



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN REDES
Y COMUNICACIÓN DE DATOS

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA EN REDES Y
COMUNICACIÓN DE DATOS

TEMA: DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA
DISPOSITIVOS ANDROID QUE PERMITAN DETERMINAR
LOS SITIOS SEGUROS MEDIANTE
GEORREFERENCIACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA EN EL
CAMPUS SANGOLQUI EN EL CASO DE UN EVENTUAL
PROCESO ERUPTIVO DEL VOLCÁN COTOPAXI

AUTORES: GONZALEZ LANDETA CHRISTIAN FERNANDO
POZO MORENO DIEGO FABRICIO

DIRECTOR: ING. AGUILAR DARWIN MSc

SANGOLQUÍ

2016



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN
REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS

CERTIFICACIÓN

Certificó que el trabajo de titulación, “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID QUE PERMITAN DETERMINAR LOS SITIOS SEGUROS MEDIANTE GEORREFERENCIACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA EN EL CAMPUS SANGOLQUI EN EL CASO DE UN EVENTUAL PRO-CESO ERUPTIVO DEL VOLCÁN COTOPAXI”, realizado por los Srs. CHRISTIAN FERNANDO GONZÁLEZ LANDETA Y DIEGO FABRICIO POZO MORENO, ha sido revisado en su totalidad y analizado en el Software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los Srs. CHRISTIAN FERNANDO GONZÁLEZ LANDETA Y DIEGO FABRICIO POZO MORENO para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 13 de Junio del 2016.



Ing. Darwin Aguilar MSc.
DIRECTOR.



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN
REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, CHRISTIAN FERNANDO GONZÁLEZ LANDETA, con cédula de identidad # 1712056892 y DIEGO FABRICIO POZO MORENO con cédula de identidad # 1721253019, declaro que este trabajo de titulación “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID QUE PERMITAN DETERMINAR LOS SITIOS SEGUROS MEDIANTE GEORREFERENCIACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA EN EL CAMPUS SANGOLQUI EN EL CASO DE UN EVENTUAL PROCESO ERUPTIVO DEL VOLCÁN COTOPAXI”, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaramos que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 13 de Junio del 2016.

Christian Fernando González Landeta.

C.C. 1712056892

Diego Fabricio Pozo Moreno.

C.C. 1721253019



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN
REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS

AUTORIZACIÓN

Nosotros, CHRISTIAN FERNANDO GONZÁLEZ LANDETA y DIEGO FABRICIO POZO MORENO, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE publicar en la biblioteca virtual de la Institución el presente trabajo de titulación “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID QUE PERMITAN DETERMINAR LOS SITIOS SEGUROS MEDIANTE GEORREFERENCIACIÓN Y REALIDAD AUMENTADA EN EL CAMPUS SANGOLQUI EN EL CASO DE UN EVENTUAL PROCESO ERUPTIVO DEL VOLCÁN COTOPAXI”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 13 de Junio del 2016.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'CHRISTIAN G', is written over a horizontal line.

Christian Fernando González Landeta.

C.C. 1712056892

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diego', is written over a horizontal line.

Diego Fabricio Pozo Moreno.
C.C.1721253019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi cariño a mis padres Patricio Pozo y Fabiola Moreno por todo su amor y apoyo incondicional durante toda mi vida, quienes dieron todo su esfuerzo para que yo pueda cumplir mis objetivos, por su ejemplo de superación y dedicación, ya que esta fue mi inspiración para no darme por vencido frente a las adversidades a las cuales me enfrenté durante todo este tiempo.

A mis hermanos Johanna Pozo y Andrés Pozo así también a mi sobrina Valentina Báez por su cariño, por sus consejos para ser siempre una mejor persona, por apoyarme incondicionalmente sin importar todas las malas noches que tuvieron que pasar para que yo pudiera cumplir con mis obligaciones universitarias.

Diego Fabricio Pozo Moreno

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Tesis primeramente a Dios por haberme dado la vida y fuerzas para continuar en este camino, segundo a mi madre que desde el cielo está viendo y velando por mi bien y que gracias a ella logre sobrepasar cualquier adversidad que en el transcurso de la vida me ha tocado caminar, por ultimo a mi hermano Nestor, mi tío Jorge y mi futura esposa Normy por ser las personas que nunca me han dejado solo y no me han fallado a pesar de todas las cosas a los cuales amo y siempre amare toda mi vida.

Christian Fernando González Landeta

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a todas las personas que aportaron de alguna u otra forma para lograr este objetivo, principalmente a mis padres y hermanos por todo el apoyo que me han brindado durante toda mi vida.

A mis abuelitos Rafael, Fabiola y Teresa por enseñarme a ser una mejor persona inculcándome sus buenos valores.

A mi novia Jenniffer Bernal por brindarme su amor, cariño y comprensión durante todo este tiempo, por creer en mí, aunque hemos tenido momentos difíciles siempre ha estado brindándome su apoyo.

A mi amigo y compañero de tesis Christian González con quien compartimos buenos y malos momentos durante nuestra vida universitaria pero siempre estuvimos apoyán-donos el uno al otro hasta lograr nuestro objetivo. A mi director de tesis el Ing. Darwin Aguilar por guiarnos al realizar este proyecto de tesis, por sus sabios consejos y so-bretodo por su amistad.

Por ultimo a mis amigos Miguel, Ricardo, Andrés, Patricio, Bryan, Vinicio, Cristina, Normy, Diego, Leonardo, Evelyn, Roberto, Jaira, Carlos, Sandy, Carolina, Francisco y Henry por su apoyo y amistad incondicional en los buenos y malos momentos.

Diego Fabricio Pozo Moreno

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi mami Cecy y padre Fernando por inculcarme y enseñarme los mejores principios y morales para desempeñarme en la vida como una buena persona y profesional.

A mis tíos Jorge, Néstor, Ximena y Silvia por haberme ayudado y encaminado para culminar esta carrera que tanto sacrificio me ha costado, a mi hermano Néstor y mi sobrina Lia que han sido personas incondicionales en todo momento y siempre han estado predispuesto en ayudarme y en los momentos de flaqueza han sabido levantarme el ánimo y darme fuerzas para continuar.

A mi futura Esposa Normy porque desde que la conocí hasta el día de hoy ha sido la persona más importante en mi vida, que ha servido de apoyo y motivación mientras cursábamos los semestres juntos en la Universidad.

A mi familia en general porque cada uno de ellos puso un granito de arena para que logre este objetivo tan importante en mi vida, y que se sientan orgullosos de lo que lograron conmigo.

A mi amigo de tesis Diego Pozo porque junto a el hemos pasado tantas historias y aventuras juntos de las cuales siempre hemos sobresalido por la amistad que tenemos. A mis amigos Ricardo, Andres, Miguel, David, Adrian, Naty, Ale, Diana, Viny, Fer, Pato, Vane, Diego, Paul, Daniel, Ricardo, Pablo, Alex, Cesar, Roberto, Rahira, Dann por su amistad sincera e incondicional.

Y por último a mi director de tesis Ing. Darwin Aguilar porque aparte de ser una guía termino siendo un amigo sincero en el cual puedo contar para cualquier consejo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación e Importancia	2
1.3 Alcance	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 General	4
1.4.2 Específicos	4
2 ESTADO DEL ARTE	6

	x
2.1 Realidad Aumentada	6
2.1.1 ¿Cómo funciona la Realidad Aumentada?	6
2.1.2 Áreas de aplicación de la realidad aumentada	8
2.2 La Georreferenciación	9
2.3 Fundamentación	10
2.3.1 Aspectos Generales	10
2.3.2 Lenguaje de programación C#	13
2.3.3 Xcode (IDE)	14
2.3.4 iOS SDK	14
2.3.5 Unity (Game Engine)	16
2.3.6 Vuforia SDK	16
2.4 Adelantos Tecnológicos de la RA	16
2.4.1 Google Glass	16
2.4.2 Aurasma	17
2.4.3 Par Works	18
3 ANALISIS Y DISEÑO DE LA APLICACIÓN MOVIL	19
3.1 Especificación de Requerimientos	19
3.2 Especificación de escenarios	21
3.3 Diseño conceptual	21
3.3.1 Diagrama de secuencias	21
3.3.2 Diagrama de clases	23
3.3.3 Diagrama de Navegación	30
3.3.4 Diagrama de Interfaz	32
3.3.5 Arquitectura del sistema	38
4 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA DE APLICACIÓN MÓVIL	42
4.1 Unity Game Engine	42
4.1.1 Instalación	42
4.1.2 Interfaz de usuario de Unity	44

4.1.3	Importar paquetes Unity a un proyecto	45
4.2	Vuforia SDK	45
4.2.1	Instalación de Vuforia	46
4.3	Pruebas de Usuario	49
4.3.1	Pruebas de Interfaz	52
4.3.2	Pruebas de Navegación	54
4.4	Prueba de Componentes	56
4.4.1	Prueba de Desempeño	56
4.5	Manual de Usuario	59
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1	Conclusiones	66
5.2	Recomendaciones	67
	BIBLIOGRAFÍA	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Parámetros para la selección del cuadrante donde se debe ubicar el rumbo.	26
Tabla 2	Pregunta 1.	49
Tabla 3	Pregunta 2.	50
Tabla 4	Pregunta 3.	50
Tabla 5	Pregunta 4.	51
Tabla 6	Pregunta 5.	52
Tabla 7	Estado de la Interfaz de Inicio.	52
Tabla 8	Estado de la interfaz Alerta Roja.	53
Tabla 9	Estado de la interfaz Realidad Aumentada.	53
Tabla 10	Estado de la interfaz Escenarios.	54
Tabla 11	Estado de la interfaz Información.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de funcionamiento de un sistema de Realidad Aumentada típico. En b se ha girado el punto de vista que la cámara tenía en a, que a su vez hace que también el objeto virtual gire en relación al nuevo punto de vista.	7
Figura 2	Wikitude Drive: Software de Realidad Aumentada creado por la compañía Mobilizy para Smartphone que usa localización por GPS.	7
Figura 3	Recognizr: El software de la compañía TAT es capaz de reconocer caras específicas y mostrar su perfil en diferentes redes sociales. . .	8
Figura 4	Ejemplo de un marker.	8
Figura 5	Sony Xperia Z5.	10
Figura 6	Nexus S.	11
Figura 7	Samsung Galaxy S4.	11
Figura 8	Samsung Galaxy Tab 3.	12
Figura 9	Google Glass.	17
Figura 10	Metodología de Desarrollo.	19
Figura 11	Diagrama de secuencia Funcionamiento del GPS.	22
Figura 12	Diagrama de secuencia Realidad Aumentada.	22
Figura 13	Diagrama de secuencia General.	23
Figura 14	Función Calcular.	24
Figura 15	Función CalcularAngulo.	26
Figura 16	Clase Geolocalización.	27
Figura 17	Clase Fecha.	28

Figura 18 Clase Pantalla.	29
Figura 19 Clase Texto Color.	29
Figura 20 Diagrama de Clases.	30
Figura 21 Contexto de Navegación.	31
Figura 22 Interfaz de Inicio.	33
Figura 23 Interfaz Alerta Roja.	34
Figura 24 Interfaz Realidad Aumentada.	34
Figura 25 Interfaz de Escenario más Probable.	35
Figura 26 Interfaz de Información.	36
Figura 27 Interfaz de Escenario menos probable.	36
Figura 28 Interfaz de Edificio Seguro.	37
Figura 29 Interfaz de Áreas en Riesgo.	37
Figura 30 Interfaz de Rutas Recomendadas.	38
Figura 31 Página principal de Vuforia.	39
Figura 32 License Manager.	39
Figura 33 License Key.	40
Figura 34 Crear Base de Datos.	40
Figura 35 Carga de Imágenes.	41
Figura 36 Descarga Base de Datos.	41
Figura 37 Unity.	42
Figura 38 Terminos Unity.	43
Figura 39 Componentes.	43
Figura 40 Instalar.	43
Figura 41 Interfaz de Unity.	44
Figura 42 Custom Package.	45
Figura 43 Image Target.	46
Figura 44 Pagina Principal.	46
Figura 45 Tipos de SDK.	47
Figura 46 Aceptar.	48

Figura 47 Guardar el archivo.	48
Figura 48 Pregunta 1.	49
Figura 49 Pregunta 2.	49
Figura 50 Pregunta 3.	50
Figura 51 Pregunta 4.	51
Figura 52 Pregunta 5.	51
Figura 53 Giros de Navegación.	55
Figura 54 Ubicación del GPS.	56
Figura 55 Uso de Memoria.	57
Figura 56 Almacenamiento.	57
Figura 57 Consumo de Datos.	58
Figura 58 Consumo de Bateria.	59
Figura 59 Ubicación del instalador.	60
Figura 60 Pantalla de instalación.	60
Figura 61 Información de configuración para el correcto funcionamiento de la aplicación.	61
Figura 62 Activar permisos de aplicación.	61
Figura 63 Interfaz de Inicio.	62
Figura 64 Interfaz Alerta Roja.	63
Figura 65 Interfaz Realidad Aumentada.	63
Figura 66 Interfaz de Escenario más Probable.	64
Figura 67 Interfaz de Información.	64
Figura 68 Interfaz de Escenario menos probable.	65

RESUMEN

El presente proyecto es una aplicación móvil para dispositivos Android la cual permite al usuario conocer el sitio seguro mas cercano dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en caso de una eventual erupción del volcán Cotopaxi mediante el uso de la geolocalización, esta aplicación tiene un sistema de navegación el cual guía al usuario al sitio seguro mas cercano mediante efectos visuales y sonoros, de igual manera cuenta con un sistema de realidad aumentada el cual brinda al usuario información importante sobre cada uno de los sitios seguros. Presentará un menú con 2 opciones, la primera opción permite diferenciar entre dos escenarios eventos ante una posible erupción del Cotopaxi (evento más probable y evento menos probable), si es el primer evento esta opción da información sobre las rutas, caminos y vías para la evacuación hacia Quito, si es el caso de un evento menos probable indica los caminos más seguros y rápidos dentro de la universidad para dirigir en el menor tiempo posible.

PALABRAS CLAVE:

- **ANDROID**
- **GEOLOCALIZACIÓN**
- **NAVEGACIÓN**

ABSTRACT

This project is a mobile application for Android devices which allows the user to know the nearest safe place within the University of the Armed Forces - ESPE in case of an eventual eruption of Cotopaxi volcano by using geolocation, this application has a navigation system which guides users to the nearest safe place through visual and sound effects, likewise has an augmented reality system which provides the user with important information about each secure sites.

It will present a menu with two options, the first option to differentiate between two events scenarios for a possible eruption of Cotopaxi (more likely and less likely event event), if the first event this option gives information on routes, roads and avenues for evacuation to Quito, if the case of a less likely event indicates the safest and fastest within the university to run in the shortest time possible paths.

KEYWORDS:

- **ANDROID**
- **GEOLOCATION**
- **NAVIGATION**

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El Cotopaxi es un volcán de Ecuador. Ubicado en el Cantón Latacunga, en la Provincia de Cotopaxi. Con una elevación de 5.897msnm es el segundo de más altura del país y uno de los volcanes activos más altos del mundo. Está situado a 33 Km al noreste de la ciudad de Latacunga y a 50 km al sur de Quito [1]. Es considerado uno de los volcanes más peligrosos del mundo debido a la frecuencia de sus erupciones presentando cinco grandes periodos eruptivos: 1532-1534, 1742-1744, 1766-1768, 1853-1854 y 1877-1880[1].

Todos los episodios han dado lugar a fenómenos volcánicos muy peligrosos, los cuatro últimos periodos resultaron importantes pérdidas socio-económicas en el Ecuador. La peligrosidad del Cotopaxi radica en que sus erupciones pueden llegar a la formación de enormes lahares (flujos de lodo y escombros) que transitarían por drenajes vecinos a zonas densamente pobladas como el Valle Interandino entre Mulaló y Latacunga y el valle de los Chillos[1].

Por medio de estudios realizados se ha determinado que una zona de riesgo es la Universidad De Las Fuerzas Armadas - ESPE, de esta manera las autoridades han tomado medidas importantes para poder cautelar y prevenir la integridad de todas las personas que se encuentran en esta zona y dar ayuda para que se dirijan de forma rápida a los sitios y vías seguras. Sin embargo esto se lo ha realizado siempre desde los lugares

habituales de oficina o de clases, lo cual no necesariamente podría presentarse en caso de darse un evento eruptivo fortuito el cual no permitiría necesariamente actuar según lo planeado o practicado.

Por esta razón el tratar de usar herramientas de tecnología permiten a los usuarios disponer de toda la información de los sitios seguros y las vías hacia estos sitios mediante ayudas visuales como realidad aumentada, ayudando a disminuir los tiempos y mejorar los posibles escenarios de evacuación en el caso que estos llegasen a presentarse inesperadamente.

1.2 Justificación e Importancia

Sobre la base de las consideraciones anteriores, surge la necesidad de mostrar a los visitantes las zonas seguras de la universidad, como es el caso del coliseo por ejemplo. Se puede mejorar esta tarea desarrollando una aplicación móvil que informe sobre las vías seguras para salir de la zona de riesgo, con lo cual las personas podrán movilizarse de una manera rápida y óptima. La solución es muy viable ya que en los últimos años disponer de un dispositivo inteligente se ha convertido en una necesidad del día a día. Los aspectos antes mencionados facilitan que casi cualquier persona pueda acceder a la aplicación preventiva del Cotopaxi.

La aplicación va a ser uso de realidad aumentada (RA). La RA es la combinación de una vista en tiempo real del mundo físico (real) con objetos generados por computador (gráfico, texto, video e información GPS), los cuales ayudan y facilitan los sentidos de la vista, de esta manera, mejoran el modo en el que las personas pueden aprender desde su dispositivo móvil.

Con el propósito de que el usuario de la aplicación tenga conocimiento de la localización geográfica de los puntos de interés se utiliza técnicas de geolocalización. La geolocalización se puede definir como un servicio que integra la localización o

posición de un dispositivo móvil con otra información que da un valor añadido al usuario[2].

La geolocalización dará al usuario una referencia de donde está el siguiente punto seguro, tomando en cuenta la posición en la que se encuentra en ese momento. Con esta aplicación el usuario no dependerá de terceros para encontrar los sitios seguros dependiendo de la situación (alerta amarilla o roja) que se encuentre.

1.3 Alcance

El tema “Desarrollo de una aplicación para dispositivos Android que permitan determinar los sitios seguros mediante georreferenciación y realidad aumentada en el campus Sangolquí en el caso de un eventual proceso eruptivo del volcán Cotopaxi“, se contemplará de la siguiente manera:

La aplicación se desarrollará usando el IDE de programación de Unity y las librerías Unity SDK y Vuforia SDK.

La aplicación implementada será compatible con tecnología Android en las versiones 2.0 en adelante.

Permitirá reconocer los 8 lugares seguros dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Indicará mediante georreferenciación la ubicación y distancia del punto seguro más cercano para poder llegar a ese sitio en el tiempo más óptimo.

Presentará un menú con 2 opciones, la primera opción permite diferenciar entre dos escenarios eventos ante una posible erupción del Cotopaxi (evento más probable y evento menos probable), si es el primer evento esta opción da información sobre las rutas, caminos y vías para la evacuación hacia Quito, si es el caso de un evento menos probable indica los caminos más seguros y rápidos dentro de la universidad para dirigir

en el menor tiempo posible, cabe mencionar que esta información ha sido entregada por el Departamento de Seguridad de la Universidad.

Cuando hablamos de la primera opción de la aplicación se divide en dos eventos, el primero es la alerta amarilla que ayuda al usuario ver a través de mapas e instrucciones cuales son los sitios seguros y las rutas adecuadas para la evacuación; si hablamos de la alerta roja se desplegara un mapa indicando cual es el sitio seguro más cerca y a que distancia se encuentra el usuario del mismo, así de igual manera un botón ejecutara la cámara del dispositivo para la utilización de la Realidad Aumentada.

Desarrollar los manuales técnicos y de usuario de aplicación.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Desarrollar una aplicación móvil preventiva ante una posible erupción del volcán Cotopaxi utilizando realidad aumentada y georreferenciación para el campus Sangolqui de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

1.4.2 Específicos

Revisar los fundamentos de la realidad aumentada aplicada al reconocimiento de los sitios seguros dentro de la universidad en dispositivos móviles.

Revisar las características básicas de la herramienta de desarrollo Unity, con el lenguaje C# y la librería Vuforia.

Dar acceso a la aplicación móvil en dispositivos Android ya que es un software libre.

Diseñar y desarrollar la aplicación móvil empleando realidad aumentada y geor-referenciación para sitios seguros dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Informar a la comunidad politécnica mediante la aplicación móvil interactiva los posibles riesgos y rutas de evacuación en caso de la erupción del volcán Cotopaxi.

CAPÍTULO 2

ESTADO DEL ARTE

2.1 Realidad Aumentada

La realidad aumentada (RA) toma presencia a principios de los años 1990 cuando la tecnología se basaba en a) ordenadores de procesamiento rápido, b) técnicas de render-izado de gráficos en tiempo real, y c) sistemas de seguimiento de precisión portables, permite la combinación de imágenes generadas por el ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario [3].

La realidad aumentada está relacionada con la tecnología Realidad Virtual que presenta algunas características comunes como por ejemplo la inclusión de modelos virtuales gráficos 2D y 3D en el campo de visión del usuario; la principal diferencia es que la realidad aumentada no reemplaza la perspectiva de un mundo real sino que permite interactuar con la información virtual superpuesta[3].

2.1.1 ¿Cómo funciona la Realidad Aumentada?

El proceso de AR se podría dividir en dos fases principales: Reconocimiento I& Track-ing y la fase de Rendering.

Como se muestra en la Figura 1, la primera parte del proceso consiste en capturar la escena del mundo real. La escena es procesada y es cuando la fase de Reconocimiento I& Tracking (o seguimiento) empieza.

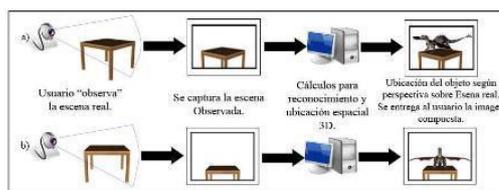


Figura 1: Esquema de funcionamiento de un sistema de Realidad Aumentada típico. En b se ha girado el punto de vista que la cámara tenía en a, que a su vez hace que también el objeto virtual gire en relación al nuevo punto de vista.

Esta fase consiste en procesar la escena capturada por la cámara que logra solucionar uno de los problemas de la AR: el Viewpoint tracking que indica donde y como ubicar los objetos virtuales para su correcta visualización.

Existen tres modelos diferentes para solucionar el viewpoint tracking:

Localización usando GPS: Usan estas coordenadas, el software calcula la posición de los objetos virtuales. Este modelo es impreciso, debidamente al margen de error en la triangulación de los satélites GPS, y una ventaja es que el sistema es más rápido ya que solo necesita conseguir la posición del GPS y no realiza ningún proceso de reconocimiento de imagen[4].



Figura 2: Wikkitude Drive: Software de Realidad Aumentada creado por la compañía Mobilizy para Smartphone que usa localización por GPS.

Reconocimiento sin markers físicos: Esta técnica es más compleja debido a que debe reconocer diferentes objetos, dentro de este proceso involucra muchas técnicas de visión artificial y en si el rendimiento varía dependiendo de objetos a reconocer[4].



Figura 3: Recognizr: El software de la compañía TAT es capaz de reconocer caras específicas y mostrar su perfil en diferentes redes sociales.

Reconocimiento usando markers físicos: Este modelo se lo conoce como "Mark-ers". Un marker es un rectángulo blanco y negro con un patrón en el interior[4].



Figura 4: Ejemplo de un marker.

El reconocimiento se realiza por medio de librerías de seguimiento de visión para calcular la posición y orientación de los objetos 3D.

2.1.2 Áreas de aplicación de la realidad aumentada

Turismo: Existe gran número de aplicaciones cuando te encuentras en lugares desconocidos, como es el caso de Wikitude que muestra la información más relevante sobre el lugar (información histórica, monumentos emblemáticos cercanos, puntos de interés, etc)[5].

Educación: La realidad aumentada llega a ser una herramienta que mejora el aprendizaje en las personas, permitiendo crear figuras tridimensionales en lugar de fotografías y dibujos o conversaciones con personajes "traídos del pasado"[5].

Medicina: Debido a que los médicos necesitan tener la mayor información posible, puede ser muy importante disponer de tres dimensiones de los órganos humanos o también información complementaria como datos del paciente o sobre la operación[5].

Entretenimiento: Al momento de revisar los juegos incorporados a la RA es una manera muy buena de describir la evolución de la tecnología a través de este método. Un juego clásico muy conocido en este modo es PacMan, para poder jugar, el usuario tiene que disponer de una laptop, unas gafas, GPS, Bluetooth, Wifi, Infrarrojos y sensores[5].

2.2 La Georreferenciación

La georreferenciación permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial diferente a la que se encuentra. Este proceso es determinado con una relación de posiciones entre elementos espaciales de ambos sistemas, de manera que, conociendo la posición en uno de los sistemas es posible obtener la posición homologada en el otro sistema[6].

La georreferenciación queda definida por una función matemática del

tipo: $X = f(x, y)$

$Y = f(x, y)$

Donde la posición de una entidad geográfica en el sistema de coordenadas destino (X,Y) es función de las coordenadas (x,y) que tiene ese elemento en el sistema de origen.

2.3 Fundamentación

2.3.1 Aspectos Generales

2.3.1.1 Dispositivos móviles (Hardware)

Dentro de los dispositivos móviles para el proyecto manejan el sistema Android y las mejores marcas son: Sony, Nexus, Samsung.

Todas las cámaras vienen compuestas por tres elementos básicos:

Sony: es una empresa multinacional fabricante de telefonía móvil con sede en Tokio, Japón, y una subsidiaria de propiedad total de Sony Corporation. Fue fundado el 1 de octubre de 2001 como joint venture entre Sony y la sueca de equipos de telecomunicaciones Ericsson.

Ofrece una gran variedad de dispositivos móviles pero los más importantes son: Xperia series, Xperia Tablet, los cuales serán descritos a continuación:

El Sony Xperia Z5 está en el medio de la nueva serie Xperia Z5, con una pantalla 1080p de 5.2 pulgadas, procesador Snapdragon 810 octa-core, 3GB de RAM, cámara principal de 23 megapixels, lector de huellas dactilares, batería de 2900 mAh, parlantes estéreo, y resistencia al polvo y agua con certificación IP68. En la figura 5 se muestra el Sony Xperia Z5[7].



Figura 5: Sony Xperia Z5.

Nexus: es una línea de dispositivos móviles que utilizan el sistema operativo Android desarrollado por Google en colaboración con fabricantes de hardware. Los dispositivos de la serie Nexus no tienen modificaciones realizadas por el operador de telefonía, ni de los fabricantes, y además tienen un gestor de inicio no bloqueado, para permitir un mayor desarrollo y personalización del usuario final. En la figura 6 se puede ver un dispositivo Nexus[8].



Figura 6: Nexus S.

Samsung: Compañía fundada en 1938 en Corea del Sur, siendo una de las empresas más grandes. Samsung ofrece una gran variedad de dispositivos móviles y algunos ejemplos de estos son:

El Samsung Galaxy S4 introducido el 14 de marzo del 2013, está compuesto por un procesador Qualcomm de 1.9 GHz, memoria RAM de 2GB, cámara delantera de 2 mpx y cámara trasera de 13 mpx. En la Figura 7 se muestra un Samsung Galaxy S4[2].



Figura 7: Samsung Galaxy S4.

La Samsung Galaxy Tab 3 introducida el 24 de junio del 2013 cuenta con un procesador Intel Atom de 1.6 GHz, memoria RAM de 1 GB, con cámara frontal de 1.3 mpx y cámara posterior de 3.15 mpx. Viene en tres diferentes tamaños de pantalla 7.0, 8.0 10.1 pulgadas. En la Figura 8 se muestra una Samsung Galaxy Tab 3[2].



Figura 8: Samsung Galaxy Tab 3.

2.3.1.2 Dispositivos móviles (Software)

Actualmente existen dos sistemas operativos para dispositivos móviles que abarcan la gran mayoría de los dispositivos funcionando: Android e iOS. El primero, Android, dispone de un buen número de aplicaciones y librerías que se ofrecen en modalidad Open Source permitiendo su utilización. En ambos casos el sistema operativo subyacente es Linux. En los dispositivos iOS se utiliza una variante del lenguaje C para programarlos: el Objective C. En los dispositivos Android se utiliza una variante del lenguaje Java para programarlos[9].

2.3.1.3 Android

Es un sistema operativo móvil basado en Linux, enfocado para ser utilizado con dispositivos móviles como Smartphone, tablets, google TV y otros dispositivos, este sistema operativo inicialmente fue desarrollado por Android a la cual Google respaldó económicamente[10].

Android trabaja en forma "Open Source" a través de algunos lenguajes de programación como lenguaje XML, C, Java y C++, en su totalidad las aplicaciones están escritas en lenguaje de programación Java[10].

Una ventaja y la primordial a diferencia de iOS o Windows Phone, se desarrolla de forma abierta y se puede acceder al código fuente, donde se puede ver problemas aun no resueltos y reportar problemas nuevos.

Hoy en día existen más de 100000 aplicaciones disponibles para dispositivos An-droid, gran parte de ella gratuitas, que puede permitir al usuario adaptar a sus necesidades y en si los fabricantes tienen un mayor margen creativo[10].

2.3.2 Lenguaje de programación C#

Es un sistema desarrollado en el año 1972 para UNIX un sistema operativo multi-plataforma. El lenguaje C es del tipo de lenguaje estructurado pero se habla de un lenguaje en alto nivel.

Para simplificar el funcionamiento del lenguaje C tiene librerías de funciones que pueden ser incluidas, es decir que si queremos usar una función para borrar la pantalla toca incluir la librería que tiene esta función.

La programación en C permite de manera fácil el escribir código compacto y sencillo simultáneamente, a diferencia de otros lenguajes en lenguaje C no hay procedimientos solo funciones.

Ya que C# es un lenguaje orientado a objetos permite los conceptos de encapsulación, herencia y polimorfismo. Todas las variables y métodos se encapsulan dentro de una clase. Una clase puede heredar directamente de una clase primaria, pero puede agregar cualquier número de interfaces[11].

El proceso de generación de C# es simple y más flexible que en Java. No hay archivos de encabezado independientes, ni se requiere que los métodos y los tipos se declaren en un orden fijo[11].

2.3.3 Xcode (IDE)

Xcode es el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Apple Inc. Manejando gratuitamente a través de Mac OS X, trabaja conjuntamente con Interface Builder, una herramienta gráfica para la creación de interfaces de usuario[2].

Los tipos de proyectos para iOS de Xcode:

Master-Detail Application: Presenta la información de forma jerárquica usando múltiples vistas.

Open GL Game: Creación de aplicaciones que representen imágenes, animaciones o gráficos 3D.

Single View Application: Para implementar la interfaz.

Tabbed Application: Crea Aplicaciones que utilizan una barra de menú con diferentes opciones.

Utility Application: Aplicaciones que presenta una vista asistente pero con la opción de acceder a ventanas auxiliares[2].

Tipos de Ficheros de un proyecto:

Ficheros .h: Declaraciones de interfaces, clases y atributos.

Ficheros .m: Implementación de clases y métodos definidos con extensión .h.

Ficheros de objetivo: Resultado de la compilación de un conjunto de ficheros de código, puede ser una librería o una aplicación[2].

2.3.4 iOS SDK

iOS SDK se desarrolló con el objetivo de que terceras personas puedan desarrollar aplicaciones para iPhone, iPad, Mac.

Permite algunas aplicaciones detalladas a continuación:

Controla los eventos relacionados con la pantalla táctil del dispositivo.

Soporte acelerómetro: Elemento que registra el movimiento del dispositivo.

Localización: Coordenada geográfica del dispositivo en el globo terráqueo. Soporte

cámara: Controla todas las funciones de la cámara.

OpenAL: Librerías código abierto que manejan el sonido que emite o graba el dispositivo.

Mezcla de audio y grabación: Eventos de grabación e edición de audio. Reproducción de video

Formato archivos de imágenes: Tipos de imágenes soportados por el dispositivo.

Networking: Intercomunicación entre dispositivos usan un canal común.

Base de datos SQLite integrada: Motor de base de datos simplificado para el uso en dispositivos móviles.

Core Location: Librería que maneja la geolocalización del dispositivo.

CoreMotion: Librería que maneja los eventos del acelerómetro.

TCP/IP: protocolo de red para la comunicación de distintos dispositivos.

Sockets: Intercambio de información entre dos programa computacionales, siguiendo un orden establecido.

Manejo energía: Consumo de la batería del dispositivo.

Seguridad: Método para asegurar que los usuarios no roben o alteren información[2].

2.3.5 Unity (Game Engine)

Unity es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X y Linux, y permite crear juegos para Windows, OS X, Linux, Xbox 360, PlayStation 3, Playstation Vita, Wii, Wii U, iPad, iPhone, Android y Windows Phone. Gracias al plugin web de Unity, también se pueden desarrollar videojuegos de navegador para Windows y Mac. Su última versión, la 5, fue lanzada en marzo de 2015. Desde el sitio web oficial se pueden descargar dos versiones: Unity y Unity Pro[2].

2.3.6 Vuforia SDK

El SDK de Vuforia es un kit de desarrollo de aplicaciones sencillas de realidad aumentada disponible para Android y iOS. Recientemente se ha lanzado una extensión para Unity, que permite integrarlo fácilmente con tus proyectos y después compilarlos para Android o iOS[12].

2.4 Adelantos Tecnológicos de la RA

2.4.1 Google Glass

Google Glass es un proyecto de Google que tiene como propósito crear un asistente virtual al usar lentes o gafas de alta tecnología. En pocas palabras: Google quiere mostrarte toda la información que ves en tu teléfono celular inteligente (smartphone) sin necesidad de usar tus manos y solo usando tu voz[13].

Google Glass tiene muchos usos, pero su principal comunicarse con tu celular usando tu voz y mostrarte los resultados de una forma altamente innovadora. En este momento, los lentes de Google se usan para:

Tomar fotos: puedes tomar fotos usando las gafas (5 megapíxeles).

Grabar videos: las gafas de Google graban video en alta definición (720p HD).



Figura 9: Google Glass.

Toma fotos y graba videos con los lentes Google Glass.

Aplicaciones Google Glass: aunque se espera que los lentes Google tengan más aplicaciones, en este momento hay aplicaciones como: Mapas Google, Google Now, Google +, Gmail y otros servicios Google.

Ver a otros usando Google+: puedes iniciar Hangouts y ver a tus amigos directamente en los lentes Google.

Navegar en Internet: conéctate a Internet usando tú celular o servicio WiFi.

Comandos de voz: puedes comunicarte con tu teléfono mediante comandos de voz y ver los resultados en tus lentes Google. Puedes grabar un video, tomar fotos, usar Google Now, ver a tus amigos usando Google+ Hangouts, navegar en Internet, traducir a otros idiomas, buscar imágenes, ver direcciones a cierto destino, ver el pronóstico del tiempo, enviar un mensaje de texto, ver el estado de un vuelo y mucho más[13].

2.4.2 Aurasma

Aurasma es la plataforma de realidad aumentada de HP. Está disponible como un SDK o como una aplicación gratuita para dispositivos móviles iOS y Android.

Aurasma la tecnología de reconocimiento de imágenes utiliza una cámara del teléfono inteligente o para reconocer imágenes del mundo real y los medios de comunicación en forma de animaciones, vídeos, modelos 3D y páginas web[14].

2.4.3 Par Works

Es una aplicación de realidad aumentada para dispositivos móviles, desarrollada por la empresa MARS, esta aplicación reconoce edificaciones (casa, edificios), las cuales están en alquiler o en venta, al apuntar la cámara del dispositivo móvil a la edificación, la aplicación la reconocerá y cargará información en la pantalla, por ejemplo marcará las diferentes zonas de la casa (comedor, dormitorios, etc). La aplicación también mostrará información que ayude al posible comprador a decidirse, si se permite mas-cotas, cargará videos de cómo es la casa por dentro.

Con esta aplicación el cliente no se ve obligado a tener asistencia por algún vendedor especializado o la necesidad de que los dueños actuales se encuentren en su casa, para poder obtener información sobre la edificación que está interesando[15].

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA APLICACIÓN MOVIL

3.1 Especificación de Requerimientos

El sistema reconocerá 7 edificaciones situadas dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, en el cual mostrará información de 8 lugares seguros para que las personas que se encuentre en este lugar puedan dirigirse de forma inmediata hacia uno de los sitios seguros previamente designados por el probable evento de la erupción del Cotopaxi.

La aplicación multimedia permitirá dirigir a las personas (usuarios) utilizando inicialmente su posición (GPS) y en base a la distancia más cercana hacia cualquiera de los 8 edificios, informará mediante el uso de la realidad aumentada orientara (guiara) a través de rutas trazadas virtuales (fotografías) el camino para que los usuarios puedan dirigirse inmediatamente a estos sitios.

La aplicación funcionará bajo los sistemas operativos Android (Google) y el soft-ware no requiere que el dispositivo tenga conexión a internet, mientras la aplicación está en funcionamiento esto permite que sea una aplicación funcional y efectiva.



Figura 10: Metodología de Desarrollo.

En la figura 10 se muestra de forma modular la metodología que fue considerada previo al desarrollo de la aplicación.

Especificación de Requerimientos: Antes de realizar la aplicación se debe tomar en consideración algunos aspectos importantes entre los cuales se destaca principalmente el software que permitirá trabajar con realidad aumentada, ubicación del GPS, acelerómetro, entre otros. En base a este perfil de trabajo es necesario cumplir los requerimientos propuestos por el usuario.

Software de Realidad Aumentada: Después de realizar el análisis de los requerimientos y un análisis de distintos software que nos podrían ayudar a realizar la aplicación, se encontró el software óptimo que abarca todos los requerimiento y facilidades para realizar la aplicación ?Sitios Seguros ESPE?, para nuestro caso el software elegido es Vuforia SDK(Open Source).

Diseño: Dentro del diseño, la aplicación se ha manejado de tal forma que exista prioritariamente la facilidad de manejo para el usuario, comprensión sobre la información que se brinda y portabilidad en el hecho de que cualquier persona pueda manejarlo a través de cualquier dispositivo Android.

Implementación: Al utilizar software libre se maneja la ventaja de que no se necesita licencias para el uso del mismo pero también existe una desventaja que a larga presenta dificultades debido que todas las características y potencialidades requeridas no pueden ser implementadas.

Pruebas: Es el aspecto final en el desarrollo de la aplicación y una de las más importantes debido que permite modificar, arreglar y solucionar cualquier inconveniente de programación o visibilidad dentro de la APP ?Sitios Seguros ESPE?, las pruebas se realizaron dentro del Campus Sangolquí durante 4 semanas aproximadamente y desplazándose desde distintos sitios cada vez.

Adicionalmente esta aplicación fue presentada a la unidad de seguridad integrada

de la ESPE, los mismos que la revisaron y evaluaron a fin de emitir sus criterios y sugerencias sobre el funcionamiento y ayuda de esta.

3.2 Especificación de escenarios

Navegar por la aplicación: El usuario es capaz de usar las funcionalidades que ofrece la aplicación Sitios Seguros ESPE.

La Realidad aumentada, el sonido, avisos y mensajes escritos permiten interactuar con el usuario alertando a este para que se movilice a través de la aplicación (como guía) ha el sitio seguro más cercano desde la ubicación que se encuentre.

3.3 Diseño conceptual

3.3.1 Diagrama de secuencias

Las figuras 11, 12 y 13 muestran el diagrama de secuencias que el usuario emplea.

Funcionamiento del GPS.

El usuario envía una petición a la aplicación solicitando la información de la distancia entre el móvil y el sitio seguro de igual manera el ángulo de direccionamiento, este a su vez resuelve la petición y entrega al usuario en forma digital la ubicación al punto más cercano y como dirigirse al sitio seguro, así se muestra en la figura 11.

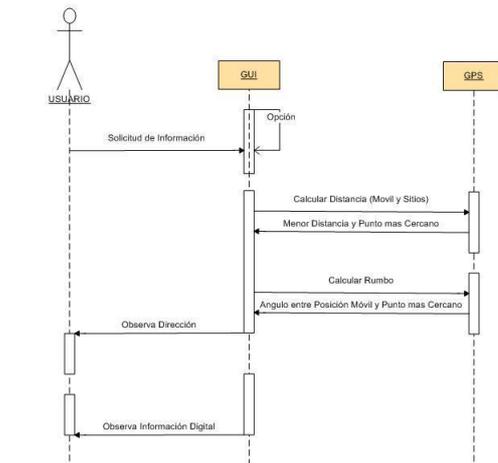


Figura 11: Diagrama de secuencia Funcionamiento del GPS.

Realidad Aumentada

En el proceso de la realidad aumentada la interfaz gráfica del usuario (GUI) a través de la cámara pide un enfoque al objeto que en este caso serían los edificios de la universidad, este a su vez identifica en la base de datos la imagen, realiza un match y devuelve la información que se despliega en el GUI. Esta secuencia es mostrada en la figura 12.

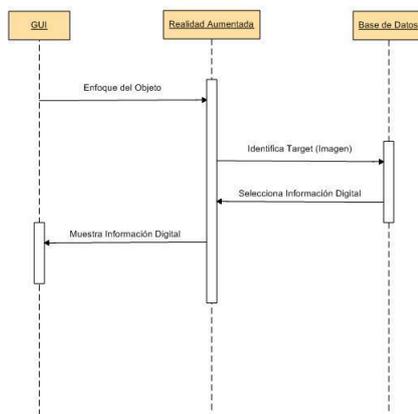


Figura 12: Diagrama de secuencia Realidad Aumentada.

Diagrama de secuencia General

En el diagrama de la figura 13 muestra la secuencia completa de la aplicación

desde que el usuario solicita la información del GPS hasta cuando la base de datos devuelve la imagen para que el usuario observe la realidad aumentada.

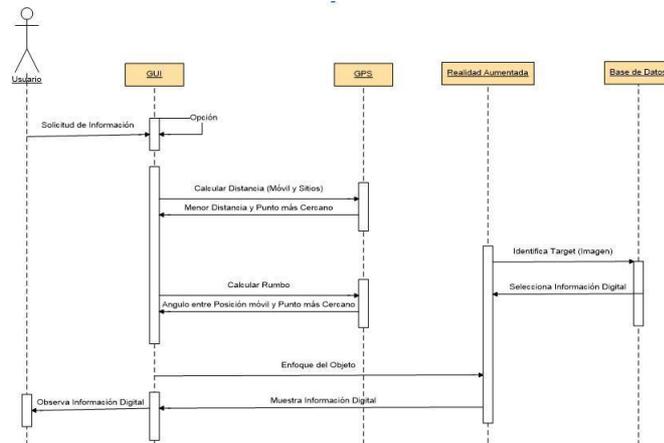


Figura 13: Diagrama de secuencia General.

3.3.2 Diagrama de clases

Antes de mencionar las distintas clases se debe detallar las funciones principales para tomar el ángulo y el azimut (rumbo) para dirigir al usuario, esto se detalla a continuación:

Función Calcular:

$$d = 2 * R \sin^{-1} \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta \varphi}{2} \right) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) * \sin^2 \left(\frac{\Delta \lambda}{2} \right)} \right)$$

Dónde:

D_j :es la diferencia entre la latitud del punto de interes y la latitud del dispositivo.

D_{j1} : es la latitud del dispositivo.

D_{j2} : es la latitud del punto de interes.

D_l :es la diferencia entre la longitud del punto de interes y la longitud del dispositivo.

R: es el radio de la tierra (6371 km).

d: es la distancia entre la posición del dispositivo y el punto de interes medida en km.

Esta fórmula se la implementó en el lenguaje de programación C# como se muestra en la Figura14. La función Calcular recibe cuatro atributos de tipo flotante long1, lat1, long2, lat2 y retorna una variable de tipo flotante llamada distancia.

Dónde:

long1: es la longitud del dispositivo.

lat1: es la latitud del dispositivo.

long2: es la longitud del punto de interés.

lat2: es la latitud del punto del punto de interés.

Distancia: es la distancia entre la posición geográfica del dispositivo y el sitio de interés.

Debido a que son ocho los puntos de interés, se obtiene ocho variables de tipo flotante con la distancia entre el dispositivo y cada uno de estos puntos.

```
public static float Calcular(float long1, float lat1, float long2, float lat2)
{
    float Lat = (lat2 - lat1) * (Mathf.PI / 180);
    float Lon = (long2 - long1) * (Mathf.PI / 180);
    float a = Mathf.Sin(Lat / 2) * Mathf.Sin(Lat / 2) + Mathf.Cos(Lat1 * (Mathf.PI / 180)) * Mathf.Cos(Lat2 * (Mathf.PI / 180))
    * Mathf.Sin(Lon / 2) * Mathf.Sin(Lon / 2);
    float c = 2 * Mathf.Atan2(Mathf.Sqrt(a), Mathf.Sqrt(1 - a));
    distancia = RadioTierra * c;
    return distancia;
}
```

Figura 14: Función Calcular.

Función CalcularAngulo:

Esta función permite calcular la distancia entre dos puntos geográficos, utilizando la fórmula del Rumbo/Azimut:

$$\cot R = [\cos a * \tan b * \csc |\delta\lambda|] - [\sin a * \cot |\delta\lambda|]$$

Donde:

a: es la latitud del punto más cercano.

b: es la latitud del dispositivo.

D l : es la diferencia entre la longitud del punto mas cercano y la longitud del dispositivo.

Esta fórmula se la implementó en el lenguaje de programación C# como se muestra en la Figura .15. La función CalcularAngulo recibe cuatro atributos de tipo flotante lat-Sitio, latDispositivo, longSitio, longDispositivo y retorna una variable de tipo flotante llamada teta.

Dónde:

latSitio: es la latitud del punto más cercano.

latDispositivo: es la latitud del dispositivo. longSitio:

es la longitud del punto más cercano. longDispositivo:

es la longitud del dispositivo.

teta: es el ángulo medido en grados entre la posición del dispositivo y el punto más cercano con respecto al norte geográfico.

Debido a que el rumbo es un ángulo agudo medido desde el Norte o Sur geográfico hacia el Oeste o Este geográfico, su valor varía entre cero y noventa grados, lo cual ubica la orientación de dicho ángulo en un cuadrante específico determinado desde el norte en dirección de las manecillas del reloj como se observa en la Tabla.1. Para esto se debe tener en cuenta lo siguiente:

$N = (\text{latSitio} - \text{latitud})$

$E = (\text{longSitio} -$

$\text{longitud})$ Dónde:

N= es la resta de la latitud del punto más cercano y la latitud del dispositivo. E= es la resta de la longitud del punto más cercano y la longitud del dispositivo.

Tabla 1:

Parámetros para la selección del cuadrante donde se debe ubicar el rumbo.

E	N	CUADRANTE	OPERACIÓN
+	+	1er Cuadrante	teta
+	-	2do Cuadrante	180-teta
-	-	3er Cuadrante	180+teta
-	+	4to Cuadrante	360-teta

```

public static float CalcularAngulo(float latSitio, float latDispositivo, float longSitio, float longDispositivo)
{
    dlon = Math.Abs(longSitio - longDispositivo);
    float teta1 = (Math.Sin(latSitio * Math.PI / 180) * Math.Abs(1 / Math.Tan(dlon * Math.PI / 180)));
    float teta2 = (Math.Cos(latSitio * Math.PI / 180) * Math.Tan(latDispositivo * Math.PI / 180)
    * Math.Abs(1 / Math.Sin(dlon * Math.PI / 180)));
    float teta3 = Math.Abs(1 / (teta2 - teta1));
    teta = Math.Atan(teta3) * 180 / Math.PI;
    float N = (latSitio - latitud); // E
    float E = (longSitio - longitud); // N
    if (E>0 && 0<N) // 1ER CUADRANTE
    {
        teta = teta*1;
    }
    if (E>0 && 0>N) // 2DO CUADRANTE
    {
        teta = 180-teta;
    }
    if (E < 0 && N < 0) // 3ER CUADRANTE
    {
        teta = 180+teta;
    }
    if (E < 0 && N > 0) // 4TO CUADRANTE
    {
        teta = 360-teta;
    }
    return teta;
}

```

Figura 15: Función CalcularAngulo.

Geo localización

La clase Geo localización toma las coordenadas del sitio y las coordenadas del móvil y se llama a la función Calcular la cual aplica la fórmula para encontrar la distancia entre los 2 puntos. Esto se muestra en la figura 16.

Geolocalización
+cercanoText : char
+latitud : float = 0
+longitud : float = 0
+distancia : float = 0
+RadioTierra : float = 6371
+i : int = 0
+latitud 1 : float
+longitud 1 : float
+latitud 11 : float
+longitud 11 : float
+latitud 2 : float
+longitud 2 : float
+latitud 21 : float
+longitud 21 : float
+latitud 3 : float
+longitud 3 : float
+latitud 4 : float
+longitud 4 : float
+latitud 5 : float
+longitud 5 : float
+latitud 6 : float
+longitud 6 : float
+latitud 7 : float
+longitud 7 : float
+latitud 8 : float
+longitud 8 : float
+distan 1 : float
+distan 2 : float
+distan 3 : float
+distan 4 : float
+distan 5 : float
+distan 6 : float
+distan 7 : float
+distan 8 : float
+distan 9 : float
+distan 10 : float
+menor 1 : float
+menor 2 : float
+menor 3 : float
+menor 4 : float
+menor : float
+Calcular(entrada long1 : float, entrada lat1 : float, entrada long2 : float, entrada lat2 : float)
+Calcular Menor 1(entrada dis1 : float, entrada dis2 : float, entrada dis3 : float)
+Calcular Menor 2(entrada dis1 : float, entrada dis2 : float, entrada dis3 : float)
+Calcular Menor 3(entrada dis1 : float, entrada dis2 : float)
+Calcular Menor 4(entrada dis1 : float, entrada dis2 : float)
+Calcular Menor(entrada dis1 : float, entrada dis2 : float, entrada dis3 : float, entrada dis4 : float)
+Start()
+Loc()

Figura 16: Clase Geolocalización.

Flechas

La clase Flecha a través de variables como rumbo, distancia, tetafinal, tetainicial, longitud y latitud de los 8 sitios seguros a través de la función Calcular y Calcular Angulo se maneja la flecha para dirigir al usuario a donde dirigirse, de esta forma se interpreta en la figura17.



Figura 17: Clase Flecha.

Pantalla

Dentro de la clase pantalla se dimensiona el ancho y alto de la aplicación para usar en los teléfonos en la que llama a la función Start para que se ejecute. Esto se puede ver en la figura 18.



Figura 18: Clase Pantalla.

Texto Color

La clase Texto Color genera el matiz de colores para desplegar en la pantalla de la aplicación. Esto se interpreta en la figura 19.



Figura 19: Clase Texto Color.

En la figura 20 se detalla el diagrama de clases completo esto significa que todas las clases como Flechas, Geolocalización, Pantalla y Texto Color se agrupan para formar un solo objeto o target que permite el desarrollo completo de la aplicación que cumpla con buscar el punto seguro más cercano y a su vez dirigir al usuario hacia el mismo por medio de la clase Flecha, todo este conjunto permite que en la pantalla se despliegue la información como se muestra en la figura 23 y 24:

Escena de Rutas Recomendadas.

En la figura 21, se describe de forma esquemática el contexto de la aplicación, navegación y la forma en la cual se interrelaciona con la información de bases de datos, fotografías, etc.:

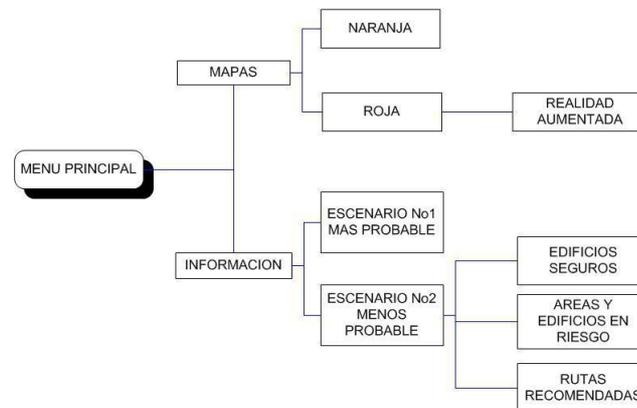


Figura 21: Contexto de Navegación.

A continuación se detalla cada uno de los esquemas por separado:

Mapas: Dentro de la interfaz indica 2 opciones Alerta Naranja y Alerta Roja dependiendo de la circunstancia en la que se encuentre el usuario.

Información: Existe un resumen respecto a la amenaza que presenta el volcán Cotopaxi, y un mapa ilustrativo indicando los riesgos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ante los lahares producidos.

Alerta Naranja: Un interpretativo sobre vías de evacuación, rutas hacia los sitios seguros dentro de la Universidad.

Alerta Roja: En el momento que se activa la alerta roja la interfaz se despliega un mapa indicando el sitio seguro más cercano y la distancia que se encuentra el usuario del sitio.

Escenario No 1 más Probable: Informativo sobre las responsabilidades de las personas, militares, estudiantes dentro del campus.

Escenario No 2 menos Probable: Mapa de las vías que quedarían bloqueadas por causa de lahares debido a la erupción del volcán Cotopaxi.

Realidad Aumentada: Guía al usuario a través de flechas, sonidos y mensajes.

Edificios Seguros: Consta de un mapa detallado sobre los sitios seguros para que las personas se dirijan a los sitios en el caso de un escenario menos probable.

Áreas y Edificios en Riesgo: Consta de un mapa detallado sobre las áreas en riesgo para que las personas tomen las medidas necesarias.

Rutas Recomendadas: De forma más ilustrativa muestra las rutas más cercanas para el usuario desde un sitio en riesgo a un sitio seguro dentro de la Universidad.

3.3.4 Diagrama de Interfaz

Las interfaces que se crearon en la aplicación son las siguientes: Información, Escenario No 1 Más Probable, Escenario No 2 Menos Probable, Edificios Seguros, Áreas y Edificios en Riesgo, Rutas Recomendadas, Mapas, Alerta Naranja, Alerta Roja y Realidad Aumentada, sin embargo las interfaces de mayor relevancia para el usuario son las siguientes: Inicio, Alerta Roja, Vista en Realidad Aumentada y la Información.

Cada interfaz está diseñada para que sea agradable, interactiva y de fácil uso para el usuario. Dentro del desarrollo se ha utilizado el lenguaje Java y elementos propios de Unity.

A continuación se detallada el diseño de cada una de las interfaces:

Inicio: En la figura 22 la interfaz indica un layout referente al Volcán Cotopaxi, presenta 2 botones: el primero para la opción de mapa, el botón en si es transparente con un borde blanco incluyendo texto y el segundo es para la opción de información que presenta las mismas características que el primer botón; en la esquina superior derecha se tiene un small button, con una X que permite la salida de la aplicación con características de ser transparente y con bordes blancos,

se debe agregar que en la interfaz se encuentra el logo de la Universidad de Las Fuerzas Armadas - ESPE en la esquina superior izquierda.



Figura 22: Interfaz de Inicio.

Alerta Roja: Es la interfaz más importante dentro de la aplicación ya que a través de esta interfaz el usuario puede dirigirse hacia los sitios seguros a través de la Realidad aumentada, tiene un mapa en el cual indica los posibles sitios seguros marcados por small buttons de color verde y letras indicando cada uno de los lugares, en la parte superior hay letras que te indican el sitio más cercano y a que distancia se encuentra del mismo; en la parte superior izquierda hay una flecha en el cual regresa a la opción anterior y por último el botón que se encuentra la parte inferior central es el que permite el acceso a la Realidad Aumentada de color Rojo y cuando se lo pulsa cambia a un color blanco para distinguirse, lo detallado anteriormente se representa en la figura 23.



Figura 23: Interfaz Alerta Roja.

Vista en Realidad Aumentada: en la figura 24 la interfaz interactúa con el usuario proporcionando la posibilidad de vivir la experiencia de la realidad aumentada basada en un lenguaje Java y el uso de herramientas propias del Unity. Sus elementos son los siguientes: una flecha que indica q movimiento realizar como girar a la derecha, izquierda o a su vez ir recto. En la parte superior hay letras que indican la ubicación del edificio más cercano desde el punto del usuario y a que distancia se encuentra el usuario de este edificio. Por ultimo un botón que regresa a la opción anterior.



Figura 24: Interfaz Realidad Aumentada.

Escenario más Probable: Brinda al usuario información sobre las obligaciones del personal que se encuentra en la universidad en el caso del escenario más probable. En este caso la interfaz consta de texto dando información, en la parte superior tiene un título con letras mayúsculas en color blanco como se muestra en la figura 25.



Figura 25: Interfaz de Escenario más Probable.

Información: Es la interfaz más sencilla en el cual se brinda al usuario información sobre las rutas de evacuación. En este caso la interfaz consta de un mapa que indica el paso de los lahares por la Universidad, texto dando información sobre la amenaza que puede sufrir el usuario, en la parte inferior tiene 2 botones de color verde con letras para acceder a otra parte de la información tal como se muestra en la figura 26.



Figura 26: Interfaz de Información.

Escenario menos Probable: En este caso la interfaz consta de un mapa que indica el paso de los lahares por los sectores aledaños a la universidad, consta de 3 botones de color verde para acceder a las interfaces de edificios seguros, Áreas y edificios en riesgo y rutas recomendadas, en la parte superior consta de letras indicando el nombre de la interfaz como se muestra en la figura 27.

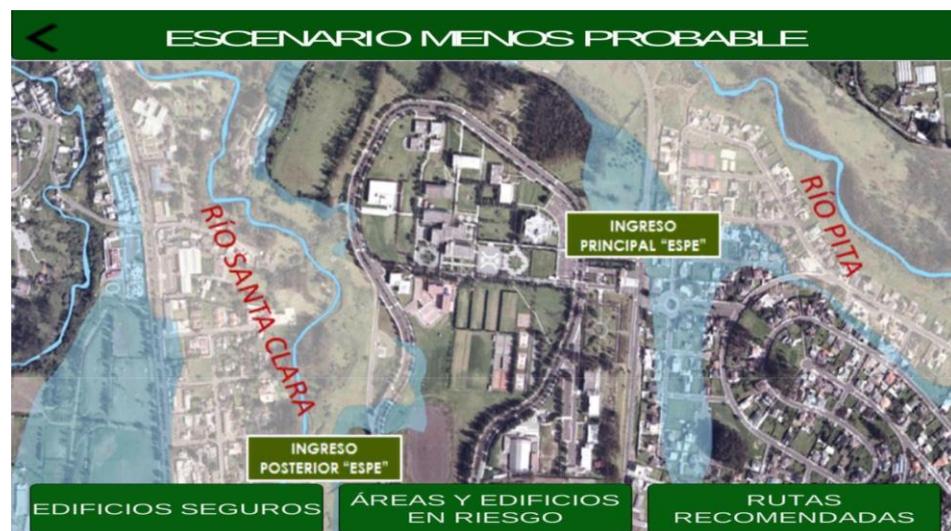


Figura 27: Interfaz de Escenario menos probable.

Edificios seguros: La interfaz consta de un mapa que indica los 8 sitios seguros dentro de la universidad, en la parte superior consta de letras indicando el nombre de la interfaz como se muestra en la figura 28.



Figura 28: Interfaz de Edificio Seguro.

Áreas en Riesgo: La interfaz consta de un mapa que indica las 8 áreas en riesgo dentro de la universidad, en la parte superior consta de letras indicando el nombre de la interfaz como se muestra en la figura 29.



Figura 29: Interfaz de Áreas en Riesgo.

Rutas Recomendadas: La interfaz consta de una serie de rutas, los puntos de riesgo a los sitios seguros, en la parte superior consta de letras indicando el nombre de la interfaz, una forma más representativa con flechas de como dirigirse a los sitios seguros como se muestra en la figura 30.



Figura 30: Interfaz de Rutas Recomendadas.

3.3.5 Arquitectura del sistema

La arquitectura de la aplicación se describe a continuación:

"Sitios Seguros ESPE" siempre para dar facilidades, reducir tiempos y procesos al usuario haciendo la aplicación efectiva.

La aplicación está basada en Unity que es la que permite mostrar la realidad aumentada.

La base de datos almacena las fotos que realizan un match para detectar la descripción y los puntos de interés para ser mostrados al usuario.

Uno de los aspectos importantes es la realidad aumentada, a continuación se indica los pasos para cargar la base de datos dentro del programa Unity Vuforia para detectar las imágenes y activar la realidad aumentada:

1. Se accede a la página www.vuforia.com en la pestaña de Develop como se muestra en la figura 31.

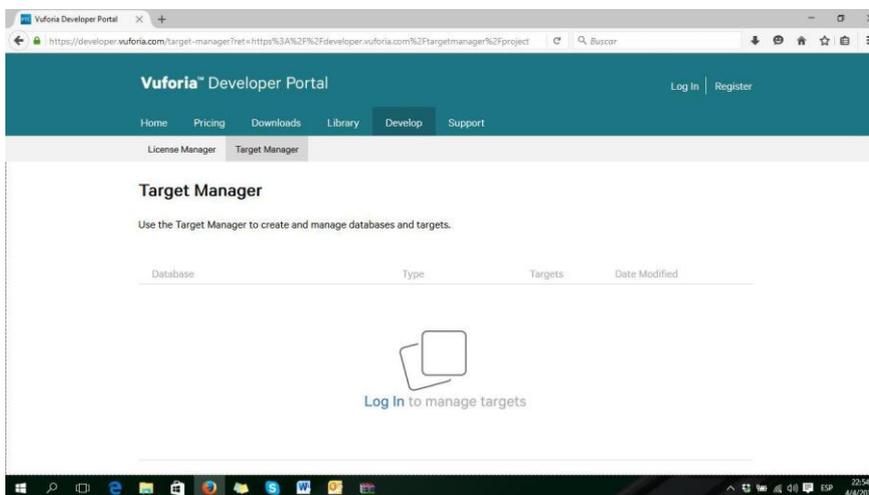


Figura 31: Página principal de Vuforia.

2. Ingresar a través de la cuenta creada para este proyecto y ubicarse en la pestaña de License Manager como se indica en la figura 32.

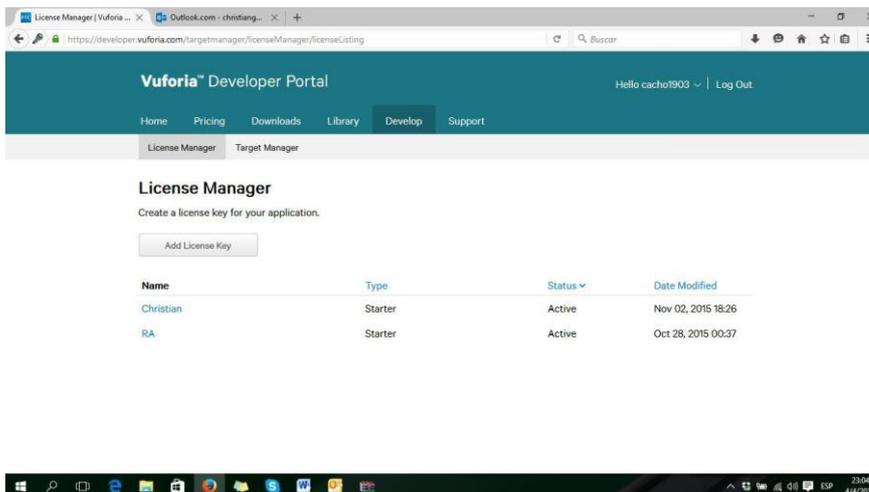


Figura 32: License Manager.

3. Lo siguiente es crear una clave de licencia y copiar este código para colocarlo en el programa Unity y enlazar la base de datos con la aplicación. Esto se observa

en la figura 33.

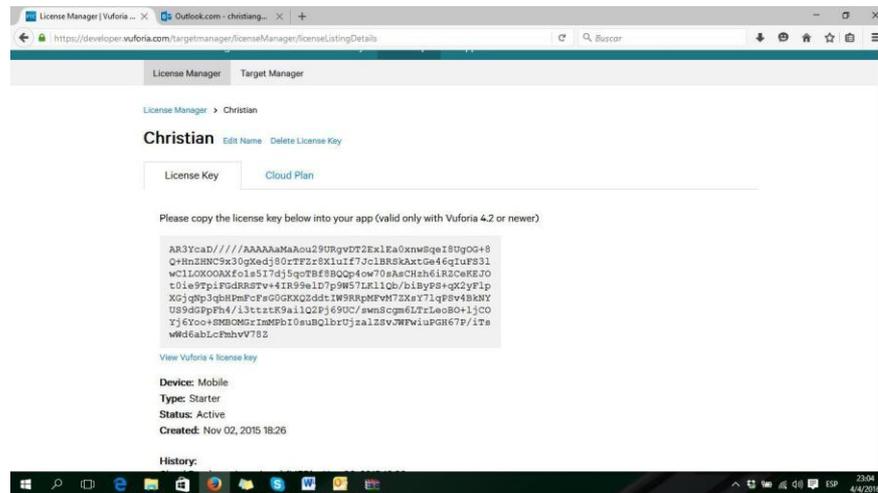


Figura 33: License Key.

- Luego se marca la viñeta de Target Manager y crear una base de datos para almacenar las imágenes dentro de ella, es como se indica en la figura 34.

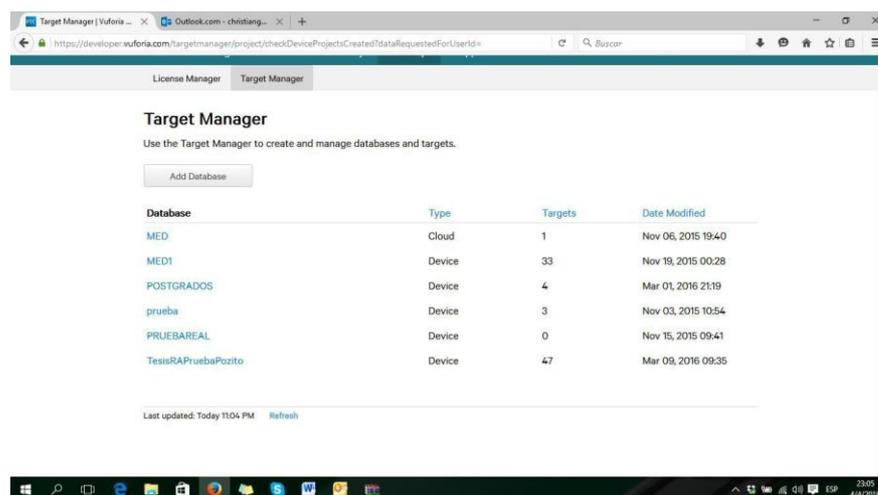


Figura 34: Crear Base de Datos.

- Se procede a cargar las imágenes dentro de la base de datos y observar los distintos rasgos de la imagen y si el features es apto para que la realidad aumentada funcione y pueda ser detectada, en la figura 35 se observa estos aspectos.

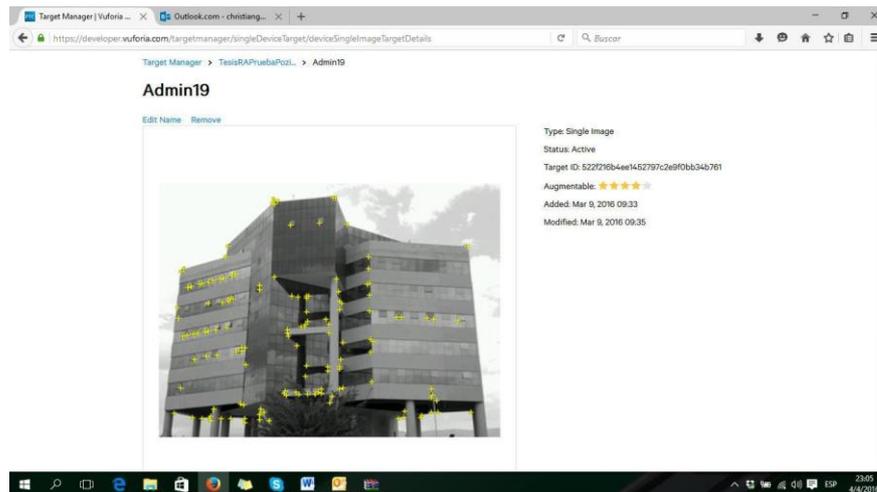


Figura 35: Carga de Imágenes.

6. Y por último descargar la base de datos a través de la plataforma Unity Editor, como se muestra en la figura 36.

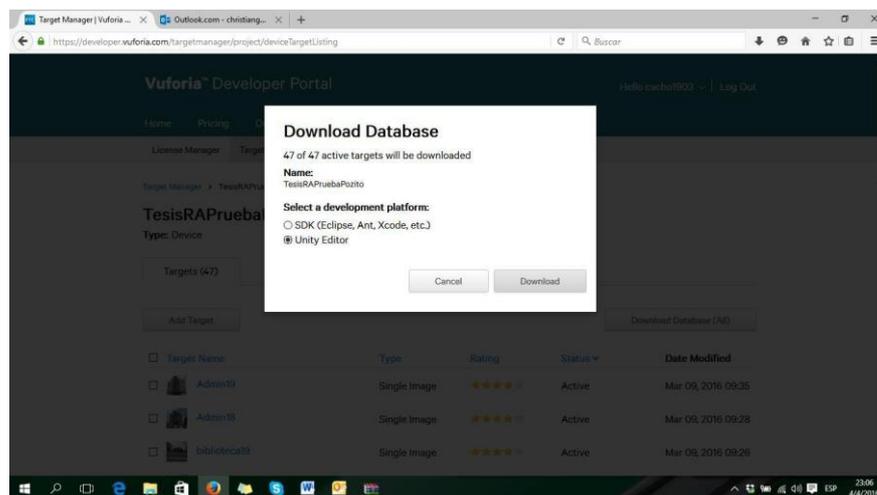


Figura 36: Descarga Base de Datos.

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA DE APLICACIÓN MÓVIL

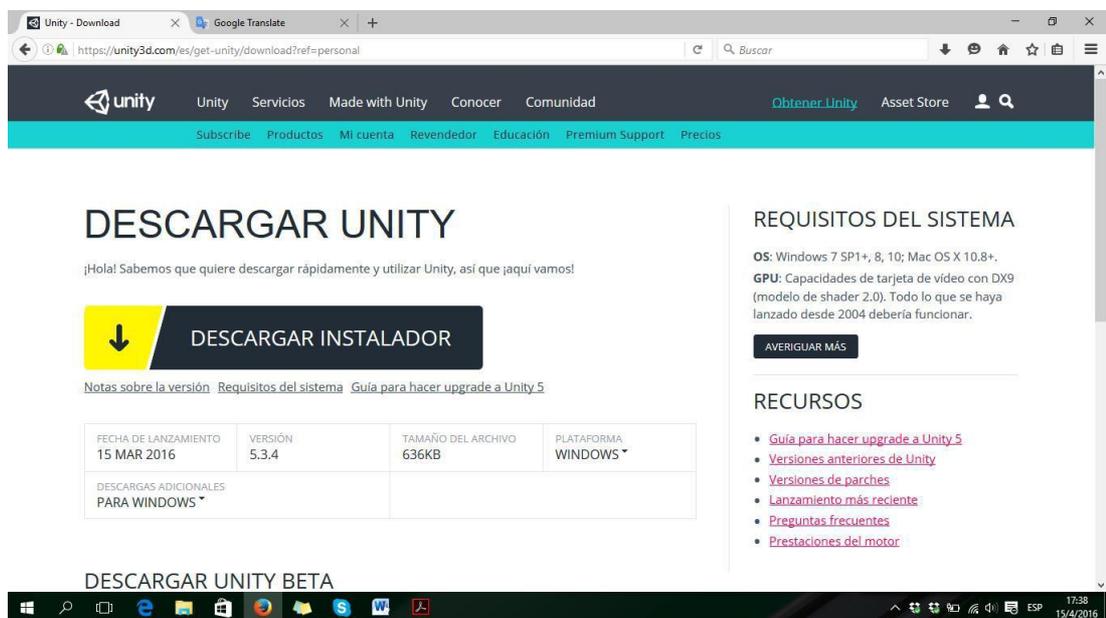
4.1 Unity Game Engine

4.1.1 Instalación

A continuación se detallan los pasos para instalar Unity:

El primer paso para la instalación es ingresar a www.unity3d.com.

En la página obtener Unity se selecciona la versión que desea (Personal o Profesional), para este caso se selecciona el Personal, siguiente a esto se descarga el instalador como se muestra en la figura 37.



The screenshot shows the Unity website's download page for the Personal version. The page is in Spanish and features a prominent 'DESCARGAR INSTALADOR' button. Below the button is a table with technical specifications for the download. To the right, there are sections for system requirements and resources.

FECHA DE LANZAMIENTO	VERSIÓN	TAMAÑO DEL ARCHIVO	PLATAFORMA
15 MAR 2016	5.3.4	636KB	WINDOWS

DESCARGAS ADICIONALES PARA WINDOWS

REQUISITOS DEL SISTEMA

OS: Windows 7 SP1+, 8, 10; Mac OS X 10.8+.
GPU: Capacidades de tarjeta de vídeo con DX9 (modelo de shader 2.0). Todo lo que se haya lanzado desde 2004 debería funcionar.

RECURSOS

- Guía para hacer upgrade a Unity 5
- Versiones anteriores de Unity
- Versiones de parches
- Lanzamiento más reciente
- Preguntas frecuentes
- Prestaciones del motor

Figura 37: Unity.

Aceptar los términos para la licencia de Unity y pulsar Next así como se muestra en la figura 38.

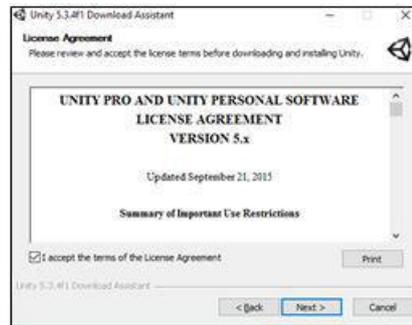


Figura 38: Terminos Unity.

En la figura 39 se selecciona los componentes a instalar.

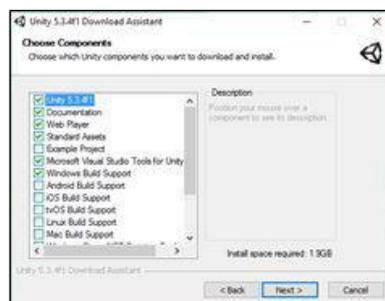


Figura 39: Componentes.

Después de dar next dejamos que la aplicación se instale en el ordenador como se muestra en la figura 40.

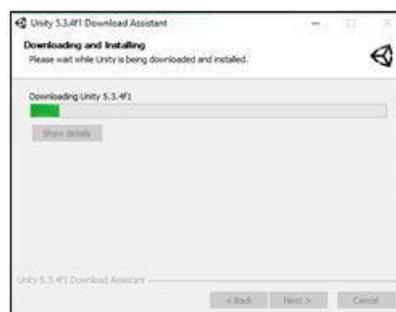


Figura 40: Instalar.

4.1.2 Interfaz de usuario de Unity

En la figura 41 se muestra la interfaz de Unity:



Figura 41: Interfaz de Unity.

1. Hierarchy: Presenta los objetos que se despliegan en la pantalla, como las luces direccionales, letras, figuras.
2. Scene: Escena en donde se coloca, rota y seleccionas los objetos que se muestran en el evento.
3. Inspector: Es la ventana en la cual se configura cualquier objeto de la escena, los objetos se seleccionan en Hierarchy.
4. Project: En donde se ordenan todos los archivos (escenas, scripts, modelos).
5. Toolbar: Incluye las herramientas de transformación (manipulación de objetos y navegación de la escena), herramientas de control (correr, pausar y detener el nivel), herramientas de listas (manejo de capas).

4.1.3 Importar paquetes Unity a un proyecto

Para importar un paquete al proyecto:

En el toolbar se entra al menú Assets.

Se selecciona Import Package, indica algunas opciones que ofrece Unity, en este caso al ser un archivo generado para un proyecto específico se selecciona Custom Package como se visualiza en la figura 42.

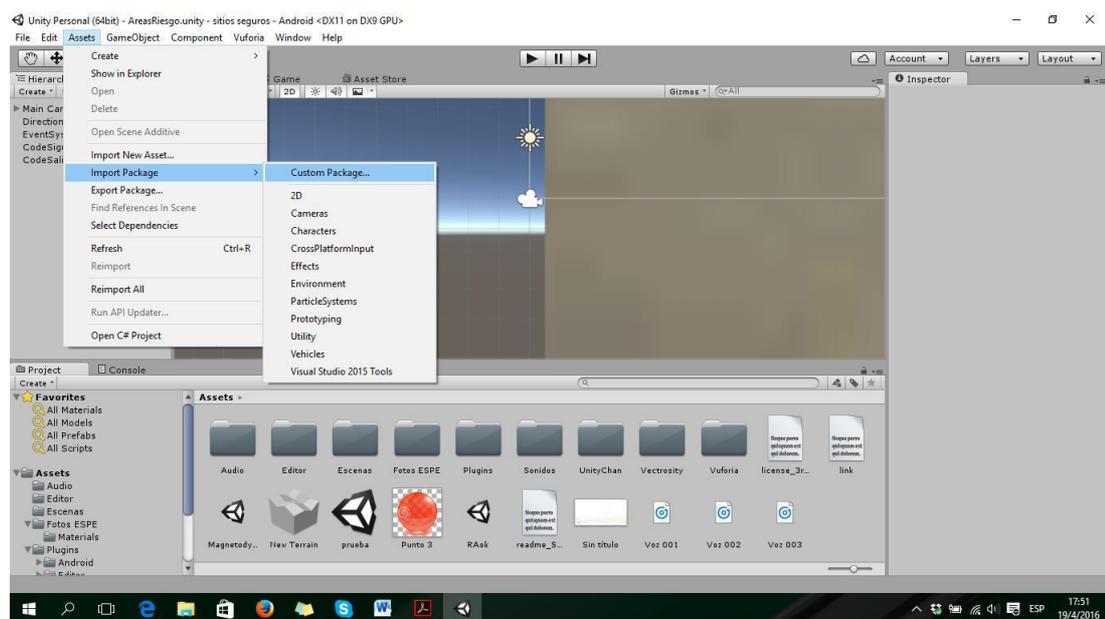


Figura 42: Custom Package.

4.2 Vuforia SDK

Vuforia SDK es un grupo de librerías que permite utilizar realidad aumentada en el proyecto que se está desarrollando, esta SDK se encuentra disponible para Android, iOS y como paquete para Unity, todas son distribuidas de forma gratuita por la empresa Qualcomm Inc. Vuforia usa la técnica de rastreo de marcadores, la cual busca patrones en las imágenes para cargar objetos[2].

Las 2 características que ofrece Vuforia para el proyecto son las siguientes:

ARCamera: Presenta una cámara que detecta marcadores en tiempo real.

Image Target: Es el componente más utilizado en Vuforia, usándolo la aplicación puede detectar cualquier imagen con la que fue animada y desplegar el contenido RA encima de la imagen (Figura 43).



Figura 43: Image Target.

A parte de estas 2 características Vuforia presenta otras opciones como Frame Maker, Multi target y como último el Virtual Button logrando que el software tenga aplicaciones variables y sea atractiva para los desarrolladores de RA.

4.2.1 Instalación de Vuforia

En primer lugar, acceder a la página www.developer.vuforia.com

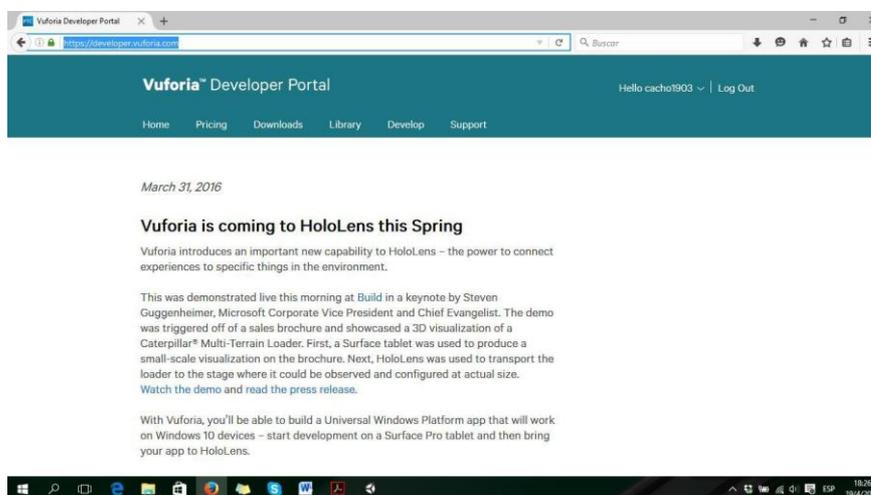


Figura 44: Pagina Principal.

Como se indica en la figura 45 seleccionar la pestaña Downloads y siguiente SDK, aparecen los 3 tipos de SDK:

Android

iOS

Unity

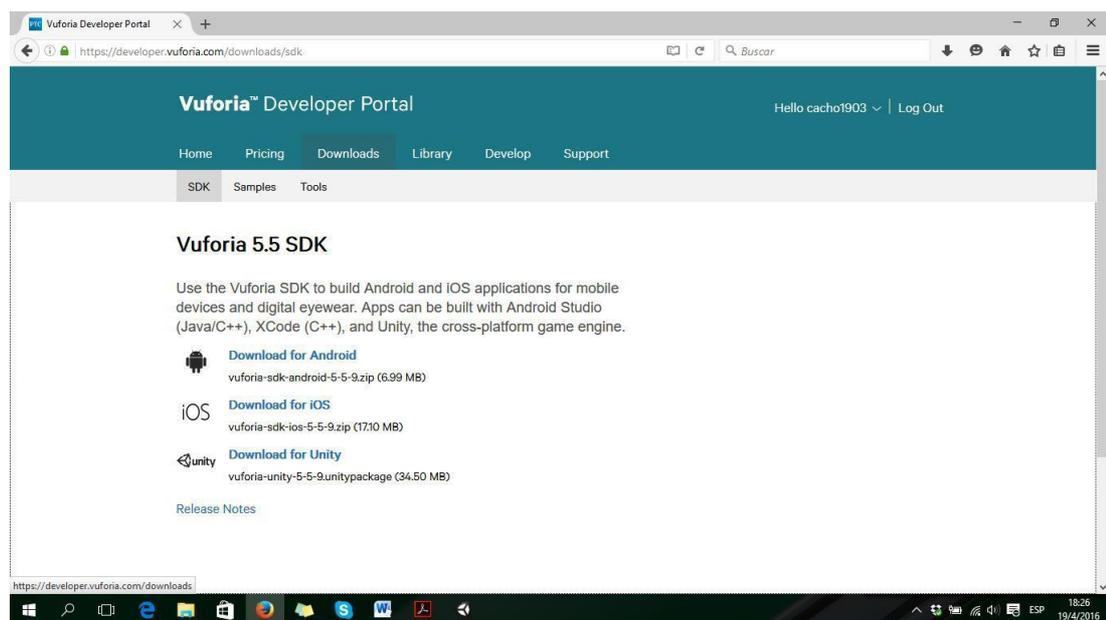


Figura 45: Tipos de SDK.

Para el caso de este proyecto se usará la descarga para Unity.

Se marca la opción I Agree para continuar con el proceso de instalación del SDK de Unity para Vuforia, así como se indica en la figura 46.

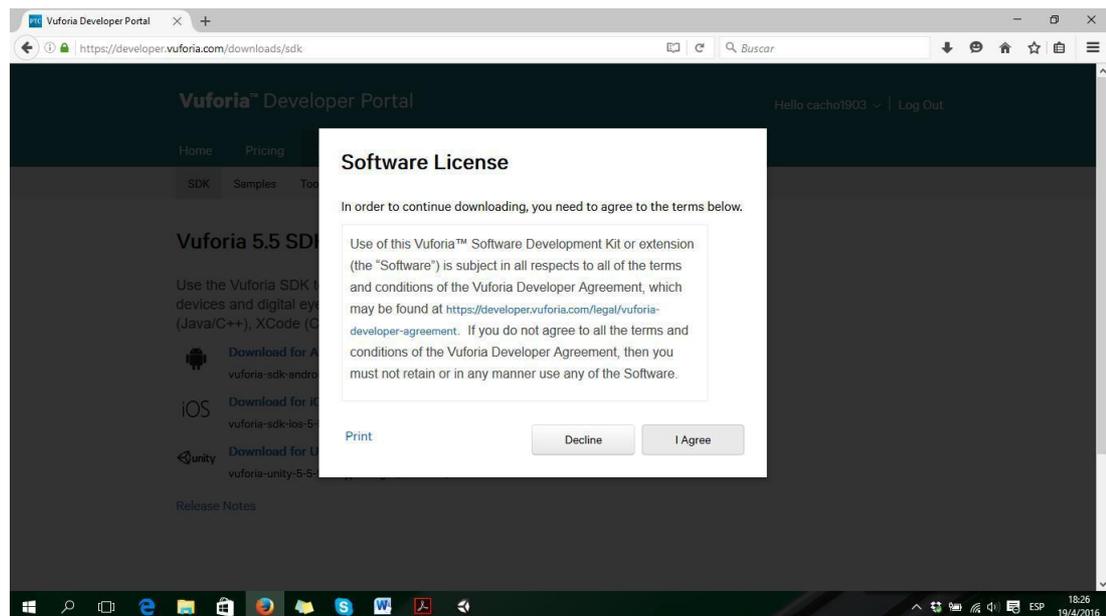


Figura 46: Aceptar.

Y, por último, guardar el archivo e importar el paquete dentro del Unity para desarrollar la aplicación del proyecto. Figura 47.

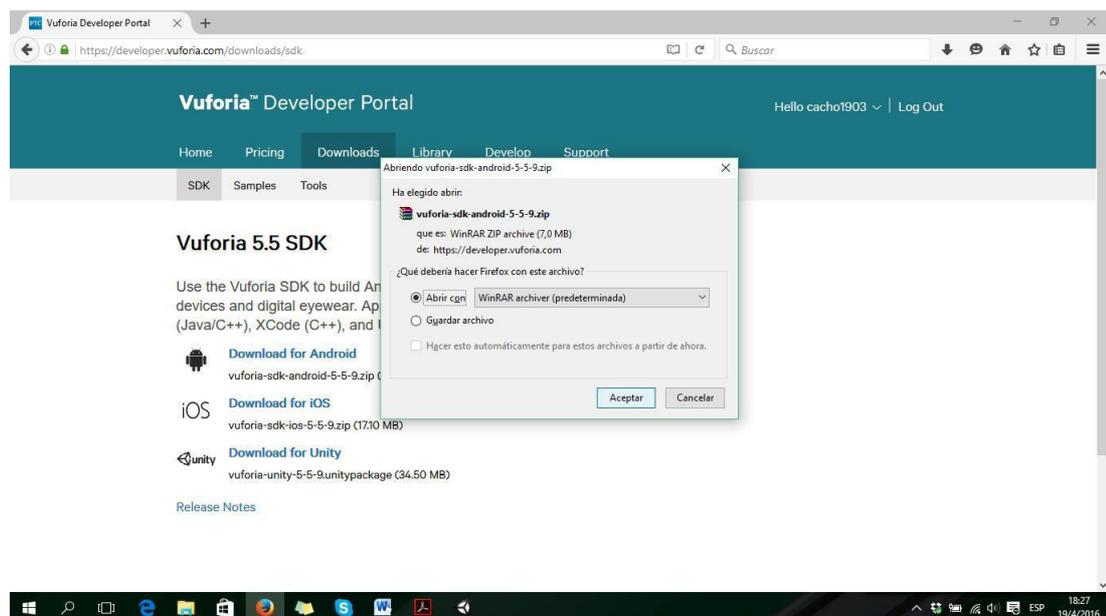


Figura 47: Guardar el archivo.

4.3 Pruebas de Usuario

Para realizar las pruebas se efectuó encuestas a distintos usuarios y se evidencia los siguientes resultados:

1. Qué tan complicado resulta el manejo de la aplicación?



Figura 48: Pregunta 1.

Tabla 2:

Pregunta 1.

Fácil	Complicado	Muy Complicado	No se puede manejar
19	4	2	0

Se determina que el 76% de los usuarios les resulta fácil usar la aplicación mientras apenas el 8% se les complico el manejo y orientación hacia los sitios seguros.

2. Cuán servicial resulta para usted la aplicación?



Figura 49: Pregunta 2.

Tabla 3:

Pregunta 2.

Fácil	Complicado	Muy Complicado	No se puede manejar
20	4	1	0

Al 80% de los usuarios indicaron que la aplicación sirve de manera efectiva ante cualquier eventualidad del Volcán Cotopaxi, y solo al 4% no les parece muy importante esta aplicación debido a que son usuarios que no se encuentran en la Universidad de las Fuerzas Armadas frecuentemente.

3. Cuán completa es la información que proporciona la aplicación sobre los sitios seguros en caso de una posible erupción del volcán Cotopaxi?



Figura 50: Pregunta 3.

Tabla 4:

Pregunta 3.

Fácil	Complicado	Muy Complicado	No se puede manejar
23	2	0	0

El 92% indica que al ocurrir una erupción del Volcán Cotopaxi y ejecutar la aplicación se muestra que la información para los usuarios es completa.

4. Cuán completa es la información que proporciona la aplicación sobre las rutas de evacuación en caso de una posible erupción del volcán Cotopaxi?



Figura 51: Pregunta 4.

Tabla 5:

Pregunta 4.

Fácil	Complicado	Muy Complicado	No se puede manejar
20	4	1	0

En estas pruebas se logró evidenciar una pequeña deficiencia debido que solo al 80% indica que la información es muy completa, se podrá mejorar consiguiendo mayor detalle referente a rutas actualizadas de evacuación o agregar distintas rutas que con el tiempo se pueden evidenciar.

5. Cuán completa es la información que proporciona la aplicación sobre las zonas de riesgo en caso de una posible erupción del volcán Cotopaxi?



Figura 52: Pregunta 5.

Tabla 6:

Pregunta 5.

Fácil	Complicado	Muy Complicado	No se puede manejar
17	5	2	1

Para el 68% de los usuarios indican que la información sobre las zonas de riesgo está muy completa y solo el 4% les parece que es incompleta, pero se debe a las pocas muestras en las encuestas, pero en general la aplicación es efectiva, completa y eficiente.

4.3.1 Pruebas de Interfaz

Se analiza cada una de las interfaces y se detallan a continuación:

Inicio: Esta interfaz se comprobó mediante el usuario realizando clic en los 2 botones existentes, se evidenció que el tamaño de los botones está acorde a la visión del usuario, y el color y las letras se pueden identificar sin mayor complicación, se concluye que la interfaz es funcional.

Tabla 7:

Estado de la Interfaz de Inicio.

ORD	DETALLE	RESPUESTA DE LA APLICACION	ESTADO
1	Clic en la opción Alertas	muestra pantalla con las diferentes alertas	OK
2	Clic en la opción Información	muestra información sobre la evacuación	OK

Alerta Roja: A través de la imagen del mapa de los sitios seguros el usuario identifico de forma rápida y eficaz cual es el sitio próximo para dirigirse y por

último el botón de Realidad Aumentada presenta un color el cual es llamativo para que las personas lo seleccionen.

Tabla 8:

Estado de la interfaz Alerta Roja.

ORD	DETALLE	RESPUESTA DE LA APLICACION	ESTADO
1	Clic en la opción RA	muestra pantalla la geo ubicación y RA	OK
2	Mapa de Ubicación	muestra mapa con los sitios seguros	OK

Vista en Realidad Aumentada: en esta interfaz se realizaron la mayoría de las pruebas para determinar si la aplicación es aceptable o no, se evidencio que la interfaz tiene una efectividad del 99% en el cumplimiento de las aplicaciones a utilizar.

Tabla 9:

Estado de la interfaz Realidad Aumentada.

ORD	DETALLE	RESPUESTA DE LA APLICACION	ESTADO
1	Flecha de Ubicación	muestra en la pantalla a donde dirigirse	OK
2	Distancia al sitio Seguro	muestra en la pantalla la distancia en metros	OK

Escenario más Probable: la interfaz de información maneja un tamaño de letra y a su vez el fondo de la presentación presenta un color blanco el cual el usuario puede distinguir claramente lo que se desea expresar.

Tabla 10:

Estado de la interfaz Escenarios.

ORD	DETALLE	RESPUESTA DE LA APLICACION	ESTADO
1	Texto Informativo	muestra en la pantalla un texto informativo	OK
2	Información del evento	La información es clara para el usuario	OK

Información: al igual que la anterior interfaz el color y tamaño de la letra son los adecuados, de igual manera la imagen informativa es clara y concisa, y el usuario logro distinguir los 2 botones; la prueba se efectuó dando clic a los botones y de esa forma accediendo a las siguientes interfaces permitiendo decir que las interfaces referentes a información tienen efectividad del 100%.

Tabla 11:

Estado de la interfaz Información.

ORD	DETALLE	RESPUESTA DE LA APLICACION	ESTADO
1	Clic en la opción Escenario menos probable	muestra en la pantalla los sitios de riesgo y los sitios seguros	OK
2	Clic en la opción Escenario más probable	Muestra en la pantalla las rutas de evacuación	OK

4.3.2 Pruebas de Navegación

Las pruebas resultaron satisfactorias si se habla de navegación, se realizó con distintos usuarios para verificar la efectividad, error en navegación y proximidad hacia los sitios seguros dejando los siguientes resultados:

Los cambios de giro para direccionar los sitios se realizan inmediatamente dando una efectividad del 99% dentro de los usuarios que comprobaron la aplicación.



Figura 53: Giros de Navegación.

Para la navegación del mapa que indica los sitios seguros debido a que se usa el GPS de cada dispositivo su efectividad es del 95% ya que no es un equipo especificado para esta aplicación.

Referente a la aplicación el cambio de un sitio seguro a otro debido al GPS tiene una efectividad del 96%, debido a que maneja una distancia promedio de 20 a 30 metros para determinar el sitio que está más cerca y lograr dirigir para ese sector al usuario.



Figura 54: Ubicación del GPS.

4.4 Prueba de Componentes

Al hablar de componentes se debe tomar en cuenta aspectos de los dispositivos móviles como el uso de la memoria, almacenamiento, consumo de batería, datos.

4.4.1 Prueba de Desempeño

En resultados finales se observa algunos parámetros que definen a la aplicación como útil, eficiente para el usuario como son las siguientes:

Uso de Memoria: Al tener referencia los dispositivos móviles se puede determinar el consumo de memoria al momento de ejecutar la aplicación, se ha realizado diferentes pruebas, para establecer de una manera estadística si la aplicación consume memoria del dispositivo móvil ocasionando lentitud, retardo y uso inadecuado de recursos.



Figura 55: Uso de Memoria.

Al observar la figura 55 se puede determinar que el consumo de memoria promedio es de 13 MB de un total de 98 MB, esto en porcentajes comprueba que la aplicación al usarse al 100% en caso de una posible erupción de Volcán Cotopaxi solo dedicaría el 17% del uso de memoria.

Almacenamiento: Otro aspecto importante es la capacidad del dispositivo móvil para realizar el almacenamiento de la aplicación.

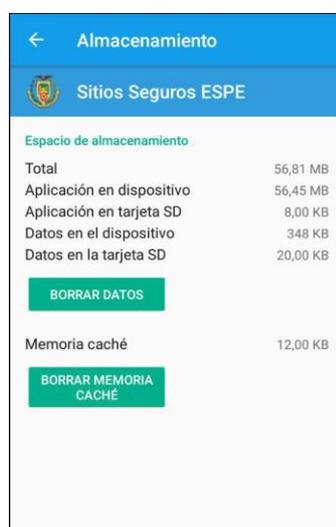


Figura 56: Almacenamiento.

En la figura 56, se muestra el tamaño requerido para la instalación de la aplicación en cualquier dispositivo móvil Android, realizando un estudio sobre las capacidades de almacenamiento mínimas dentro de los móviles en que se instaló, la aplicación tiene un peso de 56.81 MB cambiando a porcentajes hablamos del 5 al 6 % de consumo de memoria al instalarlo.

Consumo de datos: Al realizar el análisis del consumo de datos y considerar que la aplicación funciona sin acceso internet se obtuvo que el consumo es de 1.48 KB.

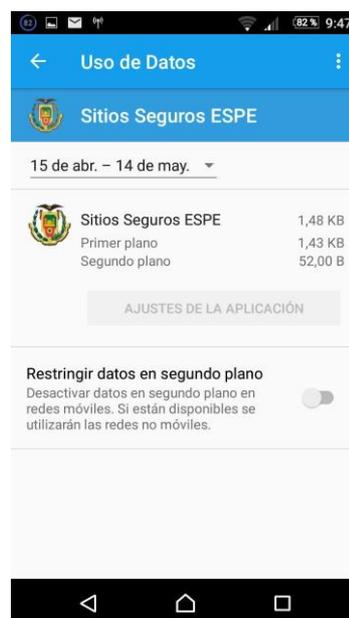


Figura 57: Consumo de Datos.

Consumo de Batería: Para realizar el análisis del consumo de batería se toma en referencia los dispositivos Samsung y Sony Xperia, Samsung tiene la capacidad de batería de 2550 mAH al 100%, mientras que Sony Xperia usa 2900 mAH, como se observa en la figura 53 en las pruebas realizadas hay un consumo de 65 y 87 mAH hablando en porcentajes para el primera caso es 2.54% y 2.24% el consumo de batería en los diferentes dispositivos móviles y para el segundo caso es 3.41% y 3% respectivamente, en conclusión se dice que el consumo de

batería es mínimo y a su vez resultando una herramienta sólida y fuerte en el caso de que ocurra cualquier eventualidad.

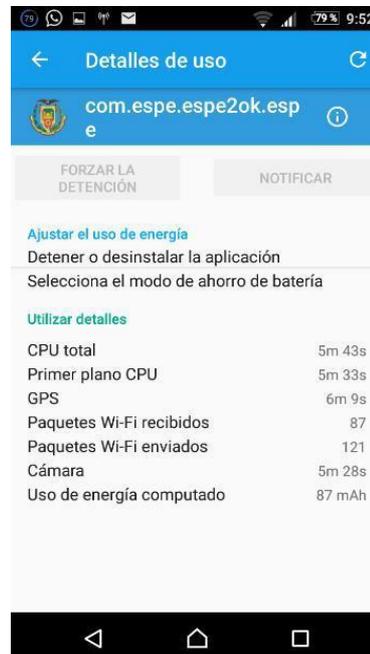


Figura 58: Consumo de Bateria.

4.5 Manual de Usuario

Descripción de la aplicación

La aplicación Sitios Seguros ESPE es una aplicación para Smartphones Android 2.1 o posterior, que permite dirigir al usuario mediante el uso del GPS y la brújula al punto seguro más cercano con respecto a su localización y el cálculo de la distancia. Las funciones de la aplicación son la de guiar al usuario con mensajes visuales y audiotivos, así también muestra información sobre los sitios seguros de la universidad frente a una eventual erupción del volcán Cotopaxi mediante el uso de realidad aumentada.

Instalación

Debemos buscar el instalador Sitios Seguros ESPE.apk en la carpeta Mis Archivos

del dispositivo como se muestra en la Figura 59.

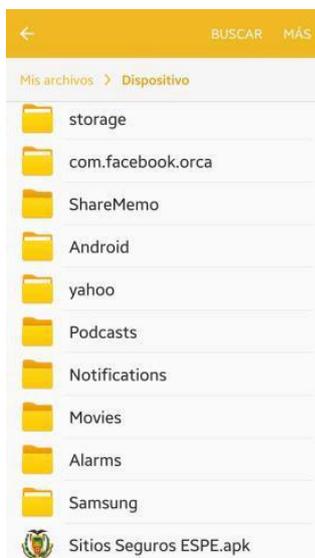


Figura 59: Ubicación del instalador.

Abrimos el instalador Sitios Seguros ESPE.apk aparece una nueva pantalla, en la cual se confirma la instalación de la aplicación haciendo clic en el botón "Instalar" como se muestra en la Figura 60.



Figura 60: Pantalla de instalación.

Navegación Aplicación

En versiones más recientes de Android es necesario activar los permisos para acceder a Almacenamiento, Cámara y Ubicación ya que si no activamos estos permisos la aplicación no funcionará correctamente se mantendrá en la pantalla principal con un mensaje como se muestra en la Figura 61.



Figura 61: Información de configuración para el correcto funcionamiento de la aplicación.

Para activar los permisos de la aplicación es necesario ir a Ajustes> Aplicaciones> Administrador de Aplicaciones> Sitios Seguros ESPE> Permisos como se muestra en la Figura 62.

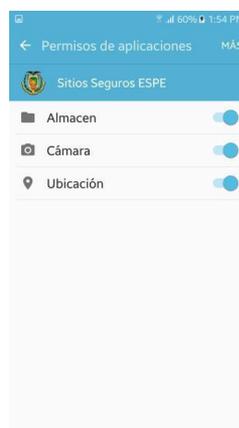


Figura 62: Activar permisos de aplicación.

Al activar los permisos de Almacenamiento, Cámara y Ubicación regresamos a la aplicación y podremos observar que la pantalla principal se encuentra desbloqueada con lo cual el usuario ya puede hacer uso de la aplicación como se muestra en la Figura 63. Esta interfaz presenta 2 botones: el primero para la opción de Alertas y el segundo es para la opción de Información.



Figura 63: Interfaz de Inicio.

El botón Alertas nos permite dirigirnos a la interfaz Alerta Roja que es la interfaz más importante dentro de la aplicación ya que a través de esta interfaz el usuario puede dirigirse hacia los sitios seguros a través de la Realidad aumentada, tiene un mapa en el cual indica los posibles sitios seguros como se muestra en la Figura 64, el botón que se encuentra la parte inferior central es el que permite el acceso a la Realidad Aumentada de color Rojo y cuando se lo pulsa cambia a un color blanco para distinguirse.



Figura 64: Interfaz Alerta Roja.

Al hacer clic en el botón IR RA la interfaz interactúa con el usuario proporcionando la posibilidad de vivir la experiencia de la realidad aumentada, el usuario también será guiado mediante una flecha y audios al sitio seguro más cercano como se muestra en la Figura 65.



Figura 65: Interfaz Realidad Aumentada.

La interfaz Escenario más Probable Brinda al usuario información sobre las obligaciones de los usuarios que se encuentra en la universidad en el caso del escenario más probable como se muestra en la Figura 66, esta interfaz tiene tres páginas las cuales se muestran presionando las flechas que se encuentran a la mitad de cada uno

de los extremos de la pantalla.



Figura 66: Interfaz de Escenario más Probable.

La interfaz Información es la interfaz más sencilla en el cual se brinda al usuario información sobre las rutas de evacuación. En este caso la interfaz consta de un mapa que indica el paso de los lahares por la Universidad, texto dando información sobre la amenaza que puede sufrir el usuario, en la parte inferior tiene 2 botones: ESCENARIO No 1 MAS PROBABLE y ESCENARIO No 2 MENOS PROBABLE como se muestra en la Figura 67.



Figura 67: Interfaz de Información.

La interfaz Escenario menos Probable En este caso la interfaz consta de un mapa que indica el paso de los lahares por los sectores aledaños a la universidad, consta de 3 botones de color verde para acceder a las interfaces de edificios seguros, Áreas y edificios en riesgo y rutas recomendadas, en la parte superior consta de letras indicando el nombre de la interfaz como se muestra en la Figura 68.

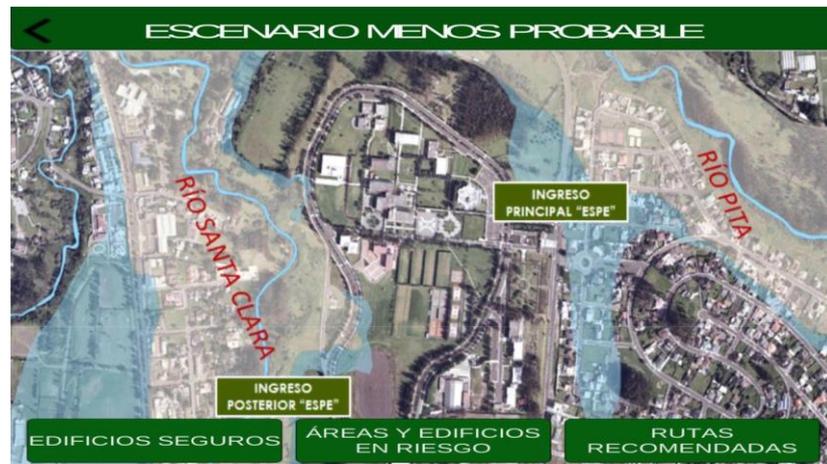


Figura 68: Interfaz de Escenario menos probable.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El uso de la geolocalización permitió desarrollar un sistema de navegación funcional frente a una eventual erupción del volcán Cotopaxi en el cual no se requiere una conexión a una red de datos para guiar al usuario al sitio seguro más cercano.

Dentro del proceso para la implementación de realidad aumentada en edificaciones, se presentó un inconveniente con la utilización de Vuforia SDK, puesto que no está diseñada para reconocer objetos físicos, por ello, se empleó el uso de realidad aumentada en base a geolocalización (GPS y la brújula digital), la que permite mostrar al usuario información de interés.

Al trabajar con el departamento de seguridad para la elaboración de la aplicación se permitió que la comunidad politécnica maneje una potencial herramienta en caso de la erupción del volcán Cotopaxi ayudando al personal a dirigirse a un sitio seguro de forma rápida y eficiente.

- Luego de la implementación apropiada de la aplicación se determinó parámetros importantes en los cuales se debe apoyar para las personas que no pertenecen a la comunidad politécnica, como es el audio al momento de dirigir a los sitios seguros, visualización de direccionamiento para un mejor desempeño y por último la realidad aumentada que permite al

usuario identificar el edificio e indica la información estimada de las personas que pueden estar por piso.

5.2 Recomendaciones

Para desarrollar una aplicación móvil que será empleada en casos de emergencia, se sugiere el uso de la geolocalización, la cual no depende de una conexión a internet para un funcionamiento adecuado.

Para la utilización de realidad aumentada en edificaciones se recomienda implementar la realidad aumentada en base a geolocalización, que permite al usuario visualizar información de interés, únicamente enfocando cualquier edificación, sin afectación de factores ambientales.

Una de las recomendaciones importantes para que la aplicación tenga un impacto mayor es la divulgación de la misma sirviendo para la mayoría de personas de información y conocimiento ante un eventual proceso de erupción del Volcán Cotopaxi.

Como primera instancia al usar la aplicación se recomienda calibrar la brújula y activar la ubicación, de esta forma proximidad hacia un sitio segura sea efectiva en un 99% permitiendo al usuario tener una reacción más efectiva y en el menor tiempo posible.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. G. EPN. Cotopaxi. [Online]. Available: <http://www.igepn.edu.ec/cotopaxi/>
- [2] V. Yáñez and D. Augusto, “Desarrollo de una aplicación móvil para apoyar al turismo del centro histórico de Quito, utilizando realidad aumentada y geolocalización, para la empresa vlbs cía. Ltda,” Ph.D. dissertation, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática., 2014.
- [3] T. Quispillo, D. Armando, C. Buenaño, and E. Absalón, “Estudio de la realidad aumentada aplicada al diseño arquitectónico de modelados 3d en la web epoch.” 2012.
- [4] G. A. Ciollaro Rodrigo-Magro, “Aplicaciones de la realidad aumentada,” 2011.
- [5] D. Redondo. Proyecto de realidad aumentada. [Online]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/monografia-realidad-aumentada/monografia-realidad-aumentada.shtml#ixzz4BxoqPgKw>
- [6] F. J. Dávila Martínez, E. Camacho Arranz et al., “Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de archivos y cartotecas:” propuesta metodológica”, 2012.
- [7] Anonimo. Sony mobile communications. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Sony_Mobile_Communications
- [8] ——. Nexus. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Nexus

- [9] S. Higuera. Dispositivos móviles. [Online]. Available: <http://panorama-siglibre.readthedocs.io/es/latest/movilidad/>
- [10] A. Diego, Edwin. Sistema operativo android. [Online]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos101/sistema-operativo-android/sistema-operativo-android.shtml>
- [11] S. C. Veronica Vanoli. Resolución de problemas y algoritmos. [Online]. Available: <http://www.geocities.ws/profeprog/RPyAApunte.pdf>
- [12] J. Manuel. Vuforia sdk para unity. [Online]. Available: http://www.academia.edu/9800549/Vuforia_SDK_para_Unity
- [13] anonimo. Google glass. [Online]. Available: <http://www.comologia.com/que-es-google-glass-y-para-que-se-usa/>
- [14] ——. Aurasma. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Aurasma>
- [15] N. Garun. Par works. [Online]. Available: <http://www.digitaltrends.com/cool-tech/par-works-mars-app-augmented-reality-guide-for-those-whove-given-up-on-life/>

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN REDES Y COMUNICACIÓN DE
DATOS

ACTA DE ENTREGA

El presente proyecto fue entregado en el Departamento de Eléctrica y Electrónica, y reposa en los archivos desde:

Sangolquí, _____ .

Elaborado por:

Christian Fernando González Landeta.

Diego Fabricio Pozo Moreno.

Autoridad:

Dr. Nikolay Espinosa Msc.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS