



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DESARROLLO DE APLICACIÓN DE AR PARA ASISTENCIA A LA ORIENTACIÓN DEL VIAJERO EN TRANSPORTE PÚBLICO

Alumno: Isabel Buendía Núñez

Tutor: Prof. D. Raúl Mata Campos

Depto.: Ingeniería en Telecomunicaciones

Septiembre, 2022



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DESARROLLO DE APLICACIÓN DE AR PARA ASISTENCIA A LA ORIENTACIÓN DEL VIAJERO EN TRANSPORTE PÚBLICO

Alumno: Isabel Buendía Núñez

Tutor: Prof. D. Raúl Mata Campos

Depto.: Ingeniería en Telecomunicaciones

Septiembre, 2022

AGRADECIMIENTOS

*A mi madre, por la fortaleza que siempre
me ha inculcado para luchar, seguir y avanzar,
a pesar de las piedras que te puedas encontrar en el camino.*

*A mis hermanos, por la capacidad
de unión que siempre han sabido mantener
en todo momento, incluso a contracorriente.*

*A mis abuelos por estar pendientes,
confiar y nunca dejarme sola en el espacio – tiempo.*

*A María Béjar y Gloria Higuera, por ayudarme a reforzar
y certificar que este era mi camino, junto a ellas.*

*A Raúl Mata, por afianzar conocimientos y motivarme
a elegir como cerrar esta etapa. Y al resto de la comunidad educativa
por hacer de este camino un gran aprendizaje tanto a nivel profesional como personal.*

*A todo aquel que me haya ayudado a seguir,
a no abandonar, y que me haya dado un empujón
en cualquier momento para no dejar de confiar en mí.*

*A ti, mi mitad, por incitarme a empezar esto,
por confiar en mí y haberme acompañado hasta acabar,
por apoyarme en mis decisiones y guiarme en la vida.
Esto va por ti, papi.*

CONTENIDO

1.	RESUMEN	10
1.1.	Resumen TFG	10
1.2.	Abstract	11
2.	INTRODUCCIÓN	12
2.1.	Inicios de la Realidad Aumentada	12
2.2.	Realidad Aumentada	15
2.3.	Realidad Virtual vs Realidad Aumentada	22
3.	OBJETIVOS	25
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
4.1.	Herramientas para crear Realidad Aumentada	27
4.2.	Unity	31
4.3.	Aplicaciones en el transporte público con Realidad Aumentada	35
4.4.	Métodos y Metodología	37
4.4.1.	Proceso de funcionamiento de la Realidad Aumentada	37
4.4.2.	Reconocimiento de Imágenes	39
4.4.3.	Metodología para la aplicación de Realidad Aumentada	40
4.4.4.	Solución Adoptada	59
5.	DISCUSION Y LINEAS FUTURAS.....	88
5.1.	Funcionamiento de la aplicación en estático.....	88
5.2.	Alternativas para el desarrollo de la aplicación	90
5.3.	Líneas futuras	92
5.4.	Visualización de la APP en funcionamiento	94
5.5.	Valoración de la aplicación.....	94
6.	CONCLUSIONES	101
7.	ANEXOS	103
7.1.	ANEXO I: INSTALACION DE UNITY	103
7.2.	ANEXO II: USO DE VUFORIA	107
7.3.	ANEXO III: INFORMACIÓN ADICCIONAL RELACIONADA CON EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	109
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115

Imagen 1: RA	12
Imagen 2: RA a través de la cámara y la escena real	13
Imagen 3: RA con marcadores	13
Imagen 5: RA en la construcción	16
Imagen 6: RA en la industria	16
Imagen 7: RA en la Medicina.....	17
Imagen 8: RA en videojuegos	17
Imagen 9: RA en el turismo	17
Imagen 10: RA en el deporte.....	18
Imagen 11: RA en navegación	18
Imagen 12: RA en el ejército	18
Imagen 13: RA en museo	19
Imagen 14: RA en la arquitectura.....	19
Imagen 15: RA en el comercio.....	19
Imagen 16: Aplicación de Ikea.....	20
Imagen 17: Aplicación de Lego.....	21
Imagen 18: Aplicación de Converse	21
Imagen 19: Comparativa de AR vs VR [10] realizado por David Melgar	23
Imagen 20: Dispositivos en el entorno utilizado en VR y AR [12]	23
Imagen 21: Logo Layar Imagen 22: Logo Augment.....	27
Imagen 23: Logo Metaio Creator Imagen 24: Logo Aurasma.....	28
Imagen 25: Logo Zooburst, Hoppala y ARToolkit.....	29
Imagen 26: Logo de Vuforia	30
Imagen 27: Logo Unity	31
Imagen 28: Interfaz habitual de Unity	33
Imagen 30: Interfaz Metropolitano Granada App.....	35
Imagen 31: Interfaz de Moovit.....	36
Imagen 32: Logo fliht radar24	37
Imagen 33: Imagen del estudio llevado a cabo por Daniel Abril Redondo, https://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/10-11/13mem.pdf “Proceso desglosado de la RA”	39
Imagen 34: Proceso de reconocimiento de las imágenes obtenidas en https://recursos-infantil8.webnode.es/realidad-aumentada/	40
Imagen 35: Logo Visual Studio C#	41
Imagen 36: Programación Rotate	42
Imagen 37: Script CambiarEscena.cs.....	43

Imagen 38: Script Emailer.cs (I).....	44
Imagen 39: Script Emailer.cs (II).....	45
Imagen 40: Script Emailer.cs (III).....	46
Imagen 41: Interfaz de Vuforia	46
Imagen 42: Como crear licencia en Vuforia	47
Imagen 43: Crear una licencia nueva	47
Imagen 44: Licencia de ARCamera creada y activada	48
Imagen 45: ARCamera en la Interfaz de Unity	48
Imagen 46: Inspector de ARCamera.....	49
Imagen 47: Licencia de Vuforia en Unity.....	49
Imagen 48: Máximas imágenes simultáneas que podrá leer el proyecto	49
Máximos objetos simultáneos que van a aparecer	49
Imagen 49: AR con marcador del tipo imagen.....	50
Imagen 50: Crear una base de datos.....	50
Imagen 51: Crear una base de datos en Vuforia.....	51
Imagen 52: Distintas bases de datos en Vuforia	51
Imagen 53: Base de datos usada en el proyecto.....	52
Imagen 54: Marcador 1	53
Imagen 55: Marcador 2	53
Imagen 56: Marcador 3	53
Imagen 57: Marcador 4	53
Imagen 58: Marcador 5	54
Imagen 59: Localización del Asset Store	55
Imagen 60: Asset Store en el navegador.....	56
Imagen 61: Importar un Asset.....	57
Imagen 62: Ventana del proyecto con los Assets	57
Imagen 63: Visualización de prefabs.....	58
Imagen 64: Selección de los prefabs	58
Imagen 65: Estructura de la app	59
Imagen 66: Menú principal	62
Imagen 67: Asignación de Script en el Menú Principal	63
Imagen 68: Interfaz Unity apartado de reclamaciones.....	65
Imagen 69: Interfaz de usuario de la app, apartado hacer reclamaciones.....	66
Imagen 70: Envío de la reclamación.....	66
Imagen 71: Correo de Reclamaciones.....	67
Imagen 72: Envío de la reclamación.....	67

Imagen 120: Gráfico III	96
Imagen 121: Gráfico IV	97
Imagen 122: Gráfico V	98
Imagen 123: Pregunta VI	99
Imagen 124: Pregunta VII	99
Imagen 125: Pregunta VIII	99
Imagen 126: Descarga Unity	103
Imagen 127: Crear cuenta en Unity	104
Imagen 128: Instalación Unity Hub	104
Imagen 129: Instalación y módulos de Unity Hub	105
Imagen 130: Módulos a añadidos en el proyecto Unity Hub (1)	105
Imagen 131: Módulos a añadidos en el proyecto Unity Hub (2)	106
Imagen 132: Creación Proyecto Nuevo	106
Imagen 133: Página web Vuforia	107
Imagen 134: Licencia de ARCamera	107
Imagen 135: Implementación de un txt	109
Imagen 136: Ubicación del txt	110
Imagen 137: Script GetText	110
Imagen 138: Canvas de la escena Rutas	111
Imagen 139: Exportación del proyecto en APK	112
Imagen 140: Carpeta para exportar la app	113
Imagen 141: AirDroid en PC Imagen 142: Airdroid en dispositivo móvil	113
Imagen 143: Instalación APK en dispositivos móviles	114

1. RESUMEN

1.1. Resumen TFG

La Realidad Aumentada es una tecnología que complementa la percepción e información adicional generada por ordenador. Esta tecnología está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son entre otras la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo del diseño interiorista, entretenimiento y medicina entre otros. El mundo académico no está al margen de estas iniciativas y también ha empezado a introducir la tecnología de la Realidad Aumentada en algunas de sus disciplinas.

En este proyecto se desarrolla una aplicación para cualquier dispositivo Android, Tablet o pc, cuya principal herramienta es la Realidad Aumentada, siendo capaz de orientar al viajero en las instalaciones de la estación de autobuses de Jaén. Esta aplicación se ha realizado con el programa Unity y el correspondiente SDK, Vuforia.

La aplicación se ha realizado con el fundamento de ayudar al usuario, en este caso al viajero, a conocer las instalaciones y para poder ser capaz de encontrar o acceder al lugar al que quiere llegar en función de las necesidades que éste posee, esto se hará de dos maneras: estática y dinámicamente. A través de imágenes se guiará con un sistema de flechas hasta llegar a la parte de la instalación que se esté buscando. Las imágenes se encontrarán repartidas a lo largo de las instalaciones en la parte inferior, el suelo, las cuales se denominan marcadores. También se podrá utilizar para acceder a las respectivas páginas web y sus promociones de cada compañía, esta parte se llevará a cabo enfocando la parte superior de la compañía sobre la que se quiera obtener información. Se trata de los carteles o imágenes que existen justamente en la zona superior de cada compañía en la propia instalación.

1.2. Abstract

Augmented Reality is a technology that complements the perception and additional information by computer. This technology is being introduced in new application areas such as the reconstruction of historical heritage, the training of industrial process operators, marketing, the world of interior design, entertainment and medicine, among others. The academic world is not exempt from these initiatives and has also begun to introduce Augmented Reality technology in some of its disciplines.

In this project, an application is developed for any Android device, Tablet or PC, whose main tool is Augmented Reality, being able to guide the traveler in the Jaén bus station facilities. This application has been made with the Unity program and the corresponding SDK, Vuforia.

The application has been made to help the traveler know how to find or access the place they want to get to based on their needs, this will be done in two ways: static and dynamic. Through images we will be able to guide ourselves with a system of arrows until we reach the part of the installation that we are looking for. The images will be found scattered throughout the installations on the ground, which are called markers. It can also be used to access the respective web pages and their promotions of each company, this part will be carried out by focusing on the upper part of the company about which we want to inform ourselves. The posters or images that are located in the upper area of each company in the installation itself will be treated.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Inicios de la Realidad Aumentada

La realidad aumentada (RA) se usa para describir al conjunto de tecnologías que permiten que un usuario visualice parte del mundo real a través de un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida por este. El dispositivo, o conjunto de dispositivos, añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, una parte virtual aparece en la realidad. De esta manera los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando así una realidad aumentada en tiempo real.



Imagen 1: RA

La realidad aumentada comenzó en sus inicios teniendo lugar en una máquina creada a través de la imaginación de Morton Heilig. En el año 1957 comenzó a producir un prototipo con un aspecto parecido al de una máquina de videojuegos. Este prototipo simulaba un parecido a los videojuegos arcade que en la década de los 90 fueron muy comunes en el mercado. La denominó Sensorama y solo unos pocos pudieron comprender la función de esta máquina, ya que proyectaba imágenes 3D. Sensorama era un coqueteo con la realidad virtual, con el futuro, con la ficción. Aun así los expertos decían que existían evidencias de que había matices de realidad aumentada en ella, por lo que se podría concluir con que ambas tecnologías nacieron muy unidas, casi como hermanas gemelas como se puede ver [1].

El investigador Boeing Tom Caudell definía al mismo tiempo el concepto de realidad aumentada, y por ello la tecnología nacía de la mano de dos trabajos más. Uno de ellos fue el de L.B Rosenberg, quien trabajaba para la fuerza aérea de los Estados Unidos.

En los inicios, las primeras aplicaciones permitían distinguir dos tipos básicos de realidad aumentada:

- i. Basada en la localización de la escena real a mostrar y la orientación de la cámara.



Imagen 2: RA a través de la cámara y la escena real

- ii. Basada en ciertos marcadores presentes en la escena a mostrar.



Imagen 3: RA con marcadores

Con los dos tipos básicos de realidad aumentada se puede hacer una clasificación interna [2].

La historia de la realidad aumentada, es hoy en día mucho más amplia de lo que jamás se imaginó en sus inicios. Se ha llegado a conseguir una variedad inimaginable de avances tecnológicos. Entre los componentes que conforman la realidad aumentada tanto generales como característicos se encuentran los siguientes:

- i. Hardware (Monitor): Por lo general, un Smartphone, Tablet o PC contiene en su interior un procesador, un monitor, GPS, micrófono, cámara, y todo lo necesario para ser considerado un dispositivo de realidad aumentada. Por ello es el encargado de combinar el conjunto que conforman la imagen real del escenario con lo que hay que superponer a lo real, es decir lo virtual.
- ii. Monitores, son perfectamente capaces de mostrar elementos de realidad aumentada, además, hay diferentes opciones para poder visualizarla en función del tipo de realidad aumentada y el entorno. Algunos de los sistemas de proyección óptica son los lentes y gafas, los cascos de realidad virtual, las planillas de retina, la realidad aumentada espacial y los visores de mano.
- iii. Software, es el programa encargado de obtener los datos del mundo real y del virtual para poder procesarlos y transformarlos en realidad aumentada, esto se trata de gestionar el proceso. Existe el Lenguaje de Etiquetado de Realidad Aumentada, que es usado para estandarizar la gramática XML para realidad virtual.

La diseñadora UX Jessica Lowry, considera que la realidad aumentada se ha convertido en el futuro del diseño y muchos están de acuerdo con esa percepción. Esta redacción [4] muestra como muchas empresas lo utilizan a través del diseño del Metaverso. Y eso se debe porque los teléfonos móviles ya son parte irrefutable de las vidas hoy en día, y es inviable el futuro sin ellos.

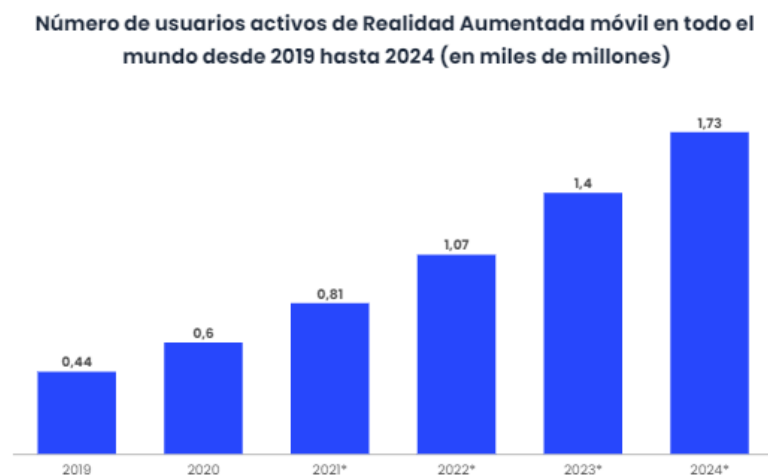


Imagen 4: Numero de usuarios a lo largo del tiempo [11]

2.2. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada permite añadir capas de información visual sobre el mundo del cual se rodea el ser humano a través del uso de la tecnología, esto se realiza con dispositivos como pueden ser los propios teléfonos móviles u ordenadores entre otros. Esto facilita la generación de nuevas experiencias que aportan un conocimiento relevante sobre el entorno del propio usuario, y se puede recibir esa información al instante, en tiempo real.

La Realidad Aumentada supone la incorporación de datos e información digital en un entorno real por medio del reconocimiento de patrones que se realiza mediante un software. Es una herramienta interactiva que en sus inicios dio sus primeros pasos alrededor del mundo con el objetivo que en el futuro fuese una gran herramienta y que actualmente se ve en todas partes avanzando, sorprendiendo y alcanzando todas las disciplinas. Algunas de las disciplinas en las que se ve la realidad aumentada son los videojuegos, medios masivos de comunicación, arquitectura, educación, televisión (gafas 3D), turismo, literatura, cine... incluso como se muestra [5] en la medicina. Se mostrará un mundo digital inimaginable al entorno real que se tenga. Las principales características, aunque tenga más [6], de la realidad aumentada son las siguientes:

- Es una tecnología que superpone elementos virtuales a la imagen real.
- Permite interaccionar con ella en tiempo real.
- La imagen se proyecta en 3D, de forma que parece adquirir las capacidades o proporciones físicas del entorno.

En la actualidad, están disponibles aplicaciones que están relacionadas con todos los procesos y sectores industriales, entre los que se encuentran los siguientes:

- Construcción y Diseño Industrial.

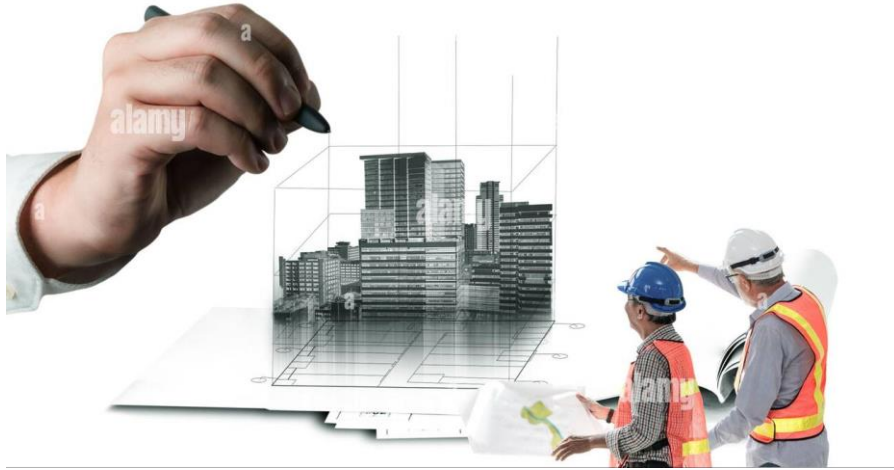


Imagen 5: RA en la construcción



Imagen 6: RA en la industria

- Recuperación de desastres, medicina y rescate.



Imagen 7: RA en la Medicina

- Entretenimiento y turismo, juegos, deportes.



Imagen 8: RA en videojuegos



Imagen 9: RA en el turismo

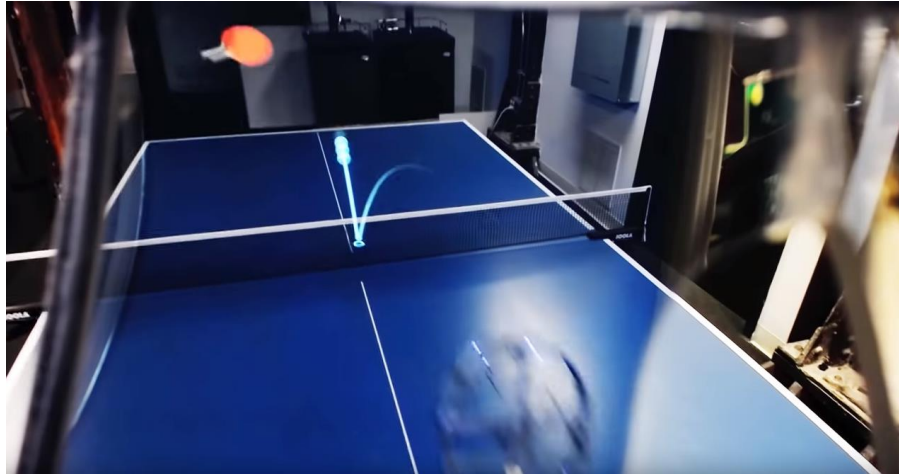


Imagen 10: RA en el deporte

- Navegación.



Imagen 11: RA en navegación

- El ejército.



Imagen 12: RA en el ejército

- Arte, arquitectura.



Imagen 13: RA en museo

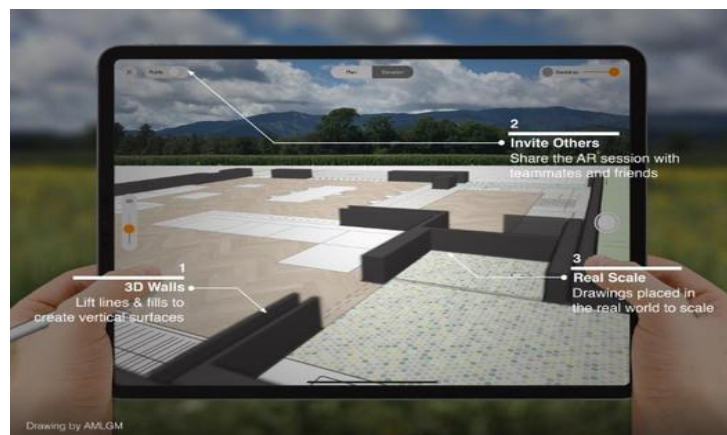


Imagen 14: RA en la arquitectura

- Comercio, administración.



Imagen 15: RA en el comercio

Del mismo modo existen compañías que apuestan por la realidad aumentada porque se han percatado que la tecnología no sólo se traduce en unos posibles beneficios económicos, sino que también conlleva en ellas efectos positivos para la imagen y visibilidad de su marca. Algunos ejemplos entre mucho otros [7] son:

IKEA Catalogue app, permite escanear determinadas páginas de su catálogo en papel, para ver imágenes, vídeos y modelos en 3D de sus productos. Al incluir Realidad Aumentada, se pueden ver los muebles en tu propia casa, lo que permite despejar las dudas de los clientes.



Imagen 16: Aplicación de Ikea

Lego Digital Box es una aplicación de Realidad Aumentada que se está implementando paso a paso en las respectivas tiendas. Ésta permite escanear las cajas de los productos de modo que, los usuarios tanto padres como niños pueden visualizar en 3D los juguetes que están pensando comprar. Al escanear las cajas en la tienda, aparecerá en la pantalla la imagen en 3D. Se trata de un modelo de tres dimensiones del producto que existe en el interior de la caja y que se podrá ver desde diversos ángulos.

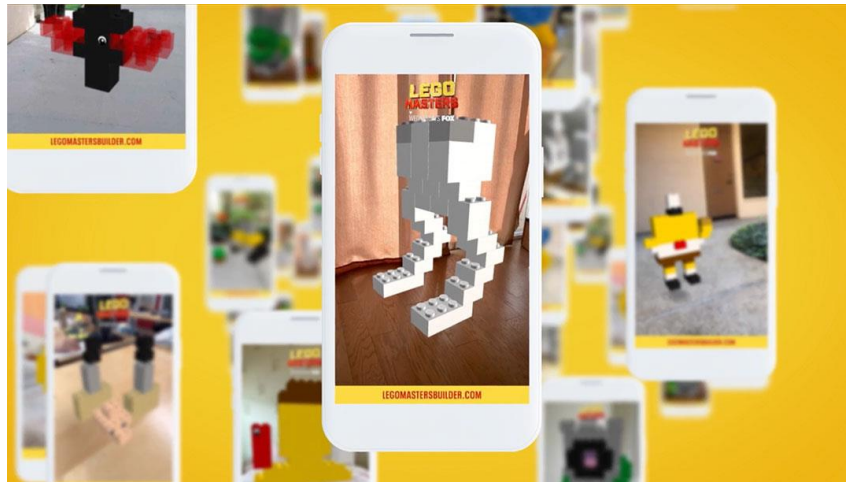


Imagen 17: Aplicación de Lego

Converse Sampler es la aplicación de Realidad Aumentada disponible para IOS. Con ella se podrá ver cómo le quedan al usuario unas Converse directamente en sus pies en tiempo real. También se dará la opción a elegir entre los modelos y diferentes colores para luego poder sacar una foto o terminar con la compra del producto. La app funciona sin marcador, lo que quiere decir que la calidad depende de la destreza con la que se sujeta el dispositivo y en función de ello la viabilidad del uso de la experiencia.



Imagen 18: Aplicación de Converse

2.3. Realidad Virtual vs Realidad Aumentada

La Realidad Virtual es más conocida entre estas tecnologías. Es completamente inmersiva, por lo que puede engañar a los sentidos para que un usuario llegue a pensar que se encuentra en un entorno diferente o un mundo aparte del real.

La Realidad Virtual [8] sumerge a los usuarios en un entorno que lo ha generado un ordenador. Con una pantalla montada en la cabeza o auriculares, se experimenta un lugar de imágenes y sonidos generados por un dispositivo en el que se puede manipular objetos y moverse utilizando controladores hápticos. Las experiencias de realidad virtual más avanzadas incluso proporcionan libertad de movimiento. Para poder usarse se requiere de auriculares especiales para experimentar. La Realidad Virtual se utiliza principalmente para:

- i. Crear una realidad imaginaria para juegos y entretenimiento.
- ii. Desarrollar proyectos virtualmente para poder verlos antes de que existan físicamente.
- iii. Mejorar la capacitación en entornos de la vida real mediante la creación de una simulación de la realidad donde las personas pueden practicar de antemano.

Del otro lado la Realidad Aumentada superpone información digital sobre elementos reales. Quiere decir que ésta mantiene el mundo real en el centro, pero lo mejora con otros detalles digitales, superponiendo estratos de percepción y complementando la realidad.

Ahora se muestra una comparativa [9] sobre el uso de ambas tecnologías en los mismos sectores para poder corroborar que el uso de realidad aumentada es mucho mayor y extensivo que el de la realidad virtual. Esta comparativa no exime el uso de la realidad virtual, que en muchos ámbitos llega a ser de gran ayuda.

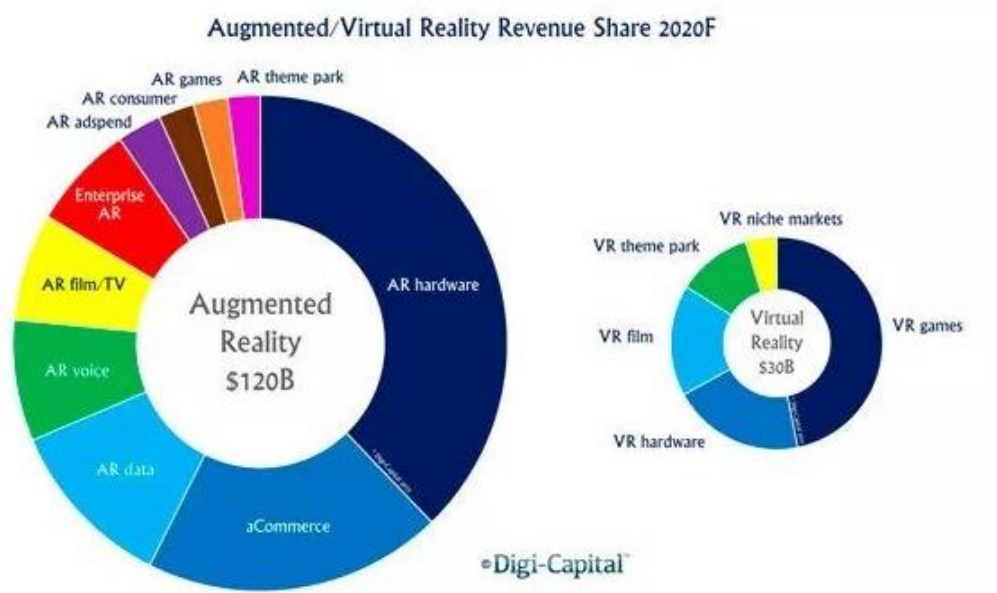


Imagen 19: Comparativa de AR vs VR [10] realizado por David Melgar

Se puede afirmar que la realidad aumentada mejora las experiencias al añadir componentes virtuales como lo son las imágenes digitales o los gráficos. En contraste, la realidad virtual crea su mundo que está completamente inventado, lo que quiere decir que es generado e impulsado por ordenador. De ahí proviene que el uso de la realidad aumentada es cada vez mayor, tanto en dispositivos móviles como ordenadores portátiles, teléfonos inteligentes y tablets para cambiar la forma en la que el mundo real y las imágenes digitales se cruzan e interactúan.



Imagen 20: Dispositivos en el entorno utilizado en VR y AR [12]

Por lo que las grandes diferencias son que:

- La RV se aísla de lo real y es claramente virtual.
- La RA mezcla lo real y lo virtual produciéndose todo en un entorno real, y gracias a la cámara y la pantalla de un dispositivo se podrá llegar a visualizar elementos que no están presentes en el mundo real, de la misma manera que interactuar con ellos.

A modo informativo se presenta y expone brevemente ya que está relacionada con el tema desarrollado la existencia de la realidad mixta (RM), se trata de un híbrido entre la RV y la RA que permite crear nuevos espacios en los que interactúan tanto objetos y/o personas reales como virtuales.

La gran diferencia que se encuentran entre las tres son los dispositivos necesarios para su uso. Mientras la realidad virtual y la realidad mixta necesitan de un elemento aportado por el individuo, como unas gafas o un dispositivo específico, en el caso de la realidad aumentada bastaría una aplicación en el móvil o *tablet*.

3. OBJETIVOS

Los objetivos que se han marcado para el desarrollo y la implementación de la aplicación se dividen en función de los requisitos que se exigen, serían los que aparecen en seguida:

- Obtener nuevos conocimientos en técnicas de procesamiento de imagen/vídeo y principalmente de realidad aumentada AR. En este proyecto específicamente se pretende desarrollar una herramienta para apoyar al viajero a la hora de guiarse en el transporte público con la orientación y ayuda para llegar al destino deseado. Mediante el suministro de información adicional de aumento, se podrá facilitar y va a resultar más cómodo e intuitivo conocer la ubicación, datos del viaje y destino.
- Estudiar y analizar las herramientas y aplicaciones que se encuentran actualmente funcionando y que los usuarios desarrollan el uso de ellas sobre dispositivos móviles, pc o tablets de realidad aumentada, para entender su funcionamiento y poder ampliar, adquirir y nutrir nuevos conocimientos y técnicas relacionados con la realidad aumentada.
- Desarrollar la aplicación a partir de la utilización de diferentes marcadores a definir. Componer el proyecto en base a los diferentes aumentos (con contenidos multimedia) para apoyar la orientación del usuario en el transporte correspondiente.
- Investigar los programas que existen en la actualidad y que son utilizados por las empresas para crear aplicaciones relacionadas con esta tecnología. Trabajar en el estudio de los diferentes programas que sean utilizados por grandes empresas, que sean conocidos, en los que se basen las aplicaciones relacionadas con el ámbito y en el que se pueda desarrollar el proyecto a realizar. Para finalizar, se van a usar programas en los que se van a basar el desarrollo de muchas de las aplicaciones que hay actualmente en el mercado.

- Diseñar una API genérica, intuitiva y que sea fácil de usar para todo tipo de usuario que identifique el espacio implicado, como es la instalación donde se vaya a desarrollar su uso, y poder implementar ésta para el sistema Android. Obtener junto a todo ello los resultados para de esta manera poder comprobar su correcto funcionamiento y demostrar este mediante las sucesivas y correspondientes pruebas.
- Comprobar en la medida de lo posible el grado de satisfacción como su utilidad en el usuario con el desarrollo de esta aplicación en la localidad.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Herramientas para crear Realidad Aumentada

En esta parte se lleva a cabo el estudio sobre algunas de las diferentes herramientas que se pueden usar en el ámbito de la realidad aumentada para el desarrollo de aplicaciones. Existen muchas más a parte [13], pero se ha hecho una selección entre las siguientes.

LAYAR fue el primer navegador preparado para ofrecer contenidos en dispositivos móviles con realidad aumentada. Fue comprada por Blippar Group, y desde entonces es uno de los líderes mundiales en el desarrollo de software para crear realidad aumentada. El fin de la compañía es ofrecer servicios de realidad aumentada de la máxima calidad existente, y seguir derrumbando las barreras existentes entre el mundo virtual y el real. La función básica es crear contenido interactivo en realidad aumentada en soportes físicos y contenido multimedia, como flyers, vídeos, imágenes... Se pueden añadir botones y enlaces para compartir las creaciones o poder visualizar las de otros usuarios. Esta herramienta dispone de dos opciones para los usuarios: Utilizar su kit de desarrollo de software (SDK) estándar, desarrollado por Blippar. Con este software se puede aplicar la realidad aumentada a aplicaciones ya existentes e incorporar funciones avanzadas. Cuenta con dos versiones, ambas de pago. La versión Basic cuesta 13,90 euros y permite utilizar la aplicación durante 60 días. La versión PRO tiene un precio de 69,00 euros y permite acceso durante 6 meses, además de ofrecer funciones mucho más avanzadas.

Por lo que se concluye con la información de que Layar es una herramienta más que recomendable para quienes quieran crear contenidos o modificarlo una vez realizado.



Imagen 21: Logo Layar



Imagen 22: Logo Augment

AUGMENT es una herramienta que permite mostrar los productos de un catálogo con imágenes virtuales en 3D. Es por eso que los clientes pueden observarlo desde todos los ángulos y perspectivas. Es a priori una herramienta relativamente

fácil de usar que puedes probar durante 30 días de forma gratuita además de disponer una licencia académica gratuita para el uso de AR. La desventaja de esta herramienta es que no permite el uso de objetos 3D, ni de vídeo.

METAIO CREATOR, es un software desarrollado recientemente respecto al resto y que permitirá a los usuarios que se están iniciando, sin conocimientos técnicos o de programación, poder desarrollar contenidos en Realidad Aumentada así como programar y diseñar aplicaciones del mismo tipo. Su enfoque se debe principalmente a los sectores del marketing, la impresión, la automoción y la industria. Entre las marcas que han desarrollado proyectos utilizando esta herramienta se encuentran Lego, Audi o Ikea. Tiene una interfaz fácil y familiar con la que se podrán adjuntar sitios web, vídeo, modelos 3D y gráficos al gusto del desarrollador o programador en cuestión del diseño de Realidad Aumentada, además de poder adjuntar objetos y modelos reales por lo que lo hace ideal para la creación de catálogos.



Imagen 23: Logo Metaio Creator

Imagen 24: Logo Aurasma

AURASMA es una de las herramientas más extendidas del mercado. Permite crear experiencias interactivas complejas ya que la capa virtual puede contener varias acciones. Entre las acciones que se pueden llevar a cabo son las de etiquetar imágenes, objetos físicos o lugares de la vida real e introducir contenidos digitales interactivos como vídeos, animaciones o imágenes en 3D para que cuando una persona mira a través de esa imagen el objeto, el libro o monumento pueda recrear una experiencia. Su uso se podrá llevar a cabo con dos versiones diferentes, una se trata de la cuenta gratuita, académica y la otra es una cuenta PRO con su coste correspondiente.

ZOOBURST es una herramienta web 2.0 que permite generar libros en 3D. La herramienta permite incluir imágenes, textos y otras opciones multimedia. Entre las

funciones de la aplicación se encuentra el uso de la realidad aumentada para la interacción con las publicaciones. Es una herramienta muy intuitiva, y a pesar de estar en inglés, tanto las opciones de registro y de su uso son muy sencillas y claras. La versión con la que cuenta es gratuita y funciona a través del navegador web.



Imagen 25: Logo Zooburst, Hoppala y ARToolkit

HOPPALA AUGMENTATION es de las plataformas de contenido más grande del mundo para realidad aumentada basada en geolocalización. Esta herramienta se trata del “Dreamweaver” para AR.

ARTOOLKIT es un conjunto de herramientas de software de realidad aumentada, cuyo mayor beneficio es el código fuente abierto que implica un acceso libre a la biblioteca. ARToolkit soporta el reconocimiento 2D, y el mapeo de los elementos adicionales vía OpenGL. La biblioteca de la que consta permite hacer un seguimiento previo de marcadores de objetos conocidos a través de un dispositivo de cámara móvil y reproducir su localización en la pantalla seleccionada. Su funcionamiento se puede llevar a cabo en diferentes plataformas: Android, iOS, Windows, Linux, Mac OS X, SGI. Aunque cada sistema operativo necesita su propio ambiente de desarrollo. Los ambientes de desarrollo son gratis para todas las plataformas mencionadas.

VUFORIA es una plataforma de desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada (AR) y Realidad Mixta (MR) multiplataforma, con seguimiento robusto y rendimiento en una variedad de hardware. La integración de Unity en Vuforia le permite crear aplicaciones y juegos de visión para Android e IOS. Puede usar cualquier dispositivo con una cámara para probar juegos y aplicaciones AR / MR integradas en Unity con Vuforia.

Una vez se ha estudiado y analizado entre las distintas opciones que existen en la previa selección y en función a las características e información que se posee de estos materiales actualmente [14] que se pueden emplear para nuestro fin, la elección final es decantarse por trabajar con Vuforia.



Imagen 26: Logo de Vuforia

La elección se realiza en base a diferentes motivos [15], a pesar de que se tiene bastante desconocimiento y es muy complejo su uso, es una de las herramientas más utilizadas por las empresas para el desarrollo de realidad aumentada, lo cual entra dentro de los objetivos seleccionados a cumplir. Si se está iniciando en lo relacionado a la realidad aumentada y la programación requerirá un previo estudio mucho más profundo, ya que posee muchos módulos, librerías y formas de usarlo según el formato de la aplicación que se vaya a desarrollar. Por contraposición es una herramienta que ya ha sido previamente utilizada en este caso, lo que dentro de su dificultad facilita su uso ya que se está un poco familiarizado previamente con el entorno. Otro motivo por el que se elige es porque ofrece una variedad de librerías [16], lo que permite implementar el código y crear un proyecto con las nociones básicas de programar.

Vuforia es el software SDK con el que trabajan la mayoría de las empresas en el mundo de la industria y los videojuegos, porque junto a Unity [17] hace más atractivo el trabajo de la realidad aumentada para crear nuevas aplicaciones. Una vez que se menciona, hay que destacar que Unity entre las múltiples facilidades que ofrece tras su estudio una de las más destacables para el desarrollo de cualquier aplicación es el ámbito económico. Unity ofrece múltiples paquetes con los que se puede trabajar de forma gratuita, y es que éstos se encontrarían en el propio programa o a través del navegador en el módulo de “Asset Store” y que por consecuente pueden ser usados en cualquier proyecto y más específicamente en el que se está tratando aquí.

4.2. Unity

Unity es un motor de desarrollo de videojuegos creada por la empresa Unity Technologies [18]. Unity Technologies nació en el año 2004 cuando David Helgason, Nicholas Francis y Joachim Ante decidieron cambiar la visión de su compañía de desarrollo de videojuegos y se dispusieron a hacer un motor que se pudiera usar a un precio asequible. En su desarrollo habían creado unas herramientas muy potentes que sirvieron como semilla para una idea que tenía el equipo. Crear un motor de videojuegos que pequeñas y grandes empresas pudieran utilizar por igual. Un entorno sencillo pero que llamara la atención para programadores, artistas y diseñadores que llegase a diferentes plataformas sin obligar a programar el juego específicamente para cada una de ellas.



Imagen 27: Logo Unity

En 2009 la versión se convertía en gratuita para todo aquel que quisiera iniciarse en la plataforma. Unity se convirtió en uno de los motores gráficos más usados. La versión actual es compatible con muchísimas plataformas (PC, Mac, Linux, iOS, Android, BlackBerry, PlayStation, Xbox, Wii U, Web...)

En noviembre de 2010 se lanzó el Unity Asset Store que es un recurso disponible en el editor de Unity. Más de 150.000 usuarios de Unity pueden acceder a la colección de más de 4.000 paquetes de Assets en una amplia gama de categorías incluyendo modelos 3D, texturas y materiales, sistemas de partículas, música y efectos de sonido, tutoriales y proyectos, paquetes de scripts, extensiones para el editor y servicios en línea. Esto se comenzó a introducir con el fin de captar el interés de los desarrolladores más grandes, mientras que proporciona herramientas para equipos independientes y más pequeños que normalmente serían difíciles de conseguir en un paquete asequible.

El conocido motor gráfico ofrece la posibilidad de que pequeños estudios puedan lograr el desarrollo de sus videojuegos y obtener con ellos resultados más llamativos. Como se puede observar en la página web de Unity el software se ha llegado a utilizar para crear multitud de juegos conocidos. Unity es una herramienta que ofrece motores para el renderizado de imágenes, de físicas de 2D/3D, de audio, de animaciones y entre otras engloba herramientas de networking para multijugador, otras para la navegación NavMesh para la Inteligencia Artificial o el soporte de Realidad Virtual.

Unity ofrece una gran serie de servicios [19] que nos van a ayudar a:

- i. Monetizar el juego.
- ii. Realizar analíticas para comprobar cómo juegan los jugadores.
- iii. Realizar construcciones remotas en la nube.
- iv. Colaborar con otros usuarios en el mismo proyecto, de manera que se ofrece un sistema similar a un sistema de control de versiones.
- v. Obtener la certificación Unity en los dos tipos de carreras, artística o técnica, para así poder validar el conocimiento de cara a un posible empleador.
- vi. Entre las características más importantes y cómodas de Unity es la de soportar la exportación a una cantidad enorme de plataformas.
- vii. No solo se puede elegir la plataforma con la que se va a trabajar creando y editando el proyecto a desarrollar, cuyo editor en este momento soporta Windows y MacOS, además de Linux de forma experimental, sino que se podría crear una aplicación o juego para más de 25 plataformas diferentes.

Unity posee una interfaz muy sencilla de manejar, interactiva y fluida con la que se facilita el trabajo a través de ella y que conlleva a una mejora en el desarrollo de cualquier aplicación en ámbito del tiempo que se implica por parte del desarrollador.

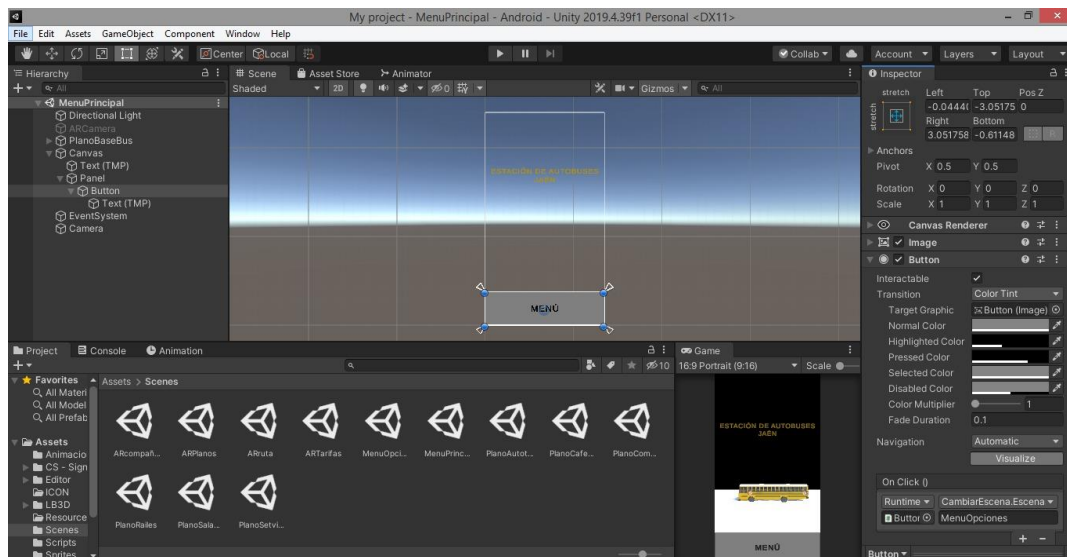


Imagen 28: Interfaz habitual de Unity

Como se aprecia en la imagen anterior el programa se divide en las diferentes ventanas que se explican a continuación. Entre ellas tenemos a grandes rasgos: Toolbar, Hierarchy Window, Inspector Window, Project Window y finalmente Scene View.

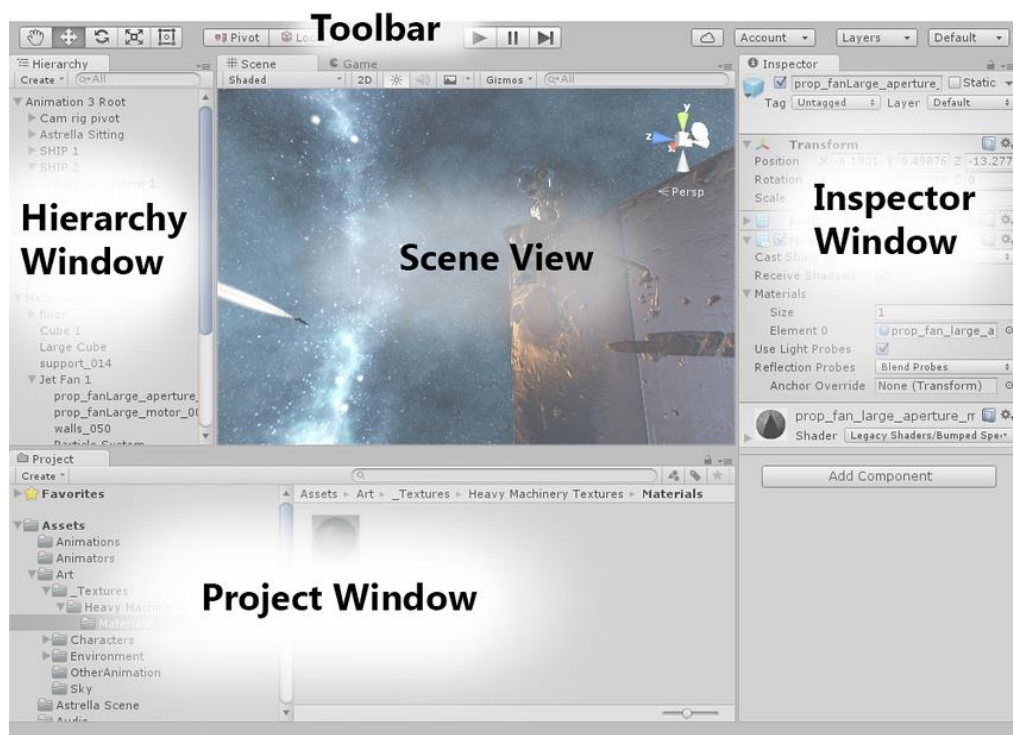


Imagen 29: Del Manual de Unity, Ventanas Principales

<https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/UsingTheEditor.html>

The Project Window (ventana del proyecto) muestra los assets de librería que están disponibles para ser usados. Cuando se importen los assets al proyecto, estos aparecen aquí.

La Scene View permite una navegación visual y editar la escena. La scene view puede mostrar una perspectiva 2D o 3D dependiendo en el tipo de proyecto en el que se esté trabajando.

La ventana de jerarquía es una representación de texto jerárquico de cada objeto en la escena. Cada elemento en la escena tiene una entrada en la jerarquía, por lo que las dos ventanas están inherentemente vinculadas. La jerarquía revela la estructura de cómo los objetos están agrupados.

La ventana del inspector permite visualizar y editar todas las propiedades del objeto actualmente seleccionado. Ya que diferentes objetos tienen diferentes propiedades, el layout (diseño) y contenido de la ventana del inspector va a variar.

La barra de herramientas proporciona un acceso a las características más esenciales para trabajar. En la izquierda contiene las herramientas básicas para manipular la scene view y los objetos dentro de esta. En el centro están los controles de reproducción, pausa, y pasos. Los botones a la derecha le dan acceso a sus servicios de Unity Cloud y su cuenta de Unity, seguido por un menú de visibilidad de capas, y finalmente el menú del layout del editor (que proporciona algunos diseños alternativos para la ventana del editor, y permite guardar los propios layouts personalizados). La barra de herramienta no es una ventana, y solamente es parte de la interfaz de Unity que no se puede reajustar.

4.3. Aplicaciones en el transporte público con Realidad Aumentada

En relación a la realidad aumentada y al uso de los dispositivos móviles, el entretenimiento suele ser el objetivo principal, pero la clave para poder dar y valorar la importancia de la tecnología en concreto, es realmente su utilidad. Presentada esta situación cada vez son más las aplicaciones que utilizan la realidad aumentada, primordialmente para hacer de ella un componente que llama la espectacularidad visual como el interés del usuario un servicio para la sociedad. Es por esto que se conoce ya la existencia de aplicaciones a nuestro alcance para agilizar la orientación en el transporte público del usuario [20]. La previa visualización y explicación a priori de ellas facilitarán la comprensión del desarrollo que posteriormente se hará en el proyecto a realizar. Por ello se va a proceder a la visualización de algunas que ya están en funcionamiento para poder llegar a ver su utilidad.

METROPOLITANO DE GRANADA

La aplicación de realidad aumentada del Metro de Granada permite a los usuarios del metro informarse e interactuar con el servicio de transportes, a través de sus dispositivos móviles y de una manera diferente a la habitual. El usuario escanea cualquiera de las tarjetas y visualiza en realidad aumentada un modelo 3D del mapa de las distintas líneas con información de la salida de los próximos trenes de la parada más cercana, consiguiendo así una experiencia inmersiva.



Imagen 30: Interfaz Metropolitano Granada App

MOOVIT

Esta aplicación ofrece información del transporte público a través de la navegación con el uso de GPS con de diferentes tipos de transporte, incluyendo autobuses, metros, trenes, tranvías...etc. Los usuarios pueden acceder un mapa en vivo, y observar las estaciones y paradas cercanas basados en su ubicación GPS en el momento, así como planificar viajes a través de diferentes medios de transporte basados en información en tiempo real. La aplicación se diferencia del resto de las aplicaciones de transporte público tradicionales al ser dirigida por la comunidad e integrar información oficial de transporte público de los operadores con datos en tiempo real recolectados por los usuarios. Se conoce que está disponible en 93 países alrededor del mundo, incluyendo ciudades como Barcelona, Bogotá...

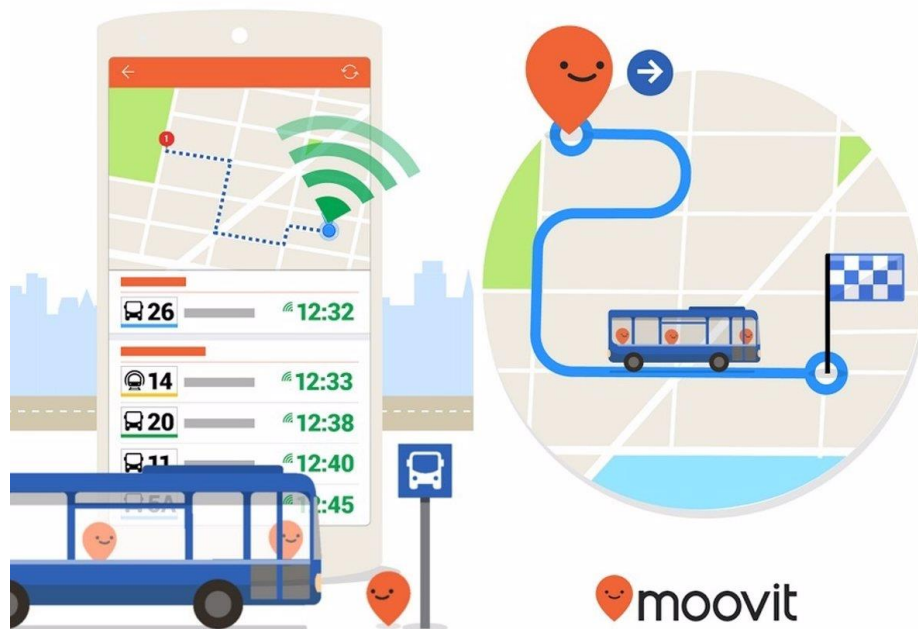


Imagen 31: Interfaz de Moovit

FLIGHT RADAR 24

FlightRadar 24 es una app que se encuentra disponible tanto para iOS como para Android y que, se puede utilizar en el navegador web del ordenador con los respectivos datos de acceso. Se pueden realizar consultas de cuál es el rastro en el cielo de cualquier avión en tiempo real. Su utilización tiene el enfoque en aquellos usuarios que esperan la llegada de un avión y quieren conocer dónde se encuentra en esos momentos, así como por el resto de usuarios que simplemente por mera curiosidad quieren conocer que información el avión que está pasando en un

momento concreto por encima de ellos. La versión para el móvil incluye una parte de realidad aumentada que permite conocer los detalles del avión con solo enfocarlo desde el dispositivo, ya sea un smartphone o Tablet.

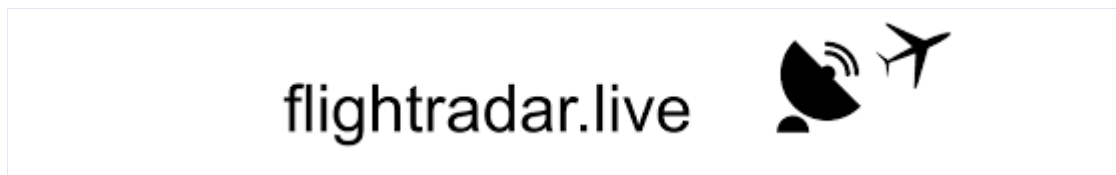


Imagen 32: Logo flightradar24

El funcionamiento de esta aplicación se basa según los datos que se obtienen de los sistemas correspondientes. Con esos datos se pueden sacar los detalles para realizar el rastreo de vuelo con el uso de un mapa terrestre sobre el que mostrar la ruta que va a realizar el avión. Resulta que no todos los lugares poseen los sistemas para desempeñar las funciones competentes por lo que existe otra variable que realizaría el monitoreo de la nave calculando la posición.

4.4. Métodos y Metodología

4.4.1. Proceso de funcionamiento de la Realidad Aumentada

En la mayoría de los sistemas de realidad aumentada se necesitan dispositivos que sean capaz de identificar el escenario real y lo clasifiquen, del mismo modo tienen que ser capaces de realizar una etapa de visualización tanto del entorno real como de la información digital. Es por lo que para poder llevar a cabo el proceso de aumento hay cuatro tareas fundamentales.

A. Captación de Escena

Se tiene que contar con algún mecanismo que permita recoger la escena para que pueda ser procesada posteriormente. Se analizan los tipos de dispositivos físicos que permiten captar dicho escenario [21], los cuales se pueden agrupar en dos conjuntos:

Dispositivos video-through: dispositivos que realizan la captura de imágenes o video y que están aislados de los dispositivos de visualización. En este conjunto se encontrarían las cámaras de video o los terminales móviles.

Dispositivos see-through: dispositivos que capturan la escena real y la muestran con información aumentada al usuario. Estos dispositivos suelen trabajar en tiempo real.

Se puede profundizar en la información sobre este tipo de dispositivos [22]. El proceso de identificación de escenas se lleva a cabo reconociendo el escenario físico real, éste se realizaría en el lugar en el cual el usuario quiere que se aumente

con otra información digital añadida. El proceso puede llevarse a cabo de dos maneras: utilizando marcadores o sin ellos.

B. Reconocimiento Escena

- Con marcadores

En el “mundo” de la realidad aumentada un marcador es un objeto, que suele ser una imagen, que es conocido por el sistema. Hay tres maneras de que se lleve a cabo y es que para que el sistema reconozca el marcador lo puede hacer mediante su geometría, su color o con ambas características. Para realizar el procesamiento de un marcador se escogerá cualquier mecanismo que se emplean en el procesado de imagen. Es importante y por lo tanto se deberá tener en cuenta que los mecanismos utilizados suelen implicar una gran capacidad lo que conlleva que afecte al rendimiento del sistema.

- Sin marcadores

Con el método este es posible identificar la escena mediante el reconocimiento de imágenes o por la estimación de la posición. Ocasionalmente es posible encontrar sistemas que combinen ambas, pero eso irá en función de la situación. Si se combinaran estaríamos ante una identificación denominada híbrida.

Cuando se ha explicado de qué manera se identifica una escena y mediante qué elementos [23], lo siguiente que se debe realizar en los sistemas de realidad aumentada será superponer la información digital sobre la real, es decir aquello que se quiere mostrar sobre la escena real capturada.

C. Visualización Escena

El último proceso que se lleva a cabo es aquel que permite apreciar visualmente la escena real con la información, digital, que se añade a la misma. La realidad aumentada sin este punto no tendría sentido alguno. Por lo que para realizarlo habría que hacer previamente una clasificación de los sistemas. Entre ellos se encuentran los sistemas de bajo coste y sistemas de alto coste.

- *Sistemas de bajo coste:* Aquí los sistemas de visualización se observan en la gran parte de los dispositivos y que ventajosamente cualquier usuario puede obtener de forma barata y sencilla. Cuando se habla de sistemas de visualización fijos se quiere decir que se encontrarán integrados en dispositivos móviles como teléfonos. Una de sus características y que es una ventaja de ellos es que vienen integrados en los dispositivos de

fábrica, lo que se traduce en que el usuario no se debe preocupar por adquirir elementos adicionales lo cuál sería un mayor coste. Otra de las características a destacar de estos dispositivos es la baja definición y calidad de las imágenes de salida, y esto es porque no disponen de una potencia de cálculo elevada, ni de memorias integradas con capacidad suficiente. Además, los sistemas normalmente disponen de un hardware adecuado para poder realizar las tareas de visualización más complejas, por lo que de esta forma imágenes de salida serán de mayor calidad.

- *Sistemas de alto coste:* Los sistemas de alto coste no abundan en el entorno de la realidad aumentada, es verdad que si se pueden encontrar ciertos casos de utilización como es el caso de los Head Up Displays [24]. La característica de estos dispositivos es que permiten la interactividad con el usuario de manera que pueda ver la información aumentada mediante unas proyecciones sobre elementos físicos reales. Para poder hacer este tipo de realidad es necesario utilizar los dispositivos de proyección en 2D, aunque en los últimos años se suele usar con dispositivos 3D.

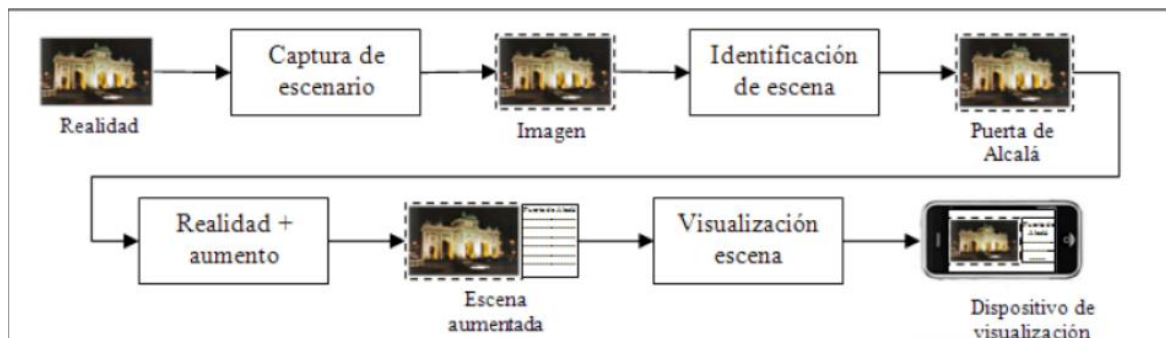


Imagen 33: Imagen del estudio llevado a cabo por Daniel Abril Redondo, <https://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/10-11/13mem.pdf> “Proceso desglosado de la RA”

4.4.2. Reconocimiento de Imágenes

El reconocimiento de imágenes es otro de los procesos que poseen una gran importancia en los sistemas de realidad aumentada. Sin este proceso posiblemente sería casi imposible detectar el entorno físico sobre el que se desea ampliar la información. Lo que se debe realizar es extraer de las imágenes que recibe el dispositivo que sea manejado la información necesaria para llegar a identificar el escenario real con el que se vaya a trabajar.

En primer lugar, se adquiere la imagen mediante algún dispositivo preparado para llevar a cabo esta tarea. Posteriormente se realiza una etapa de procesamiento de esta manera se pueden eliminar imperfecciones de la imagen. En seguida se procede a su segmentación para buscar información característica en ella. Tras la fase de segmentación se comienza la búsqueda de características concretas como pueden ser los perímetros o las texturas. Esta etapa se denominará representación y descripción. Por último, se procede al reconocimiento e interpretación de la escena. Cabe destacar, que no necesariamente todos los sistemas deben implementar todas estas fases, esta decisión vendrá condicionada por la calidad de lo que deba ofrecer, lo que deba ofrecer y el entorno en el que se vaya a desarrollar.

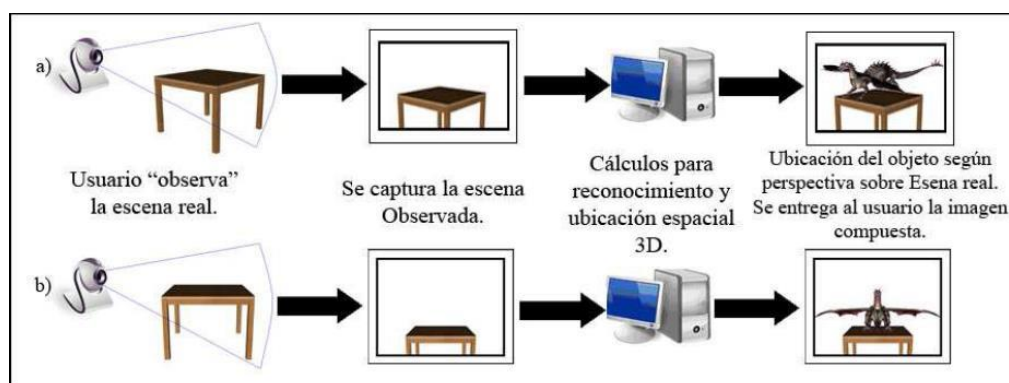


Imagen 34: Proceso de reconocimiento de las imágenes obtenidas en <https://recursos-infantil8.webnode.es/realidad-aumentada/>

4.4.3. Metodología para la aplicación de Realidad Aumentada

Para el desarrollo de la aplicación se va trabajar para que pueda estar operativa en los dispositivos con sistema Android, como son Smartphone, Tablet o un ordenador. El principal medio de uso será el de Realidad Aumentada, además se podrá hacer uso de las distintas herramientas que nos ofrecen estos dispositivos para su funcionamiento como lo sería la cámara.

En primer lugar, se ha estudiado e investigado los distintos programas que se pueden utilizar y que fuesen útiles para la elaboración y desarrollo de esta aplicación en base a lo que se quiere obtener, una aplicación cuyo fundamento sea la Realidad Aumentada. Una vez que se realiza la recopilación de la información y de las diferentes opciones que ofrece se eligió Unity ya que trabaja con Vuforia, y este módulo se encarga de trabajar con AR. Entre las ventajas que tiene Unity respecto a su utilidad es que de la mano de Vuforia hacen un conjunto que permiten trabajar con una extensa gama de librerías, que hacen mucho más sencillo y llevadero el trabajo a

realizar en este proyecto, lo que hace que sea un programa con un elevado uso a niveles de videojuegos y aplicaciones basadas en la AR.

Como se dice anteriormente el trabajo se ha realizado tras contar con mucha investigación previa sobre el uso del programa, de sus módulos, y cada una de sus funciones. Esto se ha hecho de manera que con el desconocimiento del programa y de su uso, haya concluido en una construcción basada en un ensayo continuado en el tiempo para poder probar las distintas funciones que se creían que podrían ser útiles para integrarlas en la app y solventar aquello que no funcionara o buscar alternativas a estas.

El enfoque de la aplicación ha sido principalmente la orientación del usuario basada en realidad aumentada, además de pensar en el futuro de la app y de que fuera practica para la orientación. En un segundo plano se ha querido realizar un enfoque para poder solventar los costes que en un futuro pueda tener su mantenimiento, también se pensó en la incentiva de que las compañías de viajes quieran integrarse en dicha aplicación para mejorarla facilitándose información adicional para así poder añadirla y de esta manera mejorar el proyecto inicial. Por último, se quiere fomentar más su uso entre los usuarios con las posibles mejoras añadidas en los próximos años.

Para la aplicación se ha utilizado principalmente:

- **C#**

Es un lenguaje de programación multiparadigma desarrollado y estandarizado por la empresa Microsoft como parte de su plataforma .NET. Este lenguaje es uno de los lenguajes de programación diseñados para el desarrollo del lenguaje común. Su sintaxis básica deriva de C/C++ similar al de Java, pero posee mejoras de otros lenguajes. El lenguaje de programación este es el elegido porque orientado a objetos, por lo que encaja perfectamente con la estructura que se pretende desarrollar.



Imagen 35: Logo Visual Studio C#

Para poder ver cómo este lenguaje ha sido de gran utilidad en el momento de crear y desarrollar la aplicación en seguida se va a mostrar una serie de ejemplos de manera aislada para ver que se ha integrado el lenguaje en la propia aplicación de manera que su uso ha ayudado en gran medida para poder ponerla en funcionamiento.

Se ha realizado la configuración de algunos “Scripts”, así se denominan a las “carpetas” que contienen el lenguaje al que se está haciendo referencia en este momento, como lo son el cambio de escenario, enlazar con las páginas webs indicadas en cada caso o en función de la necesidad a aplicar en cada situación. Como se va a visualizar a continuación aparece la configuración de girar el autobús para la portada de la app.

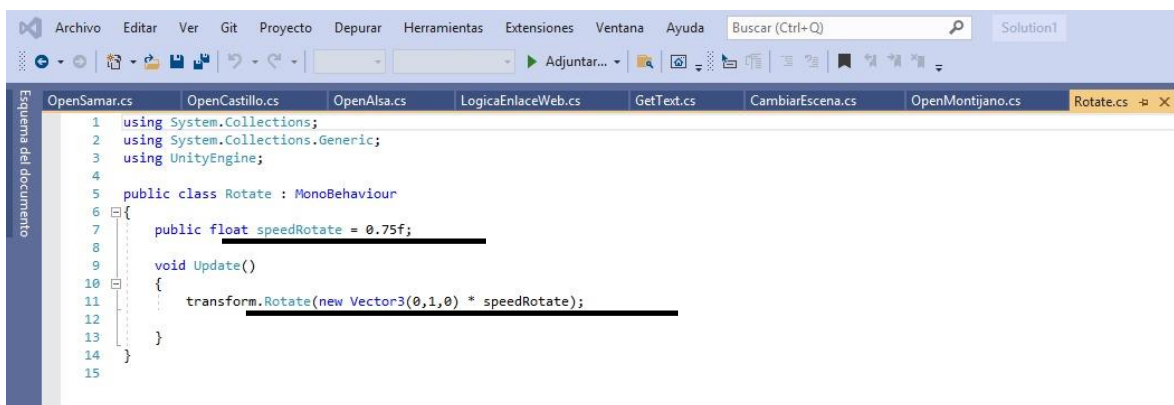


Imagen 36: Programación Rotate

Aquí se puede ver como la implementación es realmente sencilla porque lo que se ha realizado es una vez creado el Script es como aparece en la línea 7 declarar la velocidad a la que se quiere que el objeto, en este caso el autobús, gire. Posteriormente en la línea 11 se hace uso de “*Transform.Rotate*” ya que es la función que se utiliza para rotar objetos, (x, y, z) es el vector que representa las coordenadas, y al colocar un “1” en cualquier coordenada es alrededor del eje al que va a girar, en este caso como se quiere que gire en torno al “eje Y” se colocará de la manera que se ve en la línea 11. Finalmente se multiplica por la variable de velocidad que se ha creado anteriormente y la función de dicho script será el objeto al que se le aplique. Con este Script se consigue que el objeto gire en torno al eje Y con una velocidad de “0.75”.

Otra sencilla programación que se lleva a cabo es la de cambiar de una pantalla a otra, la cual se denominará “CambiarEscena”. En la línea 4 se añade la librería de “SceneManager”, luego se crea una variable tipo *string*, la cual a posteriori se rellenará con el nombre de la escena que quieres cargar.

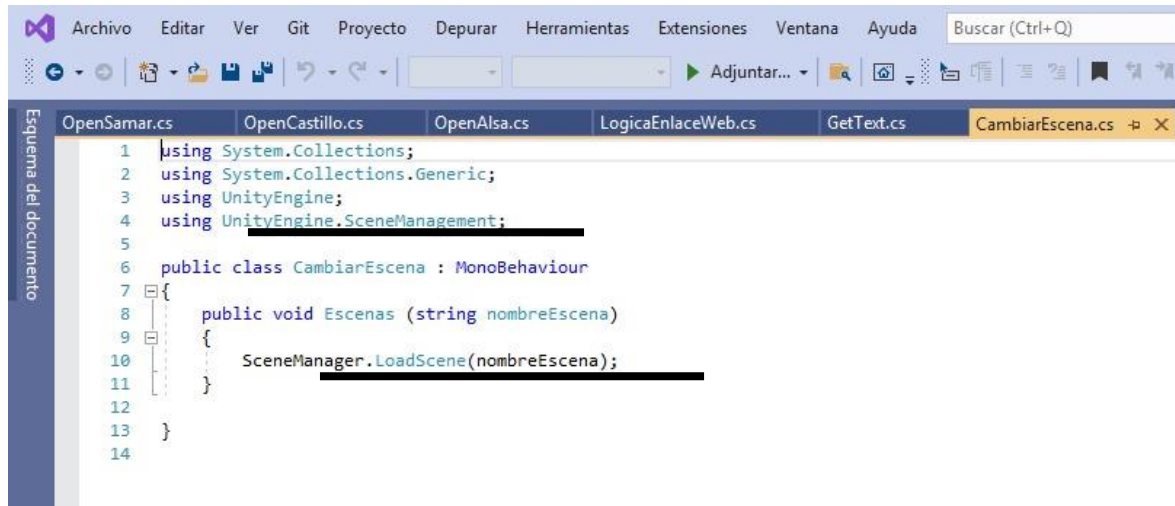


Imagen 37: Script CambiarEscena.cs

El código que se muestra a continuación es más extenso y con una mayor dificultad que los ya vistos, éste va a tratar la posibilidad de enviar un correo desde la propia aplicación que se está desarrollando. Se procederá a explicar el código y más adelante en el apartado correspondiente se desarrollará la parte explicativa de cómo y porqué enviar un email en esta aplicación.

En las líneas de la 19 a 24 se colocan las librerías a utilizar para poder enviar un correo. En siguiente lugar se procede a declarar las variables “kSenderEmailAddress, kSenderPassword, kReceiverEmailAddress”, éstas serán en el mismo orden: la dirección de correo electrónico desde la que se envía, la contraseña del correo desde el que se envían y el correo electrónico en el que se van a recibir. Cabe decir que el email desde el que se solicita y al que llegan los correos en este caso será el mismo y estará programado de tal manera automáticamente al crear la aplicación para que así se pueda facilitar el envío de correos al usuario sin que tenga que poner ninguna dirección, sino que con poner el mensaje se pueda enviar el correo.

```

19 using System.Collections;
20 using System.Net;
21 using System.Net.Mail;
22 using System.Net.Security;
23 using System.Security.Cryptography.X509Certificates;
24 using UnityEngine;
25
26 public class Emailer : MonoBehaviour {
27     [SerializeField] TMPro.TextMeshProUGUI txtData;
28     [SerializeField] UnityEngine.UI.Button btnSubmit;
29     [SerializeField] bool sendDirect;
30
31     const string kSenderEmailAddress = "atencionalclienteappbus@gmail.com";
32     const string kSenderPassword = "Burgos26048983";
33     const string kReceiverEmailAddress = "atencionalclienteappbus@gmail.com";
34
35     const string url = "";
36     //Website name:
37     //Website password:
38
39     void Start(){
40         UnityEngine.Assertions.Assert.IsNotNull( txtData );
41         UnityEngine.Assertions.Assert.IsNotNull( btnSubmit );
42         btnSubmit.onClick.AddListener( delegate{
43             if ( sendDirect ){
44                 SendAnEmail ( txtData.text );
45             }
46             else{
47                 SendServerRequestForEmail ( txtData.text );
48             }
49         } );
50     }
51
52     private static void SendAnEmail( string message ) {
53         //Create mail
54         MailMessage mail = new MailMessage();
55         mail.From = new MailAddress ( kSenderEmailAddress );

```

Imagen 38: Script Emailer.cs (I)

En la línea 39 se crea la función “Start” se trata primero de comprobar que las variables creadas en las líneas 27-28, que corresponden al espacio creado para escribir el mensaje y el botón para enviarlo, no son nulas y posteriormente en la línea 42 corresponde que, pulsando el botón, que en la interfaz se verá como “enviar”, se envíe el mensaje redactado o que en caso contrario nos informe de ello.

El resto de trabajo se divide en tres pasos:

Primeramente, hay que ir a la creación del correo, líneas 52 a 58. Usando las direcciones de correo que corresponden al que envía el mensaje en la línea 55 y al que recibe el mensaje en la línea 56, sólo quedaría rellenar el contenido del mensaje de correo línea 58.

```

56 mail.To.Add( kReceiverEmailAddress );
57 mail.Subject = "Email Title";
58 mail.Body = message;
59
60 //Setup server
61 SmtplibClient smtpServer = new SmtplibClient("smtp.gmail.com");
62 smtpServer.Port = 587;
63 smtpServer.Credentials = new NetworkCredential(
64     kSenderEmailAddress, kSenderPassword ) as ICredentialsByHost;
65 smtpServer.EnableSsl = true;
66 ServicePointManager.ServerCertificateValidationCallback =
67     delegate ( object s, X509Certificate certificate,
68         X509Chain chain, SslPolicyErrors sslPolicyErrors) {
69         Debug.Log( "Email success!" );
70         return true;
71     };
72 // Send mail to server, print results
73 try{
74     smtpServer.Send( mail );
75 }
76 catch ( System.Exception e ) {
77     Debug.Log( "Email error: "+ e.Message );
78 }
79 finally{
80     Debug.Log("Email sent!");
81 }
82 }
83
84 private void SendServerRequestForEmail( string message){
85     StartCoroutine( SendMailRequestToServer(message) );
86 }
87
88 static IEnumerator SendMailRequestToServer (string message ) {
89     //Setup form responses
90     WWWForm form = new WWWForm();
91     form.AddField("name","It's me!");

```

Imagen 39: Script EMailer.cs (III)

Seguido de este se procede a crear un servidor de cliente SMTP, lo que esto hará será es enviar un mensaje a través del Gmail cuando se compruebe que el usuario y la contraseña son las indicadas, líneas 61 a 71. Habría que declarar el puerto del servidor y las credenciales, si todo está realizado de forma satisfactoria en la consola del programa Unity aparecerá el mensaje de la línea 69: "Email success!".

El paso que queda consiste en enviar el mensaje al servidor y mostrar por pantalla que se ha realizado la función con éxito, y en caso contrario se mostrará dónde está el error.

```

92     form.AddField("fromEmail", kSenderEmailAddress);
93     form.AddField("toEmail", kReceiverEmailAddress);
94     form.AddField("message", message);
95
96     //Submit form to our server, then wait
97     WWW www = new WWW(url, form);
98     Debug.Log("Email sent!");
99
100    yield return www;
101
102    //Print results
103    if (www.error == null ){
104        Debug.Log("WWW Success!: " + www.text );
105    }
106    else{
107        Debug.Log("WWW error: " + www.error);
108    }
109 }
110 }

```

Imagen 40: Script Emailer.cs (III)

El resto de código se realizó para solicitar el envío de un correo al servidor, pero no se llevó a cabo en esta implementación ya que no era necesario, además de que se utilizaba el lenguaje PHP para crear un tipo de mensaje que aceptará el servidor. Se podría haber realizado, pero con lo que utilizamos en el Script “Emailer.cs” era suficiente para llevar a cabo el funcionamiento de enviar un correo.

- **Configuración ARCamera**

Para poder ubicar la realidad aumentada es necesario configurar la cámara en el proyecto de Unity. Para la colocación de ésta se deberá tener una cuenta previa en Vuforia y luego acceder a la licencia que nos va a dar acceso a trabajar con realidad aumentada.

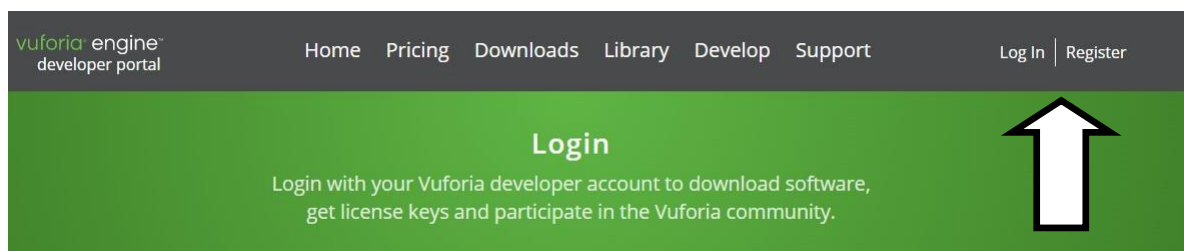


Imagen 41: Interfaz de Vuforia

Lo primero que se hará es registrarse en Vuforia si no se tiene una cuenta o un acceso en el caso de que ya se haya creado. Esto se hará en el portal de [Vuforia](https://vuforia.com).

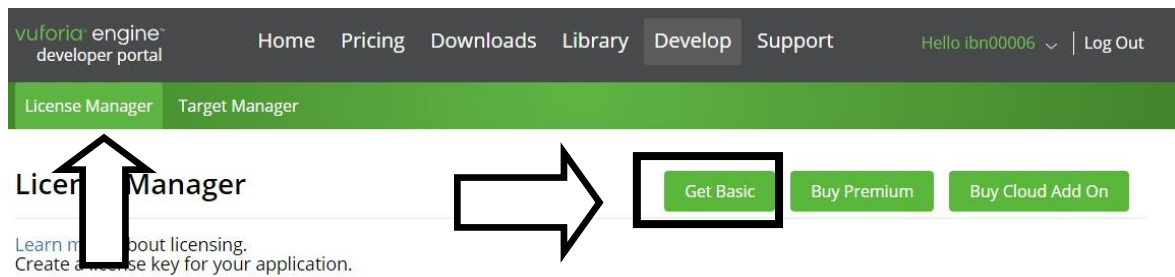


Imagen 42: Como crear licencia en Vuforia

Luego una vez que se ha podido acceder con una cuenta, para crear la licencia que se pide en el proyecto para poder poner en funcionamiento la ARCamera dentro de Unity, hay que ir al apartado de “*License Manager*” y aparecerán varias opciones como las que se ha podido ver en la imagen previa. Entre las opciones a elegir se seleccionará la de “*Get Basic*” ya que no se requiere realizar ninguna compra para obtener la licencia con el fin de uso que se le va a dar. Es por eso que se debe destacar las ventajas que se encuentran al usar este SDK.

En seguida se ve que existe la opción de crear una licencia, en el caso que se está desarrollando se le denominará ARCamera, pero se le puede poner cualquier nombre, una vez creada estará lista para su posterior uso.

Back To License Manager

Add a license key to your Basic plan

License Name *

You can change this later

License Key

Basic
 Price: No Charge
 Reco Usage: 1,000 per month
 Cloud Targets: 1,000
 VuMark Templates: 1,000 Active
 VuMarks: Unlimited

☐ By checking this box, I acknowledge that this license key is subject to the terms and conditions of the Vuforia Developer Agreement.

Cancel Confirm

Imagen 43: Crear una licencia nueva

Posteriormente aparece como la creación de la licencia se ha realizado con éxito y que el estado es activo, por lo que se pasa al siguiente paso. Lo siguiente que se realizará será llevarla a Unity para comenzar a trabajar con ella.

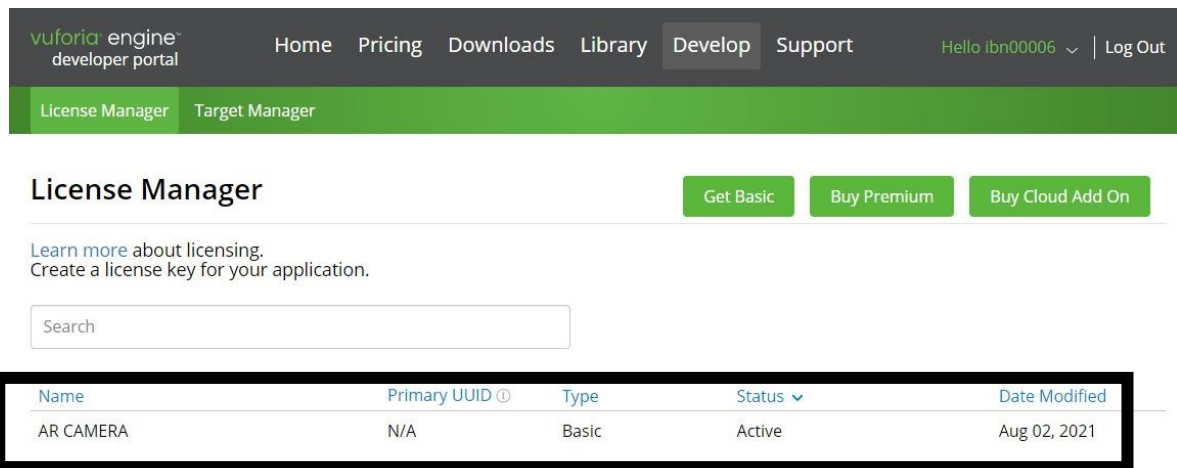


Imagen 44: Licencia de ARCamera creada y activada

A través de la cámara del dispositivo podrá tener utilidad la aplicación que se está llevando a cabo, es por eso que hay que crear una licencia que nos permita su uso. Una vez obtenida la licencia de Vuforia, hay que dirigirse al proyecto que hay abierto y se colocará la licencia que se pide en el lugar correspondiente y así poder trabajar con Unity y Vuforia simultáneamente. La licencia se colocará buscando en el inspector de ARCamera “Open Vuforia Engine configuration”.

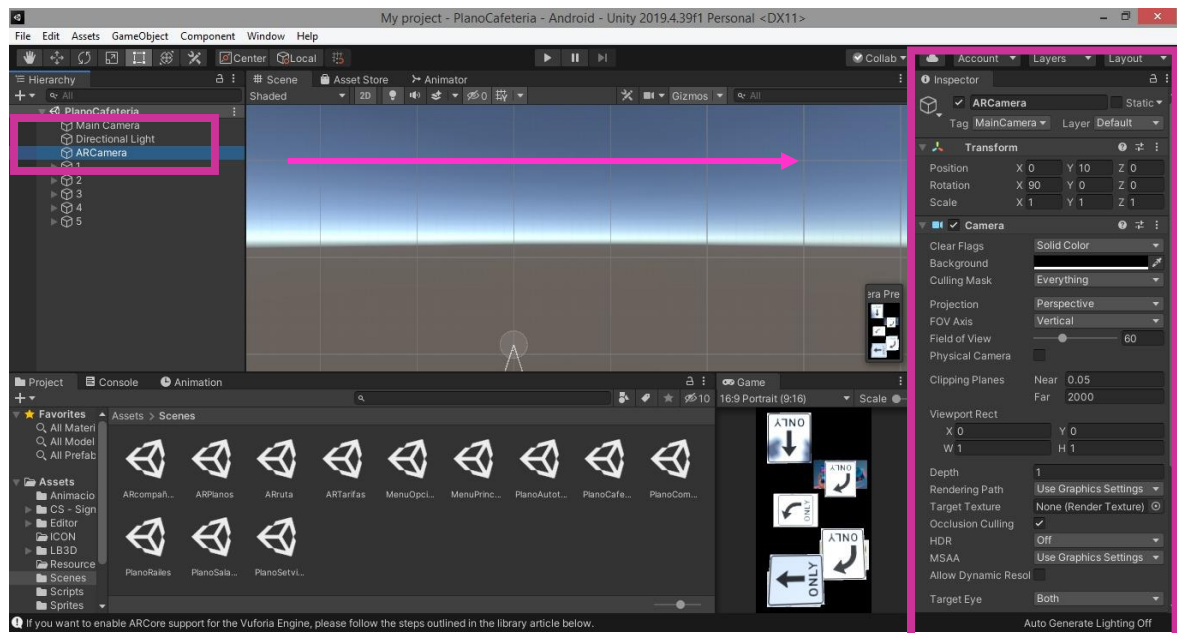


Imagen 45: ARCamera en la Interfaz de Unity

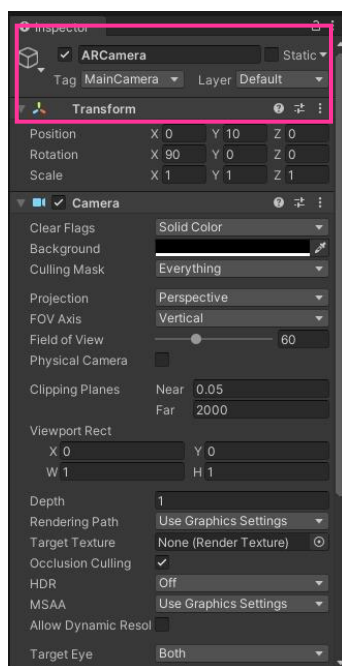


Imagen 46: Inspector de ARCamera

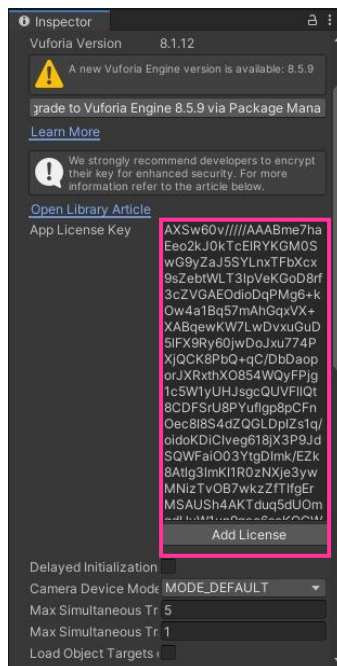


Imagen 47: Licencia de Vuforia en Unity

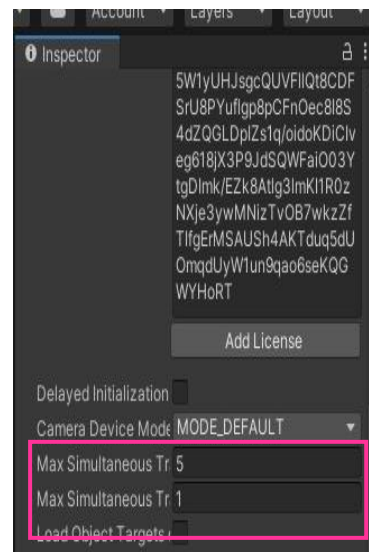


Imagen 48: Máximas imágenes simultáneas que podrá leer el proyecto

Máximos objetos simultáneos que van a aparecer

Una vez colocada la licencia de Vuforia en Unity se podrá empezar a trabajar con AR. Pero previamente habrá que realizar los siguientes pasos, y es que si no se configura las imágenes que va a ser capaz el dispositivo de ver al mismo tiempo ni los objetos que va a mostrar se puede llegar a una confusión que hará que la aplicación funcione de manera errónea. Por lo que hay que configurar las imágenes que va a ser capaz de leer la aplicación simultáneamente (en este caso será de cinco imágenes que actuarán como marcadores) de la misma manera que hay que colocar de manera inequívoca y para mayor seguridad de que la orientación se consiga y no lleve a confusión el apartado de los “objetos que se verán de manera simultánea” (en este caso será de un objeto).

• Seguimiento basado en marcadores

Los marcadores son imágenes u objetos registrados con la aplicación que actúan como desencadenantes de información en la aplicación. Cuando la cámara del dispositivo reconoce estos marcadores en el mundo real, esto activa la visualización

del contenido virtual sobre la posición del marcador en la vista de la cámara. El seguimiento basado en marcadores puede usar una variedad de diferentes tipos de marcadores. El tipo de marcador más simple y más común en aplicaciones de juegos es un objetivo de imagen.



Imagen 49: AR con marcador del tipo imagen

Al conocer las necesidades de la aplicación se decide hacer un seguimiento basado en marcadores, para ello hay que dirigirse al módulo de Vuforia y se realiza una base de datos con marcadores del tipo “imagen” que posteriormente habrá que descargar e importar en el programa para poder usarla.

Para realizar una base de datos en Vuforia habrá que ir de nuevo al portal y volver a acceder. En este caso habrá que clicar en “*Target Manager*”, una vez dentro en la parte derecha te aparece un botón “*Add Database*” y tendrás que nombrar tu nueva base de datos y crearla.

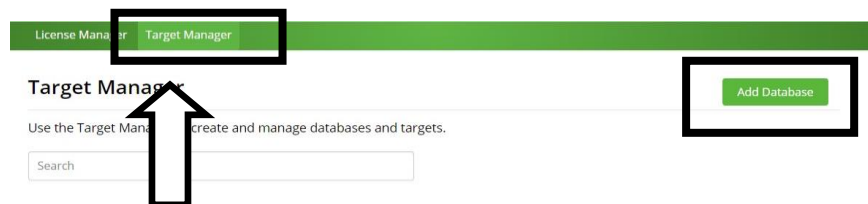


Imagen 50: Crear una base de datos

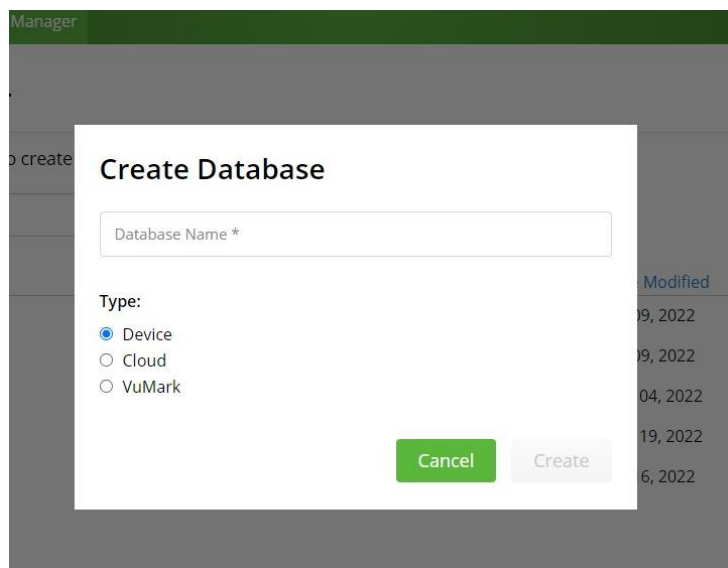


Imagen 51: Crear una base de datos en Vuforia

License Manager Target Manager			
Target Manager			
Use the Target Manager to create and manage databases and targets.			
Search			
Database	Type	Targets	Date Modified
i1	Device	4	Jun 09, 2022
i2	Device	0	Jun 09, 2022
i3	Device	5	May 04, 2022
i4	Device	1	May 19, 2022

Imagen 52: Distintas bases de datos en Vuforia

En la “Imagen 52” aparecen diferentes bases de datos ya creadas, las “Targets” son las imágenes que hay en cada base de datos, por ejemplo, en la base de datos “i1” hay cuatro imágenes.

Si se analiza internamente cada base de datos se puede ver que aparecen nuevos apartados que ofrecen información complementaria y muy útil de cada target que conforma la base de datos, por ejemplo, en la base de datos “i3” existen cinco imágenes distintas. Esta base de datos es la que se va a utilizar en la app para la

orientación en el apartado de planos. Como se puede ver identifica el tipo de imagen que se trata, en este caso son todas imágenes simples.

i3 [Edit Name](#)
Type: Device

Targets (5)

Add Target

Download Database (All)

☐ Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾	Date Modified
☐  5	Single Image	★★★★★	Active	May 04, 2022 10:48
☐  4	Single Image	★★★★★	Active	May 04, 2022 10:38
☐  3	Single Image	★★★★★	Active	May 04, 2022 10:35
☐  2	Single Image	★★★★★	Active	May 04, 2022 10:32
☐  1	Single Image	★★★★★	Active	May 04, 2022 10:31

Imagen 53: Base de datos usada en el proyecto

Lo siguiente que se muestra es el “Rating” o también llamada la “calificación de estrellas” en español, puede variar entre 0 y 5 estrellas. El rating es la calidad que tiene la imagen en función de sus características, estas pueden ser el color, la forma, lo que se visualiza, el contorno...para poder ser detectada por la cámara que posea el dispositivo a usar. Como se observa en la imagen la calificación en este caso es de entre 3 y 5 estrellas, lo que quiere se traduce en una calidad bastante aceptable porque conforma la calificación es más alta es mejor, ya que el objetivo de la imagen proporciona una detección más fácil y un seguimiento más estable. Como dato se puede decir que Vuforia Engine es capaz de detectar un objetivo solo si tiene una calificación de al menos 1 estrella, pero resulta complicado llevarlo a cabo si se quiere diferenciar de otros. Para que la imagen sea un buen marcador, tendrá que poseer un alto Rating y de esta manera se podrá identificar más rápidamente cuando le toque intervenir, al igual que será más complicado confundirlo con otro marcador. Esto quiere decir que cuanto más compleja sea la imagen mejor porque será más viable su distinción del resto.

Estos son algunos de los marcadores que se han utilizado para el desarrollo de esta parte:



Imagen 54: Marcador 1



Imagen 55: Marcador 2



Imagen 56: Marcador 3



Imagen 57: Marcador 4



Imagen 58: Marcador 5

En esta parte se estudió el tipo de marcadores que se iban a usar, ya antes se comentó que los marcadores que inicialmente se probaron fueron números y formas geométricas. Existía un problema y es que lo que ocurría era que aparte de ser un marcador muy simple su rating era muy bajo debido a que los elementos son correlados, esto se produce por ser muy similares, y es que de cara a la lectura de los respectivos datos a través de la cámara presentan un gran parecido y eso implica que la probabilidad no era notablemente alta para poder diferenciarlos fácilmente. Ocurre el mismo problema cuando el uso de estos tiene unos colores aislados, se imposibilita la clara diferenciación de ellos por lo que no son una buena opción para detectar. A parte si se hace una visión focalizada en el futuro de la app, no tendría ya que daría muchos problemas al no tener un funcionamiento pulcro. De igual manera se barajó la opción de marcadores del tipo QR, aunque fue una propuesta poco atractiva para el usuario, que se tuvo en cuenta para las primeras pruebas del desarrollo, pero no se terminaría de implantar como se verá más adelante.

Hay que resaltar que en el momento de utilizar la realidad aumentada con el uso de marcadores posee un punto a tener en cuenta, y es que en función de la iluminación que haya en el lugar que se vaya a estar enfocando en el momento de su uso, el dispositivo podrá realizar la captación del marcador sin problema y llevando así mismo el buen funcionamiento de la app si en dicho lugar existe el mínimo de iluminación para poder detectar los marcadores a utilizar. Es por ello que se ha comprobado que con un determinado porcentaje no lo reconoce y por lo tanto no se procederá al buen desarrollo de la app. Luego es importante conocer que el tiempo que pasa desde que lees el marcador hasta que te aparece el objeto correspondiente es mínimo y no supone problema alguno, por el mismo motivo se comprueba que siendo capaz de leer un porcentaje del 25% - 30% del propio marcador aparece el

objeto vinculado, sin embargo, hay que tener cuidado en el momento de quitar la cámara porque la velocidad a la que se deje de enfocar puede provocar el colapso de la aplicación dejando que el objeto se quede de forma permanente. Aunque no suele ser normalmente un problema si solapas con el siguiente marcador al que te derive, porque el que hay previamente suele desaparecer, pero si no te percatas que la app se ha quedado pillada y sigues una indicación errónea puede conducirte a un lugar que realmente no deseas y, por tanto, la orientación sería fallida.

- **Configuración de prefabs**

Un Prefab es un tipo de GameObject reutilizable, se puede insertar en cualquier escena el número de veces que sea necesario. Cuando se agrega un Prefab a una escena, se crea una instancia del mismo. Las instancias que posee el Prefab están vinculadas con el original y los clones que éste tenga. Al realizar cualquier cambio en el Prefab original los cambios se aplican a todas las instancias. Estos se instancian sobre los marcadores de manera que al colocar la cámara se verá el prefab. Existen distintos tipos de prefabs. En el proyecto que se está desarrollando los prefabs se han obtenido del “Asset Store” de Unity [25].

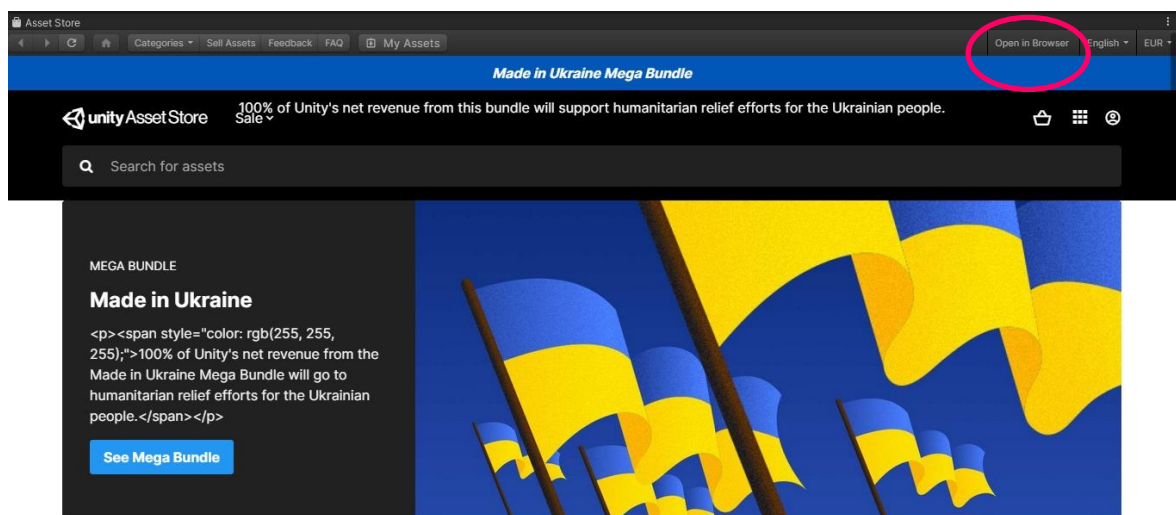


Imagen 59: Localización del Asset Store

El Asset Store se encuentra en la zona de “Scene View”, al clicar en él se obtendrá una visualización de los paquetes en la misma ventana del propio proyecto. Existe otra opción que personalmente encuentro bastante más cómoda, y es la que se

ofrece accediendo directamente al mismo de manera online en el apartado de “*Open in Browser*”. Al abrirlo en el navegador es más fácil encontrar y filtrar lo que se esté buscando ya que se obtiene una visualización más amplia que en el proyecto.

Independientemente de la opción que se utilice finalmente se llega al mismo lugar.

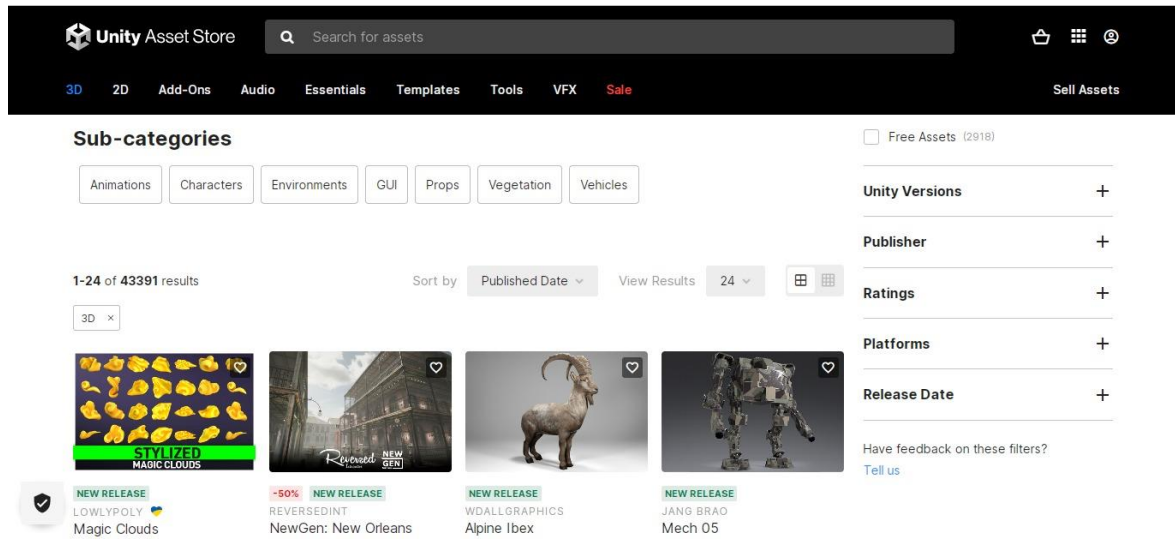


Imagen 60: Asset Store en el navegador

Visualizando la imagen anterior se comprueba que es mucho mejor su uso en el navegador, entre otros porque los filtros aparecen en la parte derecha ubicados. Por otra parte, se encuentra en la zona superior los tipos de objetos que se quiere llegar filtrar, estilo 2D/3D..., o si se tiene conocimiento de algún paquete en concreto a buscar para su uso en el tabulador superior se podrá proceder a su búsqueda de manera más eficaz. Posteriormente se procederá a su descarga a través de la opción “*Download*” que aparece al pulsar cada el Asset que se quiera obtener. Finalmente, una vez se haya descargado solo quedará importarlo al proyecto. La importación es posible realizarla mediante dos caminos diferentes, uno de ellos consiste en pulsar sobre la descarga del paquete directamente y se abrirá una ventana de Unity donde habrá que pulsar “*Import*”, y el otro camino sería accediendo a la barra de herramientas colocando el cursor sobre “*Assets*” y elegir la opción de “*Import New Asset...*” [26].

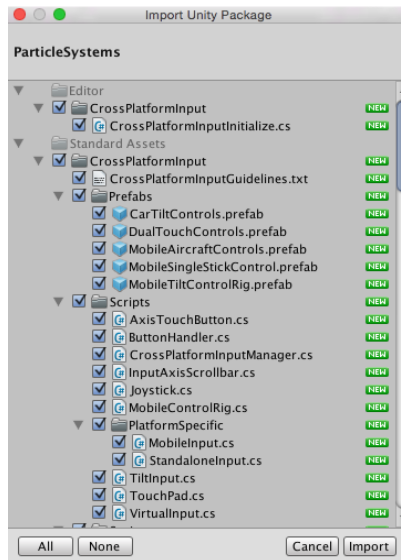


Imagen 61: Importar un Asset

Una vez que se importa un Asset aparece en la ventana de proyectos y dentro del paquete aparece todo lo que se descargó junto a él. Como son los distintos materiales, prefabs, scripts ... que vengan dentro del paquete. En seguida se muestra los Assets pertenecientes a este proyecto.

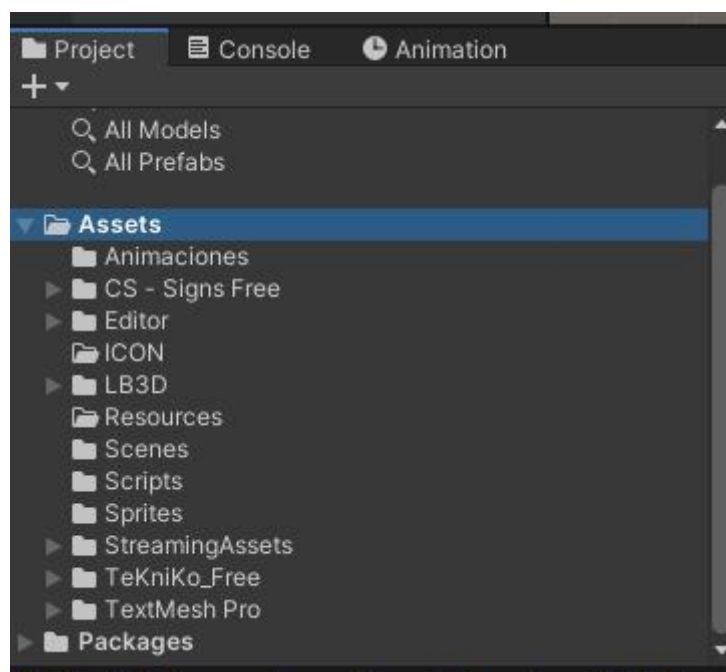


Imagen 62: Ventana del proyecto con los Assets

En lo relativo a este proyecto, el paquete importado ha sido “CS-Signs Free”. Como se puede ver el paquete tiene dentro diferentes carpetas en las que vienen los modelos, los materiales y los prefabs a utilizar. Cuando pulsas cualquiera aparece lo que hay dentro de ellos y es por ese motivo que en la parte derecha se ven esas imágenes.

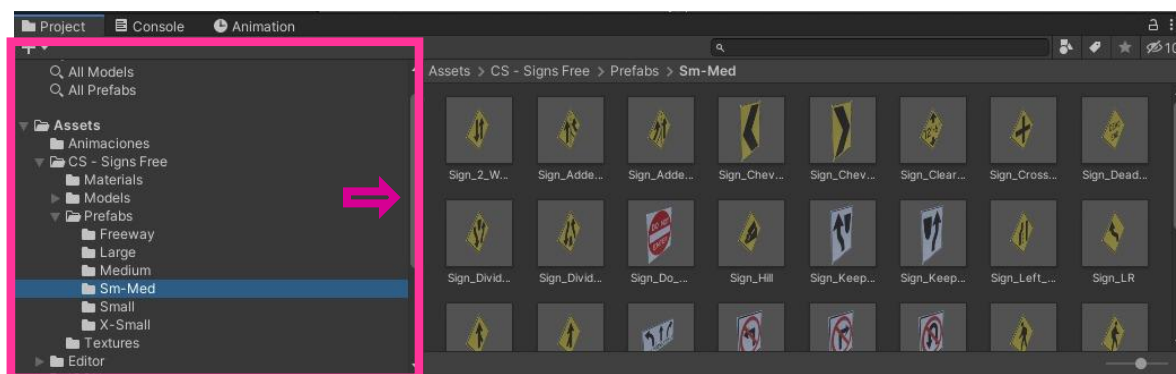


Imagen 63: Visualización de prefabs

En esta aplicación se ha decantado por elegir prefabs del tipo flechas, ya que en la búsqueda de la simplicidad es lo más sencillo para orientar a cualquier tipo de usuario. Y es que la guía a través de un lenguaje como este puede llegar a ser muy intuitiva y muy inclusiva.

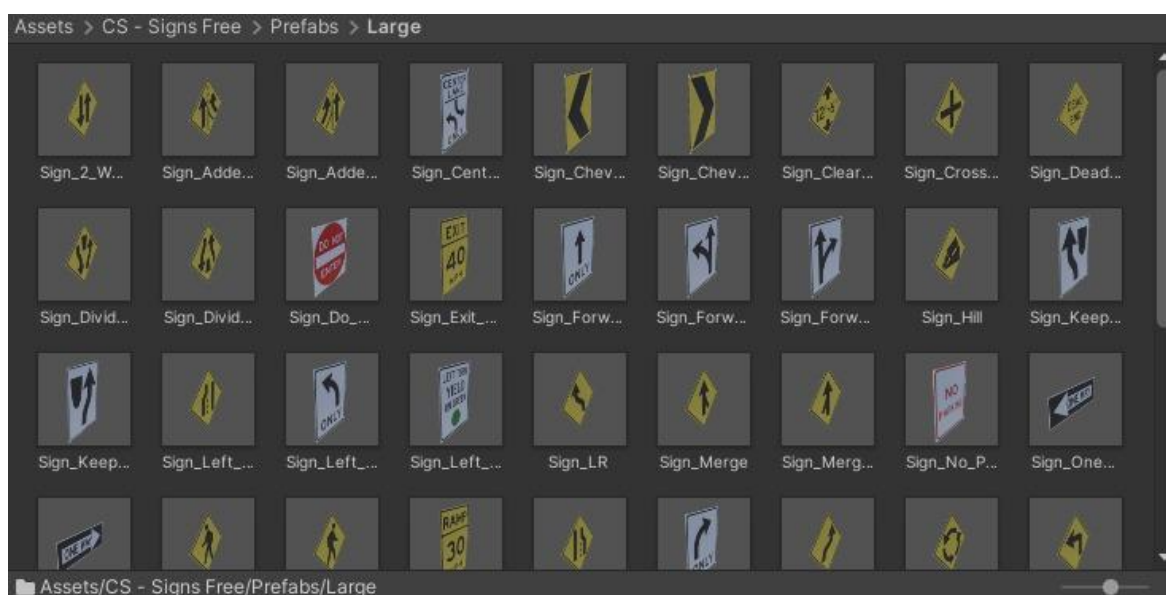


Imagen 64: Selección de los prefabs

4.4.4. Solución Adoptada

La estructura a muy grandes rasgos de la aplicación se realiza en base a lo siguiente:

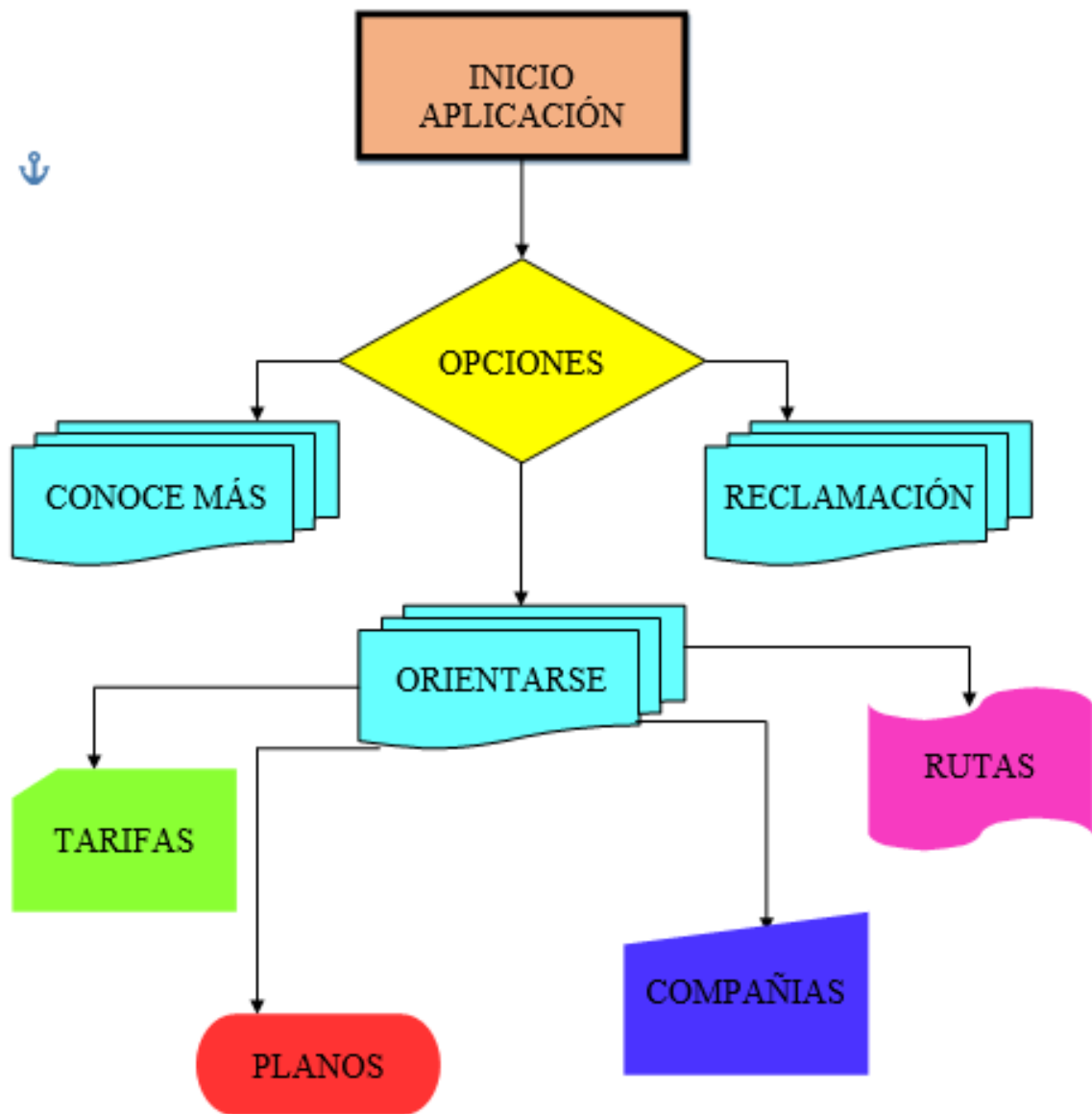
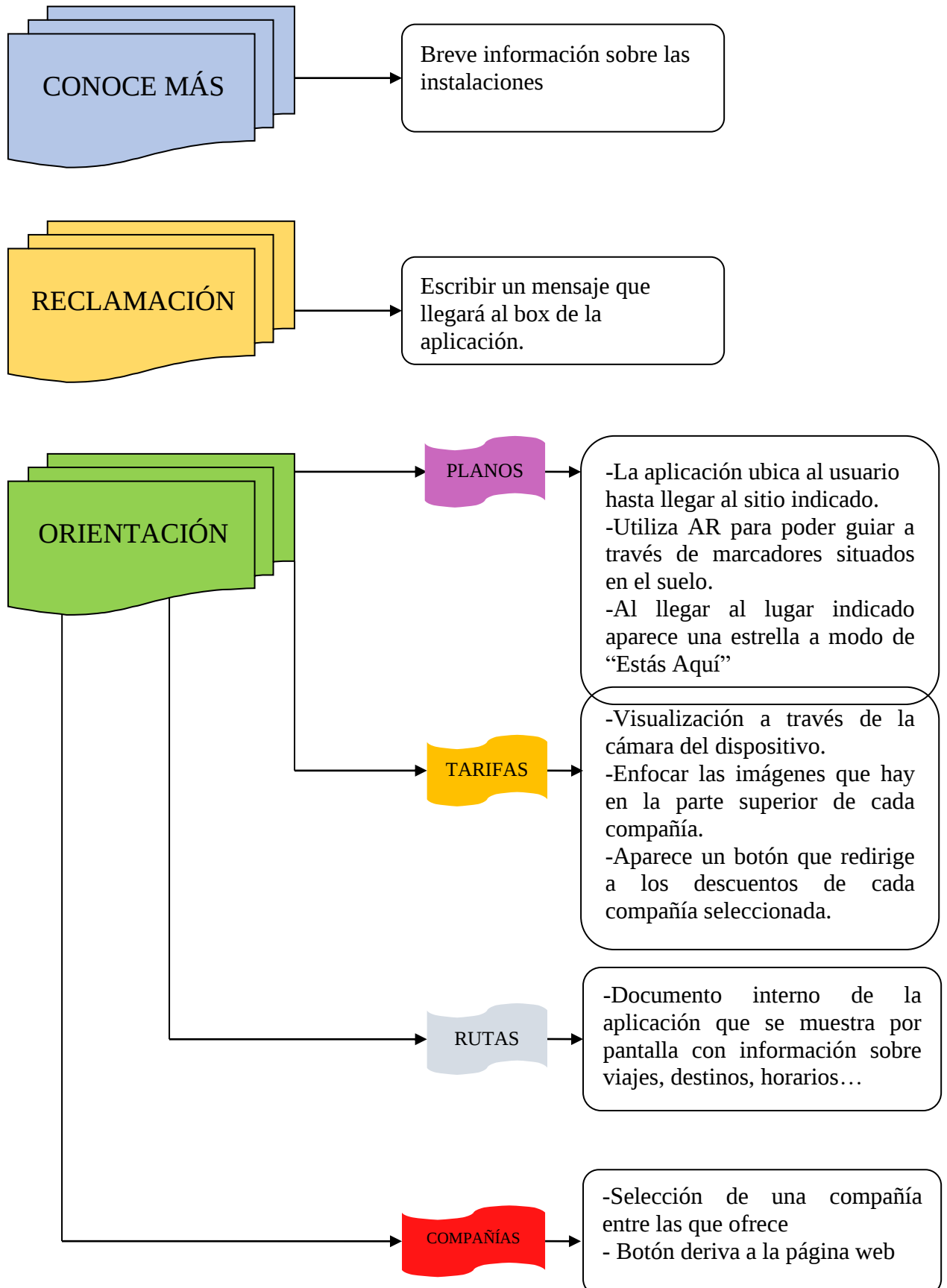
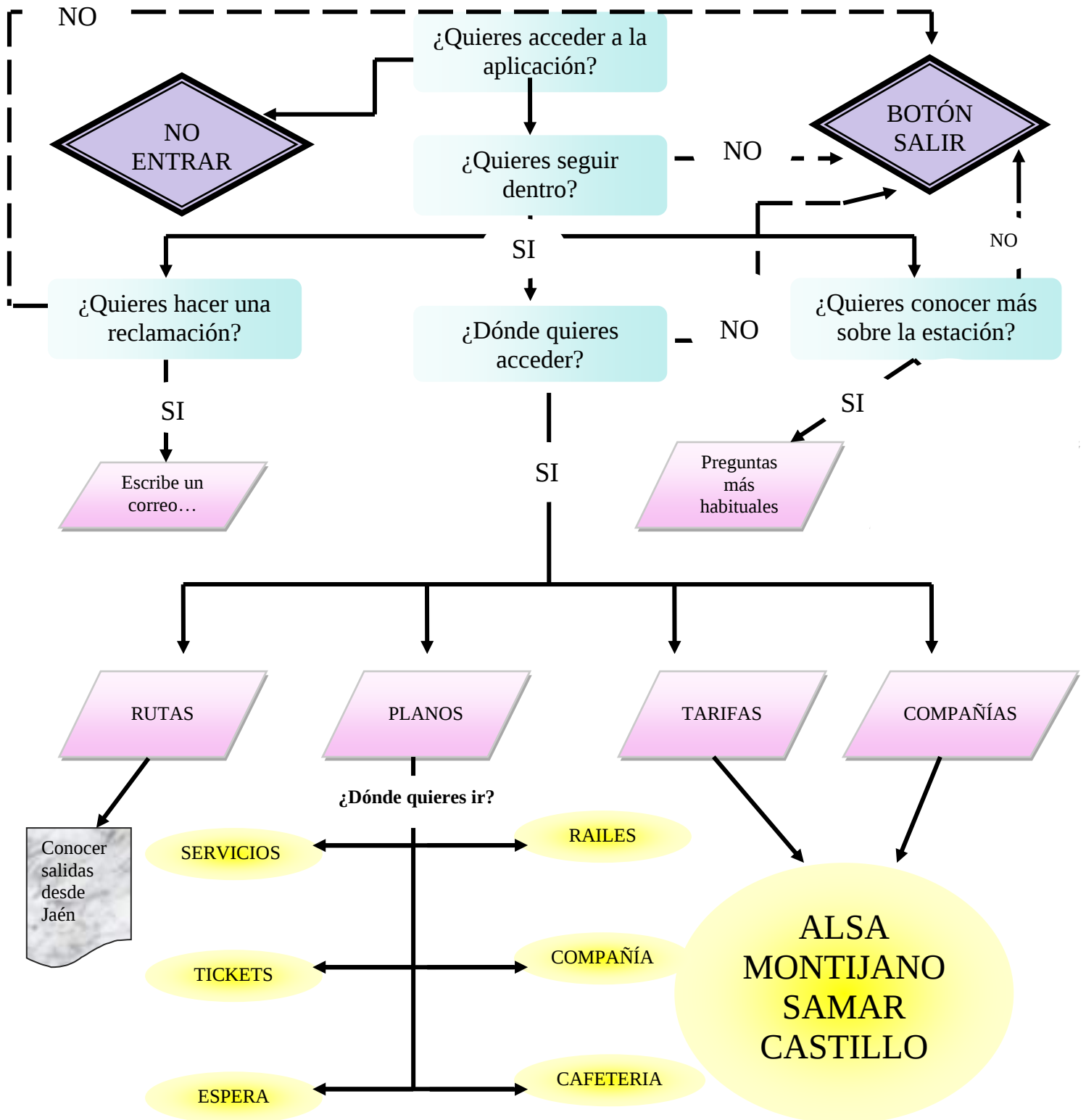


Imagen 65: Estructura de la app

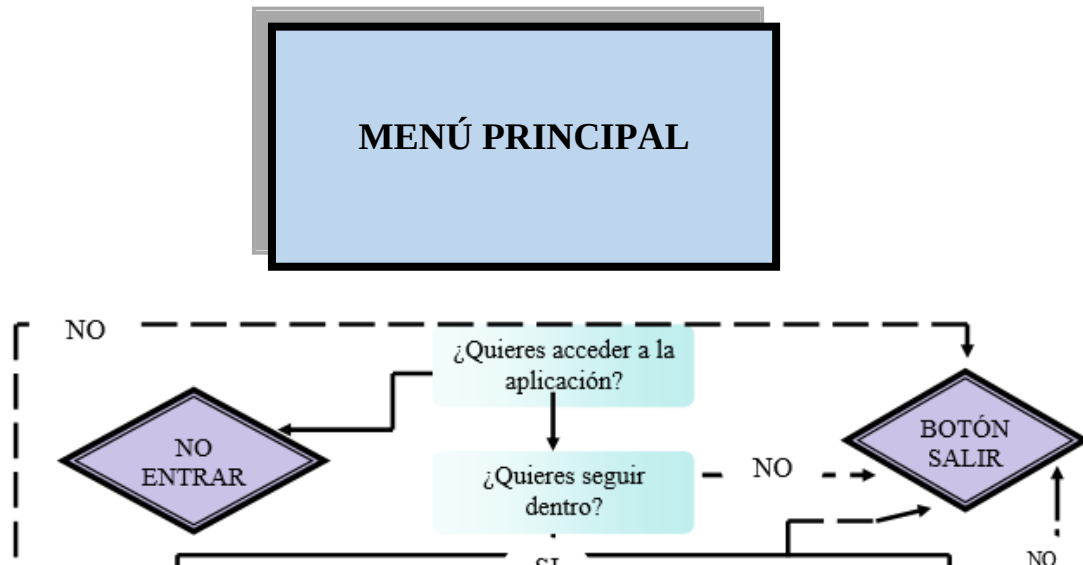
Aquí se explican las funcionalidades de cada módulo.



Ahora se muestra un flujograma detallado de como acceder a cada sitio y lo que se realiza a nivel de usuario, que luego posteriormente se explicará cada zona más detalladamente.



Por lo que si se analiza la aplicación y su funcionamiento más concretamente mostrando la misma sería de la siguiente manera:



Una vez abierta la aplicación se verá la pantalla de inicio, es decir la interfaz de usuario. Ésta será sencilla de manejar, e intuitiva desde el cual podremos acceder al menú de opciones, o si por equivocación hemos accedido salir de la aplicación. Esta parte consta de un prefab obtenido desde el “Asset Store”, al que se le aplica un script para que gire alrededor de sí mismo. Además, se le añadió el botón que da acceso a la siguiente escena en el que se añade el script correspondiente a “*CambioEscena*”.

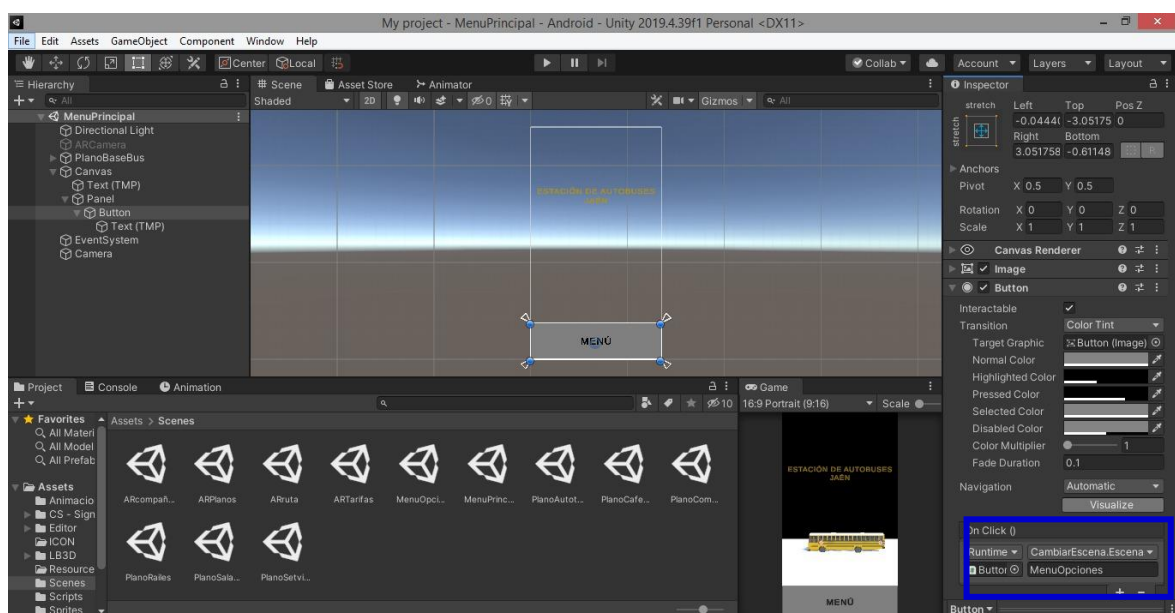


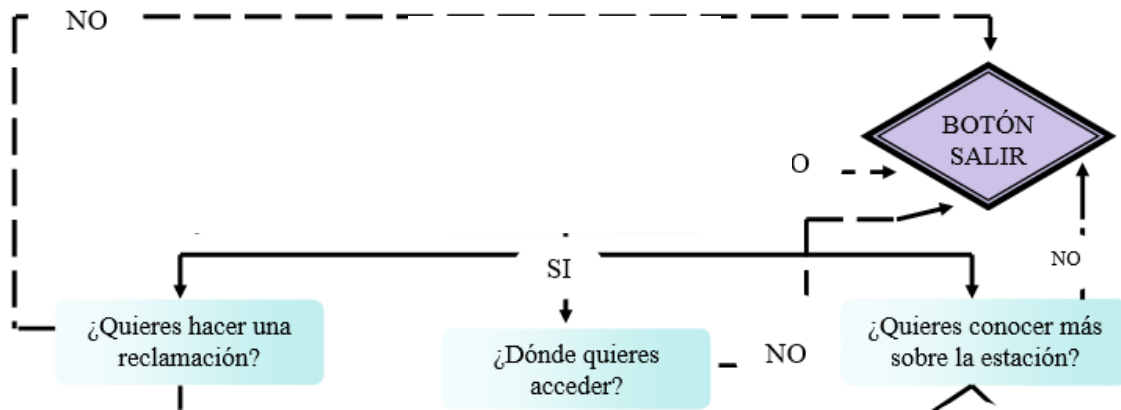
Imagen 66: Menú principal

Anteriormente se explicó cómo se realiza la configuración del script “*CambioEscena*”, lo que hay que añadir es en la parte del inspector la escena a la que se tiene que dirigir la app cuando se clique sobre el botón correspondiente. En ese apartado habrá que colocar de manera idéntica, es decir, replicar el nombre que se le haya puesto a la escena creada para acceder. De la misma manera el script de “*Rotate*” se coloca en el autobús, lo que quiere decir que hay que asignarle el código al prefab seleccionado.



Imagen 67: Asignación de Script en el Menú Principal

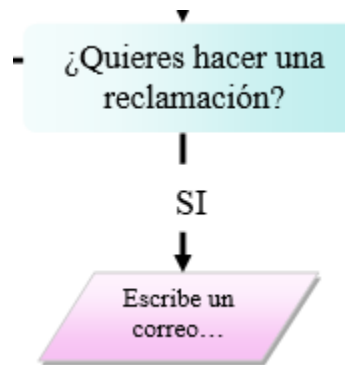
MENÚ OPCIONES



Al entrar en el menú de opciones se podrá encontrar las distintas posibilidades entre las que se pueden elegir en base a las necesidades del usuario. Se tendrá la opción de seleccionar entre: hacer una reclamación, en otro menú más grande que nos guiará y proporcionará más información sobre los viajes y las compañías correspondientes o en conocer más sobre la estación de autobuses.

Cada una tendrá una funcionalidad distinta. Se aplica de la misma manera que en el menú principal los botones y scripts correspondientes. En esta parte los botones se les añade la animación de que al colocarte sobre ellos cambien un poco de color, su contraste o intensidad, lo que de esta manera el usuario siempre estará conectado con la aplicación inherentemente.

Para la realización de este menú se crea un Canvas, para luego poder colocar dentro de él los distintos botones que se utilizaran. Se deberá realizar en todos los módulos los respectivos cálculos para que la distancia entre los botones o las imágenes sea la misma y así se visualice espaciada la pantalla, lo que da una buena impresión.



Si el usuario se introduce en el apartado de “Hacer una reclamación” la app lo redireccionará a escribir un texto y de forma automática una vez que se pulsa sobre “Enviar”, quedará registrado y llegará a un email dónde se guardan los correos que se envían a través de la aplicación.

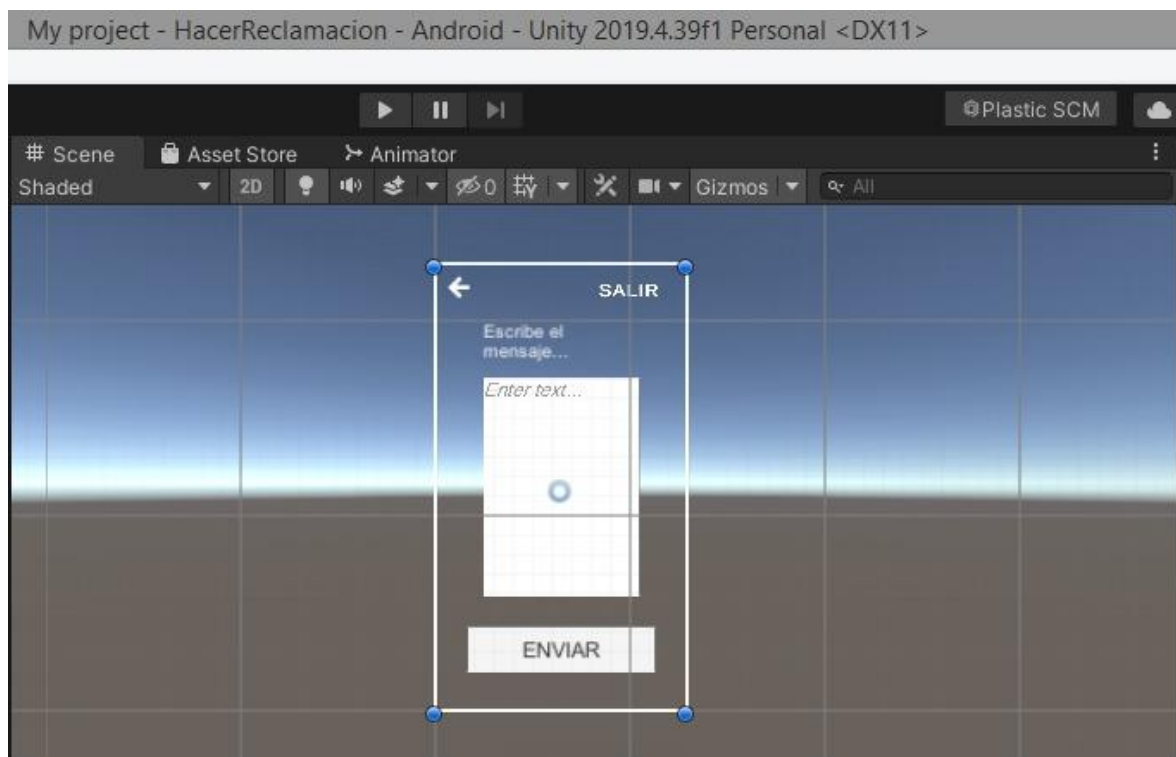


Imagen 68: Interfaz Unity apartado de reclamaciones

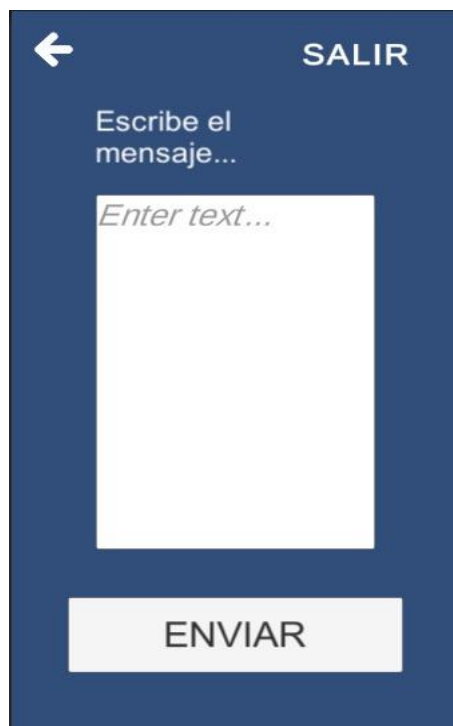


Imagen 69: Interfaz de usuario de la app, apartado hacer reclamaciones

Como se puede ver en la interfaz de la aplicación si queremos poner una reclamación de manera más rápida y eficaz sería la de escribir desde la misma, al pulsar sobre enviar no aparecerá ningún mensaje de enviado simplemente la misma aplicación en el botón de “ENVIAR” volverá a su color inicial. Esto se puede observar en las siguientes imágenes, solo habrá que fijarse en el botón.



Imagen 70: Envío de la reclamación

Una vez enviado el correo éste se guardará en el correo que se ha creado para poder visualizar las reclamaciones que se han podido realizar. Este correo se trata de la dirección atencionalclienteappbus@gmail.com.

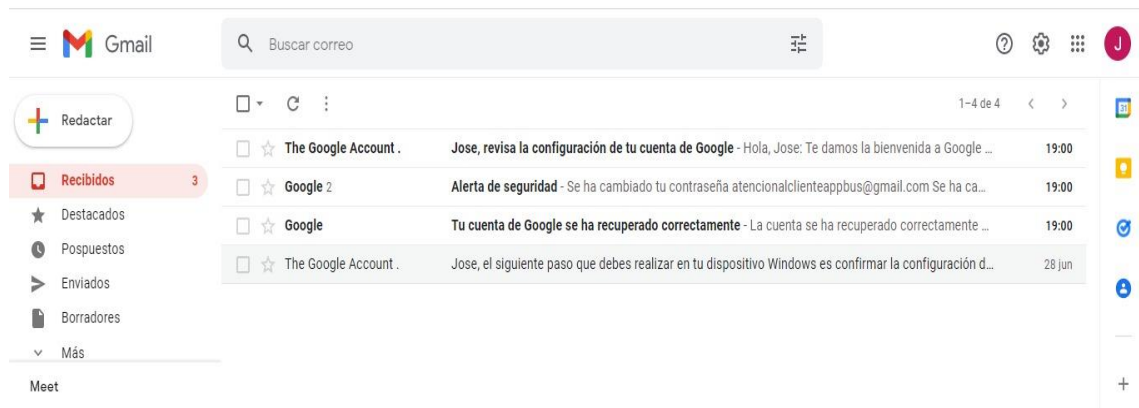


Imagen 71: Correo de Reclamaciones

A parte otra forma de comprobarlo fue al realizar este apartado comprobar en la consola del programa. Se prueba la propia aplicación y aparece un “Email Sent”.

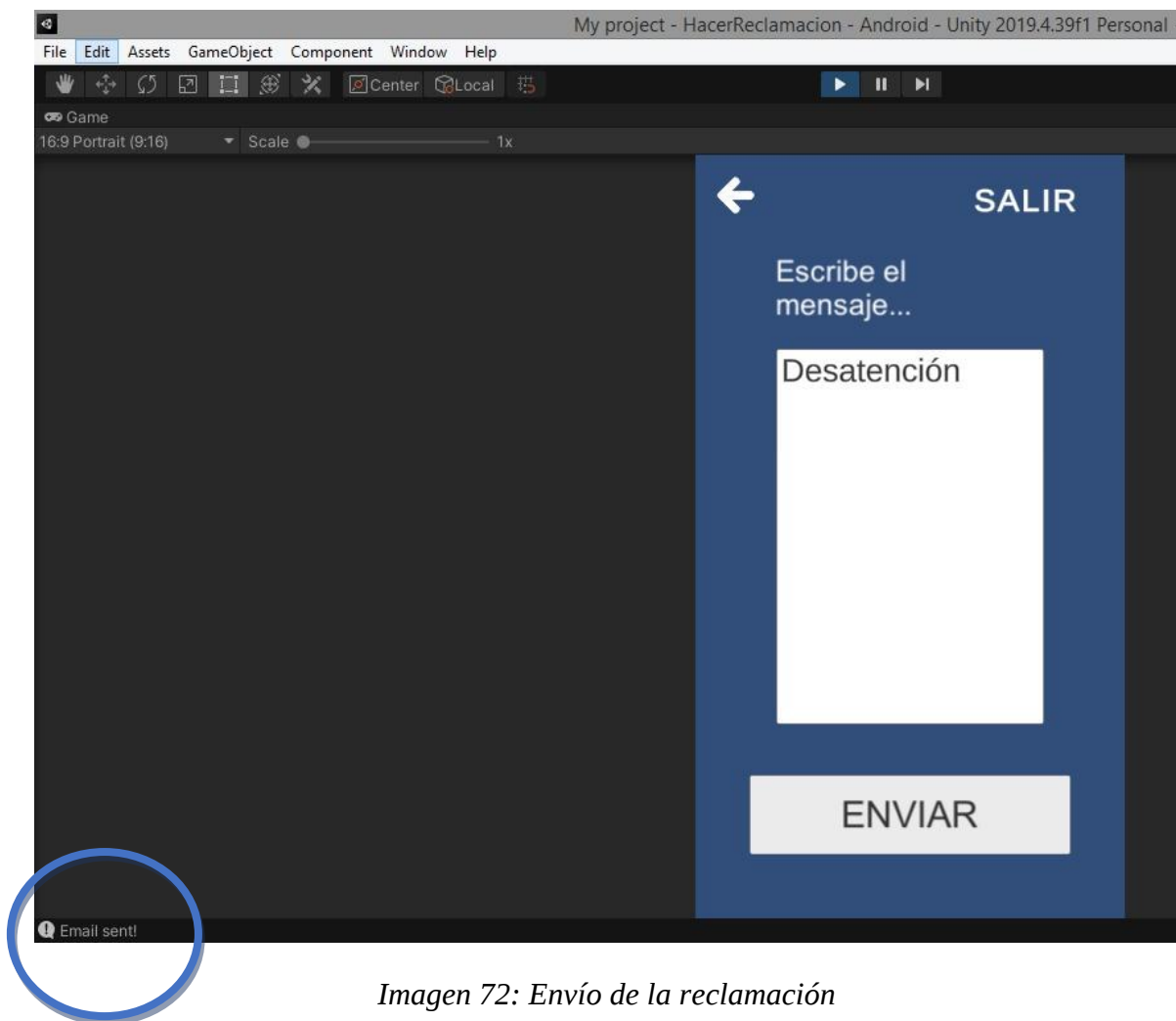


Imagen 72: Envío de la reclamación

A parte de crear un correo que sirva para recibir la información, realizar el script para que se cumpla la función que tiene. Hubo del mismo modo que asociar al script los parámetros correspondientes, es por ello que al “btnSubmit” le corresponde el botón de enviar y al “txtData” se le asocia el espacio de contenido de texto.

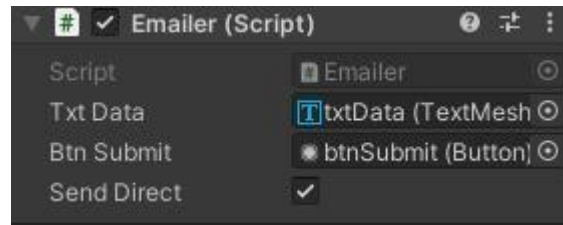
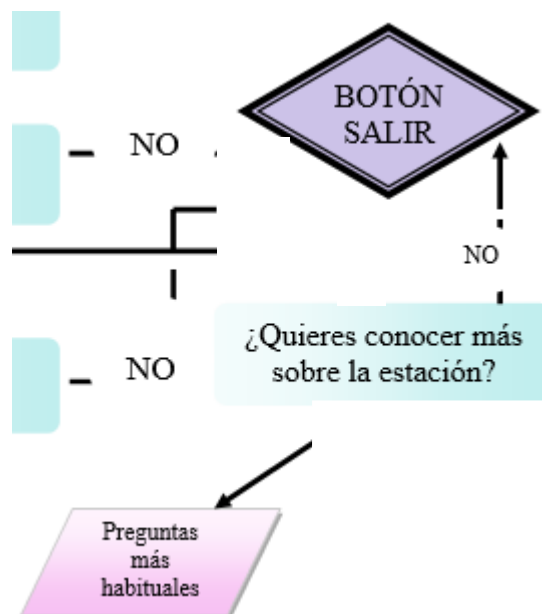


Imagen 73: Script Emailer



Si por el contrario decide que mientras espera, por ejemplo, quiere conocer más sobre la estación puede clicar en la otra opción que le mandará a elegir entre dos opciones distintas que se realiza creando dos módulos distintos. Si quiere conocer las respuestas a preguntas habituales que se hacen cuando apareces en las instalaciones tendrá la opción de dirigirse a un módulo del tipo “Preguntas- Respuestas”. Así se concluirá con el apartado de curiosidades y conocer más la estación.

Para poder realizar este apartado hubo que desempeñar una función que pudiera proporcionar un monólogo, para ello se procedió al desarrollo de un script. En seguida se verá, pero primeramente explicaremos su funcionamiento.

Habría que declarar las librerías que se vayan a usar, en este caso solo sería la de TMLPro. En seguida se declaran las variables que serán útiles como son las de

referencia del texto que va a aparecer mostrando la información necesaria que se separará en líneas, luego la velocidad a la que aparecerá y un índice que indicará en donde se encuentran. Estas aparecen en las líneas 9, 11, 12. En la línea 10 aparece un string que proporciona un array en función de las líneas que existan, de esta manera no habrá que estar creando las líneas por independiente. En el método Start se muestra el diálogo vacío y así se puede mostrar desde cero. El método update lo que nos proporciona es el pasar de línea de momento o que aparezca el texto de golpe en lugar de aparecer letra a letra.



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using TMPro;
5
6 public class DialogueScript : MonoBehaviour
7 {
8
9     public TextMeshProUGUI dialogueText;
10    public string[] lines;
11    public float textSpeed = 0.1f;
12    int index;
13
14    // Start is called before the first frame update
15    void Start()
16    {
17        dialogueText.text = string.Empty;
18        StartDialogue();
19    }
20
21    // Update is called once per frame
22    void Update()
23    {
24        if(Input.GetMouseButtonDown(0))
25        {
26            if(dialogueText.text == lines[index])
27            {
28                NextLine();
29            }
30            else
31            {
32                StopAllCoroutines();
33                dialogueText.text = lines[index];
34            }
35        }
36    }
37 }
```

Imagen 74: DialogueScript.cs (I)

Aquí se crea el método con el que se inicia el dialogo. Empezara por la línea 0 y se llama al método para escribir las líneas que se indiquen. Este método se declara a continuación a través de una “coroutine”. El método de la línea 44, escribirá las líneas a través de un bucle, se hará a través de mostrar las letras cada cierto tiempo.

A continuación, se realiza como pasar de línea, en la línea 53. Esto se lleva a su realización, si se cumple la primera condición se pasará de línea por el contrario si no se cumple simplemente se cerrará el dialogo y no se mostrará más información.

```
38 public void StartDialogue()
39 {
40     index = 0;
41     StartCoroutine(WriteLine());
42 }
43
44 IEnumerator WriteLine()
45 {
46     foreach ( char letter in lines[index].ToCharArray())
47     {
48         dialogueText.text += letter;
49         yield return new WaitForSeconds(textSpeed);
50     }
51 }
52
53 public void NextLine()
54 {
55     //para pasar de lineas
56     if(index < lines.Length-1)
57     {
58         index++;
59         dialogueText.text = string.Empty;
60         StartCoroutine(WriteLine());
61     }
62     else
63     {
64         gameObject.SetActive(false);
65     }
66 }
67
68 }
```

Imagen 75: DialogueScript.cs (II)

De este modo lo que se verá en nuestra aplicación en funcionamiento será lo siguiente

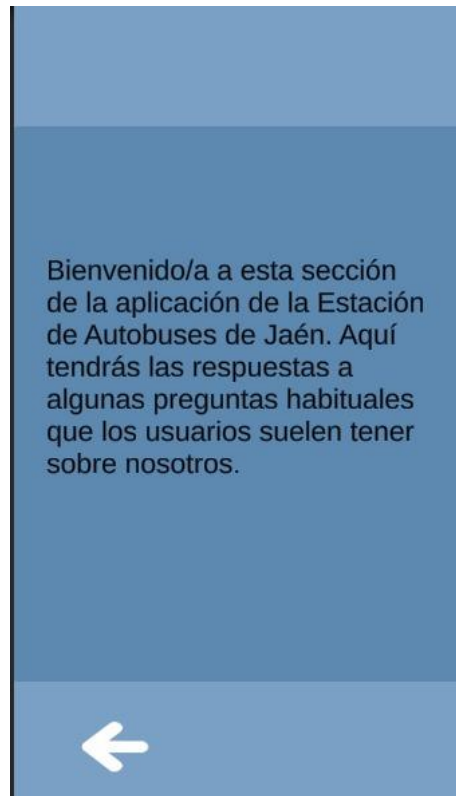
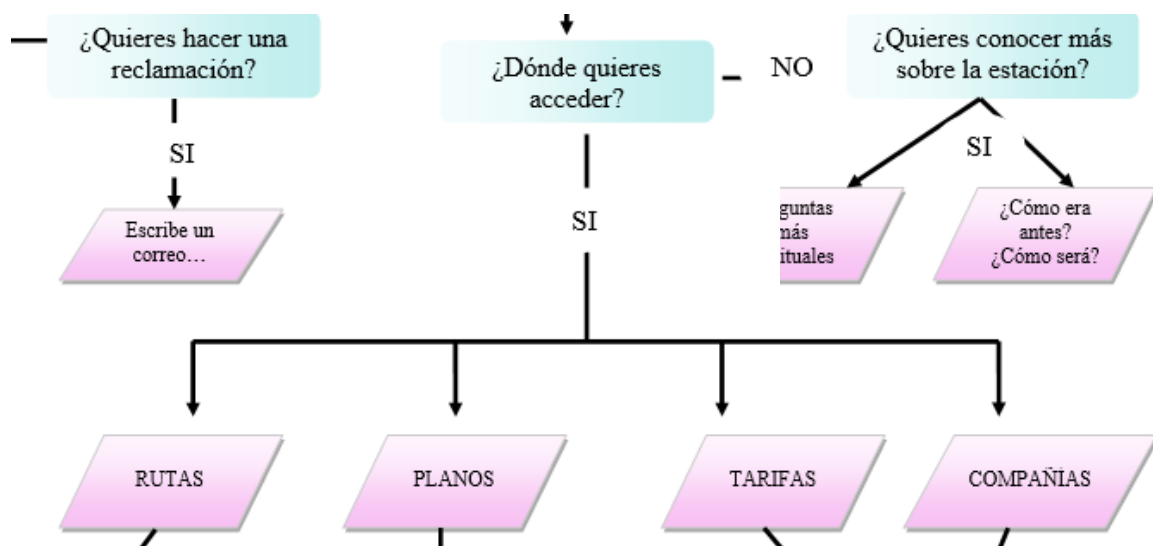


Imagen 76: ConoceMás



Finalmente, el usuario podría tener la opción a una parte más orientada al conocimiento de viajes y conocer la estación a través de páginas webs, ubicación, etc. Este apartado se divide a su vez en cuatro apartados con sus distintos desarrollos. A grandes rasgos lo que se dispuso a hacer aquí es un Canvas con los distintos botones que poseen, junto al de retroceso o salir de la aplicación. De la misma

manera que en todos los botones hay que aplicarle un cambio de escena para saltar de una a otra.

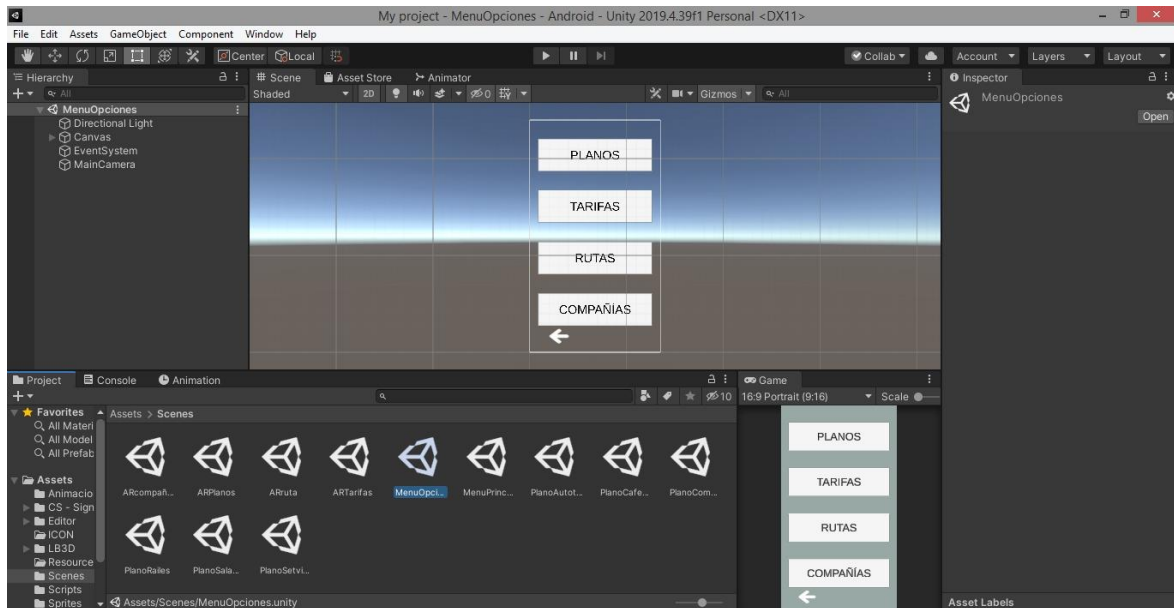
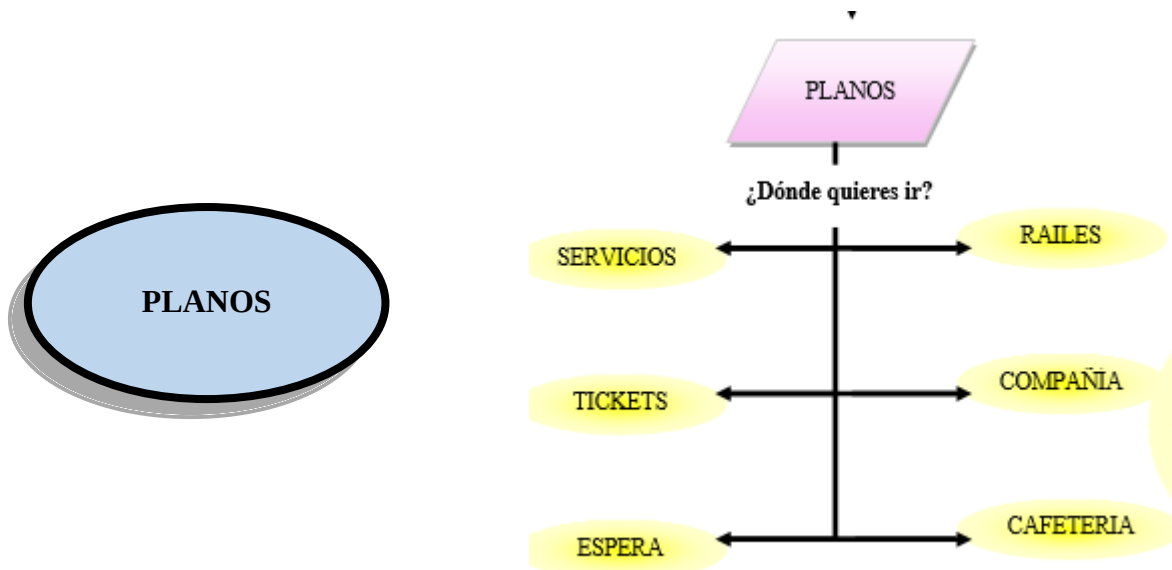


Imagen 77: Menú opciones



Esta opción trabaja con realidad aumentada y de forma muy similar al apartado de las tarifas que se verá más adelante. Cada una lo hará de manera distinta para poner en evidencia que se puede usar de diferentes maneras sin problema alguno mientras la calidad sea buena.

En lo que se refiere a los planos tendrás que barajar entre las opciones dónde quieres que te oriente para llegar. Primeramente, se crea un Canvas como en el

apartado anterior y los botones entre los que elegir, los que tendrán el script que nos llevará a diferentes pantallas para guiarnos de manera apropiada. Visualmente lo que se verá será la cámara esperando que se le indique donde estas señalando el marcador más cercano que se tenga.

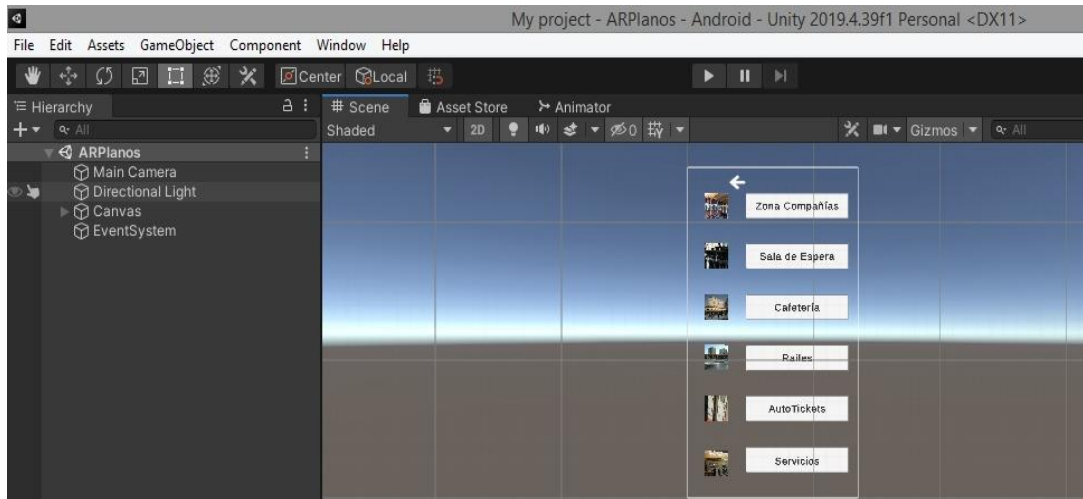


Imagen 78: Escena de Planos

En esta parte los marcadores son tipo imagen como se han explicado anteriormente colocadas en el suelo. Se colocan en el suelo porque los usuarios cuando llevan el teléfono en la mano la cámara queda focalizada en el suelo, por lo tanto, para ser practico los dejaremos en el suelo con la siguiente distribución.

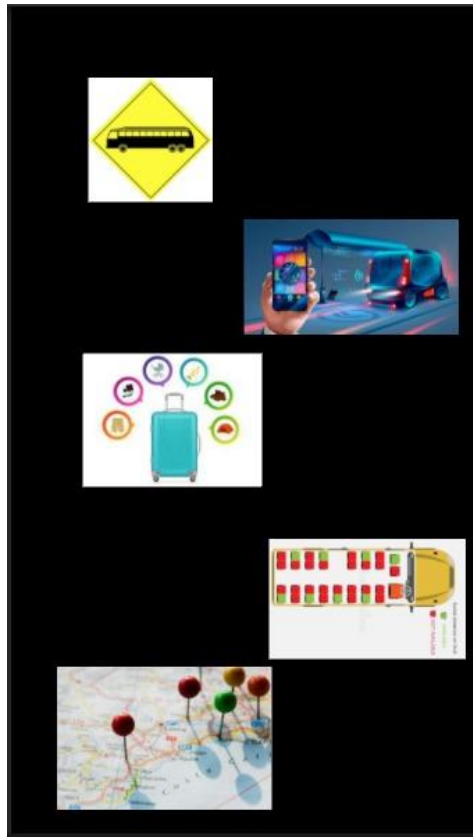


Imagen 79: Distribución de marcadores para los planos

Las imágenes estarán distribuidas por las instalaciones con su correspondiente prefab en función de dónde quieras ir, que será seleccionado como primer paso. A continuación, se proporciona la visión general de cómo está distribuida la estación y posteriormente se añade la visión general de cada plano según dónde se quiera llegar.

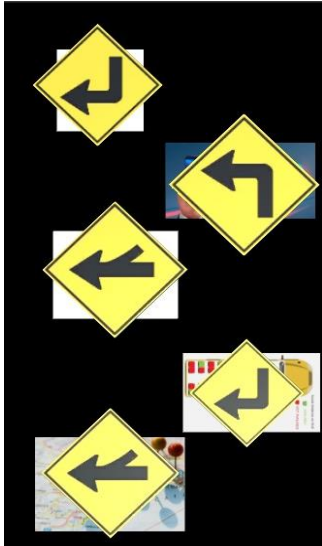


Imagen 80: Guía Servicios

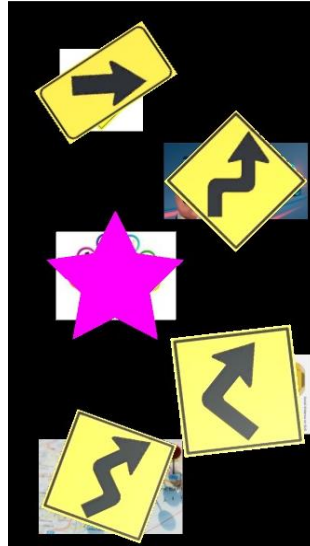


Imagen 81: Guía Sala Espera

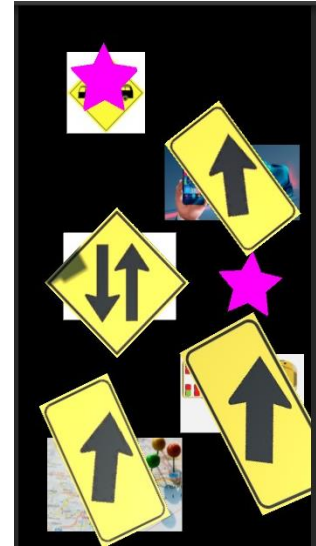


Imagen 82: Guía Railes

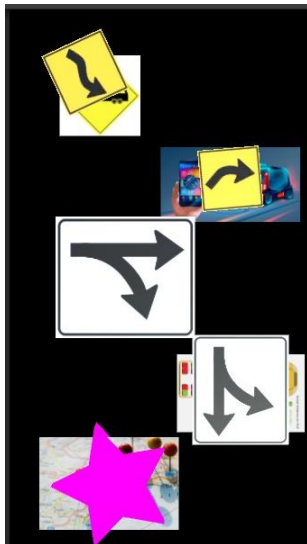


Imagen 83: Guía Compañías

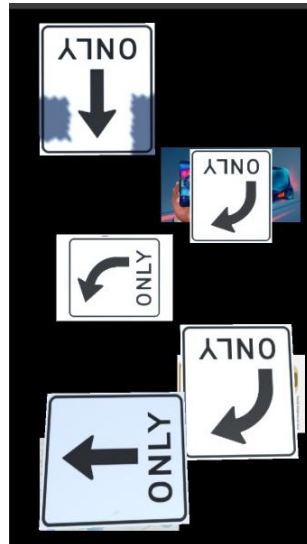


Imagen 84: Guía Cafetería



Imagen 85: Guía Autotickets

Estas imágenes que se han mostrado de manera aislada no tienen ningún sentido y son difíciles de entender, pero al colocar la distribución de la “imagen 80” como se colocarán en las instalaciones lo que cambiaría son los prefabs que aparecen en los marcadores.

Las instalaciones sobre las que trabajamos se distribuyen de la siguiente manera:

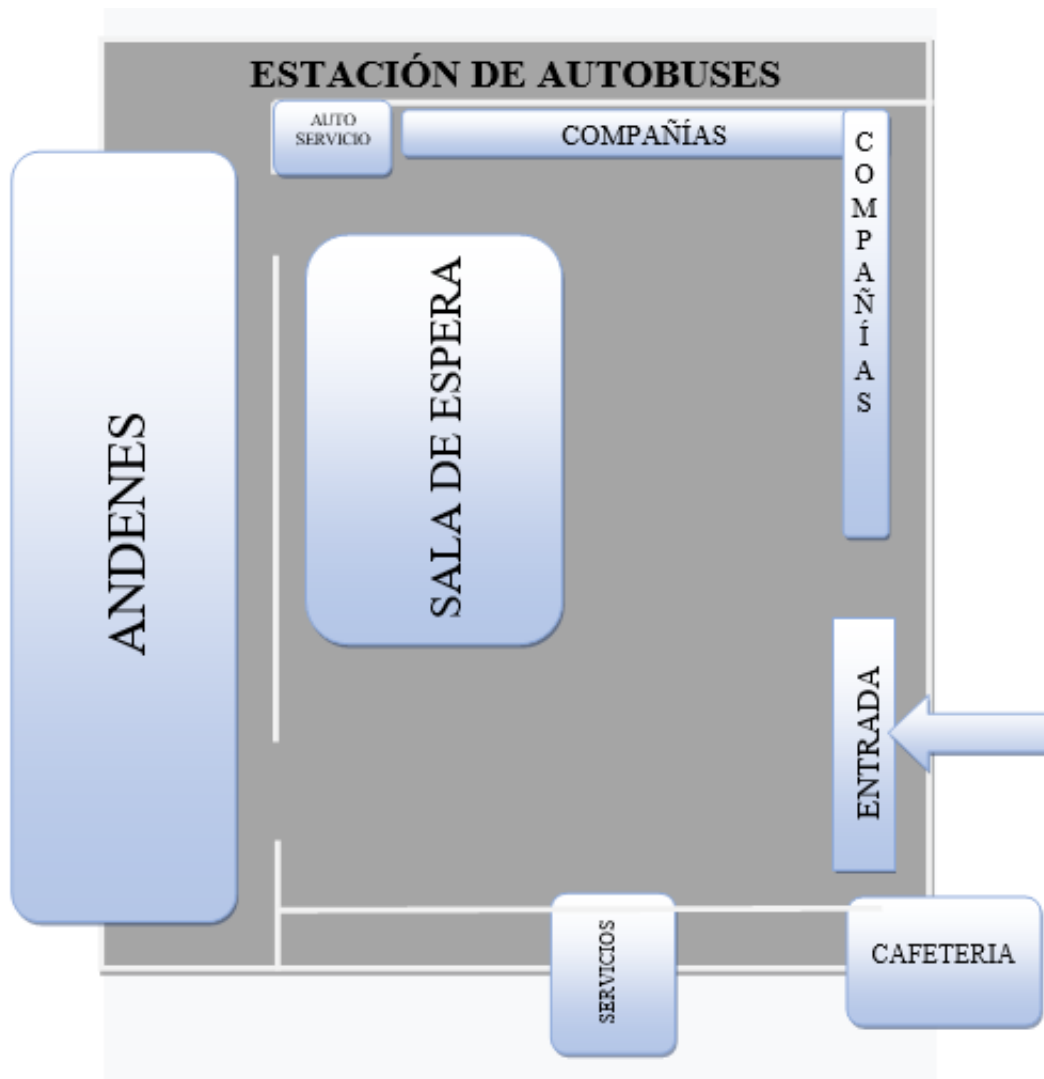


Imagen 86: Instalaciones de la Estación de Autobuses



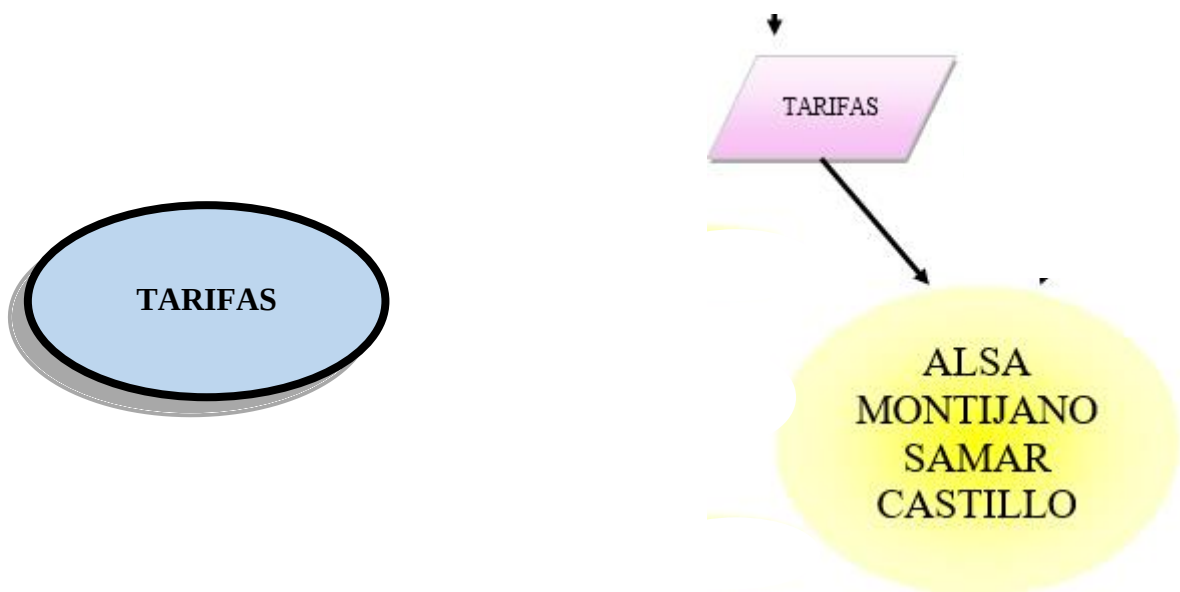
Imagen 87: Instalaciones de la Estación de Autobuses (I)



Imagen 88: Instalaciones de la Estación de Autobuses (II)



Imagen 89: Instalaciones de la Estación de Autobuses (III)



Para la escena de tarifas se creará otra base de datos distinta, pero se implementará de la misma manera que en el apartado de planos. El procedimiento de la escena de “TARIFAS” consiste en leer la parte superior de cada taquilla para poder acceder directamente a las promociones y/o descuentos de la compañía perteneciente. Las imágenes actuarán como marcadores y cuando aparezcan y se identifiquen aparecerá la opción de acceder al enlace de interés a visualizar. A continuación, se muestran los marcadores que se utilizan en este apartado del proyecto.



Imagen 90: Marcador 6



Imagen 91: Marcador 7



Imagen 92: Marcador 8



Imagen 93: Marcador 9

La configuración ha sido de manera exacta a la de los planos, la única diferencia es que en el apartado de tarifas te derivas a una pagina web, y en los planos te orientan en la propia estación. Algo que no se ha explicado antes es la manera de añadir los marcadores de cada base de datos a la escena que se corresponda, para ello se muestra los pasos a seguir en varias ilustraciones. Para colocar los marcadores de las bases de datos se realizó colocando una “Image Target” perteneciente al módulo de “Vuforia Engine” en la ventana de “Hierarchy”, justamente en el inspector aparece el módulo correspondiente a esa “Image”, en ella se podrá añadir entre las bases de datos que haya en el proyecto y seleccionar la imagen que quieras colocar.

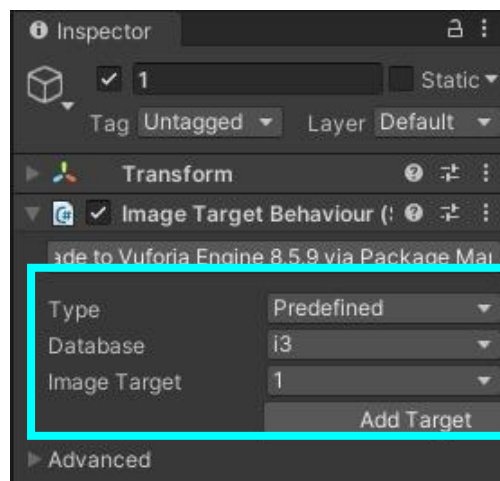
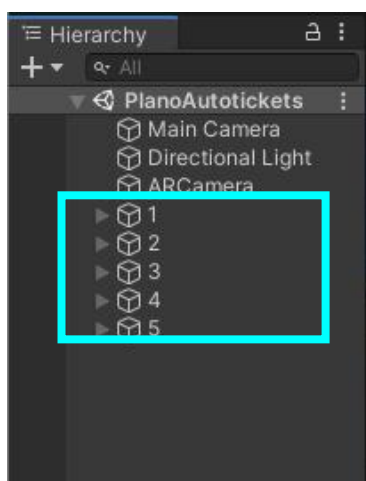
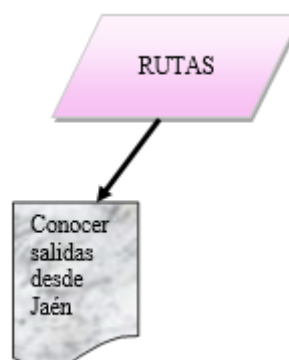
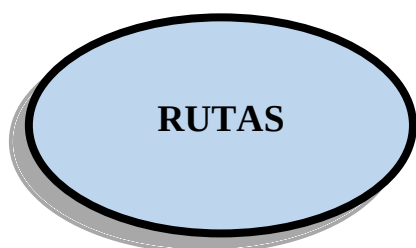


Imagen 94: Configuración Image target Imagen 95: Acceso a base de datos Unity



En esta escena los pasos a seguir fueron, añadir un documento txt en la propia aplicación. La información que se muestra en este documento es general, se trata de conocer los viajes que hay a cada uno de los destinos y se detalla para cada uno de ellos qué tipo de viaje es y la compañía que los realiza junto a información complementaria como son el precio, la duración, los lugares por los que pasa, o si va directo al destino elegido. El txt se integra en el mismo programa “Unity”, pero habría que configurar un script para leerlo y mostrarlo.

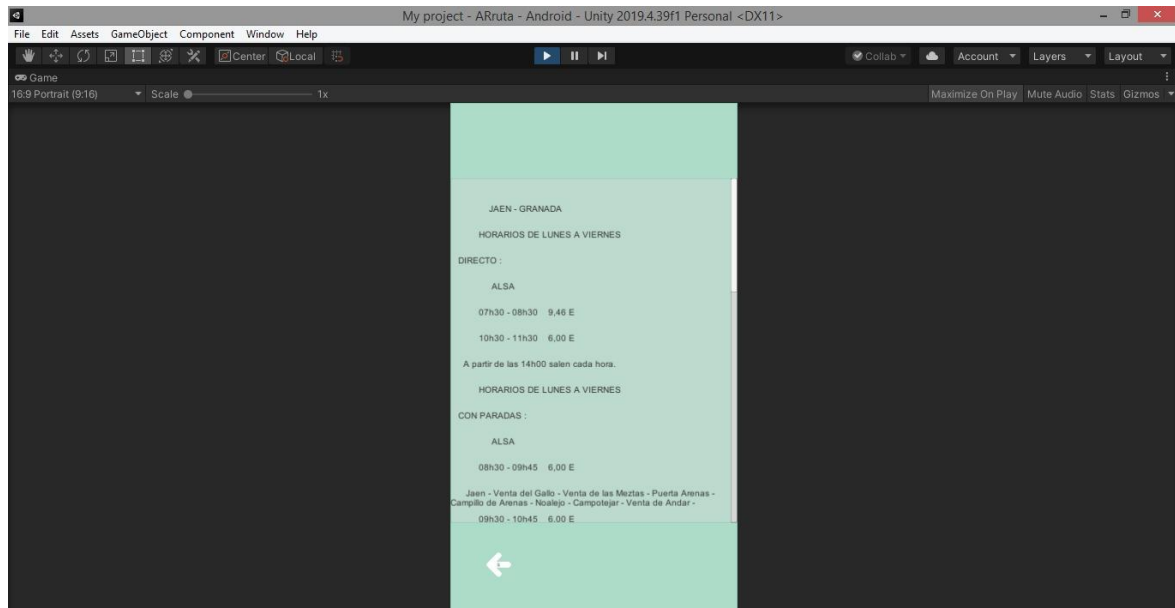


Imagen 96: Escena de Rutas

Para llevar la configuración de esta parte de la aplicación se realizaron varias pruebas dejando por definitiva la que se muestra y que se hizo a través de un Scroll View dentro del plano que pertenece a Canvas. Aquí se muestra la información en el espacio seleccionado pudiendo mover el cursor hacia arriba/abajo tanto como para la izquierda y la derecha, lo cual esta vez no ha sido necesaria, pero sí que ha sido comprobado.

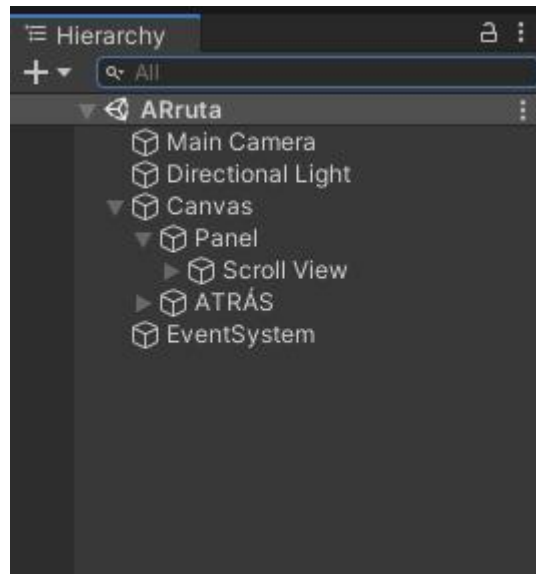


Imagen 97: Hierarchy perteneciente a Rutas

Dentro de Scroll View hay un apartado que se denomina “Content”, al que se añade un texto para ponerlo dentro de esta manera se sabe dónde empezará a visualizarse los datos que existen dentro del txt.

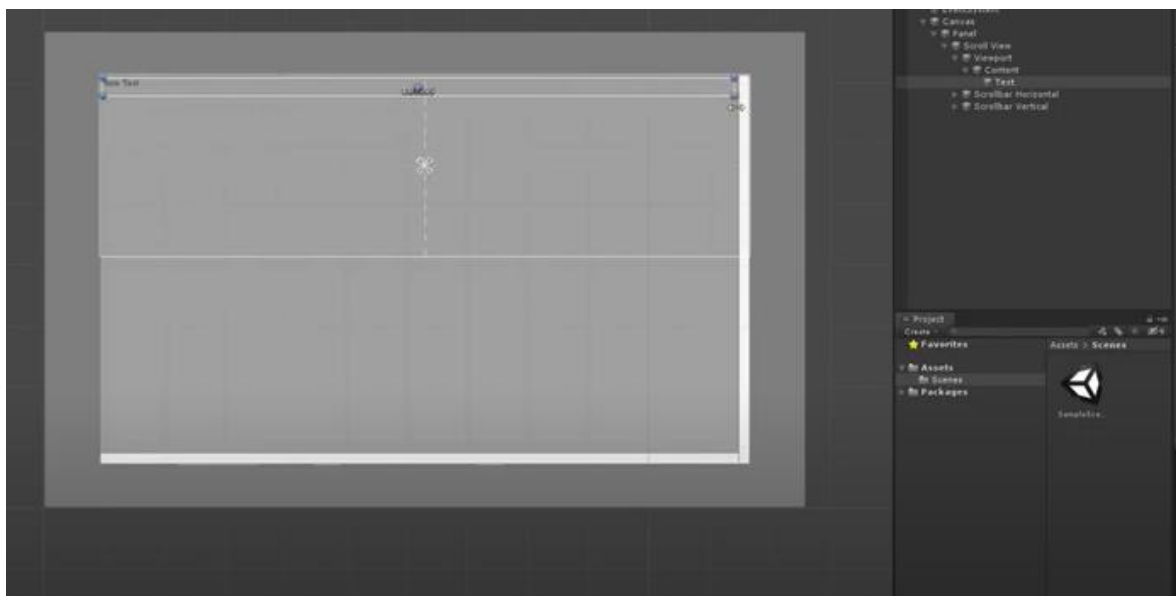


Imagen 98: Creación de la escena de Rutas

Lo siguiente que se realiza es extraer el texto para convertirlo en un GameObject. Esto se realiza sacando de la ventana de jerarquía e introduciéndolo en la ventana proyecto en “Assets”. Al mismo tiempo se crea una carpeta que contenga el txt dentro de los mismos assets del proyecto, es importante saber el nombre que se

le coloca a cada parte para el siguiente paso. Luego se crea un Script cuyas líneas de código se explican al mismo tiempo que se visualicen. Y como esta parte es un poco más compleja de explicar como se llevo a cabo y su funcionamiento en el apartado 7.3 se detallará con mayor claridad.

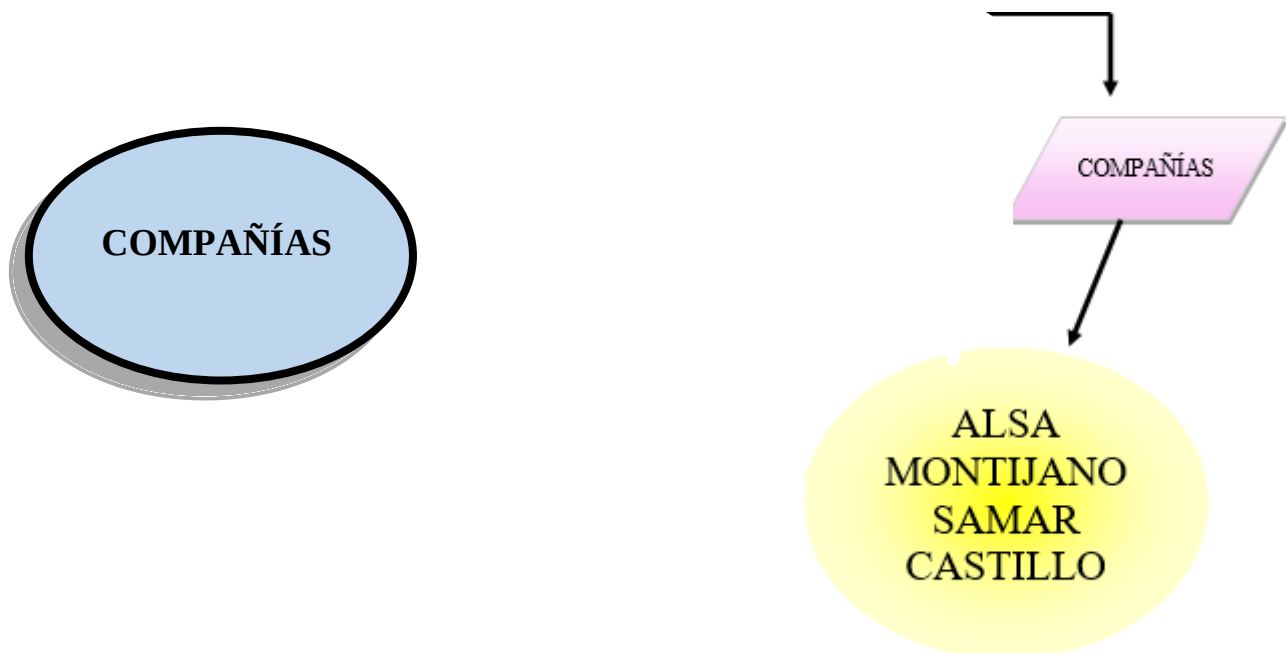


```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.UI;
5  using System.IO;
6  using System.Linq;
7
8  public class GetText : MonoBehaviour
9  {
10     public Transform contentWindow;
11
12     public GameObject recallTextObject;
13
14     void Start()
15     {
16
17         string readFromFilePath = Application.streamingAssetsPath + "/Recall_Chat/" + "Chat" + ".txt";
18
19         List<string> fileLines = File.ReadAllLines(readFromFilePath).ToList();
20
21         foreach (string line in fileLines)
22         {
23             Instantiate(recallTextObject, contentWindow);
24             recallTextObject.GetComponent<Text>().text = line;
25         }
26     }
27
28 }
29
30

```

Imagen 99: Script escena de Rutas



En esta escena la pantalla muestra una selección entre algunas compañías elegidas al azar. En las compañías hay unos botones que están editados con el módulo “Animator”. Así cuando el usuario se coloque sobre los botones se mostrará una reacción de éste que se dirigirá hacia la compañía que pertenece y si se pulsa sobre los botones se abre la página oficial de la compañía a la que se haya clicado.

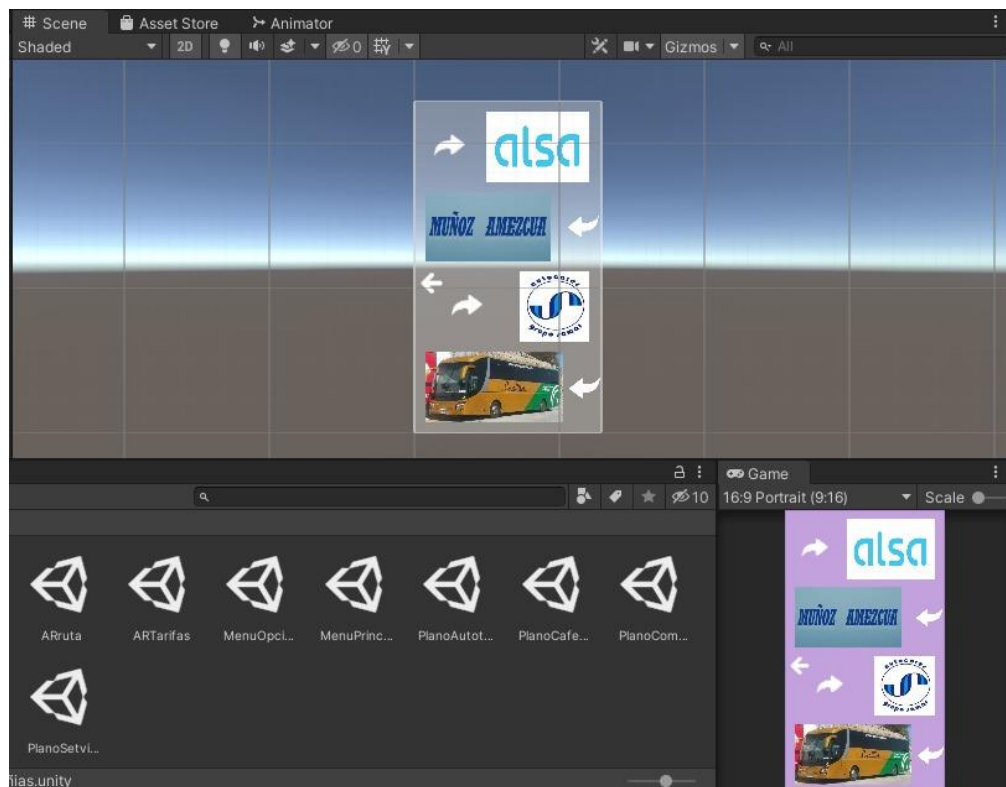


Imagen 100: Escena Compañías

En esta parte lo primero que se hizo fue descargar las imágenes que se querían visualizar, por ejemplo, el logo de Alsa. A continuación, se integra en el proyecto deslizando dentro de la carpeta “Sprites” para posteriormente convertirlo en uno de ellos. Los Sprites son objetos gráficos 2D.

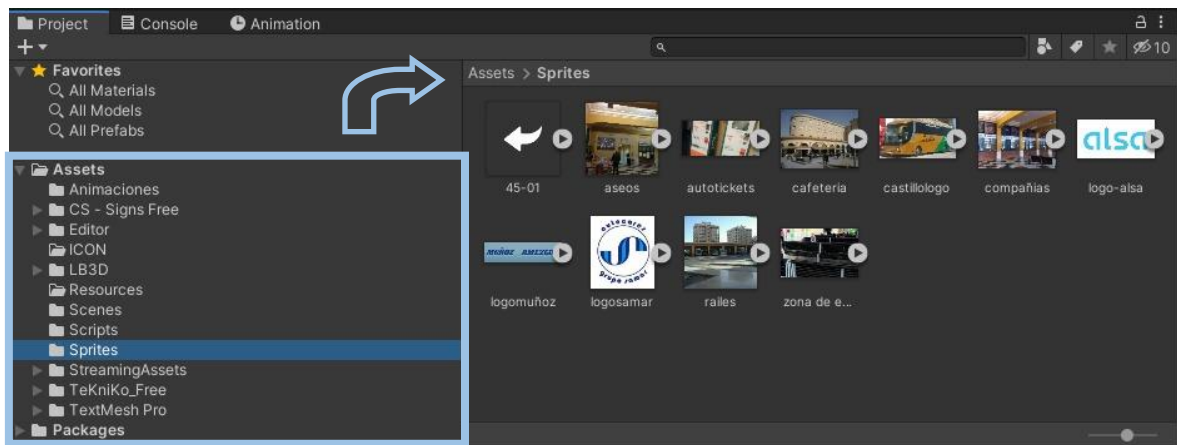


Imagen 101: Sprites

La conversión de imagen a sprite se hace llevando la imagen a la carpeta correspondiente a los sprites y si al pulsar en el inspector correspondiente, que aparece en la parte derecha del programa, se podrá cambiar la opción de “*Textura Type*”, normalmente aparece por defecto “*Default*”, pero si se despliega entre las opciones se encuentra la opción de “*Sprite 2D and UI*”. Eso lo que hace que la imagen deje de ser catalogada por denominarla de tal manera como tal y pase a ser un sprite.

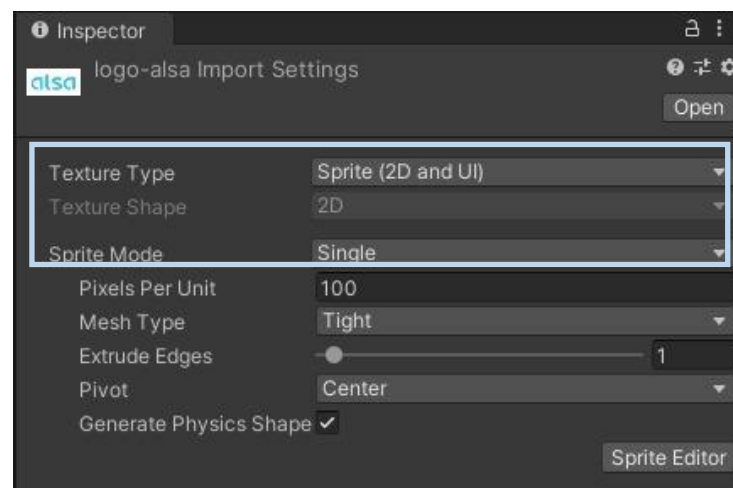


Imagen 102: Conversión “Image – Sprite”

Por otro lado, los botones en esta sección se configuran de una forma distinta a la demás, ya que se utiliza el “*Animator*”. Este se trata de un controlador de animación que le permite organizar y mantener un conjunto de clips de animación y transiciones de animación asociadas para un personaje u objeto. Tener múltiples animaciones es normal y también cambiar entre ellas cuando ocurren ciertas

condiciones. En el caso de los botones lo que hacemos es cambiarle la transición al apartado de “Animation”.

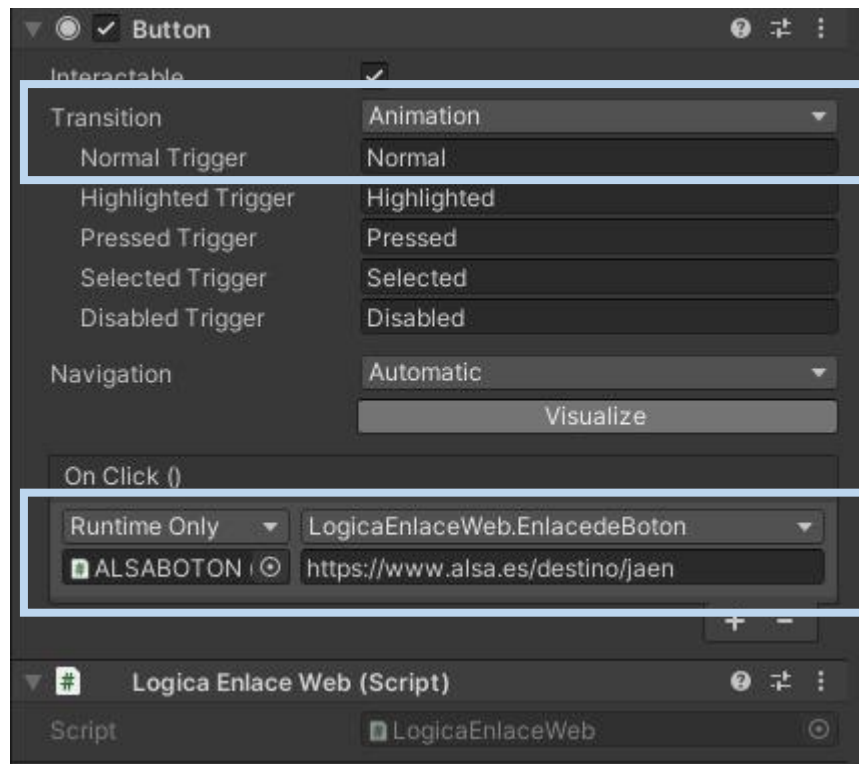


Imagen 103: Animación y enlace en el botón

Por tanto, ahora en la ventana de proyecto hay que situarse sobre animación. Se selecciona “*Highlighted*” para que cuando se coloque sobre el botón se produzca la animación asignada. La animación asignada será la de moverse hacia un punto concreto, en el caso de la aplicación se moverá al sprite correspondiente. De la siguiente manera dónde aparece la flecha es el rango de movimiento que tendrá el botón, y arriba aparece el tiempo en la que la animación va a estar en ejecución. Justo después dejará de moverse llegando a quedarse en la compañía. Posteriormente se mostrará de manera dinámica cómo funcionaría esta parte para hacerla más visual.

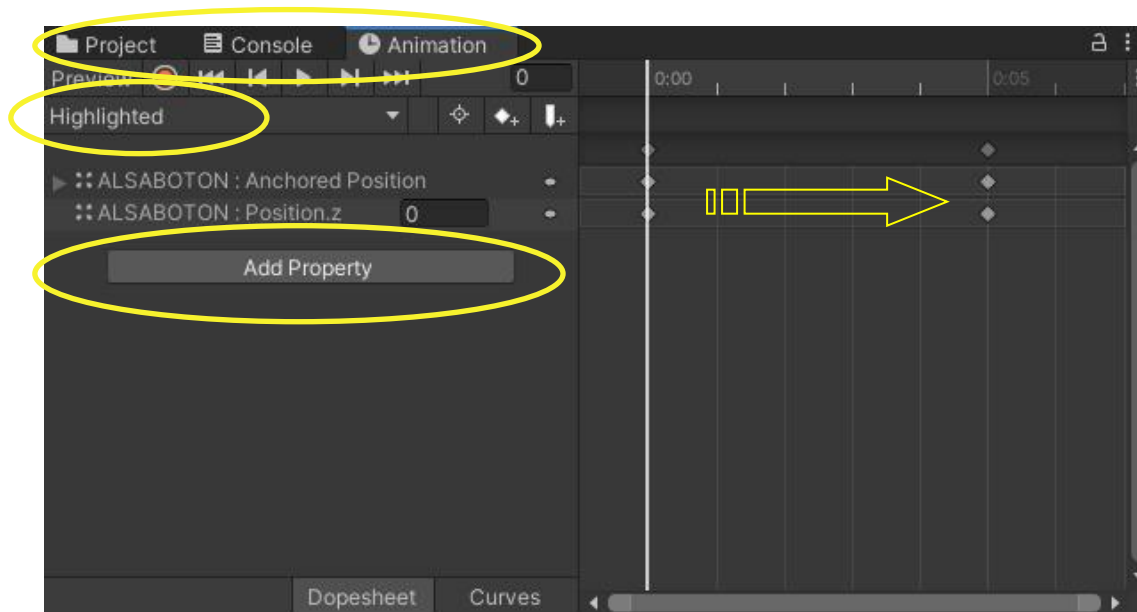


Imagen 104: Edición de la animación

Y en lo relativo a la configuración del funcionamiento de botones que se han añadido hay que resaltar que en cada escena hay un botón que lleva a la escena anterior igual que para salir directamente de la aplicación, la figura que se muestra es una flechita hacia la izquierda y un botón de power off respectivamente. Esta flecha se trata de un botón que aparece en las escenas que existen a partir del “Menú Opciones”. La configuración de este tipo de botón se hace a través de un script que lo denominaremos “CambioEscena”. Y en el propio “Inspector” del botón se pondrá la escena correspondiente a la que se quiere acceder una vez se pulse.



Imagen 105: Botón Atrás

Finalmente, el proyecto se realiza para el sistema Android, pero para ello las pantallas que hay en los dispositivos con este sistema operativo son diferentes. Por lo que habría que configurar la aplicación para que se adapte a las dimensiones de la pantalla en los que se vaya a utilizar la app. Esta configuración se realiza mediante el Canvas que nos encontramos en todas las pantallas, habría que escalar en función del

tamaño de la pantalla, ya que por defecto está realizado con un tamaño constante al pixel.

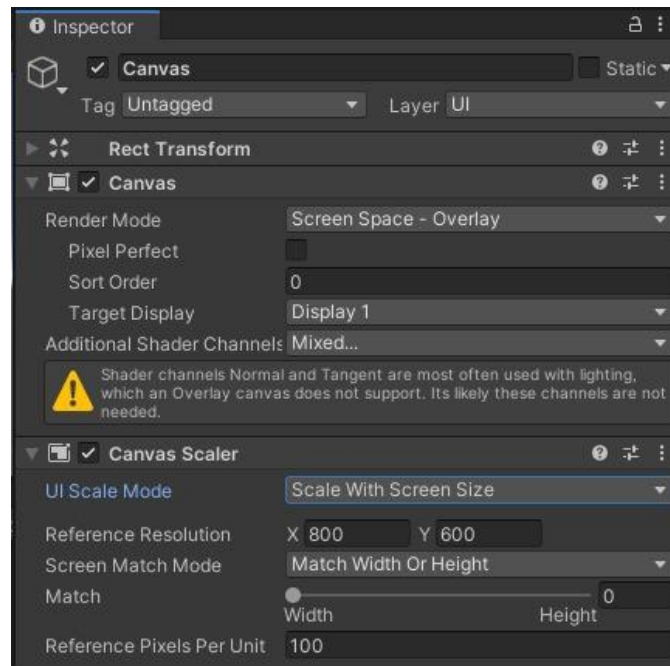


Imagen 106: Adaptación de la pantalla

Esto habrá que hacerlo en todas las escenas, de esta manera que se verá la distribución del mismo modo independientemente de la pantalla a utilizar.



Imagen 107: Portrait 9:16



Imagen 108: 800x480 Landscape

5. DISCUSION Y LINEAS FUTURAS

5.1. Funcionamiento de la aplicación en estático

Tras estar a base de prueba y error, se han obtenido finalmente los resultados que se muestran llegando al conjunto que conforman la aplicación que se buscaba inicialmente. Como se ha mostrado paso a paso, se ha podido llevar a cabo el hecho de cubrir principalmente los requisitos que se pedían y añadir cosas nuevas para hacer de la aplicación algo más atractivo, de manera que es capaz de orientar al viajero en el transporte público, como es una estación de autobuses. Además de hacerla más interactiva con el usuario usando realidad aumentada. Se puede observar que la interfaz es muy sencilla e intuitiva en el momento de usarla y que está todo bastante detallado y guiado paso a paso. De la misma manera la guía a través de los iconos que nos ofrece los paquetes de Unity es muy llamativa, tanto cuando la forma de llegar es a través de un único camino como cuando existen varios caminos, colocando la estrella que gira al llegar al destino final. Esta aplicación ha sido comprobada en las instalaciones correspondientes.

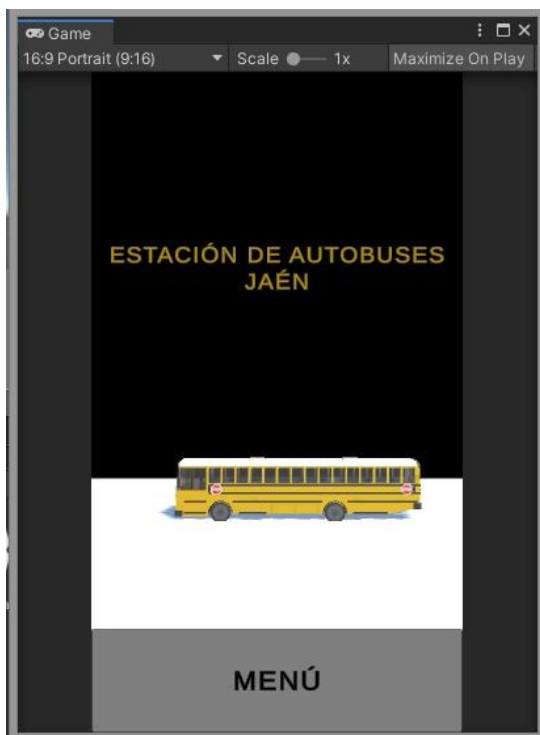


Imagen 109: Portada de la App



Imagen 110: Menú Principal de la App

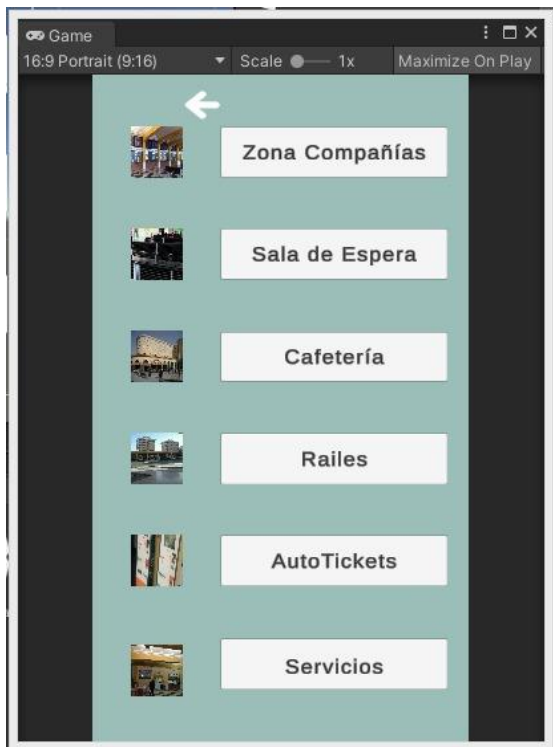


Imagen 111: Módulo de Planos



Imagen 112: Módulo de Compañías



Imagen 113: Módulo Tarifas

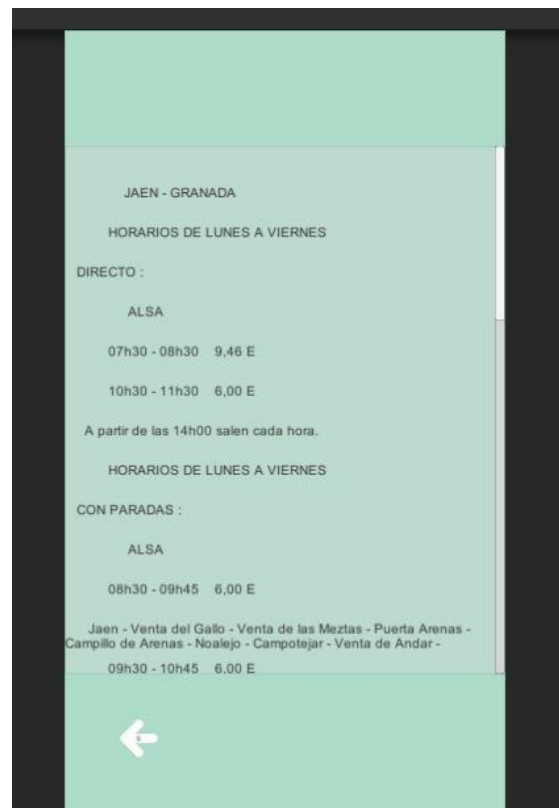


Imagen 114: Módulo Rutas

5.2. Alternativas para el desarrollo de la aplicación

En este apartado se desarrollan las diferentes opciones que se han barajado a la hora de llevar a cabo el proyecto antes de llegar a la solución final.

- Se pensó en fijar los elementos que nos guiaran en una posición concreta de forma que al acercarnos a ellos aparecerían. Esta opción hace uso de la geolocalización y de la brújula, esto no supondría en ningún momento un inconveniente ya que Unity nos ofrece dichas funciones. Pero de la información que se obtuvo se llegó a la conclusión que para ello se necesita la librería de Vuforia: “GPS+AR”, y se presentaba el inconveniente de que la librería a usar es de pago lo que desencadena en no poder hacer uso de ella.

- Luego se planteó colocar una imagen de la estación de autobuses en la portada, pero resulto poco atractivo para el desarrollo de la aplicación y tras la búsqueda de otras alternativas se pudo optar por aplicar a un prefab, relacionado con nuestra aplicación en este caso un autobús, movimiento para poder ser más ilustrativo.

- Una opción junto a la primera que se tenía en mente según la información que se había recopilado tras la investigación y el uso en otras aplicaciones relacionadas con esta temática fue el uso de la geolocalización y así usar la realidad aumentada en otro aspecto. De esta manera al pasar por los lugares aparecerían los elementos correspondientes a cada instancia indicando dónde nos encontrábamos. Sin embargo, nos topamos con el inconveniente de que en el interior de los edificios los sistemas de posicionamiento por satélite tienen un elevado margen de error, eso se debe a que la distancia entre las zonas a diferenciar es pequeña y no sería posible diferenciar por coordenadas la localización de cada dependencia, por lo que es otra de las razones por la que se vuelve a descartar totalmente el uso de ese tipo de tecnología.

- En el momento de asignar marcadores se pensó en una base de datos con imágenes sencillas como pueden ser las figuras geométricas o los números. Cuando se probó, en la base de datos aparecía el dato de tener un Rating bajo, lo que con su defectuoso funcionamiento nos llevaba a buscar algo más elaborado con lo cual se pensó en QR. Es por ello que se realizaron los pasos correspondientes para

poder realizar la aplicación con estos marcadores y leerlos, aunque era una solución factible era una imagen muy pobre que nos aporta poca información y es más, el uso de este tipo de marcadores supone un inconveniente importante en el desarrollo de este proyecto, y es que si se llegaba a realizar a través de QR's el desarrollo de la aplicación se alargaría en el tiempo porque habría que proceder a crear éstos desde cero por nosotros mismos lo que hace que se descarte esta idea, aunque se pudiese llevar a cabo a nivel de funcionamiento. Como se encontraron a posteriori más opciones se barajaron entre las que posibilitaban su funcionamiento y correcto uso por lo que se cambió con una visión de mejora de cara al futuro de la aplicación. Así que como opción definitiva se decidió el uso imágenes que se mencionaron en el apartado correspondiente, de esta manera el Rating aumentaba y existía relación con los fundamentos de la app.

- Se realizó el acceso a la información de la escena de rutas de forma remota, a través de un drive, de esta manera no era estática la información. Pero cuando se accedía ralentizaba el uso de la aplicación a veces hasta llegando a colapsarla, motivo por lo que se dejó de manera estática y como mejora para su implementación al futuro.

- Otra alternativa que se barajó fue añadirle sonido a la aplicación, así se presentaba la opción de que leyera un documento en función del contenido que hubiese interno y si se variase, que automáticamente cambiase. Esa opción fue descartada ya que Unity te ofrece la opción de introducirle sonidos, los sonidos deben ser preestablecidos, lo que quiere decir que no te genera un sonido en función de lo que aparezca en este caso en un documento. Por lo que, aunque esto suponía un aumento en la gama de usuarios que usarían la app y una gran viabilidad para personas con discapacidades lamentablemente no se pudo llevar a cabo.

- Por último, al probar la aplicación final en las instalaciones en diferentes franjas horarias se pudo comprobar que existía una relación entre la iluminación y la capacidad de detectar los marcadores correspondientes a cada parte. Por lo que las zonas que se enfoquen o en las que se situasen los marcadores deberían de ser con una mínima luminiscencia para poder captar el marcador y que el funcionamiento fuese apto

5.3. Líneas futuras

A la misma vez que se ha ido desarrollando la aplicación se ha intentado colocarle las máximas cosas posibles para hacerla más atractiva, intuitiva e inclusiva. Pero no todo se pudo llevar a cabo con lo cual, con ayudas económicas, colaboraciones por parte de las compañías interesadas y el resto de empresas se podrían obtener una versión mejorada en años venideros.

1. UTILIZACIÓN DEL AUDIO.

Unity ofrece la posibilidad de introducir sonidos, lo cual sería ideal para las personas con otras capacidades distintas a nosotros. Lo que quiere decir que si se pudiera añadir audio en los distintos apartados y poder leer el documento o escuchar la información al mismo tiempo la aplicación podría llegar a un mayor público haciendo de ella una app inclusiva.

2. ACCESO DIRECTO A LA BASE DE DATOS DE LAS COMPAÑÍAS.

Unity ofrece la librería de Networking, si las compañías facilitaran los documentos elaborados por ellos (y el audio), en este módulo se podría añadir la parte correspondiente a un acceso de forma remota junto a la inclusión ya comentada. Por lo que esta mejora desencadenaría una doble mejora al mismo tiempo.

3. PUBLICIDAD.

La publicidad a día de hoy es una estrategia que se utiliza sobre todo como medio de financiación. Si se habla de emplazamiento pasivo, se trata de colocar el producto como parte del decorado, eso quiere decir que no toma protagonismo en sí, pero aparece dentro del plano. Lo que quiere decir que si extrapolamos esta técnica a nuestro proyecto y reflejamos dentro de los marcadores un tipo de publicidad por la que se tuviera un beneficio, la financiación de la aplicación sería mucho más fácil, con mayor repercusión y con vistas a su evolución de manera más rápida. Es por eso que las imágenes a parte de ser más vistosas poseen espacios vacíos en los cuales se podría introducir publicidad.

4. IDIOMAS.

Cuando se va al extranjero y se requiere del uso de cualquier tipo de app para poder guiarte, ubicarte... algo que facilita el uso de este tipo de herramientas es tener la opción de usarla en nuestra lengua materna o en un idioma que seamos capaz de entender. Es por este motivo que añadirle la opción de poder elegir el idioma sin que haya que crear todos los módulos desde cero en otra lengua con el que se quiera utilizar la aplicación y que se adapte ésta de manera automática y resolutive.

5. RECONOCIMIENTO DE AUTOBUSES

Otra de las mejoras que se puede hacer en esta aplicación es llevarla fuera de las instalaciones de autobuses. La manera que se ha pensado es que cuando un usuario se encuentre en una parada de autobús esperando ser capaz de reconocer si ese autobús lo llevará al lugar que quiere. Esto se haría a través de un nuevo módulo de forma que la aplicación pueda leer con el número que aparece en la parte superior de cada autobús y el contorno del propio autobús (el cual debería ser característico de cada compañía y así facilitaría la identificación) y se ofrezca la información de por dónde pasa. Esto sucedería ya que actualmente y más en lugares como Jaén que el avance en este tipo de tecnologías está muy atrasado, con el objetivo de que si el usuario no va al destino final pero pasa por algún sitio que le convenga o que quiera parar pues coja sin esperar al que vaya al destino final. Del mismo modo no habría que aprenderse ni horarios ni numeración de los autobuses que llevan a las distintas zonas de la ciudad.

5.4. Visualización de la APP en funcionamiento

En el siguiente enlace se puede comprobar por módulos el funcionamiento de la aplicación para poder ver que es correcto.

➤ [ENLACE AL VIDEO](#)

5.5. Valoración de la aplicación

Finalmente se realiza una estadística que a continuación se visualizará y que se ha realizado a través de un test. Esto se les ha realizado a aquellos usuarios que han podido comprobar su funcionalidad, además se les propone si pueden aportar algo nuevo en la mejora de la app, junto a los comentarios que cada uno quiera añadir. Para la realización de este test se dividió en dos grupos diferenciados por edad, y se presentaron las preguntas las siguientes, además se adjunta a aquel usuario que quiera calificar la aplicación la dirección [27] para poder realizarla.

- Menores de 35
- Mayores de 35 – Menores de 50.

APP DE AR EN LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES

Valora la aplicación que se ha descargado contestando a las preguntas que aparecen a continuación.
La encuesta es totalmente anónima.
Tras añadir tu valoración puedes colocar opciones de mejora, o qué te ha parecido.
Muchas gracias.

ibn00006@red.ujaen.es (no compartidos) [Cambiar de cuenta](#)

***Obligatorio**

¿Qué edad tienes? *

☐ Menor de 35

☐ Mayor de 35 y Menor de 50

¿Con qué frecuencia usas el autobús? *

☐ Siempre

☐ Casi siempre

☐ A veces

☐ Rara vez

☐ Nunca

Imagen 115: Encuesta (1)

¿Cómo de importante crees que es la orientación en el transporte público? *
(Evalúa del 1 al 5, siendo 1 NULO y 5 MUY IMPORTANTE)

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

¿Has usado alguna vez una app de AR en el transporte público? *

☐ Sí

☐ No

☐ No sé que es AR

Tras probar la aplicación ¿Te parece útil? *

☐ Muy útil

☐ Ni fu ni fa

☐ No he sabido usarla

☐ Nada útil

Imagen 116: Encuesta (2)

¿Encontraste algún inconveniente para usarla? *

☒ Sí

☐ No

¿Qué es lo que más te ha gustado? *

☐ La orientación basada en marcadores (imágenes)

☐ La información sobre la instalación

☐ El poder hacer una reclamación sin dar datos

☐ Acceder a las ofertas enfocando la compañía

¿Y lo que menos? *

☐ La orientación basada en marcadores (imágenes)

☐ La información sobre la instalación

☐ El poder hacer una reclamación sin dar datos

☐ Acceder a las ofertas enfocando la compañía

Imagen 117: Encuesta (3)

Aquí se verán los gráficos que muestran como de satisfactorio les ha resultado a los distintos usuarios el diseño y funcionamiento de la aplicación.

¿Qué edad tienes?
25 respuestas

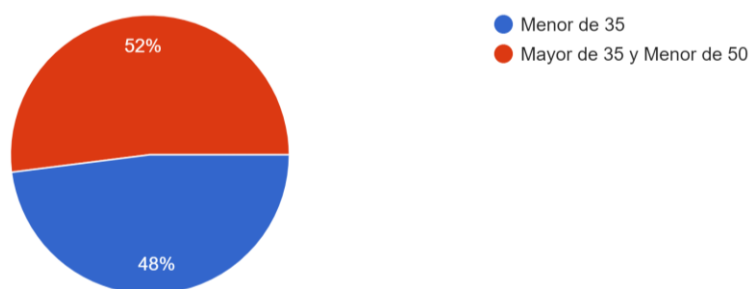


Imagen 118: Gráfico I

Los usuarios han sido elegidos equitativamente para poder tener una valoración más igualada en cuanto al uso y visión de la aplicación.

¿Con qué frecuencia usas el autobús?
25 respuestas

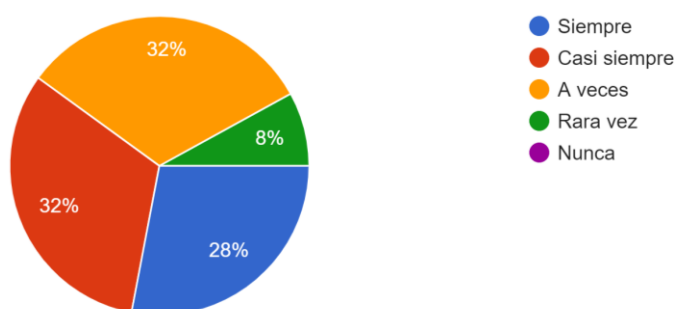


Imagen 119: Gráfico II

Aquí se ha podido ver el tipo de gente que ha sido entrevistada con qué frecuencia ha usado o usa a diario el transporte en el que se ha establecido la aplicación.

¿Cómo de importante crees que es la orientación en el transporte público? (Evalúa del 1 al 5, siendo 1 NULO y 5 MUY IMPORTANTE)
25 respuestas

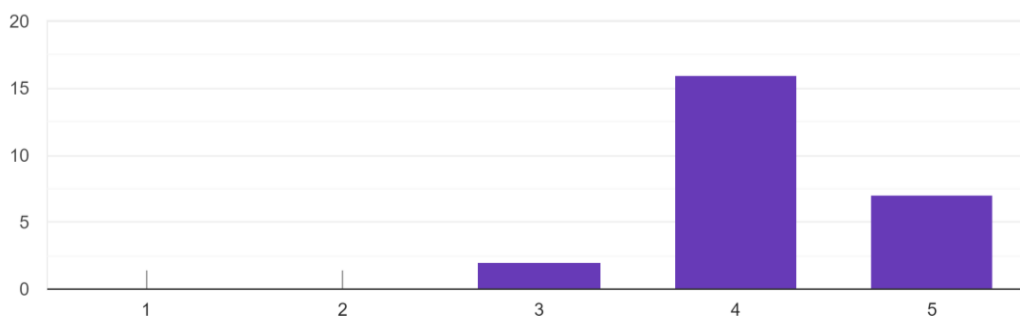


Imagen 120: Gráfico III

Esta pregunta se ha realizado ya que en la propia ciudad de Jaén la orientación en este ámbito es muy pobre. Por lo que a pesar de tener distintos usuarios las respuestas son bastantes similares, y es que es obvio que para poder ir a cualquier lugar con los avances que se tienen actualmente es muy importante la orientación, tanto a nivel físico como son unas instalaciones, como a nivel informativo para cuando se quiera conocer cualquier tipo de información.

La pregunta de la siguiente gráfica ha sido motivada de cara a la visión que se puede tener en lugares más pequeños, como es Jaén, y en los que no es usual este tipo de aplicaciones, aunque me parece particularmente que sí que se utiliza este tipo de tecnología, como es la realidad aumentada, pero sin ser los usuarios conscientes de ello. El ejemplo más claro es el uso de QR's en el mundo de la hostelería para poder pedir un café si quiera.

Por lo que como es evidente en el gráfico se visualiza que las personas utilizan la tecnología sin saber de qué se trata y ahí entran las respuestas en naranja. En mayor medida se puede ver como si hay gente, que son aquellos que ya han usado en otros lugares la realidad aumentada, conocen de que se trata. Y finalmente hay en menor medida personas que conocen la tecnología pero que no la han usado, que también cabe la posibilidad ya que hay muchos lugares en los que hay déficit de este tipo de apps.

¿Has usado alguna vez una app de AR en el transporte público?
25 respuestas

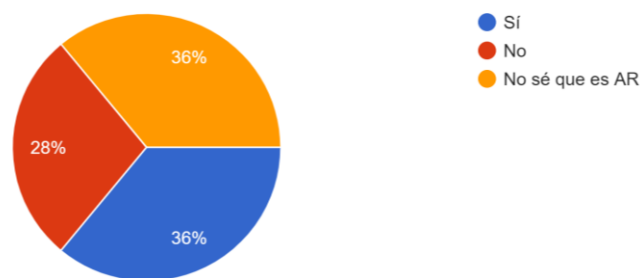


Imagen 121: Gráfico IV

Esta pregunta se realiza para ver como encuentran todo tipo de usuarios a pesar de conocer o no la realidad aumentada y de haber o por el contrario no haber usado ninguna app relacionada con el transporte. Pueden verse dos respuestas diferenciadas y es que la aplicación le parece útil a la mayor parte de aquellos que probaron la aplicación y me decantaría que son los que conocen como funciona y como es de necesaria la utilización de este tipo de aplicaciones con dicha tecnología, junto al futuro que tienen. Por el contrario, hay gente que junto al desconocimiento y

habituada a los medios que se poseen actualmente relacionados con este medio no les parece ni útil ni inútil, y no tiene nada que ver con las edades de éstos sino con el gran desconocimiento de las tecnologías. Concluyo que me baso en las preguntas y comentarios con los usuarios tras su uso, que tras debatir finalizaron en que quizás para las personas que vivan aquí y conozcan estas instalaciones es inútil mientras que si él/ella viaja a otro lugar sí que sería útil. Por lo que si se extrapola a cualquier persona que venga de fuera aquí sí que tendría mayor utilidad. De igual manera una aplicación basada en realidad aumentada es útil sobre todo en las grandes ciudades que es todo un poco más complejo.

Tras probar la aplicación ¿Te parece útil?

25 respuestas

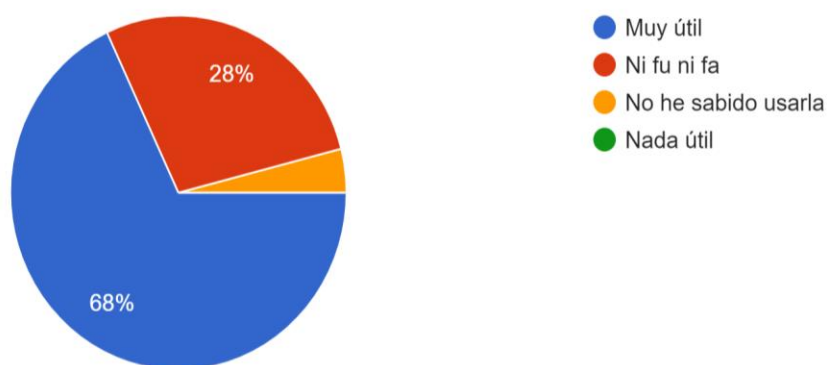


Imagen 122: Gráfico V

Esta vez la pregunta se enfoca en la visión de la utilidad y simplicidad del usuario, como se ve la mayoría de los usuarios no encontraron problema alguno en el momento de su uso.

¿Encontraste algún inconveniente para usarla?
25 respuestas

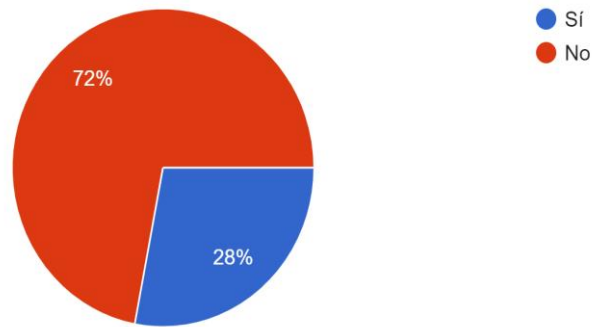


Imagen 123: Pregunta VI

¿Qué es lo que más te ha gustado?
25 respuestas



Imagen 124: Pregunta VII

¿Y lo que menos?
25 respuestas



Imagen 125: Pregunta VIII

El resto de preguntas que se realizan tipo lo que más y menos les ha gustado, para que así el usuario pueda expresar lo que le ha parecido. Como era de esperar se han obtenido respuestas diversas en base a el pensamiento de cada persona.

Una vez desarrollada la encuesta cabe comentar que esta la realizaron, familiares, amigos y varias personas externas que se encontraron en la propia estación. Dentro de los familiares y amigos existen gente que ha usado ya realidad aumenta en ciudades como Barcelona o Londres, de la misma manera hay personas que desconocen que es la realidad aumentada. Esto se hizo de esta manera a propósito ya que así se tendrían diferentes visiones sobre la aplicación. Por lo que al hacer esa selección de personas se han obtenido valoraciones en las que se piensa que la aplicación con este tipo de tecnologías en estas pequeñas ciudades va a tener poco uso al mismo tiempo que otros creen que para aquellos usuarios que están acostumbrados a guiarse vía este tipo de aplicaciones será bastante útil.

La duración de la valoración de la aplicación tardo en realizarse aproximadamente una semana, ya que las personas tenían sus respectivas obligaciones. A pesar de ello se pudo llevar a cabo con rapidez, por lo que es de agradecer.

6. CONCLUSIONES

La principal conclusión de este proyecto es concluir que todos los objetivos planteados se han conseguido superar, cumpliendo así las expectativas expuestas en la propuesta inicial del Trabajo Fin de Grado. Desarrollando así, los conocimientos apropiados y necesarios para llevarlo a cabo.

Para llevar a cabo el desarrollo y la implementación de esta aplicación en la plataforma que se ha realizado ha sido necesario estudiar y saber aplicar los conocimientos de realidad aumentada recopilados, de este modo se ha podido entender y ver que la tecnología está aún más presente de lo que se cree tanto a nivel empresarial, como a nivel autónomo en las aplicaciones que prácticamente usamos con mucha asiduidad, es por esto que el número de aplicaciones basadas en esta tecnología están experimentando un crecimiento exponencial. Ha sido algo tanto básico como fundamental la ampliación de conocimientos basados en realidad aumentada y su lenguaje técnico, como son los marcadores, la orientación, Unity y Vuforia, los módulos y sus herramientas. A través de los conocimientos que se han estudiado y probado se han obtenido las capacidades para cubrir los requisitos básicos del proyecto, y las diferentes finalidades. Cabe destacar que todo lo que se ha investigado y estudiado no se ha podido ver reflejado en el proyecto ya que no era necesario implementarlo y además hubiese sido más complejo, pero se tienen nociones y muchas ideas para poder implementar otro tipo de app con otros tipos de necesidades.

Personalmente creo que trabajar con realidad aumentada abre mucho las opciones actualmente de cara al futuro, ya que la tecnología está aumentando considerablemente su uso y a día de hoy es muy improbable vivir sin un dispositivo móvil, porque tanto las herramientas que se han utilizado y las que no se podían aplicar en este proyecto, tienen una gran influencia en el mundo laboral en esta sección. Al poder trabajar con este tipo de tecnología, la cual, a pesar de su uso diario de manera autónoma pero inconsciente, en gran parte es una desconocida inclusive para mi persona, pero es un ámbito muy llamativo a la hora de trabajar con él, como para el propio usuario utilizarlo. Al trabajar con ella de manera autónoma hace que puedas coger esa dinámica de trabajo para el futuro y ha hecho que sea capaz y pueda ver como cualquier persona por ejemplo yo misma me vea preparada para iniciarme en el mundo laboral y que sepamos que, aunque hay cosas que en general

desconocemos no es mal momento para adentrarse en las distintas tecnologías aplicadas al ámbito. En estos momentos es el ámbito en el que más preparada me siento para trabajar, ya que creo que la aplicación realizada ha sido llevada con éxito cubriendo en mayor medida los objetivos principales.

Ha sido complicado la realización del proyecto por situaciones especiales, pero por el mismo motivo he encontrado tras indagar un punto de inicio de nuevos desarrollos y aplicaciones como se vio en el apartado de “Líneas de futuro”. Por último, recalcar que la actuación que le compete a Raúl, mi tutor, ha sido excepcional en todo momento, me ha ofrecido lo que he necesitado dejándome toda la libertad para actuar de manera autónoma que es creo que uno de los mayores logros para cerrar la etapa previa al mundo laboral.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I: INSTALACION DE UNITY

La instalación de Unity se hace siguiendo los pasos que se visualizan mejor a continuación:

Se descarga Unity de la página oficial. Luego se instala y ejecuta el programa y esta instalación suele ser rápida.



Imagen 126: Descarga Unity

A continuación, se procede a la creación de una cuenta si no se tiene previamente. Para ello deberías de registrarte en “Sign In”. Una vez que tienes la cuenta es simplemente acceder a la interfaz del programa para posteriormente instalar las licencias y crear el proyecto a realizar.

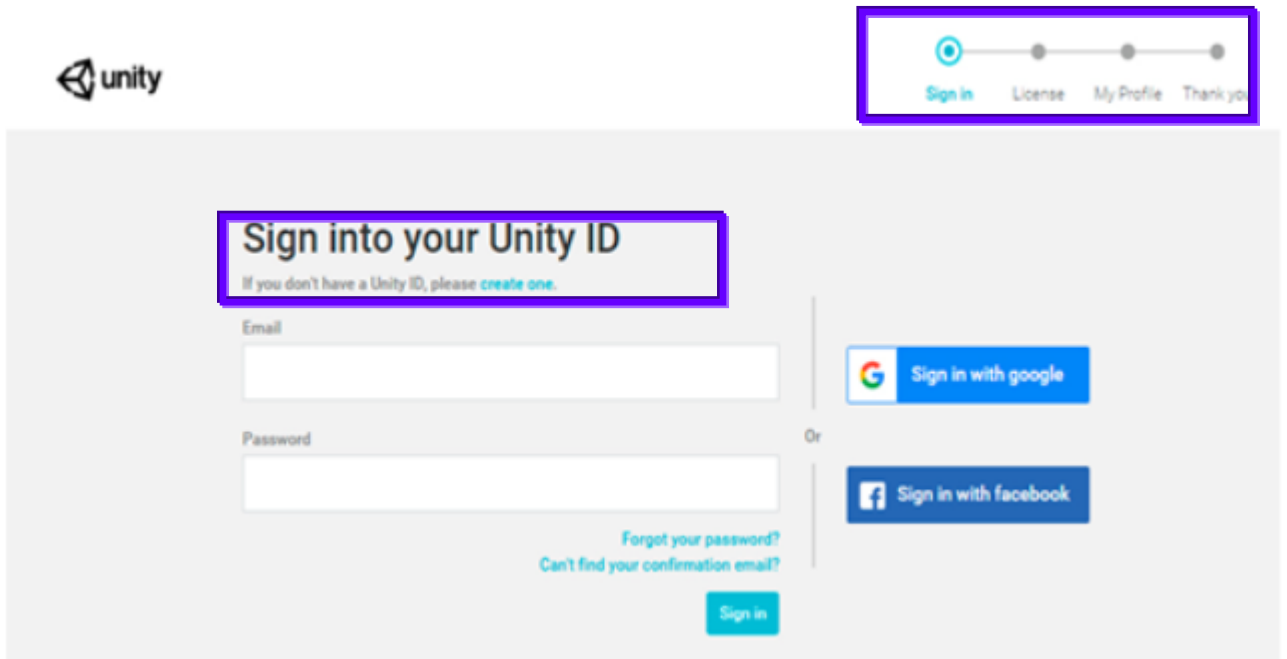


Imagen 127: Crear cuenta en Unity

Ya creada la cuenta, hay que ir al apartado de instalación para poder obtener una versión de Unity y seleccionar los módulos que se necesitarían para llevar a cabo la elaboración del proyecto a realizar.

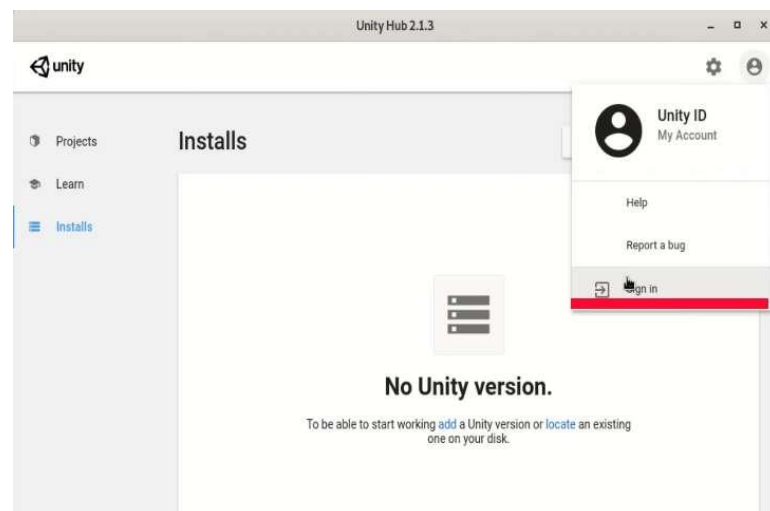


Imagen 128: Instalación Unity Hub

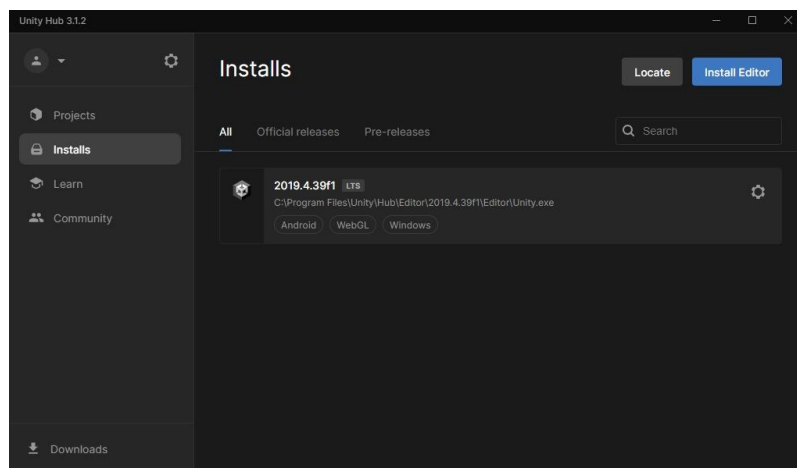


Imagen 129: Instalación y módulos de Unity Hub

Se instala la versión que se requiera, pero previamente habrá que seleccionar los módulos que sean necesarios en función de las necesidades y lo que tenga que soportar la aplicación a realizar. En el caso de que se olvide seleccionar algún módulo una vez instalada la versión se podrá añadir módulos sin ningún inconveniente.

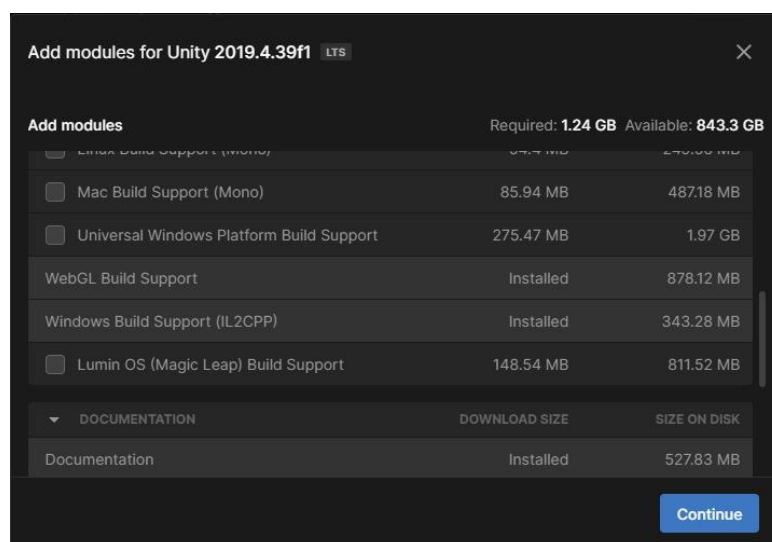


Imagen 130: Módulos a añadidos en el proyecto Unity Hub (1)

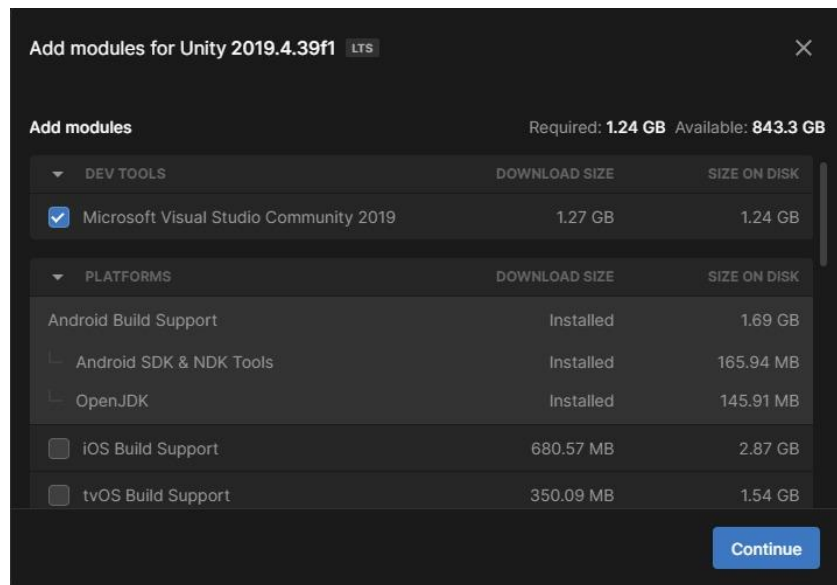


Imagen 131: Módulos a añadidos en el proyecto Unity Hub (2)

La instalación de la versión suele tardar en función del ordenador, pero puede llegar a prolongarse en el tiempo. Posteriormente se llegará al ultimo paso y es crear el proyecto a realizar.

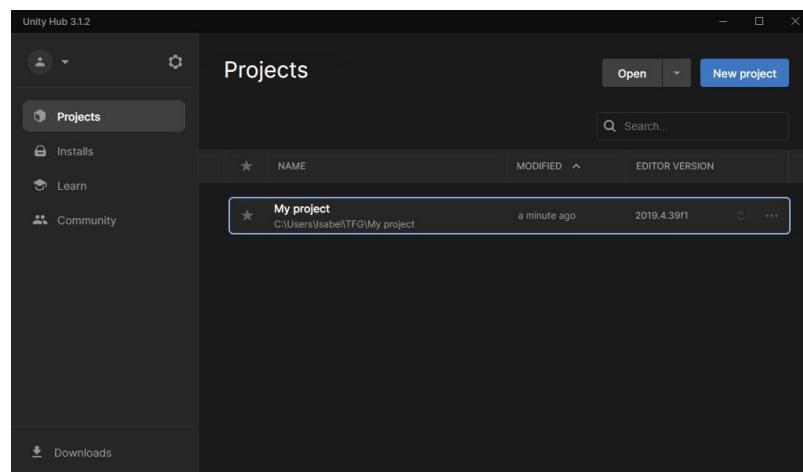


Imagen 132: Creación Proyecto Nuevo

7.2. ANEXO II: VUFORIA

La utilización de Vuforia para poder desarrollar proyectos con realidad aumentada de la mano de Unity se haría de manera sencilla.

El acceso a Vuforia sería a través de su página web, y habría que registrarse si no se tiene una cuenta previa, después que tengas la cuenta podrás empezar a trabajar con Unity simultáneamente.

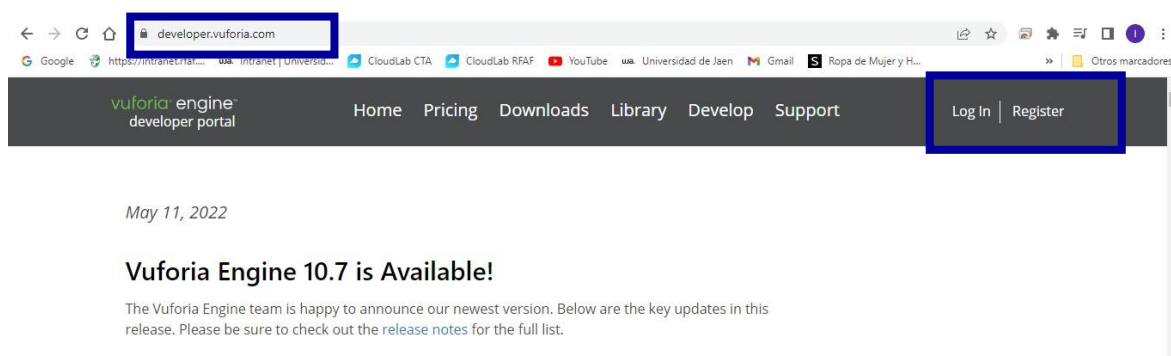


Imagen 133: Página web Vuforia

Una vez estás dentro de la página de Vuforia podrás proceder a la creación de una licencia para la ARCamera, y las sucesivas bases de datos que sean necesarias introducir en el proyecto a realizar. Dentro de las bases de datos podrás añadir imágenes que podrán actuar como marcadores en Unity. Cada vez que añades una imagen a la base de datos te proporciona información del tipo como es de reconocible, de si está activa y del tipo de imagen que es.

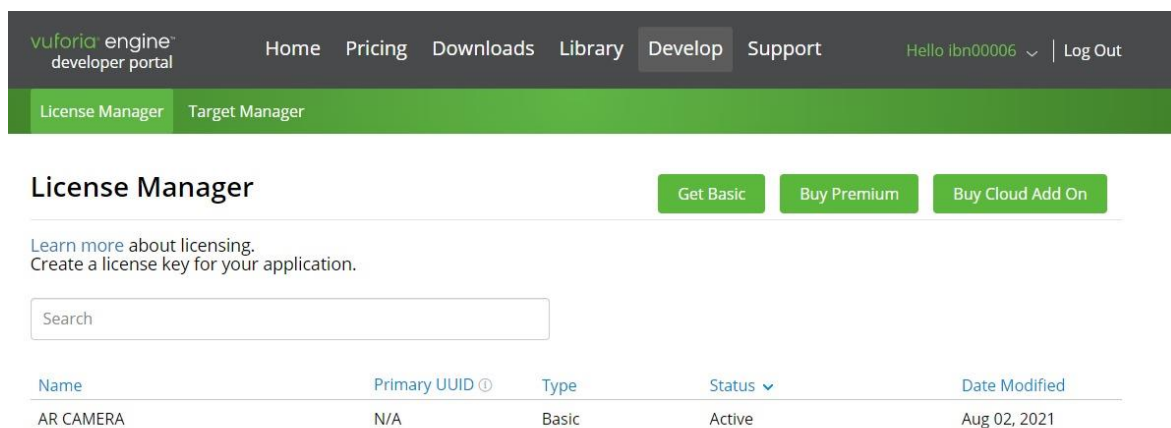


Imagen 134: Licencia de ARCamera

Cuando se tiene la licencia lo único que hay que hacer es copiarla y añadirla a la configuración de Vuforia en Unity y guardar. Entonces ya se estaría preparado para trabajar con realidad aumentada.

Por otra parte las bases de datos se crean en la parte de “Target Manager”, todo esto se explicó más detalladamente en el apartado de “Seguimiento basado en marcadores” de manera más practica exportada a un ejemplo realizado.

7.3. ANEXO III: DESARROLLO MÁS PROFUNDO DEL APARTADO DE RUTAS

La realización del módulo de Rutas se ha llevado a cabo creando un “Scroll View” y añadiéndole un txt. Para poder realizar esto se ha creado un documento txt, que posteriormente ha sido guardado en una carpeta que se ha creado en Unity. Posteriormente el contenido que existe dentro del Scroll View se ha exportado para convertirlo en un GameObject de esta manera obtenemos un prefab.

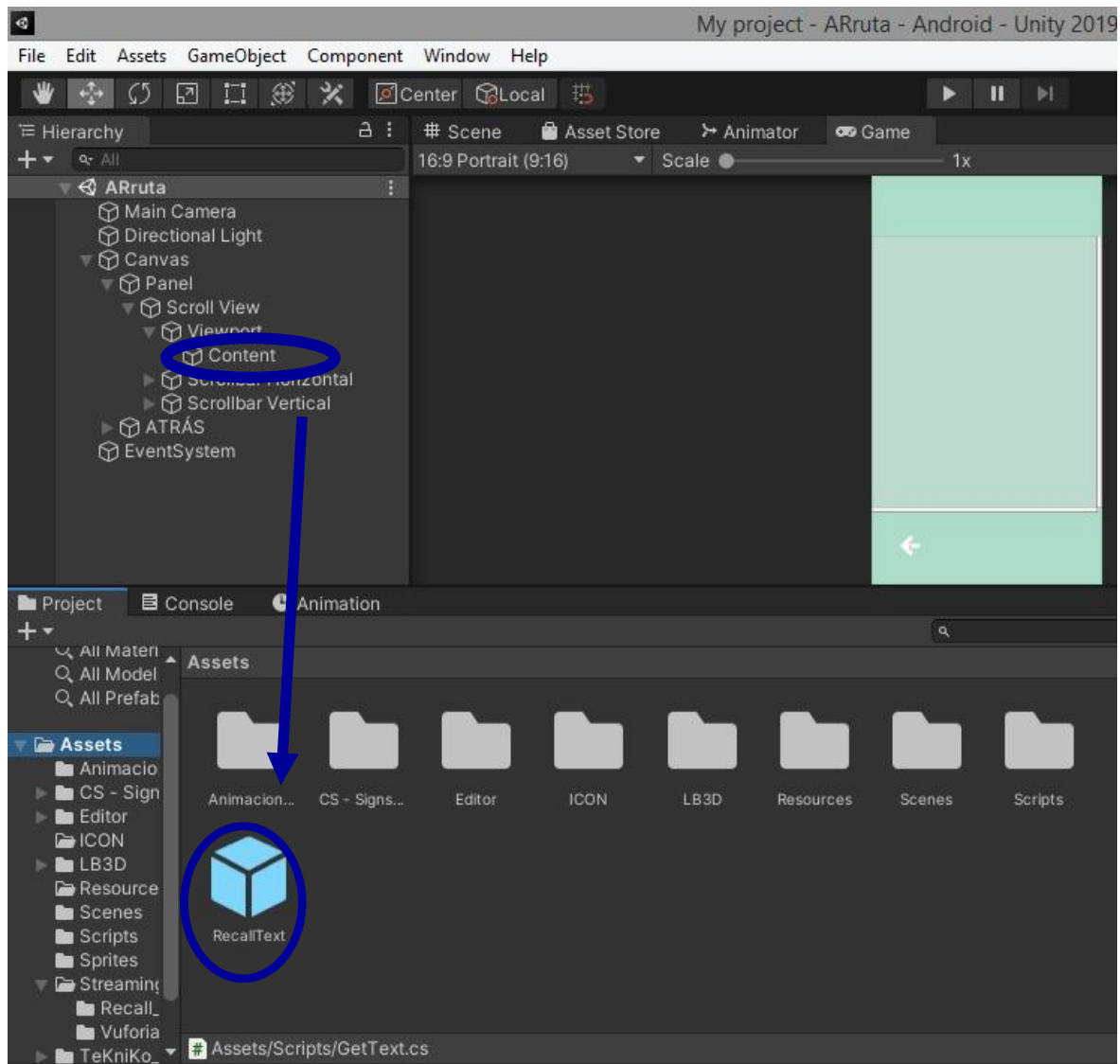


Imagen 135: Implementación de un txt

En seguida se realiza un script para que me lea el txt que he introducido en la carpeta del proyecto y que me aparezca la información a leer.

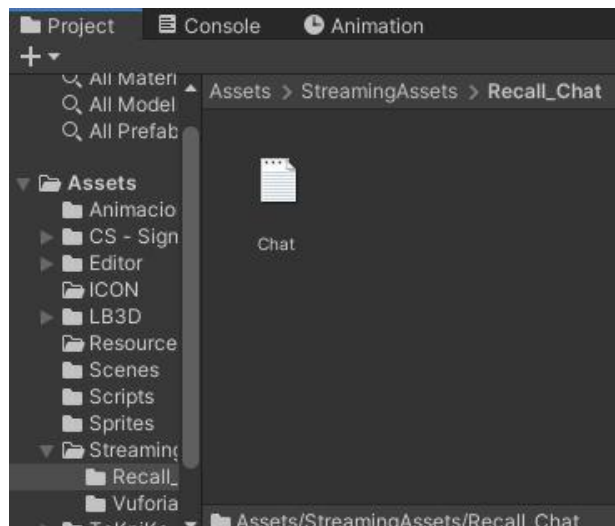


Imagen 136: Ubicación del txt

El script que se ve nos muestra dos variables que luego a las que luego se aplicarán el contenido que les pertenece para poder mostrar por pantalla. La línea 17 accede a la carpeta donde se encuentra el txt lo lee y pasa a la siguiente línea.

De manera que replica el txt perfectamente.

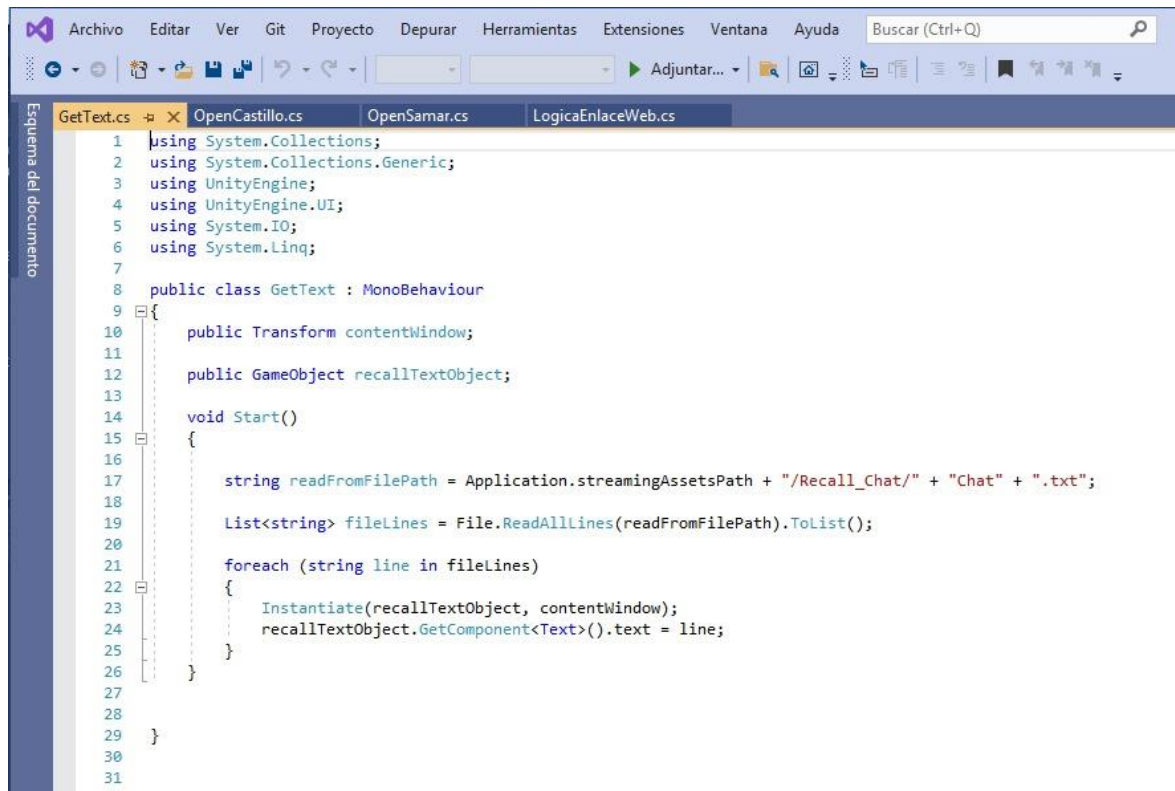


Imagen 137: Script GetText

El último paso, sería añadir el script al Canvas e introducir las variables que les corresponden.

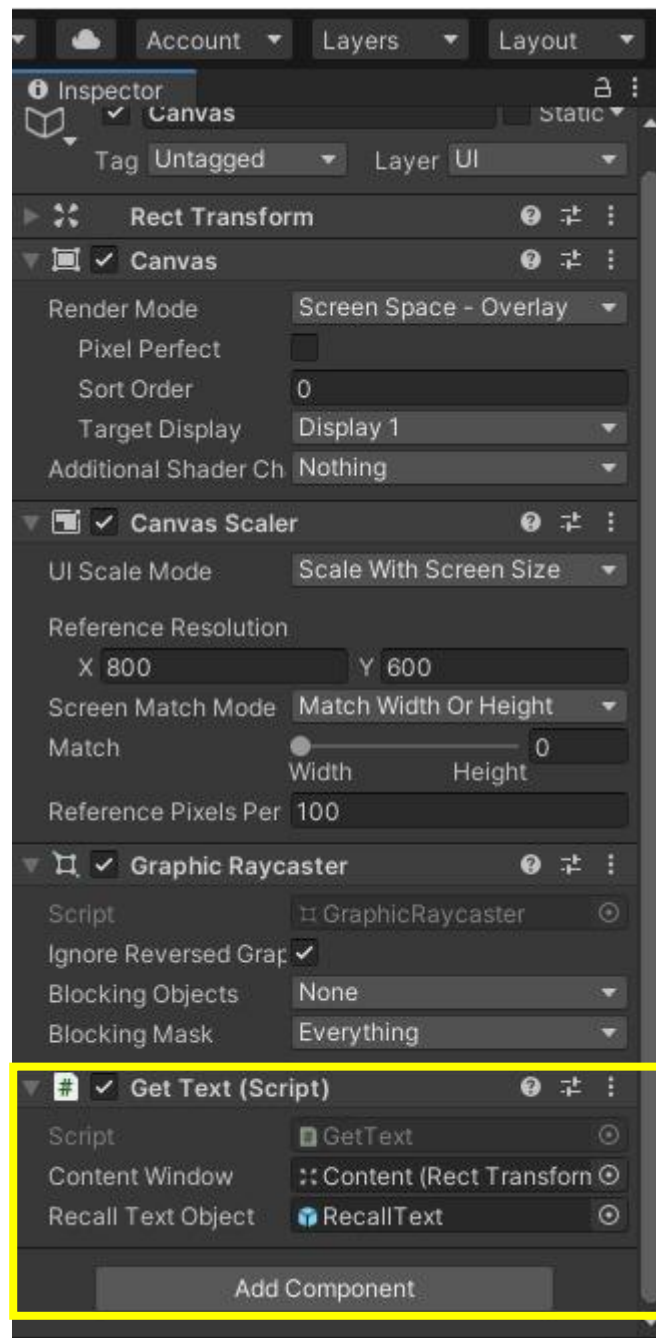


Imagen 138: Canvas de la escena Rutas

7.4. ANEXO IV: EXPORTACIÓN Y DESCARGA APP

Para realizar la exportación de la app hay que colocar las escenas en el apartado de *Build Settings*, posteriormente clicar sobre “*Build and Run*”.

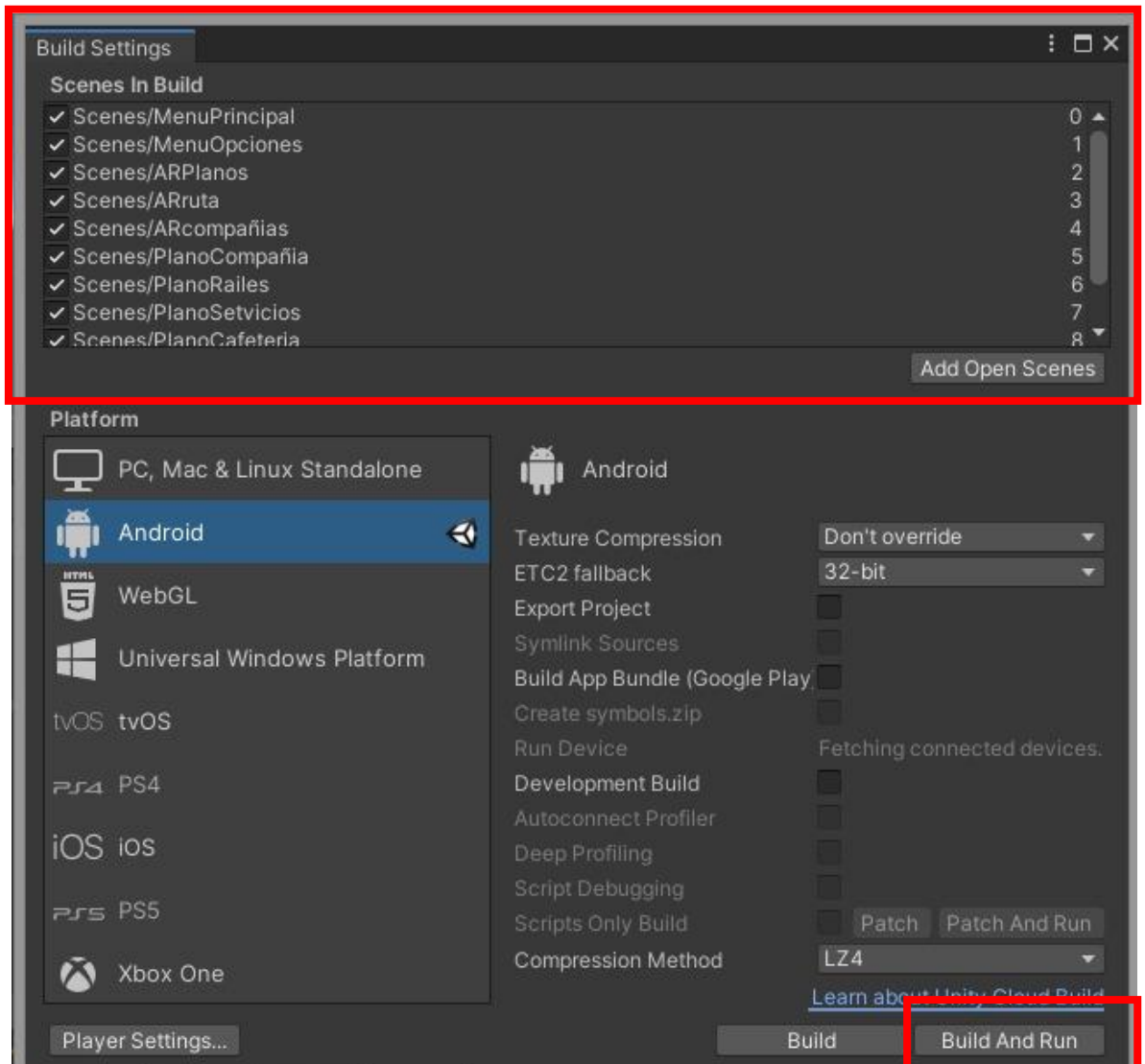


Imagen 139: Exportación del proyecto en APK

Lo siguiente que piden es conocer que carpeta quieres elegir para poder exportar el APK correspondiente y se procede a ello. En el caso nuestro lo que se hizo fue crear una nueva carpeta en el mismo pc.

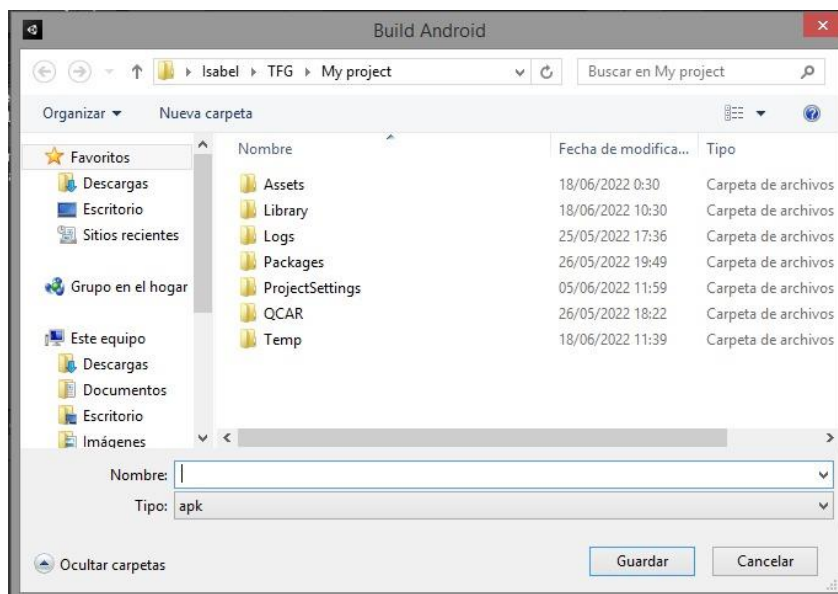


Imagen 140: Carpeta para exportar la app

Por último, se descargará [AirDroid](#) en nuestro pc y en nuestro dispositivo.

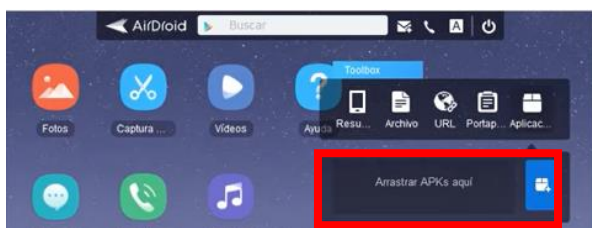


Imagen 141: AirDroid en PC



Imagen 142: Airdroid en dispositivo móvil

Una vez aquí se arrastrará dentro del AirDroid del PC la APK, y al introducirte desde ambos lados con el mismo usuario se podrá descargar en el dispositivo móvil. En el dispositivo te aparecerá la opción de instalar la app. Al clicar sobre este botón, se descarga la app, se te preguntará si le das permiso al uso de cámara y ya puedes empezar a usarla.



Imagen 143: Instalación APK en dispositivos móviles

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pablo G. Bejarano, “El origen de la Realidad Aumentada”, blogthinkbig 2014
<https://blogthinkbig.com/realidad-aumentada-origen>
- [2] Tipos básicos de AR. <https://softtek.eu/tech-magazine/user-experience/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-realidad-aumentada/>
- [3] Componentes de AR. <https://sites.google.com/site/realidadvirtualmk/-que-es-la-realidad-aumentada/componentes>
- [4] Martina Gentile, “El Diseño UX en el Metaverso”, interactius, Abril 2014
<https://interactius.com/el-diseno-ux-en-el-metaverso/>
- [5] Ámbitos de AR. <https://ardev.es/realidad-aumentada/>
- [6] Características de AR <https://www.neosentec.com/realidad-aumentada/>
- [7] Empresas que usan AR <https://xperimentacultura.com/4-grandes-marcas-realidad-aumentada-vender/>
- [8] Realidad Virtual <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/realidad-virtual-rv/>
- [9] Comparación AR vs RV <https://xoia.es/2019/06/14/que-son-la-realidad-aumentada-y-virtual-explicacion-para-principiantes/>
- [10] Estudio realizado por David Melgar sobre la comparativa de las tecnologías.
<https://gamedustria.com/la-realidad-aumentada-y-la-realidad-virtual-podrian-generar-unos-ingresos-de-150-000-millones-de-dolares-en-2020/ar-vs-vr/>
- [11] Estudio del uso de AR a lo largo del tiempo, 1/09/ 2021 <https://softtek.eu/tech-magazine/user-experience/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-realidad-aumentada/>
- [12] Diferencia entre los dispositivos usados en AR y VR, 9/10/ 2021
<https://www.mirrar.com/blogs/ar-vs-vr-difference-between-augmented-reality-virtual-reality>
- [13] Ampliación de las herramientas AR, 22/05/2022
<https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/apps-para-crear-contenidos-con-realidad-aumentada/>
- [14] Características de las herramientas AR, “Principales herramientas de Desarrollo de Realidad Aumentada en 2022”,
<https://ciberseguridad.com/herramientas/desarrollo-realidad-aumentada/>

- [15] Características de Vuforia. Tokio School, 12/03/2021
<https://www.tokioschool.com/noticias/vuforia-unity/>
- [16] Librerías de Vuforia <https://library.vuforia.com/>
- [17] David Roca “Realidad Aumentada con Unity y Vuforia”, 01/12/2020
<https://www.espai.es/blog/2020/12/realidad-aumentada-unity-vuforia/>
- [18] Página oficial de Unity. <https://unity.com/es>
- [19] David Erosa García “Características de Unity”, 10/06/2019
<https://openwebinars.net/blog/que-es-unity/>
- [20] Silvia Pato “Las mejores App para viajar con realidad aumentada” 14/04/2020
<https://viajes.lavozdegalicia.es/lista/2018/07/02/mejores-apps-viajar-realidad-aumentada/03071530527489499544248.htm#2>
- [21] María José Abásolo, “Realidad Aumentada / M2. Dispositivos de entrada y salida”, 10/11/2019 <https://es.slideshare.net/mjabasolo/modulo-2-dispositivos-de-entrada-y-salida>
- [22] David Millán Escrivá “Posibilidades de la Realidad Aumentada en entornos laborables. Estudio comparativo entre dispositivos video see-through y optical see-through”, 15/08/2014.
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53774/Tesina_Posibilidades_de_la_realidad_aumentada_DM.pdf;sequence=1
- [23] “Realidad Aumentada para la promoción turística del cantón Pelileo” *Página 55-57 Identificación de escenas*, José Manuel Chiliquinga Moreta, 2017
<https://1library.co/article/identificaci%C3%B3n-de-escenas-herramientas-de-desarrollo.z31ek97y>
- [24] HUDs [https://es.wikipedia.org/wiki/HUD_\(videojuegos\)](https://es.wikipedia.org/wiki/HUD_(videojuegos))
- [25] Asset Store Online <https://assetstore.unity.com/>
- [26] Importar New Asset https://www.youtube.com/watch?v=Ui8E8umP_Lw
- [27] Encuesta realizada
<https://forms.gle/ZZvnFB1HuaTMsUbW6>
- [--] Historia de la AR <https://www.innovae.eu/la-realidad-aumentada/> Información ampliada de AR
- [--] Origen, evolución y versiones de Unity. <https://openwebinars.net/blog/origen-evolucion-versiones-unity/>
- [--] Crear una app con Unity. <https://www.youtube.com/watch?v=X7ijTK2zS9Q>

[--] Ejemplo Interfaz: <https://www.youtube.com/watch?v=97d-2bPKhgk>

[--] Contenido en tiempo real: <https://www.youtube.com/watch?v=RkbF85LOSiM>

[--] <https://www.youtube.com/watch?v=NjvRbOZ0r1k&list=PL6dM-wegAFwiKysmU6xJuNO4MV6-dNO-f&index=2>

[--] MultiTargets. <https://www.youtube.com/watch?v=UhaQFnxeqjI>

[--] Página Vuforia. <https://developer.vuforia.com/>

[--] Tutorial C#. <https://www.youtube.com/watch?v=KJgsSFOSQv0>

[--] Más sobre RA. <https://www.neosentec.com/realidad-aumentada/>

[--] Más sobre RV. <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/realidad-virtual-rv/>

[--] RA vs RV. <https://www.xataka.com/basics/diferencias-entre-realidad-aumentada-realidad-virtual-y-realidad-mixta>

[--] Manuel Unity <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/UnityManual.html>

[24] Fuente de Información 4.4.1 <https://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/10-11/13mem.pdf>