

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**APLICACION MOVIL DE REALIDAD AUMENTADA
ORIENTADA A LA LOCALIZACION DENTRO DEL
ESTABLECIMIENTO UNIVERSITARIO IBC**

MARCOS PATRICIO VARGAS SANHUEZA

INFORME FINAL DE PROYECTO
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN INFORMÁTICA

**Diciembre
2016**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**APLICACION MOVIL DE REALIDAD AUMENTADA
ORIENTADA A LA LOCALIZACION DENTRO DEL
ESTABLECIMIENTO UNIVERSITARIO IBC**

MARCOS PATRICIO VARGAS SANHUEZA

Profesor Guía: Iván Mercado Bermúdez

Profesor Co-Referente: Rodolfo Villarroel Acevedo

Carrera: **Ingeniería de Ejecución en Informática**

**Diciembre
2016**

Con todo cariño para las personas que han estado incondicionalmente.
Que con su paciencia, comprensión y palabras de aliento fueron de gran ayuda
a lo largo del camino. Gracias por ser el apoyo y motivación que necesitaba
a mis padres y hermano.

Índice

Resumen	iv
Abstract	iv
Lista de Figuras	v
Lista de Tablas	vi
Introducción	1
1 Definición de Objetivos	2
1.1 Objetivo General	2
1.2 Objetivos Específicos	2
2 Estado del Arte	3
2.1 Realidad Aumentada	3
2.1.1 Componentes de Realidad Aumentada	4
2.1.2 Niveles de Realidad Aumentada	5
2.2 ANDROID OS	6
2.2.1 Arquitectura	6
2.3 Modelado 3D	8
2.4 Api de Google Maps	8
2.5 SQL Server	9
3 Descripción del Proyecto	10
4 Planificación	11
5 Paradigma	12
5.1 Modelo de Desarrollo Evolutivo	12
5.1.1 Ventajas.....	13
5.1.2 Desventajas	13
5.2 Enfoque	13
5.3 Metodología de Programación Orientada a Objetos	14
6 Herramientas de Desarrollo	15
6.1 PCon.planner	15
6.2 Unity	15
6.3 Vuforia	15
6.3.1 Funcionamiento.....	16
6.4 Microsoft SQL Server 2008	17
6.5 Integración de las Herramientas	17
7 Especificación de Requerimientos	18
7.1 Requerimientos Funcionales	18
7.2 Requerimientos No Funcionales	18
8 Casos de Uso	19
8.1 Descripción	19
8.1.1 CU Narrativo Mostrar Lista de Lugares	20
8.1.2 CU Narrativo Seleccionar Activar Cámara	20

8.1.3	CU Narrativo Consultar Planos.....	21
8.1.4	CU Narrativo Consultar Mapa	21
8.1.5	CU Narrativo Gestión Sala.....	22
8.1.6	CU Narrativo Gestión Oficina	23
9	Diagrama de Secuencia	24
10	Diagrama de Clases	25
11	Diagrama E/R de la aplicación	26
12	Prototipos de Interfaces Gráficas.....	26
12.1	Interfaz Principal de la aplicación.....	26
12.2	Interfaz Menú sala de clases	27
12.3	Interfaz Consultar Plano 3D.....	28
12.4	Interfaz Consultar Cercanías	28
13	Mapa de navegación de la aplicación.....	29
14	Conclusión	30
15	Referencias	31
Anexo A	1
	Interfaz Software pCon Planner	1
	Interfaz Software Unity 3D.....	2
	Interfaz Microsoft SQL Server 2008.....	2
	Plan de pruebas.....	3

Resumen

El presente informe muestra la información reunida a través del estudio realizado sobre temáticas asociadas, con el fin de tener una base de conocimiento consistente para llevar a cabo el proyecto titulado “Aplicación móvil de realidad aumentada orientada a la localización dentro de establecimientos universitarios”, el cual pretende el desarrollo de una potente herramienta tanto para estudiantes de primer año como para los que llegan de intercambio desde otros países. En consecuencia de lo anterior, se profundizará en temas centrales, como son; Realidad Aumentada y Modelamiento en 3D.

Palabras Clave: Aplicación móvil, realidad aumentada, modelamiento 3D.

Abstract

This report shows the information gathered through the study carried out on associated topics, in order to have a consistent knowledge base to carry out the project entitled "Mobile application of augmented reality oriented to the location within the university establishments", Which wants to develop a powerful tool for both first-year students and those coming from other countries. As a result of the above, we will focus on core issues such as children; Augmented Reality and 3D Modeling.

Keywords: Mobile application, augmented reality, 3D modeling.

Lista de Figuras

Figura 2-1 : Casco de Realidad Aumentada, década de los 60's	3
Figura 2-2: Arquitectura S.O. Android	6
Figura 4-1 : Planificación Carta Gantt General.....	11
Figura 5-1 :Diagrama del Modelo Evolutivo	12
Figura 5-2 : Fundamentos de la Programación Orientada a Objetos	14
Figura 6-1: Matriz de coordenadas de la señalética	16
Figura 8-1 : Diagrama de Casos de Uso de la aplicación	19
Figura 9-1 : Diagrama de secuencia “Lógica de despliegue de Interfaz RA”	24
Figura 11-1 : Interfaz Menú sala de clases.....	26
Figura 12-1: Interfaz Principal de la aplicación.....	27
Figura 12-2 : Interfaz Menú sala de clases.....	27
Figura 12-3: Interfaz Consultar Plano 3D.....	28
Figura 12-4: Interfaz Consultar Cercanías	28
Figura 13-1: Mapa de navegación de la aplicación.....	28
Figura A-1: Interfaz Software pCon planner	1
Figura A-2: Interfaz Software Unity 3D	2
Figura A-3: Interfaz Microsoft SQL Server 2008.....	2

Lista de Tablas

Tabla 8-1: CU Narrativo Lista de Lugares.....	20
Tabla 8-2: CU Narrativo Seleccionar Activar Cámara	20
Tabla 8-3: CU Narrativo Consultar Planos	21
Tabla 8-4: CU Narrativo Consultar Mapa.....	21
Tabla 8-5: CU Narrativo Gestión Sala	22
Tabla 8-6: CU Narrativo Gestión Oficina.....	23
Tabla A-1: Prueba “Escanear un ImageTarget Sala”	3
Tabla A-2: Prueba “Escanear un ImageTarget Oficina”.....	3
Tabla A-3: Prueba “Presionar botón “Lista de Lugares””	3
Tabla A-4: Prueba “Presionar botón “Ver Plano””	4
Tabla A-5: Prueba “Presionar botón “Ver Mapa””	4

Introducción

En la actualidad ingresan anual y semestralmente una gran cantidad de alumnos a las diferentes universidades que se encuentran distribuidas en el país [1], esto genera un cambio de vida para estos jóvenes, ya que se ven obligados a adaptarse a las normas de la casa de estudios en la que se desenvolverán, como por ejemplo tomar ciertos cursos en determinadas salas de la institución, y ubicarse dentro de las grandes sedes. Esta es una dificultad que afecta tanto a los alumnos de primer año, como a los más experimentados dentro de la universidad. Teniendo este problema en mente se realizará la planificación de una aplicación utilizando realidad aumentada que permita a los alumnos de la Escuela de Informática ubicarse dentro de su edificio, facilitando el desplazamiento de estos tanto dentro de su facultad.

En el siguiente informe se mostrarán los diferentes aspectos relacionados con la planificación del proyecto, siendo estos; el plan de trabajo, estado del arte, análisis UML, diseños de interfaz, entre otros.

1 Definición de Objetivos

1.1 Objetivo General

- Desarrollar una aplicación móvil de realidad aumentada, que brinde información para ayudar a ubicarse dentro del primer, segundo y tercer piso del edificio Isabel Brown Caces de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

1.2 Objetivos Específicos

- Estudio de técnicas usadas en realidad aumentada sobre Android.
- Selección de las herramientas para desarrollar el modelado 3D y realidad aumentada.
- Implementar prototipo para pisos uno, dos y tres de edificio IBC.

2 Estado del Arte

2.1 Realidad Aumentada

La realidad aumentada es una tecnología que añade información y elementos virtuales sobre lo que el usuario percibe a simple vista en el mundo real, haciéndolo más interactivo. En otras palabras, es una fusión entre el mundo real y el virtual. A pesar de lo que se pensaría, la realidad aumentada no es una nueva tecnología, ya que el primer trabajo de investigación se realizó en la década de los 60's, pero solo se podía acceder a ella con equipos especiales y de gran tamaño, esto se ve reflejado en la figura 2-1. Es por esto que su resurgimiento solo fue posible hasta nuestros días, en que contamos con tecnología móvil en todo tipo de dispositivos, como smartphones y tablets.

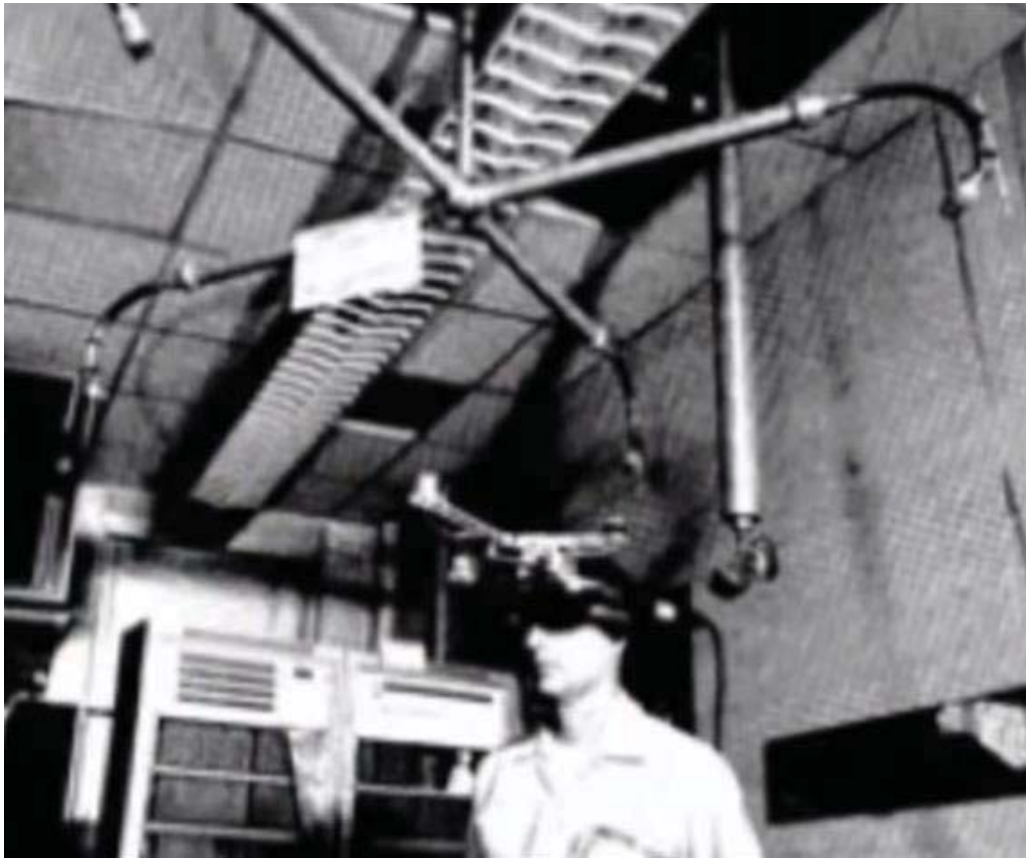


Figura 2-1 : Casco de Realidad Aumentada, década de los 60's

2.1.1 Componentes de Realidad Aumentada

Para que podamos hablar de Realidad Aumentada se debe contar con 5 elementos:

1. **Pantalla:** Muy importante para poder visualizar la información.
2. **Cámara:** Será la que capte la realidad y proporcione la información a la aplicación. Necesaria para activar cualquier sistema de RA.
3. **Marcador:** Será el elemento que ponga en funcionamiento la aplicación de Realidad Aumentada. Puede ser una imagen hecha con la cámara o un punto geográfico.
4. **Información virtual:** Es lo que recibe el usuario una vez que se activa el marcador ya sea mediante la cámara o el GPS.
5. **Software:** Es el mecanismo o programa informático que interpreta la aplicación y la muestra en el dispositivo móvil.

Todos estos elementos han de converger para que pueda existir una aplicación de Realidad Aumentada. Muchas industrias ya han visto en estas aplicaciones un gran futuro, por ello han optado por aprovechar las oportunidades que ofrece este mercado y los Smartphones son la herramienta perfecta para poder disfrutar de este aumento de realidad en tiempo real, lo que justifica el gran incremento de esta tecnología en los últimos años.

2.1.2 Niveles de Realidad Aumentada

Los denominados “niveles de la Realidad Aumentada” pueden definirse como los distintos grados de complejidad que presentan las aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada según las tecnologías que implementan, cuanto mayor sea el nivel de una aplicación, más ricas y avanzadas serán sus funcionalidades. En este sentido, se propone una clasificación en cuatro niveles (de 0 a 3):

- **Nivel 0 (Physical World Hyper Linking):** Las aplicaciones hiperenlazan el mundo físico mediante el uso de códigos de barras y 2D, por ejemplo, los códigos QR. Dichos códigos solo sirven como hiperenlaces a otros contenidos, de manera que no existe registro alguno en 3D ni seguimiento de marcadores.
- **Nivel 1 (Marker Based AR):** Las aplicaciones utilizan marcadores, habitualmente para el reconocimiento de patrones 2D. La forma más avanzada de este nivel también permite el reconocimiento de objetos 3D.
- **Nivel 2 (Markerless AR):** Las aplicaciones sustituyen el uso de los marcadores por el GPS y la brújula de los dispositivos móviles, con el fin de determinar la localización u orientación del usuario, y superponer “puntos de interés” sobre las imágenes del mundo real.
- **Nivel 3 (Augmented Vision):** Estaría representado por dispositivos como Google Glass, lentes de contacto de alta tecnología u otros que, en el futuro, serán capaces de ofrecer una experiencia completamente contextualizada, inmersiva y personal.
[2]

Para el caso, se estima la realización de un software en nivel 1, es decir, basado en marcadores.

2.2 ANDROID OS

Android es un sistema operativo orientado a dispositivos móviles, basado en una versión modificada del núcleo Linux. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc., una pequeña empresa, que posteriormente fue comprada por Google, en la actualidad lo desarrollan los miembros de la Open Handset Alliance, también liderada por Google. Además, se trata de un sistema abierto, multitarea, que permite a los desarrolladores acceder a las funcionalidades principales del dispositivo mediante aplicaciones, cualquier aplicación puede ser reemplazada libremente, además desarrollarlas por terceros, a través de herramientas proporcionadas por Google, y mediante los lenguajes de programación Java y C. El código fuente de Android está disponible bajo diversas licencias de software libre y código abierto, Google liberó la mayoría del código de Android bajo la licencia Apache. Todo esto permite que un desarrollador no solo pueda modificar su código sino también mejorarlo. A través de esas mejoras puede publicar el nuevo código, y con él ayudar a mejorar el sistema operativo para futuras versiones. [3]

2.2.1 Arquitectura

La arquitectura del S.O. Android está formada por cuatro capas, las cuales están basadas en software libre. La siguiente figura grafica su diseño.

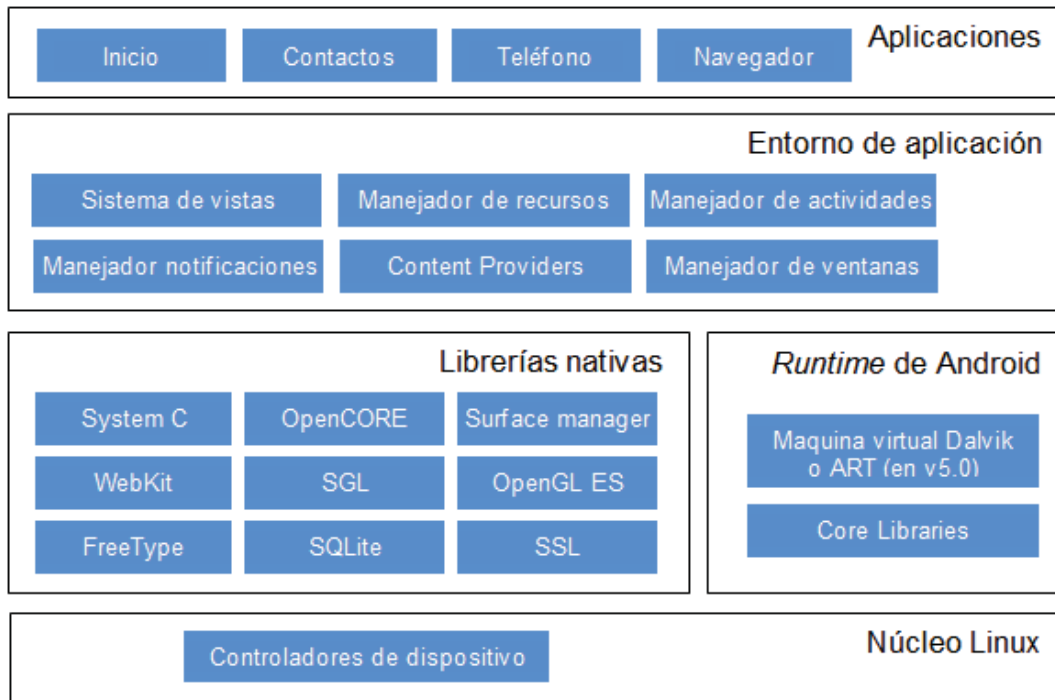


Figura 2-2: Arquitectura S.O. Android

- **El núcleo Linux:** El núcleo de Android está formado por el sistema operativo Linux versión 2.6. Esta capa proporciona servicios como la seguridad, el manejo de la memoria, el multiproceso, la pila de protocolos y el soporte de drivers para dispositivos. Además, actúa como capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software.
- **Runtime de Android:** Se basa en el concepto de máquina virtual utilizado en Java. Debido a limitaciones de memoria y procesador de los dispositivos donde ha de correr Android, no fue factible utilizar una máquina virtual Java estándar. Por lo cual, Google tomó la decisión de crear una nueva, la máquina virtual Dalvik, que respondiera mejor a estas limitaciones. A partir de Android 5.0 se reemplaza Dalvik por ART. Esta nueva máquina virtual consigue reducir el tiempo de ejecución del código Java hasta en un 33%. También se incluye en el Runtime de Android el “core libraries” con la mayoría de las librerías disponibles en el lenguaje Java.
- **Librerías nativas:** Incluye un conjunto de librerías o bibliotecas en C/C++ usadas en varios componentes de Android. Están compiladas en código nativo del procesador y proporcionan al sistema algunas de sus capacidades más características.
- **Entorno de aplicación:** Proporciona una plataforma de desarrollo libre para aplicaciones con gran riqueza e innovaciones como; sensores, localización, servicios, barra de notificaciones, etc. Además, simplifica la reutilización de componentes. Las aplicaciones pueden publicar sus capacidades o servicios, y otras pueden hacer uso de ellas, (sujetas a las restricciones de seguridad). Este mecanismo permite a los usuarios reemplazar componentes.
- **Aplicaciones:** Este nivel está formado por el conjunto de aplicaciones instaladas en una máquina Android. Normalmente las aplicaciones Android están escritas en Java, y para desarrollarlas podemos utilizar el Android SDK. Sin embargo, también se pueden desarrollar utilizando los lenguajes C/C++ por medio de la herramienta Android NDK (Native Development Kit). Todas las aplicaciones han de correr en la máquina virtual Dalvik para garantizar la seguridad del sistema.[4]

Para nuestro caso, se escogió trabajar con el S.O. Android ya que según el estudio IMS Mobile en LatAm, un informe conjunto sobre tendencias en consumo digital y uso de aplicaciones móviles, indica que Android es el sistema operativo de smartphones más utilizado en la Latinoamérica, con 81 por ciento. [5]

2.3 Modelado 3D

El modelado 3D es el proceso de desarrollar una representación matemática de cualquier objeto tridimensional, ya sea inanimado o vivo, a través de un software especializado. Al producto se le llama modelo 3D. Se puede visualizar como una imagen bidimensional mediante un proceso llamado renderizado 3D o utilizar en una simulación virtual. Un modelo en 3D puede ser definido de dos formas distintas.

- **Enfoque técnico:** Es una combinación de fórmulas y operaciones matemáticas que crean o describen un aspecto de la realidad.
- **Enfoque visual:** Es una representación virtual de algún objeto real formado a partir de formas básicas como son cubos, conos, esferas. A las que se aplican diversas deformaciones y operaciones hasta que se obtiene el resultado deseado.

El diseñador del modelo 3D utiliza el enfoque visual, es quien coloca las piezas, dándoles forma a su antojo mientras que el programa se encarga de realizar las operaciones matemáticas sobre los componentes para que el resultado sea el que se busca [6].

2.4 Api de Google Maps.

Las API de Google Maps es una colección de APIs que permiten superponer los datos propios en un mapa de Google personalizado. Permite desarrollar aplicaciones móviles con la poderosa plataforma de cartografía de Google, incluyendo imágenes de satélite, vista de la calle, perfiles de elevación, direcciones, mapas de estilo y una extensa base de datos de lugares. Con una cobertura global más precisa del mundo y una comunidad activa de asignación haciendo actualizaciones diarias, los desarrolladores se benefician de un servicio de mejora continua.

Se escogió trabajar con las API de Google Maps, ya que están muy asociadas a Android y se encuentran disponibles a través de los servicios de Google Play, de modo que la aplicación pueda, por ejemplo, conocer la ubicación del usuario, incluir mapas con muchos datos, encontrar sitios cercanos relevantes, etc.

2.5 SQL Server

SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) de Microsoft que está diseñado para el entorno empresarial. SQL Server se ejecuta en T-SQL (Transact -SQL), un conjunto de extensiones de programación de Sybase y Microsoft que añaden varias características a SQL estándar, incluyendo control de transacciones, excepción y manejo de errores, procesamiento fila y variables declaradas.

En su etapa de desarrollo, SQL Server 2005 fue lanzado en noviembre de 2005. Se dice que el producto 2005 proporcionó una mayor flexibilidad, escalabilidad, confiabilidad y seguridad a las aplicaciones de base de datos, y permitió que fueran más fáciles de crear y desplegar, lo que reduce la complejidad y el tedio involucrado en la gestión de bases de datos. SQL Server 2005 también incluía más soporte administrativo.

El código original de SQL Server ha sido desarrollado por Sybase; a finales de 1980, Microsoft, Sybase y Ashton-Tate colaboraron para producir la primera versión del producto, SQL Server 4.2 para OS/2. Posteriormente, tanto Sybase como Microsoft ofrecieron productos de SQL Server. Sybase cambió después el nombre de su producto a Adaptive Server Enterprise.

Para este caso, se escogió trabajar con MS SQL Server debido a la comodidad del desarrollador con esta herramienta y lo fácil de utilizar. Sin perjuicio de lo anterior, eventualmente se podría migrar a otro motor de base de datos, por ejemplo, MySQL Server.

3 Descripción del Proyecto

En Valparaíso existe un amplio número de universidades en las cuales ingresan semestral y anualmente una gran cantidad de alumnos nuevos a las variadas carreras [7], las que se dictan en diferentes facultades distribuidas dentro de la región. A base de esta premisa se lograron identificar diferentes problemas que aquejan tanto a los estudiantes de primer año, como a los que llegan de intercambio. El más importante es el hecho de ubicarse dentro de las múltiples sedes o campus de su universidad, ya que a menudo suelen ser complejas edificaciones, con una distribución de salas que, por lo general, es independiente del estudio de cada materia. Además de estas, también cuentan con oficinas, secretarías de docencia, casinos, servicios higiénicos, entradas alternativas y estacionamientos.

A base de esta problemática se planeó desarrollar una aplicación en S.O. Android, la cual permite a los nuevos estudiantes o personas que deseen recorrer la institución, ubicarse dentro de esta, informarse de las asignaturas que se cursan y sus profesores. Para lo cual se implementó realidad aumentada, incorporando modelos de planos en 3D del edificio IBC de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, desglosándolo en el primer, segundo y tercer piso. Se utilizó reconocimiento mediante marcadores, ubicados en cada nivel. Los marcadores serán distintos elementos de señalética dentro de la facultad, y la aplicación al momento de escanearlos, despliega información actualizada respecto a salas, oficinas y/o puntos de interés. El plano en 3D está diseñado con colores, diferenciando salas de clases, oficinas de académicos, servicios básicos, escaleras y salidas de emergencia, etc. También se cuenta con información de cada piso, como por ejemplo; las carreras que se cursan en el establecimiento, los laboratorios que existan, espacios para el deporte o recreación, entre otros.

4 Planificación

El proyecto se desarrolló en las siguientes etapas y tareas.

Nombre	Duración	
Análisis del Problema	10/03/16	12/03/16
Definición de requerimientos	14/03/16	15/03/16
Definición de objetivos	16/03/16	17/03/16
Descripción del Proyecto	18/03/16	19/03/16
Investigación de realidad aumentada	21/03/16	25/03/16
Diseño de casos de uso	25/03/16	26/03/16
Diseño de casos de uso narrativos	28/03/16	29/03/16
Diseño de diagrama de secuencia	4/04/16	5/04/16
Investigación de modelamiento 3D	6/04/16	8/04/16
Diseño prototipos de interfaz	15/04/16	20/04/16
Preparación Informe de avance	25/04/16	30/04/16
Aprendizaje Unity + Vuforia	2/05/16	7/05/16
Aprendizaje Unity + SQL Server	9/05/16	19/05/16
Corrección de Infome	23/05/16	4/06/16
Programación Modulo Realidad Aumentada	29/08/16	3/09/16
Pruebas reconocimiento Image Targets	6/09/16	10/09/16
Re diseño de Señalética para Image Targets	12/09/16	13/09/16
Diseño de Base de datos en SQL Server	15/09/16	23/09/16
Pruebas de Conexión Unity a base de datos	26/09/16	29/09/16
Recopilación de datos Escuela de Informática	30/09/16	1/10/16
Ingreso de datos a Base de Datos	4/10/16	8/10/16
Programación Modulo Asignaturas impartidas	10/10/16	19/10/16
Desarrollo Modulo Planos 3D	20/10/16	26/10/16
Desarrollo Modulo Mapa	31/10/16	6/11/16
Pruebas de funcionamiento Aplicación	7/11/16	11/11/16
Preparación Informe Final	11/11/16	17/11/16
Corrección de errores	17/11/16	27/11/16
Planeación de Presentación Final	28/11/16	1/12/16

Figura 4-1 : Planificación Carta Gantt General

5 Paradigma

El modelo de procesos, también denominado ciclo de vida del desarrollo de software, es una estructura aplicada al desarrollo de un producto de software. Su principal función es crear un orden dentro de las actividades involucradas, esto incluye el proceso que se sigue para construir, entregar y hacer evolucionar el software, desde la concepción de una idea hasta la entrega y el retiro del sistema.

5.1 Modelo de Desarrollo Evolutivo

El modelo evolutivo sigue un camino iterativo, permite desarrollar versiones cada vez más completas y complejas, hasta llegar al objetivo final deseado, e incluso evolucionar más allá durante la fase de operación. La idea detrás de este modelo es el desarrollo de una implementación del sistema inicial, exponerla a los comentarios del usuario, refinarla en N versiones hasta que se desarrolle el sistema adecuado.



Figura 5-1 :Diagrama del Modelo Evolutivo

5.1.1 Ventajas

- La especificación puede desarrollarse de forma creciente.
- Los usuarios y desarrolladores logran un mejor entendimiento del sistema. Esto se refleja en una mejora de la calidad del software.
- Es más efectivo que el modelo de cascada, ya que cumple con las necesidades inmediatas del cliente.

5.1.2 Desventajas

- Proceso no Visible: Los administradores necesitan entregas para medir el progreso. Si el sistema se necesita desarrollar rápido, no es efectivo producir documentos que reflejen cada versión del sistema.
- Sistemas pobremente estructurados: Los cambios continuos pueden ser perjudiciales para la estructura del software haciendo costoso el mantenimiento.
- Se requieren técnicas y herramientas: Para el rápido desarrollo se necesitan herramientas que pueden ser incompatibles con otras o que poca gente sabe utilizar. [8]

5.2 Enfoque

Para el proyecto se utilizó el modelo evolutivo, el cual se escogió debido a la ventaja que se posee para obtener una rápida realimentación del usuario, ya que las actividades de especificación, desarrollo y pruebas se ejecutan en cada iteración. Además, cabe señalar que para nuestro sistema se utilizó el enfoque de desarrollo exploratorio

- **Desarrollo Exploratorio:** En esta modalidad de trabajo el objetivo del proceso es trabajar con el cliente para explorar sus requerimientos y entregar un sistema final. El desarrollo empieza con las partes del sistema que se comprenden mejor, para que luego este evolucione con la incorporación de nuevos atributos propuestos por el cliente.

5.3 Metodología de Programación Orientada a Objetos

Una metodología de programación provee y determina la visión y métodos de un programador en la construcción de un programa o subprograma. Distintos paradigmas resultan en diferentes estilos de programación y formas de pensar la solución de problemas.

Para el desarrollo de esta aplicación se utilizó la programación orientada a objetos, ya que Unity 3D utiliza los lenguajes O.O. C#, JavaScript y BooScript. Esta programación utiliza objetos y sus interacciones para diseñar aplicaciones y programas. Está basada en varias técnicas, incluyendo herencia, abstracción, polimorfismo y encapsulamiento.

Un Objeto es una entidad provista de un conjunto de propiedades o atributos (datos) y de comportamiento o funcionalidad (métodos) los mismos que consecuentemente reaccionan a eventos. Se corresponde con los objetos reales del mundo, a objetos internos del sistema. Es una instancia a una Clase. Mientras la Clase es una descripción de un conjunto de objetos, la cual consta de métodos y datos que resumen las características comunes del conjunto que representa. [9]

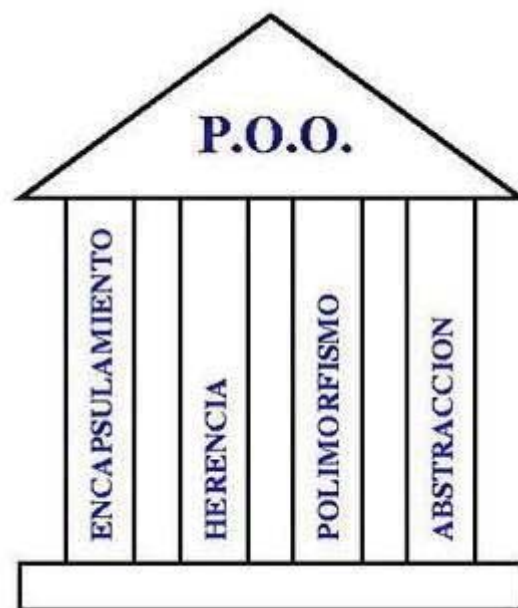


Figura 5-2 : Fundamentos de la Programación Orientada a Objetos

6 Herramientas de Desarrollo

6.1 PCon.planner

Es un software de planificación de espacios 3D. Está orientado principalmente hacia el ámbito de los diseñadores de interiores, arquitectos, fabricantes, facility managers y distribuidores. Usuarios profesionales de múltiples sectores como mobiliario, equipamiento de laboratorio, medicina y logística, han confiado por muchos años en el rendimiento y facilidad de utilización de pCon.planner. [10] Por lo tanto, es una herramienta óptima para realizar un modelado de planos 3D de alta calidad.

6.2 Unity

Es una herramienta que nos ayuda a desarrollar videojuegos para diversas plataformas mediante un editor y scripting para crear videojuegos con un acabado profesional. Esta herramienta está accesible al público en diferentes versiones, gratuita y profesional.

Sin embargo, además de estas versiones “básicas” existen añadidos que permiten trasladar cualquier desarrollo a dispositivos móviles. Unity 3D nos provee de un editor visual muy útil y completo donde mediante unos pocos clicks podremos importar nuestros modelos 3D, texturas, sonidos, etc. para después ir trabajando con ellos. Además incluye la herramienta de desarrollo MonoDevelop con la que podremos crear scripts en JavaScript, C# y un dialecto de Python llamado Boo con los que extender la funcionalidad del editor, utilizando las API que provee y la cual encontramos documentada junto a tutoriales y recursos en su web oficial. [11]

6.3 Vuforia

Es un SDK que permite construir aplicaciones basadas en la Realidad Aumentada; una aplicación desarrollada con Vuforia utiliza la pantalla del dispositivo como un "lente mágico" en donde se entrelazan elementos del mundo real con elementos virtuales. La cámara muestra a través de la pantalla del dispositivo, vistas del mundo real, combinados con objetos virtuales como: modelos 3D, bloque de textos, imágenes, etc. La siguiente lista nos muestra lo que una aplicación desarrollada con **Vuforia** nos ofrece. En nuestro caso, la característica más utilizada por el sistema es la de “Detección rápida de los marcadores”.

- Reconocimiento de Texto
- Reconocimiento de Imágenes
- Rastreo robusto: El marcador fijado no se perderá tan fácilmente incluso cuando el dispositivo se mueva
- Detección Rápida de los marcadores
- Detección y rastreo simultáneo de marcadores

6.3.1 Funcionamiento

1. El dispositivo capta una escena (un video en vivo) tomada a través de la cámara.
2. La SDK de Vuforia crea un frame (una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes) de la escena capturada, y convierte la imagen capturada por la cámara a una diferente resolución para ser correctamente tratada por el “rastreador de movimiento” o Tracker.
3. Vuforia SDK analiza la imagen a través del Tracker y busca coincidencias en la base de datos, la cual está compuesta por marcadores o Targets.
4. Luego la aplicación hace "algo"; este "algo" es renderizar algún contenido virtual (imágenes, videos, modelos, etc.) en la pantalla del dispositivo, y así crear una realidad mixta con elementos virtuales combinados con los elementos reales, o lo que se conoce como Realidad Aumentada. [12]

La siguiente figura muestra como Vuforia asigna una matriz de coordenadas a una “image target”, en este caso, a la señalética de la escuela de informática.

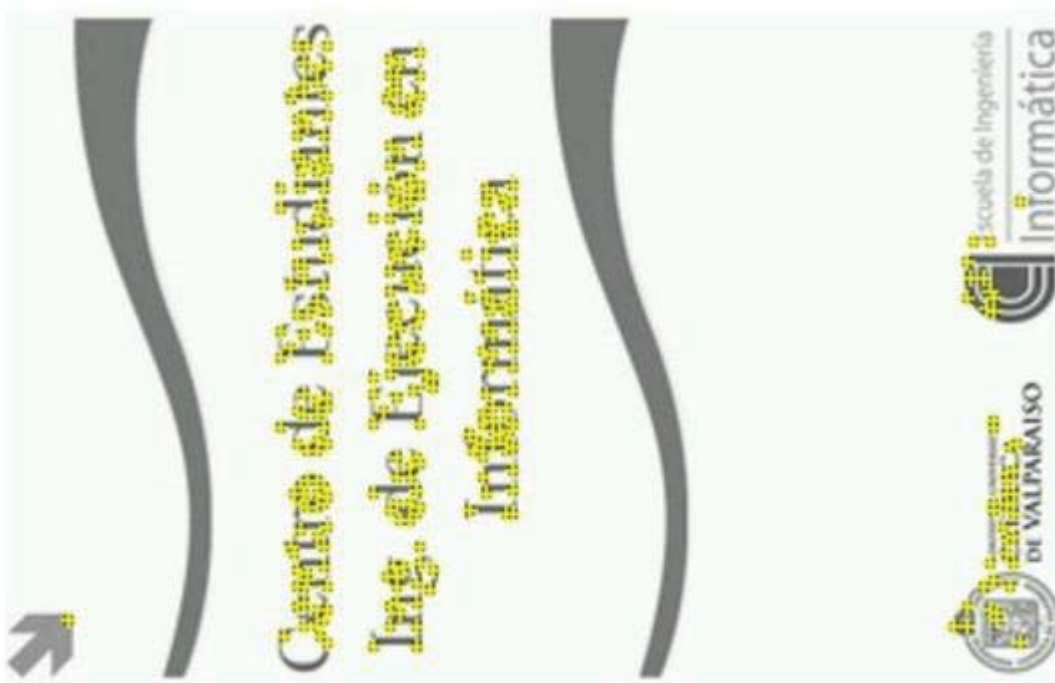


Figura 6-1: Matriz de coordenadas de la señalética

6.4 Microsoft SQL Server 2008

Microsoft SQL Server es un sistema de manejo de bases de datos del modelo relacional, desarrollado por la empresa Microsoft.

El lenguaje de desarrollo utilizado (por línea de comandos o mediante la interfaz gráfica de Management Studio) es Transact-SQL (TSQL), una implementación del estándar ANSI del lenguaje SQL, utilizado para manipular y recuperar datos (DML), crear tablas y definir relaciones entre ellas (DDL).

Dentro de los competidores más destacados de SQL Server están: Oracle, MariaDB, MySQL, PostgreSQL. SQL Server solo está disponible para sistemas operativos Windows de Microsoft.

SQL Server 2008 Express es una edición gratuita de SQL Server y es una plataforma de datos ideal para aprender y ejecutar pequeñas aplicaciones de servidor y de escritorio, y para su redistribución a través de ISV.

Por otra parte, puede ser configurado para utilizar varias instancias en el mismo servidor físico, la primera instalación lleva generalmente el nombre del servidor, y las siguientes nombres específicos (con un guion invertido entre el nombre del servidor y el nombre de la instalación).

6.5 Integración de las Herramientas

Para el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada y elementos 3D, la base de la conjunción de las herramientas, es Unity 3D, con la que interactúan las demás. La combinación a implementar será Unity 3D, el plugin Vuforia y Microsoft QSL Server. Este plugin dispone de un SDK para el desarrollo de aplicaciones nativas Android y también una extensión para Unity que facilitará la tarea y es compatible con la versión free del motor. Una vez creado un proyecto vacío de Unity, desde la página de Vuforia se descarga la extensión:

<https://developer.vuforia.com/downloads/sdk/unity>

Esto descargará un paquete de Unity que se debe importar al proyecto. Aparecerán una serie de elementos en la ventana Project, entre los cuales, se encuentra una carpeta Qualcomm Augmented Reality; dentro de esta carpeta, existe otra llamada Prefabs en la que se encuentran los elementos que se utilizarán, concretamente los prefab ARCamera e ImageTargets del Sistema. Luego, en la sección “Target Manager” de la página de Vuforia, se deben cargar las imágenes para convertirlas en image Targets (como se aprecia en la Figura 6.1), los cuales serán los marcadores de la aplicación una vez que se descarguen y agreguen al proyecto. Con la herramienta Pcon Planner se modela el plano, para luego exportarlo en formato 3D Studio y llevarlo al editor de Unity 3D, agregándolo al proyecto ya existente.

Por otra parte, se creará una base de datos mediante Microsoft SQL Server la cual se encontrará en un servidor al que accederán los clientes de la aplicación. Una vez creada la base de datos se procederá a la conexión entre Unity y el servidor, mediante Script en lenguaje C#, donde se especificarán los datos de enlace y las consultas en SQL que se realizarán a la base de datos desde Unity.

7 Especificación de Requerimientos

En esta sección se establecen los requerimientos según los cuales se guiará el Proyecto.

7.1 Requerimientos Funcionales

El sistema deberá:

- Visualizar cada piso mediante planos modelados en 3D.
- Visualizar lista de lugares por piso y planos 3D sin necesidad de estar físicamente en el edificio.
- Acceder a información de cada sala por medio de realidad aumentada.
- Visualizar la posición en el área del edificio por medio de la API de google maps para Android.

7.2 Requerimientos No Funcionales

El sistema deberá cumplir las siguientes características:

- Botones posicionados de manera que no interfieran con la información en RA
- Colores de las salas deben contrastar entre si dentro del plano 3D
- Tiempo de respuesta de la aplicación al desplegar la cámara de realidad aumentada debe ser aceptable, aproximadamente 6 segundos.
- Interfaz de usuario debe ser amigable

8 Casos de Uso

8.1 Descripción

Los casos de uso son escritos para ayudar a explicar los sistemas de software o de negocios. La característica principal de un caso de uso es que demuestra con el ejemplo cómo funciona el sistema. Un caso de uso incluye un actor o actores, el objetivo de lograr dentro del sistema y el flujo básico de eventos (la acción de las medidas adoptadas para alcanzar la meta) [13].

A continuación se presentaran los casos de usos mas importantes junto a su respectiva narrativa.

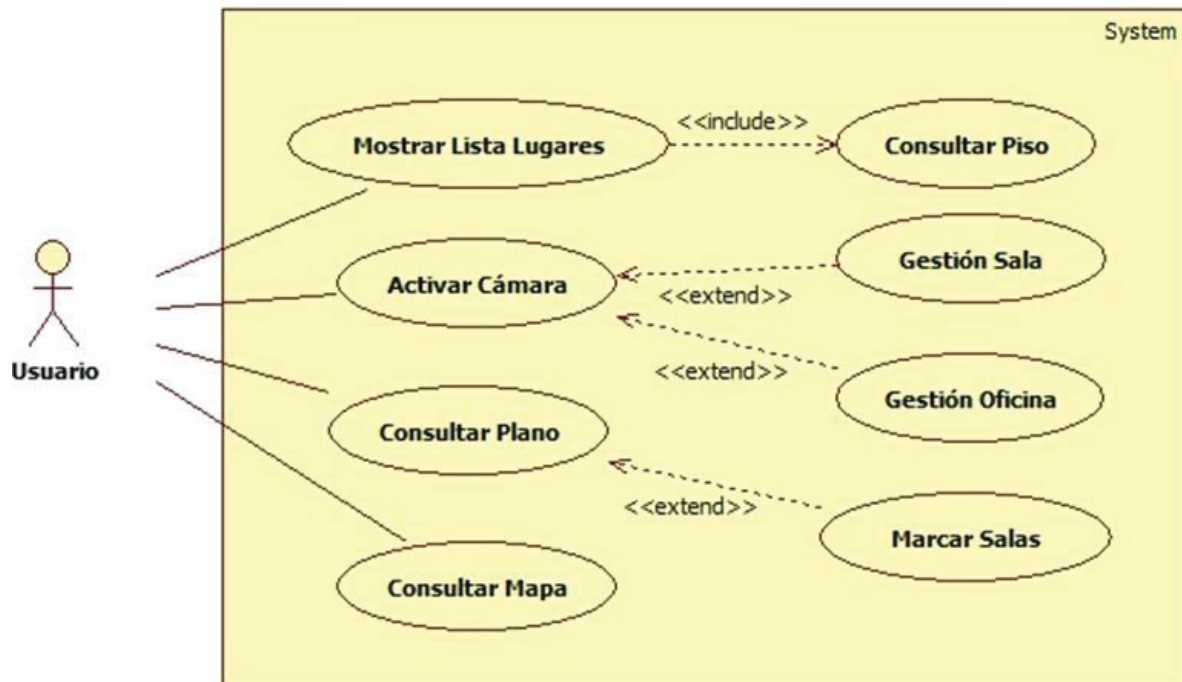


Figura 8-1 : Diagrama de Casos de Uso de la aplicación

8.1.1 CU Narrativo Mostrar Lista de Lugares

Caso de uso	Mostrar Lista de Lugares.
Actores	Estudiante.
Propósito	Conocer el contenido espacial de cada piso.
Tipo	Primario.
Descripción	El estudiante accederá a la localización de las salas o puntos existentes en los diferentes niveles de la sede universitaria.
Referencias Cruzadas	-----
CURSO NORMAL EVENTOS:	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1.- El usuario selecciona el botón Ver Lista de Lugares.	2.- La aplicación despliega una lista con los lugares de cada piso.

Tabla 8-1: CU Narrativo Lista de Lugares

8.1.2 CU Narrativo Seleccionar Activar Cámara

Caso de uso	Activar Cámara
Actores	Estudiante
Propósito	Activar cámara para enfocar el marcador.
Tipo	Primario.
Descripción	El estudiante enfoca con la cámara del dispositivo móvil para rastrear el marcador ubicado en el piso
Referencias Cruzadas	-----
CURSO NORMAL EVENTOS:	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1.- El estudiante selecciona la opción Activar Cámara.	2.- Despliega la cámara del dispositivo móvil.
3.- El estudiante enfoca la cámara sobre el marcador.	4.- Reconoce el marcador y despliega la información o menú relacionado.

Tabla 8-2: CU Narrativo Activar Cámara

8.1.3 CU Narrativo Consultar Planos

Caso de uso	Explorar Planos.
Actores	Estudiante.
Propósito	Obtener visual general de los lugares de cada piso mediante un plano 3D.
Tipo	Primario.
Descripción	El estudiante podrá acceder a un menú con donde podrá seleccionar el plano 3D del piso que quiere conocer.
Referencias Cruzadas	-----
CURSO NORMAL EVENTOS:	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1.- El estudiante selecciona la opción Ver Planos	2.- La aplicación despliega un menú con los planos 3D disponibles.

Tabla 8-3: CU Narrativo Consultar Planos

8.1.4 CU Narrativo Consultar Mapa

Caso de uso	Mostrar Asignaturas.
Actores	Estudiante.
Propósito	Conocer la ubicación de estudiante dentro del área de la escuela de informática
Tipo	Primario.
Descripción	El estudiante accederá a un mapa on-line donde podrá visualizar mediante un puntero su ubicación.
Referencias Cruzadas	-----
CURSO NORMAL EVENTOS:	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1.- El estudiante selecciona la opción ver mapa	2.- Despliega un mapa on-line mostrando la ubicación del estudiante

Tabla 8-4: CU Narrativo Consultar Mapa

8.1.5 CU Narrativo Gestión Sala

Caso de uso	Gestión Sala.
Actores	Estudiante.
Propósito	Conocer la información relacionada con la sala en particular por la que se está consultando
Tipo	Secundario.
Descripción	El estudiante accederá (mediante la realidad aumentada) a las opciones disponibles para acceder a la información de una sala determinada, la cual a su vez se encuentra en un servidor externo.
Referencias Cruzadas	Activar Cámara.
CURSO NORMAL EVENTOS:	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1.- El estudiante selecciona la opción Activar Cámara.	2.- Despliega la cámara del dispositivo móvil.
3.- El estudiante enfoca la cámara sobre el marcador.	4.- Se despliega menú de sala mostrando las opciones “ Se Imparte” y “ Ver Cercanías”
5.- El estudiante selecciona la opción Consultar Cercanías	6.- Despliega Información de los lugares próximos indicándolos con flechas
7.- El estudiante selecciona la opción “Se Imparte”.	8.- Se establece la conexión con la base de datos de la aplicación y se realizan las consultas.
9.- Se despliega información mediante realidad aumentada.	

Tabla 8-5: CU Narrativo Gestión Sala

8.1.6 CU Narrativo Gestión Oficina

Caso de uso	Gestión Oficina
Actores	Estudiante.
Propósito	Conocer la información relacionada con la oficina en particular por la que se está consultando
Tipo	Secundario.
Descripción	El estudiante accederá (mediante la realidad aumentada) a las opciones disponibles para acceder a la información de una oficina determinada, la cual a su vez se encuentra en un servidor externo.
Referencias Cruzadas	Activar Cámara.
CURSO NORMAL EVENTOS:	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1.- El estudiante selecciona la opción Activar Cámara.	2.- Despliega la cámara del dispositivo móvil.
3.- El estudiante enfoca la cámara sobre el marcador.	4.- Se despliega menú de oficina mostrando opción "Ver Contacto".
5.- El estudiante selecciona la opción "Ver Contacto".	6.- Se establece la conexión con la base de datos de la aplicación y se realizan las consultas.
7.- Se despliega información mediante realidad aumentada.	

Tabla 8-6: CU Narrativo Gestión Oficina

9 Diagrama de Secuencia

El diagrama de secuencia se utiliza para modelar la interacción entre objetos en un sistema. El tiempo fluye por el diagrama y muestra el flujo de control de un participante a otro, lo que facilita la comprensión de la ejecución de un proceso. En la figura 9-1, se muestra el diagrama de secuencia que ilustra la lógica que conlleva el despliegue de la interfaz de realidad aumentada.

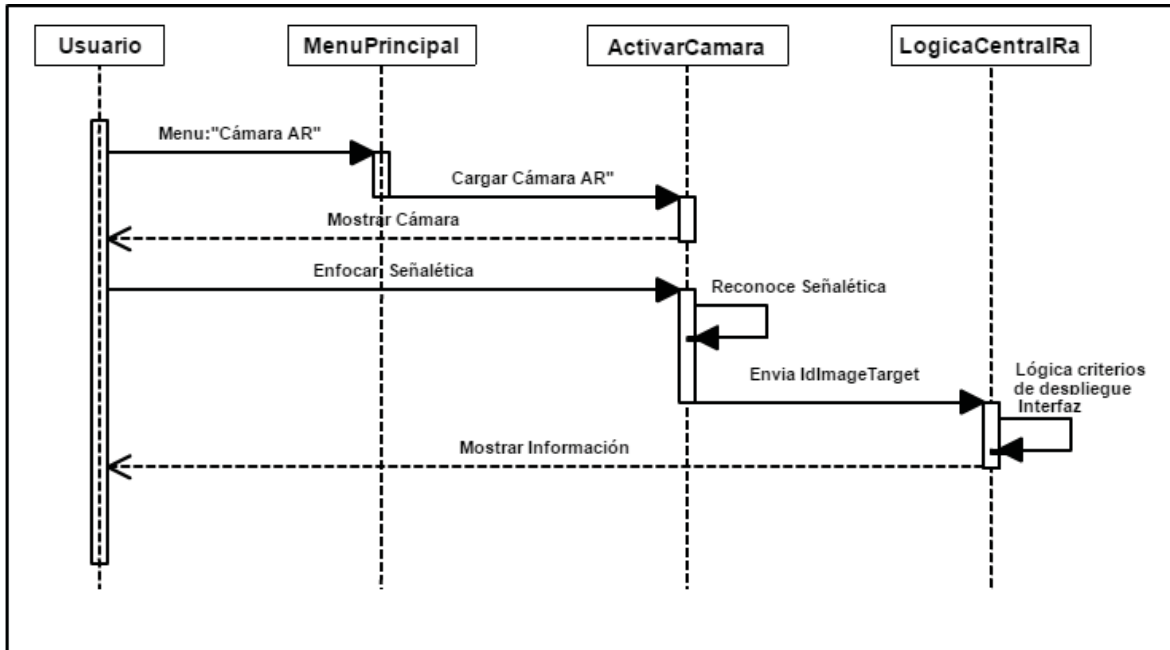


Figura 9-1: Diagrama de secuencia "Lógica de despliegue de Interfaz RA"

10 Diagrama de Clases

El modelamiento del sistema, y en particular el diagrama de clases, se realizó dados los requerimientos y la forma en que funciona Unity 3D, el cual si bien trabaja con lenguajes orientado a objetos, fundamentalmente su funcionamiento se basa en la manipulación de componentes, los que a su vez se encuentran dentro de escenas, que se pueden definir como módulos que interactúan entre sí para darle movimiento a la aplicación. Por lo tanto, este enfoque lleva a considerar las escenas de la aplicación como clases, y a los componentes dentro de las escenas como atributos.

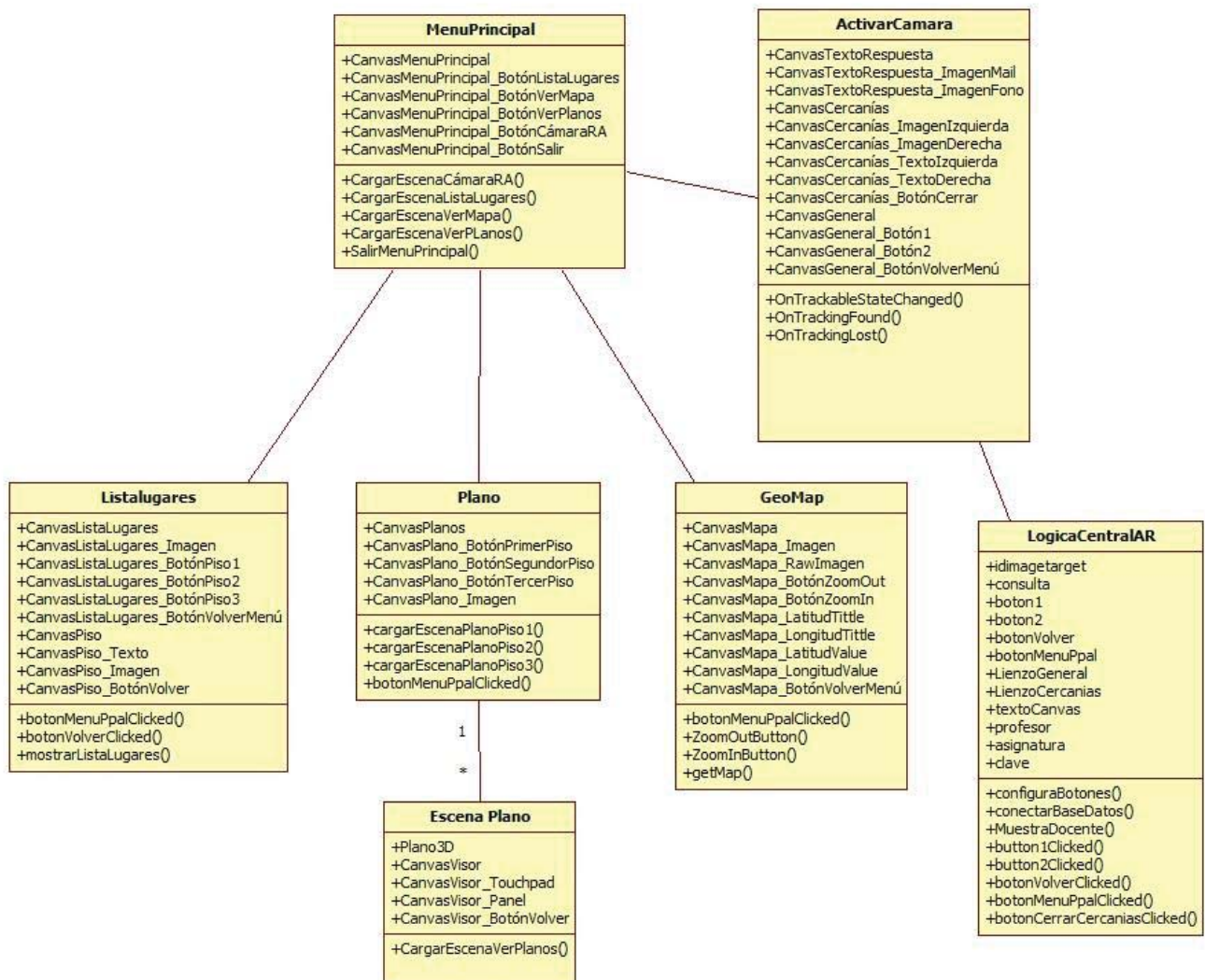


Figura 10-1: Diagrama de Clases

11 Diagrama E/R de la aplicación

Para el proyecto, el modelo de E/R no posee relación con el modelo de clases, debido a que el diagrama E/R se aplica solo a la clase “Activar Cámara”, la cual es la clase persistente.

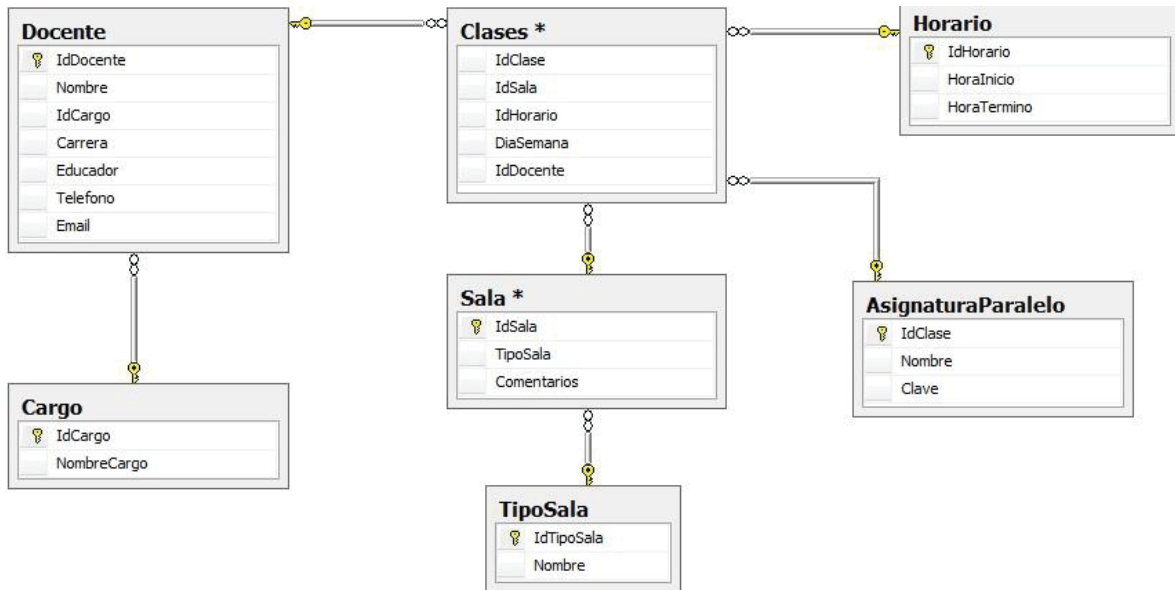


Figura 11-1: Diagrama E/R de la aplicación

12 Prototipos de Interfaces Gráficas

La interfaz gráfica de usuario, conocida también como GUI (Graphical User Interface), es un entorno que gestiona la interacción con el usuario basándose en relaciones visuales como iconos, menús, etc., para representar la información y acciones disponibles de la aplicación [14]. Se utiliza principalmente, para que el usuario establezca un contacto más fácil e intuitivo con el sistema. Mediante la confección de Mockups o bosquejos de pantalla de la aplicación, se busca representar las interfaces gráficas con las que el estudiante interactuará.

12.1 Interfaz Principal de la aplicación

La siguiente Figura presenta la interfaz principal de la aplicación desde la cual se puede acceder a las funcionalidades “Lista de Lugares”, “Cámara RA”, “Ver planos” y “Ver mapa”.



Figura 12-1: Interfaz Principal de la aplicación

12.2 Interfaz Menú sala de clases

La siguiente figura presenta la interfaz del Menú que se despliega en el momento que la cámara RA reconoce la señalética de una sala de clases. Se aprecian las opciones “Se Imparte” que mostrará información sobre la clase que se está impartiendo en ese momento, y “Cercanías”



Figura 12-2 : Interfaz Menú sala de clases

12.3 Interfaz Consultar Plano 3D

En la siguiente imagen se presenta la interfaz que muestra el plano del segundo piso de la escuela de informática. Se apreciará el modelo en 3D, el cual se desplegará una vez que el estudiante seleccione esta opción, la cual estará disponible en cualquier sitio, sin necesidad de que el estudiante este físicamente en el edificio. Este modelo podrá moverse en diferentes ángulos mediante la pantalla “touch”, para que el usuario pueda familiarizarse con el plano.

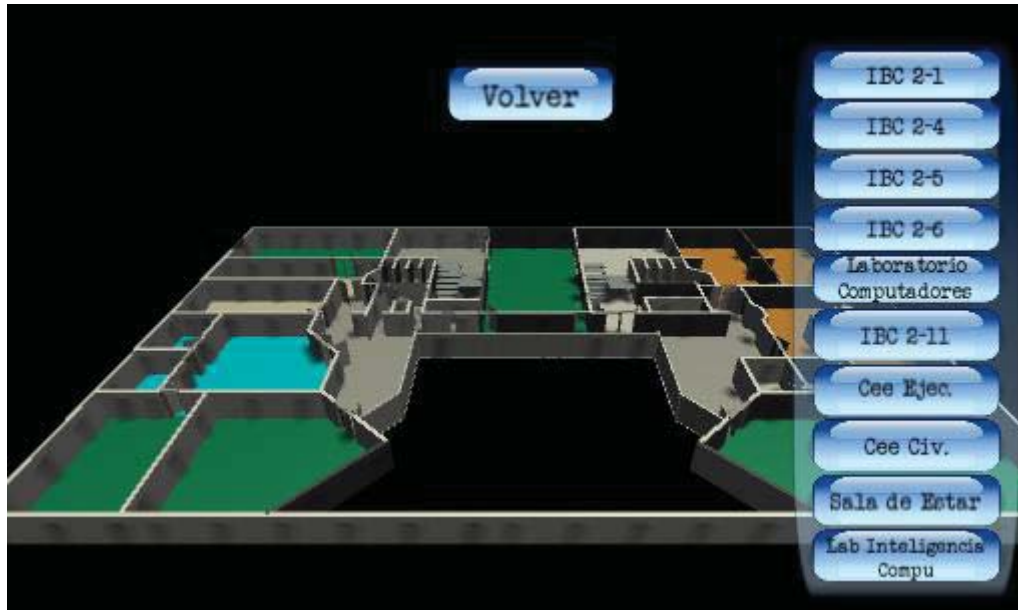


Figura 12-3: Interfaz Consultar Plano 3D

12.4 Interfaz Consultar Cercanías

En la siguiente figura se muestra la interfaz donde se despliega la información de los lugares cercanos a la sala por la que se está consultado. Se aprecian las flechas izquierda y derecha junto a los lugares asociados a cada una.



Figura 12-4: Interfaz Consultar Cercanías

13 Mapa de navegación de la aplicación.

Los mapas de navegación proporcionan una representación esquemática de la estructura del hipertexto, indicando los principales conceptos incluidos en el espacio de la información y las interrelaciones que existen entre ellos [15]. En la Figura 13-1 se aprecia el mapa de navegación de la aplicación.

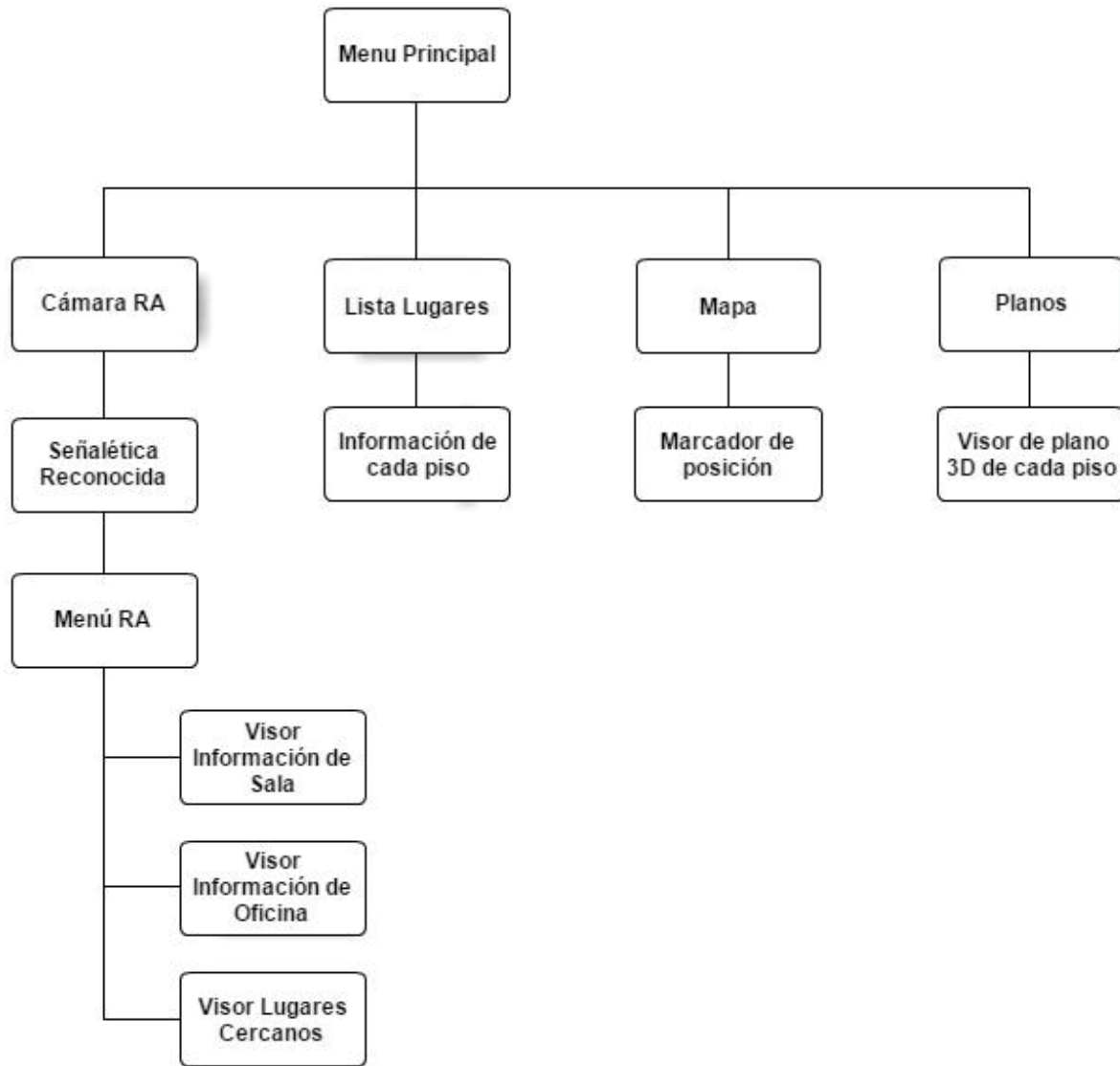


Figura 13-1: Mapa de navegación de la aplicación

14 Conclusión

Al finalizar el proyecto se obtuvieron las siguientes conclusiones:

En primer lugar, se aprecia la importancia de la realidad aumentada en la era tecnológica actual, debido a que tiene un potencial y proyección inmensa hacia el futuro, permitiendo desarrollar distintos tipos de aplicaciones para los múltiples ámbitos de la vida cotidiana, educacional y/o profesional. Al contar con aplicaciones como estas en los teléfonos móviles, tabletas, pc de escritorio y laptop, el mundo se vuelve mucho más interactivo y amigable.

En segundo lugar, es menester tocar el tema de la necesidad de realizar una buena planificación para llevar a cabo cualquier tipo de proyecto, sea este de una aplicación pequeña, media o un software complejo. Esta buena práctica conlleva inherentemente una buena administración, tanto de los recursos como del tiempo que los desarrolladores emplearán.

En tercer lugar, cabe destacar que la realización de este trabajo, fue de gran utilidad, ya que permitió al estudiante comprender la funcionalidad de diferentes software, junto con el uso de la realidad aumentada. Esto dio como resultado el desarrollo de un sistema que actualmente sirve de ayuda para los nuevos estudiantes, brindándoles información oportuna sobre sus clases, profesores y lugares dentro de la escuela de informática.

Para finalizar, se destaca el hecho de que en el futuro se pueden agregar nuevas tecnologías o funcionalidades, por ejemplo, utilizando el GPS y la brújula del dispositivo móvil se pueden incorporar modelos de flechas 3D en realidad aumentada, que indiquen como llegar a un lugar determinado a medida el estudiante se desplaza. También se puede implementar tecnología IPS (Indoor Positioning System), para que se muestre la posición del estudiante dentro del plano de cada nivel, dependiendo del piso donde se encuentre. Además se puede ampliar esta aplicación a otras facultades, universidades o grandes empresas, agregando otros edificios y niveles.

15 Referencias

- [1] Introducción: Publicado en Marzo, 2015.
[En cuatro veces aumentó el número de matriculados a la educación superior mediante el programa PACE - Ministerio de educación](#)
- [2] Definición y niveles de Realidad Aumentada: Publicado en Octubre, 2015.
<http://www.il3.ub.edu/blog/?p=2060>
- [3] Definición de Android: Publicado en Marzo, 2014.
<http://conceptodefinicion.de/android/>
- [4] Arquitectura S.O. Android: Publicado en Abril, 2015.
<https://sites.google.com/site/swcuc3m/home/android/generalidades/2-2-arquitectura-de-android>
- [5] Elección de S.O. Android: Publicado en Octubre, 2016.
http://www.milenio.com/negocios/android-sistema_operativo_mas_usado-cuantas_personas_smartphones-milenio_0_836316813.html
- [6] Modelado 3D: Publicado en Abril, 2015.
<http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/7684/578107.pdf?sequence=1>
- [7] Descripción del Proyecto: Publicado en Marzo, 2015.
[En cuatro veces aumentó el número de matriculados a la educación superior mediante el programa PACE - Ministerio de educación](#)
- [8] Desventajas del Modelo evolutivo: Publicado en Agosto, 2010.
<http://jorgetrejos.blogspot.cl/2010/08/modelo-evolutivo.html>
- [9] Definición de metodología de programación orientada a objetos.
http://es.slideshare.net/dianitalondono/1-paradigma-objetos?next_slideshow=1
- [10] Definición pCon.planner: Publicado en Mayo, 2015.
<http://www.easterngraphics.com/es/productos/software-aplicaciones-3d-interior-design-pconplanner.html>
- [11] Definición Unity: Publicado en Mayo 2015.
<http://www.genbetadev.com/herramientas/unity-3d-desarrollo-de-videojuegos-para-ios-y-android-gratis-hasta-el-8-de-abril>
- [12] Definición Vuforia: publicado en Enero, 2014.
http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.VioO9vI_Oko

- [13] Definición caso de uso: Publicado en Junio, 2015.
http://www.ehowenespanol.com/caso-uso-sobre_257536/
- [14] Definición de interfaz gráfica: Publicado en Mayo, 2014.
[https://www.ecured.cu/Interfaz_gr%C3%A1fica_de_usuario_\(GUI\)](https://www.ecured.cu/Interfaz_gr%C3%A1fica_de_usuario_(GUI))
- [15] Definición de mapa de navegación: Publicado en Diciembre, 2015.
http://www.hipertexto.info/documentos/maps_navigac.htm

Anexo A

Interfaz Software pCon Planner

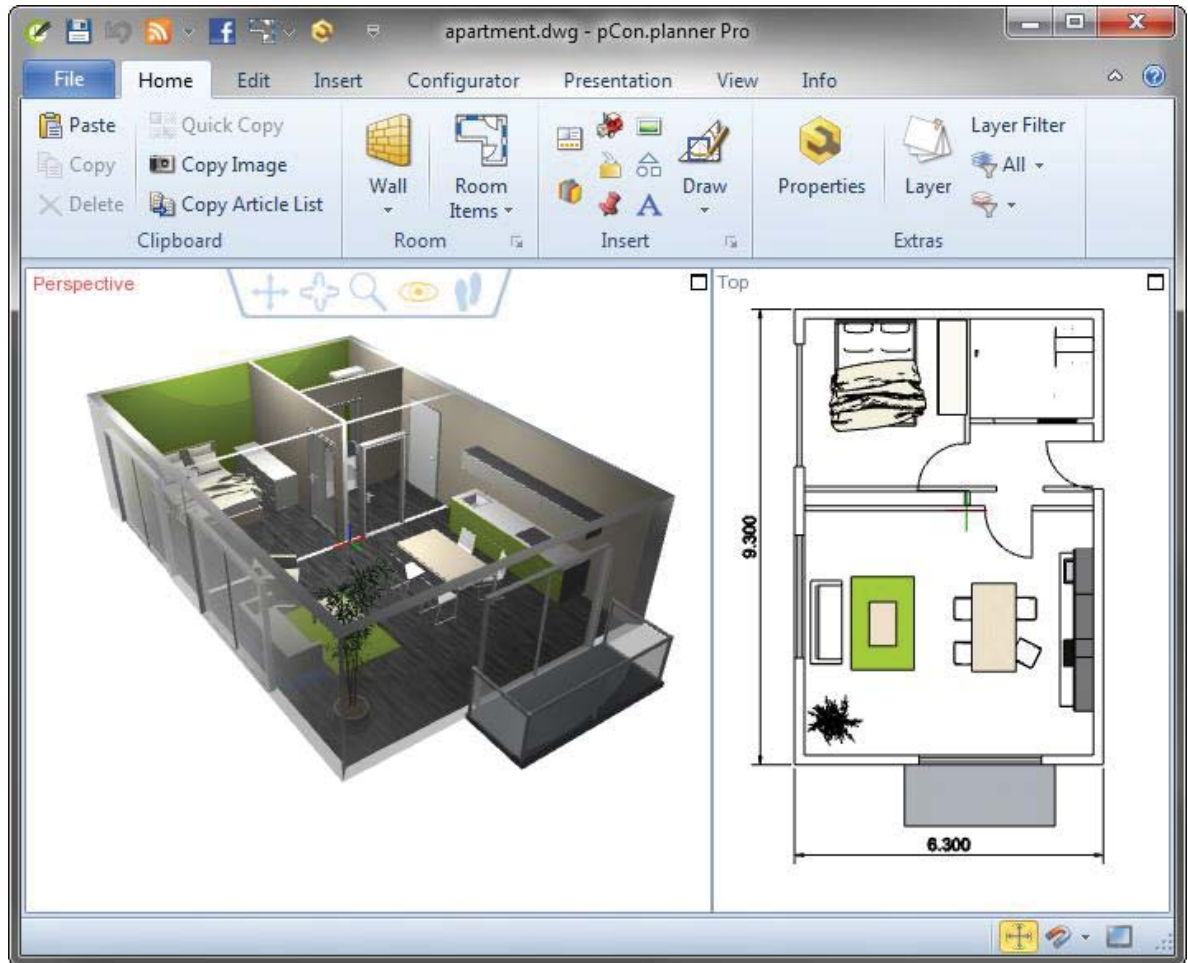


Figura A-1: Interfaz software pCon.planner

Interfaz Software Unity 3D

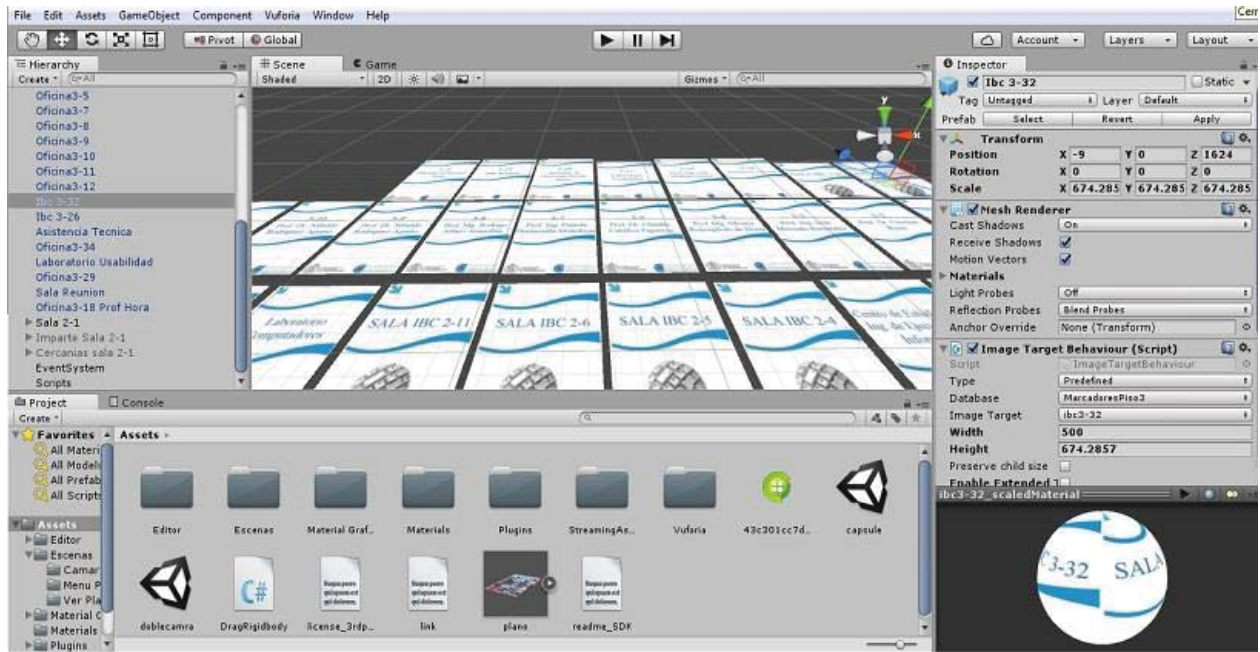


Figura A-2: Interfaz Software Unity 3D

Interfaz Microsoft SQL Server 2008

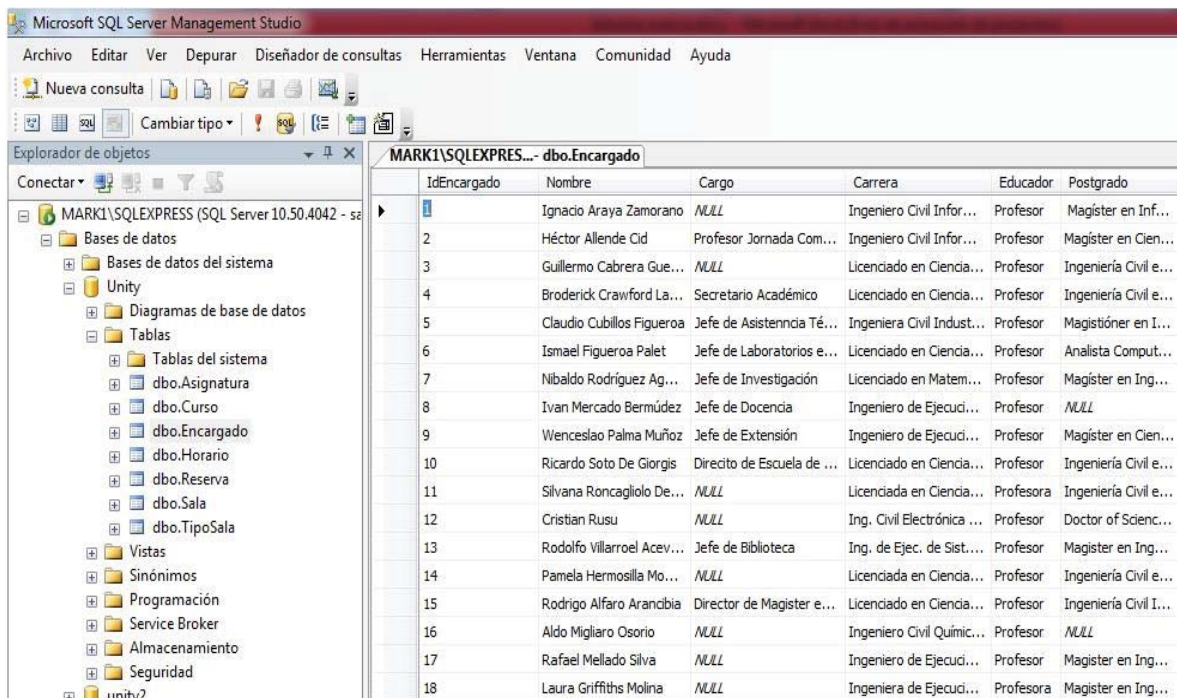


Figura A-3: Interfaz Microsoft SQL Server 2008

Pruebas Unitarias

Para comprobar la correcta ejecución de las funcionalidades del sistema, se realizaron los siguientes casos de prueba.

Prueba	Escanear un ImageTarget Sala
Resultado esperado	Visualizar interfaz RA para Sala
Datos de Prueba	ImageTarget Sala ibc2-1
Resultado Obtenido	Se visualiza correctamente los botones “Se Imparte” y “cercanías” asociados a este tipo de sala. El software a través del “id” del “ImageTarget” ha ejecutado el criterio correcto de despliegue de datos

Tabla A-1: Prueba “Escanear un ImageTarget Sala”

Prueba	Escanear un marcador Oficina
Resultado esperado	Visualizar interfaz RA para Sala
Datos de Prueba	ImageTarget Oficina
Resultado Obtenido	Se visualiza correctamente la información del profesor y el botón “contacto”. El software a través del “id” del “ImageTarget” ha ejecutado el criterio correcto de despliegue de datos

Tabla A-2: Prueba “Escanear un ImageTarget Oficina”

Prueba	Presionar botón “Lista de Lugares”
Resultado esperado	Visualizar la lista de lugares por cada piso.
Datos de Prueba	No Aplica
Resultado Obtenido	Se visualiza correctamente los botones “Piso 1”, “Piso 2” y “Piso 3”, al seleccionar uno se despliega la interfaz con la información de cada uno de estos.

Tabla A-3: Prueba “Presionar botón “Lista de Lugares”

Prueba	Presionar botón “Ver plano”
Resultado esperado	Manejar el plano mediante “touch” y marcar cada lugar con un texto en 3D mediante un panel con botones
Datos de Prueba	No Aplica
Resultado Obtenido	Se manipula el plano mediante la pantalla “touch” del dispositivo móvil y se logran asignar correctamente los textos en 3d sobre cada lugar del plano

Tabla A-4: Prueba “Presionar botón “Ver Plano”

Prueba	Presionar botón “Ver Mapa”
Resultado esperado	Utilizando la funcionalidad de “localización” del dispositivo móvil se espera capturar las coordenadas dentro del edificio IBC, con las que se obtendrá la imagen del lugar. Además se espera poder acercar/alejar la imagen mediante botones “ZoomIn” y “Zoom Out”
Datos de Prueba	Estar posicionado dentro del patio del edificio IBC
Resultado Obtenido	Se despliega correctamente la interfaz que contiene la imagen aérea del patio del edificio y un puntero que indica la ubicación del dispositivo móvil. Además se visualizan los botones “ZoomIn” y “ZoomOut” los cuales acercan/alejan correctamente la imagen.

Tabla A-5: Prueba “Presionar botón “Ver Mapa”