-I437	4.0.4
	Galaxy SIII	SGH-I747	4.1.1
	Galaxy SIII Mini	GT-i8190	4.1.1
	Galaxy SII	GT-I9100	4.1.2

**Nota:** Al realizar las pruebas funcionales se utilizaron de varios recursos tanto emuladores, como también dispositivos físicos en los cuales se pudo verificar el correcto funcionamiento del prototipo de la aplicación dentro de las instalaciones del UIDE ext. Loja específicamente en su planta baja.

## Capítulo 4

### 4. Realidad aumentada y localización en interiores

En este capítulo se describirá la utilización del framework Look para la implementación del módulo de realidad aumentada y localización dentro del edificio de la UIDE Loja. Esto con la finalidad de que el usuario pueda ubicarse dentro de las instalaciones y visualice la información de los distintos puntos de interés que brinda este módulo. Se cuentan con dos resultados esperados: “módulo de realidad aumentada” y “localización en interiores”.

#### 4.1. Realidad Aumentada

Para la implementación de esta sección se utilizará la herramienta Look, un motor de realidad aumentada de código abierto, descargado desde su sitio web (anserran, escalope, jcreixell, 2012) como un proyecto para Android, para la implementación de realidad aumentada de este proyecto se ha utilizado y modificado diferentes fragmentos de código de Look, respetando su licencia de uso GPLv3.

El código que se utilizará del framework Look para este proyecto es el que contiene todas las clases que sirven para hacer uso de la realidad aumentada, esto involucra: la utilización de la cámara del dispositivo móvil, utilización del sensor acelerómetro, sensor de determinación de ubicación (GPS, redes Wifi) y el código para implementar una capa de dibujo sobre lo que enfoca de la cámara.

##### 4.1.1. Implementación de los objetos virtuales.

Look ofrece un módulo completo de realidad aumentada. Para implementar las entidades será necesario extender las clases siguiendo el tutorial hecho por los creadores del mismo. En el cual se creará una entidad virtual en una posición dada por el desarrollador.

Para insertar los objetos virtuales en imágenes de video, capturadas en tiempo real, mediante un dispositivo móvil, se utiliza una variable denominada “entorno” de tipo “World”, esta variable controla todos los objetos que se insertan mediante las técnicas de realidad aumentada. Los objetos virtuales que se van a crear para mostrar información de los puntos de interés se generan a partir de una imagen del icono representativo de las dependencias, asociándole una cadena de texto. Para insertar la imagen se define una entidad mediante la clase “EntityData”, estas entidades hacen referencia a los datos de cada uno de los objetos virtuales y se agregan al entorno, estos datos se almacenan en una variable nueva del tipo “WorldEntity” en la cual se puede indicar que se insertó un objeto imagen en segunda dimensión, la cual se agrega a la variable “entorno”.

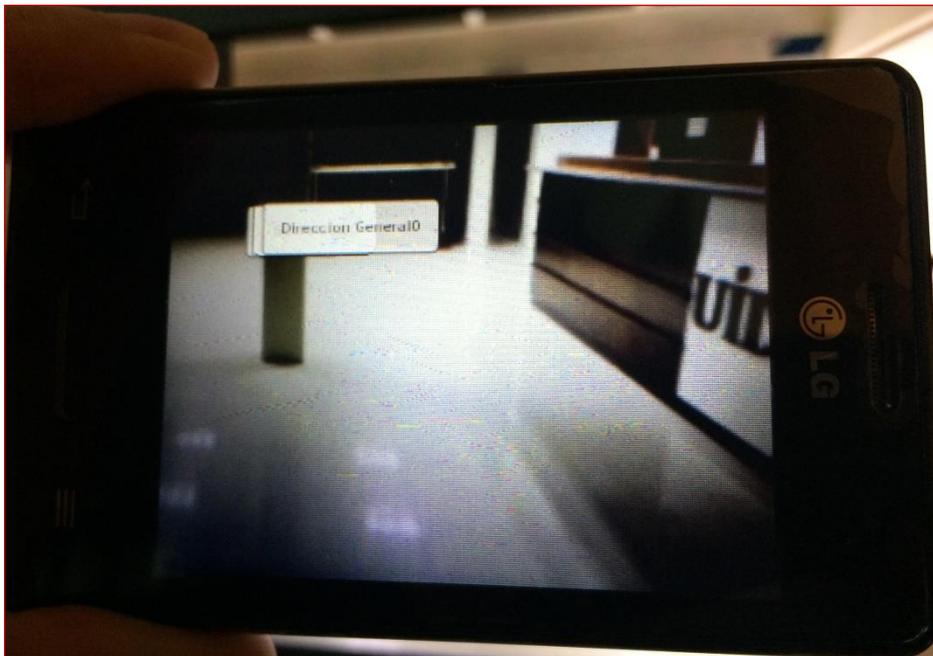
Con la utilización de Look sin modificar, se presentaron varios inconvenientes, el primero al ser un problema de diseño que consistía en que los puntos de interés se mostraban como cubos, fue solucionado cambiando estas figuras por íconos representativos de cada dependencia. El segundo fue el de incorporar un nombre a la imagen y se solucionó creando una cadena de texto para poder identificar los puntos de interés.

**Ilustración 40. Problema de diseño look**



Elaborado por: El Autor

#### Ilustración 41. Problema de usabilidad



Elaborado por: El Autor

Una vez hechos estos ajustes y ya que se han integrados los objetos virtuales, el Framework Look permite interactuar con estos objetos, de tal forma que cuando el usuario toca sobre el ícono de cualquier punto de interés directamente en la pantalla, se mostrará información descriptiva que se le añada al objeto mediante una ventana emergente o pop-up la misma puede ser cerrada por el usuario el momento que no la necesite.

#### 4.2. Localización en interiores

Cabe destacar que al utilizar la aplicación dentro del edificio de la UIDE Loja se necesitará de un sistema de posicionamiento distinto al GPS, ya que éste no funciona correctamente en entornos interiores, donde las paredes, suelos, techos, mobiliario y demás objetos atenúan en gran medida las señales de los satélites. Debido a eso se utilizará el sistema de localización en interiores del framework Look, el cual se puede realizar mediante Wifi, navegación inercial o la integración de ambos.

### 4.2.1. Preparando el Sistema de Localización.

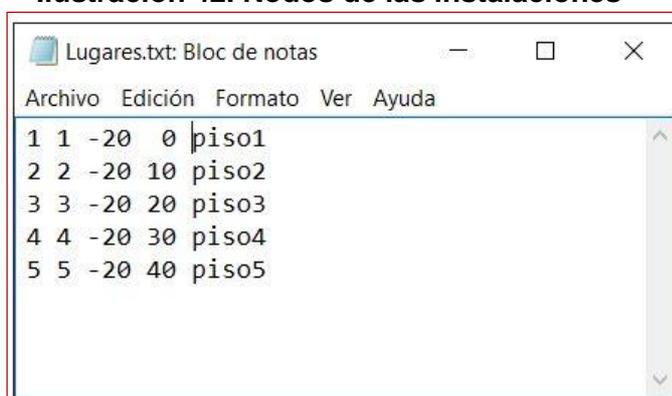
La localización por Wifi implica varios pasos previos de preparación para que funcione correctamente. Para eso, junto a Look se provee de una aplicación llamada CNWifi la cual realiza de manera simple todos los pasos necesarios para preparar el entorno de localización. Cabe destacar que esta aplicación se la utilizará únicamente para determinar la planta del edificio.

#### 4.2.1.1. Entrenamiento con CNWIFI

##### 4.2.1.1.1. Definición de nodos y puntos de acceso

- **Definir Nodos:** En primera instancia es necesario definir los nodos de las instalaciones sobre los que se quiere utilizar la localización. Look recomienda una distancia óptima entre los nodos la cual es de entre cinco y diez metros de acuerdo al número de puntos de acceso a utilizar. A los nodos se los etiquetará con un id único y se escribirán en un documento con extensión .txt, el nombre quedará así Lugares.txt y se guardará en la carpeta raíz de la tarjeta de memoria del dispositivo. El mismo tendrá el siguiente formato: Id, Planta, Coordenada X, Coordenada Y, Nombre. El fichero se muestra a continuación.

**Ilustración 42. Nodos de las instalaciones**

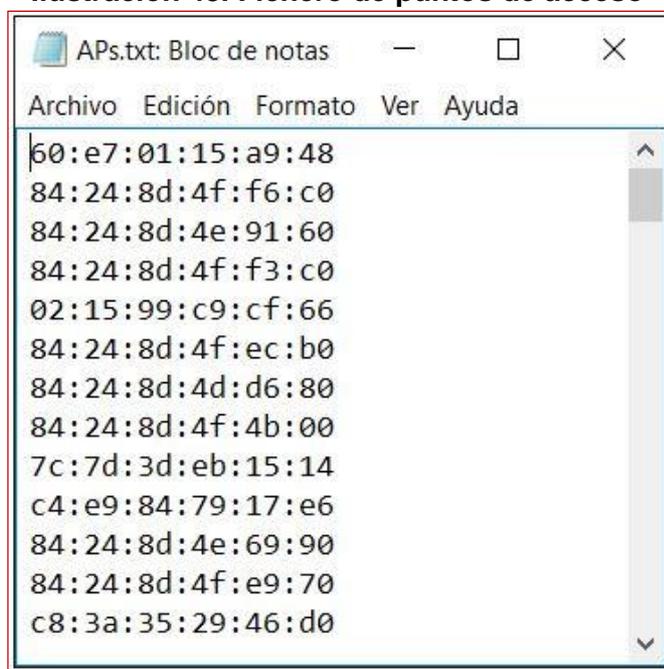


```
Lugares.txt: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
1 1 -20 0 piso1
2 2 -20 10 piso2
3 3 -20 20 piso3
4 4 -20 30 piso4
5 5 -20 40 piso5
```

Elaborado por: El Autor

- **Definir los puntos de acceso:** Lo siguiente será definir los puntos de acceso que se utilizarán en el sistema de localización. Look recomienda tener un mayor número de puntos de acceso para aumentar la precisión. Este paso se puede realizar de dos maneras una manual y la otra automáticamente:
- **Definición manual:** Para restringir los puntos de acceso que se quiere utilizar, se escribirán las direcciones MAC de los mismos dentro de un fichero llamado APs con extensión .txt, y se guardará en la carpeta raíz de la tarjeta de memoria del dispositivo. El fichero se muestra a continuación.

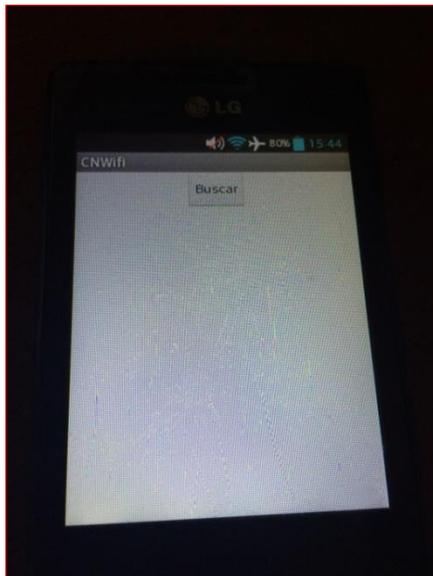
**Ilustración 43. Fichero de puntos de acceso**



Elaborado por: El Autor

- **Definición automática:** La aplicación CNWIFI, provee de un método que detecta automáticamente los puntos de acceso y los escribe dentro del fichero correspondiente.

#### Ilustración 44. Búsqueda automática de puntos de acceso



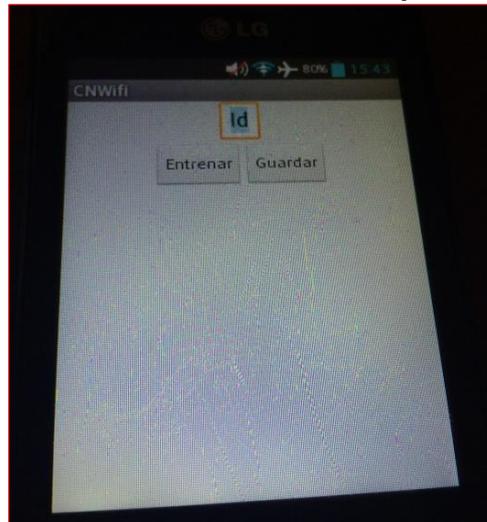
Elaborado por: El Autor

#### 4.2.1.2. Captura de datos

La captura de datos en cada una de las plantas del edificio es muy importante para la elaboración de un mapa de radio y lograr así la detección de los pisos. Para esto la aplicación CNWifi provee un sistema que automáticamente realiza la captura de datos, Esto se lleva a cabo de la siguiente manera: el usuario se ubicará en cada planta, indicará el id del nodo y presionará el botón Entrenar. Cuando se termina la captura de todos los nodos, el usuario deberá pulsar el botón Guardar. La aplicación procesará los datos y creará el mapa de radio. Cabe mencionar que mientras más se entrene la captura de datos alrededor de toda la planta será mucho mejor.

En este punto el sistema estará preparado para comenzar a localizar las plantas del edificio en el dispositivo desde la aplicación UIDEAR.

#### Ilustración 45. Entrenar nodos capturar datos

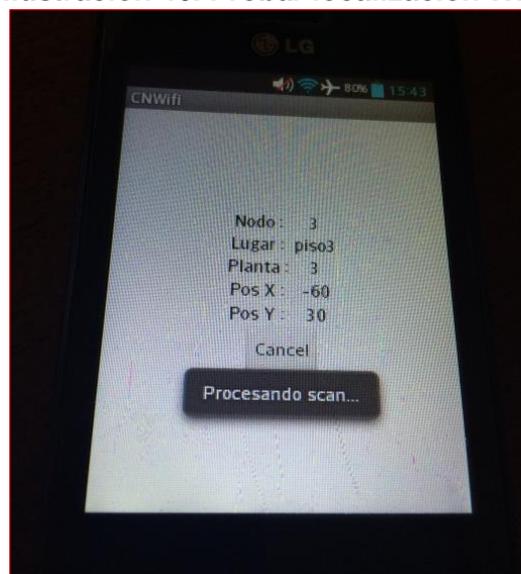


Elaborado por: El Autor

#### 4.2.2. Probar localización mediante Wifi

La aplicación CNWifi provee además un módulo para probar el entrenamiento anterior para ver si todo ha ido correcto, se mostrará la información de la ubicación actual en tiempo real. Esto permite asegurar que la elección de nodos es la adecuada y que el sistema de localización funciona correctamente permitiendo saber en qué planta del edificio se encuentra. A continuación se muestra un ejemplo:

#### Ilustración 46. Probar localización Wifi



Elaborado por: El Autor

## Capítulo 5

### 5. Comunicación cliente - servidor

En este capítulo se describirá la interfaz y el servicio web en el cual un usuario administrador pueda gestionar la información de los distintos puntos de interés que brinda este servicio y así proveer de manera correcta al usuario final de información precisa sobre las dependencias. Se cuentan con dos resultados esperados: “módulo web de administración de puntos de interés” y “servicio web que provee datos a la aplicación móvil”.

#### 5.1. Administración web.

Para la creación del sitio web de administración de puntos de interés se instaló el framework CodeIgniter en su versión 3.x en el servidor designado para el proyecto. Para la instalación de del mismo se siguió la guía de instalación que se encuentra en el sitio web del framework (CodeIgniter, n.d.). La utilización de esta herramienta es muy sencilla y se siguió la guía de utilización de su sitio web. Esta herramienta permite la implementación de una aplicación web con un patrón de arquitectura tipo MVC (Modelo, Vista, Controlador), así se pudo construir los modelos, vistas y controladores necesarios para implementar una interfaz de administración web básica que necesita este proyecto.

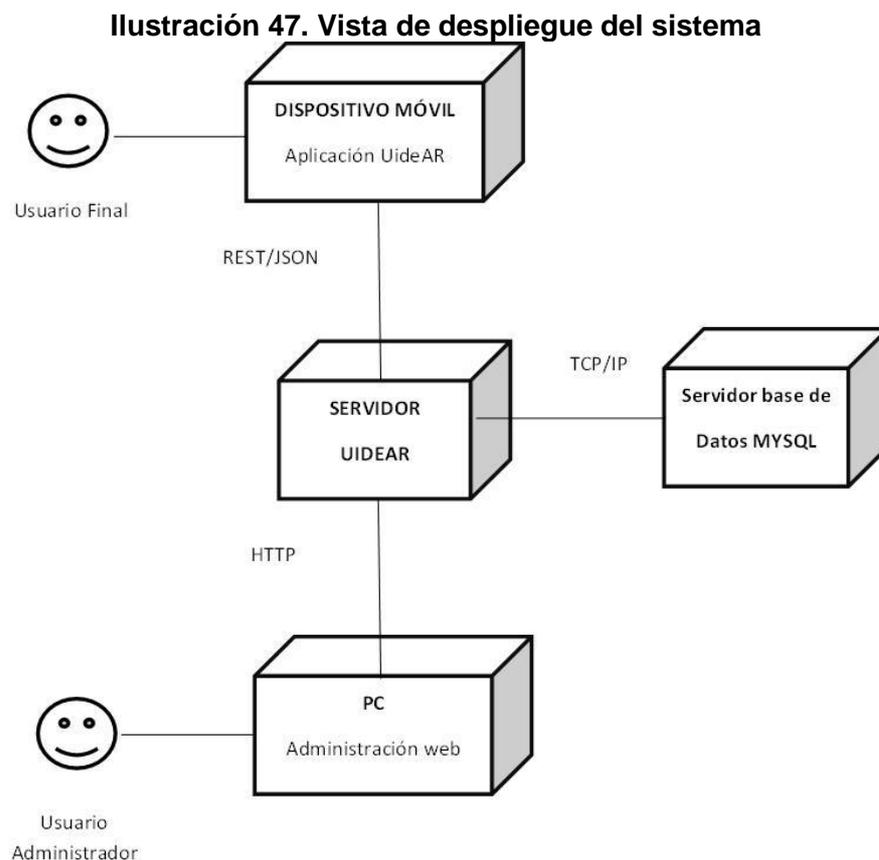
Este módulo sólo puede ser accedido por un administrador autorizado del proyecto.

## 5.2. Servicio web y arquitectura.

Se utilizará un servicio web de tipo REST y para la transferencia de información se utilizará un formato JSON. Este servicio web, programado en PHP, se enlazará el servidor Apache con la aplicación móvil. Para tener una mejor comprensión sobre la función del servicio web en este proyecto y ver cómo se conecta con otros componentes, se mostrará su arquitectura general. A continuación se mostrarán y explicarán las vistas de despliegue y lógica de la arquitectura del proyecto.

### 5.2.1. Vista de despliegue.

La vista de despliegue muestra la disposición física y conexiones del sistema.



Elaborado por: El Autor

**Tabla 33. Vista de despliegue**

Vista de despliegue	
Dispositivo móvil	Se muestra la interfaz de la aplicación al usuario final, quien podrá navegar y ver información según los requerimientos establecidos.
Servidor UIDEAR	Servidor principal, se encarga de proveer información necesaria al dispositivo móvil, provee al usuario administrador del sistema de administración web y se comunica con la base de datos.
Servidor base de Datos MYSQL	Sistema de administración y base de datos del sistema.
PC	Computador o dispositivo mediante el cual el usuario administrador accede a la interfaz de administración.

---

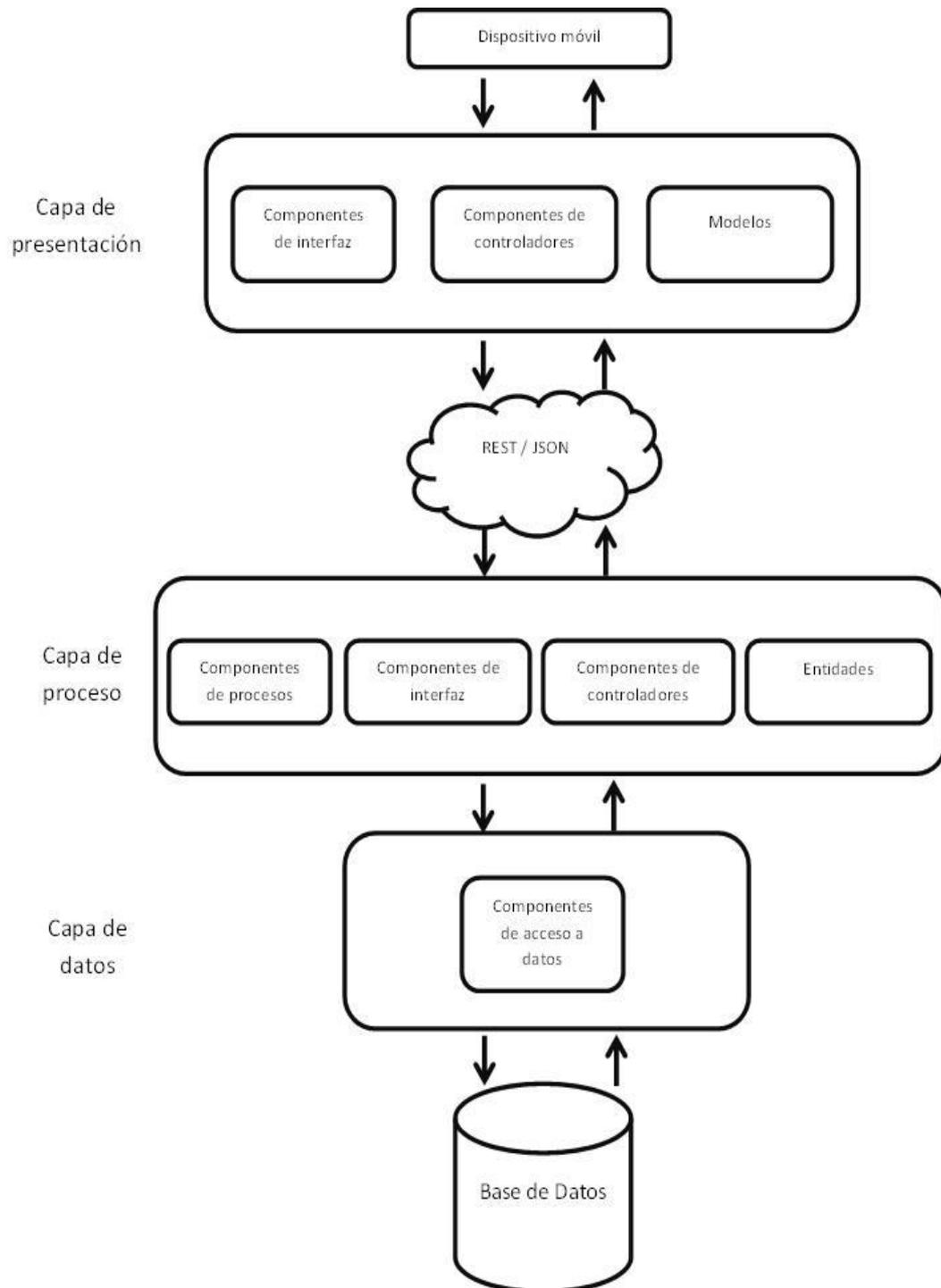
Elaborado por : El Autor

### 5.2.2. Vista lógica.

Se decidió realizar una arquitectura orientada a servicios, es decir se implementará un servicio web. Uno de las principales ventajas de este tipo de arquitectura es que permitirá la comunicación entre distintas aplicaciones, independientemente de cómo estas han sido desarrolladas. Así se podrá utilizar el servicio web para proporcionar información a la aplicación móvil y en el futuro se podrá utilizar el mismo servicio web para suministrar información a otros sistemas que lo requieran.

Por lo tanto se manejará una arquitectura de tres capas, la capa de presentación hace referencia a los procesos de presentación de la información en el dispositivo, la capa de proceso que hace referencia a los procedimientos de cálculo y envío de datos, y la capa de datos referencia hacia la extracción de los mismos.

Ilustración 48. Figura de vista lógica



Elaborado por: El Autor

- **Capa de Presentación**

Esta capa está compuesta por la aplicación que se va a instalar en el dispositivo móvil la cual se encargará de mostrar la interfaz final al usuario, en donde este podrá navegar y ver la información. Se basa en el patrón MVC (Modelo, Vista, Controlador). La principal característica del patrón MVC es aislar la lógica de la aplicación del diseño de la interfaz.

**Tabla 34. Capa de Presentación**

Componente	Descripción
<b>Componentes de interfaz</b>	Aquí están todos los recursos necesarios que hacen posible la publicación de la interfaz para el usuario. Mediante el SDK de Android el cual utiliza estructuras XML, se puede implementar fácilmente el diseño y estructura de todas las vistas.
<b>Componentes de controladores</b>	Esta es la parte lógica, es decir todas las clases que ejecutan los procesos y los cálculos necesarios para cumplir con los requisitos de la aplicación. Responde a acciones que hace el usuario y se encarga de llamar las peticiones necesarias al Modelo y Vista.
<b>Modelos</b>	Las entidades necesarias para el funcionamiento de la aplicación. En el presente proyecto se representarían los puntos de interés y sus atributos.

Elaborado por : El Autor

- **Capa de proceso**

Esta capa se conforma por el servidor en donde se construyen y se instauran los datos en formato JSON para ser mostrados. Además en esta capa también se proporciona al usuario administrador, la interfaz para que pueda gestionar la información de los puntos de interés.

**Tabla 35. Capa de proceso**

Componente	Descripción
<b>Componentes de procesos de proveedores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se validan los parámetros enviados mediante el protocolo HTTP, ya que se utilizará un servicio web tipo REST.</li> <li>• Realiza las consultas pertinentes a la base de datos.</li> <li>• Organiza la información para luego ser impresa en formato JSON.</li> </ul>
<b>Componentes de interfaz</b>	<p>Está conformado por las clases utilizadas para publicar la interfaz de la administración web. Está construido bajo el marco de trabajo del framework CodeIgniter.</p>
<b>Componentes de controladores</b>	<p>Se conforma por la lógica del sistema de administración web, el cual fue construido bajo el marco de trabajo de CodeIgniter.</p>
<b>Entidades</b>	<p>Representan los modelos de entidades que hacen referencia a los puntos de interés, construido bajo el marco de trabajo de CodeIgniter.</p>

- **Capa de datos**

Esta capa se basa en el software necesario para poder obtener información de la base de datos, la cual contiene toda la información relacionada a los puntos de interés, esta información es entregada a la capa de procesos cada vez que sea solicitada por ella.

**Tabla 36. Capa de datos**

Componente	Descripción
<b>Componentes de acceso a datos</b>	Son aquellos componentes que nos permiten acceder a la información de los puntos de interés que se almacena en la base de datos MySql.

---

Elaborado por : El Autor

### 5.3. Optimizar Recursos

Puesto que la mayoría de información acerca de los puntos de interés en la aplicación es estática (nombres de dependencias, descripción, horario, etc.), es un gasto más que necesario de recursos que se requiera de conexión al servicio web cada vez que se haga una petición, para impedir aquello se utilizará el almacenamiento de una base de datos interna. El SDK de Android brinda un paquete "android.database.sqlite" el cual consiste en una base de datos manejada por el sistema operativo Android y en el cual se almacena la información de los puntos de interés.

Cuando se realiza una petición de información de los distintos puntos de interés al servidor, se guardará en una base de datos interna en la aplicación y se mostrará

al usuario. Después si el usuario desea volver a requerir de la misma información, ésta se encontrará disponible sin la necesidad de una nueva conexión al servicio web.

La información que se tendrá en la memoria interna tendrá una duración definida, es decir hasta cuando el usuario sincronice la aplicación con el servidor mediante el botón de sincronizar en el menú principal, para esta sincronización obviamente se solicitará una conexión al servicio web.

## Capítulo 6

### 6. Observaciones y problemas encontrados en el proyecto

Actualmente la Realidad Aumentada es una de las tendencias de entre las más populares y esto sumado a la localización en sitios cerrados da como resultado la Realidad Aumentada en Interiores, convirtiéndose en una potente herramienta para cualquier campo de aplicación. Al inicio del documento se presentaron los objetivos del proyecto y estos han sido cumplidos en su totalidad. Cabe resaltar que este trabajo ha proporcionado entender, analizar y tratar la Realidad Aumentada en Interiores, para ello se exploró extensivamente el estado del arte mediante una revisión de literatura presentando no sólo las aplicaciones que puedan servir para realizarla, sino también las diferentes plataformas móviles, los sistemas de localización en interiores y las distintas herramientas base como el de aplicar una metodología destinada hacia el desarrollo de aplicaciones móviles y demás utilitarios de software aplicados en este trabajo. Todo esto proporciona un completo trasfondo a cualquier interesado a futuro en el desarrollo de este tipo de aplicaciones. Pero a su vez como en todo emprendimiento surgen diversos problemas, esta vez no es la excepción, y a continuación se detallan los principales.

Al desarrollar la aplicación móvil se decidió que el mejor framework a usar para la utilización de realidad aumentada es Look, sin embargo a medida que paso el tiempo se descubrió que no ha sido actualizado adecuadamente y no tiene una óptima utilización de recursos en sistemas operativos de Android y la relación con hardware más avanzados. Por el mismo motivo es recomendable actualizar todas las librerías externas cada vez que estas se actualicen, incluyendo el SDK de Android.

## 6.1. Problemas encontrados durante el proyecto

Este proyecto fue planteado con expectativas muy ambiciosas y un alto grado de incertidumbre desde el principio, lo cual ha condicionado su desarrollo y se han planteado una serie de retos. Algunos de ellos han resultado relativamente sencillos de resolver mientras que otros han planteado dificultades que han afectado en mayor o menor medida al progreso del mismo.

Una de las mayores dificultades que se encontró fue el hecho que se tuvo que experimentar con la localización en interiores, ya que al trabajar dentro de instalaciones hace que se pierda el radio de GPS complicando el cómo poder ubicar de una manera exacta las plantas del edificio y teniendo que recurrir hacia otros métodos como utilizar sensores propios del dispositivo y experimentar alternativas como el de usar ondas de radio Wifi. Haciendo de esta manera un sistema con cierto grado de inexactitud.

Otra de los problemas más significativos que se tuvo también fue el utilizar una tecnología nueva como es la realidad aumentada en interiores, siendo una tendencia aún novedosa y poco explorada ya que el proyecto no se centra en una solución sencilla simplemente de leer un código QR ni de mostrar contenido porque sí, sino que se manejó un sistema de ubicación con coordenadas locales para poder centrar los distintos puntos de interés haciendo del problema uno más dificultoso.

Además al realizar experimentaciones se descubrieron ciertas dificultades en el funcionamiento de la brújula o giroscopio del dispositivo móvil, ya que la funcionalidad de este tipo de sensores se ve afectada ante cualquier corriente eléctrica o campo magnético que detecte a su alrededor. También el sistema de navegación inercial utilizado para obtener el posicionamiento en interiores, tiene variaciones erróneas en su aceleración, obteniendo un error acumulado de forma creciente, por lo que esto afecta en gran medida el funcionamiento de la aplicación y limitó las capacidades del proyecto.

Por último este tipo de aplicaciones tienen la peculiaridad de que son demasiado personalizadas, es decir, sólo dan funcionalidad al escenario para el cual fue creado. Todo este tipo de dificultades que se han presentado a la hora de desarrollar la aplicación, han impedido llevar a cabo algunas de las ideas que se tenían inicialmente planteadas, pero que no afectan en nada a los objetivos establecidos.

## Conclusiones

Luego de haber realizado el presente trabajo de titulación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El proyecto realizado no solo permitió la construcción del prototipo de la aplicación móvil, sino también entender mejor el problema, a través del análisis, diseño y experimentación del mismo, lo cual ha sido un trabajo arduo, pero enriquecedor y positivo, a pesar de las expectativas iniciales demasiadas optimistas, se pudo aprender de la experiencia ocasionada y fomentar de esta forma una base para futuros desarrollos en esta área.
- Al inicio del proyecto no se contempló la utilización de un servicio web, sin embargo se tuvo la iniciativa de crear una aplicación web para la administración de la información de los puntos de interés y de esta manera poder generar un servicio web de tipo Restful. Esto permitió que la información sea manejable y permita comunicación entre el servidor y el prototipo de la aplicación móvil.
- El prototipo de la aplicación móvil permitió realizar pruebas dentro del ambiente real interno de las instalaciones del UIDE ext. Loja obteniendo un grado de satisfacción positivo específicamente en la planta baja mostrando los puntos de interés más destacados.
- Al momento de determinar la metodología más idónea para el desarrollo del proyecto se realizó un análisis comparativo de ventajas y desventajas sobre metodologías ágiles, determinando especialmente una enfocada al desarrollo de aplicaciones móviles como lo es Mobile D, que ayudó al entendimiento del proceso de desarrollo de software y a su vez resultó ser

la que más se ajustó a las necesidades del proyecto permitiendo el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil.

- El uso del framework LookAr fue de mucha utilidad ya que contempla el uso de realidad aumentada y localización en interiores, no obstante a medida que se iba desarrollando el proyecto se descubrió que el mismo no ha sido actualizado y no maneja una adecuada optimización de recursos dentro del sistema operativo Android y su relación con hardware más avanzado.
- El desarrollo sobre la plataforma Android significó el poder trabajar con código abierto, por lo tanto se puede encontrar muchísima información técnica en la página de desarrolladores de la misma y en foros especializados hallando así un sinfín de posibilidades.
- Finalmente, se cumplieron objetivos a nivel personal, como el refuerzo y nuevos conocimientos tanto a nivel de investigación, programación como en el reto de descubrir tecnologías actuales como es la Realidad Aumentada.

## Recomendaciones

Este proyecto es parte de una tendencia innovadora, lo que incita el desarrollo de futuras propuestas de acción e investigación sobre Realidad Aumentada en interiores, por lo que es interesante que se aprovecharan las siguientes recomendaciones:

- Es importante ejecutar un análisis de las metodologías que se puedan aplicar, ya que será una base importante en el desarrollo de cualquier proyecto. Mobile D como metodología de desarrollo de aplicaciones móviles facilitará la minimización de tiempo y complejidad en este tipo de proyectos.
- Es necesario tomar en cuenta a futuro que para poder obtener un mayor grado de exactitud de ubicación en interiores se debería tener un mapa de red, es decir se necesitaría de más información como direcciones MAC y magnitudes de potencia sobre los distintos puntos de acceso distribuidos dentro del edificio, esto para tomar la alternativa de llevar una ubicación mediante señales WIFI.
- Es fundamental investigar sobre alternativas o API's enfocadas hacia la localización en interiores que permitan determinar las plantas del edificio, o en su defecto desarrollar un subsistema que facilite integrar distintas técnicas de ubicación dentro de recintos cerrados. Esto puede ser una opción para completar a futuro el recorrido total de las instalaciones UIDE ext. Loja.
- Se recomienda además una correcta reestructuración del código fuente del framework Look para su integración hacia proyectos de desarrollo de aplicaciones móviles para realidad aumentada y localización en interiores a

futuro ya que no maneja la debida actualización para recursos del sistema operativo Android y su relación con hardware más avanzado.

- Finalmente es trascendental para cualquier tipo de mejora, seguir indagando el desarrollo de sistemas de Realidad Aumentada en interiores, además ver la posibilidad de que la aplicación sea independiente de la plataforma, es decir aprovechar el servicio web de puntos de interés para ser aplicado a una aplicación multiplataforma.

## Bibliografía

- Abrahamsson, P., Hanhineva, A., Hulkko, H., Ihme, T., Jääliñoja, J., Korkala, M., ... Salo, O. (2004). Mobile-D: An Agile Approach for Mobile Application Development. *International Journal of Service Industry Management*, 174–175. <https://doi.org/10.1145/1028664.1028736>
- Amaya Balaguera, Y. D. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. *Revista de Tecnología | Journal Technology*, 12 número, 111–124.
- anserran, escalope, jcreixell, sergiobellon. (2012). Look! AR for Android download | SourceForge.net. Retrieved from <https://sourceforge.net/projects/lookar/>
- Aumentada, R., & Torres, D. R. (2011). REALIDAD AUMENTADA, EDUCACIÓN Y MUSEOS. *Icono14*, 2, 212–226.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality, 6(4), 355–385.
- Beck, K. (2012). *Extreme Programming Explained , Embrace Change*. (D. O'Hagan, J. Nahil, & K. A. Mulcahy, Eds.) (Second Edi). United States: John Wait.
- Bellón, S., Creixell, J., & Serrano, Á. (2011). *Look !: Framework para Aplicaciones de Realidad Aumentada en Android*. Universidad Complutense de Madrid.
- Cadavid, A. N., Fernández Martínez, J. D., & Morales Vélez, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software A review of agile methodologies for software development. *Universidad Icesi*, 11 No. 2, 30–39. Retrieved from [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4752083.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4752083.pdf)
- Callejas, M., Quiroga, J., & Alarcón, A. (2011). AMBIENTE INTERACTIVO PARA VISUALIZAR SITIOS TURÍSTICOS, MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA IMPLEMENTANDO LAYAR. *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, 21(2), 91–106.
- Canós, J., Letelier, P., & Penadés, C. (2011). Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software, 1–8.
- CodeIgniter. (n.d.). CodeIgniter Documentation. Retrieved from <https://www.codeigniter.com/docs>
- Craig, A. B. (2013). *Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-240-82408-6.00010-2>
- Dávalos, D. (2013). *Desarrollo de publicidad utilizando realidad aumentada para estrenos cinematográficos*. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO. Retrieved from <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/3151/1/78T00126.pdf>
- Electronics -AGILE - Agile Software Technologies. (n.d.). Mobile-D. Retrieved from <http://agile.vtt.fi/mobiled.html>
- Fayyaz, A., & Madiha, M. (2013). *Performance Evaluation of PHP Frameworks (CakePHP and CodeIgniter) in relation to the Object-Relational Mapping, with respect to Load Testing*. School of Computing School of Computing Blekinge Institute of Technology. Retrieved from

[http://www.planarkitekterna.se/fou/cuppsats.nsf/all/6f9eb5072aa54a67c1257c8a0067136b/\\$file/BTH2014fayyaz.pdf](http://www.planarkitekterna.se/fou/cuppsats.nsf/all/6f9eb5072aa54a67c1257c8a0067136b/$file/BTH2014fayyaz.pdf)

- Fombona Cdavieco, J., Pascual Sevillano, M., & Madeira Ferreira Amador, M. (2012). APLICACIONES DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES AUGMENTED REALITY , AN EVOLUTION OF THEAPPLICATION. *Píxel-Bit. Revista de Medios Y Educación*, 1133–8482(41), 197–210.
- Froján, J. E. P., & Lorenzo, A. G. (2011). Aplicación de los códigos Bidimensionales QR ( Quick Response ) en la prestación de los Servicios de Mantenimiento y Asistencia Técnica . In *XV Congreso de Ingeniería de Organización Cartagena* (pp. 532–541). Cartagena: Dpto. de Organización de Empresas y Marketing. Escuela de Ingeniería Industrial.
- Gartner, I. (2016). Five of Top 10 Worldwide Mobile Phone Vendors Increased Sales in Second Quarter of 2016. Retrieved from <http://www.gartner.com/newsroom/id/3415117>
- Gironés, J. T. (2013). *El Gran Libro de Android*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Grimaldo Botero, G. J. (2013). *Desarrollo de aplicación móvil de apoyo a la plataforma web del observatorio "Monitoreo de variables físicas y fisiológicas en niños y adolescentes en edad escolar de Risaralda."* UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- Guzmán, C. (2011). *Guía Virtual Sensible al Contexto mediante Códigos de barras bidimensionales*. Universidad Rey Juan Carlos.
- Hazas, M., Scott, J., & Krumm, J. (2004). Location-aware computing comes of age. *Computer*, 37(2), 95–97. <https://doi.org/10.1109/MC.2004.1266301>
- Herrera, J. T. (2014). *Aplicación móvil para consultas académicas en la Universidad Nacional de Loja*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.
- Lalama, L. (2014). *IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT MÓVIL TERRESTRE OMNIDIRECCIONAL SEMIAUTÓNOMO Y TELECONTROLADO A TRAVÉS DE UN TELÉFONO INTELIGENTE ANDROID*. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Manresa Yee, C., Abásolo, M. J., Más Sansó, R., & Vénere, M. (2011). *Realidad virtual y realidad aumentada. Interfaces avanzadas*. (E. de la U. N. de L. P. (Edulp), Ed.), *XVII CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIA DE LA COMPUTACIÓN* (1ERA ed.). Argentina.
- Martínez, A. (2013). *Realidad Aumentada en Interiores: posicionamiento del usuario en dispositivos móviles y aplicaciones en rehabilitación y guiado ( GuIAR )*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, a, & Kishino, F. (1994). Mixed Reality ( MR ) Reality-Virtuality ( RV ) Continuum. *Systems Research*, 2351(Telemanipulator and Telepresence Technologies), 282–292. <https://doi.org/10.1.1.83.6861>
- Palazón, J. A., Gozálvez, J., & Prieto, G. (n.d.). Implementación Hardware de un Sistema de Localización en Interiores basado en Redes Sensoriales Inalámbricas, (1), 1–4.
- Prieto, J. (2012). *ESTIMACIÓN ADAPTATIVA BAYESIANA APLICADA A LA*

*LOCALIZACIÓN DE USUARIOS MÓVILES. Doctor. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.*

- Ramírez, R. (2006). *Aplicaciones del RFID como herramienta para el proceso de Marketing*. Universidad de Chile.
- Rauschnabel, P. A., Brem, A., & Ivens, B. S. (2015). Who will buy smart glasses? Empirical results of two pre-market-entry studies on the role of personality in individual awareness and intended adoption of Google Glass wearables. *Computers in Human Behavior*, 49, 635–647. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.003>
- Rivadeneira, J. (2013). *Desarrollo De Una Aplicación De Realidad Aumentada, Para Educación Y Tele-Educación*. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.
- Romo González, A. E., Márquez Sánchez, M. de los A., & López Hernández, L. M. (2014). DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA DISPOSITIVOS MÓVILES Y FORMACIÓN DE INVESTIGADORES. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 43–48. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Salas Malo, C. A. (2014). “ *Realidad Aumentada para la Visualización de la Infraestructura Interna y Externa de Edificios de la Universidad Nacional de Loja a través de Entornos Móviles .*” Universidad Nacional de Loja.
- Salazar Álvarez, I. (2013). *Diseño E Implementación De Un Sistema Para Información Turística Basado En Realidad Aumentada*. Pontificia Universidad Católica de Perú.
- Saraguro, R. (2012). *Implementación de una Aplicación Android basada en Realidad Aumentada aplicada a Puntos de Interés de la UTPL*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Sedano, O. J. (2014). *Estudio y desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Aumentada*. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.
- Trabajo, M. del. (2016). *ESTRUCTURAS OCUPACIONALES Y PORCENTAJES DE INCREMENTO PARA LA REMUNERACIÓN MÍNIMA SECTORIAL*.
- Zhou, F., Dun, H. B. L., & Billinghurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. *Proceedings - 7th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2008, ISMAR 2008*, 193–202. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2008.4637362>

## Anexos

### Anexo 1. Glosario de términos

**Tabla 37. Glosario de términos**

<b>Términos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Administrador</b>	Persona autorizada que gestiona y/o administra la aplicación.
<b>Android</b>	Sistema operativo que emplean algunos teléfonos inteligentes y dispositivos móviles.
<b>AP</b>	(Access Point), punto de acceso.
<b>Aplicación móvil</b>	Aplicación diseñada para ser ejecutada en dispositivos móviles.
<b>Código QR</b>	(Quick Response code), código de respuesta rápida.
<b>Framework</b>	Entorno de trabajo para desarrollo, dependiendo del lenguaje normalmente integra componentes.
<b>GPLv3</b>	(GNU General Public License, version 3), Licencia Pública General versión 3.
<b>GPS</b>	(Global Positioning System), Sistema de Posicionamiento Global.
<b>Hacer tap</b>	Es el gesto de tocar la pantalla con un dedo y soltarla inmediatamente y permite realizar una acción.
<b>HTML</b>	(Hypertext Markup Language), lenguaje de marcas de hipertexto.
<b>IDE</b>	Ambiente de desarrollo integrado para la implementación de software.
<b>IOS</b>	Sistema operativo que utiliza el iPhone, iPod touch, iPad.
<b>JPG</b>	(Joint Photographic Experts Group), formato de compresión de imágenes.
<b>MVC</b>	Modelo, vista, controlador.
<b>MYSQL</b>	Sistema de base de datos open source.
<b>PHP</b>	(Hypertext Preprocessor), lenguaje de programación.
<b>PNG</b>	(Portable Network Graphics), formato de compresión de imágenes.
<b>Pop-up</b>	Ventana emergente con información descriptiva.

<b>Prototipo</b>	Representación simple de una aplicación.
<b>Punto de interés</b>	Punto de ubicación específica.
<b>RA</b>	(AR, Augmented Reality), Realidad aumentada.
<b>Requerimientos</b>	Cualidades solicitadas por un cliente para su aplicación.
<b>REST</b>	(Representational State Transfer), transferencia de estado representacional.
<b>RF</b>	Requerimiento funcional.
<b>RFID</b>	(Radio Frequency Identification), Identificador de radio frecuencia.
<b>RNF</b>	Requerimiento no funcional.
<b>SDK</b>	(Software Development kit), kit de desarrollo de aplicaciones móviles.
<b>Servidor</b>	Ordenador remoto que provee los datos solicitados por parte de algún dispositivo o aplicación.
<b>Slider</b>	Recurso que se utiliza habitualmente para presentar información de manera gráfica y dinámica.
<b>Smartphone</b>	Teléfono móvil que ofrece más funciones que un teléfono móvil común.
<b>SplashScreen</b>	Pantalla de bienvenida o presentación de cualquier aplicación.
<b>Sqlite</b>	Biblioteca que implementa un sistema de gestión de bases de datos transaccionales sin servidor y sin configuración.
<b>TDD</b>	Desarrollo guiado por pruebas de software.
<b>UIDE</b>	Universidad Internacional del Ecuador.
<b>URL</b>	(Uniform Resource Locator), localizador de recursos uniforme.
<b>Usuario</b>	Persona que utiliza la aplicación ordinariamente.
<b>Web service</b>	Conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones.
<b>Wifi</b>	(Wireless Fidelity), mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.

## **Anexo 2. Manual de usuario**

### **Manual de Administrador del aplicativo web**

El manual de usuario es el documento de comunicación técnica en el cual se brinda asistencia a los sujetos que utilizan una aplicación. En él se describen paso a paso la secuencia que debe seguir el usuario para entender el funcionamiento básico de la aplicación web. Este manual contiene en forma detallada cada una de las opciones que se utilizan en cada una de las pantallas de los contenidos implementados.

Este aplicativo web servirá para que el usuario administrador gestione los puntos de interés y sus respectivas coordenadas, además de la gestión de usuarios administradores.

- **Inicio de sesión**

El ingreso al aplicativo web sólo lo hará el Administrador designado. Las credenciales del usuario Administrador son:

**Usuario:** Administrador

**Contraseña:** UIDEAR

1. Ingresar usuario y contraseña válidos.
2. Clic en “Ingresar” o tecléea “Enter”.



- **Recordar contraseña**

En caso de no recordar la contraseña, el sistema brinda la opción de recordar la contraseña, la cual será enviada al correo registrado.

1. Clic en “Olvidé mi contraseña”.

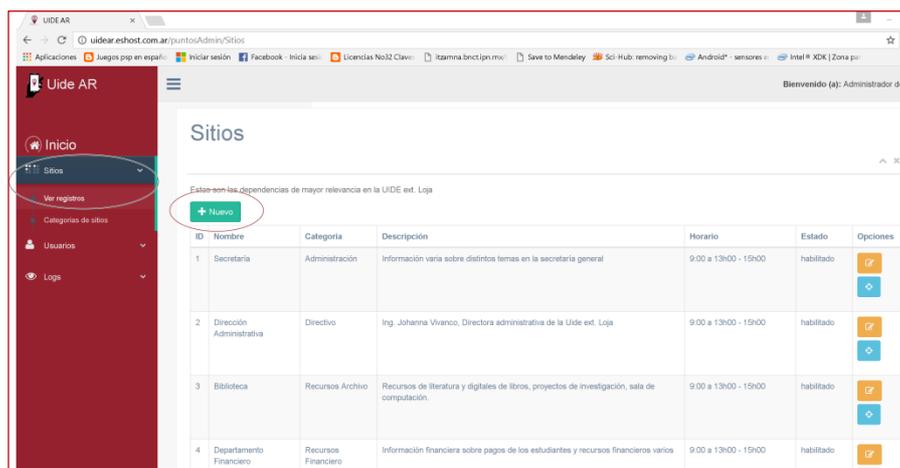


2. Ingresar el nombre de usuario registrado.
3. Ingresar el correo registrado.
4. Clic en “Enviar” o teclear “Enter”.
5. De no utilizar la opción de Recordar contraseña, se puede volver a la pantalla de Login, haciendo clic en “Volver al Login”.

- **Agregar nuevo sitio**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.

2. Clic en Sitios y se desplegará “Ver Registros” y “Categorías de sitios”.
3. Dentro del submenú “Ver registros”. Hacer clic en el botón “+Nuevo” (botón verde).

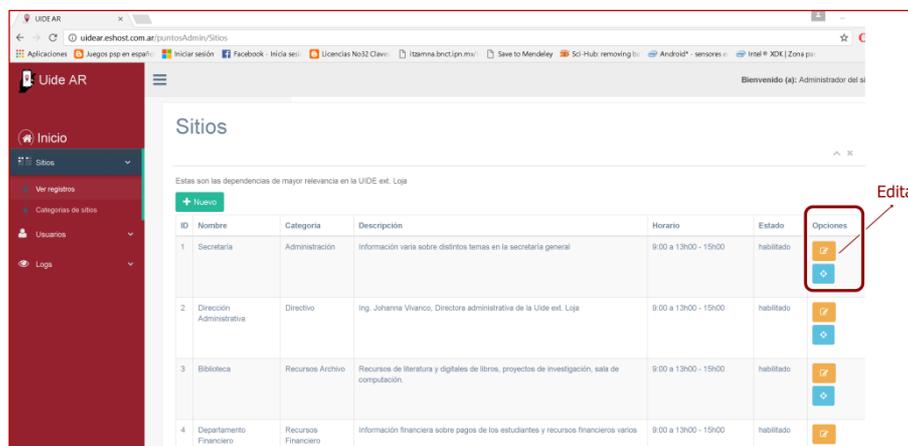


4. Se abre un pop-up llamado “Agregar Sitios” con el formulario a llenar para crear un nuevo sitio.

5. Elegir una categoría acorde al nuevo sitio.
6. Ingresar el nombre del nuevo sitio.
7. Ingresar la descripción del sitio.
8. Ingresar el horario de atención disponible referente al sitio.
9. En la opción de “Estado”, habilitarlo para activar el sitio.
10. Ingresar la planta en la que está ubicado el sitio.
11. Por último, clic en el botón “Grabar aquí”. En caso de no editar nada, clic en “Cerrar”.

- **Editar sitio**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.
2. Clic en Sitios y se desplegará “Ver Registros” y “Categorías de sitios”.
3. Dentro del submenú “Ver registros”. Se muestran los sitios creados.
4. En las opciones del sitio, clic en el botón de editar (botón amarillo).



5. Se abre un pop-up llamado “Editar Sitio” con el formulario a editar.

**Editar Sitio**

Categoría: Administración

Nombre: Secretaría

Descripción: Información varia sobre distintos temas en la secretaría general

Horario: 9:00 a 13:00 - 15:00

Estado: habilitado

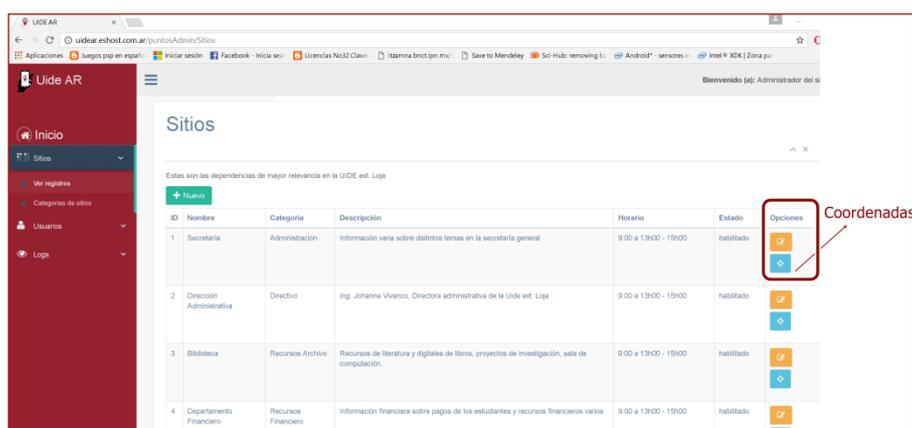
Planta: 0

Grabar aquí Cerrar

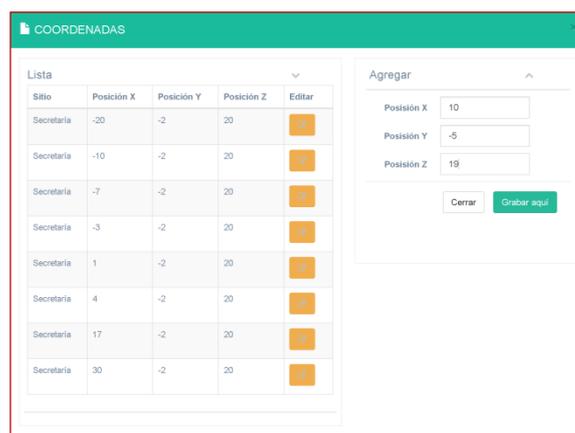
6. Se editan los datos a requerir.
7. En la opción de “Estado”, deshabilitar para desactivar el sitio.
8. Clic en “Grabar aquí”. En caso de no editar nada, clic en “Cerrar”.

- **Agregar coordenadas a un sitio**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.
2. Clic en Sitios y se desplegará “Ver Registros” y “Categorías de sitios”.
3. Dentro del submenú “Ver registros”. Se muestran los sitios.
4. En las opciones del sitio, clic en el botón de coordenadas (botón celeste).



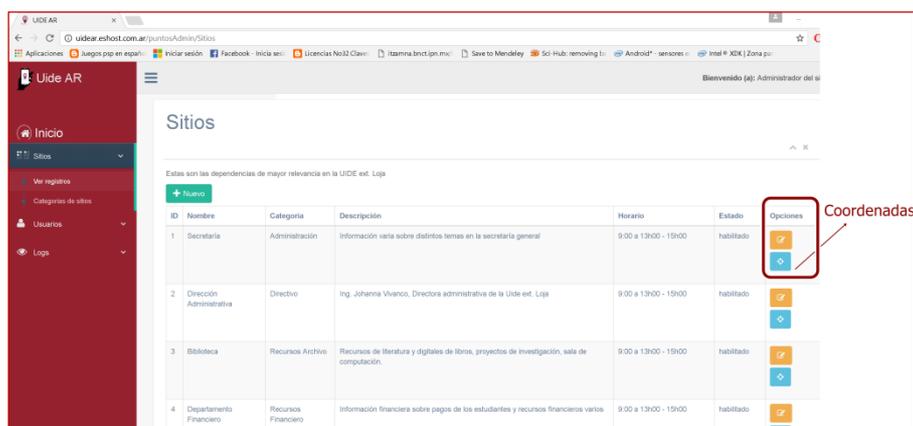
5. Se abre un pop-up llamado “Coordenadas” con el formulario a llenar.



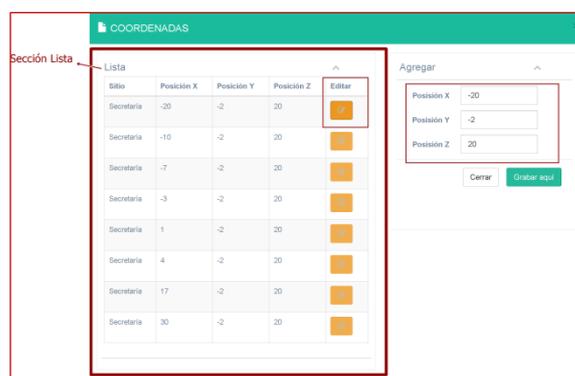
6. Ingresar posición x.
7. Ingresar posición y.
8. Ingresar posición z.
9. Clic en “Grabar aquí”, caso contrario clic en “Cerrar”.

- **Editar coordenadas de un sitio**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.
2. Clic en Sitios y se desplegará “Ver Registros” y “Categorías de sitios”.
3. Dentro del submenú “Ver registros”. Se muestran los sitios creados.
4. En las opciones del sitio, clic en el botón de coordenadas (botón celeste).



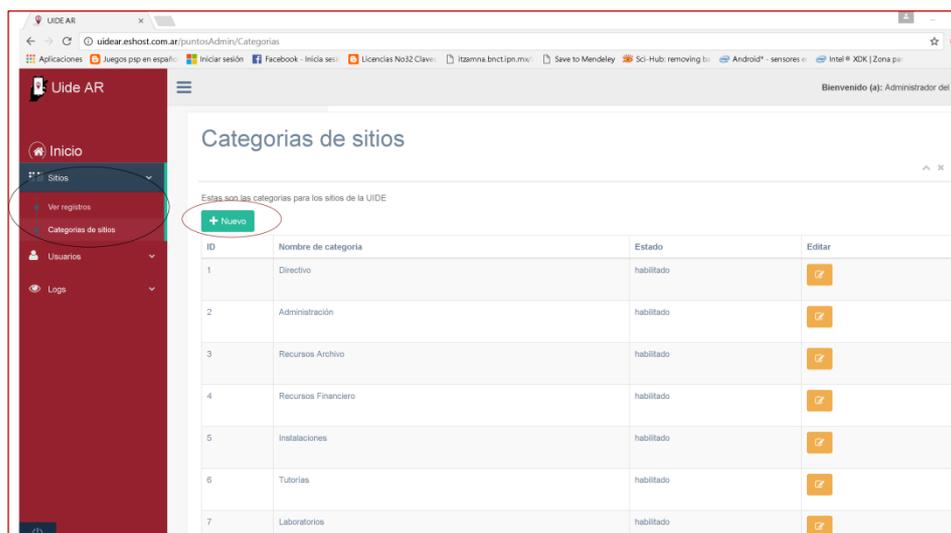
5. Se abre un pop-up llamado “Coordenadas”. En la sección de Lista se encuentran las coordenadas del sitio.



6. Clic en el botón de editar (botón amarillo).
7. Se editan las coordenadas x, y, z en caso de requerir.
8. Clic en “Grabar aquí”, caso contrario clic en “Cerrar”.

- **Agregar categorías de sitios**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.
2. Clic en Sitios, se desplegará “Ver Registros” y “Categorías de sitios”.
3. Dentro del submenú “Categorías de sitios”. Hacer clic en el botón “+Nuevo” (botón verde).



4. Se abre un pop-up llamado “Agregar Categorías” con el formulario a llenar.

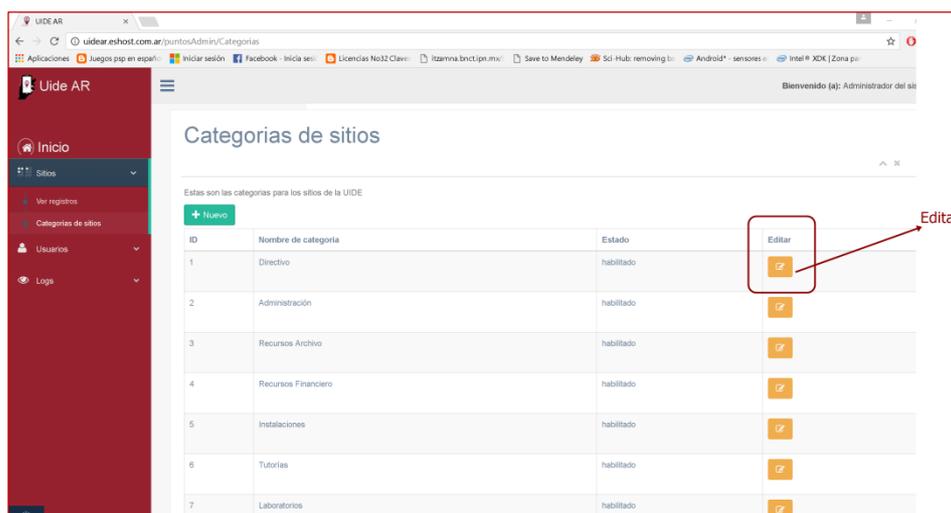
The screenshot shows the 'Agregar Categorías' pop-up form. It contains two input fields: 'Categoría:' with a text input and 'Estado:' with a dropdown menu. At the bottom, there are two buttons: 'Cerrar' and 'Grabar aquí'.

5. Ingresar un nombre de categoría.
6. En la opción de “Estado”, habilitarlo para activar el sitio.
7. Clic en “Grabar aquí”, caso contrario clic en “Cerrar”.

- **Editar una categoría**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.

2. Clic en Sitios y se desplegará “Ver Registros” y “Categorías de sitios”.
3. Dentro del submenú “Categorías de sitios”. Se muestran las categorías de los sitios.
4. En las opciones de la categoría, clic en el botón de editar (botón amarillo).



5. Se abre un pop-up llamado “Editar Categoría” con el formulario a editar.

Editar Categoría

Nombre de categoría:

Estado:

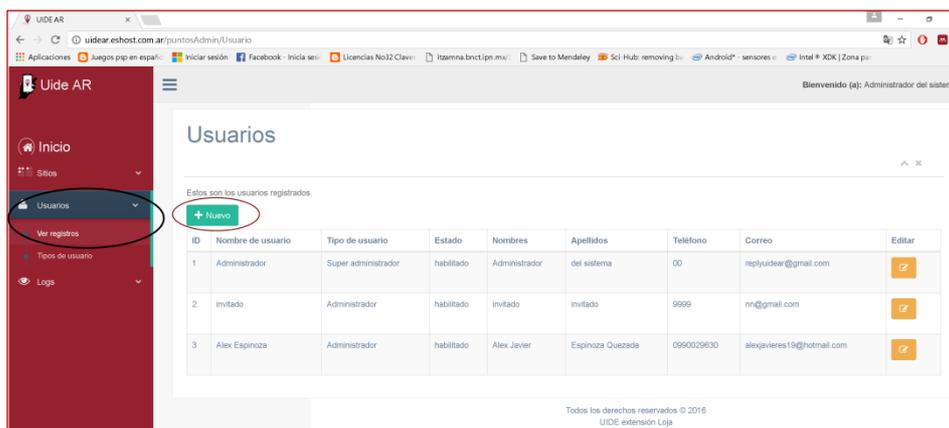
Cerrar

6. Se editan los datos a requerir.
7. En la opción de “Estado”, deshabilitar para desactivar el sitio.
8. Clic en “Grabar aquí”. En caso de no editar nada, clic en “Cerrar”.

- **Agregar usuario**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.
2. Clic en Usuarios se desplegará “Ver Registros” y “Tipos de usuarios”.

3. Dentro del submenú “Ver Registros”. Hacer clic en el botón “+Nuevo” (botón verde).



4. Se abre un pop-up llamado “Agregar usuario” con el formulario a llenar.

Agregar usuario
✕

**Nombre de Usuario:**

**Contraseña:**

**Confirme contraseña:**

**Tipo de Usuario:**

**Nombres:**

**Apellidos:**

**Teléfono:**

**Correo:**

**Estado:**

5. Ingresar nombre de usuario.
6. Ingresar contraseña.
7. Confirmar la contraseña.
8. Elegir un tipo de usuario.
9. Ingresar nombres de la persona.
10. Ingresar apellidos de la persona.
11. Ingresar teléfono.
12. Ingresar correo electrónico.

13. En la opción de “Estado”, habilitarlo para activar el usuario.
14. Clic en “Grabar aquí”, caso contrario clic en “Cerrar”.

- **Editar un usuario**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.
2. Clic en Usuarios se desplegará “Ver Registros” y “Tipos de usuarios”.
3. Dentro del submenú “Ver Registros”. Se muestran los usuarios existentes.
4. En las opciones de un usuario, clic en el botón de editar (botón amarillo).

Uide AR

Inicio

Sitios

Usuarios

Ver registros

Tipos de usuario

Logs

Bienvenido (a): Administrador del sistema

### Usuarios

Estos son los usuarios registrados.

+ Nuevos

ID	Nombre de usuario	Tipo de usuario	Estado	Nombres	Apellidos	Telefono	Correo	Editar
1	Administrador	Super administrador	habilitado	Administrador	del sistema	00	replyuidear@gmail.com	Editar
2	invitado	Administrador	habilitado	invitado	invitado	9999	rn@gmail.com	Editar
3	Alex Espinoza	Administrador	habilitado	Alex Javier	Espinoza Quezada	0990029630	alexjavieres19@hotmail.com	Editar

Todos los derechos reservados © 2016  
Uide - extensión Log

5. Se abre un pop-up llamado “Editar usuario” con el formulario a editar.

✎ Editar Usuarios
✕

Nombre de Usuario:

Contraseña:

Confirme contraseña:

Tipo de Usuario:

Nombres:

Apellidos:

Telefono:

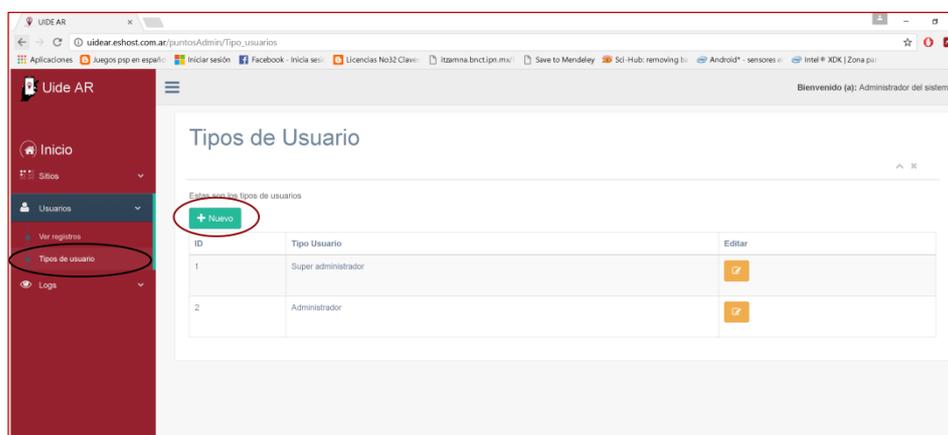
Correo:

Estado:

6. Se editan los datos a requerir.
7. En la opción de “Estado”, deshabilitar para desactivar el usuario.
8. Clic en “Grabar aquí”. En caso de no editar nada, clic en “Cerrar”.

- **Agregar tipo de usuario**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.
2. Clic en Usuarios se desplegará “Ver Registros” y “Tipos de usuarios”.
3. Dentro del submenú “Tipos de usuarios”. Hacer clic en el botón “+Nuevo” (botón verde).



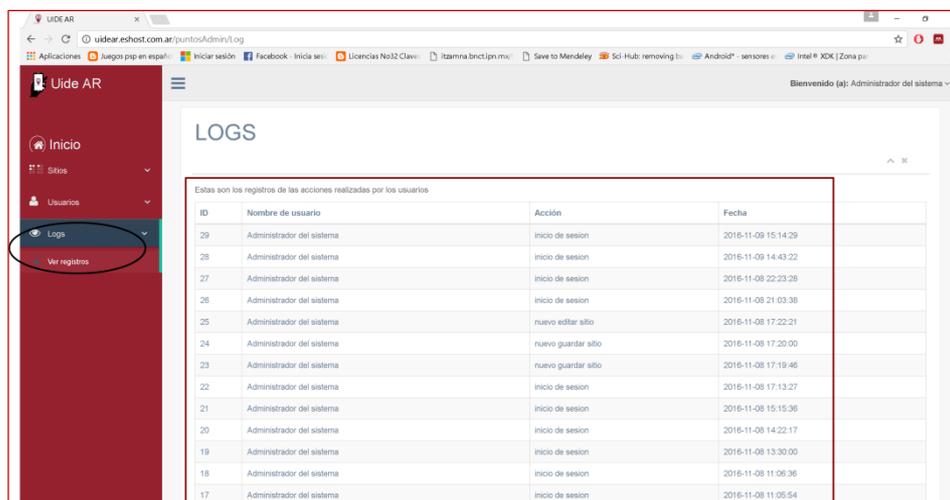
4. Se abre un pop-up llamado “Agregar tipos de usuario” con el formulario a llenar.

The screenshot shows a pop-up window titled 'Agregar Tipos de usuario'. It contains a text input field with the placeholder text 'Tipo usuario...'. Below the input field are two buttons: 'Cerrar' and 'Grabar aquí'.

5. Ingresar el tipo de usuario a crear.
6. Clic en “Grabar aquí”, caso contrario clic en “Cerrar”.

- **Log de información**

1. Una vez ingresado al sistema. De lado izquierdo existe el menú.
2. Clic en Logs se desplegará “Ver Registros”.
3. Dentro del submenú “Ver Registros”. Se puede ver los registros de las acciones realizadas por los usuarios.



Uide AR

Inicio

Síto

Usuarios

Logs

Ver registros

LOGS

Bienvenido (a): Administrador del sistema

Estos son los registros de las acciones realizadas por los usuarios

ID	Nombre de usuario	Acción	Fecha
29	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-09 15:14:29
28	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-09 14:43:22
27	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-08 22:23:28
26	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-08 21:03:38
25	Administrador del sistema	nuevo editar síto	2016-11-08 17:22:21
24	Administrador del sistema	nuevo guardar síto	2016-11-08 17:20:00
23	Administrador del sistema	nuevo guardar síto	2016-11-08 17:19:46
22	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-08 17:13:27
21	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-08 15:15:36
20	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-08 14:22:17
19	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-08 13:30:00
18	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-08 11:06:36
17	Administrador del sistema	inicio de sesion	2016-11-08 11:05:54