

GPS 2D y 3D de la UPIIZ

GPS 2D and 3D from UPIIZ

Una herramienta interactiva para la ubicación en instituciones

An interactive tool for placement in institutions

ISC. Efrain Arredondo Morales
Docente UPIIZ
UPIIZ
Zacatecas, Zacatecas, México
earredondo@ipn.mx

Ana Paulina López Cazares
Alumno UPIIZ
UPIIZ
Zacatecas, Zacatecas, México
alopezc1501@alumno.ipn.mx

Miguel Angel Gonzalez Gallegos
Alumno UPIIZ
UPIIZ
Zacatecas, Zacatecas, México
mgonzalez1823@alumno.ipn.mx

RESUMEN

Este artículo presenta el proyecto "GPS 2D y 3D de la UPIIZ", una herramienta innovadora que utiliza tecnologías de ubicación para mejorar la experiencia del usuario dentro de la institución. La herramienta permite la navegación en tiempo real dentro de la institución utilizando puntos definidos por el usuario como punto de inicio y destino. Se proporciona una simulación en 3D a través de una interfaz de usuario desarrollada con Unity, lo que permite interactuar con la institución, ajustar la velocidad del recorrido y cambiar la perspectiva visual. Además, se garantiza la disponibilidad y accesibilidad de la información utilizando almacenamiento en tiempo real, y la herramienta se puede exportar tanto en dispositivos móviles como en escritorio.

Palabras Clave – GPS; UPIIZ; Unity; Áreas externas; Áreas internas.

ABSTRACT

This article presents the "GPS 2D and 3D project of UPIIZ," an innovative tool that uses location technologies to enhance the user experience within the institution. By using user-defined points as starting and destination points, this tool enables real-time navigation within the institution using GPS location information. A 3D simulation is provided through a user interface developed with Unity, allowing interaction with the institution, adjusting travel speed, and changing visual perspective. Real-time storage is used to ensure the availability and accessibility of information, and the tool can be exported to both mobile and desktop devices.

Keywords - GPS; UPIIZ; Unity; External áreas; Internal areas

CONTEXTO

El área de investigación se centra en el desarrollo de aplicaciones para la ubicación dentro de instituciones, y está coordinado por la Universidad Profesional Interdisciplinar de Ingenierías campus Zacatecas (UPIIZ).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tecnología ofrece oportunidades para crear soluciones innovadoras que mejoren nuestra vida cotidiana. En este contexto, la Universidad Profesional Interdisciplinar de Ingenierías campus Zacatecas (UPIIZ) busca implementar una interfaz que simule un sistema de GPS y permita a los estudiantes encontrar diferentes zonas internas dentro de la institución. Esta iniciativa surge de la problemática que enfrentan los alumnos al intentar localizar ciertas áreas dentro de la UPIIZ, como cubículos de profesores o áreas administrativas, lo que resulta en pérdida de tiempo y, en ocasiones, frustración al no encontrar lo que buscan.

I. OBJETIVOS

A. *Objetivo general*

Resolver el problema de desorientación de la población al buscar áreas de interés dentro de la institución mediante una herramienta de localización que facilite la identificación de los espacios que conforman la institución.

B. *Objetivos particulares*

- Brindar una herramienta de apoyo a la población de la institución UPIIZ.
- Facilitar la visita a diferentes espacios dentro de los edificios de la institución.

- Identificar la ubicación de las diferentes áreas que conforman la institución.
- Reducir los tiempos de desplazamiento al conocer la ubicación exacta de un espacio requerido.
- Disminuir la desorientación de las personas al proporcionar una herramienta de apoyo que muestre la ubicación dentro de la institución.

II. METODOLOGIA

La metodología en cascada, una de las primeras en orientarse al desarrollo de software. En esta metodología, se sigue un orden riguroso que impide el avance a la siguiente fase hasta que la anterior haya sido completada. Los resultados no se hacen evidentes hasta el final del ciclo de la metodología. A diferencia de las metodologías ágiles, en la mayoría de las etapas de la metodología en cascada, el cliente no está presente [1].

La metodología en cascada, según Sommerville, consiste en finalizar cada una de las fases antes de poder agregar nuevas funciones o correcciones, como se muestra en la Fig.1 [2].

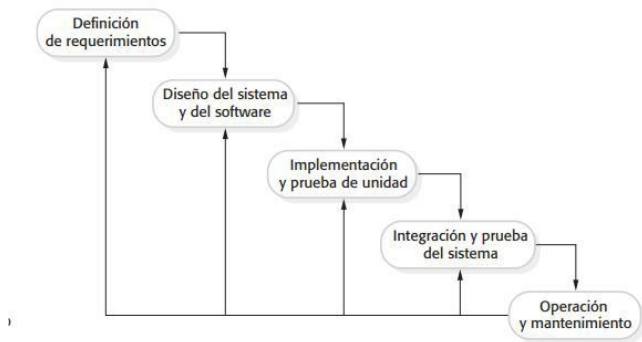


Figure 1. El modelo cascada

Además, según Barrera, la metodología en cascada permite regresar a fases anteriores para realizar cambios pertinentes, continuando con las fases siguientes y corrigiendo cada una de ellas hasta llegar a la fase en la que se encontraba, para luego continuar con el proyecto. Esta metodología se divide en 5 fases, como se muestra en la Tabla 1.

TABLE I. Fases de cascada

Fases	Descripción
Análisis y definición de requerimientos	Con ayuda del cliente se definen los servicios, restricciones y metas del proyecto.
Diseño	Se hacen los diseños en base a los requerimientos, ya sea de arquitectura de datos, interfaz, entre otras.
Implementación	Se programa en base a los diseños planteados dando revisiones contantes para analizar si cumple con lo solicitado.
Pruebas	Se prueba el sistema completo para asegurar que se cumplen los requerimientos.

Fases	Descripción
Mantenimiento	Se elaboran los manuales en base al funcionamiento del proyecto, se buscan posibles errores que no se allan contemplado

En base a la metodología de cascada se elaboró el proyecto, el cual se fue trabajando, siguiendo las fases mencionadas de la siguiente manera.

III. ANALISIS Y DEFINICION DE REQUERIMIENTOS

En la fase de análisis y definición de requerimientos, se realizaron estudios para determinar las posibles metodologías a utilizar, y se optó por la metodología en cascada. También se llevó a cabo el análisis y levantamiento de requerimientos con el propósito de mostrar de manera clara y comprensible las características del proyecto.

Además, se elaboraron dos diagramas de bloques, uno dirigido a la aplicación móvil y otro a la aplicación de escritorio.

A. Diagrama de bloques

Diagrama de bloques para la aplicación móvil (Figura 2): Se visualizan los bloques y sus componentes, lo que proporciona un análisis del funcionamiento que tendría la herramienta a diseñar. Los bloques que se identifican son los siguientes:

- Bloque menú inicio: Muestra los elementos que lo conforman y ayudan en la interacción y conexión con los otros tres bloques.
- Bloque base de datos: Establece la conexión y comunicación con la base de datos, encargándose de solicitar la información necesaria.
- Bloque mapas: Representa los mapas que el usuario podrá visualizar, incluyendo un mapa 2D y un mapa 3D para simulación.
- Bloque procesos internos: En este bloque se realizan los cálculos internos, como el cálculo de la ruta entre puntos y el tiempo estimado que tardará una persona caminando.

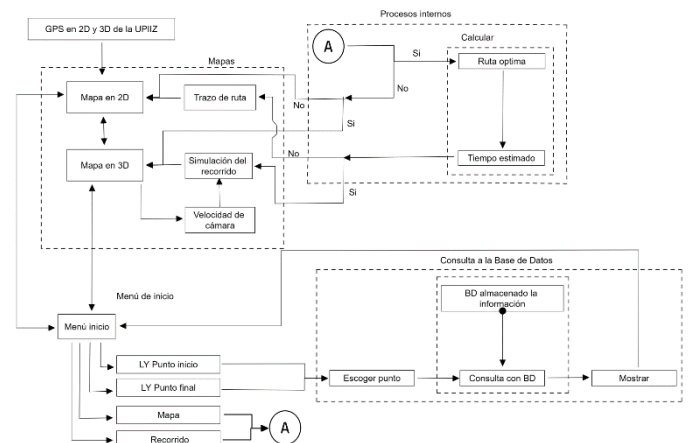


Figure 2. Diagrama de bloques dispositivo movil

Diagrama de bloques para la aplicación de escritorio (Fig. 3): Este diagrama de bloques describe el funcionamiento de la aplicación de escritorio, y se divide en 2 bloques principales:

- Bloque base de datos: Aquí se establece la conexión con la base de datos para consultar y actualizar la información de los elementos.
- Bloque general: En este bloque, se encuentra la interacción del usuario con las escenas que conforman la herramienta.

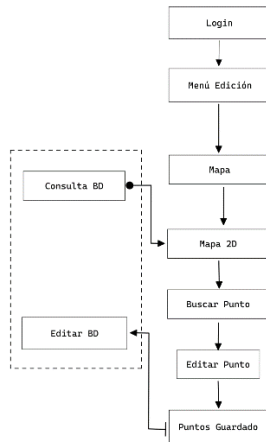


Figure 3. Diagrama de bloques aplicación escritorio

Estos diagramas de bloques proporcionan una representación visual de los componentes y la interacción de las herramientas que se desarrollaron para la plataforma móvil y la plataforma de escritorio, respectivamente.

B. REQUERIMIENTOS

A continuación, se presentan los 14 requerimientos del proyecto, de los cuales 12 son requerimientos funcionales y 2 son requerimientos no funcionales:

TABLE II. REQUERIMIENTOS

ID	Requerimientos	
	Nombre	Funcional
R-01	Modelar mapa de la UPIIZ en 2D	RF
R-02	Modelar mapa de la UPIIZ en 3D	RF
R-03	Identificar edificios	RF
R-04	Mostrar áreas internas de los edificios	RF
R-05	Identificar áreas internas de los edificios	RF
R-06	Intercambiar entre vista 2D y 3D	RF
R-07	Colocar punto origen y destino	RF
R-08	Trazar de ruta a seguir	RF
R-09	Calcular duración del recorrido	RF
R-10	Modificación de datos	RF

R-11	Iniciar sesión	RF
R-12	Simular recorrido	RF
R-13	Descargar mediante QR	RNF
R-14	Modificar velocidad del recorrido en la simulación	RNF

IV.DISEÑO

En esta fase, se hizo el diseño de los diferentes diagramas que constituyen el proyecto. Estos diagramas servirán como guía para las siguientes fases a la hora de implementarlos.

A. Diseño de arquitectura

El diseño de arquitectura consiste en 3 niveles siendo los siguientes [3].

Nivel de Presentación: En este nivel, se definen los dos modos de interacción con el producto terminado, es decir, la aplicación móvil y la aplicación de escritorio. Aquí se especificarán los elementos visuales, las interfaces de usuario y las interacciones que los usuarios tendrán con el sistema en cada modo.

Nivel de Aplicación: En este nivel, se visualizarán los componentes que conforman el producto final. Esto puede incluir módulos, servicios, funciones y cualquier otra parte del sistema que sea necesaria para su funcionamiento. El diseño de este nivel debe mostrar cómo se estructuran y organizan estos componentes, y cómo interactúan entre sí para cumplir con los requerimientos funcionales del proyecto.

Nivel de Datos: En este nivel, se define cómo se almacenará la información del sistema.

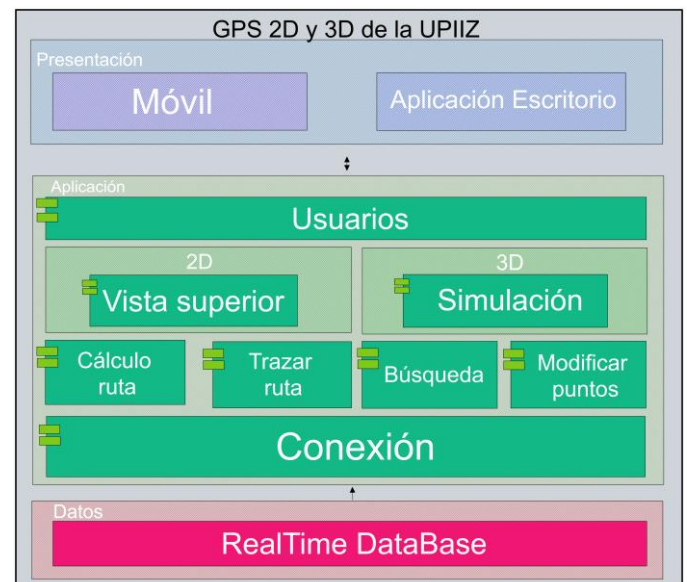


Figure 4. Diagrama de Arquitectura

B. Diseño de Clases

Este diagrama cuenta con un total de 17 clases las cuales nos ayuda entender el funcionamiento de la aplicación al momento implementarlo fig. 5-8. [4], [5].

Al analizar un diagrama de clases, se pueden identificar las clases que forman parte del sistema y comprender cómo interactúan y colaboran entre sí. Cada clase representa un objeto o entidad del sistema y muestra sus propiedades (atributos) y comportamiento (métodos). Las relaciones entre las clases, como la herencia, la asociación y la agregación, se representan mediante líneas y símbolos en el diagrama, como se muestra en la fig. 5-8.

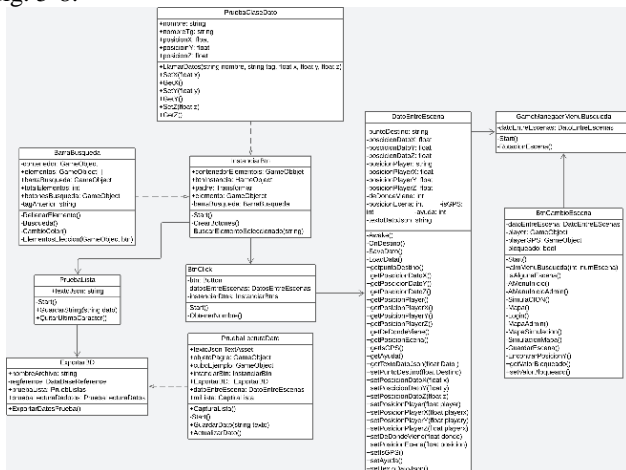


Figure 5. Diagrama de clases

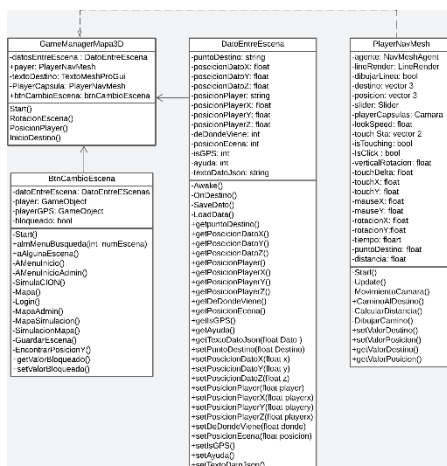


Figure 6. Diagrama de clases

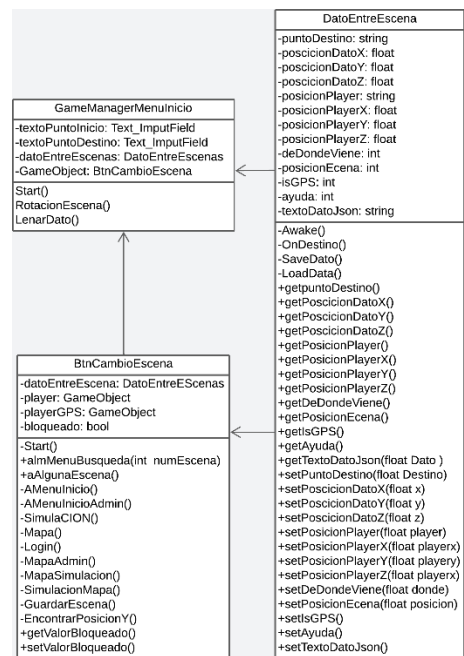


Figure 7. Diagrama de clases

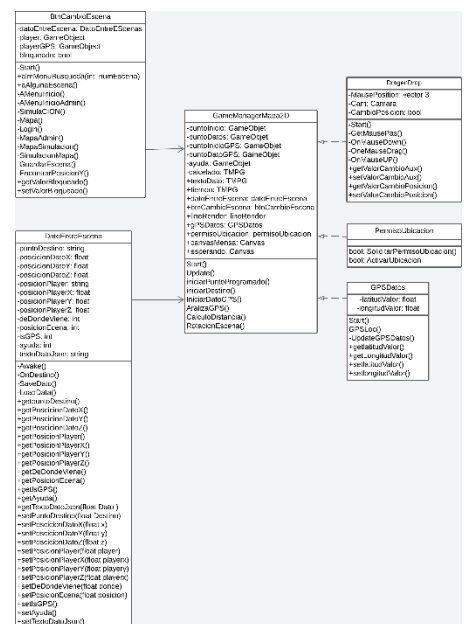


Figure 8. Diagrama de clases

C. Diseño de despliegue

el diagrama de despliegue se divide en tres apartados relacionados con los usuarios, el administrador y la base de datos. A continuación, se describen cada uno de estos apartados: [6]

Apartado de Usuario: Este apartado indica los requisitos necesarios para utilizar la herramienta desde el punto de vista del usuario. Se necesita un dispositivo móvil con el sistema operativo Android para acceder a la aplicación. Esto implica que los usuarios podrán interactuar con la herramienta a través de sus dispositivos móviles compatibles con Android. Fig. 9.

Apartado del Administrador: En este apartado se establecen los requisitos para que el administrador pueda ejecutar la herramienta. Es necesario una computadora con el sistema operativo Windows. Esto implica que el administrador utilizará la herramienta a través de una computadora con Windows para realizar tareas específicas relacionadas con la administración y gestión del sistema. Fig. 9.

Apartado de la Base de Datos: Este apartado representa la conexión entre los dos apartados anteriores y se refiere a la base de datos que almacena la información de los espacios. Se requiere conexión a internet y acceso a un navegador para utilizar esta base de datos. Además, La base de datos se implementa utilizando el servicio Firebase y específicamente el servicio de tiempo real (Realtime Database). Esto implica que la herramienta se conectará a Firebase para acceder y almacenar la información relacionada con los espacios. Fig. 9.

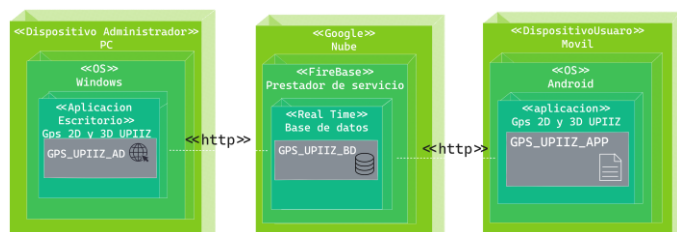


Figure 9. Diagrama de despliegue

D. Diagrama de actividades

Se elaboraron dos diagramas de actividades, uno para la aplicación móvil y otro para la versión de escritorio.

- Diagrama de actividades aplicación móvil

En este diagrama se pueden observar las actividades y su secuencia de ejecución, las cuales están diseñadas para el correcto funcionamiento de la aplicación en dispositivos móviles. El diagrama se divide en tres partes principales [7].

En la primera parte, correspondiente al usuario, se enfoca en la interfaz que será visualizada por el usuario. Aquí se establecen las actividades relacionadas con la interacción del usuario, como la selección de puntos y la navegación por las distintas pantallas de la aplicación.

En la segunda parte, denominada sistema, se gestionan las interacciones entre las diferentes escenas y se realizan los cálculos necesarios para garantizar el correcto funcionamiento

de la aplicación. Entre las actividades incluidas en esta parte se encuentran el cálculo de rutas entre los puntos seleccionados y la visualización de mapas en 2D o 3D, así como otras acciones específicas relacionadas con la lógica interna de la aplicación.

En la tercera parte, denominada datos, se llevan a cabo las actividades relacionadas con la obtención y consulta de información desde una base de datos. Aquí se incluyen actividades como la solicitud de información correspondiente a los puntos seleccionados por el usuario, así como la actualización de datos en la base de datos.

El diagrama de actividades de la aplicación móvil proporciona una representación visual del flujo de trabajo y las acciones que se deben seguir para lograr el funcionamiento adecuado de la aplicación en dispositivos móviles que se muestra en la fig. 10.

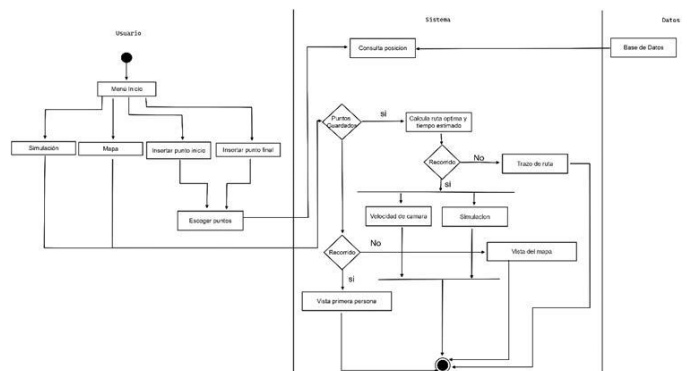


Figure 10. Diagrama actividades móvil

- Diagrama de actividades aplicación de escritorio

También se divide en 3 partes teniendo las mismas características que el diagrama anterior agregando la modificación de los datos.

En el apartado de usuario se encuentra la interfaz de las diferentes escenas, donde el usuario interactúa con la aplicación de escritorio. Aquí se pueden visualizar y acceder a las distintas funcionalidades y opciones disponibles.

En el apartado del sistema, se llevan a cabo las actividades relacionadas con la modificación de la información de los espacios. Esto implica crear nuevos espacios, realizar modificaciones en espacios existentes o eliminar espacios según sea necesario. Estas acciones se realizan mediante la interacción con la interfaz y la ejecución de procesos internos en el sistema.

En el apartado de la base de datos, se realizan solicitudes de información y actualizaciones en la base de datos. Esto implica consultar y recuperar datos relevantes para mostrar en la interfaz, así como realizar actualizaciones y modificaciones en la base de datos cuando se crean, modifican o eliminan espacios. Estas operaciones garantizan la integridad y actualización de la información almacenada en la base de datos, como se muestra en al fig. 11.

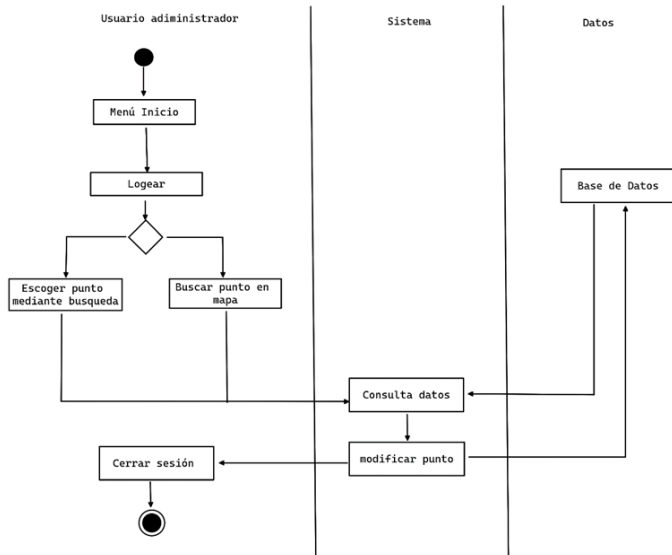


Figure 11. Diagrama actividades escritorio

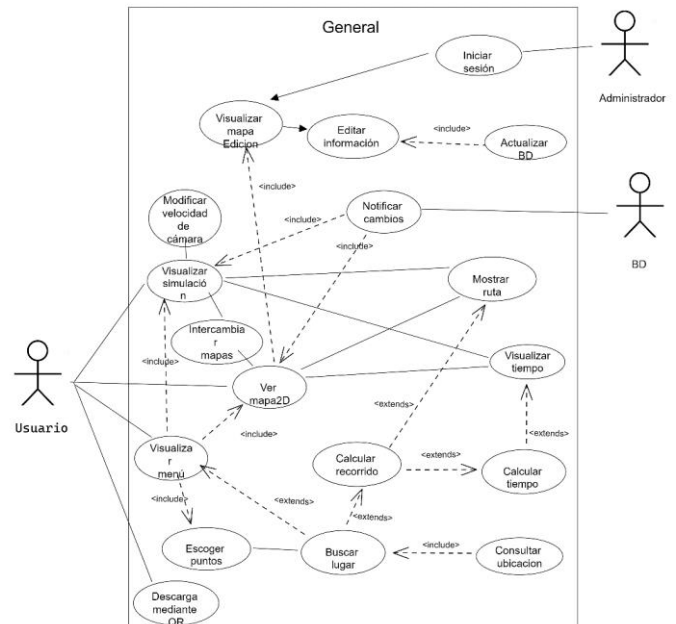


Figure 12. Diagrama Casos de uso

E. Diagrama de casos de uso

El diagrama de casos de uso es una representación gráfica que muestra la interacción entre los actores (usuarios) y el sistema (herramienta) a través de diferentes casos de uso. En este caso, el diagrama de casos de uso de la herramienta muestra un total de 18 casos de uso, los cuales describen las diferentes acciones que pueden realizar los usuarios y cómo interactúan con el sistema [8].

Cada caso de uso representa una funcionalidad específica de la herramienta y describe la secuencia de pasos que se llevan a cabo para lograr un objetivo determinado. Estos casos de uso nos ayudan a comprender el funcionamiento de la herramienta y las acciones que los usuarios pueden realizar.

Al tener un total de 18 casos de uso en el diagrama, se puede inferir que la herramienta ofrece una amplia gama de funcionalidades y capacidades para los usuarios. Cada caso de uso puede representar una tarea, una operación o una interacción específica que los usuarios pueden llevar a cabo dentro del sistema.

El diagrama de casos de uso es una herramienta útil para visualizar y comprender la estructura y el flujo de trabajo de la herramienta, así como para identificar las interacciones entre los usuarios y el sistema. Ayuda a establecer una base sólida para el diseño y desarrollo de la herramienta, asegurando que se satisfagan las necesidades de los usuarios y se alcancen los objetivos previstos. Fig. 12.

F. Diagrama de base de datos

La base de datos utilizada en el proyecto es de tipo no relacional, lo que significa que se basa en el almacenamiento y recuperación de información en colecciones en lugar de tablas relacionales como en las bases de datos relacionales tradicionales. En este caso, la base de datos no relacional se organiza en colecciones, donde cada colección contiene información relacionada y está almacenada de forma separada. Fig. 13. [9].

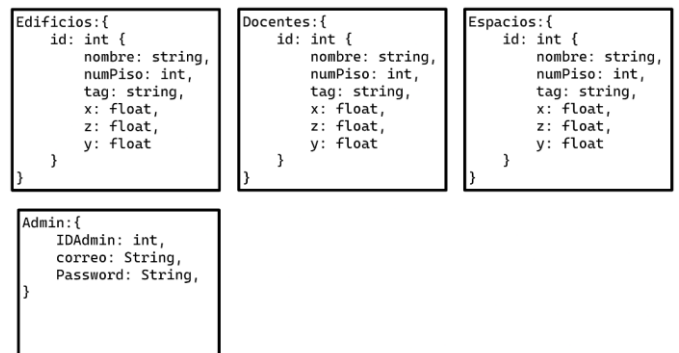


Figure 13. Diagrama base de datos

G. Prototipos

Para el diseño de la interfaz móvil se crearon 4 escenas que permiten al usuario visualizar e interactuar con la información relacionada con la ruta y el tiempo estimado de recorrido entre dos puntos seleccionados. Estas escenas están diseñadas de manera intuitiva y amigable para facilitar la navegación y la comprensión de la información fig. 14. [10].

V. IMPLEMENTACION

En esta fase se realizaron diversas tareas relacionadas con el modelado y la implementación del proyecto.

Modelado en 3D: Se utilizó la herramienta Blender en su versión 2.28 para crear los modelos tridimensionales de los edificios de la institución. Estos modelos se basaron en los planos proporcionados por la institución y fueron utilizados tanto en el mapa en 2D como en la simulación. [11],[12].

Programación e implementación: Se llevó a cabo la programación de las funcionalidades y características del proyecto. Esto implicó la codificación de algoritmos y la implementación de lógica para lograr el funcionamiento deseado. Además, se realizó la integración con la base de datos para gestionar la información relacionada con el proyecto.

Estas actividades permitieron dar vida al proyecto, creando modelos tridimensionales precisos y programando las funcionalidades necesarias para su correcto funcionamiento. Fig. 16.

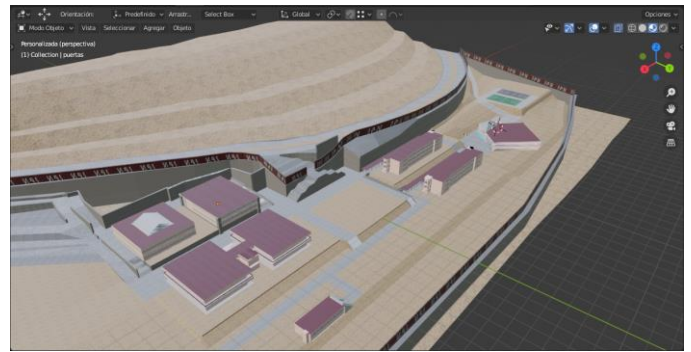


Figure 16. Modelo 3D de la institucion

El desarrollo de la herramienta se realizó utilizando Unity en su versión 2019.4.29. En esta plataforma, se llevaron a cabo diversas tareas para lograr el funcionamiento deseado:

Acoplamiento de modelos: Se integraron los modelos tridimensionales previamente creados en Blender dentro del entorno de Unity. Esto permitió visualizar los edificios y demás elementos en la herramienta.

Organización de escenas: Se crearon y organizaron las escenas en Unity de acuerdo con los diseños de interfaz previamente establecidos. Cada escena representa una parte específica de la herramienta y su funcionamiento [13].

Programación basada en el diagrama de clases: Se implementó la lógica del proyecto utilizando el diagrama de clases como guía. Se escribieron scripts en el lenguaje de programación C# para establecer la interacción entre los diferentes componentes y funcionalidades de la herramienta.

Integración con la base de datos: Siguiendo el diagrama de despliegue, se realizó la programación necesaria para interactuar con la base de datos no relacional. Esto incluyó solicitar y

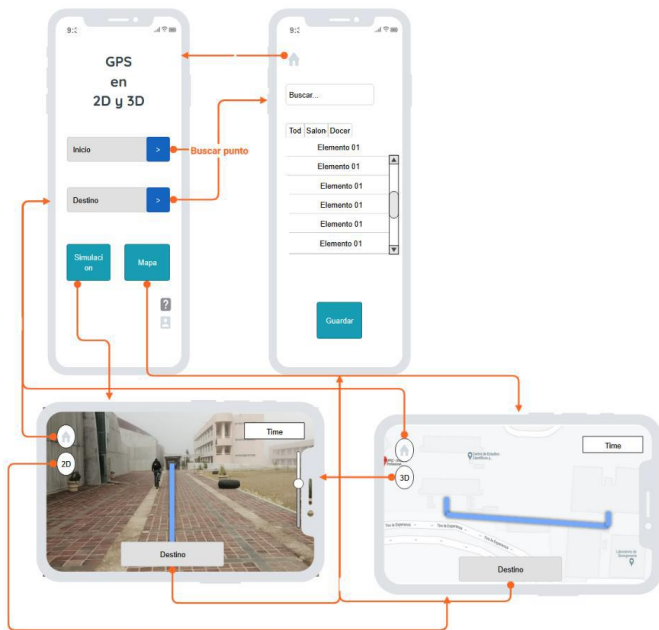


Figure 14. Diagrama interfaz movil

La interfaz de escritorio consta de las 4 escenas presentes en la versión móvil, además de otras 4 escenas adicionales destinadas al usuario administrador. Al iniciar sesión, el administrador tendrá acceso a un mapa específico donde podrá agregar, modificar o eliminar puntos según sea necesario. Estas funciones adicionales permiten al administrador tener un mayor control y gestión de los puntos presentes en la herramienta. fig. 15.

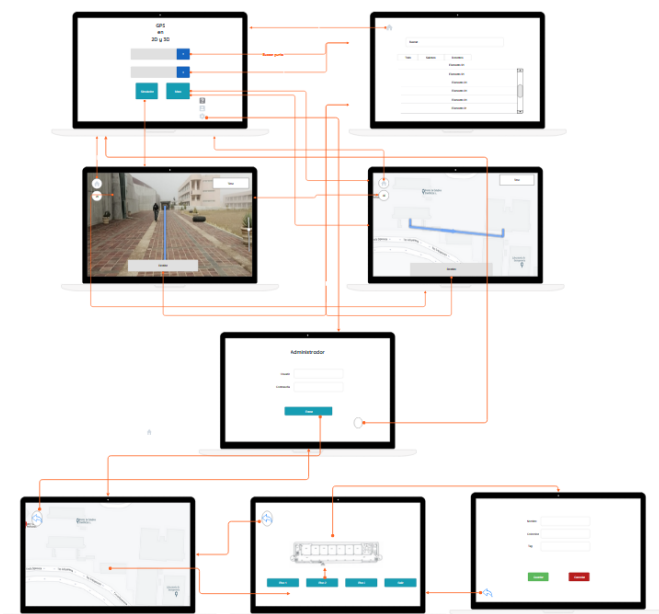


Figure 15. Diagrama interfaz movil

actualizar la información requerida para el correcto funcionamiento de la herramienta.

Funcionalidades basadas en casos de uso: Se implementaron las funcionalidades de la herramienta en base a los casos de uso identificados. Esto permitió que cada parte de la herramienta cumpliera con sus objetivos específicos y proporcionara la interacción deseada con el usuario.

En resumen, el desarrollo de la herramienta se llevó a cabo en Unity, utilizando los modelos acoplados, las escenas organizadas, la programación basada en el diagrama de clases, la integración con la base de datos y la implementación de las funcionalidades según los casos de uso. Esto permitió crear una herramienta interactiva y funcional para los usuarios. fig. 17.

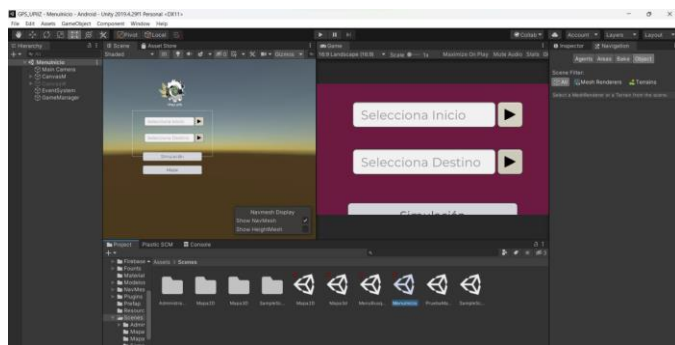


Figure 17. Desarrollo del sistema en Unity

Se estableció la conexión con la base de datos Real Time Data Base de Firebase, la cual es una plataforma gratuita de alojamiento de información. Firebase ofrece un límite de consultas y almacenamiento gratuito hasta cierto punto, lo que la hace una opción adecuada para este proyecto.

Firebase cuenta con actualizaciones constantes de sus SDK (Software Development Kits), los cuales son herramientas que facilitan la comunicación entre las aplicaciones y la base de datos. Estos SDKs permiten realizar consultas a la base de datos y acceder a la información almacenada.

Además de la base de datos, Firebase también ofrece el servicio de Authentication, el cual fue utilizado en el apartado del administrador. Este servicio permite verificar y validar a los usuarios al momento de iniciar sesión en el apartado administrador de la herramienta. Esto garantiza la seguridad y control de acceso adecuados para la administración de la herramienta.[14], [15]

En resumen, se utilizó Firebase como la plataforma de alojamiento de información, aprovechando su base de datos Real Time y su servicio de Authentication. Los SDKs de Firebase se utilizaron para establecer la comunicación entre la herramienta y la base de datos, permitiendo consultar y almacenar la información necesaria para el correcto funcionamiento de la herramienta. Fig. 18.



Figure 18. Realtime Database

El producto consta de dos herramientas, una diseñada para computadoras y otra para dispositivos móviles. En la primera escena, el usuario visualiza la bienvenida, así como una pequeña explicación de lo que hace cada uno de los botones que se visualizan. Fig. 19.



Figure 19. Escena de bienvenida

Al cerrar la ventana de bienvenida, el usuario puede visualizar la escena del mapa 2D y sus botones, donde puede interactuar con su entorno. Fig. 20.



Figure 20. Mapa 2D

En el menú de inicio, hay una diferencia visual entre el móvil y el de escritorio. En el de escritorio se agrega la opción de inicio de sesión para el administrador. En el menú de inicio, se puede seleccionar tanto el punto de inicio como el destino. Fig. 21-22.



Figure 21. Menú inicio dispositivo movil



Figure 22. Menú inicio aplicación de escritorio

En el menú de búsqueda, el usuario puede seleccionar los espacios de interés a través del listado de espacios, mediante filtros o escribiendo el nombre del espacio. Fig. 23



Figure 23. Menu de busqueda

En la simulación, una vez que el usuario ha seleccionado los puntos de interés, puede visualizar la ruta trazada, así como el tiempo estimado que tardará en llegar a su destino. También puede disminuir o aumentar la velocidad de la simulación. Fig. 24.



Figure 24. Simulación

Cuando el usuario administrador desea iniciar sesión, ingresa las credenciales válidas que le fueron asignadas. Si son correctas, se permite el acceso; en caso contrario, no se permite el acceso. Fig. 25.



Figure 25. Inicio de scesion administrador

Una vez que se ha iniciado sesión correctamente, el usuario visualiza el mapa 2D del administrador, donde puede interactuar con los espacios que conforman la institución, así como con los edificios y cada uno de los pisos que los conforman. Aquí es donde se crean, modifican o eliminan los espacios que conforman la institución. Fig. 26.



Figure 26. Mapa 2D administrador

Cuando el usuario desea agregar un nuevo punto para un espacio, visualiza una escena que permite hacerlo. Fig. 27.

Figure 27. Menú Edición de datos

VI. PRUEBAS

Cuando se llegó a esta fase se realizaron las pruebas pertinentes para validar y revisar que el funcionamiento de las herramientas es correcto generando las siguientes pruebas que se muestran en la tabla 3. [16], [17]

A continuación, se detallan las pruebas pertinentes realizadas para validar el funcionamiento de las herramientas, utilizando la nomenclatura indicada:

Prueba Unitaria de Usuario (PUU): Estas pruebas se enfoca en validar las funcionalidades específicas del usuario en la herramienta móvil, como la visualización de la ruta y el tiempo estimado, la interacción con las escenas y los cálculos necesarios. Se verifica que todas estas acciones se realicen correctamente.

Prueba Unitaria de Administrador (PUA): En estas pruebas, se verifica el correcto funcionamiento de las funcionalidades específicas del administrador en la herramienta de escritorio. Esto incluye la capacidad de iniciar sesión, visualizar el mapa correspondiente, agregar y modificar puntos, y cualquier otra función relacionada con la administración de la herramienta.

Prueba de Sistema de Usuario (PSU): Estas pruebas se enfocan en evaluar el funcionamiento general del sistema desde la perspectiva del usuario. Se verifican las interacciones entre las diferentes escenas, la correcta visualización de la información, la precisión de los cálculos de ruta y tiempo, y cualquier otra funcionalidad relevante para el usuario.

Prueba de Sistema de Administrador (PSA): Similar a las pruebas anteriores, estas evaluaciones se centran en el funcionamiento general del sistema desde la perspectiva del administrador. Se verifican las interacciones entre las escenas correspondientes al administrador, la precisión de las funciones de gestión de puntos, la seguridad de inicio de sesión, y cualquier otra funcionalidad relevante para el administrador.

Prueba de Integración de Base de Datos (PIB): En estas pruebas, se verifica la correcta integración entre las herramientas y la base de datos no relacional utilizada. Se evalúa la capacidad de solicitar y actualizar la información almacenada en la base de datos, asegurando la consistencia y confiabilidad de los datos utilizados por las herramientas.

Prueba de Integración de Usuario (PIU): Estas pruebas se centran en evaluar la interacción entre la herramienta móvil y la base de datos, desde la perspectiva del usuario. Se verifica que la herramienta pueda acceder y utilizar la información relevante almacenada en la base de datos, como la ruta y los puntos seleccionados.

Prueba de Integración de Administrador (PIA): Similar a las pruebas anteriores, esta evaluación se enfoca en la interacción entre la herramienta de escritorio utilizada por el administrador y la base de datos. Se verifica que la herramienta pueda acceder y utilizar la información almacenada en la base de datos para gestionar los puntos de manera efectiva.

Estas pruebas son realizadas con el objetivo de garantizar que las herramientas desarrolladas funcionen correctamente y cumplan con los requerimientos establecidos. Tabla 3.

TABLE III. PRUEBAS

Tipo de prueba	Pruebas del sistema
	Cantidad de pruebas
PUU	16
PUA	9
PSU	8
PSA	5
PIB	1
PIU	2
PIA	3

Durante la implementación y ejecución de las herramientas, se encontraron limitaciones en las pruebas PIB, una de las tres pruebas PIA y dos de las pruebas PIU, debido a la actualización de los SDK de Firebase. Estas pruebas estaban destinadas a evaluar el funcionamiento de la base de datos en las herramientas, específicamente la capacidad de actualizar los datos en tiempo real para la aplicación móvil. Sin embargo, se descubrió que esta funcionalidad solo se cumplía parcialmente, ya que los datos solo se actualizaban al realizar una actualización o reinstalación completa de la aplicación.

Esto indica que existe una discrepancia entre las expectativas de actualización en tiempo y el comportamiento real de la base de datos en las herramientas. Es importante tener en cuenta esta

limitación y considerarla al utilizar la herramienta en un entorno de producción.

VII. MANTENIMIENTO

Durante la fase de mantenimiento del proyecto "GPS 2D y 3D de la UPIIZ", se desarrollaron tres manuales para proporcionar información y guía sobre el uso, implementación y mantenimiento de las herramientas:

Manual de Usuario: Este manual tiene como objetivo brindar información detallada sobre el funcionamiento de las herramientas y cómo utilizar cada elemento en las diferentes escenas. Está diseñado para guiar a los usuarios en el uso adecuado de las herramientas, explicando paso a paso las acciones y funcionalidades disponibles.

Manual Técnico: El manual técnico describe el funcionamiento interno de la aplicación "GPS 2D y 3D de la UPIIZ" de manera que pueda ser implementada en otros dispositivos. Proporciona información detallada sobre los requisitos técnicos de la computadora necesaria para ejecutar el proyecto. Además, brinda una visión interna de cómo funcionan las diferentes partes y componentes de la aplicación, lo que permite a los desarrolladores comprender su estructura y realizar modificaciones si es necesario.

Manual de Mantenimiento: El manual de mantenimiento está diseñado para facilitar la replicación y mejora del proyecto en el futuro. Proporciona instrucciones detalladas sobre cómo realizar modificaciones en el proyecto, incluyendo la ubicación de los archivos relacionados y las características de cada uno de los componentes. También ofrece información sobre la instalación de complementos y herramientas adicionales necesarios para el mantenimiento adecuado de las herramientas.

Estos manuales son herramientas importantes que ayudarán a garantizar el correcto uso, implementación y mantenimiento continuo de las herramientas "GPS 2D y 3D de la UPIIZ". Proporcionan la información necesaria tanto para los usuarios finales como para los desarrolladores, permitiendo una mejor comprensión y aprovechamiento de las funcionalidades ofrecidas.

VIII. CONCLUSIONES

En conclusión, durante el desarrollo del proyecto "GPS 2D y 3D de la UPIIZ", se han aprendido lecciones importantes que son relevantes para cualquier proyecto de desarrollo de software. Algunas de las principales conclusiones son las siguientes:

Mantener la calma y buscar soluciones: Durante el proceso de desarrollo, es común enfrentar dificultades y desafíos. Es fundamental mantener la calma y buscar soluciones en lugar de entrar en pánico o bloquearse mentalmente. Tomarse un tiempo para realizar actividades adicionales y relajarse puede ser

beneficioso para mantener una mente clara y abierta, lo que facilita el trabajo y la resolución de problemas.

Realizar pruebas previas: Cuando se trabaja con nuevas tecnologías o funcionalidades, es importante realizar pruebas previas en entornos controlados antes de implementarlas en el entorno principal del sistema. La teoría puede parecer sencilla, pero la práctica a menudo presenta desafíos inesperados. Realizar pruebas en un entorno más pequeño y controlado permite identificar posibles errores y evaluar si la tecnología se ajusta adecuadamente a las necesidades del proyecto.

Adaptación a actualizaciones y cambios: En el desarrollo de proyectos de software, es común enfrentarse a actualizaciones y cambios en las tecnologías utilizadas. Es importante estar preparado y ser flexible para adaptarse a estos cambios. En el caso del proyecto "GPS 2D y 3D de la UPIIZ", se experimentaron dificultades debido a las actualizaciones de los SDK de Firebase, lo que afectó parcialmente el funcionamiento de la base de datos en tiempo real. Esto destaca la importancia de estar al tanto de las actualizaciones y realizar pruebas exhaustivas después de cada cambio.

En resumen, el desarrollo de proyectos de software implica superar desafíos, realizar pruebas adecuadas y adaptarse a los cambios tecnológicos. Estas lecciones aprendidas durante el proyecto "GPS 2D y 3D de la UPIIZ" son valiosas para futuros proyectos y ayudarán a mejorar el enfoque, la planificación y la ejecución de proyectos similares.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento al docente Efraín Arredondo Morales, quien ha sido un mentor invaluable en el desarrollo de este proyecto científico.

También deseamos extender nuestro agradecimiento al docente Héctor Alejandro Acuña Cid, quien brindó su apoyo constante a lo largo del transcurso de la materia en la cual se llevó a cabo este proyecto.

Por último, pero no menos importante, quisiéramos expresar nuestro agradecimiento a todos los compañeros de equipo que participaron en este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sommerville. (2011). Ingeniería de Software 9na Edición. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- [2] Barrera, J. A., & Barrera, S. A. (2020). Metodologías para el desarrollo de Proyectos. Metodologías de Proyectos. Administración de Empresas, 5-6,
- [3] IBM Cloud Education. (28 de Octubre de 2020). Arquitectura de 3 niveles. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/cloud/learn/three-tier-architecture>
- [4] OKDIARIO. (09 de 11 de 2018). Qué es un diagrama de clases. Obtenido de OKDIARIO: <https://okdiario.com/curiosidades/que-diagrama-clases-3323710>
- [5] Fonseca, L. (27 de Junio de 2022). Cómo crear un diagrama de clases. Obtenido de Venngage: <https://es.venngage.com/blog/diagrama-de-clases/>

- [6] creately. (18 de Octubre de 2022). La Guía Fácil de los Diagramas de Despliegue UML. Obtenido de creately: <https://creately.com/blog/es/diagramas/tutorial-de-diagrama-de-despliegue/>
- [7] UNAD. (s.f.). Diagramas de Actividades. Obtenido de UNAD: https://unadzsurlab.com/UML/U1/diagramas_de_actividades.html
- [8] Creately. (9 de Septiembre de 2022). Use Case Diagram Relationships Explained with Examples. Obtenido de Creately: <https://creately.com/blog/diagrams/use-case-diagram-relationships/>
- [9] OCI. (31 de Julio de 2014). ¿Qué es una base de datos? Obtenido de Oracle Cloud: <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>
- [10] EmprenderAConciencia. (s.f.). Diseño de prototipos. Obtenido de EmprenderAConciencia: <https://www.emprendeaconciencia.com/disenio-prototipo>
- [11] Blender. (20 de 06 de 2019). Blender 2.8. Obtenido de <https://www.blender.org/download/releases/2-80/>
- [12] Blender. (13 de Noviembre de 2022). Manual. Obtenido de Blender: https://docs.blender.org/manual/es/dev/getting_started/about/introduction.html
- [13] Unity. (11 de 04 de 2019). Construyendo un NavMesh. Obtenido de UnityDocumentation: <https://docs.unity3d.com/es/2019.4/Manual/nav-BuildingNavMesh.html>
- [14] Firebase. (26 de 05 de 2016). Pricing. Obtenido de Firebase: <https://firebase.google.com/pricing>
- [15] Firebase. (03 de 10 de 2017). Firestore. Obtenido de Firebase: <https://firebase.google.com/docs/firestore>
- [16] IBM. (16 de 05 de 2022). ¿Qué es la prueba de software? Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/software-testing>
- [17] Turrado, J. (11 de 03 de 2020). Qué son las pruebas de software. Obtenido de CampusMVP.es: <https://www.campusmvp.es/recursos/post/que-son-las-pruebas-de-software.aspx>