



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DANTE SISTEMA MÓVIL PARA LA
NOTIFICACIÓN, UBICACIÓN Y ALERTA DE INCIDENTES Y ÁREAS DE PELIGRO EN LA
CIUDAD DE GUATEMALA**

Bacilio Alexander Bolaños Lima

Asesorado por el Msc. Ing. Marlon Antonio Pérez Türk

Guatemala, febrero del 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DANTE SISTEMA MÓVIL PARA LA NOTIFICACIÓN, UBICACIÓN Y ALERTA DE INCIDENTES Y ÁREAS DE PELIGRO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BACILIO ALEXANDER BOLAÑOS LIMA
ASESORADO POR EL MSC. ING. MARLON ANTONIO PÉREZ TÜRK

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, FEBRERO DEL 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

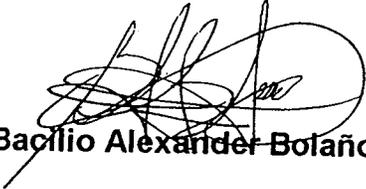
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Pablo Hernández Ramírez
EXAMINADOR	Ing. Juan Alvaro Díaz Ardavin
EXAMINADOR	Ing. José Ricardo Morales Prado
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DANTE SISTEMA MÓVIL PARA LA NOTIFICACIÓN, UBICACIÓN Y ALERTA DE INCIDENTES Y ÁREAS DE PELIGRO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrados, con fecha 28 de enero de 2013.


Bacilio Alexander Bolaños Lima

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142

AATT-MTIPP-0002-2013

Guatemala, 28 de enero de 2013

Director:
Marlon Antonio Pérez Turk
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Bacilio Alexander Bolaños Lima** con carné número **2003-12422**, quien opto la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

Marlon Antonio Pérez Turk
Ingeniero

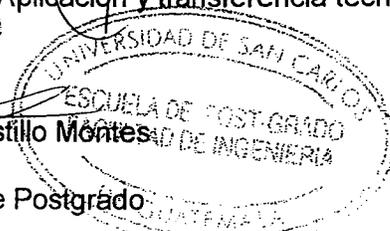
"Id y enseñad a todos"

Msc. Ing. Marlon Antonio Pérez T.
Asesor (a)

Marlon Antonio Pérez Turk
Ingeniero

Msc. Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Coordinador de Área
Aplicación y transferencia tecnológica

Mayra Virginia Castillo Montes
Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la

E
S
C
U
E
L
A

D
E

C
I
E
N
C
I
A
S

Y

S
I
S
T
E
M
A
S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación titulado **“DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DANTE SISTEMA MÓVIL PARA LA NOTIFICACIÓN, UBICACIÓN Y ALERTA DE INCIDENTES Y ÁREAS DE PELIGRO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”**, realizado por el estudiante **BACILIO ALEXANDER BOLAÑOS LIMA**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Director, Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 20 de febrero 2013



Ref.DTG.113.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO DANTE SISTEMA MÓVIL PARA LA NOTIFICACIÓN, UBICACIÓN Y ALERTA DE INCIDENTES Y ÁREAS DE PELIGRO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Bacilio Alexander Bolaños Lima**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, febrero de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme brindado la vida y la oportunidad de culminar satisfactoriamente mis estudios de Ingeniería.
- Mis padres** José Agustín Bolaños Martínez y NelyNormilda Lima Lemus. Por su apoyo en cada instante de mi vida, haberme enseñado los principios y valores que fundamentan mi camino y ser un ejemplo de perseverancia y trabajo duro.
- Mis hermanos** Jafrania Marnelly y Edson José Adrián Bolaños Lima. Por su comprensión, apoyo incondicional y motivación; que este trabajo les sea un ejemplo para alcanzar sus propias metas.
- Mi demás familia** Por sus consejos, cariño, motivación y apoyo.
- Mis amigos** Con quienes compartimos tantas experiencias, dentro y fuera de la universidad.
- Mis catedráticos** Por haber compartido sus enseñanzas y experiencia en el campo profesional y laboral.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por brindarme la sabiduría y perseverancia para no desfallecer y continuar hasta alcanzar mis objetivos, aún en los momentos difíciles.
- Mis padres** Por darme la vida y guiarme a través de ella, por su apoyo, cariño y comprensión incondicional.
- Mis hermanos** Por su apoyo y consideraciones, sin ello no hubiera sido posible culminar esta meta.
- Catedráticos** Por sus enseñanzas, consejos y consideraciones.
- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por toda la formación académica, profesional y personal.
- Compañeros** Por haberme enseñado con el ejemplo y haber sido parte de mi formación profesional.
- En general** A todas aquellas personas que estuvieron de alguna forma presentes, apoyándome durante este arduo camino.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES	1
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. ALCANCES.....	11
4.1. Necesidades a cubrir	12
5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	13
5.1. Clasificación	13
5.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	13
5.2.1. Organización de la información geográfica.....	15
5.2.1.1. Datos vectoriales.....	16
5.2.1.2. Datos de tipo raster.....	16
5.2.2. Oferta de sistemas de información geográfica.....	16
5.2.2.1. SIG's de código abierto.....	17
5.2.2.2. SIG's comerciales.....	17
5.2.3. Aporte al estudio especial de graduación.....	18
5.3. Minería de datos espacial.....	18
5.3.1. Métodos para minería de datos espaciales.....	20
5.4. Oferta de sistemas de minería de datos espaciales.....	20

5.5.	Sistema operativo <i>Android</i>	21
5.5.1.	Aporte al estudio especial de graduación.....	25
5.6.	Mobile-D: Metodología de desarrollo ágil para aplicaciones móviles.	25
5.6.1.	Etapa de exploración	28
5.6.2.	Etapa de inicialización	29
5.6.3.	Etapa de producción.....	32
5.6.4.	Etapa de integración.....	32
5.6.5.	Etapa de pruebas	32
6.	ARQUITECTURA GENERAL DE LA SOLUCIÓN	35
6.1.	Sistemas externos relacionados.....	35
6.1.1.	Sistemas de redes sociales	35
6.1.2.	Sistema de mapas y sistema de GPS.....	36
6.1.3.	Autoridades correspondientes	37
6.1.4.	Arquitectura del sistema	37
6.1.5.	Diseño de capas del servidor.....	38
6.1.6.	Diseño del modelo de datos local	39
7.	CONTENIDO	45
8.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	49
8.1.	Hipótesis	49
8.1.1.	Variables independientes	50
8.1.1.1.	Ubicación geográfica	51
8.1.1.2.	Hora del día	51
8.1.1.3.	Día de la semana.....	52
8.1.1.4.	Época del año.....	52
8.1.2.	Variable dependiente.....	53
8.2.	Población y muestra del estudio	53

8.3.	Técnica de recopilación de datos	54
8.3.1.	Recopilación documental	54
8.3.2.	Recopilación de campo	54
8.4.	Análisis estadístico	55
8.5.	Tipo de proyecto	55
8.6.	Beneficiarios	56
8.6.1.	Beneficiarios directos	56
8.6.2.	Beneficiarios indirectos	56
9.	RECURSOS FÍSICOS Y FINANCIEROS	57
10.	CRONOGRAMA.....	59
11.	BIBLIOGRAFÍA	61
12.	ANEXOS	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Problemáticas en la Ciudad de Guatemala	7
2.	Capas geográficas en un sistema SIG	14
3.	Arquitectura de capas del sistema <i>Android</i>	24
4.	Ciclo de desarrollo de Mobile-D	33
5.	Diagrama general de requerimientos.	34
6.	Diagrama de la solución propuesta en el proyecto	36
7.	Diagrama de capas de la aplicación.....	41
8.	Modelo ER de notificaciones temporales en el dispositivo	42
9.	Diagrama conceptual de la arquitectura	43
10.	Planificación del proyecto.....	59

TABLAS

I.	Información clave del proyecto	29
II.	Desglose de presupuesto para implementar el proyecto	58

GLOSARIO

3G	Tecnología de tercera generación para la comunicación inalámbrica que permite el acceso a Internet a dispositivos móviles.
Android	Sistema operativo de código abierto, basado en Linux, para dispositivos móviles inteligentes.
Blackberry	Variedad de teléfonos inteligentes desarrollados por la empresa Research In Motion.
C++	Lenguaje de programación orientado a objetos.
Código abierto	Tecnologías desarrolladas comunitariamente, sin ánimos de lucro.
Cliente-servidor	Modelo de aplicación distribuida que reparte las tareas entre servidores centrales y solicitantes de información (clientes). El cliente realiza una solicitud al servidor quien la recibe, procesa y retorna los resultados al cliente.
Dalvik	Máquina virtual de Java para <i>Android</i> , se encarga de leer e interpretar cada programa, ejecutándolo en su propia instancia de proceso, con memoria y tiempo de procesador propios.

Facebook	Red social en línea, la cual permite el agregado de aplicaciones desarrolladas por terceros. Actualmente ha alcanzado los 1 000 millones de usuarios activos.
Gantt (Diagrama)	Diagrama que permite definir, seguir y comparar la planificación de un proyecto en base a las actividades, tiempos, dependencias y recursos asignados.
Google maps	Servicio de Google, enfocado en el ofrecimiento de mapas e imágenes satelitales del mundo, a través de Internet.
Google plus	Red social impulsada por Google desde el 28 de junio del 2011.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global, desarrollado inicialmente por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, basado en triangulación satelital.
GUI	Siglas de <i>GraphicUser Interface</i> o Interfaz gráfica de usuario.
Hardware	Los componentes físicos de cualquier sistema.
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hiper Texto, permite la transferencia de documentos a través de redes de computadoras (como Internet).

HTTPS	Versión segura del protocolo HTTP, usado para mantener comunicaciones que requieren un mayor nivel de seguridad, por ejemplo, transacciones bancarias, compras en línea, envío de contraseñas, etcétera. Para asegurar la información, el protocolo encripta los datos del mensaje, desde el inicio hasta la recepción del mismo por el destinatario.
IOS	Sistema operativo, desarrollado por Apple para su línea de dispositivos móviles, iPhone y iPad.
Java	Lenguaje de programación orientado a objetos, independiente de la máquina, interpretado.
Kernel	El núcleo de un sistema operativo, abstrae el acceso de las aplicaciones a las capacidades del hardware.
Latitud	La distancia angular entre la línea ecuatorial del planeta y un punto específico, medida a lo largo del meridiano en el que se localiza dicho punto.
Longitud	Es la distancia angular medida desde el meridiano 0 y el punto de medición.
Nube	Nuevo paradigma informático orientado a ofrecer servicios de computación a través de Internet, sin necesidad de una infraestructura local para soportar dichos servicios.
Open source	Sinónimo de código abierto (ver definición).

Plugin	Complemento, es una aplicación cuyo objetivo es extender la funcionalidad de otra aplicación.
QT	Conjunto de librerías para el desarrollo de interfaces de usuario y manejo de gráficos avanzados en el lenguaje C++.
Raster	Mapa de bits, es una matriz rectangular donde cada celda representa un punto de color visible de una imagen.
Red social	Sitio web, orientado a reflejar las interacciones sociales de su red de usuarios.
RUP	Siglas de <i>RationalUnifiedProcess</i> , una metodología de desarrollo pesada.
Smartphone	Teléfono de última generación, capaz de soportar cargas computacionales y de conectividad superiores a un teléfono convencional.
Software	Son los programas, aplicaciones, controladores y demás sets de instrucciones lógicas que le dan vida y utilidad al hardware.
Symbian	Sistema operativo para teléfonos inteligentes, desarrollado y mantenido principalmente por la empresa Nokia.
Twitter	Red social orientada a pequeñas publicaciones de estado de sus usuarios.

URL	Localizador de recursos uniforme, es una dirección de Internet que identifica un contenido o servicio.
Wifi	Mecanismo de interconexión inalámbrica entre dispositivos y con Internet.
XP	Siglas en inglés de <i>Extreme Programming</i> , una metodología ágil para desarrollo de software

RESUMEN

El proyecto busca mejorar la seguridad de los usuarios de dispositivos *smartphone*, al brindarles información sobre la ocurrencia de incidentes de riesgo: por ejemplo hechos delictivos, accidentes de tránsito y desastres naturales en la Ciudad de Guatemala.

Dicha información será provista por los mismos usuarios del sistema, lo cual ayudará a minimizar la ocurrencia de hechos delictivos, accidentes de tránsito y desastres naturales.

Además, la aplicación pretende mejorar la comunicación entre los usuarios del sistema y las autoridades respectivas, de forma que la respuesta coordinada de los mismos, sea eficaz y eficiente en cada situación.

Se espera que el sistema alcance un alto impacto en la sociedad, por beneficiar no sólo a los usuarios directos de la aplicación y autoridades correspondientes, sino también a la sociedad en general.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un sistema de información y comunicación móvil que permita a sus usuarios notificar más eficiente y efectivamente, la ocurrencia de un incidente de riesgo, tanto a su red de contactos como a las autoridades respectivas.

Específicos

1. Generar una serie de reportes y mapas digitales, actualizados en tiempo real con información de incidentes reportados, puestos a disposición de las autoridades correspondientes.
2. Presentar un mapa digital a los usuarios de la aplicación, con las notificaciones más recientes, emitidas en la Ciudad de Guatemala, remarcando las áreas con mayor probabilidad de riesgo.
3. En base a la ubicación, forma de movimiento y perfil de usuario, alertar mediante mensajes y sonidos digitales a los usuarios cuando se aproximen a un área registrada con alta probabilidad de riesgo.
4. Correlacionar la información de notificaciones históricas en búsqueda de patrones de incidentes que permitan darle seguimiento a las áreas de riesgo.

5. Presentar reportes y mapas digitales a las autoridades, indicando posibles áreas de riesgo, en base a los patrones identificados y el historial de incidentes.

INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Guatemala cuenta con una población aproximada de 4 millones de personas en un área de 996 kilómetros cuadrados, aproximadamente[12], siendo actualmente una de las ciudades más peligrosas de la región, de acuerdo al listado elaborado por el Consejo Ciudadano para la Seguridad Pública y Justicia Penal (México, 2012)[13].

El proyecto propone desarrollar como estudio especial de graduación una aplicación para dispositivos móviles inteligentes (*smartphones*) que permita la notificación y ubicación de puntos y áreas de riesgo en la Ciudad de Guatemala, mejorando la comunicación entre las entidades correspondientes y las personas que día a día transitan por la ciudad capital.

El nombre clave del proyecto surge como referencia al escritor italiano Dante Alighieri, quien en su obra, La Divina Comedia, realiza una descripción, diferenciación, catalogación y ubicación de los males que encuentra en su viaje por el inframundo.

1. ANTECEDENTES

Independientemente del medio de comunicación, desde hace mucho tiempo, se ha buscado mejorar la interacción entre los ciudadanos y las autoridades encargadas de velar por la seguridad de los mismos, tanto en la Ciudad de Guatemala como en el país entero.

Un ejemplo de ello fue la implementación del centro de llamadas de la Policía Nacional Civil (110), el cual, debido al incremento de la población y al aumento de incidentes reportados, es actualmente insuficiente, no pudiendo atender todas las llamadas y cuando lo hacen, el tiempo de respuesta de las unidades, es muy por arriba de lo esperado.

Como lo menciona Victoria Alvarado, periodista de El Periódico, en su artículo del 25 de mayo del 2010 titulado En el número 110 contestan, pero no dan respuesta[4]. A pesar que el servicio funciona 24 horas al día, solamente se cuenta con 15 operarios para contestar las 15 mil llamadas diarias, en promedio.

De acuerdo a Mario Polanco, del Grupo de Apoyo Mutuo (GAM), el problema no está sólo en el centro de llamadas, también falta un mecanismo efectivo para trasladar la denuncia a los agentes de policía[4].

“Si se intenta notificar un incidente desde la página web de la PNC¹, se dará cuenta que aunque existe (al día de hoy), no es más que una página en blanco.”

¹Sito oficial (actualmente fuera de servicio) <http://www.pnc.gob>

En el caso de la Policía Municipal de Tránsito (PMT), a pesar de contar con un espacio en el portal de la municipalidad capitalina, donde se listan los servicios brindados², no existe un medio sencillo donde pueda solicitarse asistencia, mucho menos un área donde ver el reporte del tránsito en tiempo real.

Los Bomberos Voluntarios de Guatemala (CVB) y los Bomberos Municipales (BM), cuentan con un sitio web informativo y un número de contacto para emergencias (122 y 123 respectivamente), sin embargo, no cuentan con sistemas que les ayuden a prever ni visualizar posibles focos de incendios y otros incidentes en tiempo real.

En cuanto a las aplicaciones para dispositivos móviles, existen programas orientados a proporcionar información del tránsito vehicular, accidentes, paradas de policías y otros datos; los cuales funcionan a través de la retroalimentación de sus propios usuarios, quienes envían notificaciones al sistema que luego son mostradas en tiempo real en mapas interactivos.

Dos de las aplicaciones encontradas son *foursquare*³ y *trapster*⁴; ambas orientadas a guiar al usuario a través de los conflictos en el tráfico.

La diferencia entre ese tipo de aplicaciones y el proyecto propuesto en el estudio, radica en que no sólo abarcará la interacción entre los propios usuarios, también promoverá una mejor comunicación con las autoridades a cargo, buscando reducir el tiempo de respuesta de las mismas y ayudando a mejorar la toma de decisiones para erradicar los puntos de riesgo.

²Sitio de consulta: http://consultas.muniguate.com/consultas/dir_servicios/

³ Sitio oficial: <http://www.foursquare.com>

⁴ Sitio oficial: <http://www.trapster.com>

Además, al estar enfocado en la realidad de la Ciudad de Guatemala, permite ser más específico en cuanto a la definición de riesgos, entidades a cargo, zonas geográficas, rutas y actividades a realizar.

2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto ayudará a mejorar la seguridad de los habitantes y transeúntes de la ciudad capital y comunidades aledañas, debido a que funcionará como un medio de comunicación para que los propios usuarios del sistema colaboren entre ellos mismos, reportando incidentes para determinar en tiempo real las áreas de mayor riesgo y tomar decisiones en pro de su propia seguridad.

El sistema es importante, debido a que propone un medio de comunicación más eficaz y efectivo entre los usuarios del mismo y las autoridades encargadas de responder ante los incidentes.

El proyecto beneficiará directamente a sus usuarios al mantenerlos informados visual y textualmente sobre cada punto de riesgo en la ciudad, alertándolos al entrar en un área de riesgo y suponiendo una mejora en el tiempo de respuesta de las autoridades correspondientes.

El sistema también contribuirá directamente con las autoridades correspondientes, ya que les permitirá ver y agrupar las notificaciones de acuerdo a su tipo, ubicación geográfica, fecha y hora; así como generar reportes, mapas de zonas de riesgo, modelos de incidentes y pronósticos a futuro; con el objetivo de convertirse en una herramienta imprescindible al momento de tomar decisiones y generar planes de acción.

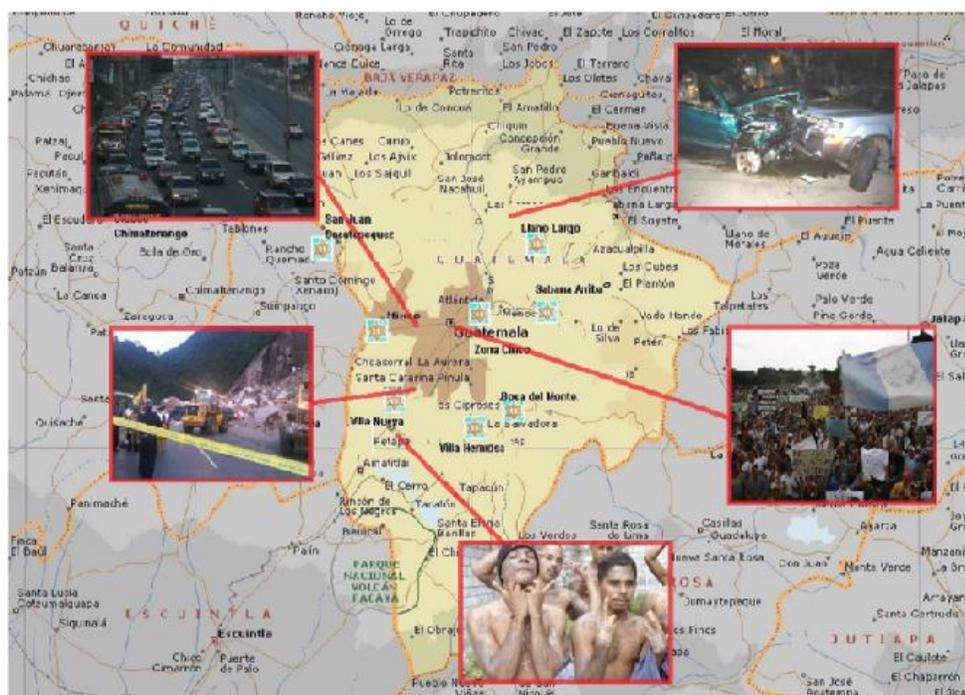
El sistema beneficiará indirectamente a todos los habitantes y transeúntes del área estudiada, derivado de las acciones que implementen las autoridades públicas y privadas, en respuesta al apoyo brindado por el sistema.

En caso de no realizarse el proyecto, los usuarios (y todas las personas, en general) seguirán siendo víctimas de la desinformación, permitiéndole a la inseguridad actuar libre e impunemente, sin que exista un medio de comunicación y divulgación que permita alertar a las autoridades y a la comunidad de usuarios en tiempo real.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Todos los días, las personas que habitan y trabajan en la Ciudad de Guatemala, sin importar si son usuarios de *smartphones* o no, se ven expuestos a diversos tipos de riesgos: naturales, socioculturales y/o delincuencia generalizada, entre otros (ver figura 2).

Figura 1. Problemáticas en la Ciudad de Guatemala



Fuente: (2010). [Mapa]. Guatemala; La Luz del Mundo. <http://lldmgt.wordpress.com/2010/06/29/mapa-de-la-capital-de-guatemala/>

Dependiendo del tipo de situación analizada, se pueden definir varias áreas de riesgo en la ciudad, es decir, áreas donde la probabilidad de sufrir un percance es mayor a otras.

Esta probabilidad también depende de otros factores como la época del año, fecha e incluso hora del día. Por ejemplo, durante la época de invierno, las rutas próximas a un río o peñascos, tienen mayor probabilidad de estar congestionadas, derivado de inundaciones y/o derrumbes.

Otro ejemplo se evidencia en las áreas cercanas a ciertas agencias bancarias, a mediados y fines de mes, donde se reportan a las autoridades más asaltos debido al pago de sueldos y salarios.[10][14].

Así mismo, es de considerar que muchas de las posibles problemáticas son temporales, pudiendo extenderse desde un corto a un largo plazo. Por ejemplo un derrumbe (una vez ocurrido) puede recuperarse en menos de una semana, pero un área de criminalidad alta, puede necesitar mucho más tiempo para ser recuperada.

La pregunta principal a responder durante el desarrollo del proyecto es:

- ¿Incide la información precisa y oportuna de la ocurrencia y ubicación de sucesos en la reducción del número de incidentes que a diario afectan a los habitantes y visitantes de la Ciudad de Guatemala y comunidades vecinas?

Adicionalmente, se plantean las siguientes interrogantes:

- ¿Una mayor disponibilidad de información sobre incidentes de riesgo, ayudaría a las autoridades a responder más rápido y con mejor coordinación ante los mismos?
- En base a las notificaciones de los usuarios, ¿se pueden identificar confiablemente las áreas con mayor probabilidad de riesgo, en la Ciudad de Guatemala?
- ¿Prevenir a los usuarios del sistema, sobre su cercanía a un área de riesgo ayudaría a reducir la ocurrencia de incidentes?
- Mediante el historial de notificaciones, ¿es posible identificar patrones de comportamiento que permita monitorear la evolución de las áreas de riesgos?
- Mediante el análisis de comportamientos y el historial de notificaciones ¿es posible predecir y dimensionar la ocurrencia de más incidentes?

Para responder estas interrogantes, se propone dentro de la presente investigación, el desarrollo de un sistema para teléfonos inteligentes que ayude a localizar, categorizar y notificar las áreas e incidentes de riesgo en la Ciudad de Guatemala y comunidades aledañas, en base a la información provista por los propios usuarios.

Conforme más usuarios registren notificaciones, desde sus dispositivos, sobre los posibles puntos de riesgo, más colaborarán con la red social del sistema planteado, ayudando a los demás usuarios a mantenerse seguros y

apoyando a las autoridades a identificar y responder mejor en las áreas con mayor peligrosidad.

4. ALCANCES

Durante su primera fase, el sistema se enfocará solamente en la Ciudad de Guatemala y comunidades aledañas (Villa Nueva, Mixco, Santa Catarina Pinula, San José Pinula, etcétera), aunque a futuro, conforme el sistema compruebe su efectividad, se espera abarcar más regiones y ciudades.

Los dispositivos objetivo, son los teléfonos inteligentes (*smartphones*), ya que deben contar con sensores de posición (GPS), conexión de Internet (wifi o 3G) con soporte de conexión HTTP/HTTPS con el servidor en línea, así como recursos de hardware suficiente para ejecutar la aplicación del lado del cliente.

Inicialmente, la aplicación se desarrollará sólo para la plataforma *Android*, pudiendo en fases posteriores también expandirse a otras plataformas.

El proyecto sólo tomará en cuenta riesgos de carácter natural, como derrumbes e inundaciones; de carácter delictivo como asaltos y vandalismo, y problemas de tránsito como accidentes, bloqueos, protestas, entre otros.

Los mapas podrán consultarse tanto por usuarios del sistema, como por las autoridades encargadas de responder ante los incidentes.

4.1. Necesidades a cubrir

Actualmente, los habitantes y transeúntes de la Ciudad de Guatemala y comunidades aledañas, se ven afectados por la delincuencia, problemas de tránsito y desastres naturales, entre otros. Por lo que, para reducir sus riesgos, es necesario un medio de información en tiempo real que les permita conocer la situación actual de su ruta y que tan segura es el área donde se mueven en un momento dado.

Es importante que los usuarios cuenten con un medio de comunicación para alertar a sus conocidos y a las autoridades sobre la ocurrencia de incidentes en un área específica, en la espera de obtener una respuesta efectiva lo más pronto posible.

Las autoridades necesitan un medio para recibir información que sea más efectivo, barato y rápido de los que actualmente utilizan y que además les permita ver en tiempo real e históricamente las áreas con mayor incidencia de problemas de forma que puedan generar planes y políticas que les permitan reducir las probabilidades de riesgo en esas zonas.

Las autoridades como la Policía Nacional Civil (PNC) y la Policía Municipal de Tránsito (PMT) actualmente cuentan con centros de llamadas, sin embargo, los centros de llamadas suelen estar saturados o fuera de servicio por lo que no es posible comunicarse con efectividad.

Estos tipos de sistemas no brindan la ventaja de contar con reportes históricos que permitan determinar los focos de problemas, y las posibles correlaciones y tendencias entre las problemáticas.

5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

5.1. Clasificación

El proyecto propuesto como estudio especial de graduación se clasifica como una “*competencia diferenciada*” ya que pretende competir contra otras aplicaciones móviles orientadas a la notificación de seguridad, tránsito vehicular y estado del tiempo. Al enfocarse en un nicho específico del mercado, ofreciendo funciones que le permitan diferenciarse de la demás competencia.

El nicho específico de la aplicación consiste en los usuarios de dispositivos móviles tipo *smartphone*, que residen o transitan día a día en la Ciudad de Guatemala y comunidades aledañas.

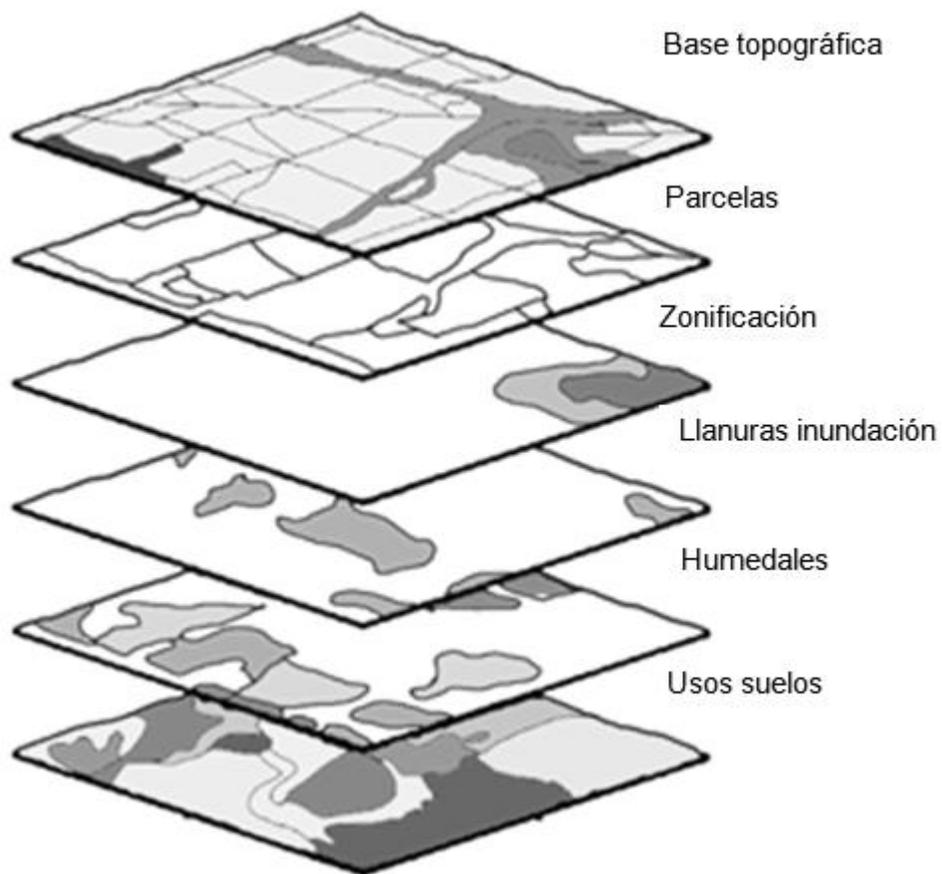
5.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son bases de datos especializadas en almacenar, procesar y visualizar datos espaciales como puntos, líneas, áreas, imágenes y mapas geográficos. SIG es la unión de la cartografía, análisis estadístico y sistemas de bases de datos [3].

Los SIG son capaces de mostrar los datos geográficos mediante mapas (o capas), las cuales se traslapan y superponen, permitiendo observar las relaciones entre diversos elementos geográficos. Por ejemplo una capa mostrando los movimientos sísmicos sensibles, comparándolos a otra capa con

información de edificios que han notificado recientemente daños mayores en su infraestructura [16].

Figura 2. **Capas geográficas en un sistema SIG**



Fuente: (2012). [Diagrama]. Salamanca, España; Servicio Transfronterizo de Información Geográfica. <http://www.stig.usal.es/quehacemos.php>. [Consultada: 15 de marzo de 2012]

En la figura 2 se presenta un modelo que ejemplariza la forma en la que un SIG maneja las capas de información geográfica, permitiendo ver y correlacionar los datos de una o más de las mismas.

Un sistema SIG bien definido e implementado, es capaz de brindar una serie de beneficios a las organizaciones, entre los que se encuentran[1]:

- Permite ahorrar costos de transporte y hacen más eficiente la planificación de rutas.
- Es un gran soporte durante las tomas de decisiones, en base a reportes y mapas geográficos. Traducido en un ahorro de costos operativos y tiempo del personal, entre otros.
- Mejora la comunicación, mostrando sin ambigüedad la ubicación de los puntos y zonas referidas.
- Mejoran el control y registros, favorecen las auditorias donde el aspecto geográfico es importante.
- La gestión geográfica es más efectiva, al permitir administrar las diferentes zonas, coordenadas, rutas y otros elementos.

Además, los sistemas SIG permiten encontrar y visualizar patrones geográficos entre los datos, posiblemente no visibles a simple vista y a través del tiempo.

5.2.1. Organización de la información geográfica

Los SIG organizan la información geográfica en capas temáticas, usadas para representar situaciones específicas del mundo real, por ejemplo hidrología, catastro, temperaturas, vías de transporte, entre otras. Por ejemplo, en la figura 2 se muestra una serie de capas temáticas para describir una ciudad; se

incluye una capa de rutas, parcelamiento de tierra, zonas urbanas, llanuras, humedales y uso del suelo.

Para almacenar cada característica geográfica, los SIG definen dos tipos de atributos [7]:

5.2.1.1. Datos vectoriales

Se utilizan para representar elementos discretos, representables mediante coordenadas espaciales y temporales. Los tipos de datos vectoriales más comunes, incluyen puntos (una coordenada), líneas (dos coordenadas) y polígonos (tres o más coordenadas).

5.2.1.2. Datos de tipo raster

Usados para representar fenómenos que varían suavemente en el espacio (y por lo tanto no geográficamente discretos) como temperaturas, dirección del viento, alturas, concentraciones de población y otros. Representan los datos mediante imágenes, mapas, matrices de celdas y redes de triángulos irregulares.

El uso de cada tipo de datos dependerá del elemento que se desee modelar, del diseño y de los objetivos del sistema a implementar.

5.2.2. Oferta de sistemas de información geográfica

Existen diversas ofertas de SIG's, tanto en versiones de pago como de código abierto; para tener noción de ellos, a continuación se mencionan algunas de las alternativas de sistemas SIG más utilizados actualmente [20].

5.2.2.1. SIG's de código abierto

- JUMP/OpenJump⁵: enfocado en el análisis vectorial, desarrollado en Java, destaca por su interfaz gráfica bastante pulida así como una buena integración con diversos formatos de datos geográficos.
- Kosmo⁶: similar a JUMP, fácilmente extensible, cuenta con un editor avanzado de símbolos (*StyledLayer Descriptor, SLD*), permite conectarse a diversas bases de datos, cuenta con un constructor de consultas y permite crear composiciones para imprimir.
- Quantum GIS⁷: desarrollado en C++, hace un uso intensivo de las librerías QT, cuenta con una interfaz gráfica bastante cuidada, permite la edición de los datos topológicos tanto vectoriales como rasters, permite expandir sus funcionalidades mediante plugins.
- GRASS GIS⁸: originalmente desarrollado por el cuerpo de ingenieros de la armada de Estados Unidos, es uno de los sistemas GIS de código abierto más completo hasta la fecha, maneja datos en formato vectorial como tipo raster, es multiplataforma, extensible mediante plugins.

5.2.2.2. SIG's comerciales

- Autodesk World: desarrollado por la misma empresa de AutoCAD, permite el acceso e información a datos en una amplia variedad de fuentes, desde hojas de cálculo hasta bases de datos avanzadas.

⁵Sitio oficial: <http://www.openjump.org/>

⁶Sitio oficial: <http://www.opengis.es/>

⁷Sitio oficial: <http://qgis.org/>

⁸Sitio oficial: <http://grass.osgeo.org>

- ArcGIS⁹: potente y muy popular SIG, desarrollado por la empresa Esri, quien además ofrece productos como ArcWeb, ArcView y ArcGIS Server. ArcGIS permite leer datos de una gran variedad de fuentes (desde hojas de cálculo hasta bases de datos avanzadas). Acepta la expansión mediante plugins y mediante el lenguaje de programación Avenue.
- MapInfo¹⁰: desarrollado por PitneyBowes Software, permite desarrollar mapas sofisticados, usando diversas funcionalidades, combina de manera sencilla la parte de presentación con herramientas de análisis geográfico y visualización.

5.2.3. Aporte al estudio especial de graduación

Para el desarrollo del proyecto, se necesita utilizar un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permita asociar información a cada punto del mapa de la ciudad, así como llevar diversas capas por tipo de riesgo considerado.

5.3. Minería de datos espacial

La minería de datos espacial (MDE), comprende un conjunto de técnicas y herramientas que permiten analizar conjuntos de datos geográficos y temporales (provenientes de sistemas SIG) y descubrir patrones y relaciones de comportamiento útiles, definidos como modelos lógico/matemáticos [5].

La minería de datos espacial abarca cuatro grandes objetivos[3]:

⁹Sitio oficial: <http://www.esri.com/software/arcgis>

¹⁰Sitio oficial: <http://www.pbinsight.com/welcome/mapinfo/>

- Clasificación espacial y predicción: en un sistema SIG, cada objeto espacial puede ser influido por los demás objetos circundantes, por lo que durante la minería de datos, no sólo se deben agrupar los datos en categorías a partir de atributos contenidos en los mismos datos, sino también por las propiedades de los objetos vecinos.
- Reglas de asociación espacial: representan las relaciones existentes encontradas entre los objetos espaciales, se incluyen: sobre posición, disyunción, dirección y distancia.
- Agrupación espacial, regionalización y análisis de patrones de punto: organizan los datos en grupos, basándose en sus similitudes. Se puede hacer por separación o jerárquicamente.
- Geovisualización: permite extraer la información a través de la exploración visual, hace énfasis en el uso de mapas interactivos en conjunto con herramientas para exploración de los datos, generación de hipótesis y conocimiento.

El objetivo primordial de la minería de datos, es el encontrar patrones escondidos entre los datos, sin embargo, en la MDE, aparte de la búsqueda de patrones categóricos y numéricos, también se deben tomar en cuenta la identificación, localización y distinción de los objetos y sus múltiples relaciones topológicas, es decir, intersecciones, superposiciones, adyacencias, disyunciones, adyacencia y distancias.

5.3.1. Métodos para minería de datos espaciales

Los métodos de minería de datos espaciales más comúnmente utilizados son:

- Modelado predictivo: predecir eventos en base a una ubicación geográfica, es importante para diversos campos, como el mercadeo geográfico, telecomunicaciones, seguridad y prevención de desastres. Dos de los algoritmos que permiten definir modelos de regresión y clasificación espacial son el *Markov Random Fields (MKV)* y el *Spatial Auto Regression (SAR)*.
- Resumen de datos espaciales: identifica las relaciones presentes entre los campos para extraer patrones que describen los subconjuntos de datos. Suelen utilizar métodos estadísticos como gráficos.
- Segmentación: separa los datos en grupos de elementos con características similares, aunque al inicio no se sabe cual será el número y tipo de grupos.

5.4. Oferta de sistemas de minería de datos espaciales

Algunas aplicaciones con soporte para minería de datos espacial son¹¹:

- SD-Miner: uno de los sistemas de MDE más conocidos, soporta operaciones de segmentación, clasificación, reglas de asociación espacial y demás.

¹¹Listado de aplicaciones: <http://www.spatialdatamining.org/software>

- GeoDMA: *Geographical Data MiningAnalyst*, es un complemento del software TerraView, permite la comparación de imágenes y regiones, mejorando la segmentación, clasificación, validación y visualización. Utiliza árboles de decisión y algoritmos para mapas auto-organizados.
- VIS-STAMP: permite efectuar análisis estadísticos avanzados con datos geoespaciales, usado conjuntamente con SOMVis para trabajar mapas auto organizados o mapas de Kohonen, permite la sencilla visualización geográfica cuando los datos así lo permiten.

Un sistema de minería de datos espaciales, permitirá encontrar las relaciones entre los diversos incidentes de acuerdo al tipo, tiempo y ubicación geográfica de estos. Además, permitirá brindar predicciones de incidentes en base a la información histórica, patrones descubiertos y retroalimentación de los propios usuarios.

5.5. Sistema operativo *Android*

Es un sistema operativo para dispositivos móviles, desde el 2007 impulsado mayoritariamente por Google a través de la alianza *Open Handset*¹² con diversas empresas, incluidos fabricantes de dispositivos, desarrolladores de software, empresas de telecomunicaciones y proveedores de contenidos.

Android se ha popularizado fuertemente entre los fabricantes de *smartphones* y los desarrolladores, debido a que es un sistema operativo de código abierto, libre, gratuito y multiplataforma; por lo que no hay que pagar nada para incluirlo en un teléfono ni para programar en él, por lo que los costos para lanzar un teléfono o una aplicación son muy bajos.

¹²Sitio oficial: <http://www.openhandsetalliance.com/>

El sistema operativo está formado básicamente de cinco capas lógicas que se interrelacionan para brindar las funcionalidades necesarias, a continuación se describen dichas capas [6][8]:

- Núcleo del sistema: derivado del *Kernel Linux* en su versión 2.6.0, el cual controla el acceso a los servicios de seguridad, memoria, gestión de procesos, batería y red; entre otros.
- Librerías: *Android* provee una biblioteca de librerías (escritas en C/C++), expuestas a los desarrolladores a través del marco de trabajo de aplicaciones de *Android*. Entre las librerías incluidas, se encuentra la implementación de la librería estándar de C, bibliotecas de gráficos (OpenGL) y multimedia, navegador web (*Webkit*), base de datos local (SQLite), cifrado de telecomunicaciones (SSL), fuentes de texto (FreeType) y otros.
- Entorno de ejecución: en el mismo nivel de la capa anterior, consiste de bibliotecas de funcionalidades presentes en las librerías base del lenguaje *Java*. Cada aplicación se ejecuta en su propio proceso por *Dalvik*, la máquina virtual de *Java* para *Android*.
- Marco de aplicaciones base: comprende todas las clases *Java* y servicios que son usados directamente por los programas para cumplir con sus funciones. Estas aplicaciones son de código libre, por lo que pueden ser modificadas y adaptadas de acuerdo a las necesidades del desarrollador y del dispositivo. Se incluyen los administradores de actividades, ventanas, paquetes, telefonía, recursos, ubicaciones y notificaciones; proveedores de contenidos, vista del sistema y otros.

- Aplicaciones: es la capa más superficial y con la que el usuario comúnmente interactúa; todo *Android* incluye aplicaciones para correo electrónico, mensajes de texto, calendario, mapas, contactos; escritos tanto en *Java* (interpretados en *Dalvik*) como en C/C++ (ejecutados nativamente).

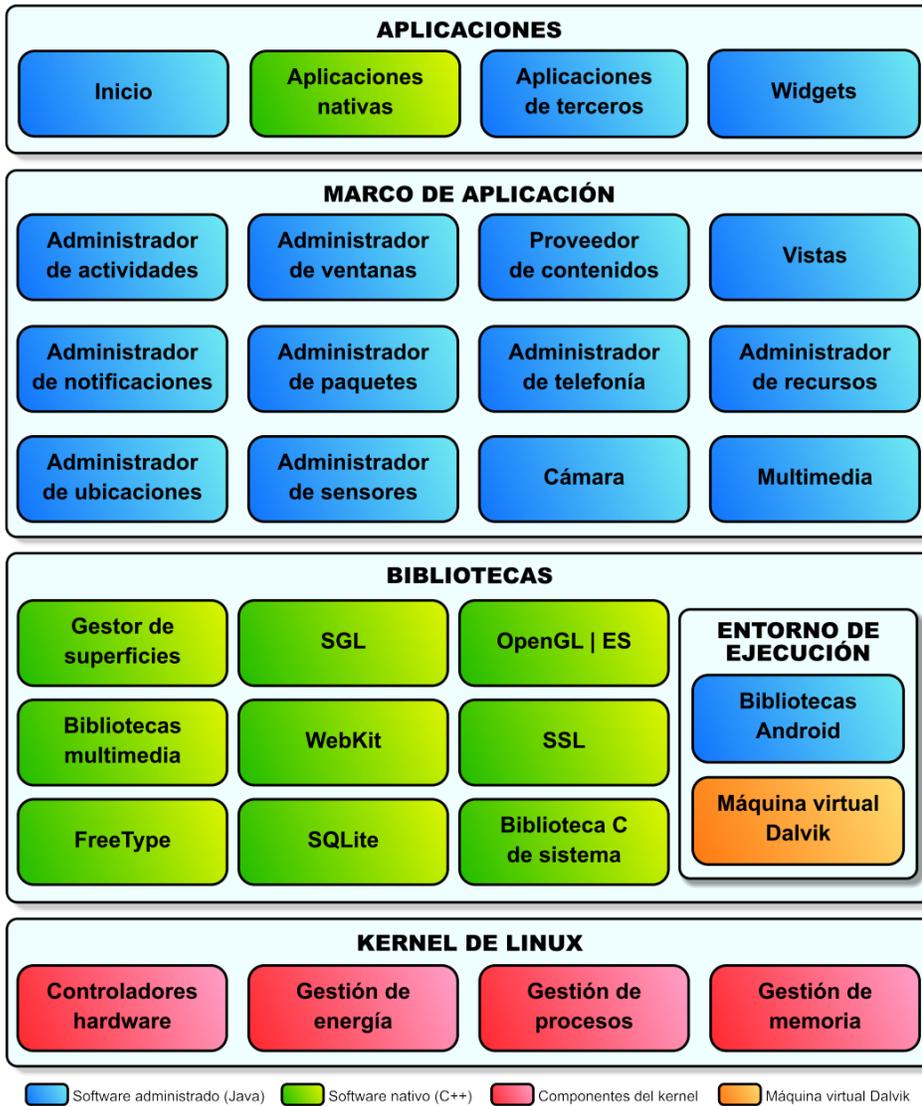
En la figura 3 se presenta un esquema de la arquitectura de 5 capas del sistema operativo.

Para publicar una nueva aplicación, el desarrollador cuenta con varios medios de difusión, siendo la más común (aunque no la única) el uso de tiendas de software en línea.

*Google Play*¹³ es la tienda oficial de Google contando actualmente con más 400 mil aplicaciones registradas [10] y más de 10 millones de descargas a la fecha [9].

¹³Sitio oficial: <https://play.google.com/store>

Figura 3. **Arquitectura de capas del sistema *Android***



Fuente: Vico, A. J. (Diagramador). (2011). *Arquitectura de Android*. [Diagrama]. La Columna 80. <http://columna80.wordpress.com/2011/02/17/arquitectura-de-android/> [Consultada: 10 de febrero de 2013]

5.5.1. Aporte al estudio especial de graduación

El programa se desarrollará inicialmente para el sistema *Android*, dadas las facilidades que brinda para programar en él y la gran expansión que han tenido los dispositivos *Android* actualmente.

5.6. Mobile-D: metodología de desarrollo ágil para aplicaciones móviles

Una metodología de desarrollo, es el conjunto de experiencias, recomendaciones y sugerencias definidos por expertos en el tema, en base a las experiencias obtenidas durante la implementación de proyectos exitosos; sin embargo, al ser sólo una guía, el desarrollador está en la libertad de modificarlas y adaptarlas a su realidad, tomando sólo lo más útil de ellas.

En el ámbito del desarrollo de software, existen dos tipos de metodologías, rígidas y ágiles, las cuales difieren dependiendo del tipo, tiempo planificado y recursos disponibles.

Independientemente del tipo de metodología, de alguna forma se deben considerar los siguientes pasos del ciclo de vida de producción de software:

- Análisis de requerimientos: entender que es lo que se pide, cómo y por qué.
- Diseño: proponer una solución viable al requerimiento que sea eficaz y efectiva.

- Programación: desarrollo de la propuesta de diseño.
- Pruebas: verificación del cumplimiento de los objetivos acorde al diseño.
- Integración: unificar el desarrollo con el resto del proyecto.
- Documentación: dejar por escrito las problemáticas resueltas y lecciones aprendidas para reutilizarlas posteriormente.

Las metodologías ágiles son las más convenientes para el desarrollo de aplicaciones móviles, debido a la velocidad con la que cambia el entorno, las tecnologías y las tendencias del mercado.

Para desarrollar el proyecto, debido al tiempo limitado de planificación, los entregables definidos y el número reducido de colaboradores; se ha decidido optar por una metodología de desarrollo ágil, incremental y basada en prototipos que permitan ir probando funcionalidades con un grupo de usuarios finales (grupo de pruebas) en iteraciones cortas[8].

Sin embargo, el desarrollo de aplicaciones móviles difiere del desarrollo de software convencional en diversos aspectos, provocando que las metodologías de desarrollo deban adaptarse a estas peculiaridades. Entre las que están [8]:

- Medio de comunicación: se debe considerar la disponibilidad, desconexiones, fluctuación del ancho de banda, seguridad, diversidad de redes, entre otros.

- Portabilidad: ¿es posible portar la aplicación entre la gran diversidad de dispositivos, versiones del sistema operativo, compañías de telecomunicaciones?
- Capacidades: ¿qué tanto interfieren las diversas capacidades del software y hardware en el funcionamiento de la aplicación?
- Usabilidad: los dispositivos móviles implementan nuevas formas de interactuar con las aplicaciones (por ejemplo, las pantallas táctiles), ¿qué tanto afectan el desarrollo?
- Tiempos de salida: el mercado de aplicaciones para móviles es muy dinámico ¿cómo afecta este dinamismo en la definición de tareas y cronogramas?

Mobile-D, es una metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles, impulsada desde el 2004 por el Centro de Investigación Técnico de Finlandia (VTT). Cuyo objetivo es alcanzar iteraciones de desarrollo muy rápidos con equipos pequeños de programadores[8].

Mobile-D, aprovecha las buenas prácticas y recomendaciones ampliamente reconocidas de otras metodologías de desarrollo ágil y las adapta a las características de las aplicaciones móviles. Tres ejemplos de características consideradas de otras metodologías son [2][8].

- Programación extrema (XP): principios y prácticas de desarrollo.
- Metodología cristal: entradas valiosas en términos de la escalabilidad de los métodos.

- RUP: la base para el diseño completo del ciclo de vida del proyecto.

La metodología divide el ciclo de vida del proyecto en cinco etapas: exploración, inicialización, producción, estabilización y pruebas del sistema; donde (exceptuando la primera fase) cada etapa está dividida en 3 fases: planificación, trabajo y liberación.¹⁴

5.6.1. Etapa de exploración

Durante esta etapa, se delimita el mercado objetivo, se realiza un estudio de factibilidad y un plan de negocios; el objetivo es reconocer desde el inicio cuales serán las oportunidades y fortalezas versus las debilidades y amenazas que afrontará el sistema.

Busca establecer un plan de proyecto y conceptos básicos, en conjunto con los clientes e interesados del proyecto, por lo que puede separarse del ciclo principal, sin que sea relegado. Además, deben identificarse claramente cuál será el nombre comercial del proyecto, objetivo general, tipo de aplicación y la plataforma para la cual se desarrollará el proyecto.

En la tabla I se desglosan los datos mencionados, para el proyecto planteado en el estudio.

¹⁴Sitio Oficial: <http://agile.vtt.fi/mobiled.html>

Tabla I. **Información clave del proyecto**

Información clave del proyecto	
Nombre comercial:	Dante
Objetivo general:	Seguridad, notificación de incidentes, informativa
Tipo de aplicación:	Cliente(móvil)-servidor(<i>cloudcomputing</i>)
Plataforma	<i>Android</i>

Fuente:(2012), [Tabla] Guatemala.Elaboración propia. Utilizando Microsoft Excel 2010.

5.6.2. **Etapas de inicialización**

Consiste en definir cuáles son los recursos necesarios, se planifican las siguientes etapas y se define el entorno técnico. Además, se empareja la experiencia previa y los patrones de arquitectónicos usados en la empresa, identificando similitudes y proponiendo soluciones viables a los requerimientos del nuevo proyecto, adjuntando las observaciones necesarias[2].

Durante esta etapa se identifican los requerimientos más importantes en el proyecto, se organizan en base a prioridades y dependencias, buscando la mayor reutilización de componentes que sea posible.

Los requerimientos más importantes que inicialmente se han identificado para el sistema son:

- **Iniciar sesión:** el usuario deberá ingresar su email y su clave, si esta previamente registrado, el servidor validará las credenciales y si están correctas, retornará un número de pin, identificador de la sesión del usuario y la aplicación redirigirá al usuario a la pantalla principal.

- Actualizar contenido: el cliente solicita información actualizada al servidor en base a la posición, la hora y el pin del usuario. El servidor responde enviando un conjunto de notificaciones relevantes, coordenadas y áreas con mayor probabilidad de peligro cercanas al usuario. El cliente se encarga de presentárselos al usuario a través de la interfaz gráfica.
- Crear notificación: el usuario crea una nueva notificación a través de un formulario que le solicita ingresar el tipo y el suceso, coordenadas (de acuerdo al GPS del dispositivo), una descripción textual y una o más imágenes que describan el incidente. El cliente envía la notificación al servidor y actualiza el contenido mostrado.
- Publicar notificación en red social: mediante un clic, el usuario también puede enviar la notificación que acaba de escribir al sistema de red social que indique, informando al resto de su red social sobre la ocurrencia del incidente.
- Almacenar notificaciones fuera de la red de telecomunicaciones: cuando el dispositivo se encuentre en un área sin cobertura de señal inalámbrica, el sistema notificará que almacenará las notificaciones localmente hasta que el dispositivo pueda comunicarse nuevamente con el servidor. Para esto usa una base de datos temporal.
- Alerta al aproximarse a un área de peligro: la aplicación alertará mediante un sonido o un vibración al usuario, mostrándole además información sobre los posibles riesgos que el usuario pueda encontrar en la cercanía de dicha área.

- Función de seguimiento: el usuario puede activar una opción (posiblemente definida como acceso rápido para usuarios) que habilite el registro de la travesía del dispositivo, permitiendo seguirlo y ubicarlo, donde sea que esté.
- Verificación de rutas diarias: conforme pasen los días de uso, el sistema definirá cuales son las rutas de desplazamiento más comunes del usuario y en base a esas rutas, verificará la ocurrencia de posibles problemas para el usuario, sugiriendo al final nuevas rutas.
- Suma de puntos y cambio de rangos de usuarios: conforme cada usuario registre notificaciones correctas, irá sumando puntos, al llegar a cierta cantidad, su rol será promovido a un rol superior. El objetivo, es identificar que usuarios son los que más colaboran con el sistema y tomar más en cuenta sus notificaciones.
- Cerrar sesión: debido a las características del sistema, cuando el usuario termina su sesión, la aplicación deberá borrar definitivamente todo registro que resida en el dispositivo. Manteniendo la privacidad y discreción de los datos.

Probablemente estos requerimientos se modificarán o aparecerán nuevos conforme se avance en el ciclo de vida del desarrollo del proyecto, por lo que se debe estar preparado desde el inicio para recibir dichos cambios.

En la figura 5 se diagraman los anteriores requerimientos, en relación con los roles edificados.

5.6.3. Etapa de producción

Durante la etapa de producción, se repite iterativamente el ciclo de planificar, desarrollar y liberar hasta completar todas las funcionalidades del proyecto. La planificación describe las tareas a realizar en base a los requerimientos y se definen las pruebas que se deben realizar; luego se desarrollan los productos en base a la planificación, usando las librerías y repositorios necesarios y en la última parte se integran los productos al proyecto completo, realizando las pruebas definidas y actualizando los repositorios de librerías (en caso se pueda).

5.6.4. Etapa de integración

En la etapa de integración, se asegura que el proyecto (como un todo) funcione correctamente, realizando las correcciones necesarias y generando la documentación del proyecto.

5.6.5. Etapa de pruebas

La etapa de pruebas busca entregar una versión completamente estable y funcional del sistema, se compara y prueba el programa contra los requisitos del usuario y se corrigen todos los defectos encontrados.

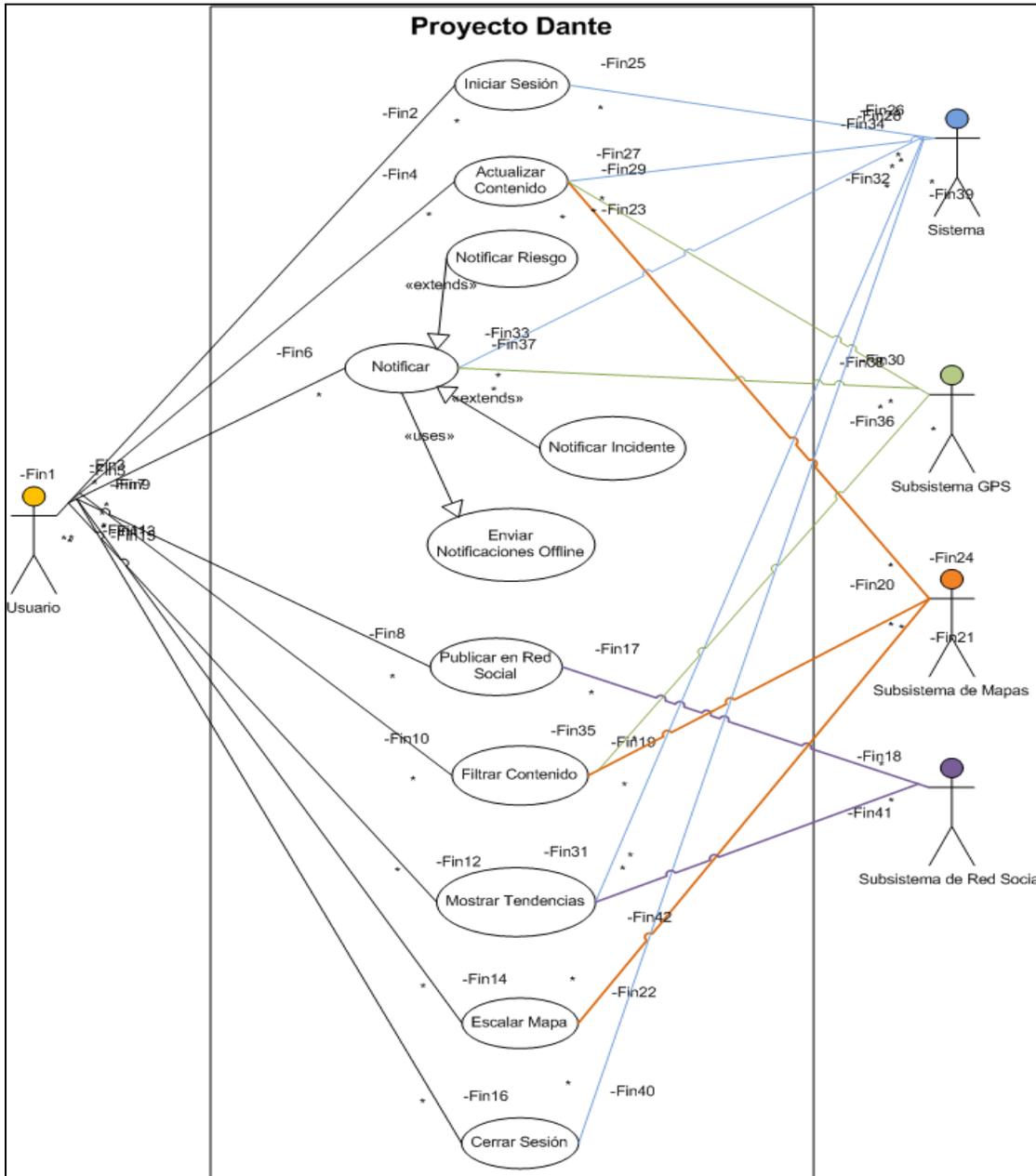
En el diagrama de la figura 4 se presenta la estructura general de la metodología de desarrollo Mobile-D.

Figura 4. **Ciclo de desarrollo de Mobile-D**



Fuente: (2010). Finlandia; Software Technologies Research Programme. <http://agile.vtt.fi/mobiled.html> [Consultada: 15 de mayo de 2012]

Figura 5. Diagrama general de requerimientos



Fuente:(2012), [Diagrama] Guatemala. Elaboración propia. Utilizando Microsoft Visio 2010.

6. ARQUITECTURA GENERAL DE LA SOLUCIÓN

El proyecto del estudio especial de graduación propone el diseño y desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles inteligentes, que facilite al usuario reportar riesgos e incidentes para identificar los puntos y zonas geográficas de mayor probabilidad de riesgo en la ciudad.

Con la implementación del sistema Dante, las organizaciones públicas y privadas contarán con una herramienta de apoyo para la formulación de políticas preventivas y reactivas a corto, mediano y largo plazo; para disminuir, en los usuarios, el riesgo de ser afectados por las amenazas previstas en el estudio. En la figura 6 se describe paso a paso la idea del sistema.

6.1. Sistemas externos relacionados

Para cumplir con los objetivos de notificación y alerta, la aplicación estará relacionada con cuatro tipos de sistemas externos:

6.1.1. Sistemas de redes sociales

A través de los cuales se publicarán las notificaciones que los usuarios realicen dentro de la aplicación; pueden indicar las coordenadas o la dirección exacta, imágenes y texto.

Inicialmente se trabajará con las redes sociales de *Facebook*, *Google+* y *Twitter*, considerando, a futuro, integrarse con otras redes, en base a los requerimientos de los usuarios y a las tendencias del mercado en su momento.

6.1.2. Sistema de mapas y sistema de GPS

Permitirán a la aplicación interactuar con los servicios de geolocalización GPS, brindados por el dispositivo móvil inteligente, asociando las coordenadas de latitud y longitud en las notificaciones, para luego agruparlas por su cercanía geográfica.

Figura 6. Diagrama de la solución propuesta en el proyecto



Fuente:(2012), [Imagen] Guatemala. Elaboración propia.

En el prototipo del sistema, se trabajará con el sistema GPS que brindan los dispositivos con plataforma *Android* y el sistema de mapas de Google Maps¹⁵ para visualizar los incidentes.

¹⁵Sitio oficial: <https://maps.google.com.gt/>

6.1.3. Autoridades correspondientes

La aplicación se comunicará con los sistemas de información de las entidades encargadas de atender la ocurrencia de incidentes.

Estas organizaciones tendrán acceso a reportes organizados por tipo de incidente, fecha y hora y área geográfica; así como mapas visuales, detalle de las notificaciones, modelos de tendencia y predicciones; todo esto orientado a ayudarlos en la elaboración de planes y estrategias para controlar las zonas de riesgos de la ciudad.

6.1.4. Arquitectura del sistema

El sistema implementa un modelo cliente-servidor. El cual será diseñado desde el inicio para permitir la implementación de aplicaciones cliente en la diversidad de dispositivos inteligentes, por Blackberry, IOS y Symbian, entre otros.

El servidor está diseñado como un sistema *online*, cuyo objetivo será almacenar todas las notificaciones enviadas por los usuarios, comunicar las notificaciones con los sistemas de las autoridades y redes sociales, generar mapas de zonas con mayores probabilidades de sufrir algún tipo de incidente o riesgo para los usuarios.

6.1.5. Diseño de capas del servidor

Para cumplir con los objetivos del proyecto, el sistema *online* estará albergado en la nube de aplicaciones de Google¹⁶ y estará segmentado en las siguientes capas:

- Capa de comunicación: encargada de recibir los datos y solicitudes y devolver los resultados al cliente correspondiente (en el formato soportado por el cliente).
- Capa de geolocalización: engloba todos los procesos que tengan que ver con el manejo del GPS, y los mapas generados *online*.
- Capa de acceso a perfil de usuario: permite administrar los datos correspondientes al usuario del sistema, incluyendo las referencias a sus perfiles en redes sociales. Su objetivo es hacer anónima la relación entre el usuario y la notificación.
- Capa lógica en el servidor: procesará la solicitud recibida, registrando, comparando, evaluando los datos para publicarlos.
- Capa de comunicación con redes sociales: abstrae el proceso de identificación, publicación e interacción con el sistema de red social indicado por el usuario.
- Capa de persistencia y acceso a los datos: facilita las operaciones de registro de las notificaciones de los usuarios, así como la información de catálogos, bitácoras, etcétera.

¹⁶Sitio oficial: <http://www.google.com/enterprise/apps/business/>

En la figura 7, se presentan gráficamente la división en capas del servidor, diagramando las jerarquías y las relaciones entre ellas. Las capas de geolocalización y de acceso a perfil de usuario, se consideran independientes y paralelas por lo están diagramadas en el mismo nivel de importancia.

6.1.6. Diseño del modelo de datos local

Debido al tipo de aplicación, se considera, por seguridad del usuario, que no es pertinente almacenar información de las notificaciones y actividades en el dispositivo móvil de forma permanente.

Sin embargo, dado que es necesario considerar el caso en el que el dispositivo se encuentre en un área fuera de servicio de red, se debe implementar una base de datos temporal en la aplicación cliente que permita guardar la mínima información necesaria de las notificaciones para enviarlas al servidor cuando se restablezca la comunicación.

Una vez restablecida la comunicación y enviadas las notificaciones, la aplicación elimina permanentemente los datos temporales.

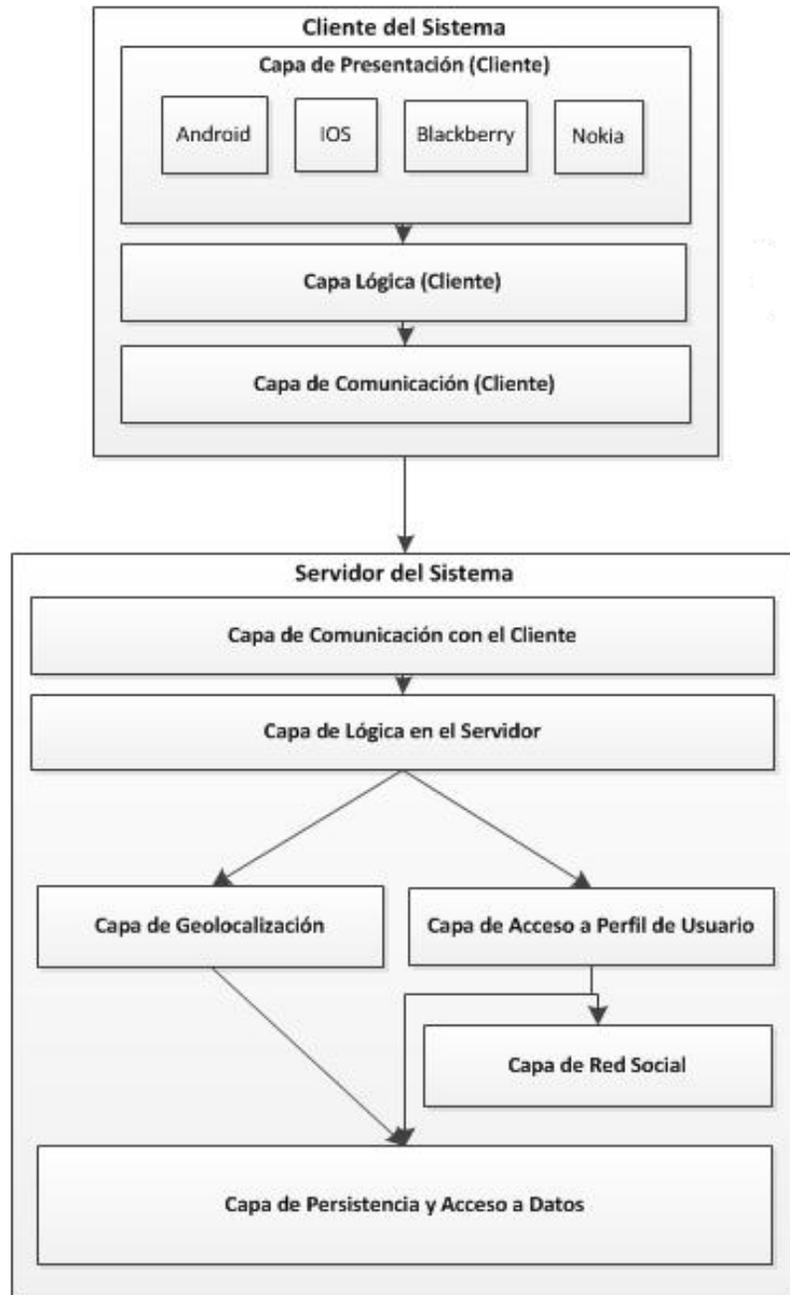
Para guardar los datos temporales, se utilizará SQLite¹⁷, el motor de base de datos provisto por *Android*. Para evitar el acceso a la información temporal (en casos de robo o extravío del dispositivo) cada registro se almacenará encriptado.

En la figura 8 se presenta un diagrama de entidad-relación del primer prototipo de la base de datos temporal. La tabla principal del modelo es

¹⁷Sitio oficial: <http://www.sqlite.org/>

Notificación, la cual puede llevar asociadas una o más imágenes, un tipo de suceso (accidentes, asaltos, vehículo descompuesto, etcétera) y una ubicación geográfica, en un mapa.

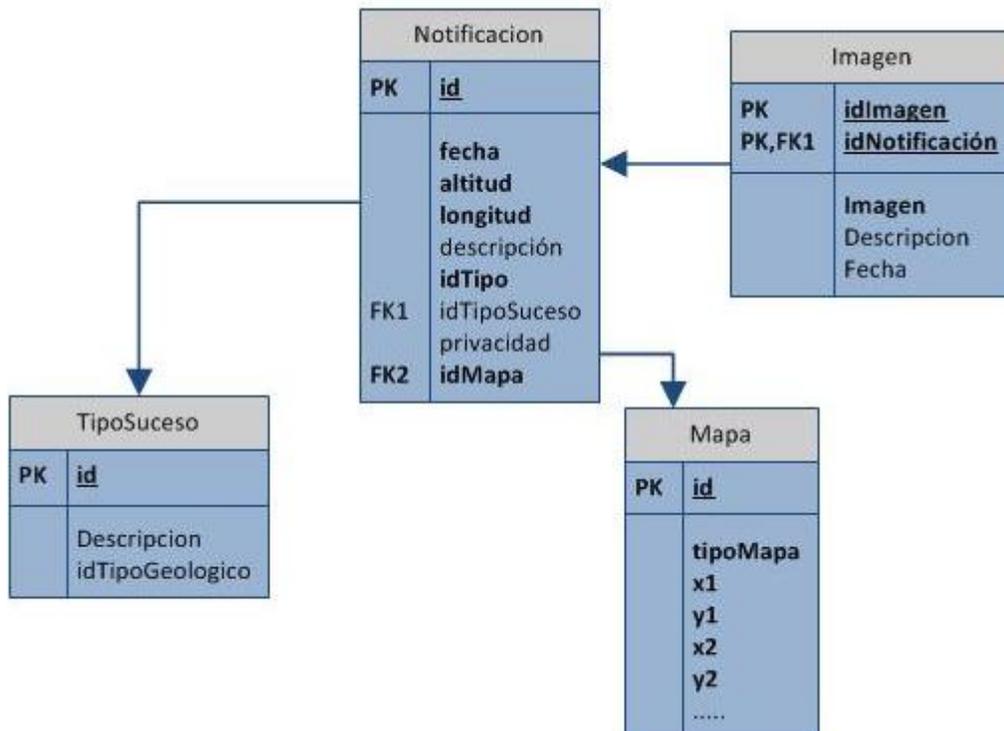
Figura 7. Diagrama de capas de la aplicación



Fuente:(2012), [Diagrama] Guatemala. Elaboración propia. Utilizando Microsoft Visio 2010.

Por seguridad, el usuario no se asocia localmente con ningún registro. Se mantiene y transmite a través de un componente seguro para cada operación donde se necesite asociar.

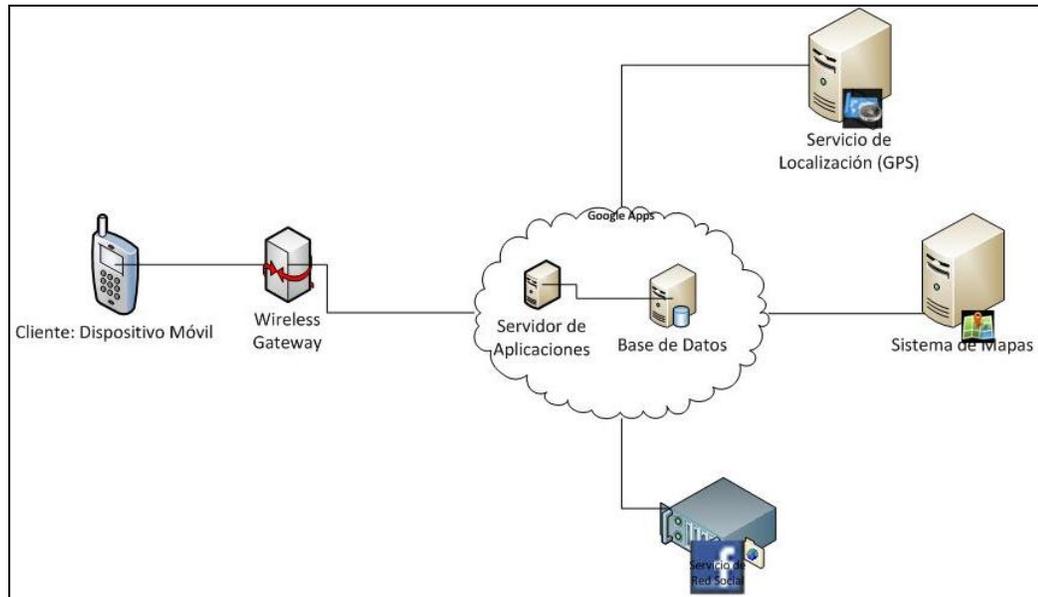
Figura 8. **Modelo ER de notificaciones temporales en el dispositivo**



Fuente:(2012), [Diagrama] Guatemala. Diseño propio del autor. Utilizando Microsoft Visio 2010.

En la figura 9, se presenta un diagrama conceptual de la arquitectura del sistema, mostrando como el dispositivo móvil, a través de una conexión a Internet (puede ser 3G o Wifi) estará conectado al servidor de la aplicación, alojado en la nube de aplicaciones de Google e interactuará con los servicios de redes sociales, mapas y otros a través del servidor.

Figura 9. Diagrama conceptual de la arquitectura



Fuente:(2012), [Diagrama] Guatemala. Diseño propio del autor. Utilizando Microsoft Visio 2010.

7. CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

GLOSARIO

RESUMEN

1. MARCO CONCEPTUAL

- 1.1. Planteamiento del problema
- 1.2. Antecedentes
- 1.3. Justificación
- 1.4. Objetivos general y específicos
- 1.5. Delimitación y alcance
- 1.6. Metodología de investigación utilizada

2. MARCO CONTEXTUAL

- 2.1. Mapa del departamento de Guatemala
- 2.2. Distribución de zonas en la Ciudad de Guatemala y comunidades vecinas
- 2.3. Antecedentes históricos
- 2.4. Características físicas y naturales de la Ciudad de Guatemala
 - 2.4.1. Clima
 - 2.4.2. Topografía
 - 2.4.3. Orografía y fisiografía
- 2.5. Demografía, idioma y cultura
- 2.6. Instituciones gubernamentales
- 2.7. Economía
- 2.8. Servicios de comunicación

3. MARCO METODOLÓGICO

- 3.1. Diagnóstico de necesidades
- 3.2. Definición de hipótesis
- 3.3. Supuestos de la hipótesis
- 3.4. Definición de variables independientes
- 3.5. Definición de variable dependiente
- 3.6. Población objetivo y muestra del estudio
- 3.7. Técnicas de recopilación de datos
 - 3.7.1. Recopilación documental
 - 3.7.2. Recopilación de campo
- 3.8. Tipificación del proyecto
- 3.9. Metas
- 3.10. Beneficiarios directos e indirectos

4. MARCO OPERATIVO

- 4.1. Descripción técnica de los incidentes
 - 4.1.1. Definición de incidente
 - 4.1.2. Tipos de incidentes estudiados
 - 4.1.3. Periodicidad de los incidentes
 - 4.1.4. Definición de causas y efectos de los incidentes
- 4.2. Localización geográfica de los incidentes mediante un sistema SIG
 - 4.2.1. Representación de los incidentes
 - 4.2.2. Definición de las capas temáticas
 - 4.2.3. Diseño e implementación de la base de datos geográfica
- 4.3. Análisis, diseño e implementación de la aplicación cliente del sistema
 - 4.3.1. Análisis de los requerimientos de la aplicación
 - 4.3.2. Diseño modular de la aplicación

- 4.3.3. Implementación del diseño en la arquitectura *Android*
- 4.3.4. Implementación de la base de datos móvil
- 4.3.5. Implementación de la comunicación con el servidor
- 4.4. Implementación del servidor de la aplicación
 - 4.4.1. Implementación de comunicación con la aplicación cliente
 - 4.4.2. Implementación del servicio de comunicación con redes sociales
 - 4.4.3. Servicio de consultas y generación de mapas
- 4.5. Publicación y distribución del sistema en el mercado objetivo
 - 4.5.1. Generación del paquete de la aplicación
 - 4.5.2. Generación del certificado de seguridad
 - 4.5.3. Publicación de la aplicación en la tienda virtual de *Android*
 - 4.5.4. Promoción del sistema
- 4.6. Identificación de patrones mediante minería de datos geoespacial
 - 4.6.1. Clasificación de los incidentes por tipo y área
 - 4.6.2. Definición de las reglas de asociación espacial
 - 4.6.3. Agrupación de los datos y análisis de patrones
 - 4.6.4. Presentación de los patrones

RESULTADOS OBTENIDOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

8. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

En base a los objetivos previamente planteados, se considera que la metodología de investigación que se adecúa al Estudio Especial de Graduación (EEG) es la metodología descriptiva.

La metodología de investigación descriptiva, permite caracterizar hechos y fenómenos para establecer el origen, estructura y dependencias de los componentes del fenómeno a evaluar; permitiendo comprender y predecir su comportamiento futuro[17].

De acuerdo a G. L. Dankhe, la investigación descriptiva combina métodos analíticos y sintéticos en conjunto del análisis deductivo e inductivo para responder el qué, quién, dónde, cuándo y cómo del objeto de estudio; buscando medir y evaluar los aspectos, dimensiones y componentes más relevantes del fenómeno[15].

8.1. Hipótesis

Al determinar el grado de relación entre incidentes negativos y factores independientes como la ubicación geográfica, hora, día y época del año; el estudio propone como hipótesis, que a mayor y mejor disponibilidad de información sobre sucesos, menor es su impacto en la seguridad de los usuarios y población en general.

La hipótesis se fundamenta en el supuesto de que los usuarios tendrán oportunidad de optimizar sus precauciones para evitar o reducir riesgos, si

cuentan con medios de información que les indiquen las áreas con mayor probabilidad de sufrir algún incidente negativo.

La hipótesis también supone que las autoridades gubernamentales y no gubernamentales, actuarán efectivamente al contar con un sistema que les provea información de sucesos en tiempo real, alimentado directamente por los usuarios de la aplicación, lo que con una mejor coordinación de contingentes, mitigará el efecto de los incidentes reportados y planteará estrategias que eviten el incremento de sucesos a futuro.

Para corroborar la hipótesis, la investigación descriptiva primero identifica y mide las variables dependientes e independientes y luego mediante pruebas de hipótesis correlacionales y técnicas estadísticas, se estima la correlación entre dichas variables[17].

Para evaluar la hipótesis, es necesario definir, medir, comparar y analizar las variables dependientes e independiente que afectan el estudio, a continuación se describen las variables más importantes:

8.1.1. Variables independientes

En la investigación descriptiva, las variables independientes se refieren a todos aquellos factores que afectan los resultados de la evaluación de la hipótesis, sin depender de ningún otro factor[22].

Durante las etapas previas del estudio, las variables independientes más importantes que se han detectado son:

8.1.1.1. Ubicación geográfica

Dependiendo del tipo de incidente, en la Ciudad de Guatemala, se distribuyen diversas zonas con mayor probabilidad de riesgo. Por ejemplo es más probable sufrir un asalto en la zona 10 que en la zona 17[18].

Para medir la probabilidad de riesgo por ubicación geográfica se analizará la cantidad de incidentes ocurridos durante un período determinado (por ejemplo una semana) cerca del punto a evaluar, mientras más cerca se encuentre, mayor será la posibilidad; de igual forma, mientras más incidentes ocurran cerca de una zona, mayor será la probabilidad.

La relevancia de una notificación es inversamente proporcional al número de días que han pasado desde que se notificó.

8.1.1.2. Hora del día

Por ejemplo, existen más probabilidades de sufrir un accidente vehicular durante las horas pico de tránsito, por lo general entre las 06:00 y 08:00 horas y durante las 16:00 a 18:00 horas[19].

Para medir dicha probabilidad, se contabilizarán la cantidad de sucesos ocurridos cada hora y se dividirá por la cantidad de sucesos totales en el día.

Para calcular la probabilidad general de riesgo para una hora específica, se calculará el promedio ponderado de las probabilidades de la misma hora en

días anteriores, dividido entre el número de días que han pasado (similar al caso de la relevancia de las notificaciones por ubicación geográfica).

8.1.1.3. Día de la semana

De la misma forma que la hora, existen días más propensos a sufrir determinados incidentes, por ejemplo es más probable sufrir un accidente vehicular los días viernes y sábados por la noche[19].

Para calcular la probabilidad de un día específico, se contarán el total de incidentes del día dividido entre los incidentes de la semana completa.

8.1.1.4. Época del año

Durante el año, existen períodos durante los cuales un tipo de incidente tiene más probabilidades de ocurrir, por ejemplo durante el invierno es más probable que ocurran inundaciones en determinados sectores (como pasos a desnivel por ejemplo). Otro ejemplo ocurre a fin de mes y quincenas, ya que debido a que son fechas de pago, los robos tienden a aumentar.

Para calcular la probabilidad de ocurrencia de un incidente por época del año, se dividirá el número de incidentes reportados en dicha época dentro de la cantidad de incidentes anuales.

Además, también se consideran otras variables como la edad, sexo, etnia y clase social del usuario, para formar su perfil de riesgo.

En general, para calcular la probabilidad de ocurrencia de un tipo de incidente, por un período de tiempo, en una región determinada; se

contabilizará la cantidad de incidencias y se dividirán por la cantidad de incidentes del mismo tipo ocurridos durante el mismo período en toda la ciudad.

8.1.2. Variable dependiente

La variable dependiente de la investigación, es aquel hecho o factor que, dentro de la hipótesis, depende de las variables dependientes y las relaciones previamente identificadas[22].

El estudio plantea como variable dependiente, el riesgo de ocurrencia de un incidente en base al registro de todas las notificaciones que realicen los usuarios de la aplicación y de la ubicación y perfil del usuario actual.

Para medir esta variable, para cada usuario, se calculará la probabilidad conjunta de riesgo de un incidente, en base a la probabilidad del área geográfica, la hora, día, época del año y perfil del usuario.

8.2. Población y muestra del estudio

La población objetivo del estudio, lo comprenden todos los usuarios de dispositivos de teléfonos inteligentes que utilicen la aplicación y que residen o transiten diariamente por la Ciudad de Guatemala y comunidades aledañas.

Para medir impacto de la información, se delimitarán algunas regiones identificadas previamente como de alta incidencia de incidentes, midiendo progresivamente su evolución durante el ciclo de vida de la aplicación. Estas áreas representan la muestra poblacional del estudio

8.3. Técnica de recopilación de datos

El estudio requiere que se recopilen conjuntos de datos sobre incidentes, antes, durante y después de la puesta en marcha del sistema; de forma que puedan compararse y contrastarse los resultados, para verificar la hipótesis propuesta.

Para recopilar los datos iniciales de la investigación, se utilizarán dos tipos de métodos, la recopilación documental y la recopilación de campo.

8.3.1. Recopilación documental

El estudio requiere que inicialmente se recopilen y analicen los reportes históricos publicados durante el 2012, por organizaciones como la Policía Nacional Civil (PNC), Policía Municipal de Tránsito (PMT), Instituto Nacional de Estadística (INE)¹⁸, Ministerio Público de Guatemala (MP)¹⁹ y la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)²⁰, entre otros. Los cuales proveen información sobre delitos, desastres naturales y accidentes vehiculares; por mencionar algunos.

8.3.2. Recopilación de campo

El estudio también necesita que se recopile información directamente desde la población objetivo, para conocer las experiencias y adecuar el sistema a las necesidades de los mismos.

¹⁸Sitio oficial: <http://www.ine.gob.gt>

¹⁹Sitio oficial: <http://www.mp.gob.gt>

²⁰Sitio oficial: <http://www.conred.gob.gt/www/>

Para recopilar la información, se plantea trabajar con un grupo de enfoque de usuarios que permita definir las interrogantes necesarias, para definir la encuesta general sobre la ocurrencia de incidentes en determinadas áreas y fechas.

8.4. Análisis estadístico

Para que los resultados sean válidos y confiables, los datos recolectados se analizan, interpretan y se presentan los resultados de la siguiente manera:

- Recolección de datos
- Tabulación de datos
- Presentación de datos (gráficas estadísticas)
- Análisis descriptivo de los datos (interpretación de resultados).
- Análisis de correlación de los datos
- Análisis de error estadístico

8.5. Tipo de proyecto

El sistema se clasifica como una tecnología de la información y comunicación (TIC) basado en redes sociales y enfocado en clasificar, agrupar, ordenar y proveer la información sobre incidentes de riesgo; tanto entre los mismos usuarios del sistema como entre las autoridades encargadas de responder ante dichos incidentes.

8.6. Beneficiarios

El grupo de beneficiarios por el sistema, se pueden clasificar en dos grupos.

8.6.1. Beneficiarios directos

Engloba a todos los usuarios de la aplicación, tanto de la aplicación móvil, como las autoridades que decidan aprovechar el sistema.

8.6.2. Beneficiarios indirectos

La población de la Ciudad de Guatemala será beneficiada con la puesta en marcha del sistema, debido a que las políticas de seguridad implementadas por las autoridades correspondientes buscan mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos.

9. RECURSOS FÍSICOS Y FINANCIEROS

En la siguiente tabla, se resumen los gastos e inversiones, planificados a un año de trabajo en el proyecto, los cuales están divididos en 3 rubros: investigación, desarrollo y mantenimiento del proyecto.

El rubro de investigación abarca todos los gastos e inversiones que deban realizarse para recabar datos, realizar encuestas y entrevistas.

Para completar el análisis, desarrollo, pruebas, implementación y documentación se requiere invertir en la compra de equipo de cómputo, dominio y espacio en Internet, desarrollo del software y del diseño gráfico, entre otros.

La última parte contempla los gastos de soporte y mantenimiento del sistema, luego de finalizada la etapa de desarrollo, considerando un tiempo de vida mínimo de 1 año luego de publicado, durante el cual se actualizará constantemente el servidor y la aplicación del sistema. Estos gastos son esporádicos, pero deben considerarse dentro de la planificación, para evitar desajustes de última hora en el presupuesto.

Tabla II. Desglose de presupuesto para implementar el proyecto

Cant.	Inversión	Costo Unitario	Subtotal
	Investigación		
100	Impresión de encuestas (hojas)	Q0,10	Q10,00
2	Colaboradores para pasar encuesta	Q500,00	Q1000,00
1	Tabulador de datos	Q200,00	Q200,00
	Desarrollo		
1	Desarrollador de software por 7 meses	Q5000,00	Q35000,00
1	Teléfono inteligente con plataforma <i>Android</i> para pruebas	Q2500,00	Q2500,00
1	Alojamiento del servidor de Google Cloud por 6 meses a \$9 el mes por aplicación ²¹	Q72,00	Q432,00
1	Diseñador gráfico por 3 meses.	Q5000,00	Q15000,00
1	Computadora nueva para desarrollo de la aplicación.	Q5000,00	Q5000,00
1	Presupuesto para útiles y gastos varios por 12 meses.	Q 500,00	Q6000,00
	Soporte y Mantenimiento(a un año)		
12 meses	Alojamiento del servidor de la aplicación en <i>Google Cloud</i>	Q72,00 mensual	Q864,00
1	Desarrollador de software, contratado por 4 meses a Q3500.00 el mes.	Q3500,00	Q14000,00
1	Gastos de mantenimiento y operación, varios, por 12 meses	Q100,00	Q12000,00
		Total:	Q92006,00

Fuente:(2012), [Tabla] Guatemala.Elaboración propia. Utilizando Microsoft Word 2010.

²¹ Definición de precios: <http://cloud.google.com/pricing/>

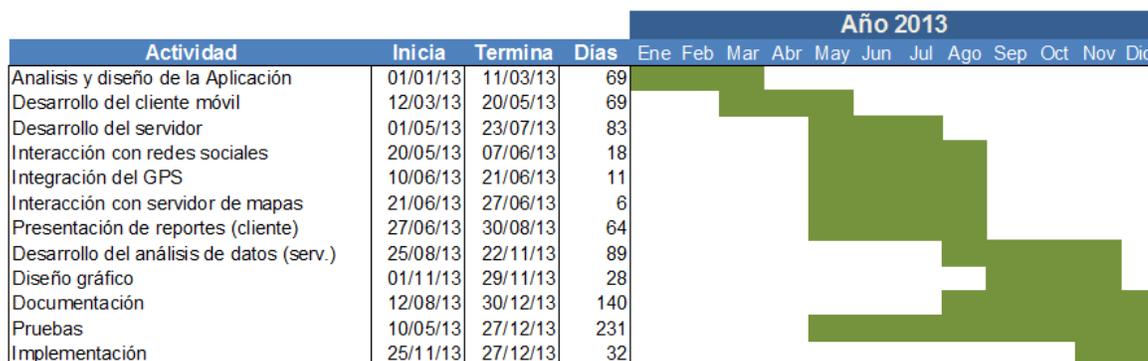
10. CRONOGRAMA

En la figura 10 se presenta el diagrama de Gantt con la planificación de las actividades más importantes para la completar el proyecto en el plazo de un año, como lo estipula la Escuela de Estudios Posgrados.

En el cronograma se indican las actividades más importantes, desde análisis y diseño del sistema hasta la implementación del mismo y pruebas con usuarios finales.

Para el modelado del cronograma, se han tomado en cuenta las actividades propuestas por la metodología de desarrollo Mobile-D, debido a que es la metodología seleccionada para desarrollar el proyecto.

Figura 10. Planificación del proyecto



Fuente:(2012), [Tabla] Guatemala.Elaboración propia. Utilizando Microsoft Excel 2010.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. (n.d.). In *Servicio transferizo de información geográfica*. Consultado el 13 de octubre del 2012, en http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones_2/8.pdf
2. Abrahamsson, P. et. al., (2004). *Mobile-D: an agile approach for mobile application development, Conference on Object Oriented Programming Systems Languages and Applications*.
3. Aljure, D. C., & Agudelo, J. G. (2011, December). *Spatial Data Mining - An Overview* [Electronic version]. *Avances en Sistemas e Informática*, 8(3), 1-8.
4. Alvarado, V. (2 de junio de 2010). En el número 110 contestan, pero no dan respuesta. *El Periódico*. Consultado el 03 de octubre del 2012, en <http://www.elperiodico.com.gt/es//pais/153344>
5. Amaral, L., & Santos, M. (2004). *Mining geo-referenced data with qualitative spatial reasoning strategies*. *Computers & Graphics*, 28, 371-379.
6. Android Security Overview (2011). En Android Open Source Project. Consultado el 07 de octubre del 2012, en <http://source.android.com/t ech/security/>

7. Bernhardsen, T. (2002). *Geographic information systems: an introduction* (3ra ed.). New York, NY: Wiley.
8. Blanco, P., Camarero, J., Fumero, A., Warterski, A., & Rodriguez, P. (2009). *Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles Introducción al desarrollo con Android y el iPhone. Doctorado en Ingeniería de Sistemas Telemáticos*, 13-15. consultado el 13 de octubre del 2012
9. Bonnington, C. (08 de diciembre del 2011). Google's 10 Billion Android App Downloads: By the Numbers. En *Wired*. Consultado el 04 de octubre del 2012, en <http://www.wired.com/gadgetlab/2011/12/10-billion-apps-detailed/>
10. Caspañón, M. (04 de diciembre del 2012). *Alertan por aumento de robos en transporte por pago de aguinaldo*. La Hora. En <http://www.lahora.com.gt/index.php/nacional/guatemala/actualidad/169778-alertan-por-aumento-de-robos-en-transporte-por-pago-de-aguinaldo>
11. Cary, H. F. (1844). *The Vision: or, Hell, Purgatory, & Paradise of Dante Alighieri*. New York: Hurst&Co.
12. Ciudad de Guatemala. (n.d.). En *Ciudad de Guatemala*. Consultado el 10 de septiembre del 2012, en <http://infociudad.muniguate.com/Site/atlasciudad.html>

13. Consejo Ciudadano para la Seguridad Pública y Ju. (2012). *San Pedro Sula (Honduras) la ciudad más violenta del mundo; Juárez, la segunda*. Publicado en junio del 2012, en <http://www.seguridadjusticiaypaz.org.mx/biblioteca/finish/5-prensa/145-san-pedro-sula-honduras-la-ciudad-mas-violenta-del-mundo-juarez-la-segunda/0>
14. Coronado, E. (08 de julio del 2012). *Advierten alza de asaltos en buses por el Bono 14*. Siglo 21. En <http://www.s21.com.gt/nacionales/2012/07/08/advierten-alza-asaltos-buses-bono-14>
15. Dankhe, O. L. (1976). *Investigación y Comunicación*. México D.F.
16. Guo, D., & Mennis, J. (2009). *Spatial Data Mining and Geographic Knowledge Discovery - An Introduction*. Computers, Environment and Urban Systems, 6, 403-408.
17. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (4ta ed.). México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
18. Instituto Nacional de Estadística, INE. (2010). *Sindicados(as) del delito contra la seguridad y patrimonio por tipo de robo y sexo, según departamento, 2010*. Guatemala, Guatemala: INE.
19. Instituto Nacional de Estadística, INE. (2011). *Accidentes de tránsito ocurridos en la república de Guatemala, 2001-2011 (Primer trimestre)*. Guatemala, Guatemala: INE.

20. Margalef, J. G., & Puig, C. (n.d.). *Estudio comparativo de herramientas SIG libres aplicadas a contextos de cooperación al desarrollo* (Master's thesis). Consultado el 13 de octubre del 2012, de http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicacion_es_2/8.pdf
21. Paul, I. (4 de enero del 2012). Android Market Tops 400,000 Apps. *PCWorld*. Consultado el 5 de octubre del 2012 en http://www.pcworld.com/article/247247/android_market_tops_400_000_apps.html
22. Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Bogotá, Colombia: Editorial Panamericana.

12. ANEXOS

12.1. Carta al señor Alcalde, Alvaro Arzú Irigoyen

Guatemala, ===== de ===== de 2013

SEÑOR ALCALDE MUNICIPAL
Lic. ALVARO ARZÚ IRIGOYEN
GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, GUATEMALA
Su Despacho.

Con el respeto que se merece, reciba un fraternal saludo, deseándole éxitos en todas los labores que a diario tiene la oportunidad de coordinar y dirigir.

Yo, Alexander Bolaños Lima, estudiante de la Maestría de Administración de Tecnologías de la Información y Comunicación, MATIC, dentro de la Escuela de Estudios de Posgrados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, sede central, tengo a bien presentarle mi estudio especial de graduación titulado **Proyecto Dante: Sistema móvil para la notificación, ubicación y alerta de incidentes y áreas de peligro en la Ciudad de Guatemala.**, el cual busca ayudar a los habitantes ciudadanos o a personas que diariamente transitan en la ciudad, a mantenerse informados y comunicar de mejor forma, los incidentes delictivos, de tránsito y naturales que diariamente les afectan.

Con ese ánimo, le informo y agradezco a su magnífica persona la oportunidad de tener acceso a datos registrados en archivos de la comuna que me permitan recopilar información que fundamente mi estudio.

El presente documento puede considerarse como la primera fase del estudio de pre factibilidad, con el que tengo la certeza de que su puesta en marcha puede ser de alto impacto, al dar la oportunidad a todas las personas y autoridades de unir esfuerzos por el bien común colaborando con el logro de la seguridad ciudadana y permitiendo convivir en un ambiente armónico y de paz que nos llene de alegría y que permita el desarrollo sociocultural y económico para todos los habitantes del municipio que tan dignamente gobierna.

Atte. Alexander Bolaños Lima

Carné 200312422

Universidad de San Carlos de Guatemala

Maestría en Administración de Tecnologías de la Información y Comunicación