



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**Análisis de rutas óptimas para mejorar la movilidad de ingreso en el
campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas, mediante el uso de
realidad aumentada y análisis de redes.**

Autor: Chávez Quishpe Lenin Rubén

Director de carrera:
Ing. Alexander Robayo MSc.

Director del proyecto:
Ing. Oswaldo Padilla. PhD.

Docente Evaluador:
Ing. Ginella Jácome Msc.

Secretaria Académica:
Abg. Michelle Benavides

ESQUEMA DE LA PRESENTACIÓN:

1. Introducción
2. Planteamiento del Problema
3. Descripción del área de estudio
4. Objetivos
5. Fundamentos teóricos
6. Metodología
7. Resultados
8. Conclusiones
9. Recomendaciones

1. Introducción



Campus inteligentes o smart campus.
Solucion GIS .



Desarrollo de aplicaciones.

metodología para facilitar una mejor experiencia
de visitantes al campus de la Universidad del
Azuay, sin necesidad de un punto de información.

Layar
Ortiz (2015)



Problema de la movilidad en
ciudades → A menor escala
presenta en los campus
universitarios.



Cambio identidad visual.
Cambio de dependencias.
Distancias extensas de un lugar a otro.

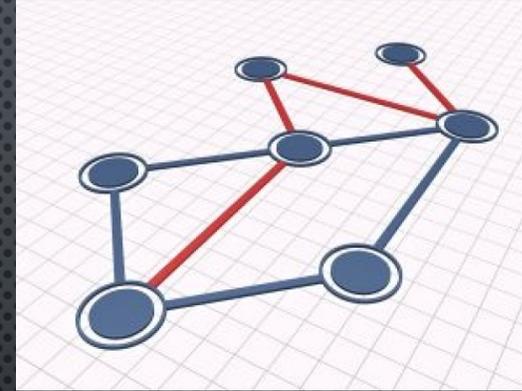
2. Planteamiento del Problema



Existe información
Web
Mapas
no cubre necesidades
reales insitu en el campus.



Información difusa.
Rutas extensas.
Pérdida de tiempo.

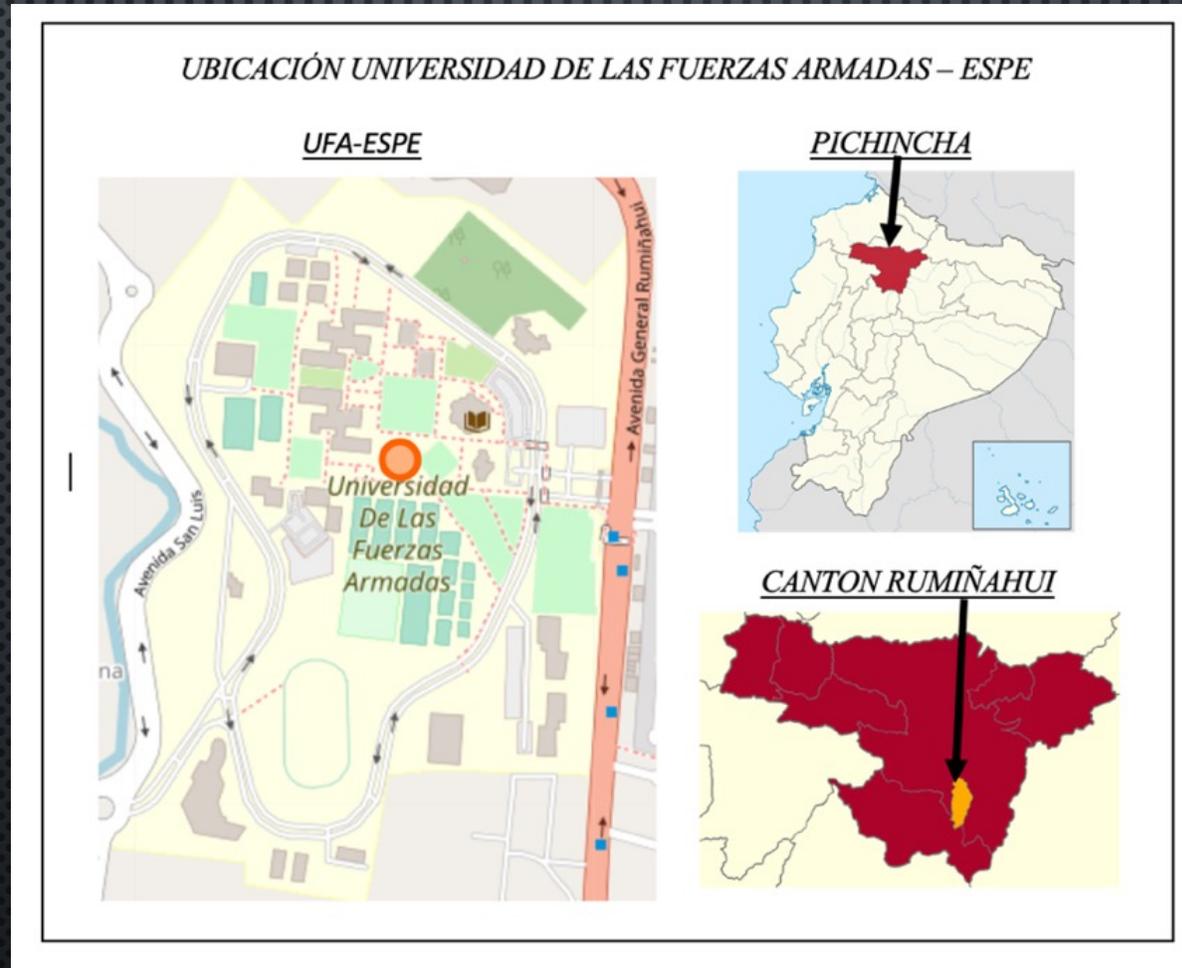


Análisis redes.
Ruta óptima.



74% población usa Android
Plataforma Unity.
Implementación RA.

3. Descripción del área de estudio



Fuente: (OSM, 2017)

4. Objetivos

Objetivo General

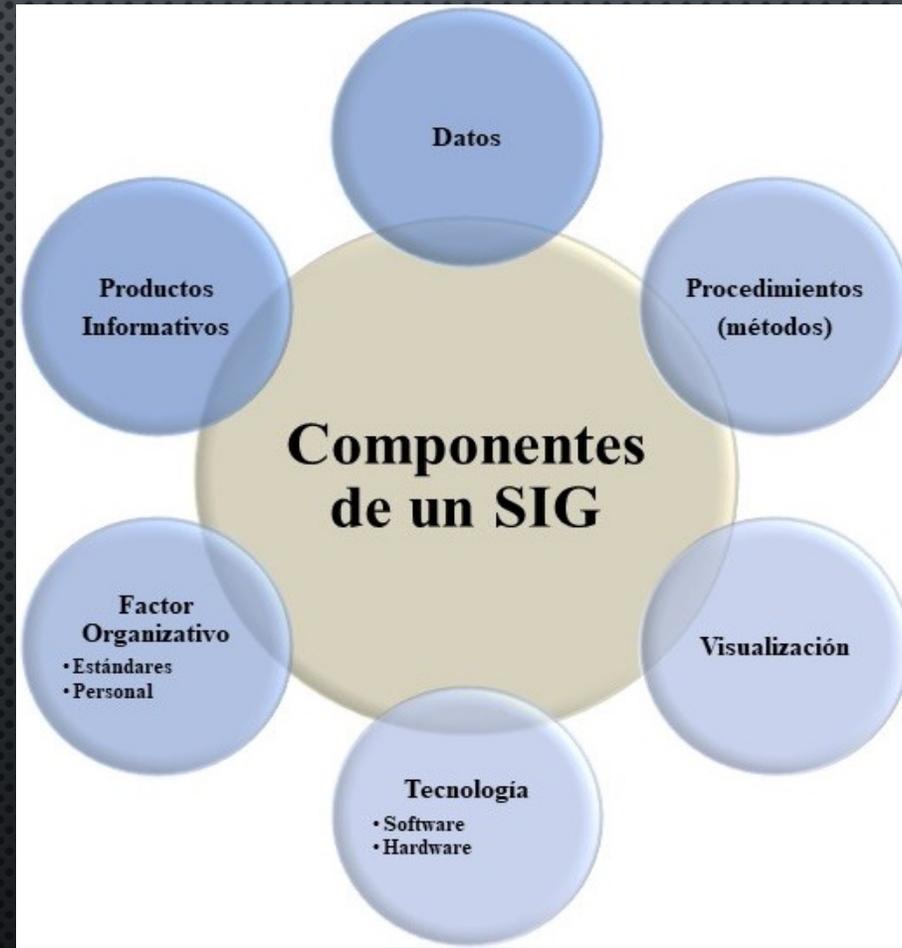
Analizar rutas óptimas en el campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, mediante el uso de realidad aumentada y análisis de redes, para mejorar la movilidad y el tiempo de desplazamiento de los visitantes al localizar áreas de su interés o puntos de destino, cuando ingresen en el campus universitario.

Objetivo Específicos

- Identificar los lugares de interés, puntos de partida y puntos de llegada, desde el ingreso de la universidad a distintos lugares o áreas de interés, para georreferenciarlos.
- Recopilar información del estado y distribución de rutas para elaborar una red de circulación peatonal.
- Estructurar todas las rutas óptimas posibles desde el punto de partida a todos los puntos de llegada o lugares de interés, mediante el método de análisis de redes.
- Desarrollar haciendo uso de la realidad aumentada y con la ayuda del software Unity 3D un aplicativo móvil compatible con Android que permita brindar información en tiempo real a los visitantes, para la óptima movilidad en el campus de una manera más interactiva.
- Evaluar la funcionalidad de la aplicación generada por medio de una validación con pruebas piloto, haciendo uso de la aplicación con diferentes usuarios, para determinar su eficiencia y recolecta de datos para posibles mejoras a futuro.

5. Fundamentos teóricos

Sistemas de Información Geográficos



5. Fundamentos teóricos

Análisis de Redes

Basa en el estudio de la distancia, la accesibilidad y la interacción espacial por medio del análisis y tratamiento de los desplazamientos

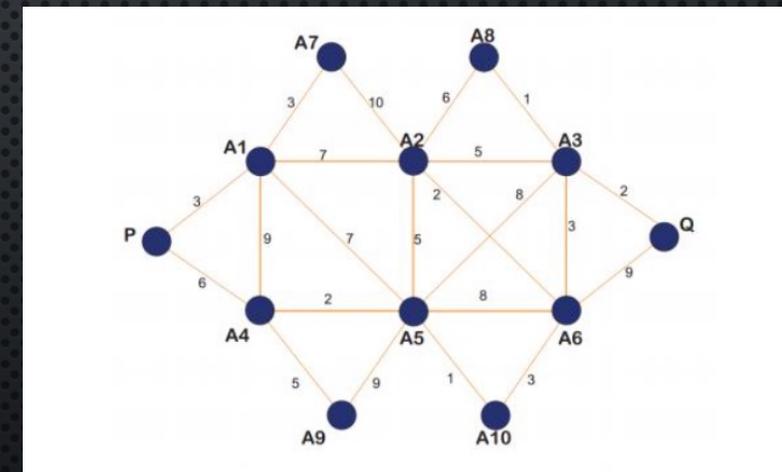
Algoritmos de búsqueda de camino más cortó

hallar entre un nodo inicial y otro final, la ruta óptima

Algoritmo de Dijkstra

1959 por Edsger Dijkstra.
"algoritmo de caminos mínimos"
métodos más utilizados.
Solución la ruta que tenga el menor coste posible.

Grafo



5. Fundamentos teóricos

Puntos de Interés



Ubicación específica útil o interesante

5. Fundamentos teóricos

La Realidad Aumentada



Realidad aumentada de Geolocalización

Consiste en decir que la realidad aumentada es una tecnología que permite añadir información virtual sobre el mundo real

5. Fundamentos teóricos

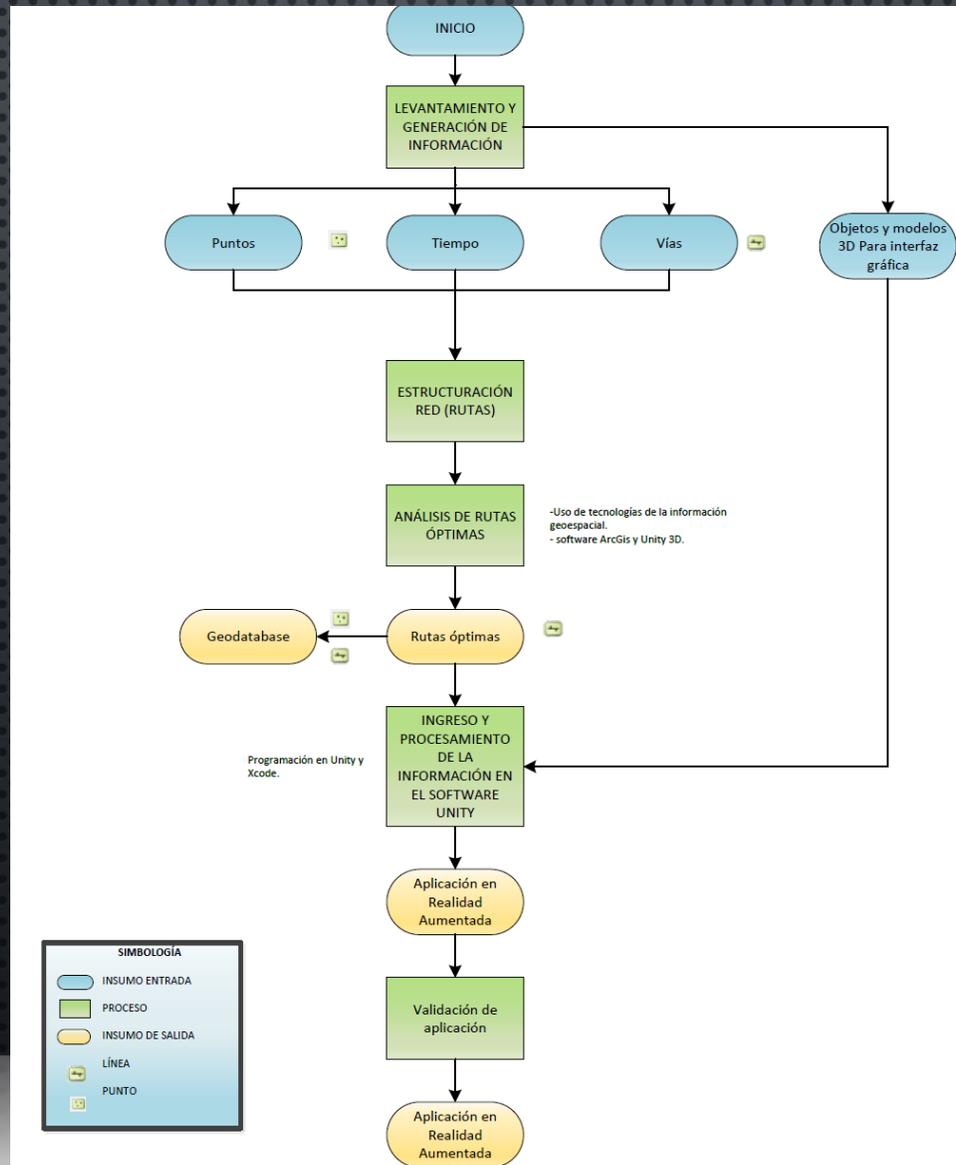
Software Unity 3D



Desarrollar aplicaciones.
Gratuita y profesional, cada cual, con sus
ventajas y limitantes.

6. Metodología

Descripción de la metodología



6. Metodología

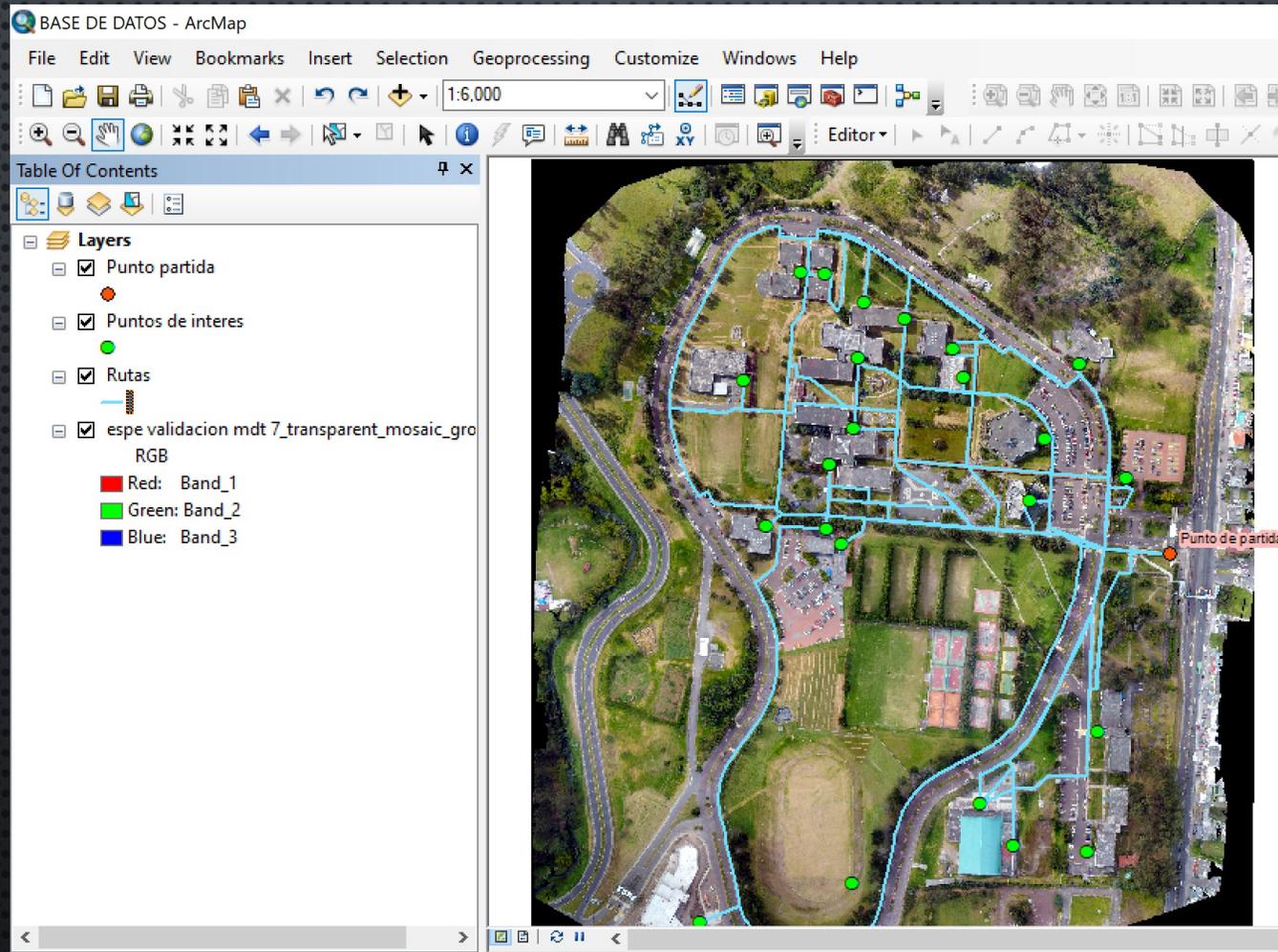
Generación y almacenamiento de la información geográfica



Puntos de interés	E	N
Policlínico	784597,3206	9965343,388
Parqueadero público	784646,9301	9965223,135
Biblioteca	784561,3372	9965264,278
Edificio Administrativo	784546,1237	9965199,852
Gimnasio	784528,132	9964834,832
Coliseo	784494,0006	9964879,017
Comedor	784606,3165	9964827,423
Residencia	784617,3496	9964954,45
Estadio	784358,6131	9964794,985
Centro de Investigación	784198,4076	9964753,909
Edificio Central (Bloque A, B)	784335,1577	9965237,449
Bloque C, D, H, G	784364,844	9965349,791
Edificio Central	784465,3065	9965359,845
Laboratorio Civil	784476,1809	9965329,937
Salón 2000	784346,7597	9965152,56
Bar y Comedor	784330,554	9965169,758
Laboratorio Geográfica	784267,3846	9965172,073
Laboratorio Mecánica	784243,6779	9965326,749
Laboratorio Medio Ambiental	784329,9322	9965438,668
Laboratorio Electrónica	784305,0613	9965441,102
Postgrados	784371,366	9965408,809
Instituto de Lenguas	784359,8566	9965276,253
Laboratorio SIMULAB	784359,8566	9965276,253
ESPE Innovativa E. P	784414,6233	9965391,791
Punto Partida	E	N
Punto de partida	784692,7560	9965141,4473

6. Metodología

Generación y almacenamiento de la información geográfica



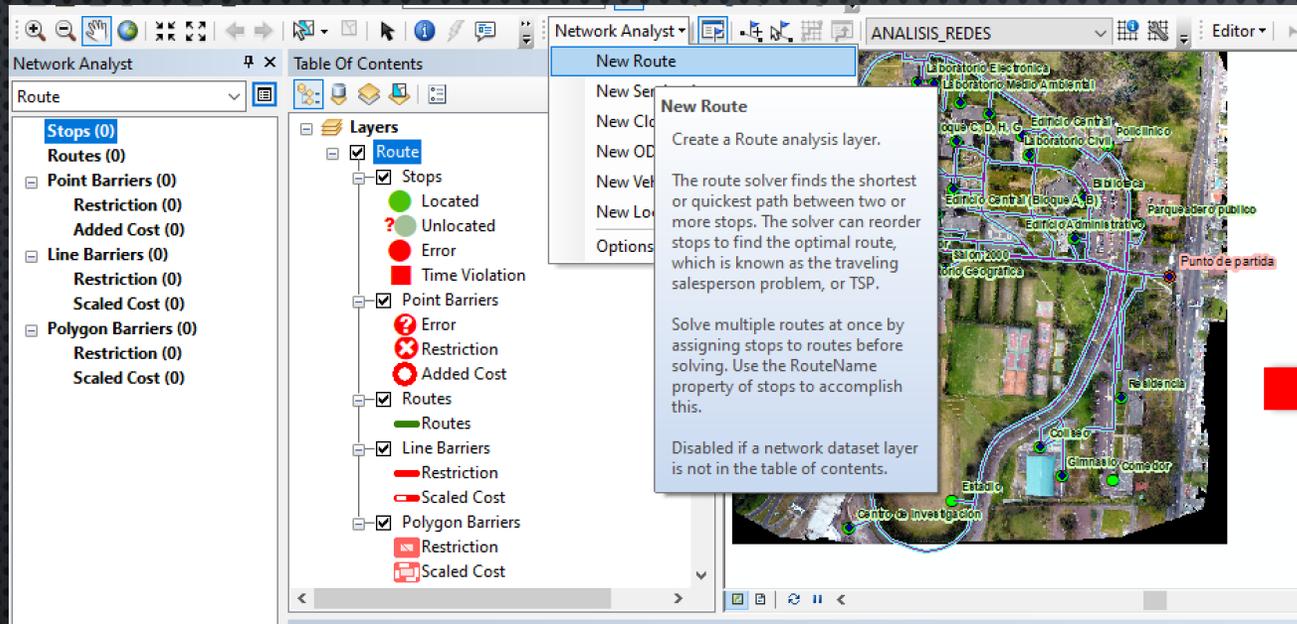
Digitalización en el ortofotomosiaco de las posibles rutas del punto de partida hacia los puntos de interés.

6. Metodología

Análisis de redes y cálculo de rutas óptimas

ArcGIS Network Analyst extension en el software ArcGis 10.8

Ruta óptima del punto de partida hacia el edificio central.



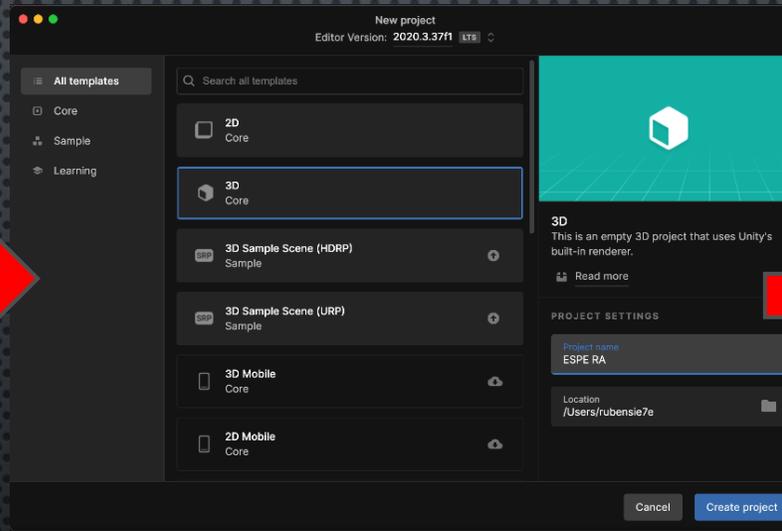
6. Metodología

Desarrollo de la aplicación

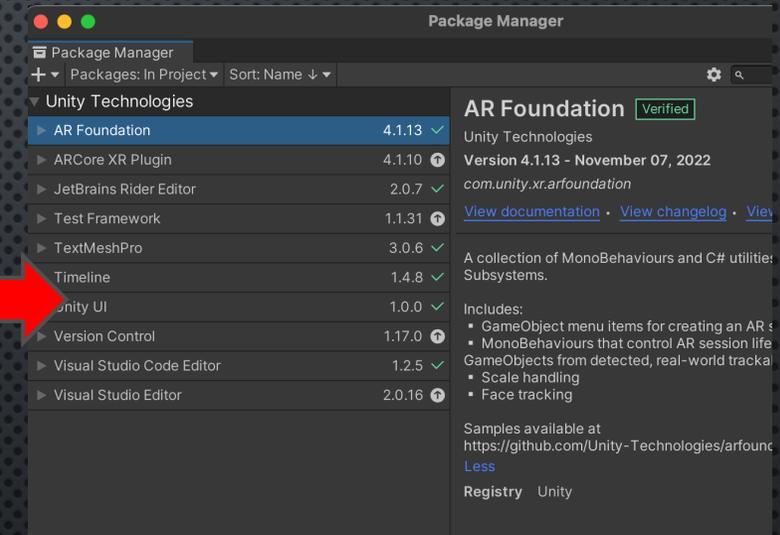
licencias disponibles en Unity 3D

Licencia Unity	Precio	Condiciones de Plan
Personal	Gratis	Ingresos por debajo de 100000\$ anuales
Plus	399\$/año	Ingresos por debajo de 200000\$ anuales
Pro	2040\$/año	Ingresos por arriba de 200000\$ anuales
Enterprise	Contactar	Contactar

Creación del proyecto.



Paquetes de extensiones.



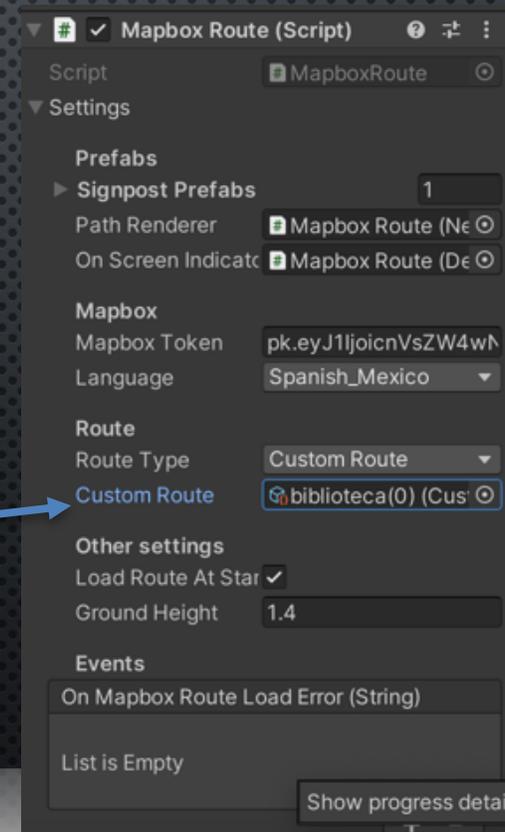
Desarrollo de la aplicación

Programación y descripción de scripts para poder integrar nuestras rutas óptimas en una escena de realidad aumentada

Uso del script "MapboxRoute"
programación para archivos de rutas optimas o Custom Route (rutas personalizadas)

```
MapboxRoute.cs
WorldBuilderApplicationControll
MainMenu.cs

MapboxRoute > RouteType > Ninguna selección
1 using UnityEngine;
2 using UnityEngine.Events;
3 using System;
4 using System.Collections.Generic;
5
6
7 namespace ARLocation.MapboxRoutes
8 {
9     public class MapboxRoute : MonoBehaviour
10    {
11        // ===== //
12        // Clases publicas. Se añade un casillero para Custom Route o Ruta personalizada, en este caso
13        // en este caso nuestras rutas óptimas
14        // ===== //
15
16        [Serializable]
17        public class MapboxRouteLoadErrorEvent : UnityEvent<string> { }
18
19        public enum RouteType
20        {
21            Mapbox,
22            CustomRoute,
23        }
24
25        [Serializable]
26        public class RouteSettings
27        {
28            public RouteType RouteType;
29
30            [Tooltip("The route's starting point.")]
31            public RouteWaypoint From;
32
33            [Tooltip("The route's end point.")]
34            public RouteWaypoint To = new RouteWaypoint { Type = RouteWaypointType.Query };
35        }
36    }
37 }
```



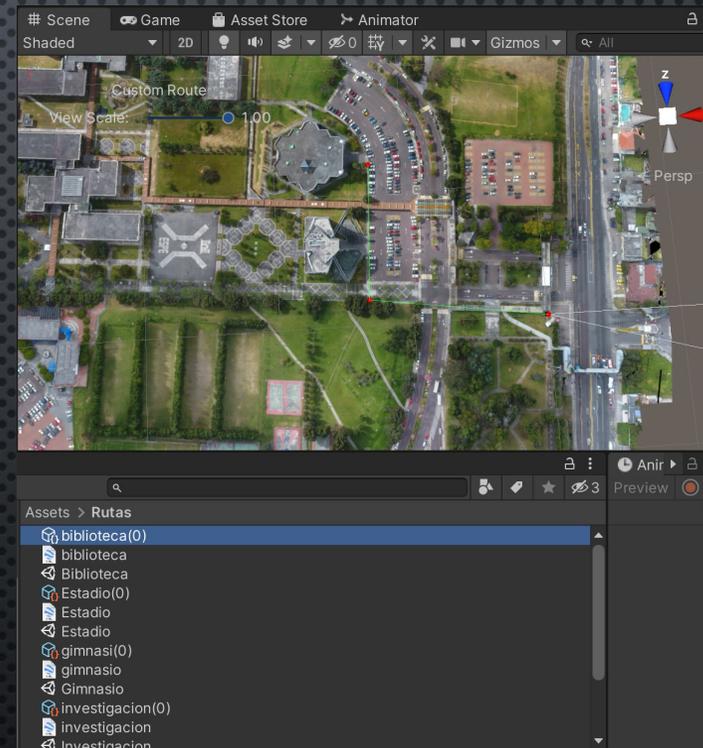
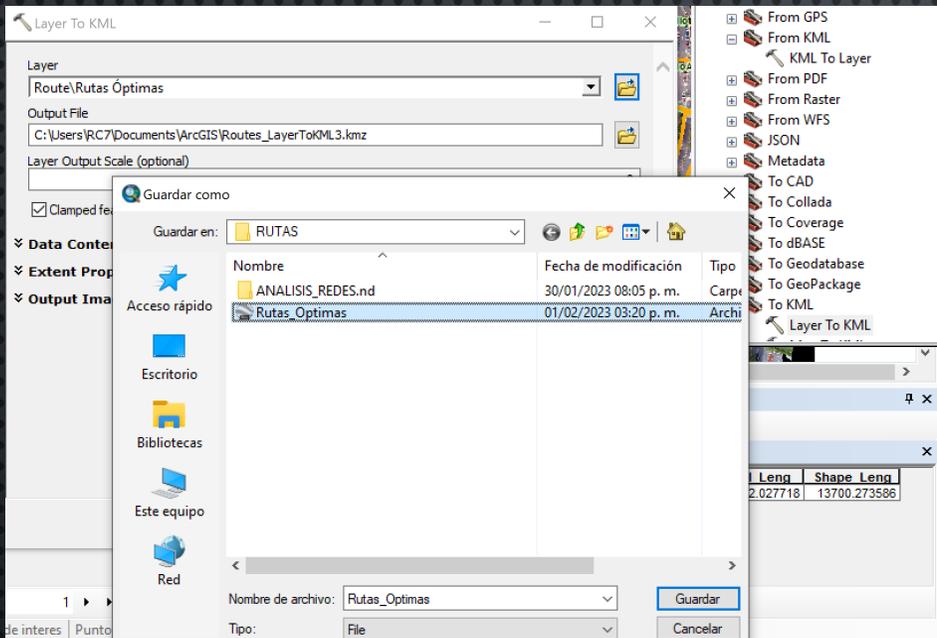
Opción a poner detalles de direcciones en los nodos o en cada cambio de dirección de la ruta óptima.

6. Metodología

Desarrollo de la aplicación

Importación de las rutas óptimas obtenidas a el software Unity 3D

Generación de archivo KLM de rutas óptimas



6. Metodología

Desarrollo de la aplicación

Interfaz gráfica para el menú de la aplicación y visualización de la realidad aumentada



DEPARTAMENTOS AUTORIDADES

DEPARTAMENTOS

AUTORIDADES



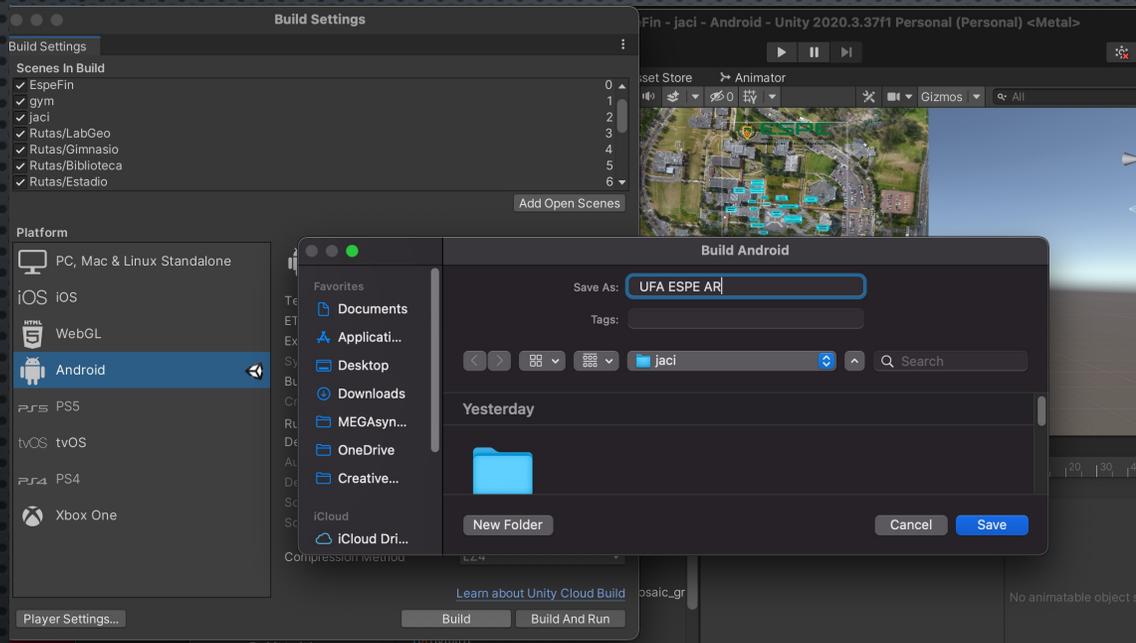
Modelos (.obj)



6. Metodología

Desarrollo de la aplicación

Compilación de la aplicación para la plataforma Android.



Validación de la aplicación

Cálculo de tiempos de usuarios al usar la Aplicación

- Ruta 1: Ingreso de la Universidad hacia el bloque central.
- Ruta 2: Ingreso de la Universidad hacia la biblioteca.
- Ruta 3: Ingreso de la Universidad hacia el centro de investigación.
- Ruta 4: Ingreso de la Universidad hacia el laboratorio de geográfica.

6. Metodología

Validación de la aplicación

Usuarios	Bloque Central (hh:mm:ss)			Biblioteca (hh:mm:ss)			Centro de Investigación (hh:mm:ss)			Laboratorio Geográfica (hh:mm:ss)		
	Sin ruta optima y sin App	Con rutas optimas en la App	Usuario usando la App	Sin ruta optima y sin App	Con rutas optimas en la App	Usuario usando la App	Sin ruta optima y sin App	Con rutas optimas en la App	Usuario usando la App	Sin ruta optima y sin App	Con rutas optimas en la App	Usuario usando la App
1	00:06:42	00:05:58	00:05:47	00:03:44	00:03:31	00:03:27	00:13:37	00:11:52	00:11:30	00:07:27	00:06:30	00:06:21
2	00:06:42	00:05:58	00:06:07	00:03:44	00:03:31	00:03:40	00:13:37	00:11:52	00:11:45	00:07:27	00:06:30	00:06:18
3	00:06:42	00:05:58	00:05:39	00:03:44	00:03:31	00:03:31	00:13:37	00:11:52	00:11:58	00:07:27	00:06:30	00:06:27
4	00:06:42	00:05:58	00:05:52	00:03:44	00:03:31	00:03:25	00:13:37	00:11:52	00:12:03	00:07:27	00:06:30	00:06:39
5	00:06:42	00:05:58	00:05:42	00:03:44	00:03:31	00:03:28	00:13:37	00:11:52	00:11:48	00:07:27	00:06:30	00:06:42
6	00:06:42	00:05:58	00:05:45	00:03:44	00:03:31	00:03:21	00:13:37	00:11:52	00:11:59	00:07:27	00:06:30	00:06:24
7	00:06:42	00:05:58	00:05:55	00:03:44	00:03:31	00:03:41	00:13:37	00:11:52	00:11:32	00:07:27	00:06:30	00:06:22
8	00:06:42	00:05:58	00:05:52	00:03:44	00:03:31	00:03:29	00:13:37	00:11:52	00:11:42	00:07:27	00:06:30	00:06:26
9	00:06:42	00:05:58	00:05:41	00:03:44	00:03:31	00:03:27	00:13:37	00:11:52	00:11:27	00:07:27	00:06:30	00:06:45
10	00:06:42	00:05:58	00:05:59	00:03:44	00:03:31	00:03:30	00:13:37	00:11:52	00:12:07	00:07:27	00:06:30	00:06:31
Tiempo promedio	00:06:42	00:05:58	00:05:50	00:03:44	00:03:31	00:03:30	00:13:37	00:11:52	00:11:47	00:07:27	00:06:30	00:06:29

7. Resultados

Generación de información geográfica

24

Puntos de Interés Edificaciones	E	N
Policlínico	784597.3206	9965343.388
Parqueadero público	784646.9301	9965223.135
Biblioteca	784561.3372	9965264.278
Edificio Administrativo	784546.1237	9965199.852
Gimnasio	784528.132	9964834.832
Coliseo	784494.0006	9964879.017
Comedor	784606.3165	9964827.423
Residencia	784617.3496	9964954.45
Estadio	784358.6131	9964794.985
Centro de Investigación	784198.4076	9964753.909
Edificio Central (Bloque A, B)	784335.1577	9965237.449
Bloque C, D, H, G	784364.844	9965349.791
Edificio Central	784465.3065	9965359.845
Laboratorio Civil	784476.1809	9965329.937
Salón 2000	784346.7597	9965152.56
Bar y Comedor	784330.554	9965169.758
Laboratorio Geográfica	784267.3846	9965172.073
Laboratorio Mecánica	784243.6779	9965326.749
Laboratorio Medio Ambiental	784329.9322	9965438.668
Laboratorio Electrónica	784305.0613	9965441.102
Postgrados	784371.366	9965408.809
Instituto de Lenguas	784359.8566	9965276.253
Laboratorio SIMULAB	784359.8566	9965276.253
ESPE Innovativa E. P	784414.6233	9965391.791

9

Puntos de Interés Departamentos	E	N
Ciencias de la Tierra y la Construcción.	784335.1577	9965237.449
Ciencias Exactas	784335.1577	9965237.449
Ciencias de la Computación	784364.844	9965349.791
Ciencias de Energía y Mecánica	784243.6779	9965326.749
Ciencias Económicas y Administrativas	784364.844	9965349.791
Ciencias Humanas y Sociales	784364.844	9965349.791
Seguridad y Defensa	784494.0006	9964879.017
Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones	784305.0613	9965441.102
Ciencias Médicas	784359.8566	9965276.253

5

Puntos de Interés Autoridades	E	N
Rector Victor Villavicencio A Ph. D. CRNL de CSM	784546.1237	9965199.852
Vicerrector Académico General Patricio Molina S Ph.D. CRNL de CSM	784546.1237	9965199.852
Vicerrector Administrativo Jorge Acosta H Mgs. TCRN de EM	784546.1237	9965199.852
Vicerrector de Docencia Edison Haro A, PhD. TCRN. de IGSM	784546.1237	9965199.852
Vicerrector de Investigación Innovación y Transferencia de Tecnología Cpcb. Rolando Patricio Reyes Chicango, PhD. TCRN. de IG	784546.1237	9965199.852

1

Punto Partida	E	N
Entrada principal ESPE	784692.7560	9965141.4473

7. Resultados

Análisis de redes y cálculo de rutas óptimas

Mapa de Rutas Óptimas



LEYENDA

-  Punto partida
-  Puntos de interés
-  Rutas
-  Ruta Óptima

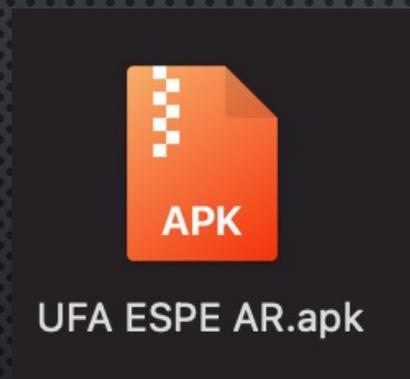
1:5,000

127 posibles rutas hacia los puntos de interés.
24 rutas óptimas.

7. Resultados

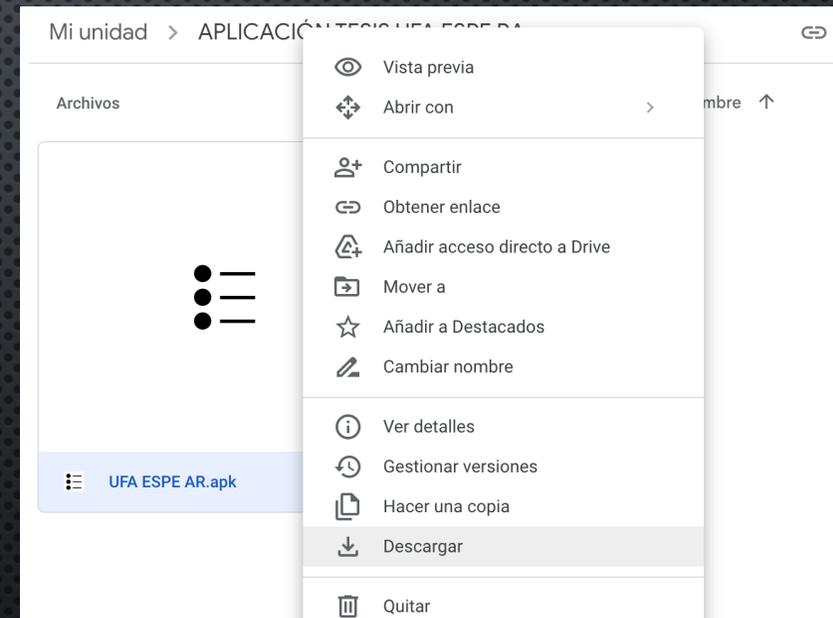
Aplicación generada para la plataforma Android y link de descarga

APK de Aplicación "UFA ESPE AR"



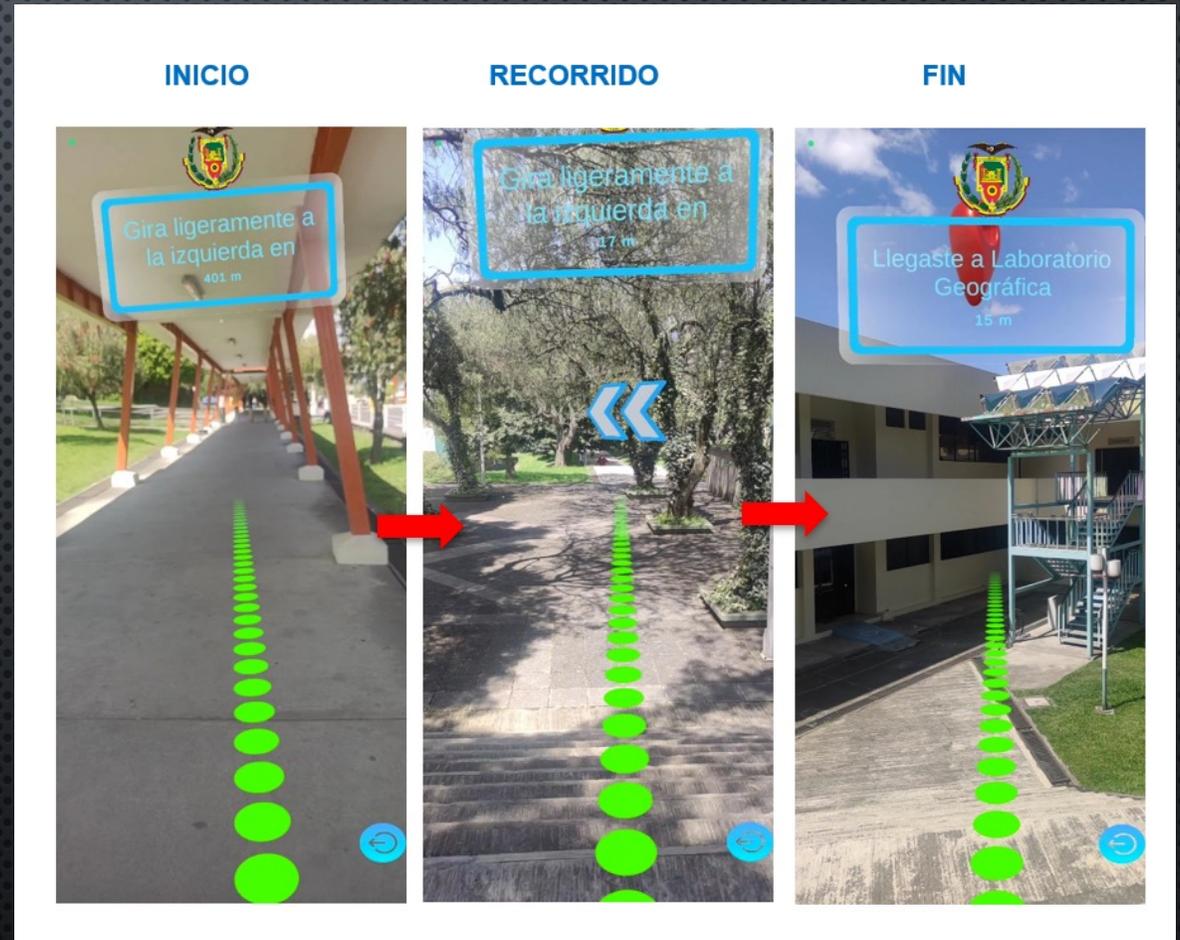
Link descarga de aplicación "UFA ESPE.apk"

https://drive.google.com/file/d/17CWxbxb4LO9q5zHOnimITVNaAo0-gtV-/view?usp=share_link



7. Resultados

Aplicación "UFA ESPE AR" en funcionamiento



7. Resultados

Video Aplicación “UFA ESPE
AR” en funcionamiento



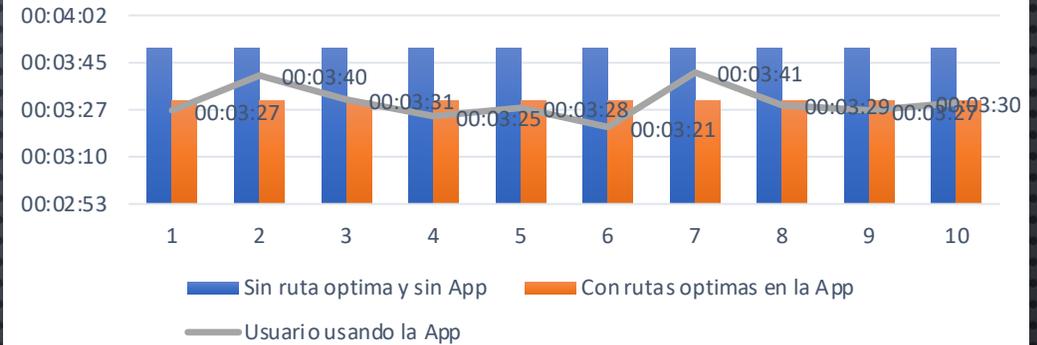
7. Resultados

Validación de aplicación

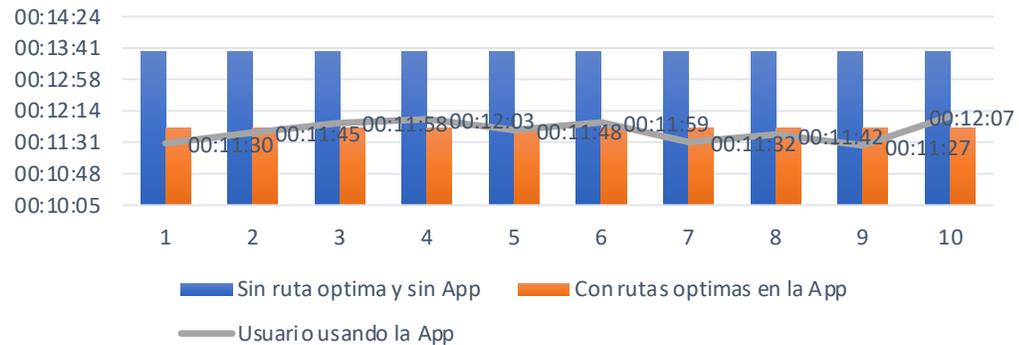
Bloque Central (hh:mm:ss)



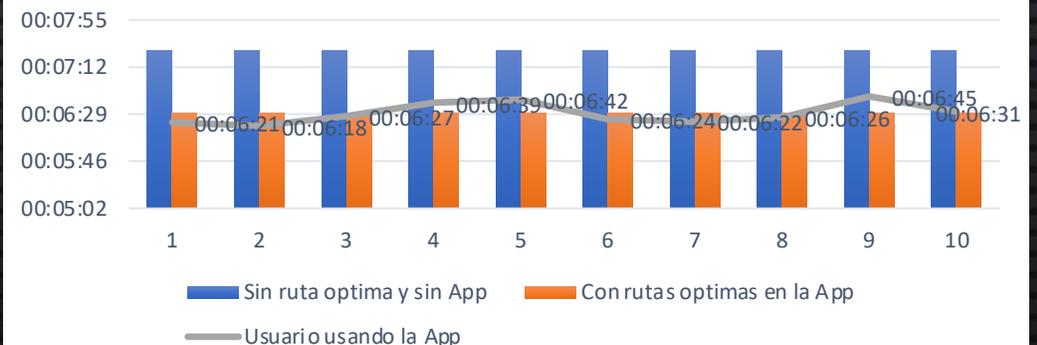
Biblioteca (hh:mm:ss)



Centro de Investigación (hh:mm:ss)

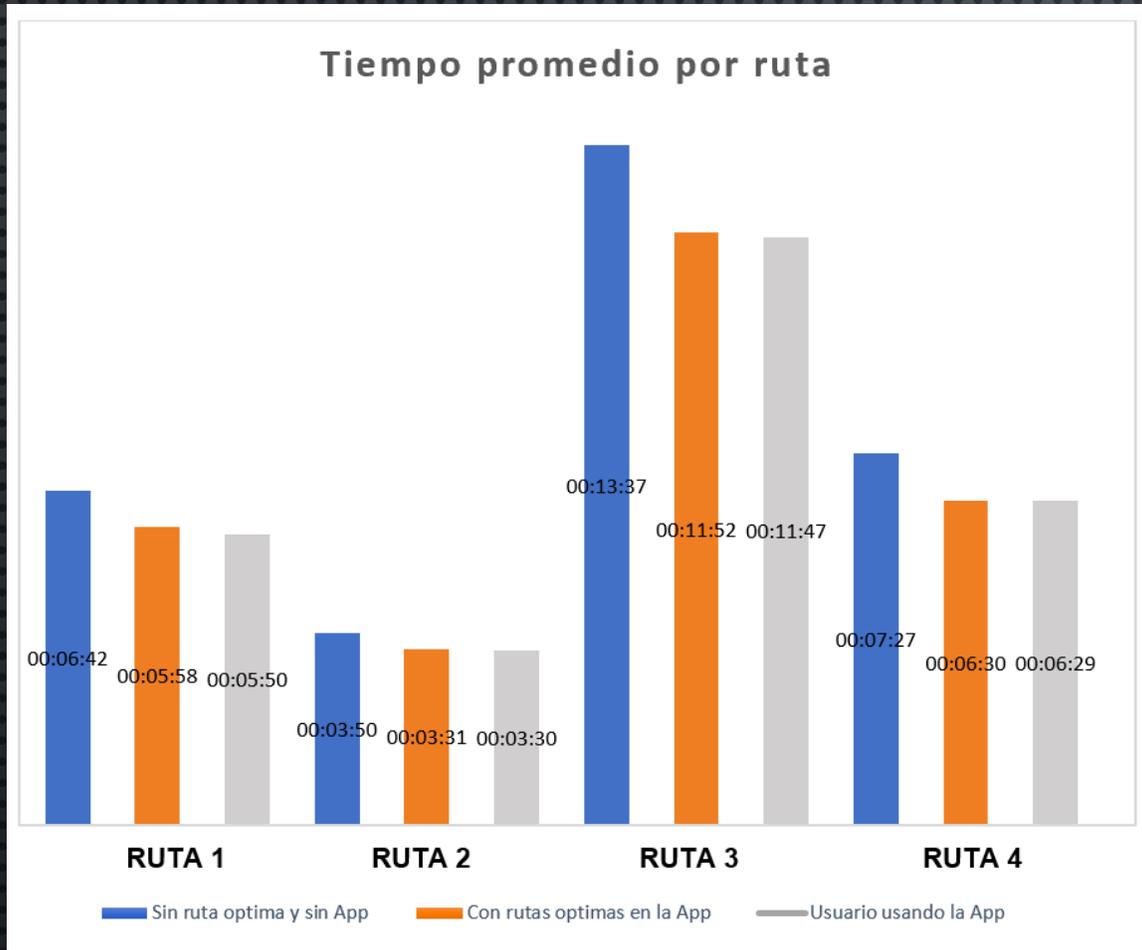


Laboratorio Geográfica (hh:mm:ss)



7. Resultados

Validación de aplicación



Porcentaje de eficiencia

Para el cálculo de eficiencia de la aplicación se basó en dos promedios los cuales son:

1. Tiempo promedio de calculado por la aplicación.
2. Tiempo promedio que cuando un usuario usa la aplicación.

Ruta	Tiempo promedio 1	Tiempo promedio 2	Tiempo de eficiencia	Porcentaje eficiencia
Ruta 1	00:05:58	00:05:50	00:00:08	2.26%
Ruta 2	00:03:31	00:03:30	00:00:01	0.52%
Ruta 3	00:11:52	00:11:47	00:00:05	0.69%
Ruta 4	00:06:30	00:06:29	00:00:01	0.26%

8. Conclusiones

Se pudo obtener una base de datos con los distintos puntos de interés con un total de 24 los cuales corresponden a todas las edificaciones de la universidad y 1 punto de partida situado en la entrada principal de la universidad. También se agredo dentro de los puntos de interés de edificaciones un total de 11 departamentos y 5 autoridades que están dentro de las edificaciones..

Mediante el software ArcGIS se logró trazar todas las rutas posibles desde el punto de partida hacia los puntos de interés con un total de 127 rutas. Estas rutas fueron analizadas mediante el método de Dijkstra con la herramienta Network Analyst arrojándonos como resultado la ruta más optima desde el punto de partida hacia cada punto de interés con un total de 24 rutas optimas, considerando la distancia más corta y el menor tiempo. Así se logró generar un mapa que muestra la una red de circulación peatonal que contiene las rutas más optimas hacia un punto de interés y con el menor tiempo posible de desplazamiento a escala 1:5000

Se desarrollo la aplicación llamada "UFA ESPE AR" en el software Unity 3D la cual nos permitió implementar el análisis de rutas optimas en realidad aumentada dentro de ella, con el fin de mejorar la accesibilidad y movilidad de las personas al ingresar al plantel universitario. Esta aplicación ayuda al usuario a geolocalizar los puntos de interés cuando este en el ingreso de la universidad, ya que superpone una ruta con las instrucciones correspondientes en realidad aumentada haciendo uso de la cámara del teléfono.

Los datos obtenidos de la validación de la aplicación mediante pruebas en las 4 rutas seleccionadas por su nivel de importancia, arrojaron resultados con un margen de eficiencia a favor de 1 a 8 segundos. Ninguna prueba supero el tiempo desplazamiento calculado por la aplicación, es decir cuando un usuario hace el uso de la aplicación llega más rápido a un lugar de interés que el tiempo calculado en la aplicación a una velocidad promedio de caminata. En conclusión, la aplicación generada logra ayudar al usuario a desplazarse hacia un punto de interés sin la necesidad de pedir información al alguien, por la mejor ruta y en el menor tiempo posible.

9. Recomendaciones

Se recomienda en lo posible andar por lugares abiertos ya que la aplicación hace uso del GPS y si está en espacios cerrado es posible que se genere un gran error en la ruta con errores de precisión de más de 10 metros.

Para que la aplicación funcione de manera correcta se recomienda usar dispositivos Android con una versión 7.0 en adelante ya que las versiones anteriores no tienen la implementación para el uso de la realidad aumentada.

Al momento de hacer uso del aplicativo se recomienda no girar el teléfono en forma horizontal debido a problemas con el acelerómetro y falle la orientación del dispositivo, la ruta se vera afectada.

Se recomienda realizar un estudio similar que contenga rutas en interiores de las edificaciones, ya que por el uso del el GPS en lugares cerrados no es posible.

En el caso de uso de este proyecto se recomienda realizar el mismo aplicativo para la plataforma IOS, ya que en este proyecto se enfoco para un aplicativo Android ya que en la gran mayoría posee uno, por su asequible precio.



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**Análisis de rutas óptimas para mejorar la movilidad de ingreso en el
campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas, mediante el uso de
realidad aumentada y análisis de redes.**

Autor: Chávez Quishpe Lenin Rubén

Director de carrera:
Ing. Alexander Robayo MSc.

Director del proyecto:
Ing. Oswaldo Padilla. PhD.

Docente Evaluador:
Ing. Ginella Jácome Msc.

Secretaria Académica:
Abg. Michelle Benavides