

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA COMO
APOYO AL SECTOR TURÍSTICO DE FUSAGASUGÁ

JEFFERSON ALEXANDER VERGARA LOPEZ

CÓDIGO: 161213223

CRISTIAN FERNANDO DUARTE MOYANO

CÓDIGO: 161213205

DIRECTOR:

PEDRO LUIS CIFUENTES GUERRERO

C.C.: 81.740.365



UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FUSAGASUGÁ

2018

Tabla de Contenidos

Resumen	6
Introducción	7
Objetivo general	8
Objetivos específicos.....	8
Recolección de Información	9
Solución de la ecuación.....	9
Conclusión	15
Metodología	17
Marco de trabajo metodología SCRUM	17
Scrum Master.	17
Developer team.....	18
Product owner.....	18
Stakeholder.....	18
Sprint Backlog	19
Sprint 1	20
Sprint 2.....	20
Sprint 3.....	20
Sprint 4.....	20
Sprint 5.....	20
Sprint 6.....	21
Sprint 7.....	21
XP (Extreme programming).....	21
Iteración 1	21
Planeación	21
Sistema construido.	21
Usuario.	22
Requerimientos funcionales.....	22
Requerimientos no funcionales	23
Historias de usuario.....	24
Tecnologías.....	25
Blender.	25

Unity.	25
Vuforia.	25
Diseño.....	26
Caso de uso	28
Desarrollo.....	41
Pruebas	42
Pruebas unitarias.	42
Iteración 2	46
Desarrollo.....	46
Inicio de la aplicación	48
Menú principal	48
Botón inicio.....	49
Botón general	49
Botón individual	50
Botón de ayuda	51
Entrega de artefactos	52
Aplicación.....	52
Página Web.....	53
Bibliografía.....	55

Lista de Tablas

Tabla 1 - Sprint Backlog.	19
Tabla 2 - Requerimientos Funcionales.	23
Tabla 3 - Requerimientos No Funcionales.	23
Tabla 4 - Ficha caso de uso inicio de aplicación.	30
Tabla 5 - Ficha caso de uso salir.	31
Tabla 6 - Ficha caso de uso ayuda.	32
Tabla 7 - Ficha caso de uso objetivo.	33
Tabla 8 - Ficha caso de uso ayuda.	34
Tabla 9 - Ficha caso de uso acerca de.	35
Tabla 10 - Ficha caso de uso marcador.	36
Tabla 11 - Ficha caso de uso manual.	37
Tabla 12 - Ficha caso de uso inicio.	38
Tabla 13 - Ficha caso de uso individual.	39
Tabla 14 - Ficha caso de uso general.	41

Lista de Figuras

Figura 1. Ecuación tamaño óptimo en poblaciones finitas.	9
Figura 2. Valores a tomar para calcular el tamaño de la muestra.	9
Figura 3. Cálculo de n_0	10
Figura 4. Cálculo del tamaño de la muestra.	10
Figura 5. Gráfica de torta género.....	11
Figura 6. Gráfica de torta edades.....	11
Figura 7. Gráfica de torta residencia en Fusagasugá.	12
Figura 8. Gráfica de torta reconocimiento de los sitios históricos de Fusagasugá.	12
Figura 9. Gráfica de torta conocimiento sobre la realidad aumentada.	13
Figura 10. Gráfica de torta interés por experimentar con la realidad aumentada.....	14
Figura 11. Gráfica de torta sitios históricos escogidos por la población encuestada.....	14
Figura 12. Gráfica de torta preferencia a observación de información en la aplicación.....	15
Figura 13. Resultados planning poker.	24
Figura 14 - Marcador Icono.	27
Figura 15 - Reconocimiento Marcador.	28
Figura 16 - Diagrama de casos de uso.....	28
Figura 17 - Inicio de aplicación iteración 1.....	41
Figura 18 - Funciones aplicación modelo iteración 1.....	41
Figura 19 - Test runner.....	42
Figura 20 - Pruebas unity.	43
Figura 21 - Código de pruebas.....	43
Figura 22 - pruebas unity simple passes.	44
Figura 23 - pruebas unity simple passes.	44
Figura 24 - pruebas unity item árbol.....	45
Figura 25 - pruebas unity Test Runner.....	45
Figura 26 - pruebas unity Test Runner.....	45
Figura 27 - pruebas unity error en ejecución.	46
Figura 28 - pruebas unity objeto nulo.	46
Figura 29 - Inicio de aplicación iteración 2.....	47
Figura 30 - Opciones menú principal.....	47
Figura 31 - Funciones aplicación modelo iteración 2.....	47
Figura 32 - Icono aplicación Mi Historia en 3D.	48
Figura 33 - pantalla de inicio Mi Historia en 3D.	48
Figura 34 - botón inicio Mi Historia en 3D.....	49
Figura 35 - botones de interacción Mi Historia en 3D.	50
Figura 36 - marcador general Mi Historia en 3D.	50
Figura 37 - funciones específicas modelo Mi Historia en 3D.	50
Figura 38 - boton individual modelos Mi Historia en 3D.....	51
Figura 39 - botón ayuda, informacion de Mi Historia en 3D.	52
Figura 40 - Mi Historia en 3D en Google Play Store.	53
Figura 41 - Inicio página web Mi Historia en 3D.	54
Figura 42 - Visualización de los marcadores dentro de la página web de Mi Historia en 3D.....	54

Resumen

Este proyecto propuso el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada ligada al macro proyecto “ESTUDIO DEL SUBSECTOR TURISMO DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA”, Dicha aplicación pretende llamar la atención de los turistas y los habitantes del municipio de Fusagasugá, fortaleciendo el interés de estos por el municipio y dando a conocer algunos datos de interés que muchas de las personas nativas y turistas desconocen de los sitios históricos existentes en el municipio.

La realidad aumentada es una tecnología que al día de hoy tiene una gran acogida por parte de los usuarios, gracias a que esta permite la interacción del usuario con la información que se presenta, facilitando su adquisición y recepción, su aplicación ha sido exitosa en diversos campos como es el caso de la educación y también está siendo aplicada en el campo del turismo.

Para el desarrollo del proyecto se llevó a cabo la aplicación de dos metodologías XP y SCRUM, ambas muy reconocidas por su facilidad, agilizando el desarrollo de los diferentes procesos o tareas en el proyecto.

La información necesaria para el desarrollo del proyecto se obtuvo a partir de la aplicación de encuestas, en las cuales se hizo evidente el desconocimiento de los sitios históricos y a la vez el interés de las personas por abordar este tipo de tecnologías y aún más cuando son utilizadas dentro del campo del turismo.

Introducción

Una gran cantidad de personas que habitan o transitan por el municipio de Fusagasugá desconocen los sitios de interés del municipio, algunos fueron escenarios importantes en su historia, una pequeña parte de esta historia puede recopilarse en cada uno de los escenarios o pequeños fragmentos en escritos almacenados en la biblioteca municipal, sin embargo, se requiere una alternativa que llame la atención de las personas y permita brindar una guía a los turistas que asisten al municipio.

La finalidad de la aplicación Mi Historia en 3D es presentar a los usuarios una forma distinta de ver los lugares históricos de Fusagasugá por medio de la realidad aumentada, a través de su uso se puede encontrar información descriptiva de los sitios, observar el modelo en 3D del lugar seleccionado, ubicar el sitio a través de Google maps y trazar una ruta desde el punto actual hacia la ubicación del sitio histórico que se ha seleccionado. A partir de esto, la aplicación pretende despertar el interés de los habitantes en los sitios históricos del municipio a través de un medio interactivo y de fácil acceso para la mayoría de los usuarios.

Objetivo general

Desarrollar una aplicación móvil de turismo para Android basada en realidad aumentada que permita visualizar modelos en 3D de algunos de los sitios históricos de Fusagasugá junto con información de interés para los usuarios.

Objetivos específicos

Recolectar información que permita establecer cuáles de los sitios históricos de Fusagasugá son más emblemáticos para sus habitantes.

Realizar el modelo 3D de algunos de los sitios histórico escogidos para el desarrollo de la aplicación

Diseñar los marcadores que a través de Vuforia sirvan como referencia de enfoque a la cámara del dispositivo y permitan la visualización de los modelos en 3D.

Implementar scripts en CSharp que permitan y faciliten la interacción del usuario con los diferentes modelos y menús que componen la aplicación.

Realizar el diseño y distribución de los menús y botones mediante el uso de Unity como herramienta de apoyo para el desarrollo de la aplicación.

Recolección de Información

Ya que el proyecto consistió en la realización de una aplicación móvil de realidad aumentada dirigida a la comunidad de Fusagasugá, fue necesario obtener información que permita orientar dicho proyecto. Como herramienta para la recolección de la información se escogió la realización de una encuesta que permite identificar cual es la edad promedio de la población objetivo, los sitios históricos de Fusagasugá que la comunidad cree que se deben visualizar en la aplicación, entre otros aspectos.

Para que la encuesta permitiera obtener resultados veraces, se adoptó la implementación de una ecuación, que permitiera a partir del tamaño de la población y de las variables, determinar el tamaño de la muestra. Dicho tamaño corresponde al número de personas a las cuales aplicó la encuesta.

Tamaño óptimo en el muestreo aleatorio simple, cuando la población es finita.

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \text{ Siendo } \rightarrow n_0 = \frac{Z^2 PQ}{E^2}$$

Donde:

Z = Nivel de confianza

E = Precisión de la estimación

P = Probabilidad de éxito

Q = Probabilidad de fracaso

N = Tamaño de la población

Figura 1. Ecuación tamaño óptimo en poblaciones finitas.

Solución de la ecuación.

$$Z = 95\% = 1,96$$

$$E = 0,05$$

$$P = 0,5$$

$$Q = 1 - P = 1 - 0,5 = 0,5$$

$$N = 112.616$$

Figura 2. Valores a tomar para calcular el tamaño de la muestra.

$$n_0 = \frac{Z^2 PQ}{E^2} = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2}$$

$$n_0 = \frac{3,8416 * 0,25}{0,0025}$$

$$n_0 = \frac{0,9604}{0,0025} = 384,16$$

Figura 3. Cálculo de n_0 .

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} = \frac{384,16}{1 + \frac{384,16}{112.616}}$$

$$n = \frac{384,16}{1 + 0,00341123}$$

$$n = \frac{384,16}{1,00341123}$$

$$n = 382,853$$

Figura 4. Cálculo del tamaño de la muestra.

Una vez desarrollada la ecuación, reemplazando los valores como el nivel de confianza y el tamaño de la población del área urbana del municipio de Fusagasugá, se obtuvo como resultado 382,853, dicho número es el tamaño de la muestra, las encuestas fueron aplicadas a 383 personas.

La encuesta que se aplicó a la población de Fusagasugá para determinar cuáles iban a ser los sitios modelados fue la siguiente:

¿Cual es su género?

383 respuestas

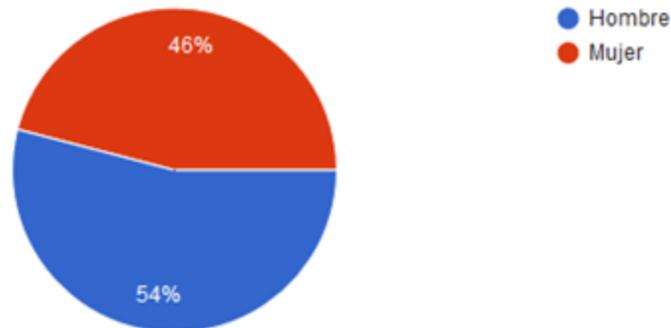


Figura 5. Gráfica de torta género.

Los datos observados en la gráfica permiten evidenciar un nivel equitativo en la aplicación de las encuestas con respecto al sexo de las personas, donde se observa que los hombres fueron los más encuestados con un total de 54% y las mujeres 46%, permitiendo obtener una opinión variada desde la perspectiva de ambos géneros.

De los siguientes rangos, seleccione al cual pertenece su edad.

383 respuestas

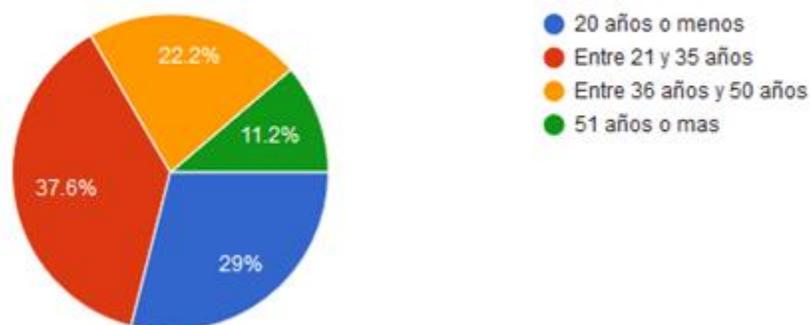


Figura 6. Gráfica de torta edades.

La gráfica nos permite resaltar que las personas más encuestadas están dentro del rango de edad de 21 y 35 años, la edad de las personas a las que se les aplicó el menor número de encuestas oscila entre los 51 años o más.

¿Actualmente vive en Fusagasugá?

383 respuestas

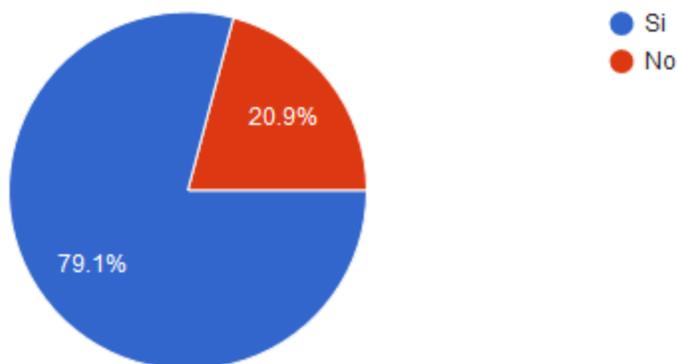


Figura 7. Gráfica de torta residencia en Fusagasugá.

En la gráfica se puede observar que la mayoría de las personas a quienes se les aplicó las encuestas actualmente se encuentran viviendo en el municipio de Fusagasugá con un total del 79.1% de la población encuestada. allí se hace evidente que el 20,9% se encuentra en el municipio por razones laborales o haciendo uso de los servicios prestados por el comercio del municipio.

¿Conoce usted sitios históricos de Fusagasugá?

383 respuestas

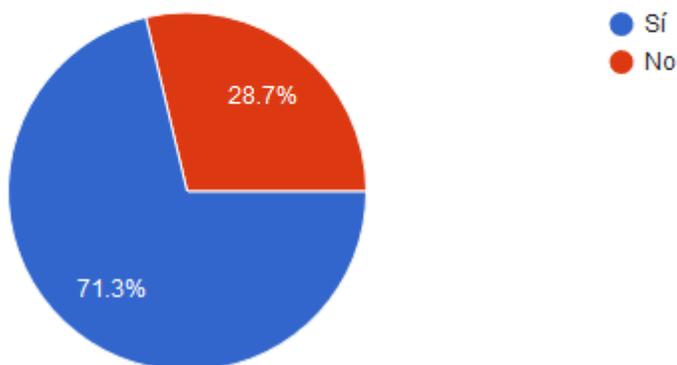


Figura 8. Gráfica de torta reconocimiento de los sitios históricos de Fusagasugá.

De la gráfica anterior se evidencia que el 73% de la población encuestada conoce uno o más sitios históricos del municipio, el 28.7 restante desconoce o nunca ha oído de los sitios icónicos de la ciudad cierta parte de este porcentaje corresponde a personas que actualmente viven el municipio.

¿Sabe usted que es la realidad aumentada?

383 respuestas

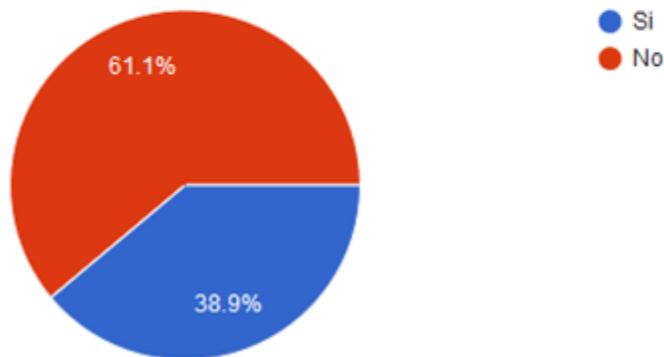


Figura 9. Gráfica de torta conocimiento sobre la realidad aumentada.

De la gráfica anterior se puede evidenciar que la mayor parte de la población correspondiente al 61.1% del total de las personas encuestadas, desconoce o no ha escuchado a cerca de la realidad aumentada y sus aplicaciones, sin embargo, el 38.9% en su mayoría personas de 20 a 35 años ha escuchado o sabe de las aplicaciones de este tipo de tecnologías en la vida diaria.

¿Le gustaría a usted, experimentar la realidad aumentada a través del uso de una aplicación móvil con sitios históricos de Fusagasugá?

383 respuestas

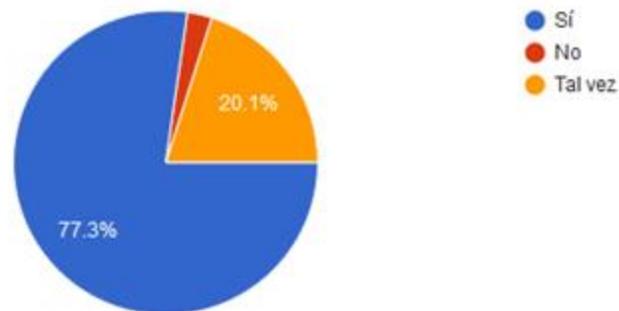


Figura 10. Gráfica de torta interés por experimentar con la realidad aumentada.

En la gráfica se observa que el 77.3% de la población encuestada desea experimentar la realidad aumentada a través de una aplicación con los diferentes sitios históricos de Fusagasugá, el 20,1% tiene un nivel de interés bajo debido a su desconocimiento y el 2.7% de la población definitivamente no se siente atraído por la iniciativa.

De los siguientes sitios históricos y turísticos de Fusagasugá, escoja solamente 5 los cuales considera son importantes para usted. (A partir de dicha selección, se escogieran los sitios que se mostrarán en la aplicación de realidad aumentada).

383 respuestas



Figura 11. Gráfica de torta sitios históricos escogidos por la población encuestada.

En el gráfico anterior observamos las preferencias que tiene la población encuestada respecto a los sitios históricos expuestos en las encuestas, allí se observa que los sitios con mayor acogida son la Casona Balmoral y la casona coburga con porcentajes de 65% y 64.2% respectivamente y los sitios con menos acogida o importancia para la población encuestada fueron la estatua de lucho herrera y el parque municipal con porcentajes de 29% y 40.5% respectivamente.

Además de poder observar un lugar histórico de Fusagasugá bajo la realidad aumentada, ¿le gustaría también poder observar un poco de historia del lugar que está observando?

381 respuestas

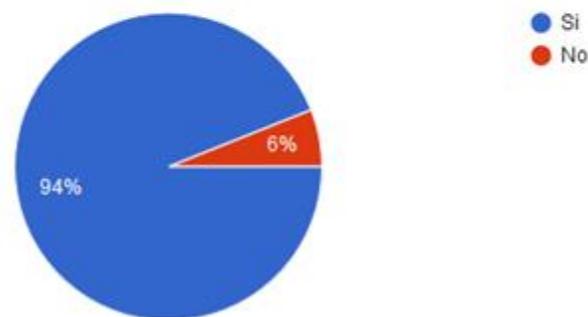


Figura 12. Gráfica de torta preferencia a observación de información en la aplicación.

En la gráfica se observa que a la mayoría de la población encuestada correspondientes al 94% de la población desea que la aplicación cuente con informaciones relevante o de interés a cerca de los sitios históricos el 6% restante considera que dicha información no es relevante o importante dentro del aplicativo.

Conclusión

A partir de la información que se obtuvo en la aplicación de la encuesta, se observó el interés de las personas por la realización de la aplicación, de igual manera se obtuvo información de interés para el proyecto, como el desconocimiento por parte de algunas personas a cerca de la realidad

aumentada, el interés que muchas personas tuvieron de visualizar información de los sitios dentro de la aplicación y además se obtuvieron cuáles de los sitios históricos deberían modelarse, los sitios fueron: Casona Balmoral, Casona Tulipán, Quinta Coburgo, iglesia nuestra señora de Belén y el monumento al Indio.

Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se implementaron las metodologías ágiles XP (Extreme programming) y SCRUM, se seleccionaron estas metodologías ya que a diferencia de las tradicionales, estas se caracterizan por ser flexibles, permiten la realización de cambios de una manera más sencilla e incluyen al cliente como un miembro más del equipo, haciendo menos énfasis en la arquitectura del software, además, se aplica a proyectos donde el grupo de desarrollo es pequeño y cuya complejidad es mediana o alta.

Teniendo en cuenta el desarrollo de la aplicación “Mi historia en 3D” el uso de las metodologías ágiles permiten la implementación de una serie de instrumentos que facilitan la realización de las diferentes fases y tareas correspondientes al desarrollo de la aplicación.

Marco de trabajo metodología SCRUM

Debido a que el objetivo del proyecto es el desarrollo de una aplicación, el proyecto se centró en la gestión correspondiente al desarrollo de la misma, es decir se aplicó la metodología centrada en el avance del proyecto, entorno al desarrollo de la aplicación.

A partir de esta aclaración, los roles característicos de la metodología SCRUM fueron distribuidos de la siguiente manera.

Scrum Master. Este rol fue desempeñado por el director de proyecto el Ingeniero Pedro Luis Cifuentes Guerrero y los auxiliares de investigación Jefferson Alexander Vergara López y Cristian Fernando Duarte Moyano, quienes, como rol de Scrum Master, estuvieron al tanto de que se realizará a cabalidad las diferentes actividades que estaban estipuladas en el cronograma de actividades, la solución de problemas que se presentaron, entre otras funciones.

Developer team. Este rol fue cumplido por los estudiantes Cristian Fernando Duarte Moyano y Jefferson Alexander Vergara López, los cuales fueron encargados del desarrollo del software en función a los requisitos obtenidos de las necesidades del cliente, bajo las especificaciones de los requerimientos planteadas por el cliente y la implementación de herramientas de desarrollo exigidas para la ejecución del proyecto.

Product owner. En este caso, este rol en el proyecto fue asignado al Ingeniero Pedro Luis Cifuentes Guerrero, esto, por los vínculos que tiene con la Facultad de ciencias administrativas, económicas y contables, específicamente con la carrera de Administración de Empresas. Además, es especialista en Ingeniería de Software y Magíster en Arquitectura de Software, por tal motivo fue la persona adecuada para el rol, debido al conocimiento que tiene sobre las tareas que debe realizar la aplicación.

Stakeholder. El cliente quien es la persona o entidad a la que se le desarrolló la aplicación “Mi Historia en 3D” fue al programa académico de Administración de Empresas de la Universidad de Cundinamarca quienes en el momento son quienes cuentan con el macro proyecto que tiene como título “ESTUDIO DEL SUBSECTOR TURISMO DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA”.

Partiendo de los requisitos obtenidos a través de las historias de usuario y de los puntos de usuario conseguidos a través de la implementación de la técnica Planning Poker, se continuó con la creación del Sprint Backlog.

Sprint Backlog

En el Product Backlog se priorizaron cada una de las tareas obtenidas de las historias de usuario de acuerdo a su complejidad y la importancia que cada una de estas tareas tiene para el usuario, el Product Backlog correspondiente al proyecto tiene la siguiente estructura:

Historia de Usuario	Tareas	Estimación	Prioridad
01	Modelo Casona Balmoral	2	1
02	Modelo Casona Tulipana	2	2
03	Modelo Quinta Coburgo	2	3
04	Modelo Indio	2	4
05	Modelo Iglesia Nuestra Señora de Belén	2	5
06	Módulo de Ubicación	3	6
07	Módulo de Lectura	2	7
08	Módulo de Información	3	8
09	Página WEB	5	9

Tabla 1 - Sprint Backlog.

Se realizaron una serie de sprints a lo largo del desarrollo del proyecto los cuales se distribuyeron de la siguiente forma:

Sprint 1

Se realizó el levantamiento de las historias de usuario, se escogieron las metodologías sobre las cuales se iba a elaborar el proyecto y se realizó un repaso sobre las tecnologías a abordar y de qué manera se debía hacer.

Se aplicó la encuesta correspondiente para determinar cuáles de los sitios históricos deben ser incluidos en la aplicación.

Sprint 2

Se realizó la toma de fotografías para realizar los modelos de los lugares escogidos, sin embargo se presentó una eventualidad debido a que se tenía que solicitar el debido permiso para realizar las tomas fotográficas, evento que repercutió en el desarrollo de los modelos sin embargo para el primer mes se realizó el modelo de la Casona Balmoral.

Sprint 3

Se realizaron los modelos de la Casona Tulipana y la Quinta Coburgo.

Sprint 4

Se realizaron los modelos del Indio y la Iglesia Nuestra Señora de Belén dando a si por terminados los modelos obtenidos como resultados de la encuesta aplicada.

Sprint 5

Se realizó la distribución de los menús y se realizó el desarrollo de los módulos de información y lectura, en este proceso la eventualidad que ocurrió fue que se encontró poca información de

algunos de los sitios a pesar de que se indagó en la oficina de turismo, la biblioteca municipal y cada uno de los espacios modelados.

Sprint 6

Se realizó el desarrollo del módulo de ubicación, allí se presentaron inconvenientes, uno de esos fue el uso de las Apis de Google, por lo que se llegó a la conclusión de que el módulo se comunica directamente con la aplicación de Google Maps para trazar la ruta hacia el lugar y se realizó la modificación en la apariencia de algunos de los botones.

Sprint 7

Se realizó la implantación de la aplicación para medir su nivel de aceptación, se subió a la Play Store de Google y se inició con el desarrollo de la página web, la cual contiene los manuales de usuario, marcadores e información referente a las personas que intervinieron en el proyecto.

XP (Extreme programming)

Iteración 1

Planeación

Sistema construido.

Se construyó una aplicación móvil con fines turísticos para el municipio de Fusagasugá, a través de la cual será posible por medio de la realidad aumentada, visualizar algunos sitios históricos de Fusagasugá junto con información relevante para los usuarios.

Usuario.

Los usuarios de la aplicación son las personas que quieran conocer acerca de algunos de los sitios históricos más importantes del municipio, los usuarios son habitantes o personas externas al municipio de Fusagasugá.

Requerimientos funcionales.

Partiendo de las necesidades obtenidas a través de los usuarios de la aplicación se recolectaron algunos de los siguientes requerimientos funcionales y se les dio una prioridad de acuerdo a su necesidad dentro del proyecto:

Código	Requisitos	Descripción	Prioridad	Historia de Usuario Vinculada.
RF01	Los usuarios a través de sus dispositivos y la interacción con el mapa de Fusagasugá, podrán visualizar el modelo del lugar que ellos seleccionen.	La aplicación contendrá el modelo de algunos de los sitios históricos más representativos de Fusagasugá y los usuarios podrán verlos a través de la aplicación mediante el uso de la cámara y la realidad aumentada.	5	001
RF02	Los usuarios podrán observar información de interés del sitio que haya sido seleccionado.	La aplicación contará con un apartado que le permitirá al usuario visualizar información de su interés.	5	002. 003.
	El usuario podrá registrar su	La aplicación contará con un apartado que le	3	004.

RF04	ubicación y enviarla a la aplicación de Google Maps para de esta forma establecer una ruta hacia el sitio seleccionado.	permitirá al usuario saber cómo llegar al sitio que este ha seleccionado, esto lo hará mediante el uso en conjunto con la aplicación de Google Maps		
------	---	---	--	--

Tabla 2 - Requerimientos Funcionales.

Requerimientos no funcionales

Código	Requerimiento	Descripción	Prioridad
RNF01	Usabilidad.	La interfaz de la aplicación deberá ser intuitiva y amigable con el usuario, permitiendo un fácil uso.	5
RNF02	Rendimiento.	La aplicación debe tener el rendimiento adecuado a los servicios ofrecidos durante su ejecución.	4
RNF03	Desempeño.	La aplicación no deberá presentar errores al momento de ser manipulada por el usuario.	1
RNF04	Almacenamiento.	La aplicación no deberá sobrepasar el tamaño de 150Mb.	5
RNF05	Mantenibilidad.	El código implementado en la aplicación debe ser lo más limpio y entendible posible.	3

Tabla 3 - Requerimientos No Funcionales.

Historias de usuario

Las historias de usuario, según José Joskowicz(2008), son una herramienta muy importante para dar a conocer las necesidades o requerimientos al equipo de desarrollo sin embargo no cubren la totalidad de la información necesaria para comprenderlas correctamente, de allí se hizo necesario el acompañamiento permanente del cliente en el desarrollo, en este caso el acompañamiento continuo fue del Ingeniero Pedro Luis Cifuentes.

Historias de Usuario (Anexos).

Posterior a la creación de las historias de usuario, se realizó el Planning Poker, una técnica utilizada para establecer los puntos de usuario que determinan la complejidad de una tarea, los resultados obtenidos a través de la técnica fueron los siguientes:

Mi Historia en 3D

Desarrollo de una aplicación de realidad aumentada que permita visualizar los modelos en 3D de algunos de los sitios históricos de Fusagasugá y el desarrollo de una pagina web que permita visualizar información de la aplicación desarrollada.

Story	Story Title	Score
1	Creación de modelo 3D casona balmoral.	2
2	Creación de modelo 3D casona coburgo.	2
3	Creación de modelo 3D casona tulipana.	2
4	Creación de modelo 3D del Indio.	2
5	Creación de modelo 3D Iglesia Central.	2
6	Visualizar información sitios históricos en la app.	3
7	Visualizar ubicación de los sitios históricos a través de la app.	3
8	Lectura de la información a través de la app.	2
9	Creación de sitio WEB.	5

Figura 13. Resultados planning poker.

Los resultados obtenidos se utilizaron en el marco de la metodología scrum para a partir del grado de complejidad determinar la prioridad de cada una de las actividades.

Tecnologías

Blender.

Es un software destinado en a la creación de objetos en 3D, para después poder realizar con ellos, animaciones, presentaciones, entre otras funcionalidades, haciendo uso de la misma herramienta de Blender o ya herramientas externas desarrolladas por otras empresas.

Además de ser multiplataforma es de código abierto, con código fuente bajo licencia GNU GPL, su descarga y uso son totalmente gratuitos. (Francisco, s.f)

Unity.

Es un motor de desarrollo que es utilizado para la creación de juegos y contenidos 3D interactivos

Es un software libre y multiplataforma por lo que se puede descargar e instalar en cualquier sistema operativo. También hay que mencionar que también es un software de pago, incluyendo en este más funcionalidades, soporte y más características que en la versión libre.(Wikipedia, s.f)

Vuforia.

Es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de RA para Android e iOS desarrollada por el departamento de I+D de la empresa Qualcomm en Austria. Esta plataforma fue publicada en 2010 y por ejemplo en el último año se ha desarrollado más de 1.000 aplicaciones con ella. Grandes marcas comerciales han utilizado esta

plataforma para las campañas publicitarias de sus productos. Una de las principales ventajas de esta plataforma es que se basa en el reconocimiento de marcas naturales, incluyendo objetos 3D, y que existe una extensión para Unity 3D que permite crear escenas virtuales con animaciones y muy completas.(Serrano M. A., 2012, p 30).

Diseño

En el diseño de la aplicación lo primero que se tuvo en cuenta fueron los modelos, los cuales se crearon con la aplicación de Blender, en dicha aplicación se realizaron los modelos y se aplicaron sus texturas correspondientes, al finalizar se obtuvo un archivo .blend que posteriormente fue agregado a Unity.

El segundo aspecto que se tuvo en cuenta, fue la creación de los marcadores (ImageTarget), el cual es el componente que, al ser detectado por la cámara en la aplicación, permite visualizar un sitio histórico en 3D. El usuario podrá hacer uso de la realidad aumentada cuando la cámara detecte dicho marcador, debido a que se implementaron distintos modelos dentro de la aplicación, cada uno de ellos se relacionarán con un marcador general y uno específico, partiendo de las dos modalidades de visualización con que cuenta la aplicación.

La siguiente imagen es un ejemplo del marcador general de la aplicación.

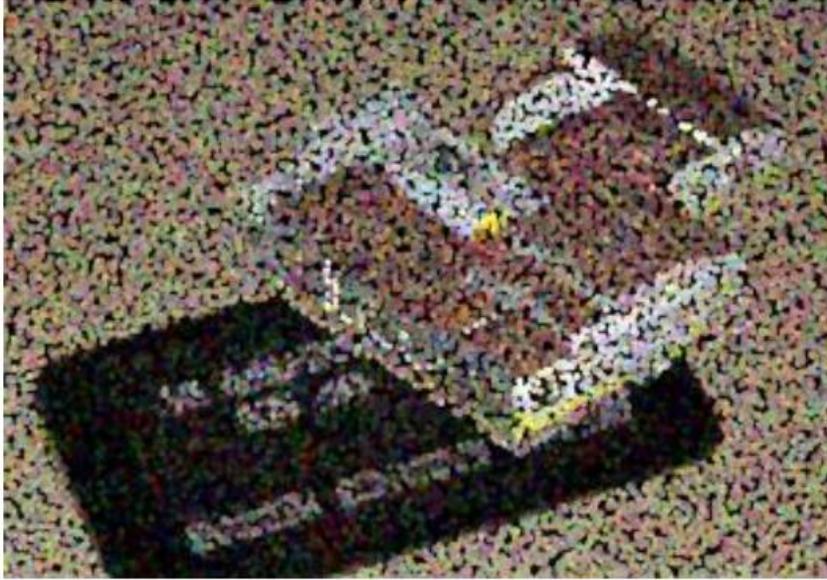


Figura 14 - Marcador Icono.

Luego se realizó la calificación de la imagen, esto, a través de la verificación que permite realizar Vuforia. Esta calificación la arroja Vuforia dependiendo la cantidad de escala de gris que contenga la imagen.

La siguiente imagen es un ejemplo de los puntos escala de grises que detectó Vuforia y los cuales serán detectados por la cámara.

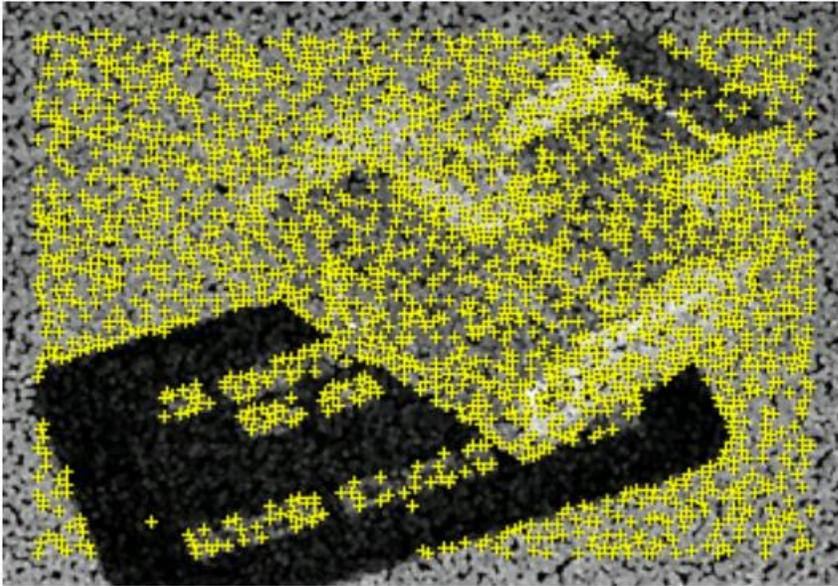


Figura 15 - Reconocimiento Marcador.

Caso de uso

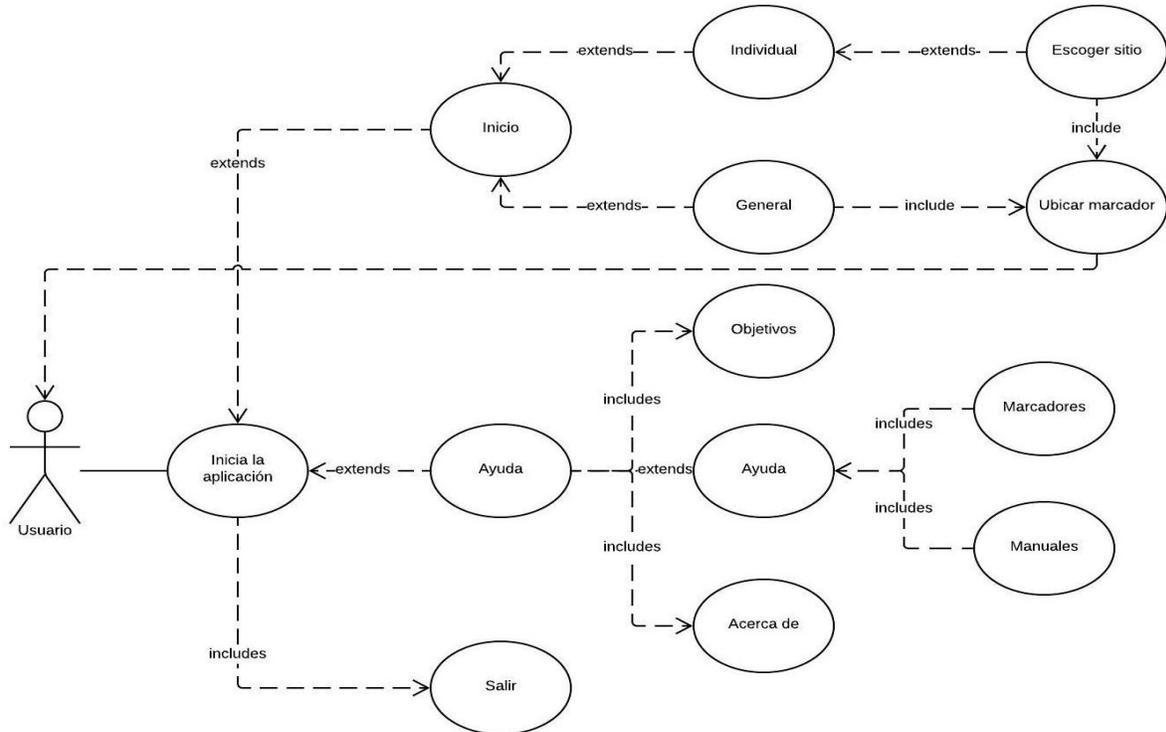


Figura 16 - Diagrama de casos de uso.

Caso de Uso	Inicio aplicación	
Requisitos asociados	N/A	
Descripción	El usuario oprime el ícono de la aplicación “Mi Historia en 3D” para iniciarla y poder visualizar el contenido.	
Precondición	El usuario debe tener la aplicación instalada en un dispositivo móvil y además de forma opcional tener encendido el GPS.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario verifica que esté encendido el GPS en su dispositivo móvil.
	2	El usuario realiza la búsqueda de la aplicación dentro del cajón de aplicaciones de su dispositivo
	3	El usuario oprime el ícono de la aplicación y tendrá que esperar a que esta comienza a ejecutarse.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	3	5 segundos
Frecuencia esperada	--	

Estabilidad	Alta
Comentarios	La velocidad de ejecución de la aplicación depende directamente del rendimiento del dispositivo móvil.

Tabla 4 - Ficha caso de uso inicio de aplicación.

Caso de Uso	Salir	
Requisitos asociados	N/A	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón salir para que la aplicación finalice la ejecución.	
Precondición	El usuario debe iniciar la aplicación.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar el botón de “Salir”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “Salir”.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	2	1 segundo.
Frecuencia esperada	--	

Estabilidad	Alta
Comentarios	N/A

Tabla 5 - Ficha caso de uso salir.

Caso de Uso	Ayuda	
Requisitos asociados	N/A	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón de “Ayuda” para poder acceder al menú de ayuda.	
Precondición	El usuario debe iniciar la aplicación.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar el botón de “Ayuda”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “Ayuda”.
	3	El usuario observará un menú referente a información acerca de la aplicación.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	2	1 segundo.
Frecuencia esperada	--	

Estabilidad	Alta
Comentarios	N/A

Tabla 6 - Ficha caso de uso ayuda.

Caso de Uso	Objetivos	
Requisitos asociados	N/A	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón de “Objetivos” para poder acceder a la información referente a los objetivos de la aplicación.	
Precondición	El usuario debió haber accedido al menú de ayuda.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar el botón de “Objetivos”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “Objetivos”.
	3	El usuario observará información acerca de los objetivos de la aplicación.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	2	1 segundo.

Frecuencia esperada	--
Estabilidad	Alta
Comentarios	N/A

Tabla 7 - Ficha caso de uso objetivo.

Caso de Uso	Ayuda	
Requisitos asociados	N/A	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón de “Ayuda” para poder acceder a la información que pueda servirle de guía para su experiencia con la aplicación.	
Precondición	El usuario debió haber accedido al menú de ayuda.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar botón de “Ayuda”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “Ayuda”.
	3	El usuario observará información que le puede servir de ayuda para hacer uso de la aplicación.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo

	2	1 segundo.
Frecuencia esperada	--	
Estabilidad	Alta	
Comentarios	N/A	

Tabla 8 - Ficha caso de uso ayuda.

Caso de Uso	Acerca de	
Requisitos asociados	N/A	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón de “Acerca de” para visualizar información referente al desarrollo de la aplicación.	
Precondición	El usuario debió haber accedido al menú de acerca de.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar botón de “Acerca de”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “Acerca de”.
	3	El usuario observará información referente al desarrollo de la aplicación.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo

	2	1 segundo.
Frecuencia esperada	--	
Estabilidad	Alta	
Comentarios	N/A	

Tabla 9 - Ficha caso de uso acerca de.

Caso de Uso	Marcadores	
Requisitos asociados	Acceso a internet.	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón de “Marcadores” el cual lo re direccionará a la página web de la aplicación.	
Precondición	El usuario debió haber accedido a la opción de Ayuda dentro del menú de Ayuda.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar el botón de “Marcadores”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “Marcadores”.
	3	El usuario será re direccionado a la página web de la aplicación, donde podrá visualizar los marcadores utilizados en la aplicación.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--

Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	--	--
Frecuencia esperada	--	
Estabilidad	Varía de acuerdo a la calidad de la conexión.	
Comentarios	En la página web se muestra las imágenes correspondientes a los marcadores implementados en la aplicación, los cuales pueden ser descargados y posteriormente ser imprimidos por parte del usuario para un correcto funcionamiento de la aplicación.	

Tabla 10 - Ficha caso de uso marcador.

Caso de Uso	Manuales	
Requisitos asociados	Acceso a internet.	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón “Manuales” el cual lo re direccionará a la página web de la aplicación.	
Precondición	El usuario debió haber accedido a la opción de Ayuda dentro del menú de Ayuda..	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar botón de “Manuales”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “Manuales”.
	3	El usuario será re direccionado a la página web de la aplicación, donde podrá visualizar tanto el manual de usuario como el técnico correspondientes a la aplicación.

Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	--	--
Frecuencia esperada	--	
Estabilidad	Varía de acuerdo a la calidad de la conexión.	
Comentarios	En la página web se muestran tanto el manual de usuario como el técnico, para el uso y entendimiento de la aplicación.	

Tabla 11 - Ficha caso de uso manual.

Caso de Uso	Inicio	
Requisitos asociados	N/A	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón de “Inicio” para después poder seleccionar la modalidad en la que se visualizarán los modelos.	
Precondición	El usuario debe iniciar la aplicación.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar botón de “Inicio”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “Inicio”.

	3	El usuario observará dos opciones referentes al funcionamiento de la aplicación.
Postcondición	N/A	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	2	1 segundo.
Frecuencia esperada	--	
Estabilidad	Alta	
Comentarios	N/A	

Tabla 12 - Ficha caso de uso inicio.

Caso de Uso	Individual	
Requisitos asociados	N/A	
Descripción	El usuario debe oprimir el botón de “Individual” donde se podrá visualizar un menú con los diferentes modelos con los que cuenta la aplicación.	
Precondición	El usuario debe acceder al menú de Inicio.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar botón de Individual.

	2	El usuario debe oprimir el botón de “Individual”.
	3	El usuario deberá seleccionar el lugar que desea visualizar en la aplicación.
	4	El usuario deberá apuntar con la cámara del dispositivo hacia el marcador correspondiente.
	5	Aparecerán algunas opciones adicionales con las que el usuario podrá interactuar.
Postcondición	El usuario seleccionará el lugar deseado y posteriormente debe centrar la cámara del dispositivo al marcador correspondiente.	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	3	3 segundos. (dependiendo de la capacidad el dispositivo móvil)
Frecuencia esperada	--	
Estabilidad	Alta	
Comentarios	El correcto reconocimiento del marcador y la manera como se interactúe con los modelos dependerá de la capacidad del dispositivo móvil donde se esté ejecutando.	

Tabla 13 - Ficha caso de uso individual.

Caso de Uso	General
Requisitos asociados	N/A

Descripción	El usuario debe oprimir el botón de “General” donde se visualizarán los diferentes modelos con los que cuenta la aplicación.	
Precondición	El usuario debe acceder al menú de Inicio.	
Secuencia Normal	Paso	Acción
	1	El usuario debe localizar botón de “General”.
	2	El usuario debe oprimir el botón de “General”.
	3	El usuario deberá apuntar con la cámara del dispositivo hacia el marcador general.
	4	Aparecerán algunas opciones adicionales con las que el usuario podrá interactuar mientras el marcador se encuentre enfocado.
Postcondición	El usuario debe centrar la cámara del dispositivo en el marcador general.	
Excepciones	Paso	Acción
	--	--
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	2	3 segundos. (dependiendo de la capacidad el dispositivo móvil)
Frecuencia esperada	--	
Estabilidad	Alta	

Comentarios	El correcto reconocimiento del marcador y la manera como se interactúe con los modelos dependerá de la capacidad del dispositivo móvil donde se esté ejecutando.
--------------------	--

Tabla 14 - Ficha caso de uso general.

Desarrollo

Los modelos que se pueden visualizar a través de la aplicación son aquellos que se escogieron a través de la encuesta, en donde cada uno de ellos cuentan con la opción de información e historia, un botón que reproduce el audio correspondiente a la lectura, un botón de cámara que permite al usuario compartir una captura de pantalla de lo que está observando y el botón de cómo llegar que permite al usuario obtener la ruta hacia el sitio escogido por medio de la aplicación de Google Maps.

Para permitir que el usuario interactúe con la aplicación y pueda navegar por las diferentes funcionalidades se diseñó un menú.



Figura 17 - Inicio de aplicación iteración 1.



Figura 18 - Funciones aplicación modelo iteración 1.

Pruebas

Pruebas unitarias.

Las pruebas unitarias son pruebas realizadas al código de un software y/o aplicación para poder obtener un correcto funcionamiento del mismo, esto, para evitar que posteriormente se presenten errores los cuales interfieren en el correcto funcionamiento del mismo.

En el proyecto las pruebas unitarias se realizaron con la herramienta de Test Runner que viene incorporada en la aplicación de Unity.

Unity (2018) “The Unity Test Runner is a tool that tests your code in both Edit mode and Play mode, and also on target platforms such as [Standalone](#), Android, or iOS”.

Realización de pruebas.

La herramienta de Test Runner viene incorporada en el software de Unity, para acceder a ella basta con ir a la pestaña Window y dentro del listado buscar Test Runner.

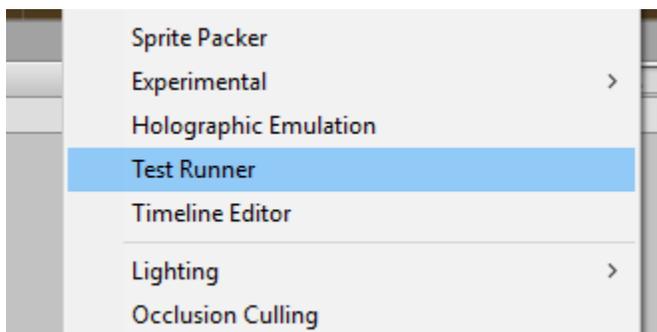


Figura 19 - Test runner.

Lo primero que toca realizar es definir el nombre del archivo que se crea automáticamente, dicho archivo contendrá el código con el cual se realizarán las pruebas.

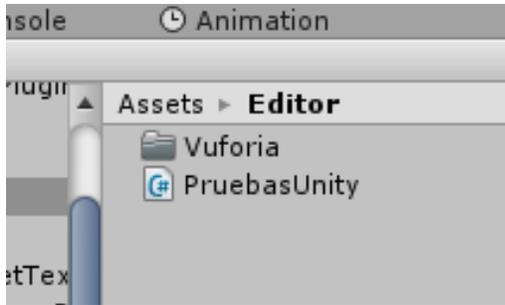


Figura 20 - Pruebas Unity.

Una vez se le haya dado un nombre al archivo, se procederá a abrirlo. Por defecto el archivo ya tiene unas líneas de código, para la realización de estas pruebas nos centraremos en el apartado de Test.

```
using UnityEngine;
using UnityEditor;
using UnityEngine.TestTools;
using NUnit.Framework;
using System.Collections;

public class PruebasUnity {

    [Test]
    public void PruebasUnitySimplePasses() {
        // Use the Assert class to test conditions.
    }

    // A UnityTest behaves like a coroutine in PlayMode
    // and allows you to yield null to skip a frame in EditMode
    [UnityTest]
    public IEnumerator PruebasUnityWithEnumeratorPasses() {
        // Use the Assert class to test conditions.
        // yield to skip a frame
        yield return null;
    }
}
```

Figura 21 - Código de pruebas.

Para esta prueba lo que se hizo fue acceder a la escena principal donde se encuentra las diferentes opciones de inicio de la aplicación y buscaremos el objeto Manager el cual es el encargado de ejecutar los códigos de re direccionamiento de toda la aplicación y la que se encarga de ocultar y mostrar las opciones según el caso que aplique. Para ello definimos el siguiente código.

```

[Test]
public void PruebasUnitySimplePasses() {
    // Use the Assert class to test conditions.
    EditorSceneManager.OpenScene("Assets/escena_pral.unity", OpenSceneMode.Single);
    var go = GameObject.Find("Manager");
    Assert.IsNotNull(go, "No existe el Objeto Manager en esta escena.");
}

```

Figura 22 - pruebas Unity simple passes.

Lo que realiza el código es acceder a la escena, una vez que haya accedido a la escena que se le haya dicho, se procede a buscar un objeto predefinido y se almacena en una variable, posteriormente a través de una funcionalidad de la herramienta de Test Runner se verifica si la variable es nula y de serlo se imprime el mensaje predefinido.

Primero nos cercioramos de que el objeto Manager existe en la escena principal, dicha escena tiene el nombre de escena_pral.

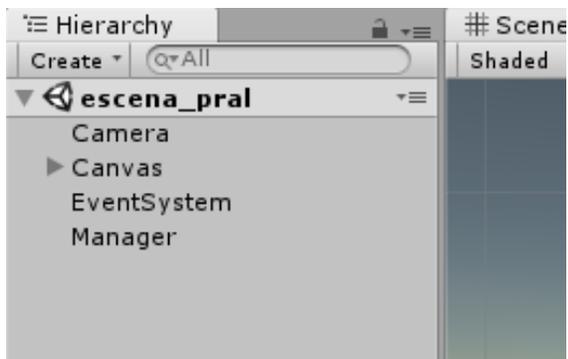


Figura 23 - pruebas Unity simple passes.

Después de verificar que se encuentra dicho objeto, en la ventana de Test Runner se procede a dar clic derecho sobre el último ítem del árbol que tiene el nombre que estipulamos cuando se creó el archivo y damos clic en Run.

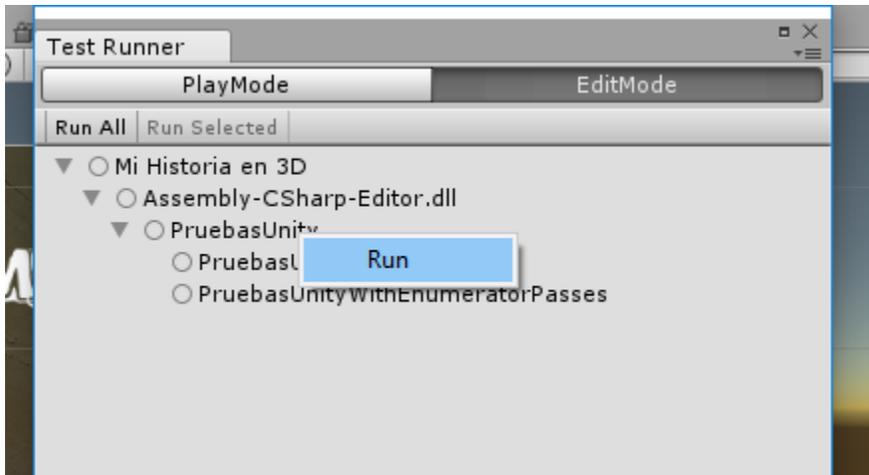


Figura 24 - pruebas Unity ítem árbol.

Si la ejecución no tuvo problemas en la misma ventana de Test Runner aparecerán unos chulos verdes los cuales dan a entender que la prueba se ejecutó correctamente y no se presentó ningún problema.

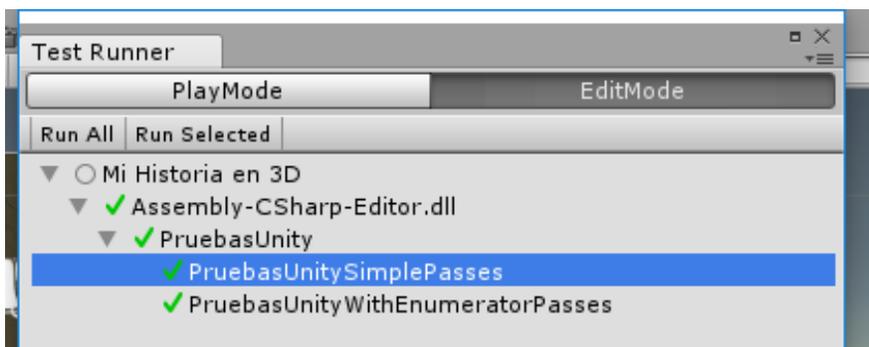


Figura 25 - pruebas unity Test Runner.

Ahora procederemos a cambiar el nombre del objeto que tiene que buscar en la escena por un nombre que no está en la escena, en este caso Manager.

```
[Test]
public void PruebasUnitySimplePasses() {
    // Use the Assert class to test conditions.
    EditorSceneManager.OpenScene("Assets/escena_pral.unity", OpenSceneMode.Single);
    var go = GameObject.Find("Mannager");
    Assert.IsNotNull(go, "No existe el Objeto Manager en esta escena.");
}
```

Figura 26 - pruebas unity Test Runner.

Volvemos a ejecutar la prueba y esta vez ya no saldrán los chulos de color verde si no que saldrá un icono de error, el cual da a entender que durante la ejecución de la prueba hubo un problema.

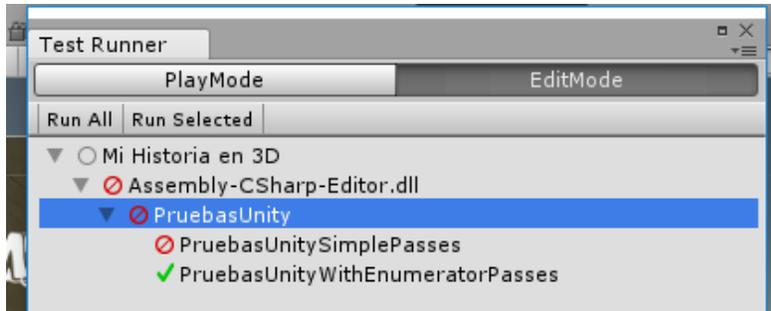


Figura 27 - pruebas Unity error en ejecución.

Si se observa la descripción del problema, se puede observar el mensaje de que el objeto no existe, el mismo mensaje que se estipulo en el código, para cuando el objeto fuera nulo.

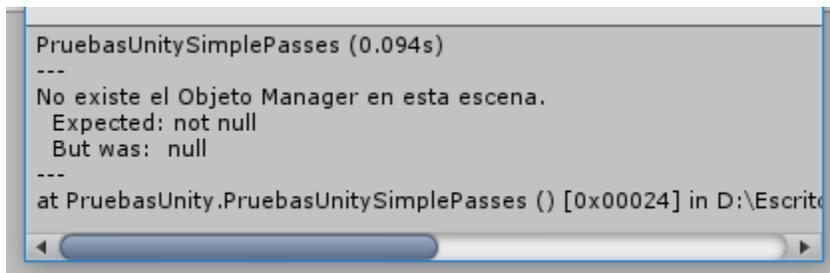


Figura 28 - pruebas Unity objeto nulo.

Iteración 2

Debido al éxito alcanzado en la iteración anterior solo se hizo necesario realizar algunas modificaciones en la etapa de desarrollo.

Desarrollo.

Se realizaron modificaciones a la interfaz en cuanto a colores y se habilitaron las funcionalidades de rotar, leer y ubicación dentro de la aplicación al momento de centrar la cámara en el marcador.



Figura 29 - Inicio de aplicación iteración 2.



Figura 30 - Opciones menú principal.

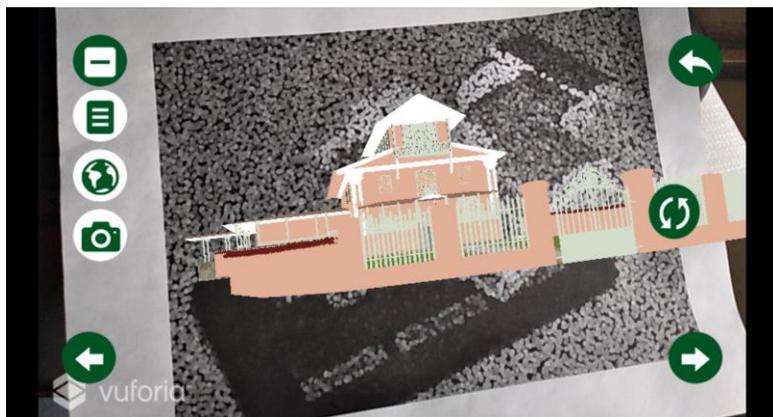


Figura 31 - Funciones aplicación modelo iteración 2.

Luego de los cambios aplicados en la segunda iteración, se evidenciaron algunas mejoras en las funcionalidades prestadas por la aplicación quedando de la siguiente manera.

Inicio de la aplicación

La aplicación es fácil de localizar dentro del cajón de aplicaciones o en la pantalla principal del dispositivo móvil, esto, a que su icono está conformado por la pantalla de inicio de la aplicación y uno de los modelos implementados en ella, la Casona Tulipana.



Figura 32 - Icono aplicación Mi Historia en 3D.

Menú principal

El menú principal de la aplicación se diseñó de tal forma que fuera fácil de leer y al mismo tiempo llamativo, se distribuye en 3 botones, el botón de inicio para acceder a las 2 modalidades con que cuenta la aplicación para mostrar los modelos, el botón de ayuda donde se visualiza la información de quienes participaron en el proyecto e información relevante de la aplicación y por último el botón de salir que es el encargado de finalizar la ejecución de la aplicación.



Figura 33 - pantalla de inicio Mi Historia en 3D.

Botón inicio

Luego de ingresar por el botón de inicio se evidencian otros dos botones, el botón de general y el botón de individual, aquí se selecciona la modalidad a través de la cual se va a ejecutar la aplicación, como se puede observar en cada pantalla se presenta una imagen diferente alusiva al municipio.



Figura 34 - botón inicio Mi Historia en 3D.

Botón general

Al oprimir este botón, se activa la cámara del dispositivo y se muestran los botones de siguiente, atrás y volver que permiten la navegación entre los diferentes modelos implementados en la aplicación, al fijar la cámara en el marcador general se activan los modelos y unas funcionalidades adicionales como lo son la historia, ubicación, compartir y rotar.



Figura 35 - botones de interacción Mi Historia en 3D.



Figura 36 - marcador general Mi Historia en 3D.



Figura 37 - funciones específicas modelo Mi Historia en 3D.

Botón individual

Al ingresar a través de este botón se visualizan cinco botones más, referentes a la cantidad de modelos con los que cuenta la aplicación dichos modelos son: Quinta Coburgo, la

Casona Balmoral, El Indio, la Iglesia y la Casona Tulipana, se conserva el principio de los marcadores a diferencia de que en esta sección cada modelo cuenta con un marcador diferente. Los marcadores se diseñaron con un efecto llamado puntillismo, dicho efecto permite resaltar puntos en la imagen que al ser utilizados en Vuforia obtienen una puntuación de cinco estrellas lo que los hace muy útiles para este tipo de aplicaciones.



Figura 38 - botón individual modelos Mi Historia en 3D.

Botón de ayuda

En el botón de ayuda, cuenta con dos opciones más, una de ellas es la de marcadores y la otra es la de manuales, ambas redirigen al usuario a la página web diseñada para la aplicación donde se encuentra información de las personas involucradas en el desarrollo, marcadores y manuales que facilitan el uso de la misma, el [Link de página](#).

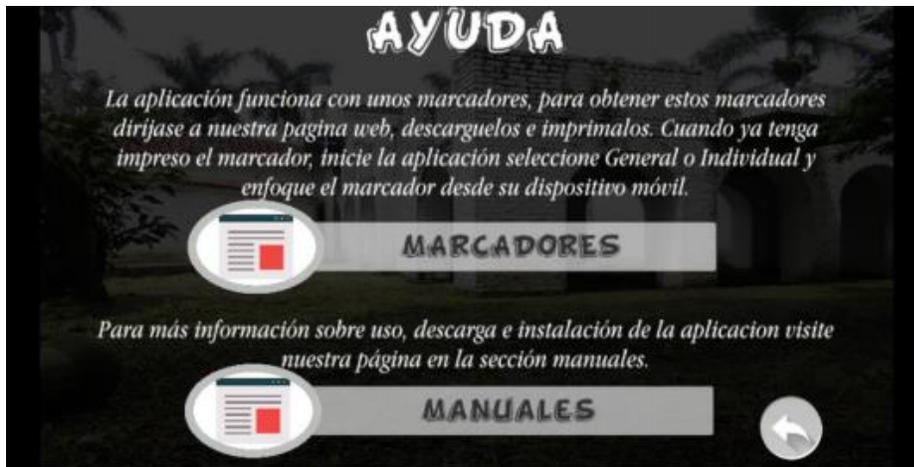


Figura 39 - botón ayuda, información de Mi Historia en 3D.

Entrega de artefactos

Aplicación.

La aplicación móvil que se desarrolló para este proyecto y que tiene como nombre “Mi Historia en 3D”, se encuentra subida en los servidores de la Play Store de Google.

La aplicación móvil se desarrolló en Unity, y funciona solamente en dispositivos móviles con sistema operativo Android. Aparte del desarrollo en Unity, se utilizó el software de Blender para la creación de los modelos en 3D de los sitios históricos.

Para la descarga de la aplicación solo basta con ir a la Play Store en un dispositivo móvil con sistema operativo Android o en el navegador de una computadora y escribir en el buscador Mi Historia en 3D. [Link de descarga.](#)

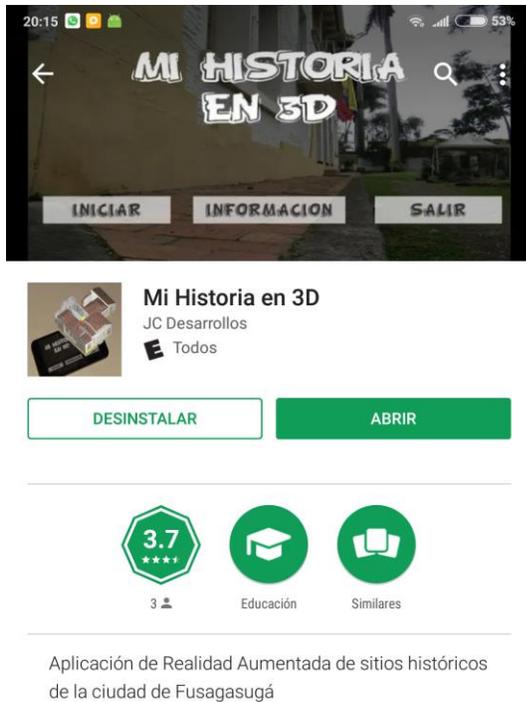


Figura 40 - Mi Historia en 3D en Google Play Store.

Página Web.

La página web que se desarrolló para este proyecto, se encuentra subida en un servidor de hosting gratuito llamado [000webhost](#). La página está basada en el lenguaje de hipertexto de HTML y en el framework de desarrollo de páginas web de [Bootstrap](#). Al estar la página en un servidor gratuito, una de las políticas que hay, es que cualquier sitio web que se encuentra bajo sus servidores debe de quedar inactivo durante una hora al día, es por ello que la página no estará en servicio entre las 02:00 am a 03:00 am. Esta hora se estipulo debido a que es una hora en la que hay poca concurrencia en el internet por parte del usuario promedio, lo cual no interferirá en el uso diario.

El contenido de la página es simple e interactivo, en ella se encuentra información sobre los marcadores (ImageTarget), manuales, objetivos, equipo de trabajo, entre otra información de interés. [Link de página](#).



Figura 41 - Inicio página web Mi Historia en 3D.

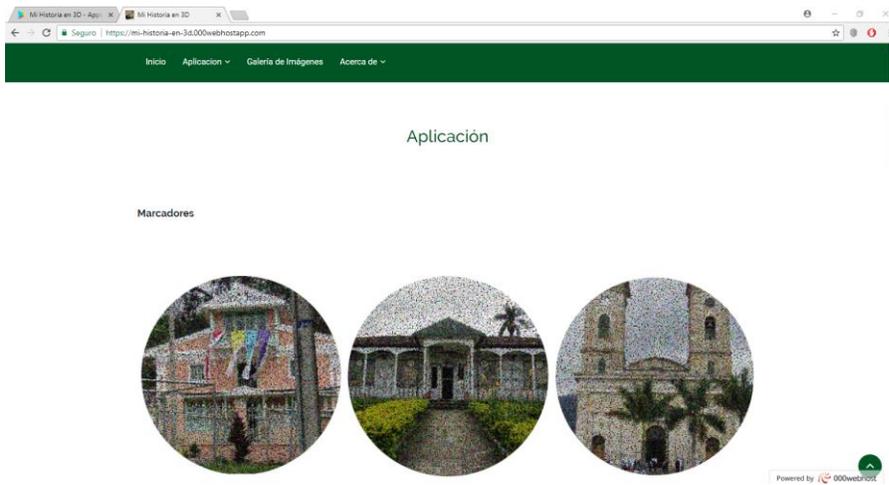


Figura 42 - Visualización de los marcadores dentro de la página web de Mi Historia en 3D.

Bibliografía

Blender: 3D en la Educación Introducción a Blender. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Recuperado de http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/181/cd/m1/qu_hace_blender.html

Francisco. (s.f.). ¿Qué es Blender?. Renderati. Recuperado de <http://www.renderati.com/render/%C2%BFque-es-blender/>

Joskowicz J. (2008). Reglas y Prácticas en eXtreme Programming. IEEE. Recuperado de <http://iie.fing.edu.uy/~josej/docs/XP%20-%20Jose%20Joskowicz.pdf>

Martínez Bencardino. C., (2005). Estadística y Muestreo Ciro Martínez Bencardino, Bogotá, Colombia, Ecoe Ediciones.

¿Qué es Unity y por qué lo veo en muchos de mis juegos?. Pro Android. Recuperado de <http://www.proandroid.com/que-es-unity-videojuegos/>

Serrano M. A.(2012). Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android. Análisis comparativo entre ellas. (Trabajo fin de Máster). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España . Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18028/Memoria%20TFM%20Ana%20Serrano.pdf?sequence=1>

Unity. (2018). Unity Test Runner. Recuperado de <https://docs.unity3d.com/Manual/testing-editor-test-runner.html>

Unity (motor de juego). Wikipedia. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Unity_\(motor_de_juego\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Unity_(motor_de_juego))