



Visita Virtual a la Iglesia de San Fernando

Nombre Estudiante: Julián Verón Piquero
Máster Universitario en Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles

Nombre Consultor/a: Francesc D'Assís Giralt Queralt

Profesor/a responsable de la asignatura: Carles Garrigues Olivella

Fecha de Entrega: 06/2017



Esta obra está sujeta a una licencia de
Reconocimiento-NoComercial
[3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/es/)

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	<i>Visita Virtual Iglesia de San Fernando</i>
Nombre del autor:	<i>Julián Verón Piquero</i>
Nombre del consultor/a:	Francesc D'Assís Giralt Queralt
Nombre del PRA:	<i>Carles Garrigues Olivella</i>
Fecha de entrega (mm/aaaa):	06/2017
Titulación::	Máster Universitario en Desarrollo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles
Idioma del trabajo:	<i>Castellano</i>
Palabras clave	<i>Unity, realidad virtual.</i>
Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras): <i>Con la finalidad, contexto de aplicación, metodología, resultados y conclusiones del trabajo.</i>	
<p>El trabajo fin de master consiste en la realización de una aplicación informática para la visita virtual de la Iglesia de San Fernando de Zaragoza con finalidad didáctica. Mostrará diferentes técnicas empleadas para el modelado, fotos antiguas y actuales, planos e historia de la Iglesia.</p> <p>La aplicación explicará todo el proceso seguido, tecnología empleada para el modelado de la iglesia, datos obtenidos, y resultados conseguidos.</p> <p>Se desarrollará utilizando Unity, motor de juegos que permite la compilación a diferentes plataformas, siendo el objetivo en este caso obtener una aplicación para móviles Android.</p> <p>Los resultados del trabajo serán públicos y se permitirá su uso y modificación siempre que no sea para un uso comercial.</p>	

Abstract (in English, 250 words or less):

The final master's work consists of the realization of a computer application for the virtual visit of the Church of San Fernando of Zaragoza with didactic purpose. It will show different techniques used for modeling, old and current photos, plans and history of the Church.

The application will explain all the process followed, technology used for church modeling, data obtained, and results achieved.

It will be developed using Unity, game engine that allows the compilation to different platforms, being the objective in this case to obtain an application for Android mobiles.

The results of the work will be public and its use and modification will be allowed, provided it is not for commercial use.

Índice

1. Introducción.....	1
1.1 Contexto y justificación del Trabajo.....	1
1.2 Objetivos del Trabajo.....	4
1.3 Enfoque y método seguido.....	5
1.4 Planificación del Trabajo.....	6
1.5 Breve resumen de productos obtenidos.....	7
1.6 Breve descripción de los otros capítulos de la memoria.....	10
2. Resto de capítulos.....	13
2.1 Descripción del edificio objeto.....	13
2.2 Breve historia del monumento.....	15
2.3 Generación del modelo 3D del monumento.....	17
2.3.1 Modelo mediante fotogrametría.....	17
2.3.2 Modelo mediante laser escaner 3D.....	18
2.3.3 Modelo mediante Blender.....	20
2.3.4 Comparación entre las diferentes técnicas de modelado.....	21
2.4 Usuarios de la aplicación y requisitos.....	22
2.5 Condiciones de uso.....	24
2.6 Contexto de uso.....	25
2.7 Escenarios de uso.....	26
2.8 Limitaciones de los dispositivos.....	27
2.9 Definición de los casos de uso.....	28
2.9.1 Diagrama UML.....	28
2.9.2 Listado de los casos de uso.....	29
2.10 Listado de las funciones que queremos tenga la app.....	33
2.11 Diseño de la arquitectura de la aplicación.....	34
2.12 Diagrama explicativo de la arquitectura del sistema.....	36
2.13 Prototipo de alto nivel de la aplicación.....	37
2.14 Evaluación de la aplicación.....	41
2.15 Implementación: Proyecto en Unity.....	43
2.15.1 Importación del proyecto en Unity.....	43
2.15.2 Compilación del proyecto en Unity.....	44
2.15.3 Pantalla introducción a la aplicación.....	45
2.15.4 Pantalla menú principal.....	45
2.15.5 Pantalla acerca de la iglesia.....	46
2.15.6 Pantalla localización.....	47
2.15.7 Pantalla historia.....	47
2.15.8 Pantalla fotos.....	49
2.15.9 Pantalla planos.....	50
2.15.10 Pantalla acerca del modelado.....	51
2.15.11 Pantalla acerca del modelado con láser escáner.....	51
2.15.12 Pantalla acerca del modelado con láser escáner exterior.....	52
2.15.13 Pantalla acerca del modelado con láser escáner interior.....	52
2.15.14 Pantalla acerca del modelado con fotogrametría.....	53

2.15.15 Pantalla acerca del modelado con Blender	53
2.15.16 Pantalla visita virtual.....	54
2.15.17 Pantalla agradecimientos.....	60
2.16 Tests	60
2.17 Repositorio público de aplicaciones	61
2.18 Recursos de terceros	62
2.19 Uso de recursos hardware del dispositivo.....	62
3. Conclusiones	63
4. Glosario.....	64
5. Bibliografía	65
6. Anexos	66
6.1 Manual de instalación.	66
6.2 Manual de usuario.....	68

Lista de figuras

Ilustración 1 English Church. Destinations	2
Ilustración 2 English Church. Destinations	2
Ilustración 3 English Church. Destinations	3
Ilustración 4 La Pedrera. Destinations	3
Ilustración 5 Sites in VR	4
Ilustración 6 Visita virtual Biblioteca Nacional de Chile	4
Ilustración 7 Tarazona Tour	4
Ilustración 8 Plano de la planta baja	13
Ilustración 9 Iglesia de San Fernando en la actualidad	14
Ilustración 10 Iglesia de San Fernando, Arquitecto Don Tiburcio del Caso.	15
Ilustración 11 Iglesia de San Fernando en la actualidad,	16
Ilustración 12 San Fernando recibiendo las llaves de Sevilla	16
Ilustración 13 Santiago Apóstol a caballo	16
Ilustración 14 Inmaculada	16
Ilustración 15 Modelado de la Iglesia San Fernando con Photoscan	17
Ilustración 16 Laser escáner 3D de Topcon	18
Ilustración 17 Laser escáner 3D de Faro	18
Ilustración 18 Modelo 3D obtenido mediante Laser Escáner	19
Ilustración 19 Modelo de la Iglesia obtenido mediante Blender	20
Ilustración 20 Botón volver	34
Ilustración 21 Pantalla Presentación inicial	37
Ilustración 22 Pantalla Menú principal	37
Ilustración 23 Pantalla Visita Virtual	37
Ilustración 24 Pantalla Acerca de la Iglesia	38
Ilustración 25 Pantalla Acerca del Modelado	38
Ilustración 26 Pantalla Historia	38
Ilustración 27 Pantalla Fotos	39
Ilustración 28 Pantalla Planos	39
Ilustración 29 Pantalla Localización	39
Ilustración 30 Pantalla Modelado con Photoscan	40
Ilustración 31 Pantalla Modelado con Laser escáner 3D mostrando un video	40
Ilustración 32 Pantalla Agradecimientos	40
Ilustración 33 Importación del proyecto en Unity	43
Ilustración 34 Proyecto de Unity importado	43
Ilustración 35 Compilación del proyecto en Unity	44
Ilustración 36 Pantalla introducción a la aplicación	45
Ilustración 37 Pantalla menú principal	46
Ilustración 38 Pantalla acerca de la iglesia	46
Ilustración 39 Pantalla localización	47
Ilustración 40 Pantalla historia en la versión original	48
Ilustración 41 Pantalla Historia en la versión definitiva	48
Ilustración 42 Pantalla fotos	49
Ilustración 43 Pantallas planos	50
Ilustración 44 Pantalla acerca del modelado	51
Ilustración 45 Pantalla acerca del modelado con láser escáner	51
Ilustración 46 Pantalla acerca del modelado con láser escáner exterior	52

Ilustración 47 Pantalla acerca del modelado con láser escáner interior	52
Ilustración 48 Pantalla acerca del modelado con fotogrametría	53
Ilustración 49 Pantalla acerca del modelado con Blender	53
Ilustración 50 Pantalla visita virtual	54
Ilustración 51 Objetos de la escena Visita Virtual	54
Ilustración 52 Terreno de la escena Visita Virtual	55
Ilustración 53 Propiedades del objeto terreno	55
Ilustración 54 Edificios próximos a la iglesia	56
Ilustración 55 Cámara en primera persona	56
Ilustración 56 Propiedades de la cámara	57
Ilustración 57 Imagen giroscopio en la visita virtual	57
Ilustración 58 Gamepad Netway	57
Ilustración 59 Cubos informativos	58
Ilustración 60 Propiedades de un cubo informativo	58
Ilustración 61 Botones del canvas	59
Ilustración 62 Objetos del canvas	59
Ilustración 63 Propiedades del modelo de la iglesia	59
Ilustración 64 Pantalla agradecimientos	60
Ilustración 65 Listado dispositivos en los que Play Store ha probado la app.	60
Ilustración 66 Publicación de la app en Play Store	61
Ilustración 67 Proceso instalación con un solo fichero	66
Ilustración 68 Instalación desde la Play Store	67

1. Introducción

1.1 Contexto y justificación del Trabajo

Actualmente el sector de la construcción está experimentando cambios importantes debido sobre todo a la implantación de la tecnología BIM, por un lado exigido por la Administración, por otro por la necesidad de intercambiar datos entre sí por la multitud de aplicaciones informáticas necesarias para el manejo de información de todo el ciclo de vida de un edificio: Revit, Presto, Cype, MDT, Civil 3D, Project, etc.

Desde hace tiempos se intentaba mostrar finalizado un edificio o vivienda al cliente antes de empezar las obras, sin embargo la solución alcanzada no siempre era satisfactoria. Un ejemplo de aplicación para móviles que sirve para este cometido es *Via Célere Visita Virtual*¹.

Hoy en día, el desarrollo espectacular en cuanto a capacidad de proceso y de almacenamiento de los equipos informáticos y de los dispositivos móviles permiten aplicaciones que hasta ahora eran imposibles, por ejemplo la utilización de la realidad virtual mediante gafas *HTC Vive* o *Oculus Rift* permiten generar experiencias de verdadera inmersión en el mundo que se quiere mostrar, en este caso de un edificio o de un monumento artístico.

Mi experiencia como docente en el área de Edificación y Obra Civil permite aportar una visión constructiva y educativa, añadida al enfoque informático necesario, para el desarrollo de una aplicación informática que sume los conocimientos en ambas disciplinas.

Mediante el presente Trabajo Fin de Master se pretende difundir el patrimonio artístico mediante el desarrollo de una aplicación que permita realizar una visita virtual a la Iglesia de San Fernando² situada en el barrio de Torrero de Zaragoza, conocer su historia, por qué fue construida, una introducción al arte que alberga, así como una visión educativa de las técnicas empleadas en el modelo 3D virtual de la misma, además exponiendo fotos, audios, videos y documentación en forma de planos Autocad.

La visita virtual se realizará al estilo de como lo hacen los juegos en primera persona, donde el usuario se mueve por un escenario e interactúa con él, para ello se va a modelar la Iglesia de San Fernando de diferentes formas, se compararán, y se explicará en la aplicación para que el usuario pueda entender el grado de complejidad de cada una, así mismo se decidirá cual es la más idónea para su implementación en dispositivos Android.

Recientemente, y coincidiendo con el lanzamiento de las principales marcas de gafas para realidad virtual como las mencionadas *HTC Vive*, o *Oculus Rift*, se han conocido

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bizionarmedia.viacelere>

² <https://www.google.es/maps/place/Iglesia+de+San+Fernando/@41.6339367,-0.8839026,65a,35y,49.39h,57.1t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd59151e92948ad9:0xafca4494647eee54!8m2!3d41.634557!4d-0.8829699>

aplicaciones que permiten visitar mundos virtuales, como por ejemplo la aplicación gratuita *Destinations*³, desarrollada con el SDK de Valve⁴.

Destinations permite visitar: La Pedrera, Mars, English Church, Hammer Examples, Turret Singers, Arcade Toss, Valve Lobby, y Tower Bridge. Particularmente a mí me ha encantado La Pedrera, y la iglesia inglesa, siendo la inspiración para la realización de este Trabajo Fín de Master.



Ilustración 1 English Church. Destinations

En la ilustración dos se puede observar como la aplicación despliega paneles informativos por allí donde pasa el usuario.



Ilustración 2 English Church. Destinations

³ <https://developer.valvesoftware.com/wiki/Destinations>

⁴ https://developer.valvesoftware.com/wiki/SDK_Docs

En la ilustración tres se puede observar unos troncos de pirámide de color azul los cuales muestran desde donde han sido tomadas las fotos para generar el modelo 3D mediante fotogrametría. La aplicación proporciona, mediante paneles que se van desplegando y mostrando al usuario, diversa información acerca de cuantas fotos fueron tomadas, pre-procesado de las mismas en Photoshop, la nube de puntos generada, horas de cálculo, exportación del modelo 3D, etc.



Ilustración 3 English Church. Destinations

La ilustración cuatro muestra la visita virtual a la Pedrera, explicando su historia, el uso actual que tiene, número de visitantes, y otros datos interesantes.



Ilustración 4 La Pedrera. Destinations

Los recursos hardware de las máquinas donde se ejecutan estas aplicaciones son elevados. Tarjetas gráficas como la NVidia Geforce 1070 o superior, 16 GB de memoria RAM, procesadores Intel i7, etc. Recursos no disponibles en los dispositivos móviles, por ello se plantea realizar la visita virtual con modelos reducidos o adaptados a los dispositivos actuales.

La mayoría de aplicaciones para móviles, sin embargo, que dicen realizar visitas virtuales a ciudades o monumentos no son simplemente mas que visualizadores de fotos 360° como la app *Sites in VR*⁵, la cual permite visitar diferentes paisajes, o las apps *Visita virtual Biblioteca Nacional de Chile*⁶, *Tarazona Tour*⁷, etc.



Ilustración 5 Sites in VR



Ilustración 6 Visita virtual Biblioteca Nacional de Chile



Ilustración 7 Tarazona Tour

⁵ <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.ercangigi.sitesin3d>
⁶ <https://itunes.apple.com/es/app/visita-virtual-biblioteca-nacional-de-chile/id687930326?mt=8>
⁷ <https://itunes.apple.com/es/app/tarazona-tour/id637825408?mt=8>

1.2 Objetivos del Trabajo

El objetivo principal del trabajo es obtener un producto educativo que facilite conocer el patrimonio, para lo cual se plantean estos objetivos parciales:

- Obtención del modelo 3D del monumento.
 - Exposición de diversas técnicas.
 - Visionar videos de diferentes técnicas de modelado del monumento.
 - Comparación entre las diversas técnicas y su explicación en la app.

- Conocimiento histórico del monumento:
 - Localizar la iglesia en un mapa.
 - Conocer la historia del monumento.
 - Conocer el estado actual del monumento.
 - Visionar fotos actuales y antiguas del monumento.
 - Visionar planos actuales del monumento.

- Visita virtual del monumento:
 - Trasladarse a través del modelo 3D del exterior del monumento.
 - Obtener información en forma de audios o paneles desplegados de aquello que el usuario esté visualizando.

Para la función localizar la Iglesia de San Fernando en un mapa será necesario conexión de datos a Internet bien a través de wifi o 3G, en el caso de no estar disponible la conexión se puede mostrar un video de su localización.

Hay que recordar que en la función de visita virtual se calcula la imagen a mostrar de la iglesia en tiempo real teniendo en cuenta donde se encuentra el player, por ello el requerimiento principal de los dispositivos que han de ejecutar la aplicación a desarrollar es que sean rápidos para que la experiencia por el usuario sea positiva. Cuando esté terminada la aplicación se probará en dispositivos con diferentes versiones de Android, en ese momento se determinará el nivel mínimo de la API Android.

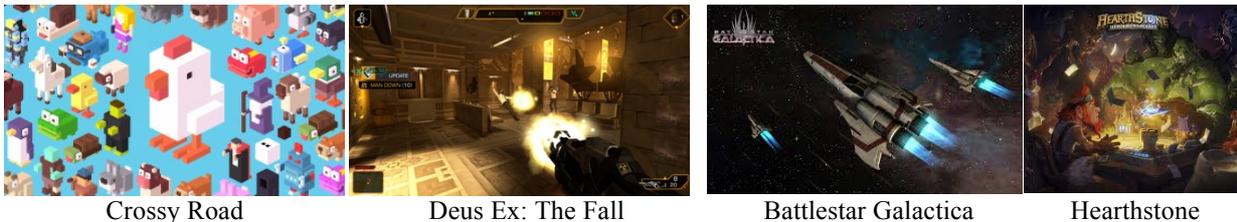
Para el resto de funciones de la aplicación no es necesario de otro tipo de hardware (acelerómetro, brújula, lector de huellas, gps,...) ya que no se utilizan.

1.3 Enfoque y método seguido

Se desea desarrollar una aplicación desde cero de un monumento del que no se dispone su modelo 3D, y al mismo tiempo sea posible llegar al máximo número de usuarios independientemente de la plataforma que estén utilizando.

Se podría pensar en utilizar un modelo cliente-servidor donde el servidor ofreciera la información que el cliente solicita, sin embargo la gran cantidad de datos a transmitir hace no aconsejable esta opción. Se opta porque la aplicación al ser instalada en el dispositivo ya lleve toda la información a mostrar, lo que probablemente supondrá que el tamaño en MB sea considerable.

Se ha planteado que se quiere llegar al máximo de plataformas posibles, por lo que se podría pensar en utilizar modelos de desarrollo híbridos, sin embargo las ventajas de los motores de juegos como Unity⁸ o Unreal⁹ permite crear aplicaciones nativas mediante compilaciones específicas para cada dispositivo. Una vez obtenida, por ejemplo, la aplicación para Android es rápido generarla para otras plataformas.



Ejemplos de juegos realizados con Unity

Existen muchas opiniones sobre las ventajas o desventajas de usar un motor de juegos frente a los IDE a los que están acostumbrados los programadores como Visual Studio¹⁰, Android Studio¹¹, XCode¹², etc como las que se pueden encontrar en Internet:

- [Advantages of the Unity Game Engine](#)¹³
- [What are the main pros and cons of Unity 3D and Unreal Engine?](#)¹⁴

En mi criterio, la decisión de utilizar Unity para este proyecto en vez de desarrollar la aplicación en Android Studio ha sido consecuencia de las ventajas que el motor de juegos ofrece, y que libera al programador de implementar todas las matemáticas relativas al movimiento del jugador e interacción con el entorno como choques con otros objetos, gravedad, explosiones, efectos de partículas, etc.

⁸ <https://unity3d.com/es>

⁹ <https://www.unrealengine.com/what-is-unreal-engine-4>

¹⁰ <https://www.visualstudio.com/es/>

¹¹ <https://developer.android.com/studio/index.html?hl=es-419>

¹² <https://developer.apple.com/xcode/>

¹³ <https://blog.udemy.com/unity-game-engine>

¹⁴ <https://www.quora.com/What-are-the-main-pros-and-cons-of-Unity-3D-and-Unreal-Engine>

1.4 Planificación del Trabajo

Recursos necesarios:

- Documentación histórica del monumento.
- Fotos del estado actual del monumento.
- Laser escáner 3D.
- Globos de helio.
- Cámara fotográfica.
- Software de modelado: Photoscan, Pix4D, Blender, Recap, CloudCompare, PointFuse, Meshlab, Scene, Netfabb.
- Software para el desarrollo de la aplicación: Unity.
- Planos.

Tareas a realizar:

Código	Descripción Tarea	Horas
T1	Prototipos a baja resolución y descripción de las pantallas a desarrollar.	10
T2	Obtención de las fotos necesarias.	6
T3	Obtención de videos generados por ordenador.	6
T4	Obtención de los modelos 3D a diferentes resoluciones.	60
T5	Generación de la pantalla inicial, y otras pantallas en las que se presentan las opciones.	6
T6	Generación de la pantalla que muestra fotos de la iglesia.	8
T7	Generación de la pantalla con la explicación histórica de la iglesia.	10
T8	Generación de la pantalla con la localización de la iglesia	10
T9	Generación de la pantalla que muestra planos de la iglesia.	10
T10	Generación de las pantallas que explican los diferentes modelos digitales de la iglesia.	15
T11	Generación de la pantalla que permite la visita virtual de la iglesia.	30
T12	Realizar documentación Memoria PEC1	20
T13	Realizar documentación Diseño PEC2	20
T14	Realizar documentación Implementación PEC3	20
T15	Realizar documentación Entrega Final	20
	Total	251

Hitos:

Memoria	PEC1	15 Marzo
Diseño	PEC2	5 Abril
Implementación	PEC3	17 Mayo
Entrega Final	E.F.	7 Junio

Calendario:

FEBRERO							MARZO							ABRIL						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5			PEC 2			1	2
6	7	8	9	10	11	12	6	7	PEC 1	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9
13	14	15	16	17	18	19	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16
20	21	22	23	24	25	26	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23
27	28						27	28	29	30	31			24	25	26	27	28	29	30

MAYO							JUNIO						
L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7			E.F	1	2	3	4
8	9	PEC 3	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11
15	16	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18
22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25
29	30	31					26	27	28	29	30		

Desde el miércoles 1 de marzo hasta el miércoles 7 de junio quedan 64 días lectivos y 13 fines de semana. Para llegar a cumplir con todas las tareas planificadas hay que dedicar:

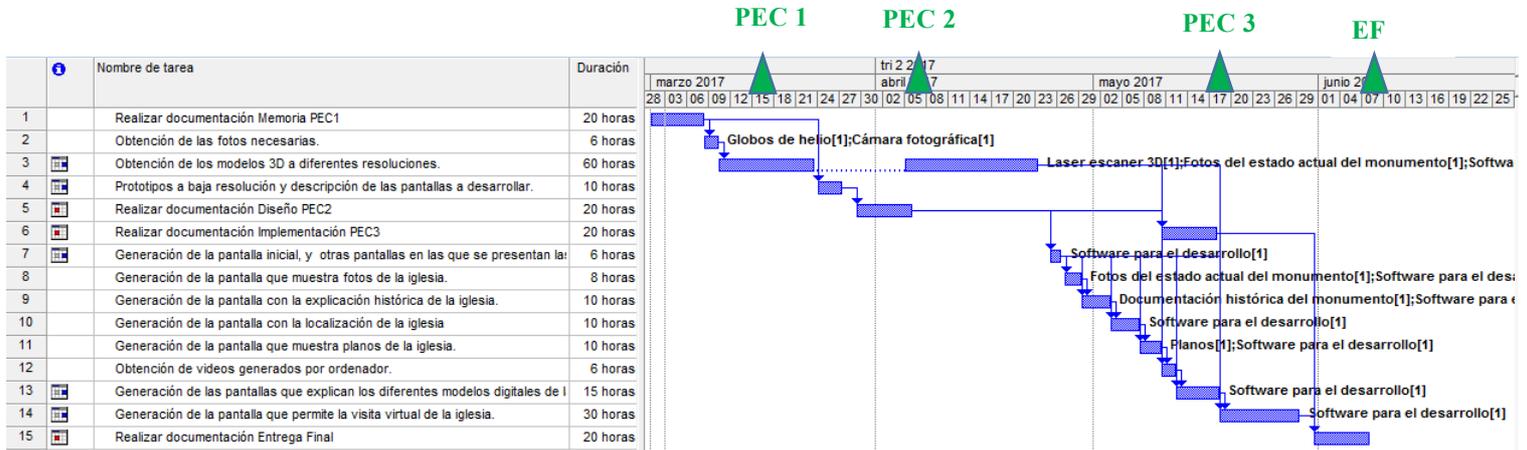
$$\begin{aligned}
 64 \text{ días lectivos} & * 3 \text{ horas diarias} = 192 \text{ horas} \\
 13 \text{ fines de semana} & * 4,5 \text{ horas/fds}^{15} = 59 \text{ horas} \\
 \text{Total} & = 251 \text{ horas}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, hay que dedicar una media de 3 horas los días lectivos, y unas 4,5 horas los fines de semana.

¹⁵ fds = fines de semana

Diagrama de Gantt:

El diagrama de Gantt presenta una temporalización para la realización de las tareas, las cuales se han dispuesto casi de una forma secuencial. Especialmente la tarea de *Documentación Implementación PEC3* podrá fluir de forma paralela a la generación de las pantallas.



El proyecto se ha desglosado en quince tareas resultando un total de 251 horas, de las cuales se pueden desglosar en :

- Tareas de realización memorias: T1, T5, T6, y T15, total 80 horas.
- Tareas de documentación necesaria del edificio: T2, T3, T12, total 72 horas.
- Tareas de prototipos, e implementación pantallas: T4, T7, T8, T9, T10, T11, T13, T14, total 99 horas.

En el diagrama de Gantt mostrado se puede observar los recursos asociados a cada tarea, así como las relaciones de dependencia entre las mismas.

A fecha de entrega de la tercera PEC se está cumpliendo con la planificación realizada e incluso se tiene bastante hecho de la actividad número 14, quedando por mejorar el movimiento del player en primera persona, mejorar iluminación, y quizás poner algún cubo informativo más por la parte posterior de la iglesia.

A fecha de entrega de la última PEC se han cumplido los plazos, e incluso se han incorporado detalles a la aplicación que en un principio no se habían contemplando.

1.5 Breve resumen de productos obtenidos

El resultado es un proyecto desarrollado en Unity el cual se compilará para obtener una aplicación utilizable en dispositivos móviles Android.

Manual de usuario de la aplicación.

Se obtendrá una comparativa de los diferentes modelos del edificio objeto indicando cual es el más idóneo para dispositivos móviles.

Vídeo demostrativo del uso de la aplicación.

1.6 Breve descripción de los otros capítulos de la memoria

Los capítulos de la memoria a desarrollar son:

- **Descripción del edificio objeto:**

En este capítulo se expone la localización del monumento, las limitaciones existentes debidas a su localización, usos y características principales.

- **Historia del monumento**

Descripción de la época en la que se construyó, sus orígenes, y avatares sufridos a lo largo de la historia.

- **Generación del modelo 3D del monumento:**

Descripción de los métodos usados para su modelado: fotogrametría, escaner laser, y modelado con Blender.

Ventajas e inconvenientes de cada uno para su implementación en dispositivos móviles.

- **Usuarios de la aplicación y requisitos:**

Conocer las características de los usuarios, sus necesidades y objetivos.

- **Condiciones de uso:**

Condiciones en que se utilizará la aplicación, es decir cómo, cuándo y dónde van a utilizar nuestra aplicación los perfiles de usuario.

- **Contexto de uso:**

Contextos en las que cada usuario utiliza la app, las circunstancias cuando la usan.

- **Escenarios de uso:**

Descripción de cómo utilizará la aplicación móvil en un contexto concreto.

- **Limitaciones de los dispositivos:**

Requerimientos hardware de la aplicación.

- **Definición de los casos de uso**

Definición de los casos de uso utilizando los diagramas UML y listado de la descripción de todos ellos.

- **Diseño de la arquitectura de la aplicación**

Definición de la arquitectura del sistema, identificando las entidades que se representarán en la base de datos, las clases y objetos que se utilizarán.

- **Listado de las funciones que queremos tenga la app:**

Identificación de las funciones que se van a implementar.

- **Flujos de interacción:**

Esquema con los posibles caminos entre pantallas que puede realizar el usuario en la aplicación.

- **Prototipo de alto nivel de la aplicación:**

Presentación de las diferentes pantallas que van a implementar en la aplicación.

- **Evaluación de la aplicación:**

Planificación de la evaluación de la aplicación, identificando los dispositivos y personas implicadas.

- **Implementación: Proyecto en Unity:**

Explicación de la estructura del proyecto, assets, escenas, objetos, scripts, etc.

Descripción del producto obtenido.

2. Resto de capítulos

2.1 Descripción del edificio objeto.

El edificio objeto de este proyecto de innovación es “La Iglesia de San Fernando” ^[1] situada en el interior del acuartelamiento del mismo nombre situada en Zaragoza capital.

La Iglesia de San Fernando fue declarada Bien de Interés Cultural por Real Decreto de 29 de diciembre de 1978 del Ministerio de Cultura, publicado en el «Boletín Oficial del Estado» de 20 de febrero de 1979, y mediante orden de 29 de abril de 2002 del Departamento de Cultura y Turismo publicada en BOA el 22 de mayo de 2002 delimitó la Iglesia y su entorno de protección.

La iglesia es uno de los mejores ejemplos de la arquitectura neoclásica religiosa en Aragón ^[2] ^[3]. Consta de una planta centralizada, casi cuadrada, formada por un gran espacio circular cubierto por una enorme cúpula sobre tambor, peraltada y rematada por una linterna. Este espacio central se encuentra ampliado longitudinalmente por dos tramos rectangulares, que hacen las veces de acceso y presbiterio, y transversalmente por dos exedras a modo de capillas laterales.

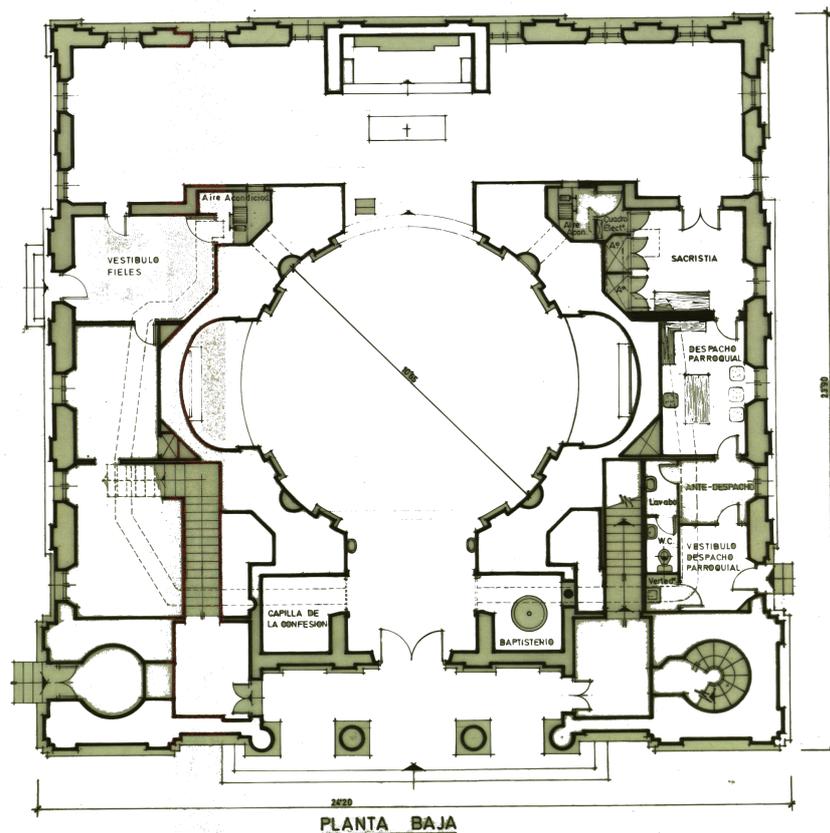


Ilustración 8 Plano de la planta baja

La decoración interior es sobria, acorde con el estilo neoclásico de todo el edificio, a base de pilastras adosadas, molduras de diversos perfiles y motivos vegetales realizados en yeso.

Al exterior, destaca la fachada principal, dividida en tres partes:

- el pórtico saliente, el cual consta de cuatro columnas pétreas de orden jónico con guirnaldas colgantes y frontón simple,
- y las dos torres que lo flanquean.

Se trata de un pórtico coronado por un frontón triangular, que aparece unido por medio de una balaustrada al cuerpo superior de las torres laterales, rematadas por un estilizado chapitel.

Tras la fachada se alza la cúpula miguelangelesca sobre tambor de ocho ventanas. Una grácil linterna la remata, acrecentando su vistosidad la teja vidriada negra que la cubre.



Ilustración 9 Iglesia de San Fernando en la actualidad

2.2 Breve historia del monumento^[4]

Es un ejemplo de la arquitectura religiosa neoclásica en Aragón, construida gracias a la iniciativa de Ramón Pignatelli. A él se debe la idea de construir la iglesia en los altos de Torrero para que se utilizara como parroquia por las familias que habían trabajado en la construcción del Canal Imperial de Aragón.

Fallecido Ramón Pignatelli en 1793 comenzaron los trabajos bajo la protección del Conde de Sástago y dirección del arquitecto D. Tiburcio del Caso en 1796, terminándose en 1799. Por problemas jurisdiccionales no se consagró hasta 1802, siendo puesta en culto el día 30 de mayo de 1802.



Ilustración 10 Iglesia de San Fernando, Arquitecto Don Tiburcio del Caso.

En su interior se podían encontrar tres cuadros de Goya:

- Aparición de Isidro a San Fernando ante los muros de Servilla.
- San Hermenegildo en prisión
- Curación milagrosa de una enferma por Santa Isabel de Aragón.

Durante la Guerra de la Independencia los cuadros de Goya fueron sustraídos por los franceses y el templo sufrió graves daños, por lo que debió ser restaurada en 1813 por el mismo arquitecto que la construyó, Tiburcio del Caso.

Fue abierta de nuevo al culto el 24 de diciembre de 1813 siendo sustituidos los Goyas robados por:

- San Fernando de Manuel de Aguirre.
- Santa Rosa de Lima
- San Hugo de Cluny rechazando la tierra.

En 1933 se dispone la entrega del templo al Ministerio de Hacienda, hasta que, con fecha 21 de abril de 1971 la iglesia fue devuelta al Ejército por el Ministerio de Hacienda.



Ilustración 11 Iglesia de San Fernando en la actualidad, situada en el Acuartelamiento de San Fernando en Zaragoza.

Las pinturas que contenía fueron expoliadas en la década de 1960, siendo las actuales del pintor Juan Bautista Topete y de Grassa. Para el altar mayor realizó un “San Fernando recibiendo las llaves de Sevilla”, en los lados “Santiago Apóstol a caballo” y una “Inmaculada”.



Ilustración 12 San Fernando recibiendo las llaves de Sevilla



Ilustración 13 Santiago Apóstol a caballo



Ilustración 14 Inmaculada

2.3 Generación del modelo 3D del monumento.

A la hora de realizar levantamientos arquitectónicos se abre la posibilidad de aplicar distintas técnicas usando instrumental con gran innovación tecnológica como son: escáner laser terrestre, fotogrametría digital terrestre o mediante drones.

El modelo de la Iglesia de San Fernando se ha obtenido utilizando tres técnicas distintas:

- Mediante fotogrametría.
- Mediante Laser escáner 3D
- Modelado con Blender.

2.3.1 Modelo mediante fotogrametría.

La fotogrametría permite obtener un modelo 3D a partir de un conjunto de imágenes del objeto, las cuales han de cumplir la característica de tener un solapamiento entre ellas entorno al 75%. El avance espectacular producido en los últimos años en cuanto al software de análisis de imágenes, y en cuanto a los diferentes métodos de obtención de las fotografías, permite obtener modelos de gran precisión.

El software utilizado ha sido Photoscan, habiendo tomado unas 2000 fotografías del edificio aunque sólo se han utilizado finalmente unas 450 para la generación del modelo 3D.

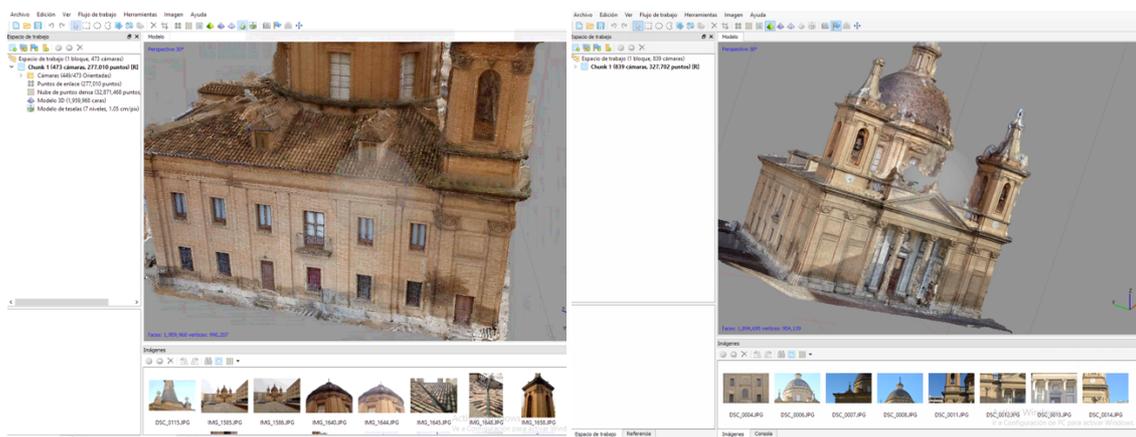


Ilustración 15 Modelado de la Iglesia San Fernando con Photoscan

El modelo obtenido de la Iglesia San Fernando tiene 1.959.968 caras y 990.207 vertices. El modelo con extensión obj ocupa 214 MB y en fbx 84MB.

2.3.2 Modelo mediante laser escaner 3D.

Un laser escaner 3D es un dispositivo que mediante un laser es capaz de tomar cientos de miles de puntos por minuto de un objeto. La nube de puntos obtenida es tratada mediante software posibilitando la reconstrucción 3D del objeto. Para obtener la nube de puntos de la Iglesia de San Fernando se han utilizado dos laser escaner de diferente marca.



Ilustración 16 Laser escáner 3D de Topcon



Ilustración 17 Laser escáner 3D de Faro

El laser escaner 3D de la marca Topcon se posicionó en once localizaciones distintas obteniendo la malla de las fachadas y parte de la cúpula. El laser escaner 3D de la marca Faro se posicionó en cuatro localizaciones distintas obteniendo principalmente información de la cúpula.

Uniendo las nubes de puntos parciales se obtuvo la nube de puntos de toda la Iglesia formada por 50 millones de puntos ocupando el fichero en formato recap aproximadamente dos GigaBytes. Se obtiene de media un punto cada cinco milímetros.

Para el manejo, limpieza, construcción de la malla, exportación a diferentes formatos, etc se ha utilizado diverso software como Autodesk Recap, Scene, Meshlab, CloudCompare, PointFuse, y Autodesk Netfabb.



Ilustración 18 Modelo 3D obtenido mediante Laser Escáner

2.3.3 Modelo mediante Blender.

[Blender](#) es un software Open Source gratuito. Permite modelado 3D, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, incluso la edición de vídeo y creación de juegos.

Se ha realizado el modelado completo de la Iglesia de San Fernando desde cero en Blender, obteniendo unos ficheros en formato obj o en formato fbx utilizables en Unity.

Los video tutoriales para el modelado de la Iglesia en Blender se pueden descargar desde Youtube ¹⁶ “Curso de Blender para el proyecto de Innovación de la Iglesia de San Fernando”, del cual he sido coordinador, realizado en el CPIFP Corona de Aragón de Zaragoza durante el mes de abril de 2017.



Ilustración 19 Modelo de la Iglesia obtenido mediante Blender

¹⁶ <https://www.youtube.com/playlist?list=PLXdEcajriWg84-82ACuFKIS7PQ9jtsP0J>

2.3.4 Comparación entre las diferentes técnicas de modelado.

Las tres técnicas tienen ventajas e inconvenientes, centrándonos en el edificio objeto se pueden resumir en:

Fotogrametría	
Ventajas:	Inconvenientes:
<ul style="list-style-type: none"> • No es necesario de equipos caros. Con una cámara es suficiente. • Existe versión trial de los programas como Photoscan, Pix4D, Recap 360, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para obtener fotos de la cúpula es necesario subir a azoteas de edificios próximos, o utilizar globos de helio. • Son necesarias muchas horas de cálculo por el software para obtener el modelo 3D. • Es necesario obtener buenas fotos, con buena iluminación, sin sombras ni brillos. Es recomendable obtener todas las fotos el mismo día en las mismas condiciones. • El modelo 3D suele tener incongruencias, partes duplicadas, huecos, etc. Hay que limpiarlo con posterioridad. • El modelo 3D obtenido suele tener cientos de miles o millones de caras, por lo que dificulta su tratamiento. • Los ficheros generados suelen ser de gran tamaño en MB.

Laser escaner	
Ventajas:	Inconvenientes:
<ul style="list-style-type: none"> • Precisión de la nube de puntos del orden de unos pocos milímetros. • Multitud de software gratuito para manejo de nubes de puntos. • El modelo obtenido es fiel reflejo de la realidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los equipos laser escaner, a fecha de hoy, son muy caros. • Para manipular la nube de puntos es necesario ordenadores rápidos. • Los ficheros generados suelen ser de gran tamaño en MB. • En el caso de no haber tomado puntos desde todos los ángulos posibles el modelo 3D generado puede tener huecos.

Blender	
Ventajas:	Inconvenientes:
<ul style="list-style-type: none"> • Software gratuito. • Los ficheros obtenidos ocupan poco espacio. • El modelo obtenido es un cuerpo cerrado, sin huecos, muy válido para imprimir en impresora 3D. • Idoneo para utilizar en Unity. 	<ul style="list-style-type: none"> • El modelo obtenido es una versión simplificada de la realidad. • Puede haber elementos en la realidad, como molduras, imposibles de reproducir. • Es necesario emplear muchas horas de aprendizaje de la aplicación y posteriormente para generar el modelo del objeto.

2.4 Usuarios de la aplicación y requisitos.

El objetivo de la primera fase es el de conocer las características de los usuarios, sus necesidades y objetivos.



Santiago
Militar de carrera

Datos
28 años
Soltero
Alferez del Ejercito de Tierra

Comportamientos

Utiliza sus dispositivos móviles a diario, y su teléfono móvil es una herramienta fundamental en su trabajo. También lo utiliza con asiduidad en su tiempo de ocio.

Es un gran apasionado de todo lo que tiene que ver con la vida militar.

No le importa invertir su dinero en dispositivos electrónicos aunque sean caros.

Necesidades y Objetivos

Quiere tener la información al instante.

Recibir información detallada de la Iglesia en la que aspira a casarse.



Pérez Jaime
Arquitecto

Datos
32 años
Experto en software de modelado

Comportamientos

Gran investigador e innovador en la forma de presentar sus productos a sus clientes.

Analiza a la competencia para poder diseñar presentaciones mejores que ellos.

Aficionado a los juegos de realidad aumentada y de la realidad virtual.

Necesidades y Objetivos

Utilizar la realidad virtual para mostrar sus creaciones a los clientes.

Aprender las diferentes técnicas de modelado, y conocer las ventajas e inconvenientes de cada una.



Angélica
Guía turística

Datos

40 años
Casada

Compatibiliza su vida familiar con
la profesional

Comportamientos

Utiliza las nuevas tecnologías para completar sus conocimientos acerca de la historia de su ciudad.

Sólo cuando sus niños se han ido a la cama tiene tiempo para documentarse.

Su casa no es muy grande, lo que le imposibilita tener documentación impresa relativa al ejercicio de su actividad profesional.

Necesidades y Objetivos

Conocer los detalles de los monumentos artísticos de su ciudad.

Poder explicar a sus turistas monumentos que normalmente están cerrados al público e incluso a ella misma.



Martina
Estudiante

Datos

22 años
Vive sola

Comportamientos

Le encanta viajar y conocer nuevos lugares.

Utiliza su smartphone a cualquier hora para conocer las ciudades que visita.

Dispone de tarifa de datos 4G para grandes consumos.

Necesidades y Objetivos

Visitar virtualmente con anterioridad los monumentos o ciudades, para así aprovechar mejor el tiempo durante los viajes.

2.5 Condiciones de uso

En este apartado vamos a analizar las condiciones en que se utilizará la aplicación, es decir cómo, cuándo y dónde van a utilizar nuestra aplicación los perfiles de usuario vistos anteriormente. De este modo podremos definir los contextos de uso y servirá para detectar las funcionalidades que deberá tener la aplicación para satisfacer a nuestros usuarios.

	<p>PERFIL 1: Santiago. Militar de carrera. Santiago tiene devoción a San Fernando debido a que es el patrón de las Fuerzas Armadas. Ocasionalmente puede visitar la Iglesia de San Fernando, sin embargo le gusta mostrar con su Smartphone la Iglesia a sus allegados, los cuales no han podido visitarla.</p>
	<p>PERFIL 2: Pérez Jaime. Arquitecto Por edad y por aficiones Pérez Jaime es un gran consumidor de información técnica. Probablemente aprovechará cualquier momento disponible para estar al tanto de los últimos avances tecnológicos. Para ello utilizará tanto sus tabletas como Smartphones.</p>
	<p>PERFIL 3: Angélica. Guía turística. Angélica consultará mediante su tableta nuestra app al acabar el día, momento que utilizará para relajarse y descubrir datos curiosos que pueden serle útiles en su trabajo.</p>
	<p>PERFIL 4: Martina. Estudiante. Martina consultará nuestra app debido a su labor de búsqueda de información de la ciudad que quiere visitar, en este caso Zaragoza. La consulta será realizada en cualquier momento previo o durante los días que dure su visita. Podrá utilizar su tableta o su teléfono.</p>

2.6 Contextos de uso

En este apartado vamos a analizar los contextos en las que cada usuario utiliza la app, las circunstancias cuando la usan.

Contextos de uso de Santiago:

Santiago utilizará la aplicación en diferentes contextos:

- En compañía de amigos o familiares mostrándoles la iglesia declarada Bien de Interés Cultural.
- De forma individual, comparando sus conocimientos con los que muestra la app.

Contextos de uso de Pérez Jaime:

Pérez Jaime, aprovechando el carácter pedagógico de la aplicación, la utilizará para observar cómo modelan edificios otras personas, y analizar la experiencia de usuario en la visita virtual para poder aplicarlo en sus proyectos profesionales, por ello utilizará la aplicación en diferentes dispositivos y normalmente sin compañía. Ocasionalmente utilizará la app en compañía de algún colega de trabajo o cliente para mostrar puntos similares que quieren alcanzar, o buscar técnicas alternativas.

Contextos de uso de Angélica:

Tras la jornada de trabajo, Angélica utilizará en su casa el dispositivo móvil que le sea mas cómodo para utilizar la app. Probablemente pueda enseñar la app a algún compañero/a de trabajo, durante alguna pausa, mostrándole las curiosidades de la aplicación.

Contextos de uso de Martina:

Martina utilizará la app antes y durante su visita a Zaragoza, bien sea para confirmar donde se encuentra el monumento artístico o bien previamente para informarse acerca del monumento. Podrá hacerlo sola o en compañía.

2.7 Escenarios de uso.

Un escenario de uso describe desde el punto de vista del usuario cómo utilizará la aplicación móvil en un contexto concreto, de este modo se pueden determinar las necesidades de los usuarios y de diseño.

Escenarios de Santiago:

Santiago, en su tiempo libre, probablemente en casa utilice su Smartphone o su Tablet para realizar la visita virtual al monumento. En cambio, cuando esté con familiares o amigos probablemente les mostrará las fotos en su dispositivo móvil.

Escenarios de Pérez Jaime:

Cuando Pérez Jaime se haya descargado la app, probablemente sólo y en su casa, repasará todas las opciones centrándose en las técnicas de modelado y en la visualización de planos. De forma puntual, en compañía de otra persona, utilizará la app en su despacho o en el de un posible cliente para explicarle diferentes técnicas de modelado, sus ventajas e inconvenientes.

Escenarios de Angélica:

A Angélica le interesa la historia del monumento y el estado en el que se encuentra actualmente, por ello, leerá tranquilamente en su casa lo que la aplicación acerca de ello explica, y visionará las fotos. De forma ocasional, mientras realiza un descanso tomando un café, le podrá comentar la aplicación a algún compañero.

Escenarios de Martina:

Martina utiliza la aplicación en múltiples escenarios. Puede utilizarla en casa previamente a la visita para identificar aquello que quiere ver, o puede utilizarla mientras está en la ciudad para localizar la iglesia, o incluso mientras está visitando el monumento para comparar cómo era el estado del monumento anteriormente y cómo es en la actualidad.

2.8 Limitaciones de los dispositivos:

La aplicación va a ser la misma para tabletas que para teléfonos bajo el sistema operativo Android, por lo que sólo variará el espacio disponible en pantalla para representar la información. La información se mostrará siempre en apaisado, por lo tanto se restringirá el giro de la pantalla del dispositivo móvil.

Requerimientos hardware de la aplicación sólo es tener conexión a Internet, no porque la necesita la aplicación ella misma, sino porque en la pantalla de localización se pretende mostrar un pequeño video de aproximación a la ciudad de Zaragoza realizado con Google Earth y posteriormente lanzar la aplicación de Google Maps la cual si necesita de una conexión de datos.

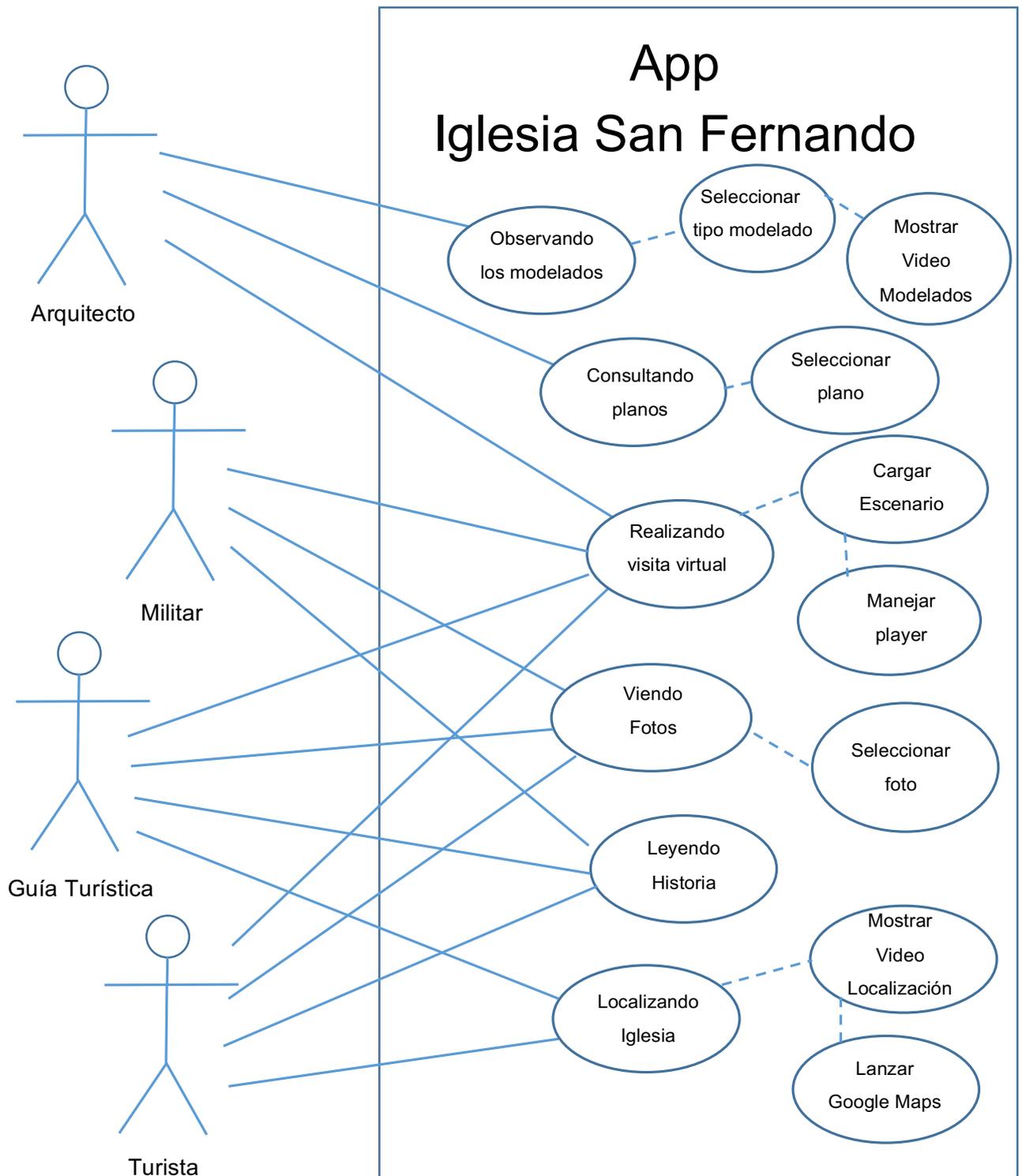
Las tabletas permitirán representar la información en un mayor espacio de la pantalla, mayor claridad al exponerla, y en algunas pantallas de nuestra aplicación se deberá organizar la cantidad de elementos a mostrar en función del espacio disponible.

Los teléfonos móviles tienen el tamaño de pantalla ideal para mostrar algunas pantallas de la aplicación como listados, pero quizás son un poco pequeñas para mostrar textos largos o mapas por lo que habrá que aprovecharla al máximo.

2.9 Definición de los casos de uso

En este apartado se definirán los casos de uso, los cuales servirán para establecer las funcionalidades de la aplicación. Dichas funcionalidades serán derivadas de los escenarios de uso y el prototipo definidos durante el DCU.

2.9.1 Diagrama UML:



2.9.2 Listado de los casos de uso:

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Observando los modelados.
Actores:	Arquitecto.
Función:	Mostrar diferentes técnicas de modelado de edificios, explicando las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.
Descripción:	Se podrá elegir entre las técnicas de modelado mediante fotogrametría, mediante láser escáner 3D, y mediante modelado con Blender. Se mostrará un video de los resultados obtenidos, y se escuchará un audio con los comentarios acerca de cada técnica.
Pre condición:	Ninguna
Post condición:	Elegir una opción de modelado o pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Consultando planos.
Actores:	Arquitecto.
Función:	Mostrar planos actuales de la Iglesia.
Descripción:	Se ofrecerá un listado de planos actuales de la Iglesia. El usuario podrá elegir entre los propuestos, y mostrar el seleccionado. El plano contendrá las principales cotas.
Pre condición:	Haber pulsado en Acerca de la Iglesia.
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Realizando visita virtual.
Actores:	Arquitecto, Militar, Turista, Guía turística.
Función:	Mostrar un modelo 3D del edificio, en el que el player podrá moverse virtualmente y recibir información.
Descripción:	El player podrá moverse por un escenario 3D recreación de la Iglesia de San Fernando. El usuario podrá recibir información si se acerca a determinadas localizaciones.
Pre condición:	Haber pulsado en botón "Visita virtual"
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Viendo fotos.
Actores:	Militar, Turista, Guía turística
Función:	Visualización de fotos de la Iglesia.
Descripción:	Se mostrará una pantalla con un listado de fotos. El usuario podrá pulsar en alguna foto, y se mostrará a pantalla completa en el dispositivo. Al volver a pulsar, se volverá al listado de fotos.
Pre condición:	Haber pulsado el botón “Fotos”.
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Leyendo historia.
Actores:	Militar, Turista, Guía turística
Función:	Mostrar una breve referencia histórica de la Iglesia.
Descripción:	Se mostrará una pantalla en la que se podrá leer un texto explicativo de la historia de la Iglesia. En el caso de que el texto a mostrar sea más grande que la pantalla del dispositivo se presentará una barra de scroll.
Pre condición:	Haber pulsado en el botón “Historia”.
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Localizando Iglesia.
Actores:	Turista, Guía turística.
Función:	Pantalla que permite localizar la Iglesia en un mapa.
Descripción:	Se mostrara la localización de la Iglesia, bien con un video o lanzando la aplicación Google Maps para que el usuario pueda encontrar el camino más corto.
Pre condición:	Haber pulsado en el botón “Localización”
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Seleccionar tipo de modelado
Actores:	Arquitecto.
Función:	Selección de la técnica de modelado.
Descripción:	Se muestra una pantalla con las diferentes técnicas de modelado. El usuario seleccionará aquella de la que quiera recibir información. Se abrirá otra pantalla la cual mostrará un video con la información.
Pre condición:	Haber pulsado en el botón “Acerca del modelado”
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Seleccionar plano
Actores:	Arquitecto.
Función:	Mostrar planos de la Iglesia.
Descripción:	Se mostrará un listado de planos, y cuando el usuario pulse en algún plano se mostrará a pantalla completa.
Pre condición:	Haber pulsado en el botón “Planos”
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Cargar escenario
Actores:	Arquitecto, Militar, Turista, Guía turística.
Función:	Generar un escenario con el modelo 3D de la Iglesia.
Descripción:	Genera un mundo virtual en el que se puede apreciar el edificio de la Iglesia con unas proporciones adecuadas, y teniendo en cuenta principios de la física como la gravedad, obstáculos, interacción con elementos, límites de la zona a visitar, etc.
Pre condición:	Dispositivo móvil con suficiente memoria y capacidad de proceso. Haber pulsado en el botón “Visita Virtual”.
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Manejar player
Actores:	Arquitecto, Militar, Turista, Guía turística.
Función:	Permite mover el player en la escena en primera persona.
Descripción:	Permite mover el player en la visita virtual tanto con teclado como en dispositivos móviles con pantallas táctiles o con mandos de juego tipo joystick.
Pre condición:	Haber cargado el escenario.
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Seleccionar foto
Actores:	Militar, Turista, Guía turística.
Función:	Mostrar y ocultar la foto seleccionada.
Descripción:	Detecta la selección del usuario y muestra la foto a pantalla completa. Cuando vuelve a pulsar el usuario se oculta la foto y se vuelve a mostrar el listado de fotos.
Pre condición:	Haber pulsado en una determinada foto.
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Mostrar Video Localización
Actores:	Turista, Guía turística.
Función:	Reproduce el video de Google Earth.
Descripción:	Reproduce un video de introducción a la localización de la Iglesia situándola en Zaragoza capital.
Pre condición:	Haber pulsado en el botón “Localización”.
Post condición:	Pulsar botón volver.

App Iglesia San Fernando	
Descripción del caso de uso	
Nombre:	Lanzar Google Maps.
Actores:	Turista, Guía turística.
Función:	Ejecuta la app de Google Maps
Descripción:	En el caso de que esté instalada la aplicación Google Maps se lanza para que el usuario pueda encontrar el camino adecuado para llegar a la Iglesia.
Pre condición:	Haberse reproducido el video de localización.
Post condición:	Pulsar botón volver.

2.10 Listado de las funciones que queremos tenga la aplicación:

- Visita virtual a la Iglesia de San Fernando.
- Explicación de las principales técnicas de modelado de la Iglesia:
 - Fotogrametría
 - Escáner laser
 - Software de modelado.
- Explicación histórica de la Iglesia.
- Documentación en forma de fotos actuales y antiguas.
- Documentación en forma de planos de la Iglesia.
- Localización de la Iglesia.

2.11 Diseño de la arquitectura de la aplicación

La aplicación a desarrollar no hace uso de gestores de bases de datos, ni tiene una arquitectura cliente – servidor ya que no almacena ni intercambia datos con servidores externos.

Unity utiliza el Modelo Vista Controlador, separando claramente la interfaz de usuario con los datos y la lógica de negocio.

Cada una de las pantallas¹⁷ a desarrollar son independientes entre sí, y cada una tiene sus propias clases y objetos asociados. El único elemento en común es el botón *volver* a la pantalla anterior generado como un prefab y reproducido en la mayoría de ellas.



Ilustración 20 Botón volver

Al tratarse de una aplicación muy modular, donde las diferentes funciones que realiza son independientes entre sí, hace que no exista relación entre las clases y objetos pertenecientes a diferentes pantallas. El diagrama UML correspondiente al diseño de las entidades y clases queda muy simplificado. Vamos a representar con un rectángulo dividido en tres áreas el nombre de la clase, los atributos y las acciones, siguiendo la nomenclatura:

- + público.
- # protegido.
- privado.

MostrarBotonVolver
- m_MenuToggle : Toggle
+ LoadScene : void

EjecutaVideo
- movie : string
- streamVideo(string video) : IEnumerator

P1PantallaInicial
+ irVisitaVirtual : void
+ irAcercaModelado : void
+ irAcercaIglesia : void

P2Modelado
+ irModeladoFotogrametria : void
+ irModeladoLaserEscaner : void
+ irModeladoLaserEscanerExterior : void
+ irModeladoLaserEscanerInterior: void
+ irModeladoBlender : void

¹⁷ Las pantallas en Unity se denominan scenes.

P3AcercaIglesia
+ panel : Image
+ IrLocalizacion
+ irHistoria
+ irFotosActuales
+ irPlanos

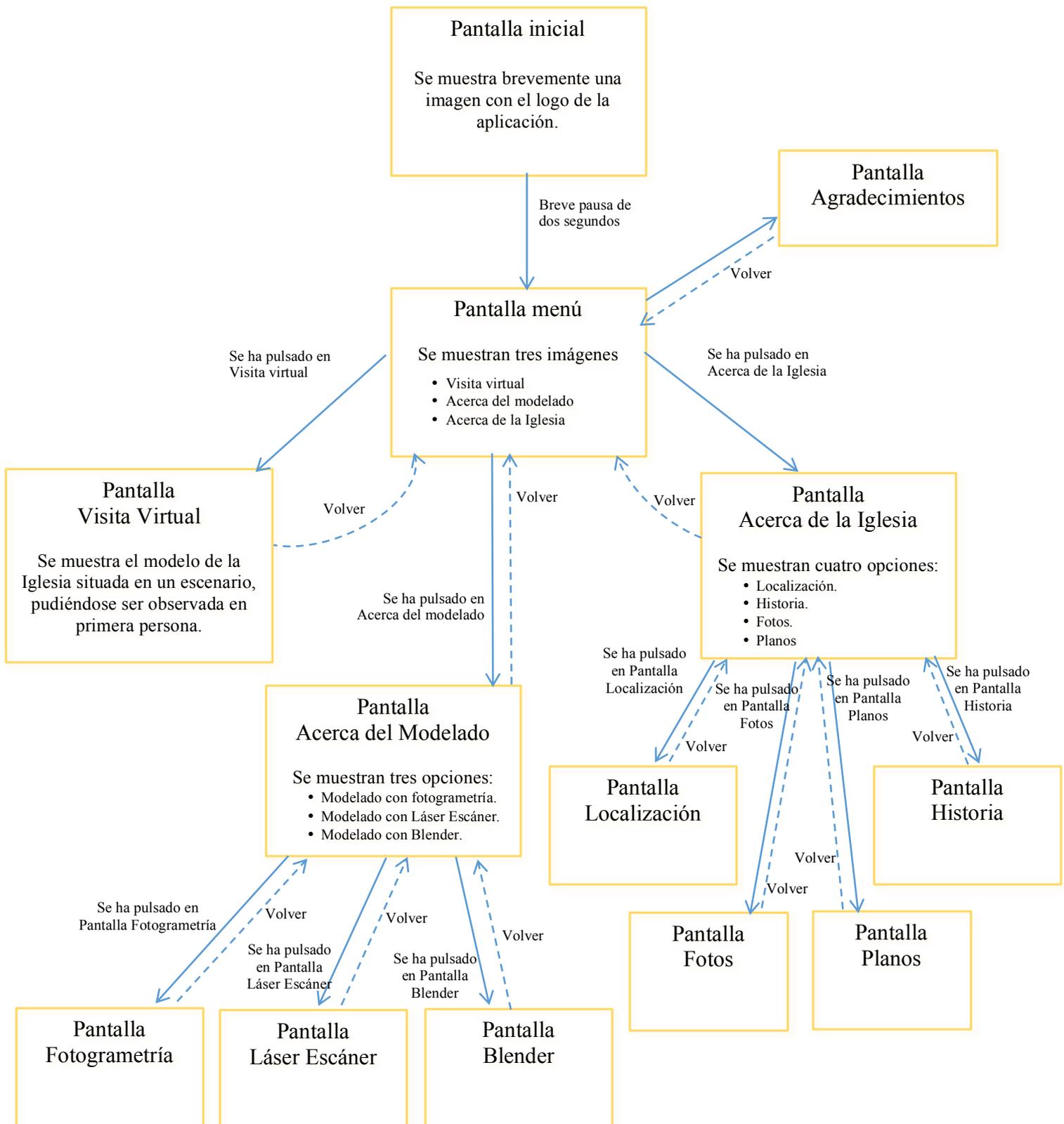
P33Fotos
+ listaFotos : Texture2D[]
- nfoto: int
- pulsadoBoton: void

PulsadoBotonAgradecimientos
- m_MenuToggle : Toggle
- valorInicial : bool
+ loadScene : void

VisitaVirtual
- muestraPanelInformativo(numPanel:int) : void
- compruebaCercaníaAPanel():int

En el apartado siguiente 2.12 se presenta el diagrama explicativo de la arquitectura del sistema.

2.12 Diagrama explicativo de la arquitectura del sistema



2.13 Prototipo de alto nivel de la aplicación

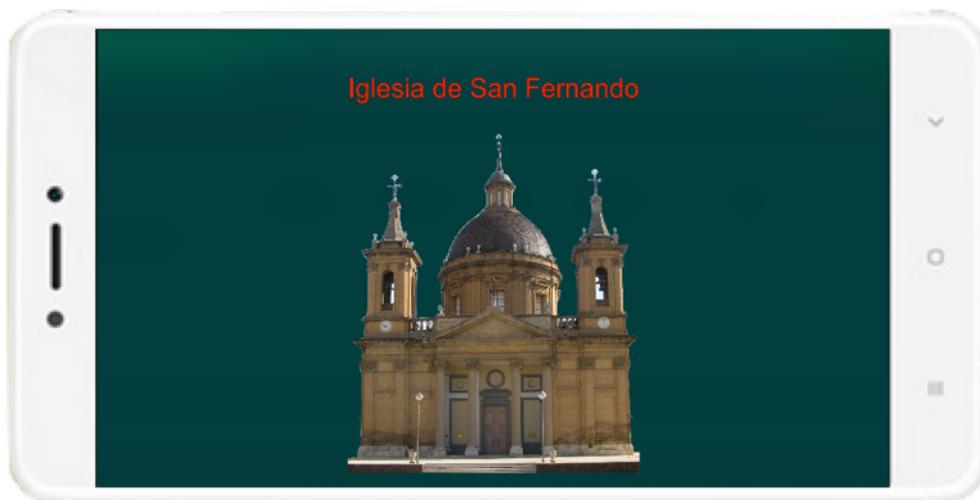


Ilustración 21 Pantalla Presentación inicial

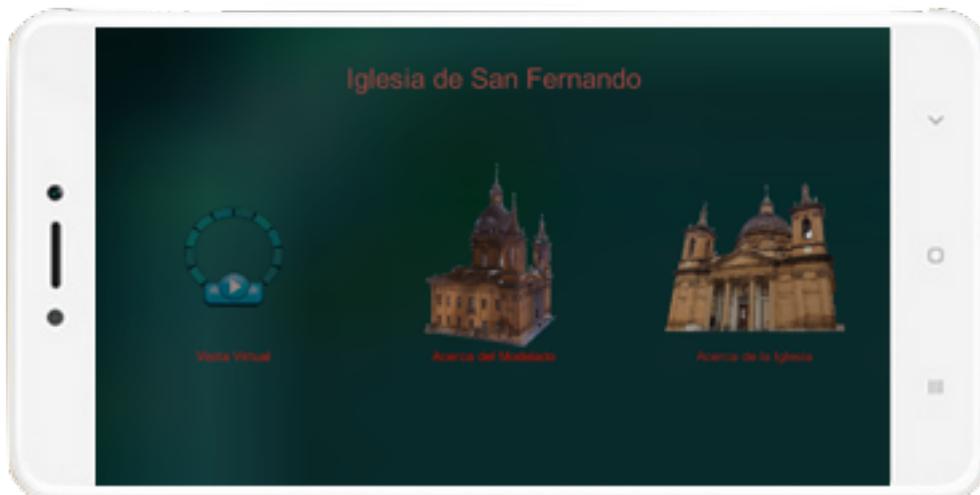


Ilustración 22 Pantalla Menú principal



Ilustración 23 Pantalla Visita Virtual



Ilustración 24 Pantalla Acerca de la Iglesia



Ilustración 25 Pantalla Acerca del Modelado

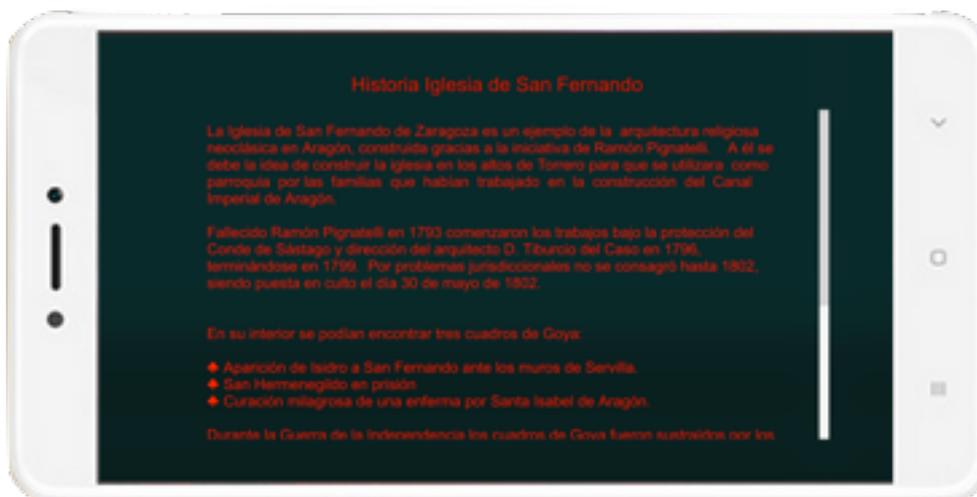


Ilustración 26 Pantalla Historia

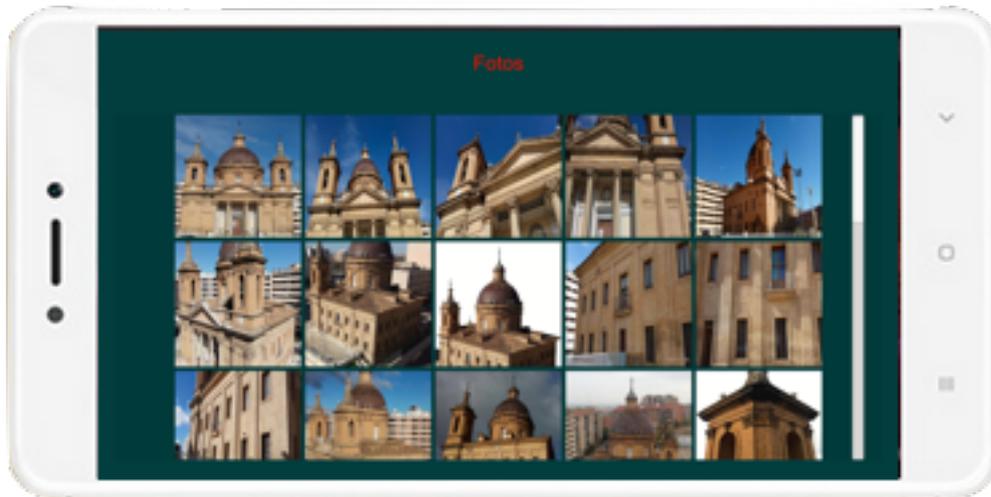


Ilustración 27 Pantalla Fotos

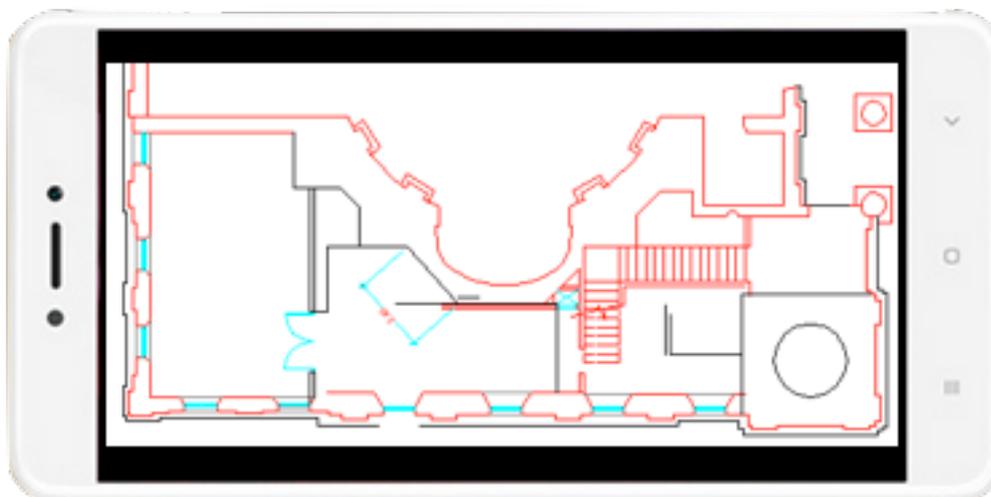


Ilustración 28 Pantalla Planos



Ilustración 29 Pantalla Localización



Ilustración 30 Pantalla Modelado con Photoscan



Ilustración 31 Pantalla Modelado con Laser escáner 3D mostrando un video

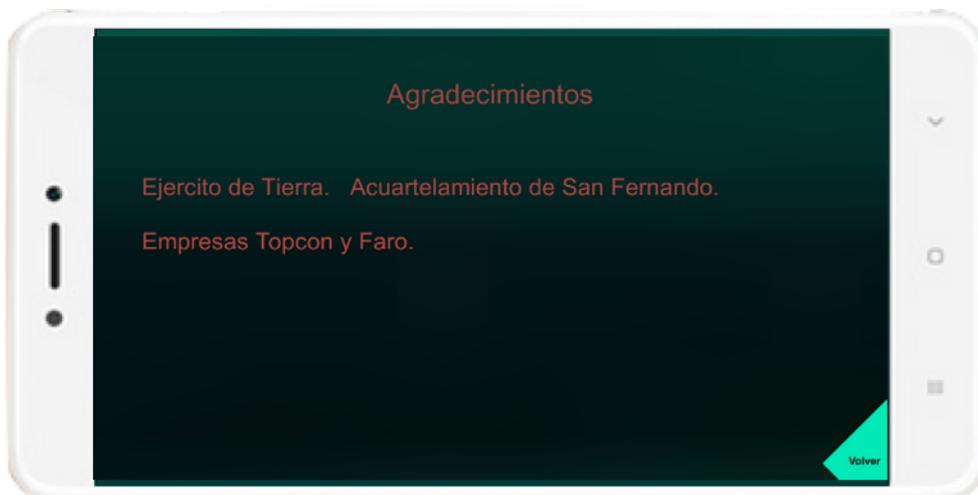


Ilustración 32 Pantalla Agradecimientos

2.14 Evaluación de la aplicación

En esta fase se va a planificar la evaluación del prototipo. La idea es presentar el prototipo de la aplicación a un grupo de personas relacionadas de alguna forma con la Iglesia de San Fernando, preguntarles acerca de su experiencia de usuario con la aplicación, si les han surgido problemas durante el uso, si creen oportuno cambiar algún detalle del diseño, o hay algún dato incorrecto.

Como todos ellos tendrán dispositivos móviles distintos, se podrá valorar los requisitos principales de la aplicación que son las necesidades hardware en cuanto a velocidad de proceso y uso de memoria RAM.

Las personas a las que se va a presentar el prototipo para su evaluación:

- Paco, gran entusiasta y conocedor de la Iglesia.
- Jorge, gran conocedor de la historia de la Iglesia.
- X, persona encargada del mantenimiento de la Iglesia, y usuario avanzado de los dispositivos móviles.
- Y, delineante, realizó algún plano de la Iglesia hace algunos años.
- Mar, arquitecta y profesora de Edificación y Obra Civil.
- Alumnos de los ciclos de Proyecto de Obra Civil y Proyecto de Edificación, para que la testeen, y a su vez les sirva de motivación para que ellos realicen proyectos interesantes.
- Fernando, vinculado a la comunidad eclesiástica de la ciudad de Zaragoza.

El tamaño de la aplicación una vez terminada será de varios cientos de MB, por lo que el mejor método para su distribución es mandar al grupo de personas que van a testearla un mensaje de correo electrónico el cual debe incluir:

- Breve descripción de la aplicación.
- Link de descarga.
- Breve instrucción de instalación de la aplicación.
- Breve instrucción acerca de cómo testear la aplicación: modelo del dispositivo móvil utilizado, memoria RAM del mismo, sugerencias acerca del diseño, si han tenido algún problema durante la ejecución de la aplicación, etc.

El periodo para realizar esta actividad es desde marzo hasta mayo, siendo un proceso iterativo para todas las fases del diseño centrado en el usuario utilizado para el desarrollo de esta aplicación.

A fecha de entrega de la tercera PEC de esta asignatura, ha sido testeado por Paco, Mar, algunos de los alumnos, y algunas otras personas no contempladas en un primer momento. Sus comentarios han sido tenidos en cuenta para el desarrollo de la aplicación.

También hay que mencionar que algunas de las personas no disponían de dispositivos Android o no tenían los conocimientos informáticos para instalar la aplicación, por lo que fue examinada la aplicación en el móvil que yo les presté.

A fecha 9 de mayo iba a ser presentada a X y a Y. -----. El motivo de la visita fue otro, sin embargo les presenté la aplicación, y estuvimos hablando acerca de cómo publicitar el patrimonio y la posibilidad de ver el exterior y el interior en realidad virtual. Hemos comprado unas gafas HTC Vive para experimentar con ellas.

El fin de semana del 13 de mayo ha sido presentada a Fernando. Sus aportaciones me sirvieron para corregir pequeños fallos y verificar el funcionamiento correcto del resto de funciones en un móvil distinto al mío.

Habida cuenta que los beta testers no tenían suficientes conocimientos informáticos para su instalación se decidió, a fecha 13 de mayo subirla a Play Store. De este modo se podría valorar, sin tener que estar yo presente, en una amplia variedad de dispositivos.

Posteriormente ha sido testeada por bastantes compañeros de trabajo, y sus aportaciones han sido tenidas en cuenta, como por ejemplo:

- Usar sólo la vista en primera persona en la visita virtual.
- Posibilidad de ver la iglesia desde el aire.
- Colocación de más paneles informativos.
- Uso del giroscopio en la visita virtual.
- Mejorar pantalla de agradecimientos.

2.15 Implementación: Proyecto en Unity

2.15.1 Importación del proyecto en Unity.

Un proyecto en Unity puede estar formado por miles de ficheros, por lo que el mejor método para compartirlo es generar un paquete con todos ellos. Para importarlo se realiza desde el menú Assets / Import Package / Custom Package.

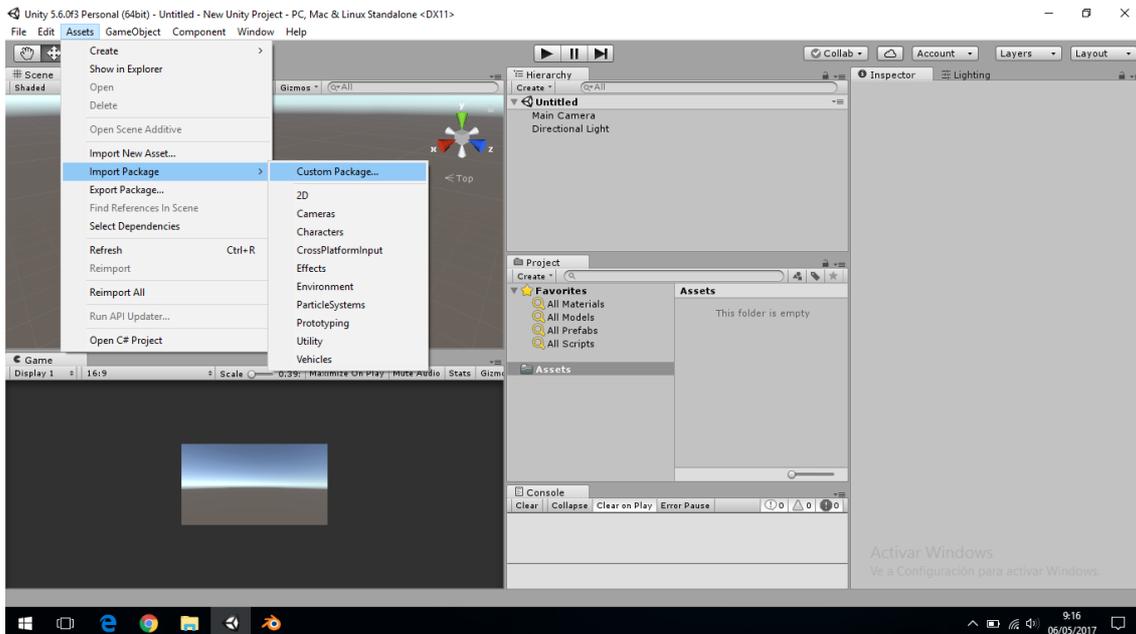


Ilustración 33 Importación del proyecto en Unity

Una vez importado, tal y como se ve en la siguiente imagen, se puede seleccionar la escena inicial, la P0 contenida en la carpeta scenes, y ejecutar la aplicación pulsando en el botón del play situado en el centro de la parte superior de la pantalla.

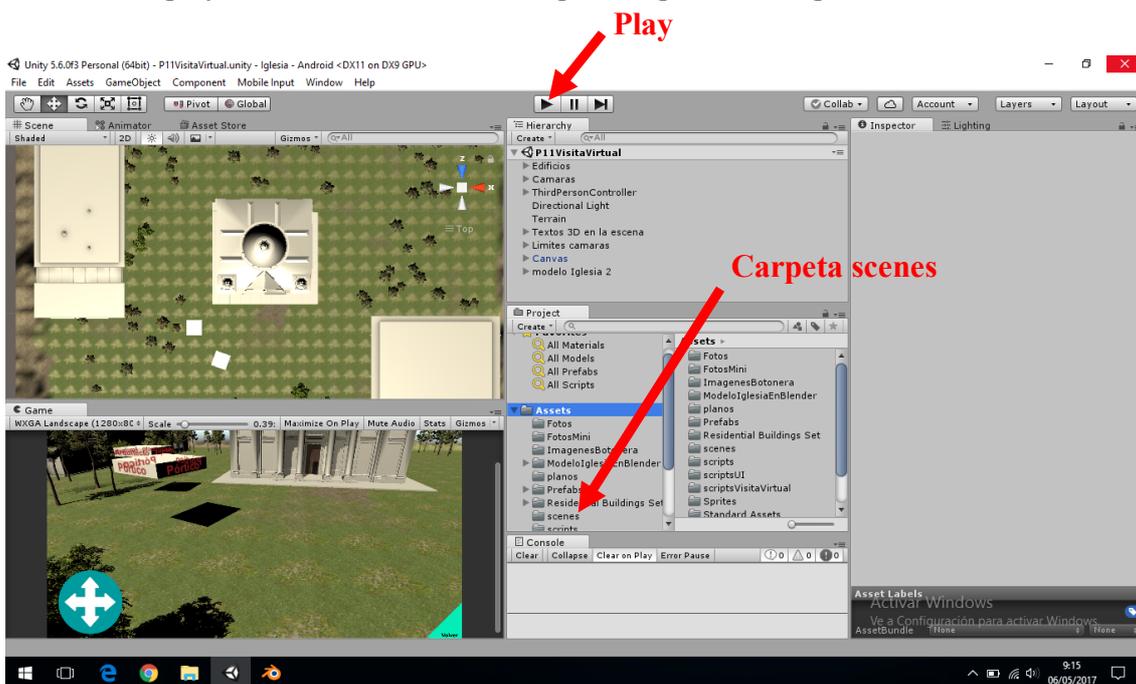


Ilustración 34 Proyecto de Unity importado

2.15.2 Compilación del proyecto en Unity.

Unity permite compilar el proyecto de la aplicación desarrollada a múltiples plataformas. En nuestro caso se compilará para móviles Android.

Para crear el ejecutable de la aplicación se debe realizar desde el menú File / Build Settings. Hay que seleccionar la plataforma de destino y añadir todas las escenas tal y como se muestra en la siguiente imagen.

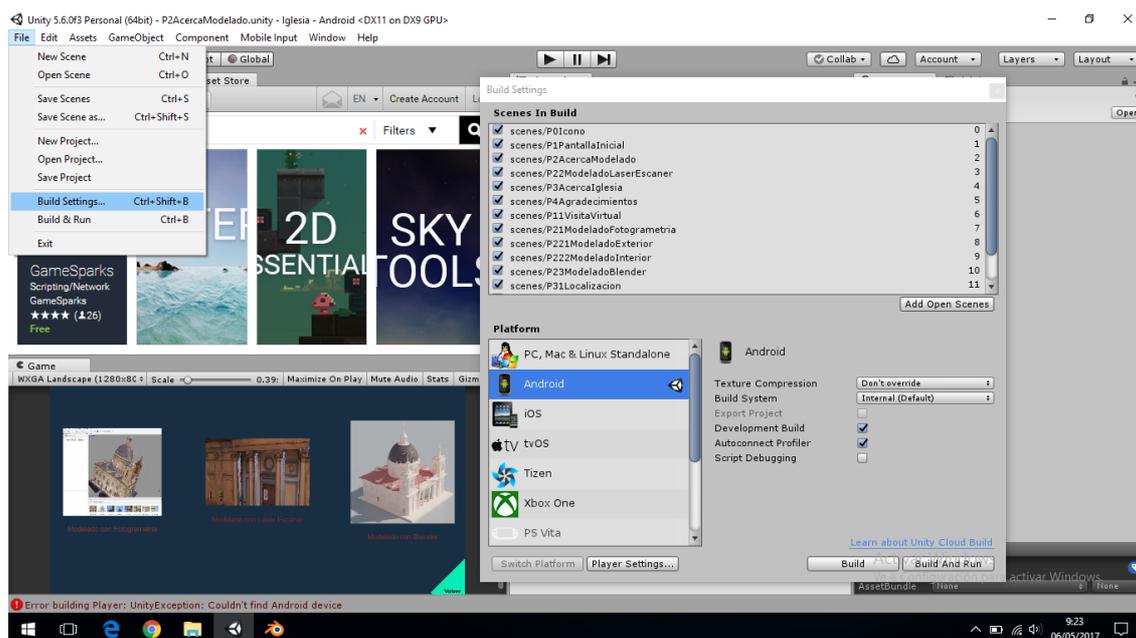


Ilustración 35 Compilación del proyecto en Unity

Es importante haber configurado en Player Settings como mínimo:

- El icono de la aplicación.
- La orientación, para esta aplicación únicamente Landscape Right.
- La identificación del nombre del paquete.
- El mínimo nivel de la API Android.

Durante la ejecución de la aplicación se muestra por la consola del sistema operativo del ordenador mensajes indicando el estado de la misma. Para activarlo hay situarse en la carpeta platform-tools del android-sdk, y escribir el comando:

```
adb logcat -s Unity
```

2.15.3 Pantalla introducción a la aplicación.

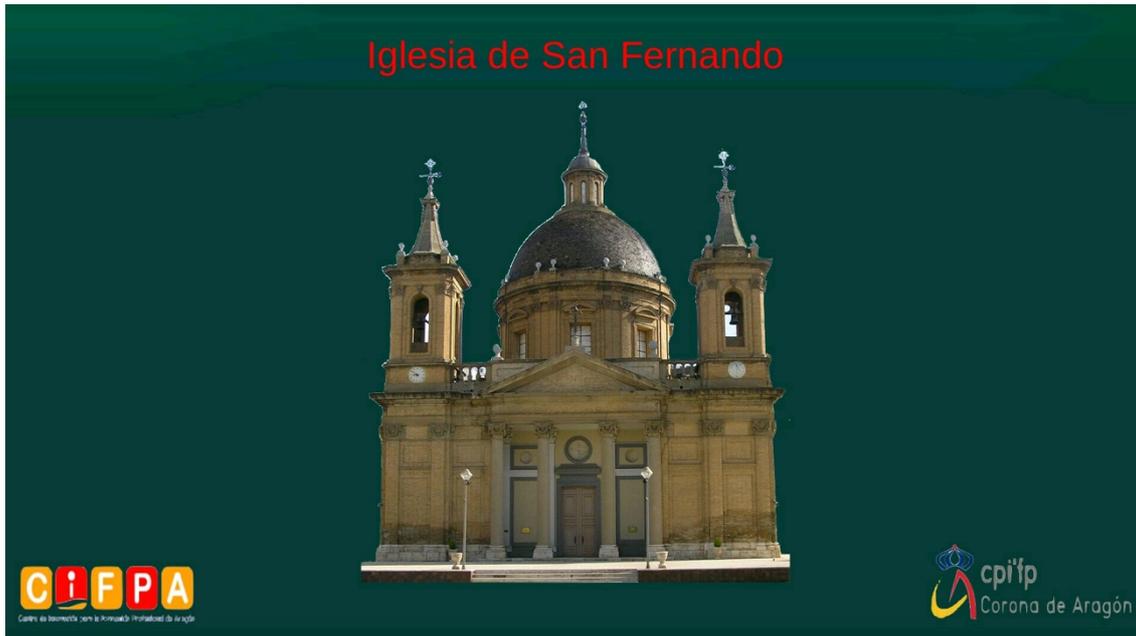


Ilustración 36 Pantalla introducción a la aplicación

Pantalla de presentación de la aplicación que es mostrada durante dos segundos. Contiene un objeto canvas el cual muestra el fondo de la pantalla, las imágenes, el texto, y un script que lanza la siguiente escena transcurridos los dos segundos.

2.15.4 Pantalla menú principal.

Pasados los dos segundos de la pantalla de introducción se muestra la pantalla del menú principal con tres opciones:

- Visita virtual del exterior de la iglesia.
- Acerca del modelado.
- Acerca de la Iglesia.

La pantalla consta del botón Agradecimientos y de un canvas con tres botones, el fondo de la pantalla y de un panel que se muestra al cargar el escenario.

Asociado al canvas hay un script que carga la pantalla adecuada en función de donde ha pulsado el usuario.



Ilustración 37 Pantalla menú principal

2.15.5 Pantalla acerca de la iglesia.



Ilustración 38 Pantalla acerca de la iglesia

Permite obtener una visión general del monumento objeto de la aplicación, saber acerca de su historia, cómo ir al monumento desde nuestra localización, fotos antiguas y modernas, y una colección de planos.

Pantalla de similar funcionamiento al anterior habiéndose añadido el botón volver en la parte inferior derecha, creado a partir de un prefab.

2.15.6 Pantalla localización.

En esta pantalla el usuario se hace una idea de dónde está localizada la iglesia y cómo poder ir a visitarla.

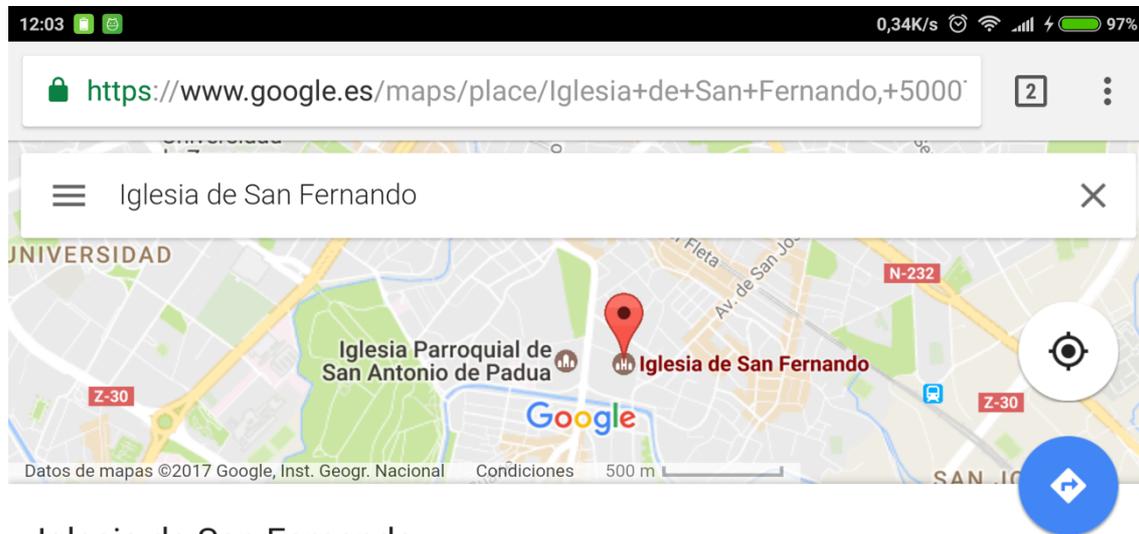


Ilustración 39 Pantalla localización

Se reproduce un pequeño video generado con Google Earth y una vez mostrado se lanza el navegador web instalado en el dispositivo con la URL de Maps de Google¹⁸ y con las coordenadas de la Iglesia. De este modo el usuario puede buscar el camino más corto en función del medio de locomoción.

Para mostrar videos en Unity se utiliza las texturas animadas, sin embargo es una función no disponible al compilar para Android. Si se observa el código del script EjecutaVideoLocalizacion.cs se verá como está comentado esa forma de hacerlo. Para reproducir el video en plataformas Android se ha utilizado el comando Handheld.PlayFullScreenMovie.

El usuario debe pulsar el botón volver de su dispositivo móvil si quiere salir de Google Maps y continuar con la aplicación.

2.15.7 Pantalla historia.

En la versión inicial esta pantalla constaba principalmente de un canvas, el cual mostraba el fondo de pantalla, el título, un texto contenido en una zona que permitía el scroll, y una barra de scroll.

¹⁸ <https://www.google.es/maps/place/Iglesia+de+San+Fernando/@41.634557,-0.8851586,17z>

Historia Iglesia de San Fernando

La Iglesia de San Fernando de Zaragoza es un ejemplo de la arquitectura religiosa neoclásica en Aragón, construida gracias a la iniciativa de Ramón Pignatelli. A él se debe la idea de construir la iglesia en los altos de Torrero para que se utilizara como parroquia por las familias que habían trabajado en la construcción del Canal Imperial de Aragón.

Fallecido Ramón Pignatelli en 1793 comenzaron los trabajos bajo la protección del Conde de Sástago y dirección del arquitecto D. Tiburcio del Caso en 1796, terminándose en 1799. Por problemas jurisdiccionales no se consagró hasta 1802, siendo puesta en culto el día 30 de mayo de 1802.

En su interior se podían encontrar tres cuadros de Goya:

- Aparición de Isidro a San Fernando ante los muros de Servilla.
- San Hermenegildo en prisión
- Curación milagrosa de una enferma por Santa Isabel de Aragón.

Durante la Guerra de la Independencia los cuadros de Goya fueron sustraídos por los

Volver
Development Build

Ilustración 40 Pantalla historia en la versión original

El día 27 de mayo se decidió cambiar ésta pantalla por un pdf con amplias explicaciones acerca de la iglesia.

PROYECTO DE INNOVACIÓN: MODELADO EN 3D DE LA IGLESIA DE SAN FERNANDO DE ZARAGOZA ESTADO DEL ARTE: IGLESIA DE SAN FERNANDO. CONTEXTUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA FORMA ARQUITECTÓNICA

TIBURCIO DEL CASO, AUTOR DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN

Conviene aclarar que los planos referidos a la Iglesia de San Fernando, así como la dirección de su construcción se atribuyen a Tiburcio del Caso. Se formó como arquitecto siguiendo los criterios de la Ilustración y del estilo neoclásico con las limitaciones de una ciudad media con escasos recursos en comparación con las grandes ciudades como Madrid.

Su formación académica y profesional lo vincula a Zaragoza, donde participó activamente en las obras del Canal Imperial de Aragón. En ese momento es nombrado es Ayudante de la Obras de la Iglesia de San Fernando de Torrero, ya que pertenecía al Canal Imperial de Aragón.

Cabe decir que **trabajaba como Delineante mientras cursaba estudios Académicos de Arquitectura**, lo cual no debía ser fácil en aquellos momentos. Este hecho nos acerca al personaje y sirve de ejemplo para todos nosotros y en especial para los alumnos de nuestros ciclos formativos.

A partir de 1813, fue docente de la llamada Escuela de Zaragoza donde se impartían clases de arquitectura.

BIOGRAFIA. TIBURCIO DEL CASO (Zaragoza, 1769-1846)

- 1788 Alumno de las Escuela de Dibujo y Matemáticas de la Sociedad Aragonesa de Amigos del País.
- 1792 Recibe enseñanzas en la recientemente creada Academia Aragonesa de Bellas Artes de San Luis.
- 1796 Inicio de las obras de la Iglesia de San Fernando, concluyendo en 1799 Dirigió las obras como arquitecto, aunque no poseía la titulación.
- 1805 Logra su acreditación como arquitecto
- 1813 Restaura la Iglesia de San Fernando, seriamente dañada por la ocupación francesa y los sitios de Zaragoza de 1808.
- 1814 Nombrado Director de Arquitectura - Academia de San Luis de Zaragoza Ocupa el cargo de Director del Canal Imperial de Aragón Participa en obras de reconstrucción de la ciudad, tras los Sitios de 1808
- 1816 Nombrado Arquitecto municipal



VALORAR LA SOMBRA
El cuidado en la ejecución para conseguir la sensación de volumen, se basa en el delicado trazo que perfila la sombra y en los tonos grises de la penumbra. Dando un salto en el tiempo, las actuales técnicas de digitalización son su equivalente hoy día.



Detalle de una lámina del autor

Firma del autor

CENTROS EDUCATIVOS: CPIFP CORONA DE ARAGÓN + IES MIRALBUENO
PEDRO PABLO MINDÁN TELLO, DOCENTE IES MIRALBUENO



Página | 8

Ilustración 41 Pantalla Historia en la versión definitiva

2.15.8 Pantalla fotos.

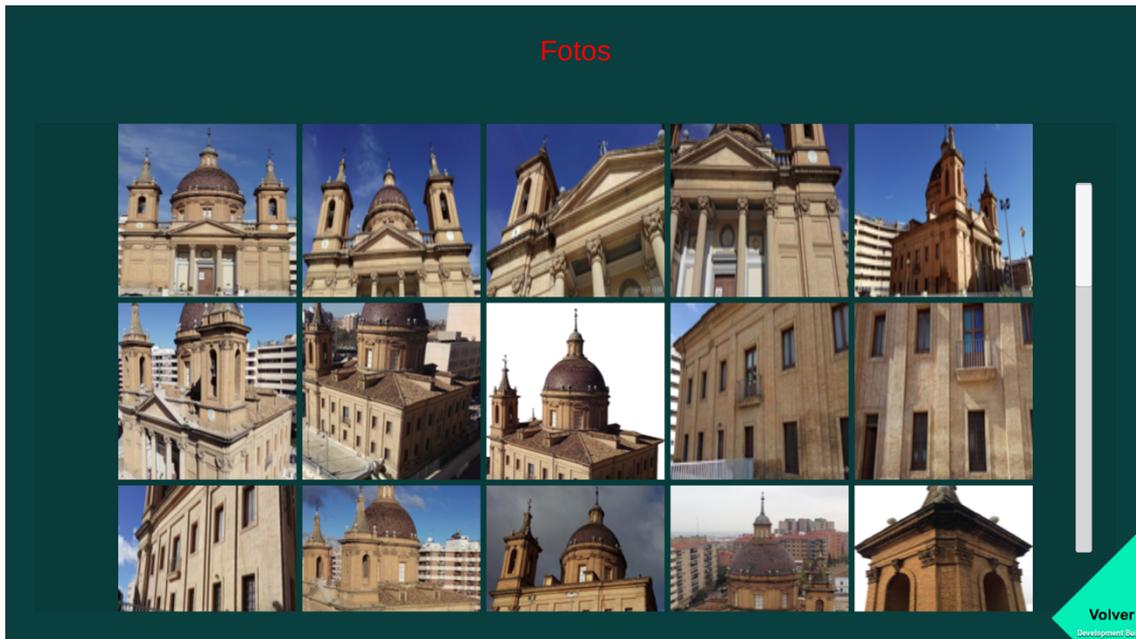


Ilustración 42 Pantalla fotos

Pantalla que contiene cincuenta fotos de la Iglesia. La información de cada foto está a tamaño grande para ser visualizada correctamente y como una pequeña imagen utilizada en los botones.

El canvas contiene el fondo de pantalla, el título, un panel que permite el scroll en cuyo interior están los cincuenta botones que se adaptan al tamaño de la pantalla del usuario, y una barra de scroll.

En el script P33 Fotos.cs está declarada la variable listaFotos de tipo public Texture2d[], la cual contiene todas las fotos a mostrar.

2.15.9 Pantalla planos.

Esta pantalla muestra una colección de planos del monumento. En estos momentos hay seis planos disponibles, pero en la entrega final será posible visualizar bastantes mas.

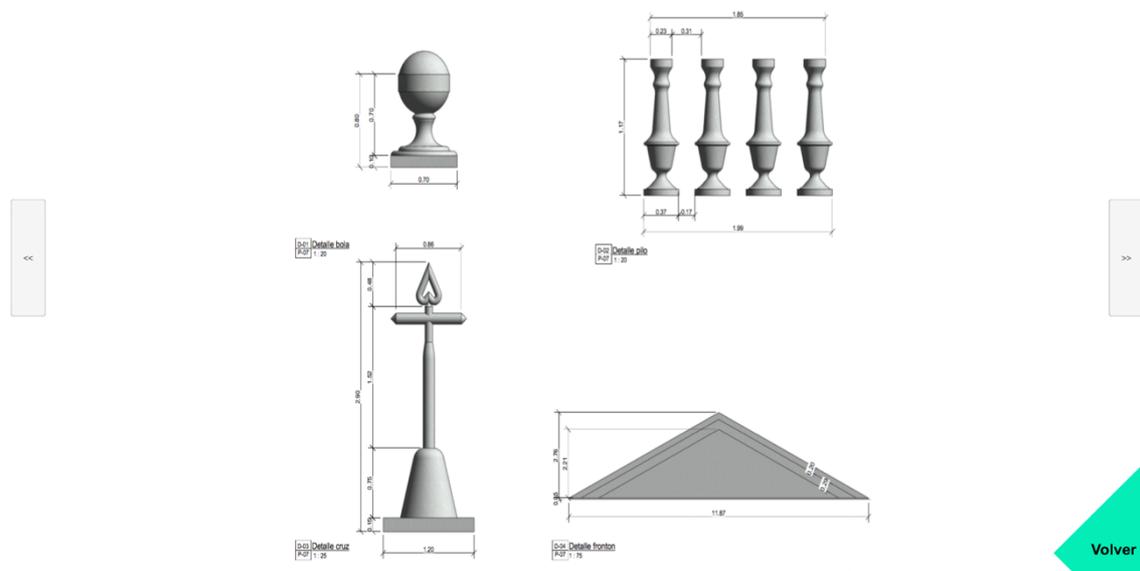
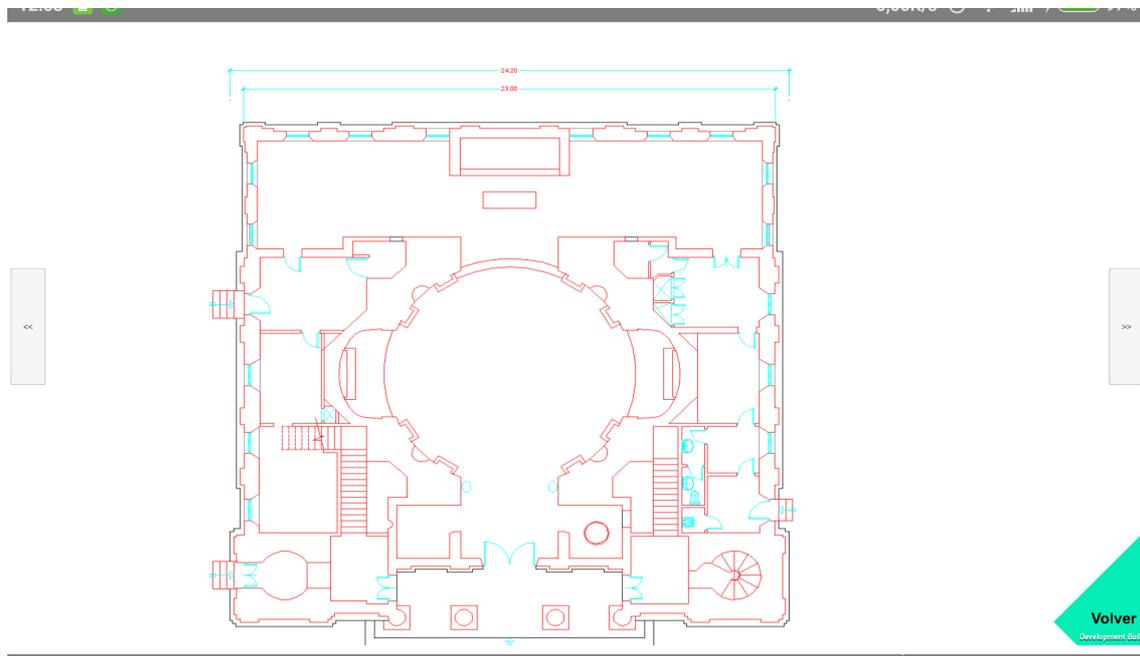


Ilustración 43 Pantallas planos

El script asociado a esta pantalla se llama Mini Gesture Recognizer, el cual almacena los planos en la variable pública planos de tipo Sprite[].

A resaltar también que se ha implementado el swiping y el pinching para poder desplazarla y para hacer zoom en la imagen pinchando con dos dedos. Se ha colocado un botón a cada lado de la pantalla para poder visionar el siguiente / anterior plano.

2.15.10 Pantalla acerca del modelado.

Pantalla que muestra un menú de las diferentes técnicas de modelado de la Iglesia utilizadas. Al pulsar sobre alguna de ellas se lanza la pantalla explicando esa técnica de modelado en concreto, los problemas encontrados, y algunos detalles técnicos.



Ilustración 44 Pantalla acerca del modelado

2.15.11 Pantalla acerca del modelado con láser escáner.

Pantalla que permite obtener información acerca cómo se ha realizado el modelado con láser escáner del exterior o del interior de la iglesia.



Ilustración 45 Pantalla acerca del modelado con láser escáner

2.15.12 Pantalla acerca del modelado con láser escáner exterior.

Pantalla que reproduce el video explicativo del modelado del exterior de la iglesia con láser escáner.



Ilustración 46 Pantalla acerca del modelado con láser escáner exterior

2.15.13 Pantalla acerca del modelado con láser escáner interior.

Pantalla que reproduce el video explicativo del modelado del interior de la iglesia con láser escáner.



Ilustración 47 Pantalla acerca del modelado con láser escáner interior

2.15.14 Pantalla acerca del modelado con fotogrametría.

Pantalla que reproduce el video explicativo del modelado del exterior de la iglesia mediante fotogrametría.



Ilustración 48 Pantalla acerca del modelado con fotogrametría

2.15.15 Pantalla acerca del modelado con Blender.

Pantalla que reproduce el video explicativo del modelado del exterior de la iglesia mediante Blender.



Ilustración 49 Pantalla acerca del modelado con Blender

2.15.16 Pantalla visita virtual.

Esta pantalla es la más compleja de todas. Como se puede observar en la imagen siguiente el jugador puede pulsar en los botones con flechas para desplazarse por el escenario, girar, e incluso volar. Si se sitúa debajo de unos cubos flotantes aparecen unos paneles informativos.

En el caso de que el dispositivo cuente con giroscopio se mostrará una imagen en la esquina superior derecha, y si se pulsa sobre dicha imagen del giroscopio se podrá girar el player usando el movimiento del dispositivo móvil.



Ilustración 50 Pantalla visita virtual

Los objetos de los que consta ésta escena son:

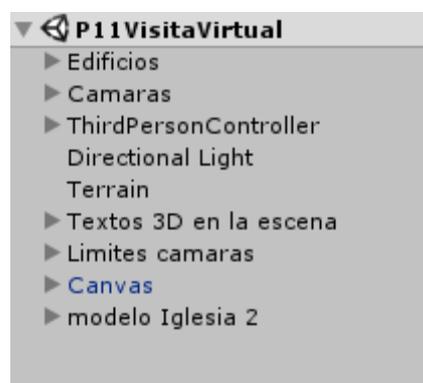


Ilustración 51 Objetos de la escena Visita Virtual

Pasamos a comentar los objetos más importantes.

Terrain:

Para recrear el lugar donde se encuentra la iglesia se ha creado un terreno. Aunque la iglesia se encuentra en el interior de la ciudad, se han levantado unas pequeñas montañas en los bordes del terreno.

Para dar un mayor realismo al terreno se han levantado coníferas de diverso tipo y altura.

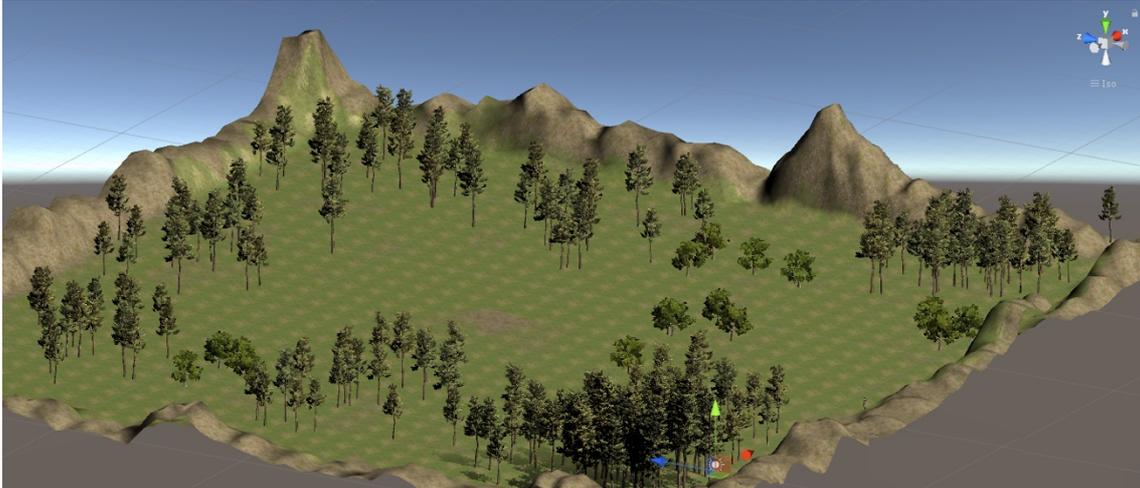


Ilustración 52 Terreno de la escena Visita Virtual

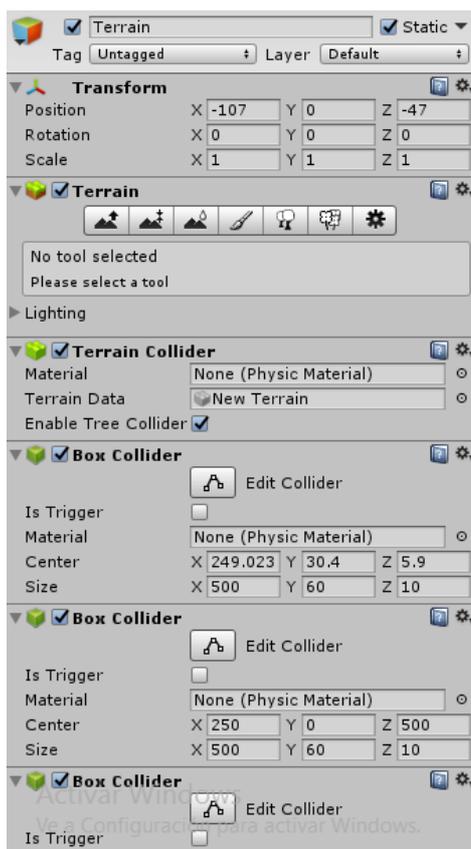


Ilustración 53 Propiedades del objeto terreno

Si observamos las propiedades del terreno se puede observar:

- Su transform conteniendo su posición, rotación, y escala.
- Terrain para modelar el terreno.
- El Terrain Collider que detecta el choque del player con árboles, montañas, etc.
- Cuatro Box Collider situados en los bordes para impedir que el usuario se pueda salir.

Edificios:

En la realidad existen dos edificios¹⁹ cercanos a la iglesia, los cuales se han querido representar en la visita virtual.



Ilustración 54 Edificios próximos a la iglesia

Cámaras:

En un principio se habían creado tres cámaras, estando activa una en cada momento. Se empezaba la visita virtual en tercera persona con la cámara móvil tras el player. Una vez que se iba acercando a la iglesia pasaba a primera persona, y si se movía hacia la izquierda del terreno pasaba a la cámara fija enfocando al player.



Ilustración 55 Cámara en primera persona

¹⁹ <https://www.google.es/maps/place/Iglesia+de+San+Fernando/@41.6339367,-0.8839026,65a,35y,49.39h,57.1t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd59151e92948ad9:0xafca4494647eee54!8m2!3d41.634557!4d-0.8829699>

Tras las sugerencias de los beta testers se ha decidido que en la versión definitiva de la app utilizar únicamente la cámara en primera persona. Si observamos las propiedades de la cámara se puede ver que tiene su transform, un componente cámara con el cielo de tipo skybox, y la proyección es de tipo perspectiva.

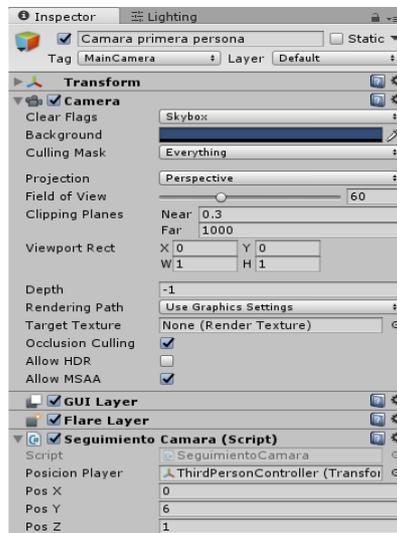


Ilustración 56 Propiedades de la cámara

Además la cámara tiene su script asociado que proporciona su comportamiento particular. La cámara es hija del objeto player, de tal modo que si se desplaza o gira el player también lo hará la cámara.

Para mover el player se realiza pulsando la pantalla táctil del dispositivo móvil, usando el giroscopio o con el gamepad.

Giroscopio:

Pulsando en el botón del giroscopio se podrá controlar el giro del player mediante el movimiento del dispositivo móvil.



Ilustración 57 Imagen giroscopio en la visita virtual

Gamepad:

Se ha implementado la compatibilidad con el mando NW812 de la marca Netway.



Ilustración 58 Gamepad Netway

Textos 3D en la escena:

Se han colocado cinco cubos informativos los cuales despliegan un panel informativo.

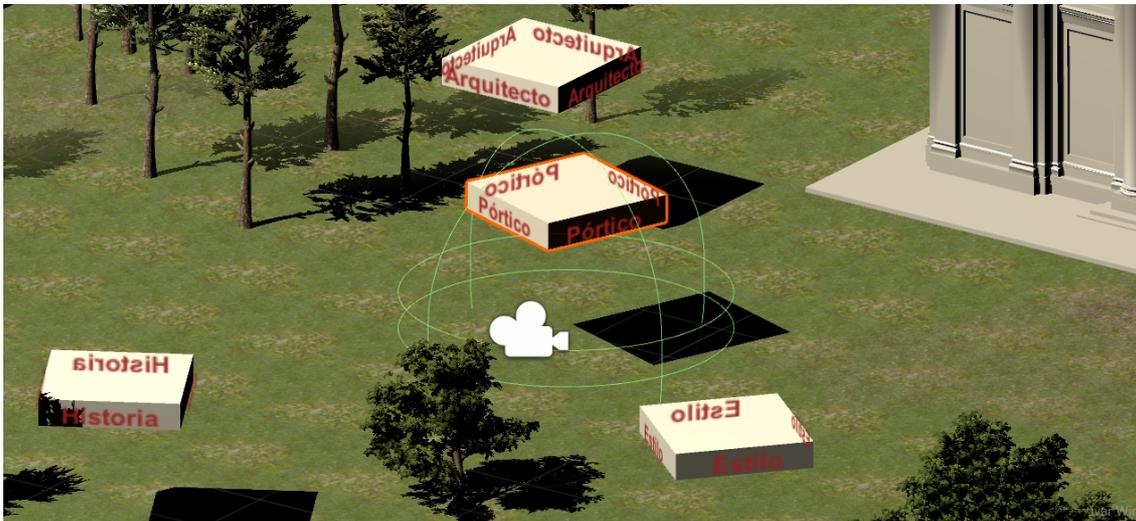


Ilustración 59 Cubos informativos

Cada cubo tiene asociado un capsule collider que detecta cuando el player está colocado debajo suyo e instancia en ese momento un marco con el texto. En el momento en que el player sale del capsule collider se destruye el marco.

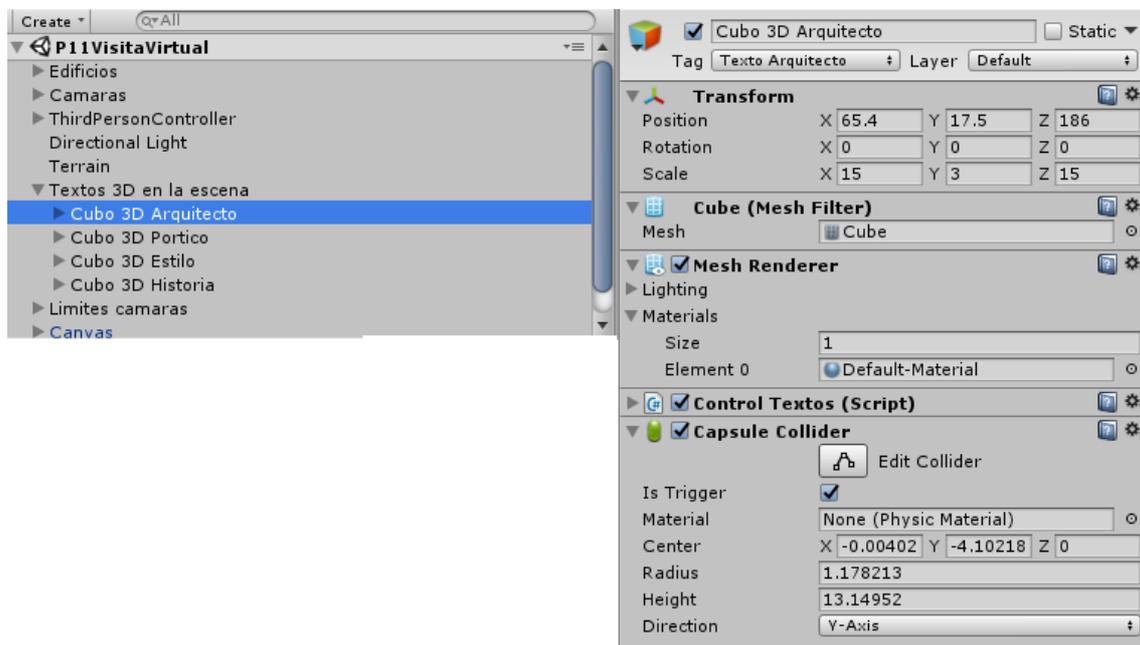


Ilustración 60 Propiedades de un cubo informativo

Los cubos se gobiernan con el script ControlTextos.cs girando a una velocidad determinada por la variable velocidadRotacion.

Canvas:

En pantalla se representa unas imágenes a modo de joystick y un botón para volver.



Ilustración 61 Botones del canvas

Los joysticks del desplazamiento y de los giros constan de una imagen y de cuatro botones. Cada vez que se pulsa en la pantalla táctil del dispositivo uno de los cuatro botones se coloca a true la variable de la dirección del movimiento. Cuando se deja de pulsar dicha variable pasa a false.



Ilustración 62 Objetos del canvas

El botón volver es un prefab cuyo comportamiento es controlado por el script MostrarBotonVolver.cs.

Modelo Iglesia:

El modelo de la iglesia se ha creado en Blender e importado a Unity como una malla. Debido a la gran cantidad de polígonos que tiene, sobre todo debido a las tejas, Unity subdivide la malla en 10 sub-mallas.

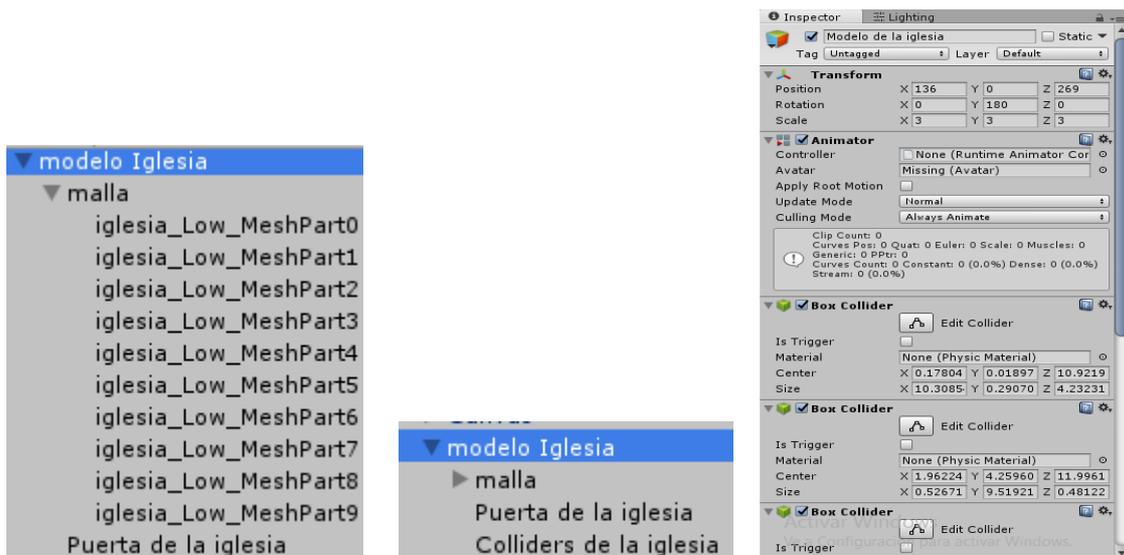


Ilustración 63 Propiedades del modelo de la iglesia

Se ha creado un objeto vacío en la puerta de iglesia para detectar cuando el player quiere entrar y unos colliders en las fachadas de la iglesia para impedir que el player las atraviese.

2.15.17 Pantalla agradecimientos.

Esta pantalla contiene un canvas con el fondo de pantalla y los textos de agradecimientos.

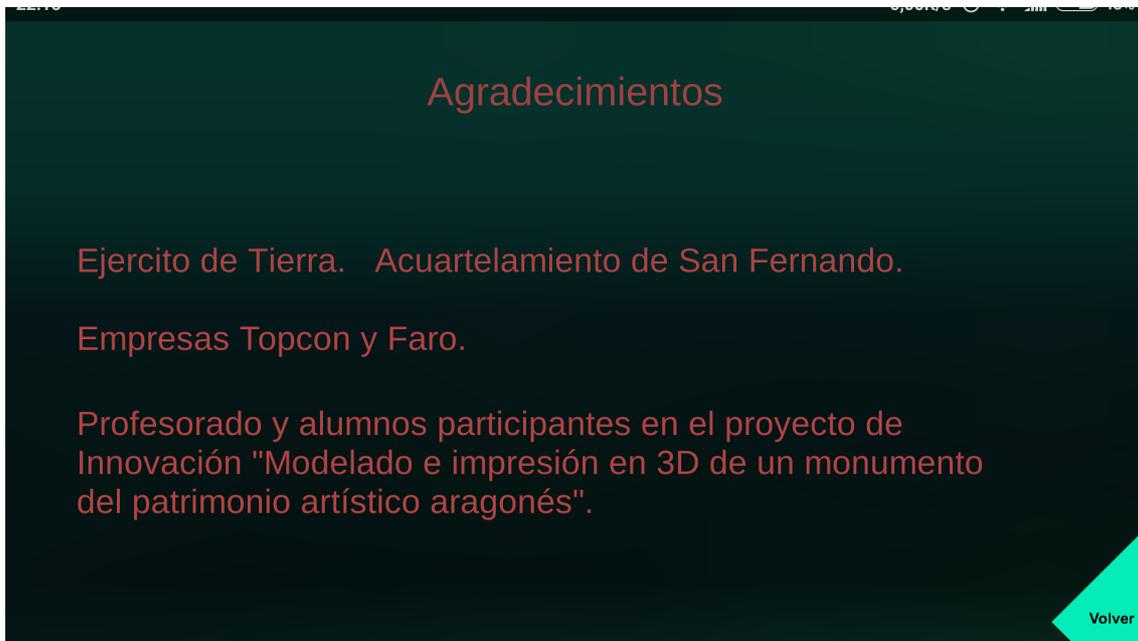


Ilustración 64 Pantalla agradecimientos

En la esquina inferior derecha está colocado el prefab del botón volver.

2.16 Tests

Play Store permite realizar informes acerca del funcionamiento de la app en diferentes dispositivos. No se encontraron problemas en las pruebas realizadas. Ninguno de los beta testers informó de cuelgues o de mal funcionamiento.

Informe previo al lanzamiento

Resultados de las pruebas de la versión 10 del APK

TODAS LAS EDADES PROBLEMAS

Dispositivos con problemas	Dispositivos sin problemas	Dispositivos probados
0	11	11

Nombre del modelo	Versión de Android	Configuración regional	Descripción
✓ Moto G (1st Gen)	Android 4.4	Hindi	-
✓ Nexus 7 (2013)	Android 5.0	Inglés	-
✓ Nexus 9	Android 5.0	Inglés	-
✓ Galaxy Note3	Android 4.4	Inglés	-
✓ Nexus 5	Android 4.4	Árabe	-
✓ Nexus 5	Android 5.1	Inglés	-
✓ HTC One (M8)	Android 4.4	Alemán	-
✓ Moto G (2nd Gen)	Android 4.4	Inglés	-
✓ Moto X (2nd Gen)	Android 4.4	Inglés	-
✓ Galaxy S6	Android 5.1	Inglés	-
✓ LG G3	Android 4.4	Inglés	-

Página 1 de 1

Ilustración 65 Listado dispositivos en los que Play Store ha probado la app.

2.17 Repositorio público de aplicaciones

La aplicación se ha publicado en Play Store²⁰, de esta forma es más fácil su instalación y valoración por todas aquellas interesadas en conocer la aplicación. Tan sólo se debe buscar “Iglesia San Fernando”.

Código de versión	Nombre de la versión	Tamaño
12	12	24,62 MB

Ilustración 66 Publicación de la app en Play Store

Al contener bastantes vídeos, fotos y el modelo de la iglesia la aplicación ocupa bastante espacio, por ello se recomienda usar conexión wifi para su descarga.

Al ocupar más de 100 Mb su instalación se hará en dos partes²¹. El fichero principal, el que termina en .apk, ocupa unos 26 MB, y el fichero de expansión²² .obb unos 280 MB.

²⁰ <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.cpicorona.Iglesia&hl=es>

²¹ <https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/2481797?hl=es>

²² <https://developer.android.com/google/play/expansion-files.html>

2.18 Recursos de terceros

- Se ha utilizado el Standard Assets de Unity²³ para dibujar la hierba del terreno, las coníferas, y el botón de subir para la visita virtual.
- Se ha importado el paquete *UnityOBBDloader*²⁴ desde la assets store de Unity, y configurado para usarse en la aplicación para descargar el paquete de extensión desde Play Store en el caso de que el usuario tuviera instalada únicamente el fichero principal de la aplicación.
- Se han utilizado dos edificios creados en Blender²⁵.

Todos los recursos son de uso gratuito y distribución libre

2.19 Uso de recursos hardware del dispositivo

- La aplicación necesita unos 330 MB para poder instalarse.
- En caso de disponer giroscopio se puede utilizar en la visita virtual.
- Se necesita wifi / 3G para poder usar la localización.
- En caso de tener bluetooth se podrá usar el gamepad.

²³ <https://docs.unity3d.com/Manual/HOWTO-InstallStandardAssets.html>

²⁴ <https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/3189>

²⁵ <https://www.cgtrader.com/3d-models/exterior/house/residential-buildings-set>

3. Conclusiones

La realización de éste proyecto ha sido un reto ya que nunca había utilizado Unity con anterioridad a este master. La utilización de ésta herramienta me ha permitido conocer los motores de juegos y sus posibilidades. A mi parecer, es una herramienta muy potente que permite desarrollar aplicaciones nativas para múltiples plataformas de forma rápida.

Todos los objetivos inicialmente planteados en el desarrollo de ésta app han sido conseguidos. Esto no significa que no haya habido problemas durante su desarrollo que han tenido que solventarse, a citar:

- Resolución del movimiento del player en primera persona.
- Necesidad de dividir la app en dos partes para poder subirla a Play Store.
- Uso del giroscopio para controlar la cámara en primera persona.
- Reproducción de vídeos en plataformas Android.

La planificación se ha cumplido, y aproximadamente fue correcto el cálculo en horas dedicado a cada actividad.

Como objetivos venideros se pueden plantear:

- Completar la visita virtual con el interior de la iglesia.
- Implementar la opción de visita virtual mediante gafas de realidad virtual.
- Mejorar las explicaciones / paneles informativos.

4. Glosario^[5]

Los siguientes son términos que se han utilizado en el presente trabajo:

BIM: Es el proceso de generación y gestión de datos de un edificio durante su ciclo de vida utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real.

Escáner láser: Dispositivo que captura rápidamente formas de objetos, edificios y paisajes mediante el empleo de rayos láser.

Fotogrametría: Técnica para determinar las propiedades geométricas de los objetos y las situaciones espaciales a partir de imágenes fotográficas.

Fotos 360°: Fotos inmersivas que muestran todas las partes de la escena.

Modelos de desarrollo híbridos: Apps que utilizan el navegador web del dispositivo. Para su desarrollo se utilizan frameworks de desarrollo basados en lenguajes de programación web (HTML, CSS y JS). Actualmente Phonegap es el más conocido

Motores de juegos: Entornos de desarrollo que permiten desarrollar aplicaciones para múltiples plataformas, facilitando tareas como el render, colisiones entre objetos, física de partículas, etc. Ejemplos de motores de juegos: Unreal Engine 4, Source 2, Unity 3D, Shiva 3D, GameMaker Studio, Torque

Mundos virtuales: Es un entorno de escenas u objetos de apariencia real que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él.

Unity: motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X, Linux.

Visita en primera persona: Hace referencia a la perspectiva del movimiento del protagonista en una escena, en la cual no se muestra el player.

Visita en tercera persona: La diferencia con la primera persona es que en tercera persona si se muestra un avatar del player.

5. Bibliografía

Libros:

[1] BIBLIOGRAFÍA: GIMÉNEZ RUIZ, NACHÓN GONZÁLEZ Y DÍAZ CUÉTARA, La Iglesia de San Fernando de Torrero. Zaragoza 1983.

[2] LABORDA YNEVA, J., Maestros de obras y arquitectos del periodo ilustrado en Zaragoza. Zaragoza 1989 VVAA. Guía Histórico Artística. Zaragoza, 1991.

[3] LABORDA YNEVA, J., Zaragoza. Guía de arquitectura. Zaragoza 1995. Pág. 314.

Web:

[4]
<http://www.asociacionlossitios.com/iglesia%2520de%2520San%2520Fernando.pdf>
Visitada el 13 Marzo 2017

[5] <https://es.wikipedia.org/wiki/>
Visitada el 22 Mayo 2017

6. Anexos

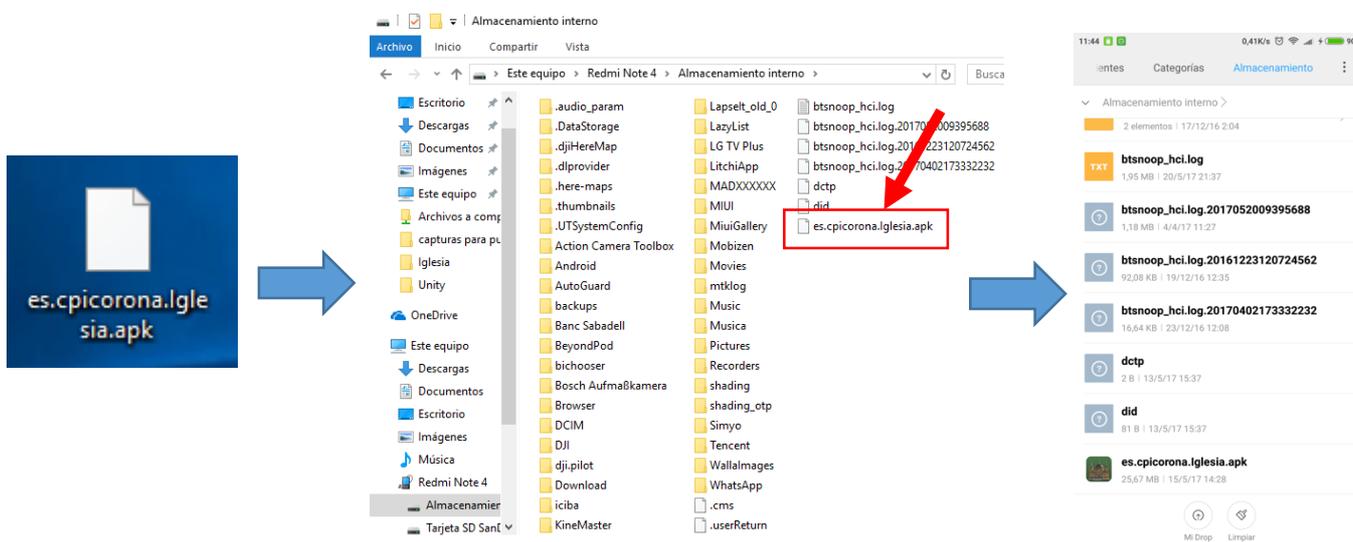
6.1 Manual de instalación

Existen varias formas de instalación:

- Mediante el apk de un solo fichero.
- Mediante el apk dividido en dos ficheros.
- Mediante la descarga desde Play Store.

Mediante el apk de un solo fichero:

Desde un ordenador copiamos al dispositivo móvil el fichero es.cpicorona.Iglesia.apk. Con ayuda de alguna aplicación que permita la exploración de archivos, previamente instalada en el dispositivo móvil, se pulsa doble clic para instalarla.



Mediante el apk dividido en dos ficheros:

Otra posibilidad es instalar la aplicación a partir de dos ficheros. El fichero es.cpicorona.Iglesia.apk ocupa 24,6 MB, y el fichero es.cpicorona.Iglesia.obb ocupa 301MB.

Los ficheros que tienen la extensión .obb son ficheros de expansión utilizados por la Play Store. Si una aplicación tiene ocupa más de 100MB tiene que utilizarlos. El fichero de expansión debe estar localizado en:

<shared-storage>/Android/obb/< es.cpicorona.Iglesia >/ es.cpicorona.Iglesia.obb

Mediante la descarga desde la Play Store:

Desde la Play Store es el método más sencillo. Tan solo hay que buscarla y pulsar en instalar.

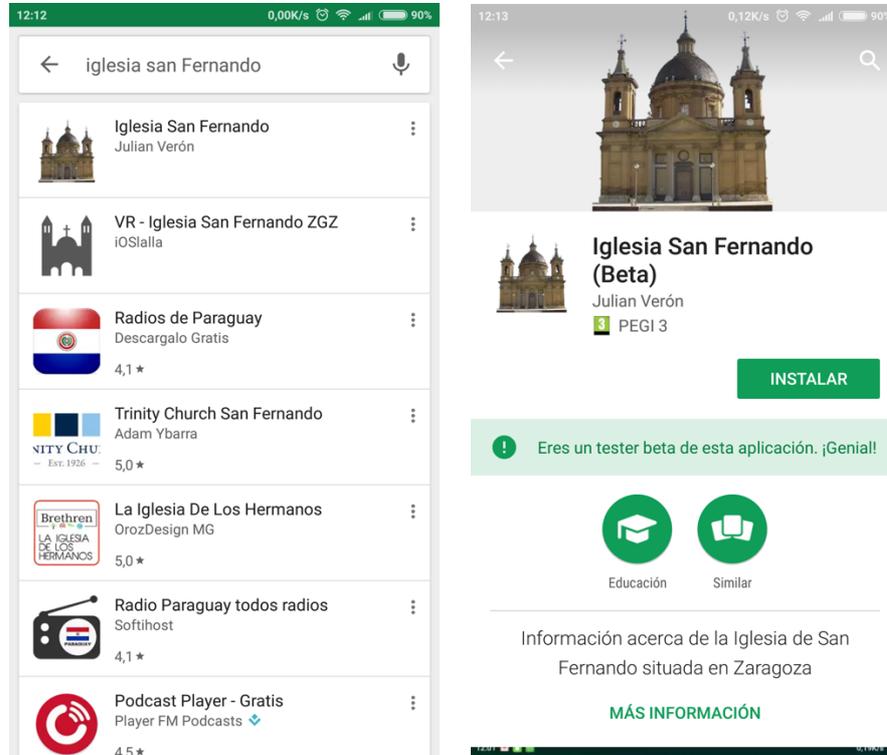


Ilustración 68 Instalación desde la Play Store

6.2 Manual de usuario

Iglesia de San Fernando



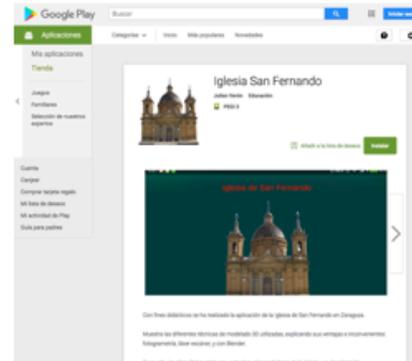
Manual del usuario.

Índice

1. Instalación.
2. Menú principal de la aplicación.
3. Visita virtual.
4. Acerca del modelado.
5. Acerca de la Iglesia San Fernando.
6. Contacto.

1. Instalación

Ve a Play Store y busca "Iglesia San Fernando". Pulsa en el botón Instalar. Ten paciencia ya que la descarga puede costar bastantes minutos.



2. Menú principal de la aplicación

En el menú principal de la aplicación se presentan tres opciones:

- Visita virtual al exterior de la iglesia.
- Acerca de las técnicas de modelado.
- Acerca de la iglesia.



Pulsa en la opción que prefieras.

3. Visita virtual

En la visita virtual puedes desplazarte por el escenario pulsando el botón abajo a la izquierda.



Para cambiar la orientación puedes hacerlo usando el giroscopio o con el botón abajo a la derecha.

Puedes subir en altura y ver el escenario desde arriba pulsando el botón .

Si lo prefieres puedes hacer uso del gamepad .

4. Acerca del modelado

Aquí podrás ver diferentes vídeos con explicaciones acerca de diferentes técnicas de modelado utilizadas.



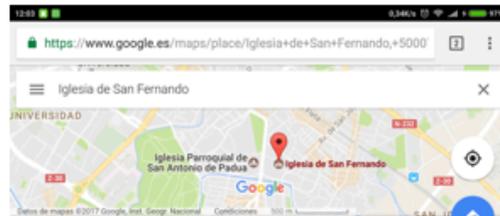
5. Acerca de la Iglesia San Fernando

En esta pantalla recibirás información acerca:

- Dónde se encuentra o cómo llegar a ella.
- Ver fotos actuales y antiguas.
- Conocer un poco acerca de su historia.
- Planos actuales del edificio.



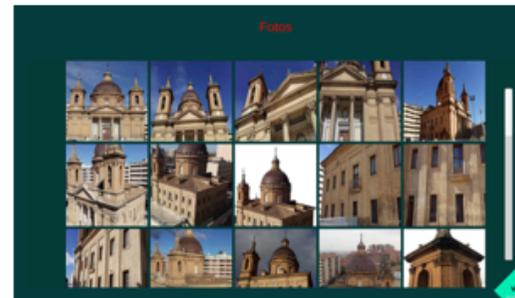
Al pulsar *localización* se abrirá el navegador con la URL de Google Maps con las coordenadas de la Iglesia San Fernando. Para volver a la aplicación pulsa el botón retroceder de tu dispositivo móvil.



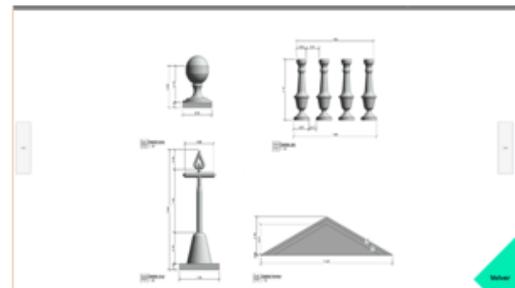
Puedes conocer un poco acerca de la historia de la iglesia. Al pulsar en *Historia* se abrirá un pdf. Para volver a la aplicación pulsa el botón volver de tu dispositivo móvil.



Hay cincuenta fotos desde diferentes perspectivas de la iglesia. Para ampliar una foto tan sólo debes pulsar sobre ella, y para cerrarla la misma operación...



Los planos son importantes para tener una constancia del estado actual del monumento y para una posible actuación de mejora de su estado.



Pulsa en los botones situados a la izquierda y a la derecha para cambiar de plano. Puedes ampliar la imagen usando dos dedos. Y desplazar la imagen en pantalla pulsando con un solo dedo.

6. Contacto

Esta aplicación ha sido desarrollada para fines didácticos, y todos los materiales generados en este proyecto son gratuitos y están disponibles para quien los quiera utilizar, siempre que no sea para uso comercial.

Si deseas recibir más información puedes ponerte en contacto en la siguiente dirección:

jveron@cpicorona.es

