

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ**

**Implementación de una solución informática para gestionar y distribuir información del patrimonio cultural de una ciudad usando geolocalización y realidad aumentada**

Tesis para optar por el Título de **Ingeniero Informático**, que presenta el bachiller:

**Eduardo Antonio Merino Tejada**

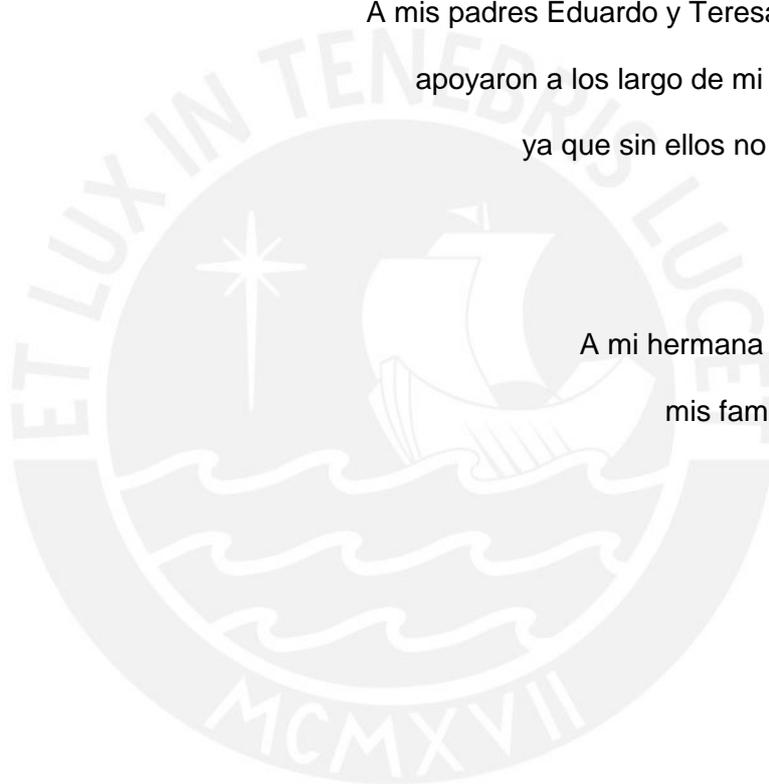
**ASESOR: Mag. Claudia María del Pilar Zapata del Rio**

Lima, julio de 2017

## **Dedicatoria**

A mis padres Eduardo y Teresa que siempre me apoyaron a lo largo de mi vida universitaria, ya que sin ellos no hubiera llegado a donde estoy.

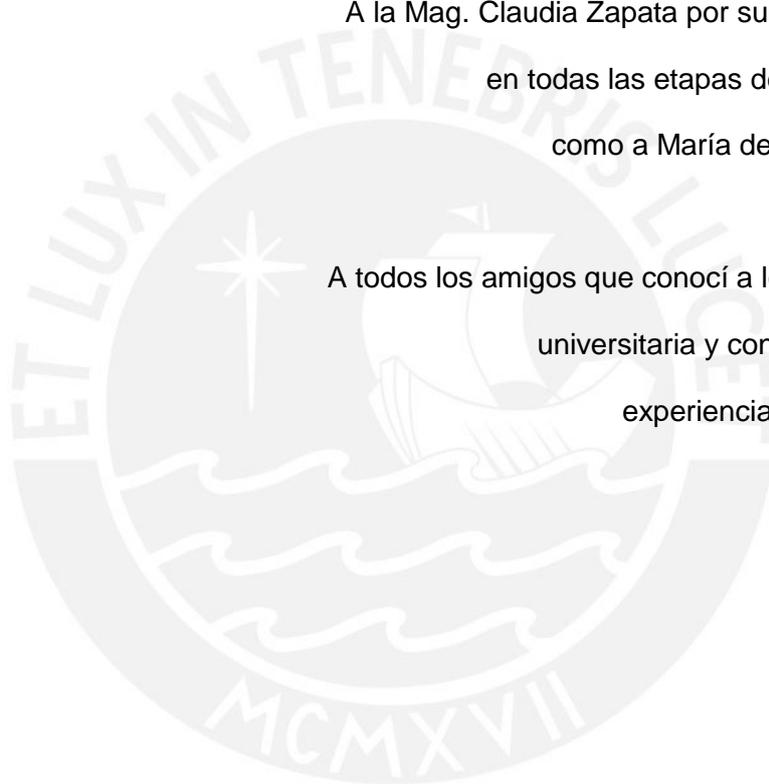
A mi hermana Rosa, a Yssia y a mis familiares en general.



## **Agradecimientos**

A la Mag. Claudia Zapata por su apoyo y asesoría en todas las etapas de este trabajo, así como a María del Carmen Aguilar.

A todos los amigos que conocí a lo largo de mi vida universitaria y con los que compartí experiencias y conocimiento.



## Resumen

El patrimonio cultural es parte importante de cualquier sociedad y su difusión debe darse de tal manera que perdure a través de los años y vaya de la mano con el desarrollo de las ciudades. Sin embargo, se sabe que mucho de este patrimonio se encuentra en abandono debido a malas gestiones públicas y al desconocimiento y poco interés que tienen los ciudadanos hacia ellos. Es debido a esto que es importante la puesta en valor de dicho patrimonio, no solo para que los mismos ciudadanos sean partícipes de su restauración y conservación sino también para concientizarlos en la importancia que tienen ellos en la definición de la identidad de cada ciudad.

Las técnicas de difusión del patrimonio han ido cambiando y beneficiándose de los avances tecnológicos. Es por ello que, enfocándonos en las nuevas tecnologías, vemos que las tecnologías móviles se presentan como una herramienta novedosa cuya movilidad y accesibilidad puede ser explotada para brindar información a los ciudadanos en cualquier momento y cualquier lugar.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone la implementación de una aplicación móvil que, haciendo uso de geolocalización y realidad aumentada, permita mostrar la información relacionada al patrimonio cultural que rodea a las personas teniendo en cuenta su ubicación actual. Así mismo, también permitirá la recolección de testimonios que las personas puedan tener con respecto al aspecto histórico del lugar que habitan, lo cual evitará que dicho conocimiento se pierda en el tiempo.

## Tabla de Contenido

Índice de Figuras .....	VIII
Índice de Tablas .....	X
Anexos .....	XI
Capítulo 1. Problemática .....	1
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivos Específicos .....	3
1.3 Resultados Esperados.....	3
1.3.1 Resultados del Objetivo Específico 1.....	3
1.3.2 Resultados del Objetivo Específico 2.....	3
1.3.3 Resultados del Objetivo Específico 3.....	4
1.3.4 Resultados del Objetivo Específico 4.....	4
1.4 Herramientas y Metodologías .....	4
1.4.1 Herramientas.....	4
1.4.2 Metodologías.....	5
1.5 Alcance, Limitaciones y Riesgos.....	8
1.5.1 Alcance .....	8
1.5.2 Limitaciones .....	9
1.5.3 Riesgos .....	9
1.6 Justificación.....	10
1.7 Estudio de Viabilidad .....	10
1.7.1 Viabilidad Técnica .....	10
1.7.2 Viabilidad Temporal.....	11
1.7.3 Viabilidad Económica .....	11
1.8 Marco Legal.....	12
1.9 Marco Conceptual .....	14
1.9.1 Patrimonio Cultural .....	14
1.9.2 Historia Oral .....	14
1.9.3 Aprendizaje basado en la experiencia .....	15

1.9.4	Realidad Aumentada .....	15
1.9.5	Geolocalización .....	16
1.9.6	Aplicación Nativa .....	17
1.10	Estado del Arte .....	17
1.10.1	Protocolo de Revisión.....	18
1.10.2	Ejecución.....	18
1.10.3	Reporte de Resultados .....	18
1.10.4	Conclusiones.....	24
Capítulo 2.	Sistema Web de Gestión de Contenido del Patrimonio Cultural .....	26
2.1	Adaptación a la regulación legal .....	26
2.1.1	Lista de requisitos.....	26
2.1.2	Términos y condiciones .....	27
2.1.3	Políticas de privacidad.....	27
2.2	Arquitectura .....	27
2.3	Iteraciones.....	28
2.3.1	Iteración 1.....	30
2.3.2	Iteración 2.....	30
2.3.3	Iteración 3.....	31
2.3.4	Iteración 4.....	31
Capítulo 3.	Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para Distribución e Inserción de Contenido (texto y multimedia) .....	32
3.1	Iteraciones.....	32
3.1.1	Aplicación de la integración UCD-XP para el levantamiento de requisitos .....	32
3.1.2	Requisitos.....	35
3.1.3	Prototipo.....	36
3.2	Evaluaciones de usuario.....	38
3.2.1	Aplicación de Pensamiento en voz alta .....	38
3.2.2	Iteración 1.....	39

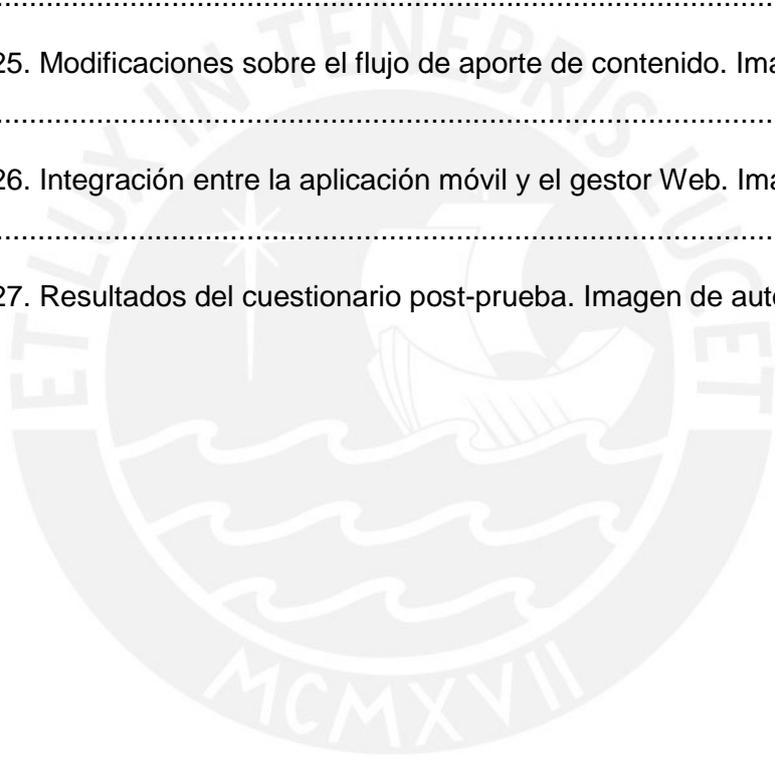
3.2.3	Iteración 2.....	41
3.2.4	Iteración 3.....	46
3.3	Integración al gestor Web.....	50
3.4	Conclusiones.....	51
Capítulo 4.	Evaluación de usuarios del sistema integrado.....	52
4.1	Estructura de la evaluación.....	52
4.2	Reporte de la evaluación y resultados.....	52
4.3	Conclusiones.....	55
Capítulo 5.	Conclusiones y trabajos futuros.....	56
5.1	Conclusiones.....	56
5.2	Trabajos futuros.....	57
Referencias	.....	58



## Índice de Figuras

Figura 1. Integración de XP con herramientas UCD. Imagen adaptada de (Aguilar Vélez & Zapata, 2016). .....	8
Figura 2. Representación simplificada del "Continuo de la Virtualidad". Adaptado de (Milgram & Kishino, 1994).....	16
Figura 3. Aplicación Wikitude (Juan Sampedro, 2015).....	16
Figura 4. Información virtual superpuesta a la realidad mostrada por la pantalla identificada mediante geolocalización (Juan Sampedro, 2015).....	20
Figura 5. Ejemplo de marcador QR sobre un libro interactivo (Juan Sampedro, 2015). .....	21
Figura 6. Enfoque híbrido. Imagen adaptada de (Kaur & Mantri, 2015). .....	21
Figura 7. Arquitectura de la solución. Imagen adaptada de (Samaniego Larrea, 2015). .....	28
Figura 8. Estructura utilizada en la iteración 1. Imagen de autoría propia. ....	30
Figura 9. Estructura utilizada en la iteración 2. Imagen de autoría propia. ....	31
Figura 10. Estructura utilizada en la iteración 3. Imagen de autoría propia. ....	31
Figura 11. Estructura utilizada en la iteración 4. Imagen de autoría propia. ....	31
Figura 12. Pantalla de inicio de sesión de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia. ....	36
Figura 13. Pantalla principal de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.....	37
Figura 14. Pantalla del mapa de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia. ....	37
Figura 15. Pantalla del detalle del punto de interés. Imagen de autoría propia. ....	38
Figura 16. Flujo de las pantallas de la iteración 1 de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia. ....	40
Figura 17. Flujo de las pantallas de la iteración 2 de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia. ....	41
Figura 18. Continuación del flujo de las pantallas de la iteración 2 de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.....	42
Figura 19. Modificaciones sobre la pantalla de inicio de sesión. Imagen de autoría propia. ....	44

Figura 20. Modificaciones sobre la pantalla de visualización de puntos en el mapa. Imagen de autoría propia.....	45
Figura 21. Modificaciones sobre la pantalla de realidad aumentada. Imagen de autoría propia. ....	45
Figura 22. Modificaciones sobre la pantalla de detalle de punto de interés. Imagen de autoría propia.....	46
Figura 23. Flujo de las pantallas de la iteración 3 de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia. ....	47
Figura 24. Flujo de visualización de aportes del usuario. Imagen de autoría propia. ....	47
Figura 25. Modificaciones sobre el flujo de aporte de contenido. Imagen de autoría propia. ....	50
Figura 26. Integración entre la aplicación móvil y el gestor Web. Imagen de autoría propia. ....	50
Figura 27. Resultados del cuestionario post-prueba. Imagen de autoría propia.....	53



## Índice de Tablas

Tabla 1. Relación entre herramientas y metodología con los objetivos específicos.	8
Tabla 2. Riesgos identificados.	9
Tabla 3. Detalle de iteraciones y estimación de tiempos.	11
Tabla 4. Presupuesto aproximado del pase a producción.	12
Tabla 5. Tabla comparativa de aplicaciones móviles encontradas.	18
Tabla 6. Requisitos según la Ley de protección de datos personales.	26
Tabla 7. Requisitos según la Ley de derechos de autor.	26
Tabla 8. Requisitos del sistema Web.	28
Tabla 9. Requisitos de la aplicación móvil.	35
Tabla 10. Características observadas durante las pruebas de usuario de la iteración 1 y 2.	42
Tabla 11. Características observadas durante las pruebas de usuario de la iteración 3.	48
Tabla 12. Resumen de las medidas de evaluación.	53

## **Anexos**

Anexo A: Protocolo de revisión del estado del arte

Anexo B: Ejecución de la revisión del estado del arte

Anexo C: Aplicaciones móviles que difunden contenido histórico y cultural

Anexo D: Términos y condiciones

Anexo E: Políticas de privacidad

Anexo F: Desarrollo de la iteración 1 del sistema Web

Anexo G: Desarrollo de la iteración 2 del sistema Web

Anexo H: Desarrollo de la iteración 3 del sistema Web

Anexo I: Desarrollo de la iteración 4 del sistema Web

Anexo J: Estructura de la entrevista

Anexo K: Prototipos

Anexo L: Pantallas de la iteración 1 de la aplicación móvil

Anexo M: Pantallas de la iteración 2 de la aplicación móvil

Anexo N: Pantallas de la iteración 3 de la aplicación móvil

Anexo O: Pruebas funcionales de la aplicación móvil

Anexo P: Estructura de la evaluación

Anexo Q: Consentimiento informado

Anexo R: Lista de tareas de la evaluación de usuarios sobre la solución propuesta

Anexo S: Cuestionario post-prueba

Anexo T: Resultados de la evaluación de usuarios

## Capítulo 1. Problemática

El patrimonio cultural es considerado como uno de los componentes esenciales de cualquier sociedad y es objeto de reglamentaciones destinadas a su preservación. Es por ello que éste suele ser considerado como algo que está más allá de las actitudes personales, sociales o nacionales y cuya conservación debe hacerse en beneficio de la humanidad (Lezama, 2004).

Así mismo, si nos centramos solamente en la ciudad o centro histórico, éste constituye un documento vivo que refleja la forma de vida y cultura, permitiendo dar a cada país una verdadera dimensión cultural y definir su individualidad (González-Valcárcel, 1981). Es por ello que, tenemos la obligación de preservar los centros históricos y prever su futuro ya que el patrimonio es afectado por ignorancia, indolencia, especulación o el progreso mal entendido (Centro Cultural de España en México, 2009). De esta forma, las tareas de preservación del patrimonio cultural se deberían dar de manera diaria para que estos bienes heredados no se olviden; sino que deban quedar en el saber colectivo, eliminando la ignorancia y desconocimiento hacia ellos (Soto Suárez, Muñoz Castillo, & Morcate Labrada, 2014).

Existen diversos mecanismos para la preservación del patrimonio cultural, dentro de los cuales se encuentra la difusión de su existencia a toda la comunidad que interactúa con estos (Tamayo & Leite, 2016). No obstante, se sabe que muchos conocimientos se quedan en el ámbito académico, lo cual dificulta su difusión a las personas que no tengan acceso a este tipo de estudios, es por ello que los ciudadanos están poco o mal informados sobre el patrimonio de su ciudad. Debido a esto, es muy importante hablar de una difusión del patrimonio cultural que pueda llegar a un público más amplio que el académico, para que todo este contenido se distribuya horizontalmente (Huerta, 2015).

Sin embargo, a pesar de la importancia de la difusión de este tipo de contenido, ésta sería en vano si las personas no llegasen a aprender de ello. Es por esta razón que se buscan alternativas de enseñanza diferentes en relación al modelo tradicional, con la que se pueda priorizar la generación de conocimiento teniendo como factor principal al usuario y no al contenido que se transmite. Es aquí donde toma importancia el concepto de aprendizaje basado en la experiencia como complemento de la difusión del patrimonio cultural (Fernández Martínez, Nuviala Nuviala, Pérez Ordas, Grao Cruces, & González Badillo, 2012).

Pero, no solo se trata de hacer más accesible la información a los ciudadanos, también es importante involucrarlos en la reconstrucción de la historia contemporánea de su ciudad. Es por ello que es igual de relevante rescatar la historia oral de ésta, para evitar que diversos hechos y acontecimientos no documentados se pierdan en el tiempo (García & Sepúlveda, 1985).

Las técnicas usadas para la difusión han ido cambiando a lo largo de los años, teniendo, actualmente, como protagonistas a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (Tamayo & Leite, 2016). Dentro de estas, encontramos a las tecnologías móviles, las cuales nos presentan una novedosa herramienta para la difusión y puesta en valor del patrimonio cultural mediante la mejora en las posibilidades de acceso a todo el contenido histórico de la ciudad (Ruiz Torres, 2011).

Según un estudio de Futuro Labs (2014), el 62% de los limeños y chalacos que tienen acceso a un teléfono móvil, lo usan para acceder a redes sociales, un 22% lo usa con fines de entretenimiento y un 16% lo usa como herramienta laboral. Esto, combinado con la característica portátil de esta tecnología, nos da la posibilidad de orientar su uso para buscar beneficios sociales, educativos y culturales con los cuales se pueda aprovechar las ventajas que nos ofrece para un enfoque que no sea el ocio (Fombona, 2013).

Teniendo en consideración que la difusión del patrimonio cultural se complementa con el aprendizaje basado en la experiencia, y que se pueden buscar alternativas de beneficio en las tecnologías móviles, se puede considerar la implementación de geolocalización y realidad aumentada. Ya que estos son capaces de brindar información detallada a los usuarios, así como estimular e incentivar el aprendizaje, provocando el interés por explorar, analizar y comparar el contenido mostrado con la realidad que percibe (Alvites Huamaní, 2016).

Considerando lo antes mencionado y teniendo en cuenta la revisión bibliográfica, se puede afirmar que existe una **carencia de herramientas informáticas que apoyen a la difusión del patrimonio cultural peruano de manera pública y masiva para el público en general.**

Habiendo definido la problemática, este trabajo propone como alternativa de solución, la implementación de una aplicación móvil nativa que difunda información sobre el patrimonio cultural a las personas que la usen. Dicha información estará relacionada a los puntos históricos relevantes más cercanos con respecto a la ubicación, obtenida mediante geolocalización, del usuario; y serán mostrados

usando realidad aumentada con la finalidad de que el usuario pueda enriquecer su percepción de la realidad con información del teléfono móvil, de tal forma que se crea un ambiente propicio para estimular el aprendizaje.

Finalmente, esta aplicación también se encargará de la recolección de todo tipo de testimonio histórico que forme parte del saber del ciudadano común para poder documentarlo y estandarizarlo con la finalidad de que sirva como aporte para el conocimiento colectivo y futuros estudios académicos.

### **1.1 Objetivo General**

Implementar una solución informática que permita gestionar información relacionada al patrimonio cultural con la finalidad de distribuirla usando geolocalización y realidad aumentada.

### **1.2 Objetivos Específicos**

OE 1. Implementar un gestor Web que permita administrar el contenido relacionado al patrimonio cultural de una ciudad, considerando diferentes formatos de fuentes de información.

OE 2. Implementar una aplicación móvil basada en realidad aumentada para el acceso público al contenido relacionado al patrimonio cultural de una ciudad.

OE 3. Implementar una interfaz para la aplicación móvil del OE2 que permita a un usuario ingresar contenido relacionado al patrimonio cultural de una ciudad (texto y multimedia).

OE 4. Realizar las pruebas de funcionalidad de la integración entre el gestor Web y la aplicación móvil.

### **1.3 Resultados Esperados**

#### **1.3.1 Resultados del Objetivo Específico 1**

RE 1. Gestor Web, el cual permitirá la administración de toda la información que utilizará la aplicación móvil.

RE 2. Servicio de transferencia de datos (*Webservices*), los cuales funcionarán como canal de comunicación entre el sistema Web y la aplicación móvil.

#### **1.3.2 Resultados del Objetivo Específico 2**

RE 3. Módulo de realidad aumentada, el cual será basado en geolocalización y se encargará de mostrar información relevante al usuario.

RE 4. Resultado de la Prueba de usabilidad que valide la aceptación del módulo de realidad aumentada.

RE 5. Prototipo funcional de la aplicación móvil.

### 1.3.3 Resultados del Objetivo Específico 3

RE 6. Módulo de recopilación de información, el cual se encargará de recoger todo tipo de testimonio textual o multimedia de los usuarios.

RE 7. Resultados de la Prueba de usabilidad que valide la aceptación del módulo de recopilación de información.

### 1.3.4 Resultados del Objetivo Específico 4

RE 8. Resultados de la Prueba de funcionalidad que valide la aceptación de la solución planteada.

## 1.4 Herramientas y Metodologías

### 1.4.1 Herramientas

#### Laravel

Laravel<sup>1</sup> es un *framework* del lenguaje de programación PHP creado por Taylor Otwell en el año 2011 y orientado al desarrollo de software siguiendo el patrón de arquitectura “Modelo Vista Controlador” (Samaniego Larrea, 2015).

Este *framework* tiene como una de sus características principales su propio ORM (Object-Relational Mapping) llamado *Eloquent*, el cual proporciona una implementación con *Active Record* para que la interacción con la base de datos sea sencilla. Es decir, al momento de crear un modelo nuevo, éste estará relacionado directamente con una tabla de la base de datos, lo que facilita la sincronización y persistencia de los datos (Samaniego Larrea, 2015).

Laravel será usado para la creación de la plataforma Web que dará soporte a la aplicación móvil ya que nos permite usar el patrón MVC y muchas otras funciones propias que son de utilidad, además de poseer una amplia documentación y comunidad en línea.

#### Nginx

Nginx<sup>2</sup> es un servidor Web que fue creado por Igor Sysoev en el 2002, y declarado código abierto en el 2004. Se creó específicamente para resolver las limitaciones de rendimiento que presentaba Apache al tratar de manejar enormes volúmenes de tráfico. Actualmente es muy usado en proyectos que involucran la creación de

---

<sup>1</sup> <https://laravel.com>

<sup>2</sup> <https://www.nginx.com>

aplicaciones Web y móviles ya que estos suelen presentar una mayor cantidad de concurrencia (Garret, 2015).

### **PostgreSQL**

PostgreSQL<sup>3</sup> es un motor de base de datos relacional de código abierto que a lo largo de sus 15 años de desarrollo activo y arquitectura probada se ha posicionado como una de las mejores opciones por su fiabilidad e integridad de datos. Funciona correctamente en la mayoría de sistemas operativos tales como Linux, UNIX y Windows. Una de las ventajas que nos brinda es su diseño orientado a ambientes de grandes volúmenes de datos gracias al uso de una estrategia de almacenamiento de datos de varias filas denominado *Multi-Version Concurrency Control* (MVCC) (The PostgreSQL Global Development Group, 2016).

### **Sublime Text 2**

Sublime Text<sup>4</sup>, creado por Jon Skinner, fue concebido inicialmente como una extensión de vim, pero luego fue tornándose un proyecto aparte. Está escrita en C++ y Python. Este editor de código presenta una interfaz limpia e intuitiva y soporta el uso de *Snippets*, *Plugins* y sistemas de construcción de código (Cano Insa, 2015).

Este editor de textos será usado para la programación de los módulos necesarios que se encuentren en PHP, HTML, JavaScript y CSS.

### **Android Studio**

Android Studio es el IDE oficial para la plataforma Android, provee una gran cantidad de herramientas para el desarrollo de aplicaciones orientado a los diversos tipos de dispositivos de Android. También nos ofrece facilidades para la edición, depuración y mejora de rendimiento del código, así como una forma rápida de construir y desplegar código (Eason, 2016).

Este IDE se usará para el desarrollo de la aplicación móvil y las pruebas sobre ella, gracias al emulador que tiene incluido.

#### **1.4.2 Metodologías**

Debido a que la aplicación móvil será usada por personas que no necesariamente tienen conocimiento sobre sistemas informáticos, éste trabajo deberá enfatizar la

---

<sup>3</sup> <http://www.postgresql.org>

<sup>4</sup> <http://www.sublimetext.com>

fase de diseño de tal forma que se garantice un alto nivel de usabilidad para los usuarios. Por este motivo, se seguirá una metodología ágil integrada a un diseño centrado en el usuario.

### **Diseño Centrado en el Usuario**

El diseño centrado en el usuario (UCD por sus siglas en inglés) es un término usado para describir el proceso de diseño en el cual los usuarios finales tienen mucha influencia en la forma del producto (Abrams, Maloney-Krichmar, & Preece, 2004).

Norman (1988) nos sugiere 7 principios que facilitan la labor de diseño:

1. Usar términos comunes para las personas, construir modelos conceptuales y escribir manuales que sean fáciles de entender y que estén escritos antes de la implementación del diseño.
2. Simplificar la estructura de las tareas, no sobrecargar la memoria del usuario con términos que deban ser recordados a corto o largo plazo.
3. Hacer que las funcionalidades sean visibles, el usuario debe ser capaz de darse cuenta del uso que se le da a un objeto simplemente viendo los botones asociados.
4. Apoyarse en gráficos para hacer las funcionalidades más entendibles.
5. Aprovechar las limitaciones para que el usuario sepa, de forma natural, lo que se puede hacer y lo que no.
6. Realizar el diseño pensando en que los usuarios van a cometer errores, de esta forma tenemos la capacidad de prever los posibles errores que puedan cometer los usuarios y darle la opción de recuperarse de ellos.
7. Tener un diseño estándar para los errores no previstos, de esta forma no se tienen diferentes diseños que puedan confundir al usuario.

### **Metodologías Ágiles**

Las metodologías ágiles surgen en la década de los 90's como una alternativa a los procesos de desarrollo tradicionales, los cuales se caracterizaban por ser rígidos y poseer excesiva documentación, esto generaba que el producto final no esté alineado a las nuevas demandas que iban surgiendo en el cliente. Es allí donde nace *The Agile Alliance*, la cual se encargaría de resumir la filosofía "ágil" en el Manifiesto Ágil, la cual valora los siguientes puntos (Canós, Letelier, & Penadés, 2003):

- Al individuo y las interacciones del equipo de desarrollo sobre el proceso y las herramientas.
- Desarrollar software que funcione más que conseguir una buena documentación.
- La colaboración con el cliente más que la negociación de un contrato.
- Responder a los cambios más que seguir estrictamente un plan.

Dentro de las alternativas que presentan las metodologías ágiles, se ha seleccionado *Extreme Programming* (XP) debido a las características que presenta. Además de que se puede adaptar fácilmente a equipos de desarrollo reducidos, como es el caso del presente trabajo, sin comprometer la calidad del software que se está desarrollando (Akpata & Riha, 2004).

Algunas de las características fundamentales de XP que se usarán en el proceso de desarrollo son (Figuroa & Solís, 2008):

- Desarrollo iterativo e incremental, pequeñas entregas una tras otra.
- Pruebas unitarias continuas para la detección de errores.
- Corrección de todos los errores de código antes de añadir nuevas funcionalidades al software.
- Refactorización del código fuente para mejorar la legibilidad y manutención del software.
- Simplicidad en el código fuente del software.

### **Integración**

La integración propuesta se basa en un caso de estudio realizado por Aguilar y Zapata (2016) en el cual las desventajas en usabilidad que se generan en el proceso de diseño de XP se compensan con herramientas UCD. Como se muestra en la Figura 1, se seguirá el proceso básico de XP (cuadros de color azul) pero añadiéndole ciertas herramientas de UCD seleccionadas y que se piensan relevante para este trabajo (cuadros de color morado). En ese sentido, las “Entrevistas” servirán para el levantamiento de requisitos, las “Personas” representarán grupos diferentes de usuarios que usarán la aplicación y los “Escenarios” servirán como historias informales sobre las tareas y actividades que serán realizadas por los usuarios, de esta forma se podrán expresar propuestas o situaciones imaginarias que ayuden con el diseño. Por otro lado, las “Evaluaciones de Usuario” tendrán un enfoque menos formal e irán a la par con las iteraciones del desarrollo. En ella, se requerirán participantes para evaluar el grado en el que el producto cumple con criterios de usabilidad predefinidos.

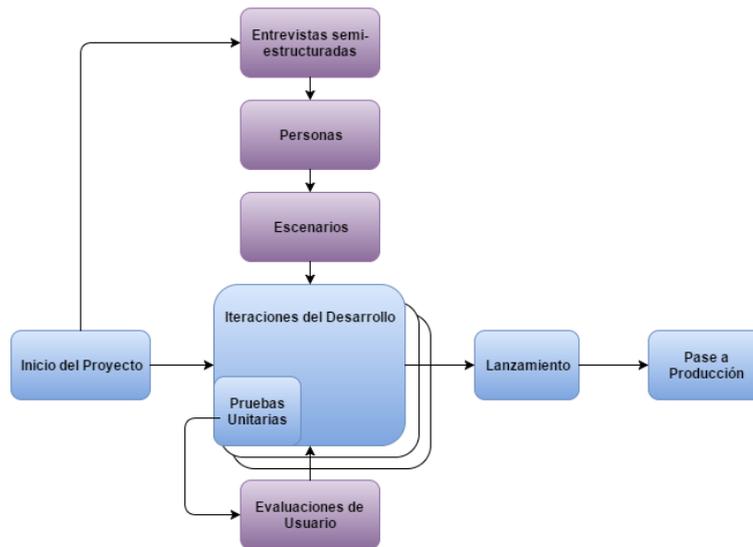


Figura 1. Integración de XP con herramientas UCD. Imagen adaptada de (Aguilar Vélez & Zapata, 2016).

En la Tabla 1 se muestra la relación entre las herramientas y metodología con los objetivos específicos de este trabajo.

Tabla 1. Relación entre herramientas y metodología con los objetivos específicos.

Herramienta o metodología	Objetivo Específico	Descripción
Laravel	OE1	Para el desarrollo Web
Nginx	OE1	Para el desarrollo Web
PostgreSQL	OE1	Para el desarrollo Web
Sublime Text 2	OE1	Para el desarrollo Web
Android Studio	OE2, OE3	Para el desarrollo Móvil
Integración UCD con XP	OE2, OE3, OE4	Esta metodología permitirá la validación de la aplicación móvil con los usuarios de prueba.

## 1.5 Alcance, Limitaciones y Riesgos

### 1.5.1 Alcance

El presente trabajo tiene como objetivo el análisis, diseño y desarrollo de una solución informática que permita la administración y difusión de la información relacionada al patrimonio cultural. Con la finalidad de brindar una herramienta mediante la cual los expertos en temas relacionados al patrimonio cultural puedan almacenar el contenido que se desea difundir mediante la aplicación móvil, esta solución estará formada por un gestor Web y una aplicación móvil integrados entre sí. Esto permitirá que la información a difundir sea escalable.

Este proyecto deberá adecuarse tanto a la Ley de protección de datos personales como a la Ley de derechos de autor, es por ello que se considerarán limitantes en el sentido de que la concepción de las funcionalidades serán restringidas y adecuadas para cumplir con las imposiciones de las leyes antes mencionadas.

Además, cabe resaltar que, debido a la metodología que se está utilizando, se deberán realizar múltiples entrevistas y pruebas de usabilidad al finalizar cada iteración. Así como una prueba de usuarios final que valide la aceptación de la solución.

Finalmente, se debe mencionar que la aplicación móvil estará disponible para las versiones de Android 4.0.3 (*Ice Cream Sandwich*) hasta Android 6.0 (*Marshmallow*).

### 1.5.2 Limitaciones

Como se explica en el Marco Legal, el presente trabajo deberá adecuarse tanto a la Ley de protección de datos personales como a la Ley de derechos de autor, es por ello que se considerarán limitantes en el sentido de que la concepción de las funcionalidades serán restringidas y adecuadas para cumplir con las imposiciones de las leyes antes mencionadas.

Por otra parte, debido a que se plantea el uso de ciertas herramientas de UCD, tales como las evaluaciones por parte del usuario, el correcto avance de este trabajo se ve limitado a la realización de evaluaciones con el grupo de usuarios definidos al inicio de la fase de diseño. En otras palabras, no se podrá avanzar con las siguientes iteraciones hasta no haber cumplido con las evaluaciones correspondientes, lo cual puede generar retrasos si no se llega a reunir el grupo de usuarios de prueba definidos en la fase de diseño.

Finalmente, los recursos gráficos que se usarán en la aplicación móvil serán en 2 dimensiones, ya que estos no demandarán mucho tiempo en su creación, con el fin de poderse adecuar a las limitaciones que se tiene con respecto a la fecha final de entrega del prototipo funcional según el cronograma del curso.

### 1.5.3 Riesgos

En la Tabla 2 se muestran los riesgos que se han identificado.

Tabla 2. Riesgos identificados.

Riesgo	Impacto en el proyecto	Controles de prevención o mitigación
--------	------------------------	--------------------------------------

Probabilidad de que los usuarios seleccionados para las evaluaciones de usabilidad no tengan tiempo de participar.	Retraso en el entregable final.	Lista adicional de posibles candidatos.  Coordinar las reuniones según la disponibilidad de cada participante.
Probabilidad de retraso en el desarrollo de los entregables de las iteraciones.	Retraso en el entregable final.	Agregar un tiempo extra en la estimación.  Recortar alcance.
Probabilidad de perder el código fuente.	Pérdida de todo el tiempo invertido.	Utilizar repositorios en la nube.  Realizar un backup del trabajo avanzado diariamente.

## 1.6 Justificación

La justificación de este trabajo, radica en la importancia de tener una alternativa por la cual una persona cualquiera pueda acceder a la información relacionada al patrimonio cultural de su ciudad sin necesidad de realizar esfuerzo o gasto alguno. De esta forma, no solo aprenderá cosas que le son relevantes como ciudadano sino también podrá identificarse con el espacio que habita.

En ese sentido, se pretende orientar el uso que le dan los usuarios a sus teléfonos móviles, para ser más que una herramienta lúdica o de oficina, con el fin de dar paso a un uso más responsable y educativo que pueda tener un impacto social positivo.

Finalmente, cabe mencionar que, al poder recolectar todo tipo de testimonio por parte de los usuarios, este trabajo se convertirá en una fuente importante de información histórica contemporánea que puede ser usada para fines académicos.

## 1.7 Estudio de Viabilidad

### 1.7.1 Viabilidad Técnica

Con respecto a las herramientas que se necesitarán en este trabajo y que se han mencionado en una sección anterior, todas pueden ser accedidas, instaladas y utilizadas sin necesidad de la adquisición de licencias ya que son de uso público o código abierto. En ese sentido, el desarrollo del presente trabajo es viable técnicamente.

### 1.7.2 Viabilidad Temporal

El presente trabajo estará dividido en dos partes: el desarrollo del sistema Web y la aplicación móvil, cada una estará dividida en una serie de iteraciones que se detallan en la Tabla 3 mostrada a continuación.

Tabla 3. Detalle de iteraciones y estimación de tiempos.

<b>Sistema Web</b>		
<b>Iteración</b>	<b>Actividades</b>	<b>Duración</b>
Iteración 1	Desarrollo del módulo de inicio de sesión y configuraciones del sistema.  Desarrollo del módulo de seguridad.	1 semana
Iteración 2	Desarrollo del módulo de mantenimiento de usuarios y roles.	1 semanas
Iteración 3	Desarrollo del módulo de gestión de contenido.	2 semana
Iteración 4	Desarrollo del módulo de gestión de contenido ingresado por los usuarios de la aplicación.	2 semanas
<b>Aplicación Móvil</b>		
<b>Iteración</b>	<b>Actividades</b>	<b>Duración</b>
Iteración 1	Desarrollo del módulo de inicio de sesión y gestión de información de la cuenta de usuario.	1 semana
Iteración 2	Desarrollo del módulo de realidad aumentada.  Pruebas de usuario.	3 semanas
Iteración 3	Desarrollo del módulo de recopilación de información.  Pruebas de usuario.	1 semana

Como se puede apreciar en la Tabla 3, se requerirán de 11 semanas, o aproximadamente 3 meses, para el correcto desarrollo del presente trabajo. Cabe mencionar que la documentación necesaria se irá redactando en paralelo a las iteraciones, lo que no afectará en el tiempo estimado.

Teniendo en cuenta que la primera iteración empezará el primero de Julio, el trabajo concluirá en la última semana de Septiembre, lo que dejará un tiempo prudente hasta la fecha de la sustentación final para corregir errores imprevistos. Es por ello que este trabajo es viable en cuestión de tiempo.

### 1.7.3 Viabilidad Económica

Si bien las herramientas que se usarán para el desarrollo son gratuitas, la estimación del costo del presente trabajo se hará conforme a las horas hombre que se emplearán para la implementación. En ese sentido, tomando como base lo

estimado en la viabilidad temporal y asumiendo que se trabajará mediante una jornada de 8 horas por día laborable, se tendrán que emplear 440 horas/hombre para la realización del presente trabajo. Lo cual puede ser llevado a una cifra monetaria si se decide asignar un precio por hora de implementación, sin embargo, ese no es el caso actual. De igual manera, se requerirá del uso de servicios de internet y electricidad, los cuales pueden ser incluidos en el costo de la implementación si se les asigna un precio por hora de consumo.

Por otro lado, debido a que se pretende que este trabajo ingrese al mercado de las aplicaciones móviles, se ve necesario realizar un presupuesto aproximado del pase a producción, el cual se resume en la Tabla 4.

*Tabla 4. Presupuesto aproximado del pase a producción.*

	<b>Descripción</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Precio</b>
Hosting	El cual alojará la solución Web.	Heroku	\$25 al mes.
Nombre de dominio	El cual reemplazará a la dirección IP.	GoDaddy	Entre S/. 40 y S/. 60, dependiendo del nombre que se elija.
Certificado SSL	El cual permitirá la transmisión de datos encriptados (HTTPS).	GoDaddy	S/. 220.99 al año.
Licencia de desarrollador de android	Necesario para ingresar la aplicación móvil a la <i>App Store</i> .	Google	\$25 pago único.
Repositorio	El cual alojará el código fuente de la solución.	Beanstalk	\$15 al mes.

## 1.8 Marco Legal

Teniendo en cuenta de que el presente trabajo usará los datos personales de los usuarios de la aplicación y recolectará testimonios, es necesario definir el marco legal al cual se deberá alinear. Dentro de éstos, se ha identificado la Ley de protección de datos personales y la Ley de derechos de autor, los cuales serán explicados a continuación.

En primer lugar, debido a que uno de los productos finales de este trabajo será una aplicación móvil de uso público y gratuito que haga uso de la geolocalización, este necesitará tener acceso a datos personales y/o datos sensibles alojados en su teléfono móvil tales como la ubicación real del usuario, el nombre completo y un correo electrónico para poder registrarlo en la base de datos que dará soporte a la aplicación. En este sentido, para que este trabajo pueda llevarse a cabo de forma

correcta se debe tener en cuenta las obligaciones que nos impone la Ley de protección de datos personales, de las cuales las que más destacan se encuentran en el **Artículo 28** y se mencionan a continuación (Ley N° 29733, 2011):

- Efectuar el tratamiento de datos personales, solo previo consentimiento del informado, expreso e inequívoco del titular de los datos personales.
- No recopilar datos personales por medios fraudulentos, desleales o ilícitos.
- Recopilar datos personales que sean actualizados, necesarios, pertinentes y adecuados, con relación a finalidades determinadas, explícitas y lícitas para las que se hayan obtenido.
- No utilizar los datos personales objeto de tratamiento para finalidades distintas de aquellas que motivaron su recopilación.
- Suprimir los datos personales objeto de tratamiento cuando hayan dejado de ser necesarios o pertinentes a la finalidad para la cual hubiesen sido recopilados o hubiese vencido el plazo para su tratamiento.

Por otro lado, debido a que uno de los objetivos de este trabajo es permitir que los usuarios puedan ingresar información histórica de Lima Metropolitana (texto y multimedia) a través de la aplicación móvil que puede ser verídica y nunca antes documentada convirtiéndolos en autores<sup>5</sup> de dicha obra<sup>6</sup>; se ve necesario adecuarse a las obligaciones que nos impone la Ley sobre el Derecho de Autor, dentro de las cuales destacan (Decreto Legislativo No. 822, 1996):

- **Artículo 23.-** Por el derecho de divulgación, corresponde al autor la facultad de decidir si su obra ha de ser divulgada y en qué forma. En el caso de mantenerse inédita, el autor podrá disponer, por testamento o por otra manifestación escrita de su voluntad, que la obra no sea publicada mientras esté en el dominio privado, sin perjuicio de lo establecido en el Código Civil en lo referente a la divulgación de la correspondencia epistolar y las memorias.
- **Artículo 44.-** Es permitido realizar, sin autorización del autor ni pago de remuneración, citas de obras lícitamente divulgadas, con la obligación de indicar el nombre del autor y la fuente, y a condición de que tales citas se

---

<sup>5</sup> La ley de derechos de autor define “autor” como toda persona natural que realiza la creación intelectual.

<sup>6</sup> La ley de derechos de autor define “obra” como toda creación intelectual personal y original, susceptible de ser divulgada o reproducida en cualquier forma, conocida o por conocerse.

hagan conforme a los usos honrados y en la medida justificada por el fin que se persiga.

- **Artículo 96.-** El contrato de edición es aquel por el cual el autor o sus derechohabientes, ceden a otra persona llamada editor, el derecho de publicar, distribuir y divulgar la obra por su propia cuenta y riesgo en las condiciones pactadas y con sujeción a lo dispuesto en la ley.

Finalmente, gracias a que se han definido la obligaciones legales a las cuales se deberá adecuar el presente trabajo, podemos decir que se tienen claras las condiciones necesarias que se deberán cumplir.

## **1.9 Marco Conceptual**

Para poder tener un entendimiento pleno de la situación actual del problema que se intenta trabajar y para poder proponer una alternativa de solución, se explicarán los siguientes conceptos.

### **1.9.1 Patrimonio Cultural**

En la convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural realizada en París del 17 de octubre al 21 de noviembre de 1972 la UNESCO llegó a un consenso en el cual considera “patrimonio cultural” a los monumentos, conjuntos y lugares que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia. Entendiéndose a los monumentos como a las obras arquitectónicas, de esculturas o de pinturas monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos; a los conjuntos como a los grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura se integra al paisaje; y a los lugares como a las obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza incluidos lugares arqueológicos (UNESCO, 1972).

### **1.9.2 Historia Oral**

Es un método auxiliar de la investigación histórica, cuyo objetivo es la creación y el enriquecimiento de fondos testimoniales con información de primera mano que puedan proporcionar testigos presenciales de los diferentes procesos históricos (García & Sepúlveda, 1985). Es por ello, que se podría decir que la recolección de la historia oral es una metodología “participativa” entre el investigador y el interlocutor donde se realiza una reflexión mutua y honesta sobre la experiencia y visión que tienen ambas partes (Mignolo, 2002).

### 1.9.3 Aprendizaje basado en la experiencia

A comparación de los métodos de educación tradicional, en los cuales se da mucho énfasis a la adquisición y manipulación de información, el aprendizaje basado en la experiencia es un enfoque que parte de un conjunto de principios diferentes. Los cuales han sido definidos por Boud, Cohen y Walker (1993) de la siguiente manera:

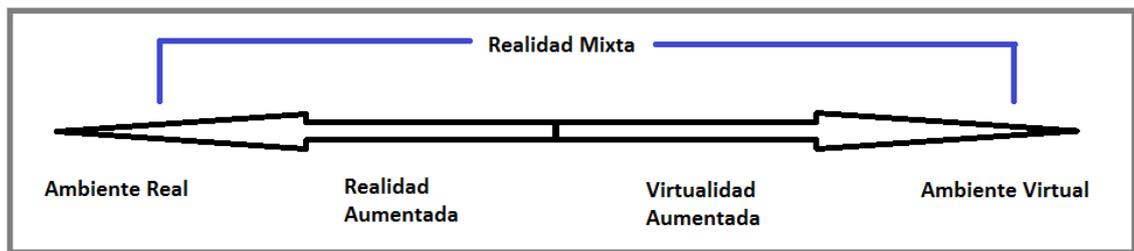
- La experiencia es la base de, y el estímulo para, el aprendizaje.
- Las personas construyen activamente su propia experiencia.
- El aprendizaje es un proceso holístico.
- El aprendizaje se construye social y culturalmente.
- El aprendizaje se ve influido por el contexto socio-emocional en el que se produce.

Así mismo, este enfoque plantea que las ideas y conceptos no son elementos fijos e inmutables del pensamiento, sino que son formados y modificados por la experiencia durante el aprendizaje. Es por ello que, no mide el aprendizaje en términos de resultados, ya que éste es mejor concebido como un proceso holístico que integra la experiencia, la percepción, la cognición y el comportamiento (Kolb, 1984).

### 1.9.4 Realidad Aumentada

La realidad aumentada comprende aquella tecnología capaz de complementar la percepción e interacción del usuario con el mundo físico, brindándole un escenario real, enriquecido con información adicional generada por computadora (Orozco, Esteban, & Trefftz, 2006). De este modo, la realidad física se combina con elementos virtuales, disponiéndose de una realidad mixta en tiempo real (Carracedo & Martínez Méndez, 2012), por lo que la Realidad Aumentada no reemplaza el mundo tangible por uno virtual, sino al contrario, este mundo que percibe el usuario lo complementa con información virtual superpuesta (Basogain & Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, 2010).

Si bien el término “Realidad Mixta” aún no es muy utilizado, si se está empezando a dar mayor énfasis a la “Realidad Aumentada”. En la Figura 2 se puede apreciar los extremos de lo que se conoce como “Continuo de la Virtualidad”, teniendo en el lado izquierdo objetos que existen en el mundo físico y que pueden ser apreciados mediante visores convencionales, mientras que en el derecho se representa un ambiente el cual consiste solamente de objetos virtuales que pueden ser generados mediante simulación gráfica (Milgram & Kishino, 1994).



### Continuo de la Virtualidad

Figura 2. Representación simplificada del "Continuo de la Virtualidad". Adaptado de (Milgram & Kishino, 1994).

Para poder aplicar la realidad aumentada se requieren cuatro componentes fundamentales (Juan Sampedro, 2015):

- Pantalla: Este elemento se encargará de mostrar la mezcla de realidades.
- Cámara: Este elemento captura las imágenes del mundo físico y las transmite al software para su procesamiento.
- Software: Se refiere al programa informático que procesa la información del mundo real y lo mezcla con elementos virtuales.
- Activador: Este es el elemento que activa la realidad aumentada y según el tipo al que pertenezca pueden ser marcadores, reconocimiento de patrones o GPS.

En la Figura 3 podemos apreciar la aplicación Wikitude utilizando los cuatro componentes de la realidad aumentada.



Figura 3. Aplicación Wikitude (Juan Sampedro, 2015).

### 1.9.5 Geolocalización

Se refiere a la localización automática de un dispositivo en el planeta gracias a un sistema de coordenadas determinadas, las cuales se consiguen por conexión a internet o con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) (Recalde Velasco, 2014). Este último, es un receptor especial de radio que mide la

distancia desde una ubicación hacia satélites especiales que orbitan la tierra, con el fin de determinar la posición del usuario (Orozco Orozco, 2015). El GPS se encuentra, actualmente, en todos los dispositivos móviles, lo cual posibilita la interacción entre el usuario y su ubicación geográfica (Fombona, 2013).

La importancia del uso de la geolocalización en este trabajo radica no sólo en que se complementa con la Realidad Aumentada, sino también, debido a que trae de forma implícita el concepto de aprendizaje basado en la experiencia (EBL por sus siglas en inglés). Es por esto que, el usuario de la aplicación al obtener información sobre el lugar donde se encuentra y los objetos que lo rodean podrá reflexionar, evaluar y comparar la información proporcionada con lo que tiene alrededor suyo con la finalidad de construir conocimiento propio en un ámbito centrado en la persona (Andresen, Boud, & Cohen, 2000).

#### **1.9.6 Aplicación Nativa**

Este concepto se refiere a las aplicaciones que son desarrolladas especialmente para un sistema operativo móvil específico tales como Android, iOS o Windows Phone. Una de las características principales de las aplicaciones nativas es que estas tienen acceso al hardware del dispositivo móvil además de tener a disposición toda la interfaz de usuario y la interacción disponible en el respectivo entorno operativo (Jobe, 2013). Sin embargo, la desventaja más resaltante es que el proceso de desarrollo debe usar diferentes ambientes y tecnologías por cada sistema operativo, lo cual incrementa la cantidad de tiempo y recursos requeridos (Xanthopoulos & Xinogalos, 2013).

#### **1.10 Estado del Arte**

El objetivo de esta revisión del estado del arte es la de dar a conocer los proyectos que han enfocado el uso de las tecnologías de la información y comunicación para promover la difusión de contenido relacionado al patrimonio cultural usando técnicas de geolocalización y realidad aumentada. Así mismo, se hará un recuento de los enfoques que se le ha dado al uso de la realidad aumentada, las herramientas más usadas y las limitaciones de su implementación en dispositivos móviles.

El método que se empleará para realizar la revisión del estado del arte es la revisión sistemática ya que esta nos permite identificar, evaluar e interpretar toda la información disponible que sea relevante para el área de estudio (Kitchenham, 2007).

### 1.10.1 Protocolo de Revisión

En la primera fase de esta revisión debemos definir un protocolo de revisión con el cual se va a realizar la búsqueda de información relacionada al tema de investigación. El protocolo de revisión se detalla en el Anexo A.

### 1.10.2 Ejecución

La búsqueda se realizó en cuatro iteraciones ejecutadas entre el 15 y 31 de Marzo de 2016. La ejecución de la revisión del estado del arte se detalla en el Anexo B.

### 1.10.3 Reporte de Resultados

Con el material recolectado, se dará respuesta a las preguntas planteadas.

#### ¿Cómo se han encargado de difundir el contenido histórico y cultural las aplicaciones móviles existentes?

El recuento de las aplicaciones móviles encontradas se detalla en el Anexo C.

- **Tabla Comparativa**

En este punto se ve necesario poder comparar todas las aplicaciones encontradas con el fin de tener un claro panorama de sus características. Estas se mencionan en la Tabla 5.

Tabla 5. Tabla comparativa de aplicaciones móviles encontradas.

ID	Aplicación	Sistema Operativo	Realidad Aumentada	Geolocalización	Marcador
S01	ArcheoApp	iOS	NO	SI	Código QR
S02	The Historical Tour Guide	iOS	SI	SI	NO
S03	The Betrothed	iOS	SI	SI	NO
S04	Conoce Tulcán	Android	SI	SI	NO
S05	Aplicación de Gandía	Android	NO	SI	NO
S06	Bjørnsundsappen	Android	NO	SI	NO
S07	Gametourapp	Multi-plataforma	NO	SI	NO
S08	Cantón Rumiñahui	Android	NO	SI	NO
S09	Turimóvil Semántico	Android	SI	SI	NO
S10	LSC	Android	NO	SI	NO

Con los resultados encontrados, podemos decir que todas las aplicaciones encontradas hacen uso de la geolocalización provista por el GPS para poder difundir eficientemente el contenido cultural relacionado a cierta ubicación, lo cual nos indica que su implementación para el presente trabajo será indispensable. Pero no se puede decir lo mismo con la Realidad Aumentada ya que solo 4 de las 10 aplicaciones encontradas lo usan, en este sentido podemos decir que el uso de la Realidad Aumentada en dispositivos móviles es relativamente nuevo y por lo tanto se debe indagar más sobre su uso.

### **¿Cómo se ha enfocado el uso de la realidad aumentada en dispositivos móviles?**

El uso de la realidad aumentada en dispositivos móviles ha permitido que el usuario no esté limitado a un lugar en específico, es decir, ya no es necesario estar frente al monitor de una computadora de escritorio ni usando aparatos que solo funcionan en un solo sitio. El hecho de hacer uso de dispositivos móviles agrega nuevos elementos, tales como la movilidad del usuario, el incremento de lugares en donde pueda darse el aumento de realidad y la mayor disponibilidad en el uso de los recursos (FitzGerald et al., 2013).

Es por eso que teniendo en cuenta el aspecto móvil que se adicionó a este tipo de tecnología, el uso de la realidad aumentada se han enfocado, básicamente, en tres tipos: basados en sensores, basados en imágenes e híbridos (Kaur & Mantri, 2015).

- **Realidad aumentada basada en sensores**

Para poder rastrear la posición y orientación de la cámara del dispositivo se usan diferentes sensores que son inherentes a este, los cuales permiten obtener una referencia exacta de dónde debería posicionarse el objeto virtual en la pantalla de la cámara. Existen diferentes tipos de sensores tales como ópticos, magnéticos, acústicos e inerciales (Kaur & Mantri, 2015).

Dentro de este primer enfoque se menciona el uso del GPS y la brújula (Kaur & Mantri, 2015), lo cual nos lleva a la capacidad de implementar la geolocalización, el cual trabaja bajo el principio de definir puntos de interés en un mapa para luego agregar información virtual relacionada a ellos, de tal manera que los usuarios exploren los puntos de interés y accedan a su contenido. El uso de estas capas de servicios Web que ofrecen contenido georreferenciado se ha vuelto muy popular debido al apogeo de las redes sociales (Munnerley et al., 2012).

Las aplicaciones basadas en este enfoque identifican los puntos que nos rodean y mediante la obtención de la posición geográfica, la orientación e inclinación del dispositivo se puede obtener el lugar hacia el cual se está apuntando para poder añadir etiquetas, anotaciones, imágenes o modelos tridimensionales sobre el lugar que aparece en la pantalla (Juan Sampedro, 2015), tal como se puede apreciar en la Figura 4.



Figura 4. Información virtual superpuesta a la realidad mostrada por la pantalla identificada mediante geolocalización (Juan Sampedro, 2015).

- **Realidad aumentada basada en imágenes**

Este enfoque está basado principalmente en el procesamiento de imágenes y está dividido en dos técnicas (Kaur & Mantri, 2015):

- Uso de marcadores: en el cual se tienen marcadores visuales, tales como códigos QR o etiquetas.
- Imágenes del ambiente real: en el cual se reconocen características de objetos reales tales como puntos, bordes, texturas o líneas.

La primera de las técnicas es de uso muy común ya que funciona mediante la detección de “marcadores” situados en objetos particulares. En este caso se usa la cámara para escanear el marcador y luego dejar que la funcionalidad de realidad aumentada proporcione el contenido correspondiente. El marcador indicará la posición, orientación e inclinación de la imagen virtual superpuesta (Juan Sampedro, 2015), tal como se puede apreciar en la Figura 5.



Figura 5. Ejemplo de marcador QR sobre un libro interactivo (Juan Sampedro, 2015).

- **Enfoque híbrido**

En algunas ocasiones, el uso de cada uno de los enfoques antes mencionados por separado no basta para implementar una solución robusta, es por ello que se utilizan enfoques híbridos en los cuales el procesamiento de imágenes es complementado con el uso de sensores. Esto presenta una gran ventaja en la aplicación de realidad aumentada en espacios abiertos ya que nos permite rastrear objetos de una forma más eficiente (Kaur & Mantri, 2015). En la Figura 6 se muestra un típico sistema de rastreo híbrido para la detección de objetos en tiempo real.

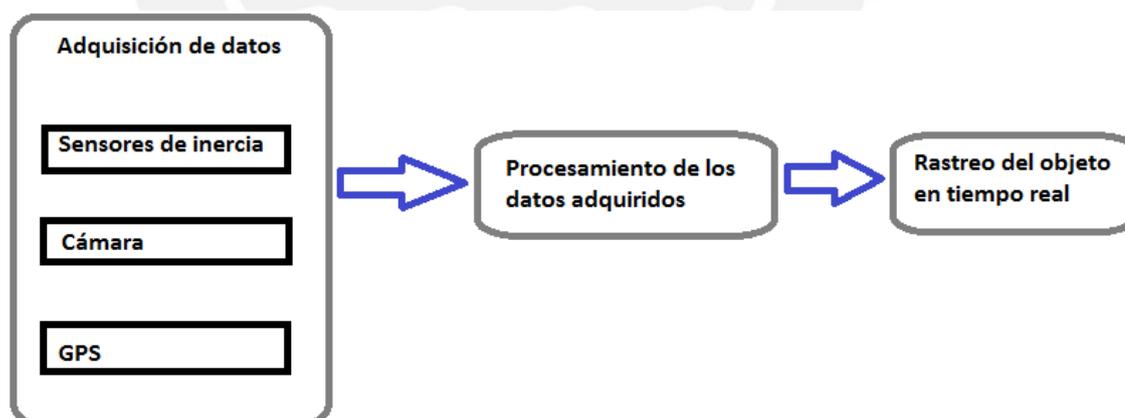


Figura 6. Enfoque híbrido. Imagen adaptada de (Kaur & Mantri, 2015).

### ¿Cuáles son las principales limitaciones del uso de la realidad aumentada en dispositivos móviles?

Una de las principales limitaciones a las que se enfrenta los dispositivos móviles que implementan realidad aumentada, especialmente los de índole comercial, es la precisión. Debido a que se basan principalmente en el uso de sensores; tales como el GPS, acelerómetro, giroscopio, entre otros (García Manuel, 2016); los cuales

pueden presentar márgenes de error de hasta 50 metros dependiendo de las condiciones en las que se usa el dispositivo (Sanchez Torreblanca, 2012).

Así mismo, el uso del GPS, si bien no requiere de una conexión a internet, necesita estar dentro del campo de cobertura de los satélites geoestacionarios, es por ello que se presentan limitaciones en su uso cuando el dispositivo se encuentra en espacios cerrados o que presenten interferencias, pero esta limitación puede superarse usando la técnica de “localización por coordenadas IP de conexión a internet” o por las distancias a los emisores WIFI (Cadavieco & Vázquez-Cano, 2015).

Por otro lado, en el caso del uso de este tipo de aplicaciones en lugares abiertos, una de las limitantes principales será la conexión a internet ya que mucho del contenido es brindado por un servidor Web. Es por ello que se tendrá que pensar en un funcionamiento *off-line* y *on-line* que permita limitar ciertas funcionalidades para cada caso (Resch, Wichmann, & Goell, 2015).

Finalmente, hablando de experiencia de usuario, la interacción que éste puede realizar con los objetos virtuales y físicos se da básicamente mediante el uso de los dedos en la pantalla táctil. Esto sumado a las dimensiones de una pantalla de un teléfono móvil, restringe el diseño de los objetos y datos que se muestran (Resch et al., 2015) ya que deben poder interactuar correctamente con los dedos del usuario de tal manera que no sean tan pequeños como para ser tapados ni tan grandes como para ocupar gran parte de la pantalla (Nivedha & Hemalatha, 2015).

### **¿Cuáles son las herramientas más usadas para la implementación de realidad aumentada en dispositivos móviles?**

Las herramientas encontradas se mencionan a continuación.

- **Layar<sup>7</sup>**

Es una plataforma de reconocimiento de imágenes muy usada en el dominio del marketing y nos provee de distintos productos como el Layar App, el cual consiste en una serie de capas que contienen información estática sobre todo tipo de lugares e incluso dispone de conexión con redes sociales; el Layar Connect API, el cual está orientado a empresas y permite la creación y lectura de capas sin tener que hacerlo desde su web; y finalmente el Layar SDK, el cual es una biblioteca estática que permite implementar realidad aumentada por geolocalización y

---

<sup>7</sup> <https://www.layar.com>

reconocimiento de objetos. Actualmente disponible para iPhone y Android. Aunque no es gratuito, existe una versión de prueba (Juan Sampedro, 2015).

- **Wikitude<sup>8</sup>**

Similar a Layar, Wikitude dispone tanto de herramientas como librerías tales como Wikitude App, el cual es una aplicación gratuita que muestra lo que nos rodea gracias a que maneja una gran cantidad de puntos de interés; y Wikitude SDK y API para Phonegap, el cual es un kit de desarrollo de realidad aumentada el cual no solo permite la localización basada en realidad aumentada, sino también permite el reconocimiento de imágenes, representación de modelos 3D y superposición de video (Juan Sampedro, 2015).

- **Vuforia<sup>9</sup>**

Nos provee de una plataforma para poder crear aplicaciones móviles que implementen realidad aumentada utilizando tecnología de visión por computador para reconocer imágenes y objetos 3D en tiempo real y permitimos posicionar y orientar objetos virtuales en el mundo real visto desde la cámara de algún dispositivo móvil. El SDK de Vuforia se integra con Unity3D y Eclipse y es compatible con el desarrollo nativo para iOS y Android (Juan Sampedro, 2015).

- **DroidAR<sup>10</sup>**

Esta es una plataforma de desarrollo de realidad aumentada orientada al sistema operativo Android, que soporta sistemas basados en geolocalización y marcadores. Presenta licencia comercial o GNU para uso no comercial (De la Hoz Manotas, Sepulveda Ojeda, & Sarmiento Polo, 2015). Esta plataforma fue creada en el 2010 y a partir de esa fecha ha ido mejorando continuamente gracias a la retroalimentación de los desarrolladores que lo usan, hasta llegar a ser uno de los SDK de código abierto más usado para Android en lo que respecta a realidad aumentada (bitstars, 2015).

- **ARToolkit<sup>11</sup>**

Es una librería de código abierto escrita en C/C++ que salió al mercado en el 2001 por ARToolworks. Permite el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada

---

<sup>8</sup> <http://www.wikitude.com>

<sup>9</sup> <https://www.vuforia.com>

<sup>10</sup> <http://bitstars.com/other-projects/droidar-ar-framework>

<sup>11</sup> <http://artoolkit.org>

basada en marcadores disponible para iOS, Android, Linux, Windows y Max OS X (Flores, Azar, Herrera Cognition, & Paz, 2015).

#### **1.10.4 Conclusiones**

Con respecto a la primera pregunta, se concluye que a nivel nacional no existen iniciativas que exploten al máximo las ventajas que nos ofrecen las tecnologías móviles para hacer más accesible el contenido histórico y cultural a los ciudadanos. Por otro lado, si bien existen diversas propuestas y aplicaciones a nivel internacional, en su mayoría estos no aprovechan la retroalimentación que puedan ofrecer sus usuarios finales a la riqueza del contenido que muestran. Muy por el contrario, solo manejan contenido estático con lo cual, al transcurrir el tiempo, los usuarios van perdiendo la motivación hacia el uso de estas aplicaciones. También cabe mencionar que varias de las aplicaciones encontradas están orientadas al ámbito turístico, lo cual no necesariamente crea un sentido de identidad ya que el turista es un visitante que no convive con este patrimonio y por lo tanto no tiene esa necesidad latente de conservarlo.

Con respecto a la segunda pregunta, se concluye que es más fácil y menos costoso implementar realidad aumentada basada en geolocalización. Esto gracias a la facilidad que nos ofrecen los modernos dispositivos móviles para obtener la posición del usuario, de esta forma no se necesitará realizar diligencias para poder intervenir los puntos de interés con el fin de posicionar un código de barras o QR en dicho sitio. En otras palabras, debido a que muchos de los puntos de interés que involucrará este trabajo serán patrimonios materiales e inmateriales, es más accesible trabajarlos mediante su ubicación en un mapa que tramitando permisos para poder pegar *stickers* con códigos o marcadores en ellos.

Con respecto a la tercera pregunta, si bien el presente trabajo hará uso en conjunto de la geolocalización con la realidad aumentada, lo cual significa que se adoptarán las limitaciones que pueda tener el uso del GPS, la mayoría de los escenarios físicos en los cuales se empleará la aplicación pertenecen al ámbito público. En otras palabras, la aplicación está diseñada para trabajar en espacios abiertos como calles, plazas, parques, entre otros; lo cual nos asegura el mejor escenario para el funcionamiento del GPS. Pero por otro lado, se tendrá que implementar la aplicación pensando en tener dos funcionalidades: *off-line* y *on-line* ya que se espera que no exista conexión a internet en estos espacios abiertos.

Con respecto a la cuarta pregunta, se ha podido recolectar una buena cantidad de posibles herramientas para la implementación de la realidad aumentada lo cual será de utilidad en la fase de desarrollo.

En este punto nos damos cuenta de los beneficios que trae consigo el uso en conjunto de las tecnologías móviles con la geolocalización y realidad aumentada en el plano nacional para promover una mayor accesibilidad al contenido histórico y cultural con el objetivo de sensibilizar a los ciudadanos sobre la riqueza que los rodea y la importancia de su preservación, y a su vez, proveer de una plataforma por la cual estos usuarios puedan participar contribuyendo con conocimiento propio que ayude a rescatar historias relevantes que de otro modo se hubieran perdido en el tiempo.



## Capítulo 2. Sistema Web de Gestión de Contenido del Patrimonio Cultural

### 2.1 Adaptación a la regulación legal

#### 2.1.1 Lista de requisitos

Tomando como referencia el Marco Legal de este documento, el cual desarrolla el artículo 28 de la Ley de protección de datos personales, se han identificado los requisitos mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6. Requisitos según la Ley de protección de datos personales.

No.	Requisito
1	La aplicación móvil deberá de tener una sección dedicada a explicar, a los usuarios, los <b><u>Términos y condiciones</u></b> de su uso. La cual estará disponible para su consulta en cualquier momento y sin necesidad de estar registrado.
2	La aplicación móvil deberá de tener una sección dedicada a explicar, a los usuarios, las <b><u>Políticas de privacidad</u></b> que serán usadas para el procesamiento de sus datos personales. La cual estará disponible para su consulta en cualquier momento y sin necesidad de estar registrado.
3	La pantalla de registro e inicio de sesión de la aplicación móvil deberá proveer <b><u>enlaces que faciliten el acceso</u></b> a los Términos y condiciones y a las Políticas de privacidad.
4	La <b><u>transferencia</u></b> de información entre el sistema Web y la aplicación móvil deberá estar <b><u>encriptada</u></b> .
5	El sistema Web <b><u>no permitirá</u></b> realizar <b><u>consultas ni modificaciones sobre los registros pertenecientes a los usuarios</u></b> de la aplicación móvil.
6	El sistema Web no podrá <b><u>usar los datos personales</u></b> de los usuarios de la aplicación, a menos que sean <b><u>con fines estadísticos</u></b> .
7	La aplicación móvil deberá proveer a los usuarios la capacidad de <b><u>modificar sus datos personales</u></b> .
8	El sistema Web usará el algoritmo de <b><u>encriptación</u></b> provisto por el <i>framework</i> para el <b><u>almacenamiento de contraseñas</u></b> .

Tomando como referencia el Marco Legal de este documento, el cual desarrolla los artículos 23, 44 y 96 de la Ley de derechos de autor, se han identificado los requisitos mostrados en la Tabla 7, los cuales serán aplicados exclusivamente sobre aquel contenido que sea categorizado como “obra” según dicha legislación.

Tabla 7. Requisitos según la Ley de derechos de autor.

No.	Requisito
1	La aplicación móvil deberá permitir a los usuarios indicar si el <b><u>contenido</u></b> que registran será de manera <b><u>anónima</u></b> o no.
2	La aplicación móvil <b><u>ocultará los datos del autor</u></b> de una obra en caso ésta sea anónima.
3	La aplicación móvil <b><u>mostrará al autor de una obra</u></b> en caso ésta no sea anónima.

No.	Requisito
4	La aplicación móvil deberá proveer a los usuarios la capacidad de <b><u>dar de baja</u></b> sus obras.
5	El sistema Web tendrá la capacidad de <b><u>modificar la obra</u></b> de un autor.
6	La aplicación móvil deberá proveer a los usuarios la capacidad de <b><u>consultar sus obras</u></b> .

### 2.1.2 Términos y condiciones

Los términos y condiciones se desarrollan en el Anexo D.

### 2.1.3 Políticas de privacidad

Las políticas de privacidad se desarrollan en el Anexo E.

## 2.2 Arquitectura

La arquitectura propuesta tanto para el sistema Web como para la aplicación móvil será el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC). Como podemos ver en la Figura 7, las peticiones HTTP que lleguen por parte del explorador que estén usando los usuarios serán procesadas por el controlador de rutas, el cual ejecutará el controlador correspondiente según la ruta solicitada. El controlador tendrá la lógica del sistema, consultado y guardando datos mediante los modelos necesarios para luego invocar una vista en HTML, la cual será retornada hacia el usuario mediante el explorador Web.

Con respecto a la aplicación móvil, la lógica será manejada mediante las actividades. Estas actividades tendrán la capacidad de comunicarse con el servidor Web mediante el manejador HTTP, el cual usará los *webservices* implementados en el sistema Web para obtener la información requerida. Finalmente, luego de obtener los datos necesarios mediante el manejador HTTP, la actividad usará vistas en XML para poder mostrar la información.

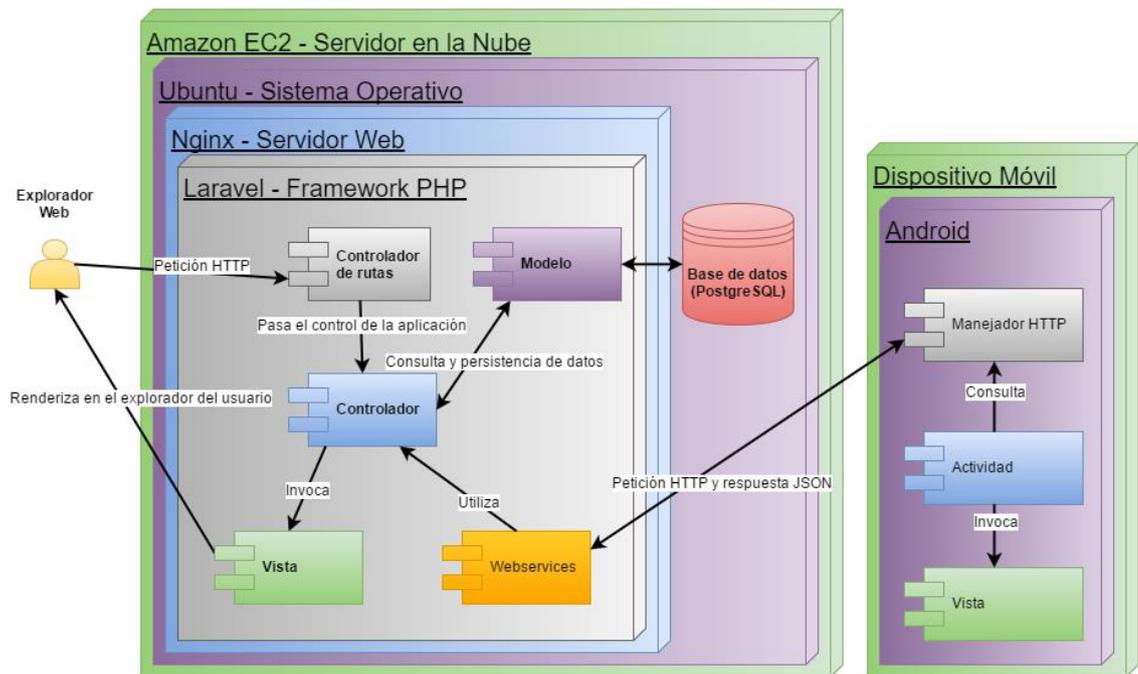


Figura 7. Arquitectura de la solución. Imagen adaptada de (Samaniego Larrea, 2015).

## 2.3 Iteraciones

Para poder desarrollar las iteraciones se han identificado los requisitos que deberá cumplir el sistema Web, estos se muestran en la Tabla 8. Estos requisitos serán catalogados según su tipo: funcional (F) o no funcional (NF).

Tabla 8. Requisitos del sistema Web.

No.	Requisito	Tipo
1	El sistema Web deberá permitir ingresar al usuario registrado a través de su número de documento y una contraseña.	F
2	El sistema Web deberá brindar la posibilidad de recuperar la contraseña de los usuarios, mediante la cual se le enviará un correo al usuario para que reestablezca su contraseña.	F
3	El sistema Web deberá permitir, al usuario, ver su información almacenada, así como cambiar los siguientes campos: nombres, apellidos, teléfono, celular y contraseña.	F
4	El sistema Web deberá mantener una sola sesión por usuario, sin importar el dispositivo o explorador Web desde donde ingrese.	NF
5	El sistema Web deberá tener pre-cargado los permisos asociados a cada funcionalidad presente en el sistema.	NF
6	El sistema Web deberá permitir registrar, modificar y eliminar roles de usuario. Los datos del rol son: Nombre del rol.	F
7	El sistema Web deberá permitir asignar y reasignar permisos a los roles, dependiendo del nivel de acceso al sistema que se le quiera dar.	F
8	El sistema Web deberá permitir filtrar roles. Los criterios de búsqueda son: Nombre del rol, Estado del rol y Fecha de creación.	F
9	El sistema Web contará con roles por defecto y no modificables, los cuales son: Super administrador, Administrador, Gestor general de contenido y Colaborador de contenido.	NF
10	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos	F

No.	Requisito	Tipo
	correspondientes; registrar, modificar, inhabilitar y habilitar usuarios. Los datos de un usuario son: Documento de identidad, Tipo de documento de identidad, Nombres, Apellidos, E-mail, Teléfono, Celular.	
11	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes, asignar y reasignar un rol a los usuarios.	F
12	El sistema Web deberá permitir filtrar usuarios. Los criterios de búsqueda son: Documento de identidad, E-mail, Nombres, Apellidos, Rol, Estado del usuario y Fecha de creación.	F
13	El sistema Web contará con usuarios por defecto y no modificables, los cuales son: Superadmin y Admin.	NF
14	El sistema Web permitirá notificar por correo a un usuario cuando su cuenta haya sido creada, usando el e-mail ingresado.	NF
15	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes; registrar, modificar, inhabilitar y habilitar puntos de interés. Los datos de un punto de interés son: Nombre del punto de interés, Departamento, Provincia, Distrito, Dirección, Tipo de punto de interés, Reseña, Foto de referencia, Latitud y Longitud.	F
16	El sistema Web deberá permitir filtrar puntos de interés. Los criterios de búsqueda son: Nombre del punto de interés, Departamento, Provincia, Distrito, Dirección y Estado de evaluación.	F
17	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes, evaluar (aprobar o rechazar) puntos de interés.	F
18	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes; registrar, modificar, inhabilitar y habilitar eventos históricos. Los datos de un evento histórico son: Título, Punto de interés, Día, Mes, Año, Período, Descripción del evento histórico.	F
19	El sistema Web deberá permitir filtrar eventos históricos. Los criterios de búsqueda son: Título del evento histórico, Punto de interés y Estado de evaluación.	F
20	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes, evaluar (aprobar o rechazar) eventos históricos.	F
21	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes; registrar, modificar, inhabilitar y habilitar fotos. Los datos de una foto son: Título, Evento histórico, Foto (imagen).	F
22	El sistema Web deberá permitir filtrar fotos. Los criterios de búsqueda son: Título, Evento histórico y Estado de evaluación.	F
23	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes, evaluar (aprobar o rechazar) fotos.	F
24	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes; registrar, modificar, inhabilitar y habilitar audios. Los datos de una foto son: Título, Evento histórico, Audio.	F
25	El sistema Web deberá permitir filtrar audios. Los criterios de búsqueda son: Título, Evento histórico y Estado de evaluación.	F
26	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes, evaluar (aprobar o rechazar) audios.	F
27	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes; inhabilitar y habilitar ciudadanos (usuarios de la aplicación).	F
28	El sistema Web deberá permitir filtrar ciudadanos. Los criterios de búsqueda son: Nombres, E-mail, Estado del ciudadano, y Fecha de creación.	F
29	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos	F

No.	Requisito	Tipo
	correspondientes; evaluar (aprobar o rechazar) testimonios subidos por los ciudadanos (usuarios de la aplicación).	
30	El sistema Web deberá permitir filtrar testimonios. Los criterios de búsqueda son: Título del testimonio, Punto de interés, Estado de evaluación.	F
31	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes; evaluar (aprobar o rechazar) fotos subidas por los ciudadanos (usuarios de la aplicación).	F
32	El sistema Web deberá permitir filtrar fotos subidas por los ciudadanos. Los criterios de búsqueda son: Título de la foto, Evento histórico, Estado de evaluación.	F
33	El sistema Web deberá permitir, al usuario con los permisos correspondientes; evaluar (aprobar o rechazar) audios subidos por los ciudadanos (usuarios de la aplicación).	F
34	El sistema Web deberá permitir filtrar audios subidos por los ciudadanos. Los criterios de búsqueda son: Título del audio, Evento histórico, Estado de evaluación.	F
35	El sistema deberá registrar las acciones que realizan los usuarios dentro del sistema como logs de auditoría.	F
36	El sistema Web deberá permitir filtrar logs de auditoría. Los criterios de búsqueda son: Mensaje, IP, Usuario, Tipo de log, Fecha de registro.	F

Se debe tomar en cuenta que, tanto la programación como la estructuración de la base de datos se realizaron enteramente en el idioma inglés. Sin embargo, los mensajes que se muestran a los usuarios están en español.

### 2.3.1 Iteración 1

La iteración 1 comprende los requisitos: 1, 2, 3, 4, 35 y 36. La Figura 8 resume la estructura de la base de datos que se usará en la iteración 1; la tabla “users” contendrá toda la información relacionada a los usuarios del sistema; por otro lado, la tabla “audit\_logs” registrará todas las acciones realizadas por los usuarios, las cuales estarán agrupadas por tipo de acción.

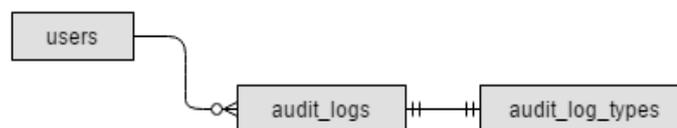


Figura 8. Estructura utilizada en la iteración 1. Imagen de autoría propia.

Las tablas de la base de datos y las pantallas del sistema se detallan en el Anexo F.

### 2.3.2 Iteración 2

La iteración 2 comprende los requisitos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. En la Figura 9 se puede apreciar el uso de “modules”, “views” y “permissions” los cuales representan a los diferentes módulos, vistas y permisos del sistema. Estos pueden

ser asignados a un rol para definir el grado de accesibilidad que tendrá. Finalmente, a cada usuario se le deberá asignar un rol para interactuar con el sistema.

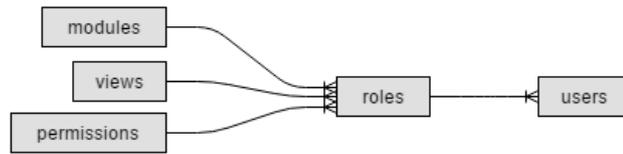


Figura 9. Estructura utilizada en la iteración 2. Imagen de autoría propia.

Las tablas de la base de datos y las pantallas del sistema se detallan en el Anexo G.

### 2.3.3 Iteración 3

La iteración 3 comprende los requisitos 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26. En la Figura 10 se muestra la distribución que tienen los puntos de interés, ya que éstos pueden tener asociados múltiples eventos históricos. Así mismo, dichos eventos pueden estar relacionados a múltiples imágenes y audios. Se decidió utilizar esta estructura para que el sistema tenga la capacidad de soportar cualquier tipo de patrimonio cultural que pueda ser relacionado a un punto geográfico.



Figura 10. Estructura utilizada en la iteración 3. Imagen de autoría propia.

Las tablas de la base de datos y las pantallas del sistema se detallan en el Anexo H.

### 2.3.4 Iteración 4

La iteración 3 comprende los requisitos 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34. En la Figura 11 se puede apreciar el uso de la tabla “citizens” la cual contendrá la información de los usuarios de la aplicación móvil. Estos usuarios tendrán la capacidad de subir imágenes (“pre\_photos”) y audios (“pre\_audios”) relacionados a un evento histórico, con la diferencia de que éstos tendrán que ser evaluados para luego poder formar parte de dicho evento (“photos” y “audios”).

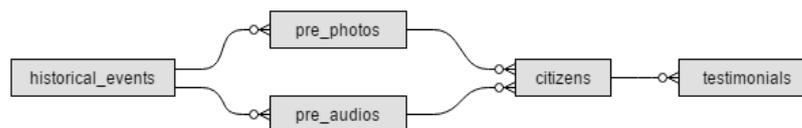


Figura 11. Estructura utilizada en la iteración 4. Imagen de autoría propia.

Las tablas de la base de datos y las pantallas del sistema se detallan en el Anexo I.

## **Capítulo 3. Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para Distribución e Inserción de Contenido (texto y multimedia)**

Este capítulo tiene como objetivo hacer uso de la integración de las herramientas UCD escogidas en conjunto con XP para el diseño de la aplicación móvil, así como el desarrollo de las iteraciones.

### **3.1 Iteraciones**

#### **3.1.1 Aplicación de la integración UCD-XP para el levantamiento de requisitos**

Tomando como base la integración propuesta, se deberán realizar entrevistas con los posibles usuarios finales de la aplicación móvil, con la finalidad de tener una idea general de la funcionalidad que ésta deberá tener. Luego, se identificarán las Personas, los cuales representan los grupos de usuarios que interactuarán con la aplicación. Finalmente, se definirán los Escenarios, los cuales expresarán situaciones imaginarias que ayudarán a diseñar el concepto de la aplicación móvil.

#### **Entrevistas**

El objetivo de estas entrevistas es obtener ideas, por parte de los usuarios finales, para la concepción del diseño de la aplicación. El tipo de entrevista que se usará será la semi-estructurada, ya que se necesita que las preguntas realizadas al entrevistado puedan ser adaptables a las respuestas que éste da.

Debido a que el presente trabajo presenta temas relacionados al patrimonio cultural y realidad aumentada, se ha decidido que los entrevistados tengan un perfil relacionado a los estudios históricos y/o tecnológicos. Así como una persona con un perfil muy diferente a los antes mencionados para que sirva como referencia del ciudadano común.

- **Estructura de la entrevista**

Debido a que se espera que los entrevistados no tengan experiencia en el uso de la realidad aumentada, el propósito de la estructura de la entrevista será la de conocer las expectativas que tienen sobre el uso de realidad aumentada en una aplicación móvil para conocer el patrimonio cultural que los rodea. La estructura de la entrevista es una adaptación de Aguilar y Zapata (2016) y se encuentra en el Anexo J.

- **Resultados de la entrevista**

Las entrevistas se realizaron con normalidad. Si bien las personas entrevistadas estaban muy familiarizadas con el uso de *smartphones* y el concepto de realidad aumentada, no tenían mucha experiencia utilizándola ya que no es una herramienta de uso cotidiano. El único uso que dos entrevistados le habían dado a la realidad aumentada ha sido mediante el juego Pokémon GO. Sin embargo, los entrevistados tienen una idea muy acertada de la forma en la que funcionará la aplicación propuesta en este trabajo.

Con respecto a la aplicación de realidad aumentada para el patrimonio cultural, se enfatizó el hecho de poder obtener información sobre el patrimonio en ruinas, ya que a falta de recursos para su restauración, una representación virtual de éstos puede llegar a ser igual de útil. Así mismo, se resaltó los posibles beneficios pedagógicos de este tipo de aplicación ya que, en la experiencia de uno de los entrevistados como profesor, los alumnos aprenden mejor con gráficos y tecnología que usando un soporte escrito. Y, finalmente, se mencionó la importancia de visibilizar el patrimonio que pasa desapercibido.

En relación a la forma en la que funcionaría la aplicación, los entrevistados tienen claro que será indispensable el uso de la cámara para que se puedan superponer objetos, que representen al patrimonio en el mundo real, con los cuales puedan interactuar para obtener mayor información.

Los entrevistados plantearon como información importante, los siguientes puntos:

- Nombre del patrimonio
- Fechas relevantes relacionadas
- Período al que pertenece
- De ser aplicable, la cultura a la que perteneció
- Sinopsis

Finalmente, los entrevistados consideran que hay mucha información histórica que no está en bibliotecas o archivos del estado, sino que están en archivos personales o familiares. Es por ello que les parece una buena idea ofrecer, a los usuarios de la aplicación, una interfaz sencilla con la que puedan subir dicho contenido sin necesidad de realizar suscripciones previas que hagan engorroso este proceso.

### **Personas y Escenarios**

En esta fase, se plantean los grupos de personas y los escenarios bajo los cuales usarán la aplicación.

En primer lugar, los grupos de personas definidos para este trabajo son los siguientes:

- **Grupo 1:** Persona con formación en historia o humanidades.
- **Grupo 2:** Persona sin ninguna formación en historia o humanidades, que desee conocer, en tiempo real, la información sobre el patrimonio cultural que lo rodea.
- **Grupo 3:** Persona que posee información relevante sobre algún punto histórico y que desee registrarlo en la aplicación.

Los escenarios planteados para este trabajo son los siguientes:

Escenario 1
<p><b>Luis:</b> Historiador que está realizando trabajos sobre la huaca Mateo Salado</p> <p>Luis forma parte de un proyecto de restauración de una de las pirámides de la huaca Mateo Salado. En dicha restauración, Luis encuentra vasijas y ornamentas con un patrón pictórico diferente a las encontradas anteriormente, lo que puede sugerir que dicho lugar pudo haber sido ocupado por una cultura diferente. Es por ello que Luis decide documentar el hallazgo.</p> <p>Luis ingresará a la aplicación y activará el modo de realidad aumentada. Luego dirigirá la cámara de su teléfono móvil hacia la pirámide para que sea reconocida por la aplicación y poder seleccionarla. Una vez seleccionada la pirámide, a Luis le aparecerá toda la información relacionada, así como una opción para poder documentar un evento histórico relacionado a la pirámide. Luis decide documentar su hallazgo para que las personas, que no pertenezcan a dicho proyecto de restauración, puedan tener acceso a dicha información.</p>

Escenario 2
<p><b>Eduardo:</b> Ingeniero informático</p> <p>Eduardo acaba de terminar su jornada laboral y se encuentra de camino a su casa. En el camino encuentra una huaca enrejada ubicada al centro de un parque, Eduardo decide informarse sobre dicho patrimonio, por lo que ingresa a la aplicación y activa la realidad aumentada para que la aplicación pueda reconocer la huaca enrejada. Una vez que la aplicación ha reconocido la huaca, Eduardo la seleccionará para poder obtener información más detallada. Así mismo, Eduardo ingresa a la galería de imágenes y audios relacionados a dicha huaca para poder enriquecer aún más su conocimiento sobre ésta.</p>

Escenario 3
<p><b>María:</b> Profesora de educación inicial</p> <p>Los padres de María son propietarios de una casona, ubicada en el centro de Lima, construida en 1920. Dicha casona fue emblema de su distrito por muchos años, pero actualmente está siendo usada como local para una imprenta. Es por ello que María decide recuperar el valor histórico de dicha casona para que cualquier</p>

persona que utilice la aplicación.

María ingresa a la aplicación, selecciona la configuración de la cuenta para validar si desea colaborar con contenido de forma anónima o no. Luego activa la realidad aumentada para que la aplicación detecte la casona y ella pueda seleccionarla. Una vez seleccionada, María podrá subir información textual, imágenes y audios que haga conocer su valor histórico hacia las demás personas.

### 3.1.2 Requisitos

Para poder crear el prototipo y desarrollar las iteraciones correspondientes a la aplicación móvil, se han identificado los requisitos que se muestran en la Tabla 9. Estos requisitos se han elaborado teniendo en cuenta los resultados de la entrevista, y están catalogados según su tipo: funcional (F) o no funcional (NF).

Tabla 9. Requisitos de la aplicación móvil.

No.	Requisito	Tipo
1	La aplicación móvil permitirá iniciar sesión a los usuarios para que puedan tener acceso a las funcionalidades de la aplicación.	F
2	La aplicación móvil permitirá el registro de nuevos usuarios.	F
3	La aplicación móvil ofrecerá un mecanismo de recuperación de contraseña.	F
4	La aplicación móvil deberá permitir, al usuario, la edición de su información personal almacenada.	F
5	La aplicación móvil deberá permitir, al usuario, escoger la forma en la que realizará aporte de contenido: de forma anónima o no.	F
6	La aplicación móvil deberá poder mostrar, sobre un mapa y mediante iconos, los puntos de interés más cercanos con respecto a la ubicación del usuario.	F
7	La aplicación móvil deberá utilizar realidad aumentada y geolocalización para mostrar, al usuario, los puntos de interés más cercanos mediante la cámara del dispositivo.	F
8	La aplicación móvil deberá actualizar la ubicación de los puntos de interés mostrados, con respecto a la cámara, ante el movimiento del dispositivo.	NF
9	La aplicación móvil no deberá tener más de 10 metros de margen de error al mostrar la ubicación de los puntos.	NF
10	La aplicación móvil deberá utilizar la información almacenada en la base de datos del sistema Web.	NF
11	La aplicación móvil deberá permitir interactuar con los puntos de interés mostrados en la cámara del dispositivo. De tal forma que al seleccionar uno de ellos, se muestre la información relacionada.	F
12	La aplicación móvil deberá permitir mostrar la información relacionada a un punto de interés, así como todos los eventos históricos relacionados a este.	F
13	La aplicación móvil deberá permitir mostrar la información de los eventos históricos, así como las imágenes y audios relacionados a este.	F
14	La aplicación móvil deberá permitir reproducir los audios mostrados para un evento histórico.	F

No.	Requisito	Tipo
15	La aplicación móvil deberá permitir, a los usuarios, almacenar testimonios relacionados a un punto de interés.	F
16	La aplicación móvil deberá permitir, a los usuarios, almacenar imágenes para el evento histórico seleccionado.	F
17	La aplicación móvil deberá permitir, a los usuarios, almacenar audios para el evento histórico seleccionado.	F
18	La aplicación móvil deberá permitir, a los usuarios, listar todos los aportes realizados por ellos.	F

### 3.1.3 Prototipo

Tomando el resultado de las entrevistas, las Personas y Escenarios identificados, se procedió a realizar el prototipo de la aplicación. Para ello se utilizó la herramienta conocida como prototipado en papel el cual, en conjunto con las personas entrevistadas, permitió construir el concepto de la aplicación. El prototipo inicial, el cual se puede ver en la primera sección del Anexo K, fue evaluado por los entrevistados con el fin de adecuarlo a sus expectativas.

Luego de haber evaluado el prototipo en papel con los entrevistados, se obtuvieron comentarios y oportunidades de mejora, los cuales se explican a continuación:

- Implementar una forma de inicio de sesión que evite el llenado de formularios, los cuales pueden sentirse anticuados en aplicaciones móviles. La Figura 12 muestra la integración del inicio de sesión con la red social Facebook, lo cual le dará la posibilidad al usuario de realizar el registro e inicio de sesión con un solo click.



Figura 12. Pantalla de inicio de sesión de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.

- La pantalla inicial, luego del inicio de sesión, deberá contener accesos rápidos a las funcionalidades más relevantes de la aplicación. El menú lateral puede contener funcionalidades no tan relevantes. La Figura 13 muestra la nueva estructura de la pantalla inicial, la cual contendrá acceso al mapa, la realidad aumentada, la edición de la cuenta del usuario y el cierre de sesión.

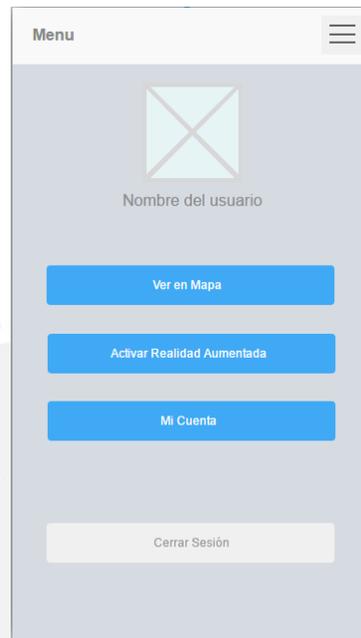


Figura 13. Pantalla principal de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.

- Debe existir una funcionalidad que permita visualizar la cercanía de puntos de interés para poder activar la realidad aumentada. De otro modo, no se sabría cuándo activarla. La Figura 14 muestra la pantalla que indicará, mediante un mapa e iconos distintivos, la ubicación del usuario y los puntos de interés que puede encontrar cerca.



Figura 14. Pantalla del mapa de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.

- La lista de eventos históricos debe estar agrupada según la cronología de la historia del Perú. La Figura 15 muestra que en la sección de los eventos históricos, relacionados al punto de interés seleccionado, se hará una separación respetando la cronología oficial de la historia del Perú.



Figura 15. Pantalla del detalle del punto de interés. Imagen de autoría propia.

El prototipo completo se encuentra en la segunda sección del Anexo K.

### 3.2 Evaluaciones de usuario

Luego de cada iteración se realizarán pruebas de usabilidad que permitan identificar la efectividad, eficiencia y facilidad de uso de la aplicación móvil. Para ello se ha decidido usar el método Pensamiento en voz alta, ya que permitirá obtener información importante que puede haber sido pasado por alto, así como posibles cambios que puedan darse en la aplicación móvil (Weber, 2009).

Los usuarios participantes son los mismos que han formado parte de la fase de diseño.

#### 3.2.1 Aplicación de Pensamiento en voz alta

Para la aplicación de este método es necesario definir las siguientes buenas prácticas:

##### Preparación del ambiente de la prueba

Las evaluaciones se llevaron a cabo dentro del campus de la PUCP, ya que se necesitó que los usuarios participantes se desplacen para hacer uso de la geolocalización. Se les instaló la aplicación móvil en los teléfonos de los usuarios

para que puedan hacer uso de ella, y a los que no presentaban un teléfono móvil Android se les facilitó uno.

Si bien es recomendable grabar en video las reacciones faciales de los usuarios (Weber, 2009), esto no es tan sencillo ya que se espera que éstos estén en movimiento. Sin embargo, sí se llegó a grabar en audio los comentarios que realizaron.

Finalmente, cabe mencionar la importancia de que el moderador de esta prueba evite influenciar a los participantes mediante algún gesto o comentario. Es por ello que el moderador se mantuvo a una distancia prudente de los participantes, pero lo suficientemente cerca como para observar las reacciones que presentaban.

### **Antes de realizar el estudio**

En esta etapa es importante dejar en claro a los participantes el objetivo de la evaluación, por lo que el moderador enfatizará que los participantes hayan entendido su rol en la evaluación y la importancia de expresar sus pensamientos en voz alta (Weber, 2009).

### **Durante el estudio**

En esta etapa se le brindó a cada participante una lista de tareas que deberá realizar con la aplicación móvil. Dicha lista irá aumentando con respecto al avance en las iteraciones, de tal manera que se verifique que las observaciones de las iteraciones pasadas se hayan corregido.

El moderador debe prestar atención a las preguntas que realicen los participantes para responderlas cuidadosamente, de tal manera que incentive al participante a seguir hablando sobre la duda o el problema que haya encontrado (Weber, 2009).

### **Después del estudio**

Al finalizar la prueba, se les preguntó a los participantes si tenían alguna pregunta o comentario final. Luego se realizaron las anotaciones de los problemas que se registraron en las grabaciones para poder solucionarlos en la siguiente iteración.

#### **3.2.2 Iteración 1**

La iteración 1 comprende los requisitos: 1, 2, 3, 4, 5. La Figura 16 muestra el flujo que siguen las pantallas, la aplicación inicialmente muestra la pantalla de inicio de sesión. De no contar con una cuenta, los usuarios pueden registrarse mediante la red social Facebook o hacerlo manualmente en la pantalla de registro. Así mismo, se provee de un mecanismo de recuperación de contraseña.

Por otro lado, las pantallas de la parte inferior de la misma figura solo se mostrarán a los usuarios que han iniciado sesión. La primera pantalla será la de un menú con las funcionalidades más relevantes de la aplicación, dentro de estas, la configuración de su cuenta de usuario.

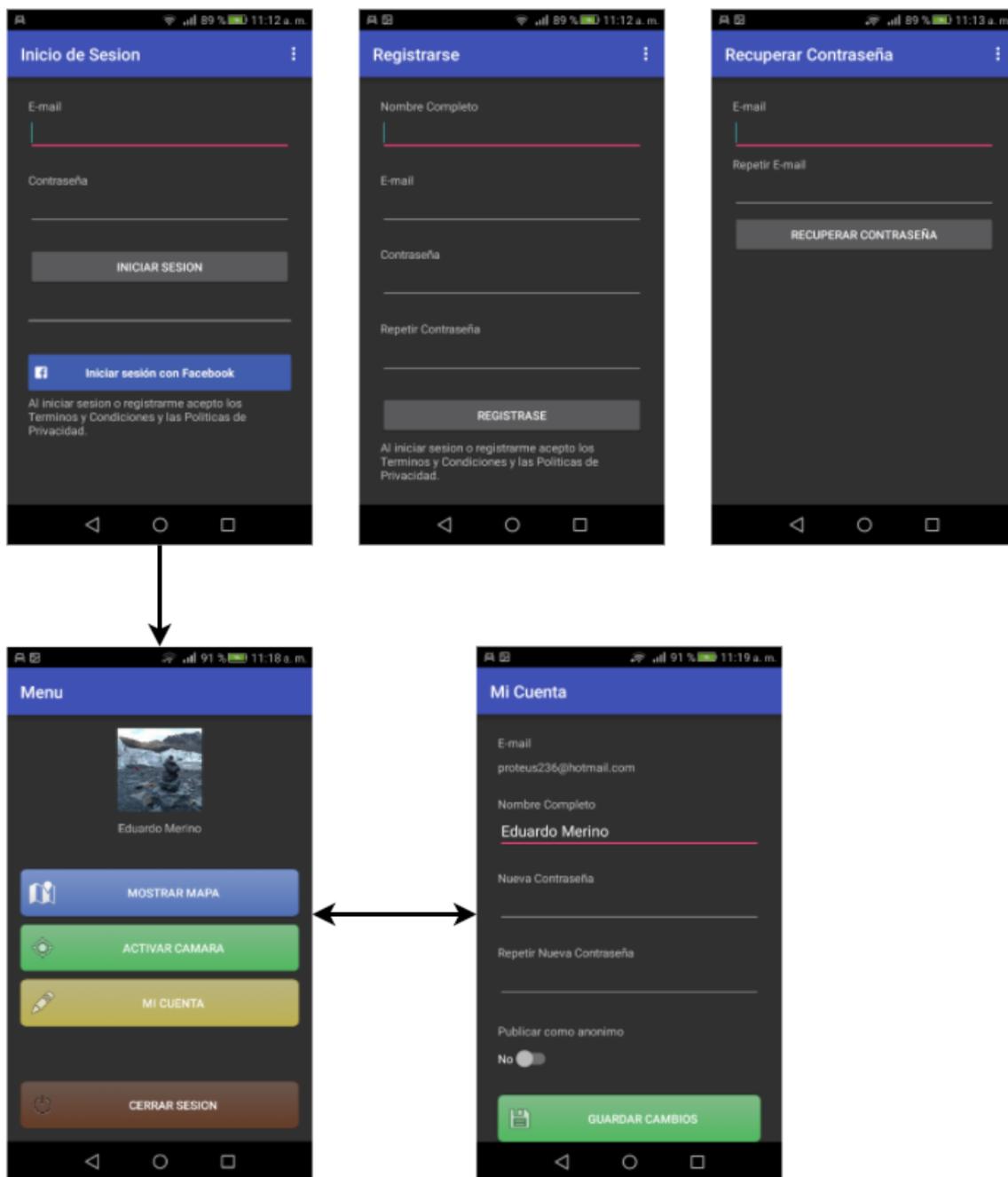


Figura 16. Flujo de las pantallas de la iteración 1 de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.

Las pantallas de la aplicación se detallan en el Anexo L.

Cabe mencionar que las pruebas de usuario de la iteración 1 se realizarán en conjunto con las de la iteración 2 debido a que se desea presentar el flujo básico de la aplicación en conjunto con la realidad aumentada.

### 3.2.3 Iteración 2

La iteración 2 comprende los requisitos: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. La Figura 17 muestra el flujo que siguen las pantallas, se toma como partida el menú de usuarios mediante el cual se puede acceder a la visualización de los puntos de interés cercanos en el mapa o a activar la realidad aumentada. Las 3 imágenes agrupadas en el centro muestran cómo funciona la realidad aumentada, en este caso se superpone un marcador de color rojo en la cámara del celular para indicar la ubicación de un punto de interés. Al seleccionar dicho marcador, se mostrará al usuario información detallada relacionada a dicho punto, tal como se muestra en la imagen del extremo derecho.

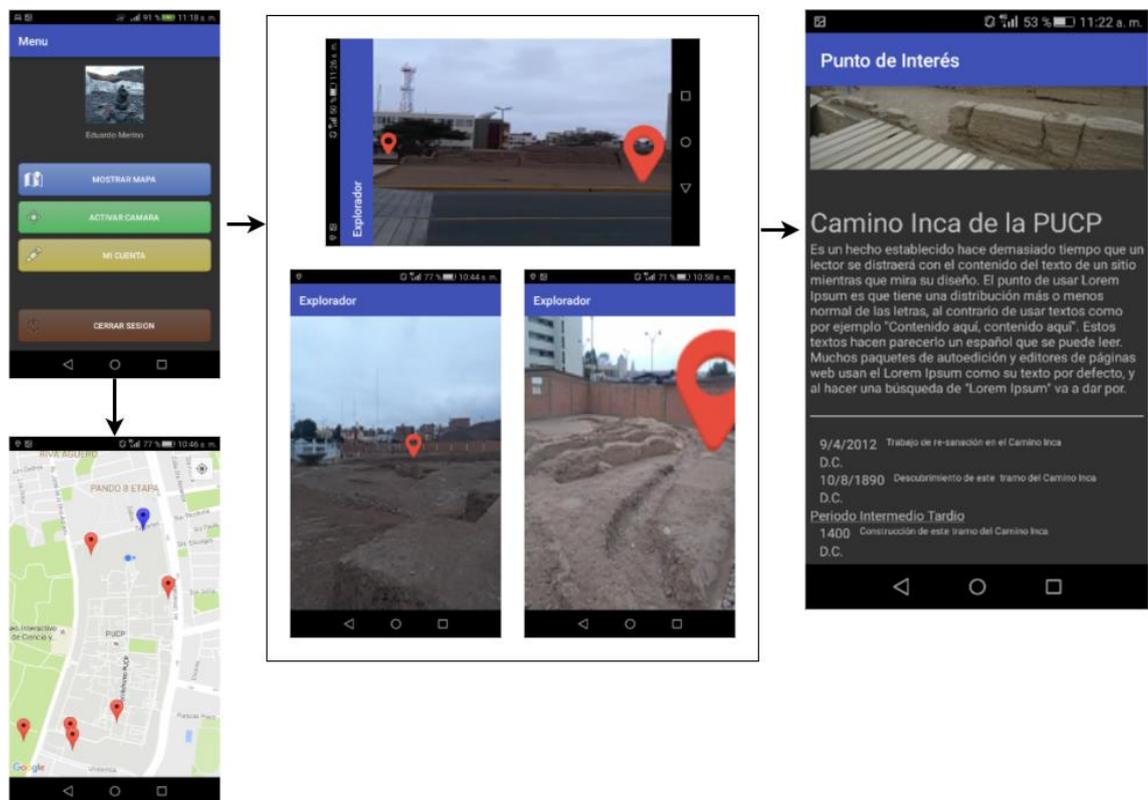


Figura 17. Flujo de las pantallas de la iteración 2 de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.

La Figura 18 muestra la continuación del flujo que siguen las pantallas. En la parte izquierda se muestra la pantalla con la información relacionada al punto de interés seleccionado, teniendo en la parte inferior a todos los eventos históricos. Al seleccionar uno de estos eventos históricos se mostrará una pantalla con múltiples pestañas, tal como se puede apreciar en la parte derecha. Cada una de estas pestañas muestra información relacionada al evento histórico tales como la información general, las fotos y audios relacionados. Así como la funcionalidad de aportar, la cual se implementará en la siguiente iteración.

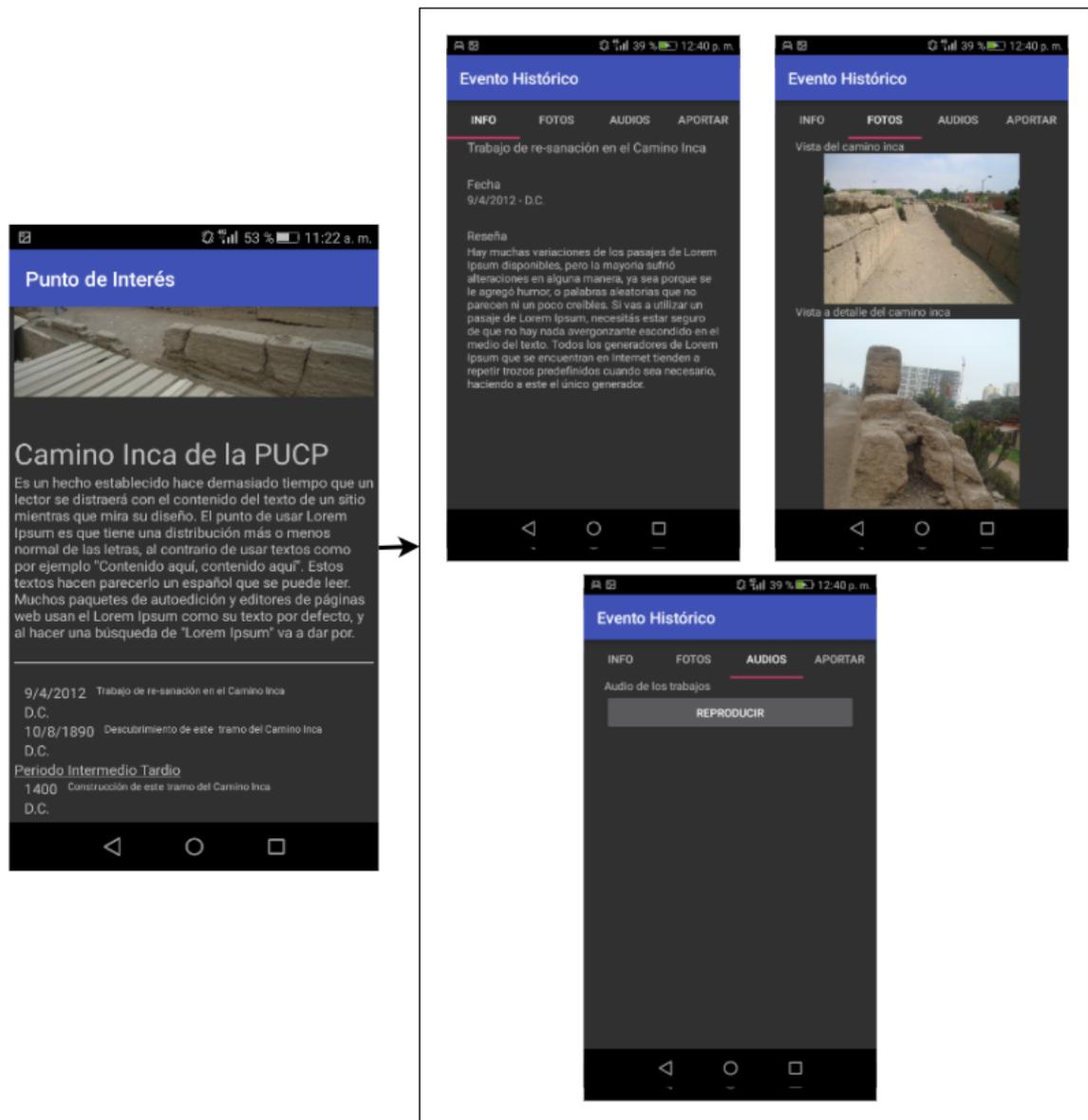


Figura 18. Continuación del flujo de las pantallas de la iteración 2 de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.

Las pantallas de la aplicación se detallan en el Anexo M.

Al finalizar la iteración 2, se llevaron a cabo las pruebas funcionales respectivas, las cuales se explican en el Anexo O.

Luego de seguir el diseño planteado para las pruebas, se resumieron los resultados encontrados. En la Tabla 10 se muestra una lista de características observadas durante las pruebas y el resultado por cada usuario, en donde un *check* (✓) indica que se realizó con éxito y un aspa (✘) indica que existió algún inconveniente.

Tabla 10. Características observadas durante las pruebas de usuario de la iteración 1 y 2.

No.	Característica	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
-----	----------------	-----------	-----------	-----------

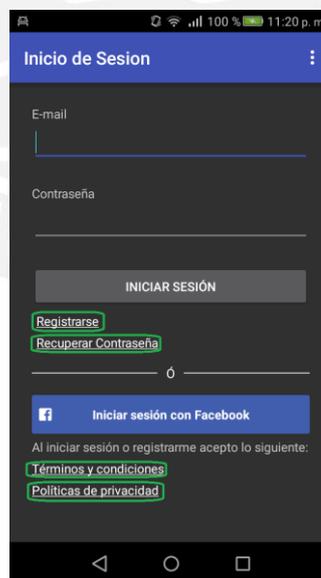
1	Se completaron las actividades solicitadas sin ninguna ayuda.	✓	✗	✓
2	Le fue fácil al usuario identificar el menú con la opción de registrarse.	✗	✗	✗
3	Le fue fácil llenar el formulario de registro.	✓	✗	✓
4	Le fue fácil iniciar sesión.	✓	✓	✓
5	Le fue fácil interactuar con la funcionalidad de ver los puntos de interés en un mapa.	✓	✓	✗
6	Considera fácil de usar la realidad aumentada para ubicar los puntos de interés a su alrededor.	✓	✓	✓
7	No tuvo problemas en interactuar con los puntos mostrados en la cámara para acceder a mayor información.	✗	✓	✗
8	Considera adecuada la división de pantallas que muestran la información relacionada a un punto de interés.	✓	✓	✓
9	Considera que la información mostrada, con respecto a un punto de interés, es suficiente.	✓	✓	✓
10	Considera entendible la interfaz de la aplicación.	✓	✓	✗

- En el **punto 1**, se le tuvo que indicar al **usuario 2** que se podía dar clic en un evento histórico para poder acceder a más información, no le fue intuitivo dicha forma de interacción.
- En el **punto 2**, tanto el **usuario 1** como el **usuario 3** resaltaron la importancia de hacer más accesible la funcionalidad de registro de nuevos usuarios desde la pantalla inicial de la aplicación. Por otro lado, el **usuario 2** no notó dicho menú por lo que procedió a iniciar sesión con su cuenta de Facebook.
- En el **punto 3**, el **usuario 3** sugirió que luego de registrarse exitosamente se inicie sesión automáticamente. Por otro lado, el **usuario 2** no llegó a este punto ya que inicio sesión con su cuenta de Facebook.
- En el **punto 5**, el **usuario 3** pensó que los puntos que se muestran en el mapa permitían acceder a la información relacionada a ellos, lo cual no es así.
- En los **puntos 5 y 6**, si bien al **usuario 3** le fue fácil interactuar con los puntos mostrados mediante el mapa y realidad aumentada, éste sugirió que cada uno de dichos puntos sea representado por un ícono especial dependiendo del tipo de patrimonio que es. Por ejemplo, el ícono de una pequeña pirámide si se trata de una huaca, o un balcón si se trata de una casona.

- En el **punto 7**, si bien al **usuario 1** le fue fácil interactuar con la realidad aumentada, se demoró en buscar la dirección correcta en la que debía enfocar la cámara del teléfono para que se mostraran los puntos de interés. Por otro lado, el **usuario 3** al activar la realidad aumentada a una distancia lejana del punto de interés pudo notar que éste no se mostraba en la pantalla del teléfono, por lo que pensó que no funcionaba bien.
- En el **punto 10**, el **usuario 3** consideró que se debe hacer más accesible ciertas funcionalidades desde la pantalla inicial, ya que no identificó de manera inmediata el menú desplegable de la parte superior. Así mismo, se confundió al usar los botones propios del mapa de Google, lo cual tuvo un efecto desorientador ya que dejó de realizar las actividades propuestas.

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de usuario, se realizaron las modificaciones que se muestran a continuación, las cuales están encerradas en un círculo de color verde.

En la Figura 19 se muestra que se han agregado los textos “Registrarse”, “Recuperar contraseña”, “Términos y condiciones” y “Políticas de privacidad”. Los cuales, al darles clic, iniciarán la funcionalidad que indican. De esta forma todos los accesos se mantendrán en la misma pantalla para facilitar la interacción con el usuario.



*Figura 19. Modificaciones sobre la pantalla de inicio de sesión. Imagen de autoría propia.*

En la Figura 20 se muestra que se ha agregado nueva iconografía para los puntos de interés dependiendo del tipo al que pertenecen (huaca, plaza, casona, edificio, plaza o iglesia). De esta forma, el usuario identificará de manera más rápida lo que está a su alrededor. Así mismo, se agregó el ícono de una persona (que indica la

ubicación del usuario) rodeado de un círculo azul transparente (que indica el radio de alcance de la realidad aumentada). Finalmente, se agregó un botón que activa la realidad aumentada y se suprimieron los botones que vienen por defecto al inicializar el mapa de Google.



Figura 20. Modificaciones sobre la pantalla de visualización de puntos en el mapa. Imagen de autoría propia.

En la Figura 21 se muestra que se ha agregado nueva iconografía a los puntos de interés mostrados mediante realidad aumentada.

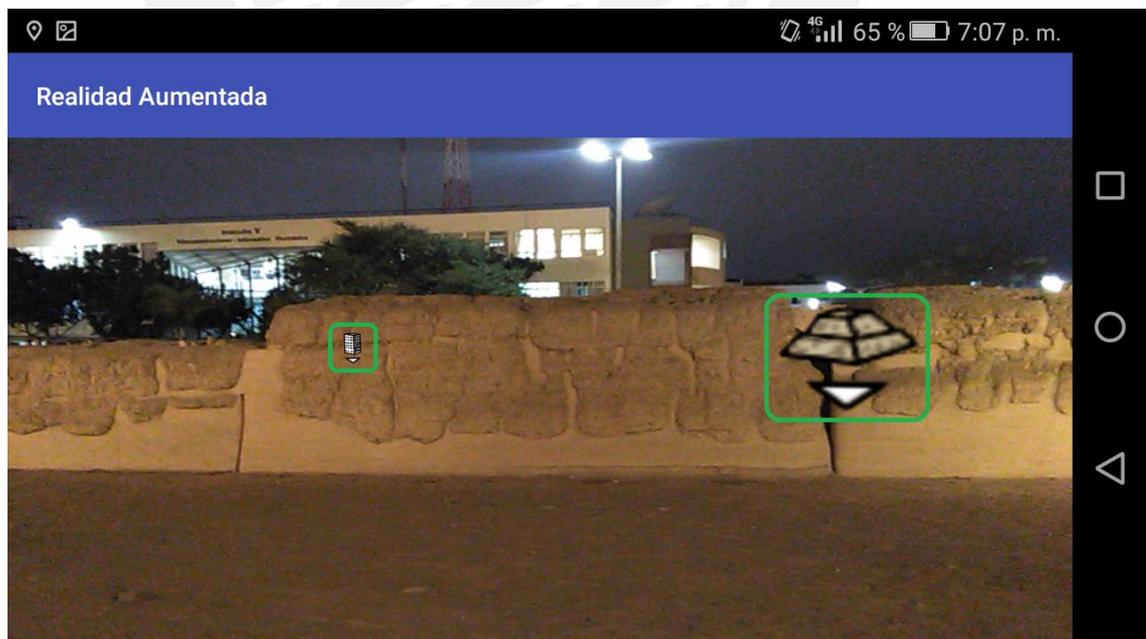


Figura 21. Modificaciones sobre la pantalla de realidad aumentada. Imagen de autoría propia.

La Figura 22 muestra que se justificó el texto descriptivo del punto de interés. Además, se muestra que se ha agregado una línea divisoria entre los distintos eventos históricos, así como una flecha, la cual indica de manera más evidente que existe mayor información a la que se puede acceder si se selecciona dicho evento histórico.

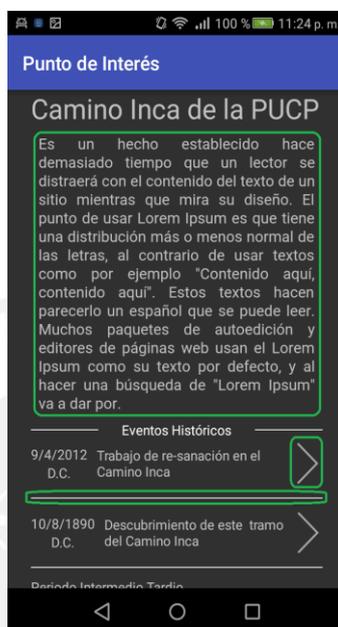


Figura 22. Modificaciones sobre la pantalla de detalle de punto de interés. Imagen de autoría propia.

### 3.2.4 Iteración 3

La iteración 2 comprende los requisitos: 15, 16, 17, 18. La Figura 23 muestra el flujo que siguen las pantallas, desde la visualización del detalle del punto de interés se puede acceder a agregar un nuevo evento histórico relacionado a dicho punto. Así mismo, al acceder al detalle de un evento histórico se podrá aportar con imágenes o audios, tal como se ve en la última pestaña.

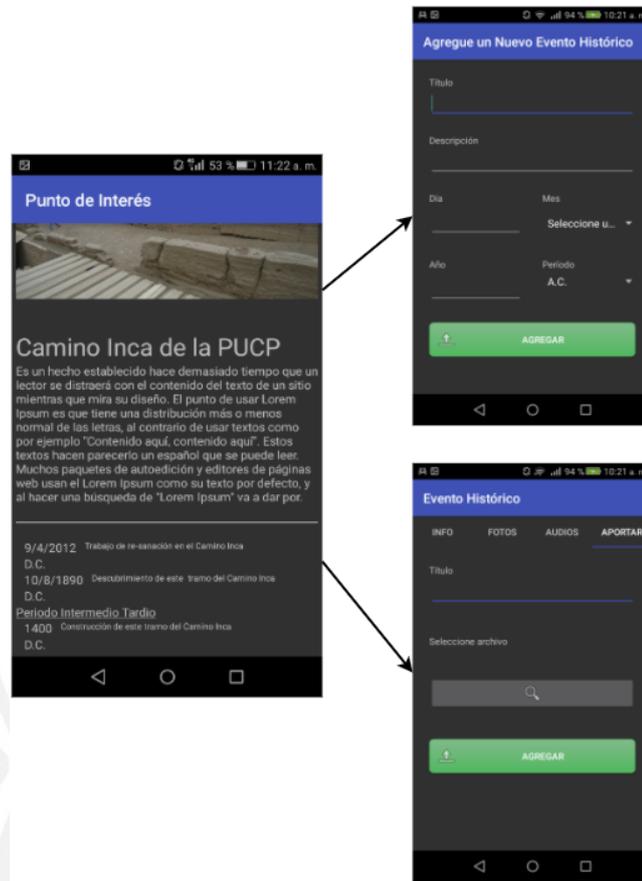


Figura 23. Flujo de las pantallas de la iteración 3 de la aplicación móvil. Imagen de autoría propia.

En la Figura 24, se muestra la pantalla que lista las contribuciones hechas por el usuario, la cual es accesible mediante la pantalla de información de su cuenta.

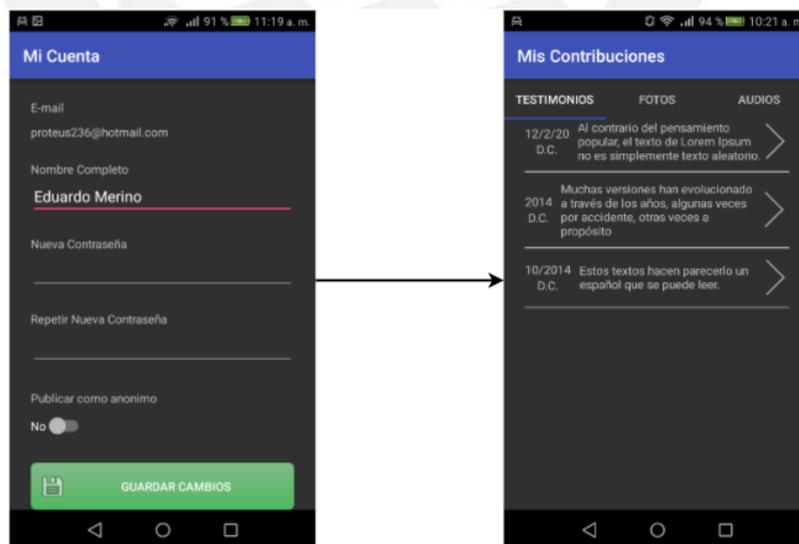


Figura 24. Flujo de visualización de aportes del usuario. Imagen de autoría propia.

Las pantallas de la aplicación se detallan en el Anexo N.

Para la evaluación de esta iteración, se utilizaron las actividades definidas en la evaluación de las iteraciones 1 y 2, así como actividades nuevas. Esto se realizó con la finalidad de asegurar que las observaciones de la prueba anterior hayan sido corregidas. El detalle de las nuevas actividades se encuentra en el Anexo O.

Luego de seguir el diseño planteado para las pruebas, se resumieron los resultados encontrados. En la Tabla 11 se muestra una lista de características observadas durante las pruebas y el resultado por cada usuario, en donde un *check* (✓) indica que se realizó con éxito y un aspa (✗) indica que existió algún inconveniente.

Tabla 11. Características observadas durante las pruebas de usuario de la iteración 3.

No.	Característica	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
1	Se completaron las actividades solicitadas sin ninguna ayuda.	✓	✓	✓
2	Le fue fácil al usuario identificar las opciones de registrarse, recuperar contraseña, términos y condiciones y Políticas de privacidad.	✓	✓	✓
3	Le fue fácil iniciar sesión.	✓	✓	✓
4	Le fue fácil interactuar con la funcionalidad de ver los puntos de interés en un mapa.	✓	✓	✓
5	Le fue fácil identificar el lugar en donde debía activar la realidad aumentada para reconocer los puntos de interés a su alrededor.	✓	✓	✓
6	No tuvo problemas en interactuar con los puntos mostrados en la cámara para acceder a mayor información.	✓	✓	✓
7	Le pareció fácil el llenado del formulario de agregar nuevo evento histórico.	✓	✓	✗
8	La pareció fácil acceder a mayor información relacionada a un evento histórico.	✓	✓	✓
9	Le pareció fácil el llenado del formulario de aportar contenido a un evento histórico.	✗	✓	✗
10	Considera entendible la interfaz de la aplicación.	✓	✓	✓

- Según el resultado de los **puntos 1 al 6**, se puede concluir que se corrigieron las observaciones de la prueba anterior.
- En el **punto 4**, el **usuario 3** se pudo dar cuenta de que el círculo que rodea la imagen que representa la ubicación actual del usuario, indica el radio de alcance de la realidad aumentada.
- En el **punto 6**, el **usuario 3** tuvo que reiniciar varias veces la funcionalidad de realidad aumentada debido a que el giroscopio del dispositivo móvil se había desajustado. Sin embargo esto se solucionó haciendo girar levemente el dispositivo.

- Tanto en el **punto 7** como en el **punto 9**, el **usuario 3** esperaba que luego de registrar la información ingresada en el formulario, éste lo retorne a la pantalla anterior. Debido a que no sucedió lo que el usuario esperaba, pensó que no se había registrado correctamente la información y presionó el botón de Guardar nuevamente. Así mismo, no le fue fácil identificar el mensaje de confirmación ya que éste aparece en la parte más baja de la pantalla. Por otra parte, el **usuario 1** considera que el mensaje de confirmación mostrado debe tener un botón con el cual se debería cerrar, ya que el tiempo en el que se muestra puede ser muy corto.
- En el **punto 7**, el **usuario 2** pensó que luego de registrar el evento histórico, éste pasaría a ser visible en la aplicación inmediatamente. Le tomo tiempo darse cuenta de que todo aporte por parte de los usuarios pasan por revisión antes de ser visibles en la aplicación móvil.
- En el **punto 9**, el **usuario 1** no identificó al instante el tipo de aporte que se podía realizar en el formulario, por lo que sugirió agregar un texto que indique que el usuario puede aportar con imágenes y audios.
- En el **punto 10**, el **usuario 2** tuvo problemas con el teclado del dispositivo móvil ya que éste se cerraba sin motivo alguno. Sin embargo, luego se dio cuenta de que esto sucedía ya que la memoria del dispositivo estaba muy baja, lo que ocasionaba este comportamiento en el teclado.

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de usuario, se realizaron las modificaciones que se muestran a continuación, las cuales están encerradas en un círculo de color verde.

En la Figura 25 se muestra que, luego de realizar un aporte de contenido, se envía al usuario a una pantalla previa con un mensaje que indica al usuario que su aporte pasará por revisión antes de poder verlo en la aplicación. Así mismo, se han centrado todos los mensajes para que se puedan visualizar mejor.

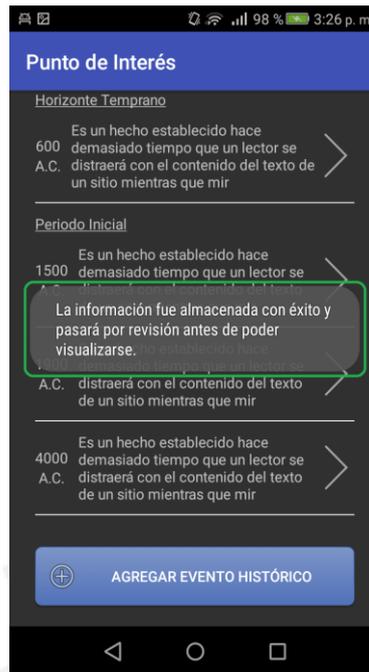


Figura 25. Modificaciones sobre el flujo de aporte de contenido. Imagen de autoría propia.

### 3.3 Integración al gestor Web

La Figura 26 resume gráficamente la integración de la solución planteada. En la parte superior se tienen las funcionalidades principales del gestor Web, mientras que en la parte inferior, las de la aplicación móvil. Ambos se comunican enviando datos en formato JSON mediante un servicio de transferencia de datos RESTful.

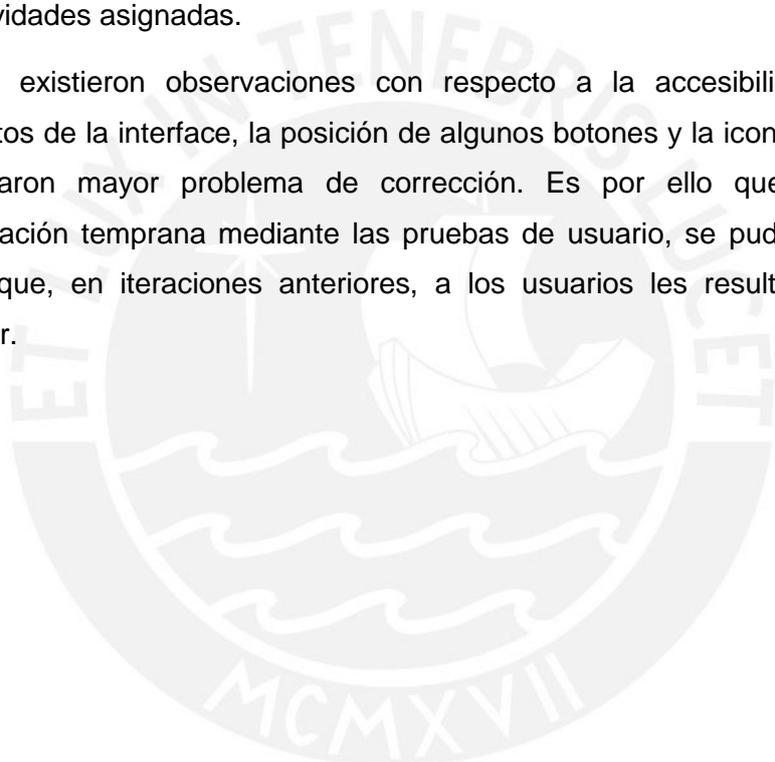


Figura 26. Integración entre la aplicación móvil y el gestor Web. Imagen de autoría propia.

### 3.4 Conclusiones

El uso de la integración entre XP y UCD ayudó no solo a identificar a los usuarios finales de la solución propuesta, sino también a involucrarlos desde la fase de diseño. El prototipado en papel fue una herramienta muy útil ya que permitió construir la estructura de la aplicación teniendo los distintos puntos de vista de cada usuario y sin necesidad de haber empezado el desarrollo, lo cual fue beneficioso ya que no se realizaron cambios importantes o la inserción de nuevas funcionalidades entre las iteraciones. Esto tuvo como consecuencia que los usuarios, al presentarles los avances de la aplicación en cada iteración, estuvieran familiarizados con la mayor parte de la interfaz mostrada y les permitiera terminar las actividades asignadas.

Si bien existieron observaciones con respecto a la accesibilidad de algunos elementos de la interface, la posición de algunos botones y la iconografía, éstos no presentaron mayor problema de corrección. Es por ello que, gracias a su identificación temprana mediante las pruebas de usuario, se pudieron facilitar las tareas que, en iteraciones anteriores, a los usuarios les resultaron difíciles de culminar.



## **Capítulo 4. Evaluación de usuarios del sistema integrado**

En este capítulo se desarrollará el Objetivo Específico 4, en el cual se realizará una evaluación de usuarios que permitirá validar la solución propuesta.

### **4.1 Estructura de la evaluación**

La evaluación que realizarán los usuarios estará basada en la estructura propuesta por Rubin y Chisnell (2008), la cual se menciona a continuación:

- Propósito y objetivos de la prueba
- Preguntas de investigación
- Características de los participantes
- Método
- Lista de tareas
- Ambiente de pruebas y equipos
- Rol del moderador
- Datos a ser recolectados y medidas de evaluación
- Reporte de la evaluación y resultados

Si bien la estructura se detalla en el Anexo P, la prueba se resume de la siguiente manera:

#### **Arreglos antes de la prueba**

- Se solicitará al participante firmar un consentimiento informado (Anexo Q), el cual será leído junto con el moderador.
- El moderador mencionará de manera general el propósito de la prueba.

#### **Prueba**

- Los participantes realizarán las tareas asignadas (Anexo R).

#### **Cuestionario posterior a la prueba**

- Al finalizar la prueba, se solicitará a los participantes llenar un cuestionario que permita obtener la percepción general sobre la aplicación (Anexo S).

### **4.2 Reporte de la evaluación y resultados**

Los resultados detallados se encuentran en el Anexo T. Pero a continuación se presentará el resumen de las medidas de evaluación, según las evaluaciones, y el cuestionario post-prueba.

La Tabla 12 muestra el resumen de las medidas de evaluación sobre el total de tareas realizadas por todos los usuarios. Como se puede observar, los usuarios fueron capaces de culminar satisfactoriamente todas las tareas planteadas, a pesar de que algunas de ellas requirieron de asistencia por parte del moderador.

Tabla 12. Resumen de las medidas de evaluación.

Medidas de rendimiento	Resultado sobre el total
Número de tareas a realizar	6 por cada usuario / 48 en total
Número y porcentaje de tareas completas sin asistencia	45 (93.7%)
Número y porcentaje de tareas completas con asistencia	3 (6.3%)
Número y porcentaje de tareas que no fueron resueltas satisfactoriamente	0 (0%)
Número de veces en que se tuvo que reingresar a una pantalla para completar una tarea	6
Tiempo requerido para completar una tarea	Todos se completaron dentro del lapso previsto. La única excepción fue la tarea 2 la cual le tomó, al primer usuario, más tiempo de lo debido.

La Figura 27 muestra los resultados del cuestionario post-prueba. Para las preguntas 1 a la 5, el máximo puntaje es 5, mientras que para la pregunta 6, el puntaje máximo es 4.

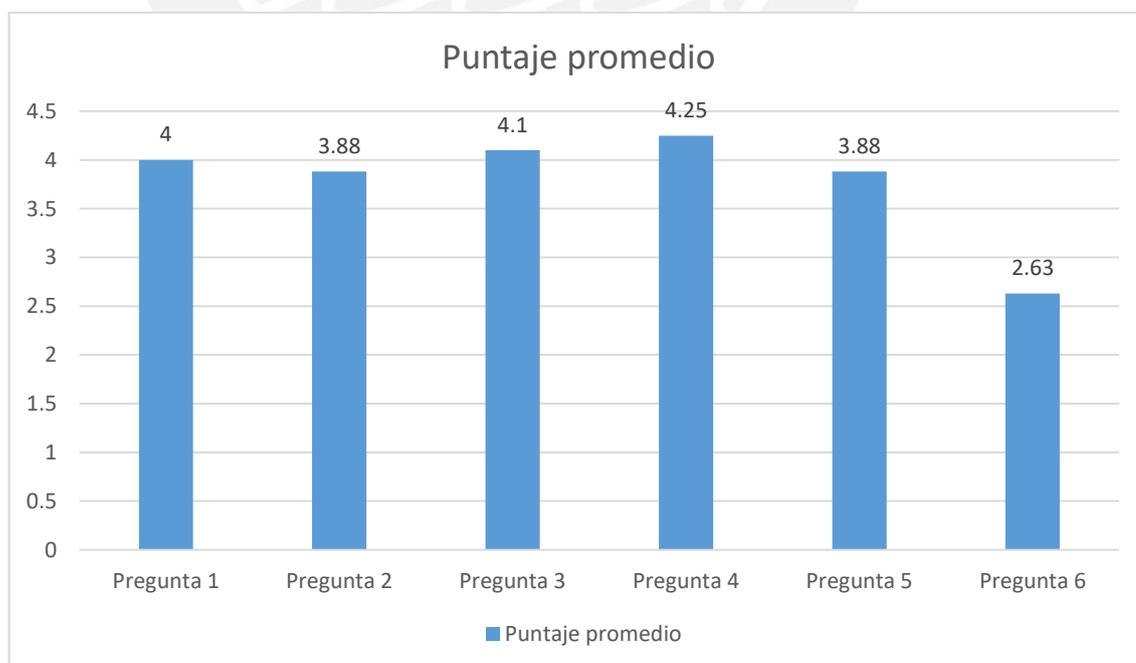


Figura 27. Resultados del cuestionario post-prueba. Imagen de autoría propia.

Luego de analizar la información recolectada, se responderá a las preguntas de investigación planteadas.

**1. ¿Cuán fácil es para los usuarios nuevos registrarse en la aplicación móvil?**

Todos los usuarios pudieron crearse una cuenta sin ningún problema, esto debido a que se podía acceder al formulario de registro desde la pantalla inicial. Se debe señalar que a pesar de que ninguno de los usuarios identificó el menú de la aplicación, éstos no tuvieron problemas en realizar las tareas ya que las opciones de dicho menú también podían ser accedidas desde la pantalla inicial.

**2. ¿Es útil tener dos métodos de inicio de sesión?**

Sí es útil, ya que aproximadamente la mitad de los usuarios prefirió iniciar sesión mediante Facebook.

**3. ¿Cuán fácil es para los usuarios darse cuenta de que para ubicar los puntos de interés que se encuentran a su alrededor, es necesario ingresar al mapa?**

Para los usuarios fue muy necesario ingresar al mapa, de otra forma no hubieran podido identificar el punto al cual debían dirigirse para poder culminar con las tareas.

**4. ¿Cuán fácil es para los usuarios identificar el tipo de punto de interés según el ícono que lo representa?**

Todos los usuarios pudieron entender la iconografía mostrada en el mapa, lo cual les permitió identificar la huaca a la cual debían ir para completar las tareas asignadas. Sin embargo, algunos de ellos esperaban que el ícono que mostraba su ubicación se moviese, en intervalos más cortos de tiempo, conforme ellos se movían.

**5. ¿Cuán fácil es para los usuarios identificar que el círculo que rodea al ícono que representa su ubicación en el mapa indica el rango de visión de la realidad aumentada?**

Aproximadamente, la mitad de los usuarios no comprendieron el significado del círculo que rodeaba al ícono que mostraba su posición en el mapa. Es por ello que activaron la realidad aumentada antes de que algo pudiera mostrarse. A algunos de ellos se les tuvo que indicar que deban acercarse hasta que el punto de interés entre al rango de visión, los demás se dieron cuenta por ensayo y error.

**6. ¿Qué tanto ayuda la realidad aumentada para que el usuario se acerque a un punto de interés deseado?**

La realidad aumentada ha servido de ayuda para que el usuario pueda identificar la ubicación exacta del punto de interés. Sin embargo, en ciertas ocasiones no funcionaba correctamente debido a que el giroscopio del dispositivo móvil se desajustaba, lo que confundía al usuario y lo llevaba hacia otra dirección. Para solucionarlo, los usuarios reingresaban a la realidad aumentada y movían el dispositivo en forma de 8.

**7. ¿Cuán fácil es para los usuarios acceder a la información relacionada a un punto de interés?**

Los usuarios no tuvieron problemas en identificar que los íconos mostrados en la realidad aumentada podían ser seleccionados para obtener mayor información, en otras palabras, les fue intuitivo dicha interacción.

**8. ¿Cuán fácil es para los usuarios acceder a la información relacionada a un evento histórico?**

La mayoría de usuarios no tuvo problemas en acceder a la información de los eventos históricos a partir de la lista mostrada. Sin embargo, algunos pensaron que la lista era netamente informativa y no había mayor interacción.

**9. ¿Cuán fácil es para los usuarios identificar la opción de agregar un nuevo evento histórico?**

El botón que da acceso a esta funcionalidad fue muy fácil de ubicar ya que ocupa un ancho importante en la pantalla. Debido a ello, los usuarios no tuvieron problemas en agregar un nuevo evento histórico.

**10. ¿Cuán fácil es para los usuarios identificar la opción de aportar imágenes o audios a un evento histórico?**

Si bien la pestaña que da acceso a esta funcionalidad fue fácil de ubicar para los usuarios, uno de ellos pensó que las imágenes se aportaban desde un punto de interés.

### **4.3 Conclusiones**

Al observar los resultados de las evaluaciones, nos damos cuenta de que los usuarios no tuvieron problemas al usar las funcionalidades principales de la aplicación. Sin embargo, fueron capaces de identificar un gran número de oportunidades de mejora en la interfaz de la aplicación para poder hacer más fácil e intuitivo su uso. Así mismo, nos dimos cuenta de la percepción de los usuarios con respecto a la aplicación en general y las funcionalidades que ofrece.

## Capítulo 5. Conclusiones y trabajos futuros

### 5.1 Conclusiones

Las conclusiones a las que se llegó luego de culminar los objetivos específicos son las siguientes:

- La arquitectura con la cual se ha desarrollado el gestor Web permite que la información pueda ser transmitida a distintas plataformas. Así mismo, el diseño de la base de datos no solo permite que el contenido que se transmite sea administrable, sino también le brinda escalabilidad. Esto crea la posibilidad de que la solución planteada pueda ser utilizada en distintas localidades y regiones, así como la capacidad de ampliar su alcance a distintas plataformas móviles.
- El uso de la integración entre XP y UCD propuesta por Aguilar y Zapata (2016) fue útil ya que permitió involucrar a los usuarios finales en la construcción de la aplicación móvil. Esto fue beneficioso ya que, al presentar los avances de la aplicación en cada iteración, los usuarios estuvieron familiarizados con la mayor parte de la interfaz mostrada y les permitió terminar las actividades asignadas. Si bien existieron observaciones con respecto a la interfaz de la aplicación móvil, éstos no presentaron mayor problema de corrección. Es por ello que, gracias a su identificación temprana mediante las pruebas de usuario, se pudieron facilitar las actividades que, en iteraciones anteriores, a los usuarios les resultaron difíciles de culminar.
- El uso de la evaluación de usuario propuesta por Rubin y Chisnell (2008) no solo permitió validar que se ha desarrollado una solución fácil de usar, sino también nos permitió conocer qué tan útil sería para los distintos grupos de usuarios a los que está orientada la solución. Así mismo, permitió identificar un gran número de oportunidades de mejora.
- El uso de dos formas de evaluación permitió enfocarse tanto en funcionalidades específicas, para detectar errores, como en el flujo general del uso de la aplicación, para obtener oportunidades de mejora. Debido a que las pruebas se realizaban al finalizar cada iteración, el *feedback* recibido se centró en funcionalidades puntuales. Por otro lado, la evaluación final permitió recibir un *feedback* más amplio debido a que ya se tenía un producto final y las observaciones abarcaron todas las funcionalidades de la aplicación. Así mismo, se tiene que tomar en cuenta que la evaluación final

involucró usuarios que nunca antes habían usado la aplicación, por este motivo se obtuvieron observaciones nuevas y más objetivas, a comparación de si se hubiera involucrado a los usuarios con los que ya se había venido trabajando.

## 5.2 Trabajos futuros

Teniendo en cuenta las conclusiones y los comentarios de los usuarios involucrados durante el desarrollo de la aplicación móvil, a continuación se plantean distintas alternativas que mejorarían la solución planteada en este trabajo.

- Ampliar la funcionalidad de realidad aumentada para que trabaje con modelos en 3 dimensiones, de tal manera que en vez de mostrar un ícono superpuesto a la cámara, se pueda mostrar una reconstrucción del sitio visitado.
- Desarrollar una mayor integración con redes sociales, con la finalidad de que los usuarios puedan compartir sus visitas, a los puntos de interés, en la biografía de su Facebook o Twitter. Esto impulsaría aún más la difusión del patrimonio cultural ya que llegaría a un público más amplio.
- Adaptar la aplicación móvil a la plataforma iOS, con el fin de poder abarcar un número aún más grande de usuarios.

## Referencias

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications*, 37(4), 445–456.
- Aguilar Vélez, M. del C., & Zapata, C. (2016). Integrating UCD and an Agile Methodology in the Development of a Mobile Catalog of Plants. *Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations*, 75–87.
- Akpata, E., & Riha, K. (2004). Can Extreme Programming be used by a Lone Programmer? *Systems Integration*, 167.
- Alvites Huamaní, J. (2016). REALIDAD AUMENTADA: RECURSO DIGITAL ENTRE LO REAL Y LO VIRTUAL (Augmented reality: a digital resource between the real and the virtual world). *HAMUT'AY*, 4(2), 50–57. Retrieved from <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/HAMUT/article/viewFile/915/731>
- Andresen, L., Boud, D., & Cohen, R. (2000). Experience-based learning: contemporary issues. *Understanding Adult Education and Training*, 2, 225–239. Retrieved from [http://complexworld.pbworks.com/f/Experience-based\\_learning.pdf](http://complexworld.pbworks.com/f/Experience-based_learning.pdf)
- Basogain, X., & Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2010). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. Bilbao.
- bitstars. (2015). droidAR Framework. Retrieved from <http://bitstars.com/other-projects/droidar-ar-framework/>
- Bollini, L., De Palma, R., & Nota, R. (2013). Walking into the Past: Design Mobile App for the Geo-referred and the Multimodal User Experience in the Context of Cultural Heritage. In *Computational Science and Its Applications–ICCSA 2013* (pp. 481–492). Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Letizia\\_Bollini/publication/239520966\\_Walking\\_into\\_the\\_Past\\_Design\\_Mobile\\_App\\_for\\_the\\_Geo-Referred\\_and\\_the\\_Multimodal\\_User\\_Experience\\_in\\_the\\_Context\\_of\\_Cultural\\_Heritage/links/0c96051d552ec3555d000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Letizia_Bollini/publication/239520966_Walking_into_the_Past_Design_Mobile_App_for_the_Geo-Referred_and_the_Multimodal_User_Experience_in_the_Context_of_Cultural_Heritage/links/0c96051d552ec3555d000000.pdf)
- Cadavieco, J. F., & Vázquez-Cano, E. (2015). Posibilidades de utilización de la Geolocalización y Realidad Aumentada en el ámbito educativo. *Educación XX1*.
- Cano Insa, E. (2015). *BiciPark: Web App con Ionic y acceso a servicios Rest*. Retrieved from [http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/49988/1/BiciPark\\_Aplicacion\\_Web\\_para\\_dispositivos\\_moviles\\_con\\_I\\_CANO\\_INSA\\_ESTEBAN.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/49988/1/BiciPark_Aplicacion_Web_para_dispositivos_moviles_con_I_CANO_INSA_ESTEBAN.pdf)
- Canós, J., Letelier, P., & Penadés, C. (2003). Metodologías ágiles en el desarrollo de software. Retrieved from <http://ima.udg.edu/Docencia/07-08/3105200728/ToDoAgil.pdf>
- Carracedo, J. de P., & Martínez Méndez, C. L. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*, 7(2), 102–108. Retrieved from [http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS\\_20/Ingenieria\\_Sistemas/35.pdf](http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria_Sistemas/35.pdf)
- Centro Cultural de España en México. (2009). La arquitectura de hoy, entre la ciudad histórica y la actual. In *VII Encuentro Internacional de Revitalización de Centros Históricos* (p. 29). Retrieved from <http://www.ccemx.org/descargas/files/Memoriaderevitalizacion.pdf>
- De la Hoz Manotas, A. K., Sepulveda Ojeda, J. A., & Sarmiento Polo, R. D. (2015). Prototipo móvil de realidad aumentada para sistema de transporte masivo en la ciudad de Barranquilla. *Prospectiva*, 13(2), 96–109. Retrieved from [http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/viewFile/492/pdf\\_21](http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/viewFile/492/pdf_21)
- Decreto Legislativo No. 822. (1996). Retrieved from [http://www.cpl.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/peru\\_autor.pdf](http://www.cpl.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/peru_autor.pdf)

- Del Razo González, V. E. (2016). *Turimóvil Semántico (versión extendida): App de búsqueda turística semántica para el Centro Histórico de la Ciudad de México utilizando realidad aumentada*. Instituto Politécnico Nacional. Retrieved from <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/15697/1/TAVAN.pdf>
- Eason, J. (2016). Android Studio 2.0. Retrieved from <http://android-developers.blogspot.pe/2016/04/android-studio-2-0.html>
- Fernández Martínez, A., Nuviala Nuviala, A., Pérez Ordas, R., Grao Cruces, A., & González Badillo, J. J. (2012). Estudio comparativo entre una metodología de aprendizaje tradicional respecto a una metodología de aprendizaje basada en el Learning by doing para la consecución de competencias específicas. *UPO INNOVA: Revista de Innovación Docente*, 1, 159–166.
- Figuroa, R., & Solís, C. (2008). METODOLOGÍAS TRADICIONALES VS. METODOLOGÍAS ÁGILES. Retrieved from <http://ort-proyecto.googlecode.com/svn/trunk/08 - Ingenieria de Procesos/Apoyo/Articulo-metodologia-de-sw-formato.doc>
- FitzGerald, E., Ferguson, R., Adams, A., Gaved, M., Mor, Y., & Thomas, R. (2013). Augmented reality and mobile learning: the state of the art. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 5(4), 43–58. Retrieved from [http://oro.open.ac.uk/38386/8/\\_userdata\\_documents4\\_ctb44\\_Desktop\\_FitzGerald\\_paper-IJMBL 5\(4\).pdf](http://oro.open.ac.uk/38386/8/_userdata_documents4_ctb44_Desktop_FitzGerald_paper-IJMBL 5(4).pdf)
- Flores, F. A., Azar, M. A., Herrera Cognetta, A., & Paz, F. P. (2015). DesignAR: realidad aumentada aplicada al amoblamiento virtual interior y exterior de viviendas. In *XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Retrieved from [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45669/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45669/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Fombona, C. J. (2013). La interactividad de los dispositivos móviles geolocalizados, una nueva relación entre personas y cosas. *Historia Y Comunicación Social*, 18, 777. Retrieved from <http://revistas.ucm.es/index.php/HICS/article/viewFile/44007/41613>
- García, B., & Sepúlveda, X. (1985). La historia oral en América Latina. *Secuencia*, 1, 162–176.
- García Manuel, I. (2016). *Realidad aumentada en dispositivos móviles de uso personal en los museos*.
- Garret, O. (2015). NGINX vs. Apache: Our View of a Decade-Old Question. Retrieved from <https://www.nginx.com/blog/nginx-vs-apache-our-view/>
- González-Valcárcel, J. M. (1981). Criterios actuales en la defensa de la ciudad histórica. In *6th ICOMOS General Assembly and International Symposium* (pp. 229–244). Retrieved from <http://www.icomos.org/publications/ro16.pdf>
- Hammerøy, A. S. (2015). *HistorieVandring: Local History Through a Location-based App*.
- Han, K., Shih, P., Rosson, M. B., & Carroll, J. (2014). Enhancing community awareness of and participation in local heritage with a mobile application. In *Proceedings of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing* (pp. 1144–1155). Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.696.4641&rep=rep1&type=pdf>
- Haugstvedt, A.-C., & Krogstie, J. (2012). Mobile augmented reality for cultural heritage: A technology acceptance study. In *Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2012 IEEE International Symposium* (pp. 247–255).
- Holzinger, K., Lehner, M., Fassold, M., & Holzinger, A. (2011). Archaeological scavenger hunt on mobile devices: From e-education to e-Business: A triple adaptive mobile Application for supporting experts, tourists and children. In *e-Business (ICE-B), 2011 Proceedings of the International Conference on* (pp. 1–6). Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6731111>

- Huerta, A. (2015). Proyecto Sherezade: etnografía, narración de historias y transmedia en la enseñanza y difusión del conocimiento cultural. *En Blanco Y Negro*, 6(2), 40–52.
- Jiménez Abad, R. M., Sánchez Riquelme, J., & Yuste Torregrosa, Á. (2014). Gametourapp: convierte tu visita turística en un juego. In *XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*. Retrieved from [http://age-tig.es/2014\\_Alicante/ponencia4/144.pdf](http://age-tig.es/2014_Alicante/ponencia4/144.pdf)
- Jobe, W. (2013). Native Apps Vs. Mobile Web Apps. *iJIM*, 7(4), 27–32. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/William\\_Jobe/publication/268153001\\_Native\\_Apps\\_Vs.\\_Mobile\\_Web\\_Apps/links/546346b30cf2cb7e9da765c3.pdf](https://www.researchgate.net/profile/William_Jobe/publication/268153001_Native_Apps_Vs._Mobile_Web_Apps/links/546346b30cf2cb7e9da765c3.pdf)
- Juan Sampedro, S. (2015). *GeoTurismo, aplicación móvil para rutas turísticas*. Retrieved from [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51066/Memoria\\_GeoTurismo.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51066/Memoria_GeoTurismo.pdf)
- Kaur, D. P., & Mantri, A. (2015). Computer vision and sensor fusion for efficient hybrid tracking in augmented reality systems. In *MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE), 2015 IEEE 3rd International Conference on* (pp. 176–181).
- Kitchenham, B. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Durham.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*.
- Ley N° 29733. (2011). Lima: El Peruano. Retrieved from [http://www.pcm.gob.pe/transparencia/Resol\\_ministeriales/2011/ley-29733.pdf](http://www.pcm.gob.pe/transparencia/Resol_ministeriales/2011/ley-29733.pdf)
- Lezama, A. (2004). El patrimonio cultural frente al desafío de la globalización. *Cuadernos Del Claeh*, 27(88), 9–40. Retrieved from <http://claeh.edu.uy/publicaciones/index.php/cclaeh/article/view/137/137>
- Mignolo, W. D. (2002). El potencial epistemológico de la historia oral: algunas contribuciones de Silvia Rivera Cusicanqui. In *Estudios y otras prácticas intelectuales latinoamericanas en cultura y poder* (pp. 201–212).
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321–1329. Retrieved from [http://web.cs.wpi.edu/~gogo/hive/papers/Milgram\\_IEICE\\_1994.pdf](http://web.cs.wpi.edu/~gogo/hive/papers/Milgram_IEICE_1994.pdf)
- Munnerley, D., Bacon, M., Wilson, A., Steele, J., Hedberg, J., & Fitzgerald, R. (2012). Confronting an augmented reality.
- Nivedha, S., & Hemalatha, S. (2015). Enhancing user Experience through Physical Interaction in Handheld Augmented Reality. In *Computer Communication and Informatics (ICCCI), 2015 International Conference* (pp. 1–7).
- Orozco, C., Esteban, P., & Trefftz, H. (2006). Collaborative and distributed augmented reality in teaching multi-variate calculus. In *The Fifth IASTED International Conference on web-based education*. Puerto Ballarta. Retrieved from <http://arcadia.eafit.edu.co/Publications/Publications/cgim2005augmentedReality.pdf>
- Orozco Orozco, F. J. (2015). *Desarrollo de una guía digital turística del cantón Rumiñahui para teléfonos inteligentes con sistemas operativo android*. Retrieved from <http://200.24.220.94/bitstream/33000/4316/1/UDLA-EC-TIRT-2015-09%28S%29.pdf>
- Osorio Álvarez, D. (2014). *App iOS para estudiantes de una academia de estudios*. Retrieved from <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/24158/104706.pdf>
- Puig Tenschert, M. (2012). *Creación de una aplicación, programada en Java, para smartphones basada en el sistema operativo Android para un portal turístico*. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18056/memoria.pdf?sequence=1>
- Recalde Velasco, A. H. (2014). *Control de mantenimiento preventivo de vehículos a través de una aplicación móvil para usuarios en la ciudad de Guayaquil*. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/3148/1/T-UCSG-PRE-ART-IPM-59.pdf>
- Resch, B., Wichmann, A., & Goell, N. (2015). Usability in 4D AR: Visualising Multi-temporal

- Real-time Geo-data in Augmented Reality Environments. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 9(4), 23–33. Retrieved from [http://berndresch.com/download/work/publications/resch-et-al\\_real-time-ar\\_ijim\\_2015.pdf](http://berndresch.com/download/work/publications/resch-et-al_real-time-ar_ijim_2015.pdf)
- Robles Ruano, J. C. (2015). *Desarrollo de una aplicación para equipos Android, basada en geolocalización para obtener información de atractivos turísticos en la ciudad de Tulcán*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Retrieved from [http://repositorio.puce.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/22000/7932/Carlos Robles - Desarrollo de App Conoce Tulc%C3%A1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/22000/7932/Carlos_Robles_-_Desarrollo_de_App_Conoce_Tulc%C3%A1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). Develop the Test Plan. In *Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests* (pp. 65–92).
- Ruiz Torres, D. (2011). Realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural. Retrieved from [http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/21792/1/ruiz\\_torres\\_realidad\\_aumentada\\_y\\_patrimonio\\_cultural.pdf](http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/21792/1/ruiz_torres_realidad_aumentada_y_patrimonio_cultural.pdf)
- Samaniego Larrea, M. J. (2015). Estudio Comparativo de Productividad de Frameworks PHP Orientados a objetos para Desarrollar el Sistema de Seguimiento de Incidentes de la infraestructura de Red en la ESPOCH.
- Sanchez Torreblanca, X. (2012). *Realidad aumentada para el reconocimiento de elementos paisajísticos*. Retrieved from <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15354/73353.pdf>
- Soto Suárez, M., Muñoz Castillo, M. T., & Morcate Labrada, F. (2014). La conservación del patrimonio edificado, una responsabilidad social desde la universidad. *Arquitectura Y Urbanismo*, 35(2), 100–111. Retrieved from <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=650e0eb3-d178-4cad-a733-c2b9cb1a00c8%40sessionmgr113&vid=1&hid=121>
- Tamayo, C. V., & Leite, E. (2016). LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES COMO HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL CON UNA VISIÓN EMPRENDEDORA. *HOLOS*, 8, 290–303. Retrieved from <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/3660/1329>
- The PostgreSQL Global Development Group. (2016). PostgreSQL: About. Retrieved from <http://www.postgresql.org/about/>
- UNESCO. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. In *Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural*. París. Retrieved from <http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>
- Weber, J. (2009). What is Usability and Usability Testing? Retrieved from [http://www.jannaweber.com/wp-content/uploads/2009/09/WT06\\_Think\\_Aloud.pdf](http://www.jannaweber.com/wp-content/uploads/2009/09/WT06_Think_Aloud.pdf)
- Xanthopoulos, S., & Xinogalos, S. (2013). A Comparative Analysis of Cross-platform Development Approaches for Mobile Applications. In *Proceedings of the 6th Balkan Conference in Informatics* (pp. 213–220). Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Stelios\\_Xinogalos/publication/258010031\\_A\\_Comparative\\_Analysis\\_of\\_Cross-platform\\_Development\\_Approaches\\_for\\_Mobile\\_Applications/links/0046353a319280f8aa000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Stelios_Xinogalos/publication/258010031_A_Comparative_Analysis_of_Cross-platform_Development_Approaches_for_Mobile_Applications/links/0046353a319280f8aa000000.pdf)