



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN QUE PROVEE INFORMACIÓN PARA LA
BÚSQUEDA DE COMERCIOS EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA
POR MEDIO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL**

Iris Benita Us Rojas

Asesorado por el MSc. Ing. Hector Alberto Mendia Arriola

Guatemala, junio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Ing. Angel Alberto Sic García |
| VOCAL I | |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV | Br. Narda Lucía Pacay Barrientos |
| VOCAL V | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Pedro Pablo Hernández Ramírez |
| EXAMINADOR | Ing. Edgar Josue González Constanza |
| EXAMINADOR | Ing. César Augusto Fernández Cáceres |
| 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 INVESTIGACIÓN QUE PROVEE INFORMACIÓN PARA LA BÚSQUEDA DE COMERCIOS EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA POR MEDIO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 24 de octubre de 2014.

Iris Benita Us Rojas



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

AATT-MTIPP-0002-2015

Guatemala, 09 de Junio de 2015

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 **Iris Benita Us Rojas** con carné número **200821384**, quien opto la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Tecnologías de la información y la Comunicación**.

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,

"Id y Enseñad a Todos"

M.S.c. Ing. Hector Alberto Mendia Arriola
Asesor



M.S.c. Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Coordinador de Área
Aplicación y transferencia tecnológica

M.S.c. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/ec

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 **“DISEÑO DE INVESTIGACIÓN QUE PROVEE INFORMACIÓN PARA LA BÚSQUEDA DE COMERCIOS EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA POR MEDIO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL”**, realizado por el estudiante IRIS BENITA US ROJAS, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Marlow Antonio Pérez Türk
Director, Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

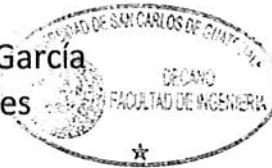
Guatemala, 23 de junio de 2015



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 INVESTIGACIÓN QUE PROVEE INFORMACIÓN PARA LA BÚSQUEDA DE COMERCIOS EN LA CIUDAD CAPITAL DE GUATEMALA POR MEDIO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL**, presentado por la estudiante universitaria: **Iris Benita Us Rojas**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Decano en Funciones



Guatemala, 23 de mayo de 2015

/gdech

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | V |
| RESUMEN..... | VII |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. ANTECEDENTES | 3 |
| 2.1. Localización y seguimiento de dispositivos móviles | 3 |
| 2.2. Adaptación de interacciones en dispositivos móviles. | 5 |
| 2.3. Reconfigurador de notificaciones en dispositivos móviles..... | 8 |
| 2.4. Localización consciente al contexto | 11 |
| 2.5. API para servicios de localización en interiores..... | 13 |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 17 |
| 4. JUSTIFICACIÓN | 19 |
| 5. OBJETIVOS | 21 |
| 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN | 23 |
| 7. ALCANCES..... | 27 |
| 8. MARCO TEÓRICO..... | 29 |
| 8.1. Sistema Android | 29 |
| 8.2. Desarrollo de aplicaciones móviles | 29 |

| | | |
|---------|---|----|
| 8.3. | Tecnologías de localización móvil | 33 |
| 8.4. | Localización mediante redes móviles y satélites | 34 |
| 8.5. | Técnicas basadas en la modificación móvil | 36 |
| 8.5.1. | Localización mediante redes inalámbricas | 36 |
| 8.5.2. | Bluetooth | 37 |
| 8.5.3. | Wifi | 38 |
| 8.5.4. | Servicios basados en localización | 39 |
| 8.5.5. | Sistemas de Posicionamiento Global GPS..... | 41 |
| 8.5.6. | Bases de datos móviles..... | 42 |
| 8.5.7. | Bases de datos georeferenciales | 43 |
| 9. | PROPUESTA INDICE | 45 |
| 10. | METODOLOGÍA | 47 |
| 10.1. | Estudio de mercado | 47 |
| 10.2. | Investigación | 47 |
| 10.3. | Fase de análisis y recopilación de información | 48 |
| 10.4. | Fase de pruebas | 50 |
| 10.5. | Fase de documentación | 50 |
| 10.5.1. | Validación de resultados | 51 |
| 11. | TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN | 53 |
| 12. | CRONOGRAMA | 55 |
| 13. | ESTUDIO DE FACTIBILIDAD..... | 57 |
| 13.1. | Factibilidad operativa | 57 |
| 13.2. | Factibilidad técnica..... | 58 |
| 13.3. | Factibilidad financiera..... | 59 |

| | | |
|-----|--------------------|----|
| 14. | CONCLUSIÓN | 61 |
| 15. | BIBLIOGRAFÍA | 63 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Arquitectura cliente servidor..... | 4 |
| 2. | Arquitectura de sistema..... | 10 |
| 3. | Esquema de la solución | 23 |
| 4. | Componentes de la solución | 24 |
| 5. | Crear un proyecto de Android | 31 |
| 6. | Componentes aplicación Android..... | 33 |
| 7. | Clasificación de las técnicas globales de posicionamiento | 34 |
| 8. | Configuración servicios de localización..... | 39 |
| 9. | Ejemplos de servicios <i>Pull</i> | 40 |
| 10. | Ejemplo de servicios <i>Push</i> | 41 |
| 11. | Cronograma | 55 |

TABLAS

| | | |
|----|--------------------------|----|
| I. | Costos del proyecto..... | 60 |
|----|--------------------------|----|

RESUMEN

La tecnología juega un papel muy importante en la actualidad tal es el caso de los dispositivos móviles, los cuales desde la década de los 90 abrieron un nuevo nicho de mercado, ofreciendo una diversidad de aplicaciones para utilizar en los *smartphone* y para los desarrolladores de software un amplio mercado para la innovación. El avance de las tecnologías para dispositivos móviles se ha acelerado, tal es el caso de las tecnologías de localización, las cuales son mediante satélites, radionavegación e inalámbricas.

Existen aplicaciones de búsqueda y localización de lugares, personas y objetos, pero los usuarios buscan una opción más completa que les permita verificar cuando estén cerca de lo que desean localizar. Entonces ¿Cómo se mejora la precisión de localización mediante móviles en aplicaciones existentes?. Realizando un algoritmo de búsqueda para las preferencias de los usuarios.

El objetivo del presente trabajo parte de la investigación acerca de las tecnologías y herramientas de software para la implementación de un algoritmo de búsqueda de comercios por medio de localización móvil aplicada en el sistema operativo Android. Posteriormente se implementa el envío de alertas a los usuarios que requieran saber cuándo se encuentren dentro del perímetro de comercios, todo esto se realiza con base en las preferencias del mismo.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la década de los noventa, con el surgimiento de los dispositivos móviles se abrió un nuevo segmento de mercado para la innovación de diversas utilidades en los dispositivos móviles que satisfagan las necesidades humanas. En la actualidad, en el 2015 se encuentran diversas aplicaciones para móviles en las distintas plataformas disponibles, las cuales son: Android, iPhone, Windows Phone y Blackberry. Debido a que el aumento de la utilización de los teléfonos inteligentes (*smartphones*) crece de forma exponencial y por lo tanto la innovación debe actualizarse junto con este crecimiento.

El presente trabajo ofrece una nueva solución a las necesidades humanas dedicadas a la búsqueda y notificación personalizada de comercios dentro de la ciudad capital de Guatemala, pensando en los usuarios que desean un mejor servicio y una mejor localización de los comercios. Debido a que los usuarios prefieren obtener información de lugares con base en sus preferencias y cuando visitan un nuevo comercio en algunas ocasiones no tienen un panorama completo de la información relevante a los comercios disponibles.

Los capítulos se presentarán de tal forma que se aprecie la secuencia del análisis del problema de la falta de tecnología que se tiene para la búsqueda de comercios dentro de la ciudad capital de Guatemala. En este análisis se describirá a profundidad la problemática y la justificación para validar una solución viable.

A lo largo de los capítulos se analizarán los factores influyentes en el entorno del problema y se presentará la construcción de un prototipo de la

solución que cubra las necesidades básicas del mismo. En el contenido del marco conceptual se describirá el planteamiento del problema que se propone solucionar. En el marco contextual se describirá la justificación del trabajo y el marco teórico con las definiciones de temas relevantes para la solución propuesta. Por último en el marco operativo se describirá el desarrollo de la solución y los resultados obtenidos.

2. ANTECEDENTES

En los últimos años, desde la década de los noventa, surgió la era de los dispositivos inteligentes; este movimiento va creciendo a pasos agigantados y ha revolucionado con el uso de tecnologías móviles y el uso de internet para hacer más fácil el estilo de vida de los usuarios. Aplicaciones móviles como OLX, MercadoLibre, Wishlist y muchas más, permiten a los usuarios realizar compras o ventas y encontrar los comercios de una forma eficiente e interactiva. Estas aplicaciones se encuentran disponibles en la tienda de aplicaciones de Google Play.

2.1. Localización y seguimiento de dispositivos móviles

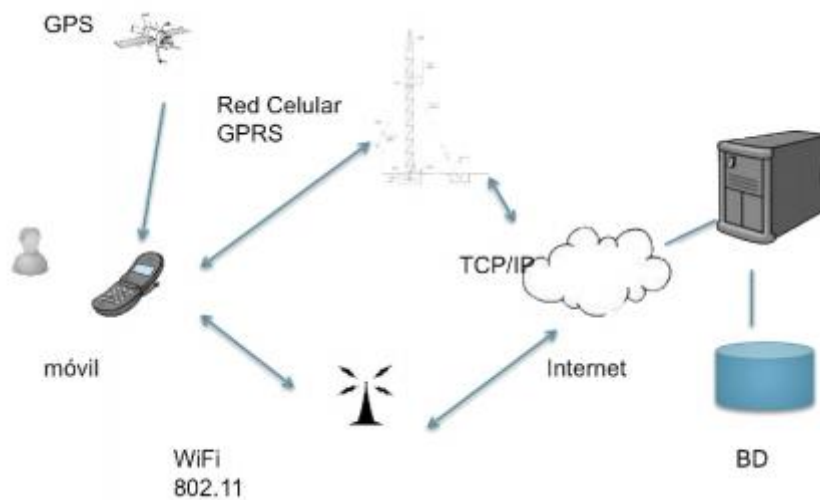
Existen soluciones que integran la localización móvil y la conexión a internet como se muestra en la tesis *Localización y seguimiento de dispositivos móviles* (Montes, 2012), donde se presenta una aplicación móvil que localiza otros dispositivos móviles y se muestra en mapas disponibles para el usuario. En el presente trabajo se analiza la tecnología de posicionamiento global en móviles, para mostrar ubicaciones por medio de geolocalización desde el dispositivo móvil conectado a internet. El propósito de este autor fue realizar una búsqueda de personas de la tercera edad, por medio de los dispositivos móviles que portaban. En dicho estudio se midió la capacidad de respuesta para obtener la información geográfica de forma concurrente, basada en Google Maps y Google Direction en 100 dispositivos, obteniendo un tiempo promedio de 250 milisegundos.

Los componentes que utilizó Hermes Montes en su trabajo son los siguientes:

- Terminal AGPS
- Servidor Móvil de Localización
- Estación de referencia GPS
- Servidor de base de datos
- Servidor Web
- Cliente Web

La interacción de estos elementos se muestran en la figura 1:

Figura 1. **Arquitectura cliente servidor**



Fuente: MONTES, Hermes. *Cliente servidor*. p. 31.

Entre las fortalezas que posee este trabajo de localización y seguimiento de dispositivos se mencionan:

- Es un sistema útil para las necesidades que conlleva el uso de teléfonos inteligentes en la actualidad.
- La arquitectura utilizada permite una alta certeza en la localización móvil y diseño sencillo para el desarrollo de la propuesta.
- Es un modelo sencillo que mezcla dos subsistemas: el cliente móvil y aplicación web para la interacción con los usuarios, así se observa el seguimiento del caso.

Entre las debilidades que posee este trabajo de localización y seguimiento de dispositivos se pueden mencionar:

- Con un uso muy concurrente el sistema responde de forma lenta por el tipo de arquitectura cliente-servidor.
- Tiene baja probabilidad ante recuperación de desastres ya sean físicos o tecnológicos, debido a que los servidores se encuentran en un lugar físico.
- No cuenta con alta disponibilidad de la información, ya que si los servidores son dañados se pierde toda la información adquirida.

2.2. Adaptación de interacciones en dispositivos móviles.

Otra solución que permite la integración de tecnologías se describe en la tesis Aplicación end-user para gestionar la adaptación de las interacciones en dispositivos móviles Android (González, J. 2013), la cual presenta una adaptación de dispositivos mediante el contexto en que se encuentre, sin la necesidad de intervención humana.

Se basa en el número de veces que un usuario olvide o deje de ver la notificación de algún evento, llamada o notificación entrantes por la mala

configuración que tenga el dispositivo o que el usuario haya olvidado cambiar la configuración, por ejemplo que el teléfono está en silencio, en vibración o en posponer notificaciones. El propósito del autor es desarrollar una aplicación que sea capaz de guardar un historial de configuraciones del dispositivo para que los usuarios estén satisfechos y tengan las configuraciones deseadas según el contexto en el que se encuentre. Desarrolló e implementó la aplicación móvil haciendo uso de los servicios y librerías de Android para mostrar notificaciones en el sistema según las necesidades del usuario.

Los componentes que describe el autor son (González, J. M., 2013) :

- Un patrón de diseño Singleton: se utiliza para crear políticas de restricción para la creación de objetos y garantizar que una clase solo pueda tener asociada una instancia y así se le proporciona un acceso global sobre esta.
- REST: por sus siglas en inglés REpresentation State Transfer, es una técnica especializada en aplicaciones orientadas a internet.
- Lenguaje PHP: lenguaje compatible en casi todas las plataformas, dispone de una sofisticada manipulación y protección de variables y además le permitió crear una API de calidad debido a que tenía experiencia en este lenguaje.
- Servicio web: proporciona interoperabilidad entre aplicaciones de software sin importar las plataformas entre ellos.
- JSON: es un formato creado para el intercambio de datos utilizado como alternativa del formato XML, fue elegido por la facilidad que tiene un usuario para implementarlo y la facilidad que tiene una máquina para leerlo, compilarlo e interpretarlo, esto lo hace más óptimo para el uso de recursos.

- Android: se decidió utilizar la plataforma Android para el desarrollo del trabajo de maestría por su facilidad de acceso y el alto porcentaje de utilización en la actualidad. Haciendo uso de sus componentes y utilidades tales como el Broadcast Receiver que es el encargado de mostrar notificaciones del sistema.
- Mapeador Doctrine: mapea objetos de bases de datos relacionales que está escrito en lenguaje PHP.
- Gestor de base de datos: se utilizó el gestor de base de datos de MySQL.
- Notification Manager: librería utilizada para mostrar notificaciones al usuario por medio de alertas, sonidos o led de notificaciones.

Entre las fortalezas que posee este trabajo de localización y seguimiento de dispositivos se mencionan:

- Permite la personalización de configuración e incentiva el uso del *smartphone*, adaptándose a las situaciones que se encuentre el usuario.
- Es un sistema útil para adaptarse al alto uso de las tecnologías móviles en la actualidad.
- Provee una comunicación estable y segura por medio de JSON.
- Permite el uso efectivo de los objetos relacionados con el mapeador Doctrine, esto brinda reutilización de objetos desde distintos componentes de la aplicación.
- Por la arquitectura y componentes elegidos la solución permite encapsulación de objetos y portabilidad del sistema.
- Entre las debilidades que posee este trabajo de localización y seguimiento de dispositivos se mencionan:

- Por el uso de php se tiene dificultades en el desarrollo ya que no cuenta con códigos prediseñados ni se cuenta con un soporte en el lenguaje, esto hace que la aplicación tenga una baja escalabilidad.
- Cuenta con baja escalabilidad debido a que Doctrine no le permitirá continuar la integración de nuevos componentes ya que tiende a trabajar de forma lenta por su poca participación con proyectos complejos.
- Tiene baja probabilidad ante recuperación de desastres ya sean físicos o tecnológicos, debido a que los servidores se encuentran en un lugar físico.
- No cuenta con alta disponibilidad de la información, ya que si los servidores son dañados se pierde toda la información adquirida.

2.3. Reconfigurador de notificaciones en dispositivos móviles.

Por otra parte, Deisson Leonardo Sánchez Toledo en su tesis *Reconfiguración de la interacción en sistemas Android: adaptando las notificaciones al contexto* (Sánchez, D. L., 2012), presenta un informe acerca del desarrollo e implementación de un sistema móvil para la adaptación de las notificaciones con base en el contexto en el que se encuentre el usuario.

Haciendo uso de las tecnologías móviles y los sensores que cuentan los dispositivos móviles presentó un reconfigurador capaz de presentar las notificaciones de una forma adecuada sin saturar la pantalla del dispositivo móvil. El objetivo de Sánchez es mejorar la eficiencia de los usuarios al utilizar los dispositivos móviles y el envío de notificaciones según sus preferencias, tomando como base el contexto en el que se encuentre el usuario.

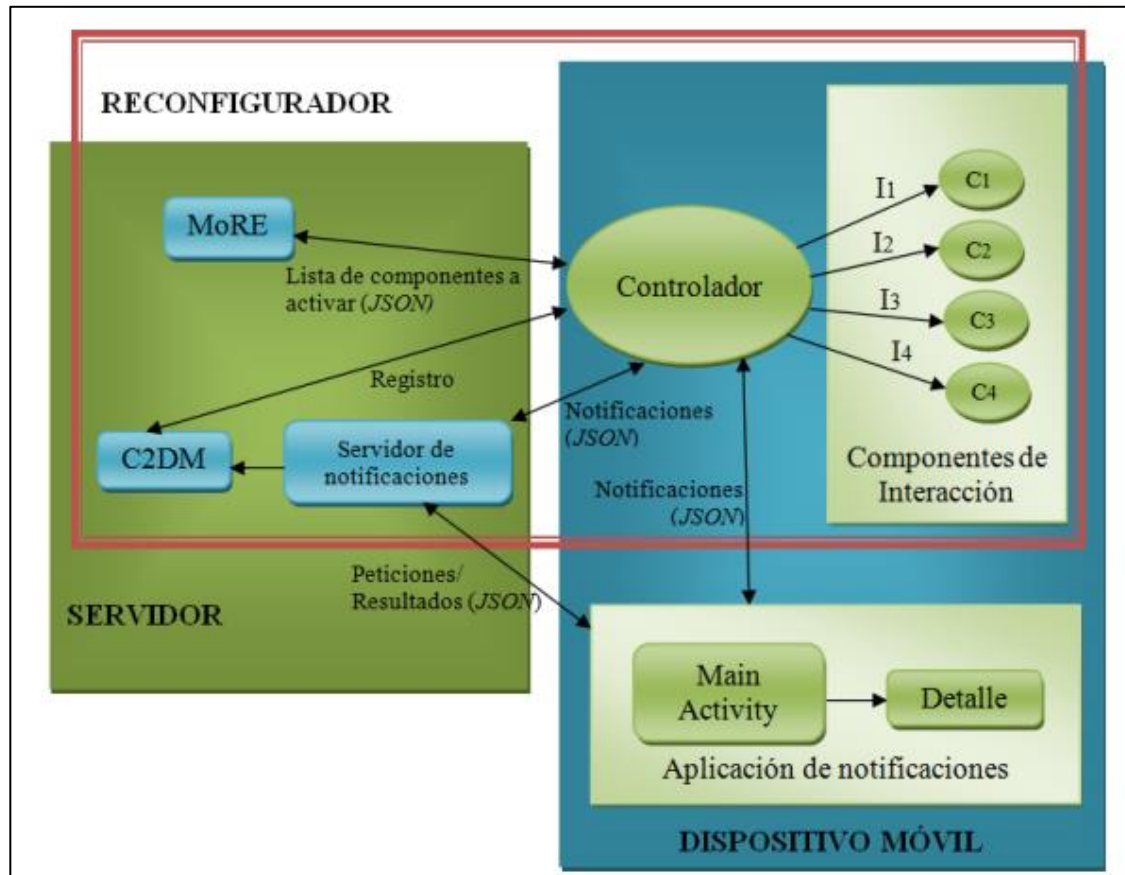
Se implementó el uso de los componentes de notificaciones de Android para ser personalizados como el Broadcast Receiver de Android, las

notificaciones Push mediante el sistema de C2DM por sus siglas en inglés Cloud to Device Messaging.

Los componentes que describe el autor en su trabajo son (Sánchez, D. L., 2012):

- Sistema Android: el autor decidió desarrollar en un sistema Android debido a la accesibilidad que se tiene sobre este sistema por ser código libre. Utilizó los componentes del sistema para la implementación de su aplicación, tales como: Activities, Services, Broadcast Receiver, entre otros.
- REST: define un conjunto de servicios de los cuales se diseñan servicios web, proporciona información específica acerca de los procesos y la transferencia por medio de HTTP hacia clientes sin importar su plataforma.
- JSON: es un formato creado para el intercambio e interpretación de datos utilizado como alternativa del formato XML, fue elegido por la facilidad de la máquina para leer e interpretarlo.
- MoRE: por sus siglas en inglés Model-based Reconfiguration Engine que proporciona herramientas de autoconfiguración de arquitectura de sistemas.
- PHP: lenguaje sencillo y ligero para el desarrollo de aplicaciones web.

Figura 2. **Arquitectura de sistema**



Fuente: SÁNCHEZ, Deisson. *Arquitectura de sistema*. p. 39.

Entre las fortalezas que posee este trabajo de localización y seguimiento de dispositivos se mencionan:

- Cuenta con una funcionalidad útil para que se adapte a las necesidades del usuario.
- Hace uso de diferentes *widgets* propios de Android tales como grupos de alertas como vibración, sonidos, luces, alertas de diálogos, barra de estatus, objetos Toast.

- Provee una comunicación estable y segura por medio de JSON.
- Permite mostrar interfaces intuitivas para los usuarios por medio del uso de MoRE.

Entre las debilidades que posee este trabajo de localización y seguimiento de dispositivos se mencionan:

- Por el uso de php se tienen dificultades en el desarrollo, ya que no cuenta con actualizaciones y soporte reciente, esto hace que tenga una baja escalabilidad.
- Está obligado a una conexión con internet para que se envíen los datos configurados al servidor de notificaciones, se mejora teniendo una base de datos sqlite de forma temporal para tener datos “en caché” para permitir al usuario utilizarlo en cualquier momento.

2.4. Localización consciente al contexto

En el trabajo *Servicios de localización conscientes del contexto aplicando perfiles de movilidad y tecnologías de localización heterogéneas* escrito por Israel Arjona Vizcaíno (Vizcaíno, 2009). Realizó una implementación de tecnologías móviles bajo el sistema Android, para la localización de personas a través de los móviles ubicados en lugares grandes como edificios, contando con técnicas de localización heterogéneas siempre y cuando el dispositivo tenga conexión y cuente con conectividad GSM.

Se basó en la problemática que se tiene al localizar personas en lugares interiores a través de los dispositivos móviles, actualmente ya existen soluciones para este problema como sensores, wifi y *bluetooth*, pero hasta

ahora todas han sido poco acertadas. Para esto el autor hace uso de tecnologías con baja utilización en el ámbito de localización como RFID.

Además, implementa y desarrolla servicios conscientes al contexto mediante tecnologías de posicionamiento heterogéneas tales como: GPS, identificación de células, wifi, *bluetooth*, RFID y QR Codes. Realiza operaciones guiadas mediante la localización y guiadas a través de RFID y QR Codes.

Los elementos que se describen en el trabajo son los siguientes:

- Arquitectura Cliente-servidor: el autor implementa esta arquitectura para el desarrollo de la aplicación.
- REST: es una técnica de arquitectura de software especializada para sistemas orientados a internet.
- JSON: un formato simple, el cual fue utilizado para el intercambio de datos utilizado como alternativa del formato XML, elegido por el autor por su facilidad de adaptación en los lenguajes de máquina.
- OSGi: según sus siglas en inglés Open Services Gateway Initiative, utilizado para la creación y diseño de plataformas compatibles entre diversos lenguajes para proveer funcionalidades de múltiples servicios.
- Servicios basados en localización: para la implementación de la aplicación móvil se utilizó tecnologías del dispositivo como GPS, wifi, *bluetooth*, RFID y QR Codes.

Entre las fortalezas que posee este trabajo de localización y seguimiento de dispositivos se mencionan:

- Hace uso de diferentes tecnologías de localización propios de Android para una mayor certeza en la ubicación en interiores.
- Provee una comunicación estable y segura por medio de JSON.

- Permite mostrar interfaces intuitivas para los usuarios por medio del uso de OSGi y compatibles para diferentes plataformas.

Entre las debilidades que posee este trabajo de localización y seguimiento de dispositivos se mencionan:

- La tecnología OSGi trabaja por medio de módulos que dependen unos con otros, esto afectaría en la escalabilidad del proyecto debido a que las actualizaciones y cambios serían más complejos.
- Los costos de implementación de la tecnología RFID son muy altos considerando la adquisición de todo el equipo de RFID, instalación, licencias, antenas, sensores dentro del edificio o lugar donde se requiera la localización, como se menciona en el *Estudio de factibilidad para implementar tecnología RFID en biblioteca Miraflores* escrito por Luis Antonio Almonacid Saez.

2.5. API para servicios de localización en interiores

En el trabajo titulado *API para servicios de localización en interiores basada en tecnología wi-fi, bluetooth, RFID y QRCode* escrito por Miguel Angel Yris Pastor (Yris, 2012), se realizó un desarrollo de aplicación móvil para obtener la posición de un individuo dentro de un espacio interior por medio de señales electromagnéticas percibidas por un dispositivo móvil dentro de un edificio. Las señales electromagnéticas que decidió utilizar son las que pertenecen a la comunicación inalámbrica tales como wifi, *bluetooth* y RFID.

Se basó en la necesidad de encontrar individuos y visualizar su recorrido, brindando un seguimiento del individuo dentro del edificio o lugar de prueba. La

técnica del método de localización que utilizó en el estudio *fingerprint* para tener un mapeo completo del área donde se prestará el servicio.

Los elementos que se describen en el trabajo son los siguientes:

- RFID: es una identificación por radiofrecuencia que almacena y recupera por medio de asistencia remota los datos. Se basa en la lectura de etiquetas donde se encuentra información relevante de localización.
- API: definen cómo se va realizar una determinada tarea y cómo debe llamarse una función desde una aplicación. Es un conjunto de archivos individuales que se encapsulan dentro de un paquete o librería. El autor utilizó API para la comunicación entre las capas de su arquitectura.
- LLRP: por sus siglas en inglés Low Level Reader Protocol, es el protocolo de comunicación que utilizan algunos lectores RFID.
- Sistema de localización en interiores: ILS por sus siglas en inglés Indoor Location System, son sistemas que tienen como objetivo principal localizar individuos u objetos dentro de edificios o ubicaciones cerradas.
- Las fortalezas que posee este trabajo son:
- Posee un alto grado de escalabilidad debido al diseño en el trabajo, el cual permite compatibilidad con nuevos módulos o nuevas estructuras.
- Se tiene una alta certeza en la localización de dispositivos contando con una buena configuración de sensores.

Las debilidades que posee este trabajo son:

- Se requiere una adecuada distribución de puntos de acceso (AP) tanto wi-fi™ como *bluetooth*.

- Se tiene una dependencia a una conexión de internet por medio de wifi, esto hace que los dispositivos que no se encuentren dentro de la red utilizada no puedan ser accesibles por el algoritmo de búsqueda.

Obliga a crear radio mapas iniciales en las instalaciones, esto es un inconveniente en escenarios donde la distribución espacial de la zona pueda cambiar en el tiempo según la necesidad de los usuarios.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los comercios representan un eje importante para el desarrollo del país y tienen un crecimiento significativo en el mercado. Los proveedores se dan a conocer a través de la publicidad con los usuarios consumidores, pero ¿Qué pasa con los pequeños comerciantes que no cuentan con el presupuesto suficiente para abarcar todo el segmento de mercado? Estos pequeños comerciantes se dan a conocer solo en el perímetro de su ubicación. Usualmente hay comercios que ofrecen productos con precios especiales y relativamente baratos a comparación de la competencia. Se tiene claro que no existe suficiente información de todos los comercios que hay en la capital de Guatemala, su ubicación, productos y servicios que ofrecen.

Solamente se conocen los comercios grandes que cuentan con el presupuesto necesario para ofrecer una alta publicidad. Sin embargo, en el 2014 hace falta una solución tecnológica con la información necesaria acerca de los comercios y los servicios que estos ofrecen.

Los guatemaltecos necesitan de una solución que permita ubicar comercios de ropa que comprenda todas las categorías de tiendas y alertar a los usuarios de estas promociones y ofertas.

Existen soluciones tecnológicas para *smartphones* que ayudan a este problema de localización y reconocimiento de micropymes, tal es el caso de Google Maps, Waze, Comercios RD, Facebook. En estas soluciones tecnológicas muestran diferentes enfoques dependiendo de la aplicación y el servicio que brinda cada una de estas. Aplicaciones como Waze muestran la

ubicación de diferentes servicios, lugares e interacción entre usuarios con respecto al tráfico en tiempo real. Google Maps muestra las rutas, direcciones, calles entre ciudades y actualmente cuenta con la opción de *Street View* que permite ver fotografías esféricas con vista aérea y aportes de otros usuarios. Entre otras aplicaciones como Comercios RD, de tiendas muestran el contenido y servicios de comercios en específicos clasificados por marcas, ciudades, productos, entre otros.

Sin embargo, estas soluciones están segmentadas por categorías que brindan cada una de estas. La mayoría de aplicaciones existentes necesitan de conexión a internet y uso del sistema de posicionamiento del teléfono, esto hace que el dispositivo consuma más batería y más recursos; a excepción de Google Maps, la mayoría de ellas no permiten el uso *offline*. Esto hace que algunas aplicaciones móviles estén desactualizadas en cuanto al contenido, tal es el caso de Google Maps, debido a que este se actualiza con el recorrido de sus diferentes recorridos de cámaras. No tienen una búsqueda de lugares en base a las preferencias del usuario. Hace falta una solución que tenga integrados estos servicios de ubicación, información, mostrando promociones y alertas con base en los gustos de los usuarios.

Con base en este análisis se formulan las siguientes preguntas: ¿Cómo utilizar la geolocalización para personalizar las notificaciones que reciben los usuarios?

¿Cómo obtener la ubicación del dispositivo mediante el GPS del *smartphone*? ¿Cómo enviar notificaciones al usuario cuando entre al perímetro de un comercio? ¿Cuál es la mejor arquitectura para una aplicación móvil? ¿Se guarda información sobre la ubicación de un *smartphone* en un gestor de base de datos para móviles?

4. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de graduación corresponde a la línea de investigación de tecnologías de la información y comunicación para el desarrollo de nuevos mercados, debido a que ayuda a los pequeños comercios a darse a conocer mediante su localización reflejada en una aplicación móvil. La innovación del trabajo se basa en el envío de notificaciones personalizadas a los usuarios en los dispositivos móviles.

En el artículo *Orientación y movilidad en espacios exteriores para aprendices ciegos con el uso de dispositivos móviles* (Sánchez & Saénz , 2004), se habla de las tendencias que se están creando en cuanto al uso de dispositivos móviles. Una de las tendencias más frecuentes es el uso del GPS. En el 2014 un 100 % de los *smartphone* utilizan dicha tecnología y se está expandiendo a dispositivos móviles, como *wearables*, automóviles entre otras.

El algoritmo presentado supera a las aplicaciones existentes basadas en localización de lugares porque presenta un envío de notificaciones, basados en la personalización de las preferencias del usuario, utilizando las tecnologías pertenecientes al sistema Android junto con la geolocalización. En la vida real un usuario quiere saber acerca de los comercios acorde a sus preferencias y gustos.

Se presenta una investigación de las opciones existentes de base de datos para conectarlos a dispositivos móviles, posteriormente se implementará la mejor opción que cuente con mayor factibilidad de uso y optimización para la aplicación desarrollada.

Asimismo, se presenta una integración entre las tecnologías móviles para localización de dispositivos tales como GPS, *wifi*, entre otras; para trabajar con una conexión a internet almacenando los datos de dicha ubicación en un servidor de base de datos.

Por último, cabe mencionar que los resultados del trabajo serán la investigación e implementación de un algoritmo certero y rápido, para el envío de notificaciones que ayudará a los usuarios a tener una búsqueda de lugares eficientemente.

5. OBJETIVOS

Objetivo General:

Implementar un algoritmo de localización móvil para enviar notificaciones personalizadas a un dispositivo por medio de su ubicación geográfica.

Objetivos específicos:

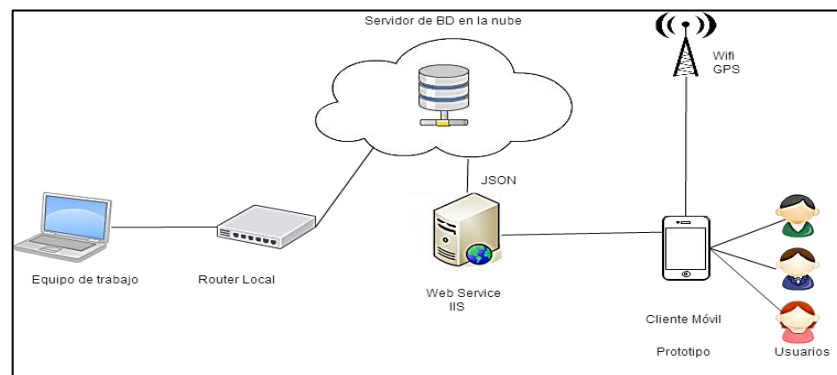
1. Utilizar las tecnologías de localización móvil para obtener la ubicación exacta de un dispositivo.
2. Implementar un protocolo para enviar notificaciones con base en la ubicación geográfica de los usuarios.
3. Determinar la arquitectura móvil óptima para una aplicación móvil.
4. Validar la factibilidad de almacenar información acerca de la ubicación de un dispositivo móvil en un gestor de base de datos.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

El presente trabajo de graduación contribuirá para la mejora de la difusión de la información acerca de los comercios en la capital de Guatemala y a incrementar la eficiencia para la búsqueda de comercios de ropa que realizan los usuarios. La solución que se presenta consta de un prototipo de aplicación móvil para plataformas Android, que será capaz de notificar a los usuarios que utilicen la aplicación acerca de la ubicación obtenida por medio de geolocalización, los comercios que se encuentren dentro del perímetro de la capital de Guatemala.

El prototipo permitirá visualizar los comercios con una descripción de los productos y servicios que ofrecen. Permitiendo a los usuarios que utilicen el producto, calificar el lugar que ofrecen los comercios creando un *ranking* de las entidades.

Figura 3. Esquema de la solución



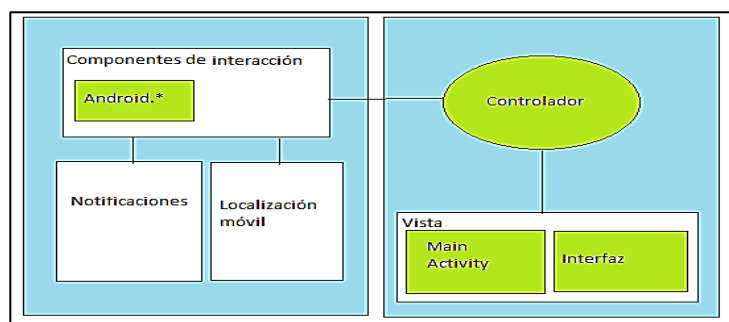
Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

La ilustración 3 presenta el esquema de trabajo está basado en una arquitectura nativa de Android y contiene los siguientes elementos:

- Una estación de trabajo que será la computadora personal donde se encontrará el ambiente de desarrollo de la aplicación móvil.
- Un *router* local que se conectará a internet y conectará el dispositivo móvil a utilizar.
- Un *web service* que se comunicará con el servidor de base de datos y manipulará los datos en formato JSON.
- Un servidor de base de datos en la nube para optimizar el almacenamiento de datos y facilitar el acceso a la misma.
- Un dispositivo móvil con sistema operativo Android para ejecutar la aplicación móvil que se desarrollará, a su vez este dispositivo se conectará a las respectivas antenas del servicio móvil para obtener las coordenadas de ubicación por medio de GPS y wifi.

La interacción entre los componentes internos en el dispositivo móvil se muestra en la figura 4:

Figura 4. **Componentes de la solución**



Fuente: elaboración propia.

Se utilizará el patrón modelo vista controlador (MVC) por lo que sus componentes son:

La vista que será la encargada de mostrarle de manera agradable al usuario la funcionalidad de la aplicación.

- Controlador: donde se tendrá toda la lógica de la programación y este se conectará a los componentes de interacción, que contendrá todas las librerías de Android y las integraciones con web *service* para obtener los datos de localización móvil.

7. ALCANCES

El alcance de esta perspectiva tiene carácter descriptivo y se pretende estudiar y describir las tecnologías involucradas para localización en dispositivos móviles. Realizar un algoritmo acerca del uso de GPS con una combinación de notificaciones, analizándolas como tendencia actual y el impacto social que están mostrando dichas tecnologías.

Se realizarán análisis y estudios sobre la conexión de sistemas de posicionamiento global conectados al API de Google Maps y se mostrarán las ubicaciones reflejadas en mapas disponibles para los usuarios.

El alcance desde la perspectiva técnica es de carácter explicativo, debido a que se investigará acerca de las mejores propuestas para arquitectura móvil y gestores de base de datos, que permitan el uso de localización para móviles. Se tiene como objetivo investigar e implementar las tendencias móviles para la localización geográfica de dispositivos móviles tales como GPS, wifi, entre otros. Dichas investigaciones de estas tecnologías se verán integradas con la implementación de un protocolo de aplicación que cuenta con una adaptación de envíos de notificaciones, con base en la geolocalización del usuario.

El resultado de la presente investigación se concretará en un protocolo de aplicación móvil, que se presenta como solución al problema anteriormente descrito con uso básico de los módulos del software, permitiendo a los usuarios interactuar con el sistema.

Finalmente se espera concluir con los resultados, la implementación de un prototipo de la aplicación propuesta con el uso básico de la solución descrita. Se implementará el prototipo para uso de una muestra de la población de usuarios. Además, los usuarios tendrán manuales de uso respectivo de la aplicación esperando la aceptación de los estos.

8. MARCO TEÓRICO

8.1. Sistema Android

Es un sistema operativo móvil caracterizado por ser software de código abierto y está presente para dispositivos móviles tales como *smartphones* y tabletas.

La plataforma incluye sistema operativo, *middleware* y aplicaciones básicas. El proyecto para su creación inició en octubre de 2003 con Andy Rubin y Rich Miner, entre otros, los cuales fundaron Android Inc, en Palo Alto California (González, J. M., 2013).

El lenguaje utilizado para el desarrollo sobre Android se realiza bajo el lenguaje Java, se necesita de un kit de desarrollo de software (SDK). Se puede utilizar el IDE Eclipse para desarrollar aplicaciones en Android. Este incluye variedad de librerías y *frameworks* que ayudan al desarrollo y API para compilar, ejecutar y probar los desarrollos en un simulador de variedad de dispositivos Android. (Morillo, s.f.).

8.2. Desarrollo de aplicaciones móviles

Las tendencias móviles en los últimos años (2000-2014) han tenido un crecimiento significativo y con esto el desarrollo de aplicaciones móviles es un mercado bastante competitivo, debido a que el uso de estas son utilizadas por un 90 % de usuarios aproximadamente. Entre las tecnologías más comunes

utilizadas para los *smartphones* son la conexión a internet y el uso de redes sociales desde el móvil, (González S. , 2012).

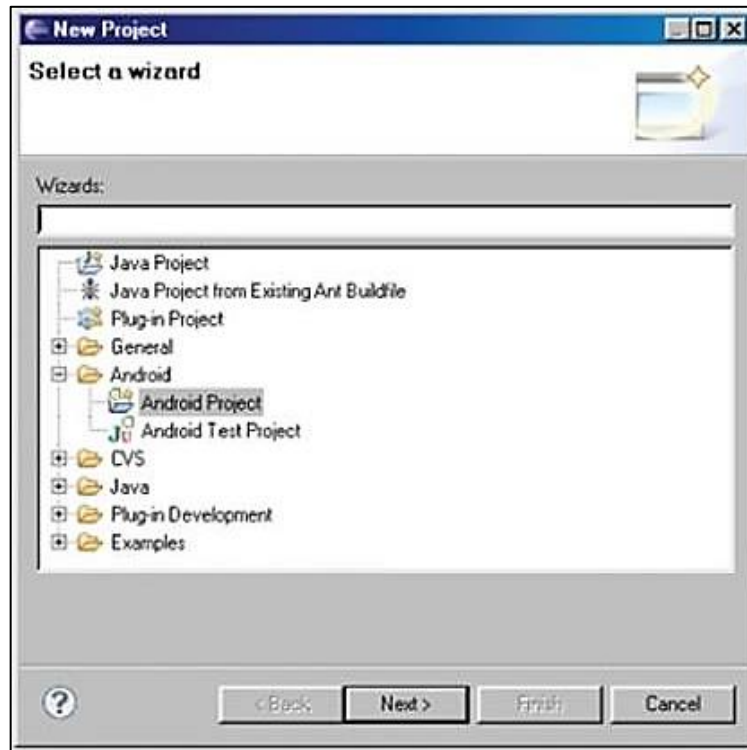
Para el desarrollo de aplicaciones Android se necesitará instalar:

- Eclipse un IDE para desarrollo de software.
- ADT: por sus siglas en inglés Android Developmet Toolkit *plugin* para desarrollo de aplicaciones Android en el IDE Eclipse.
- JDK: por sus siglas en inglés Java Developmet Kit, un kit de desarrollo.

Como se muestra en la figura 5 para crear un proyecto de Android, dentro del IDE Eclipse:

- Seleccionar menú *File >New >Project*.
- Seleccionar el tipo de aplicación de Android Project, esta opción aparecerá solamente si se instaló el *plugin* ADT.
- Seleccionar *Next*.

Figura 5. Crear un proyecto de Android



Fuente: GIRONÉS, Tomas. *Proyecto Android*. p. 45.

Los componentes de una aplicación Android son (Gironés, 2012):

- Activity: una *activity* es la representación gráfica con la que van a interactuar los usuarios. Una aplicación contiene una o más *activities* interactuando y relacionándose entre sí.

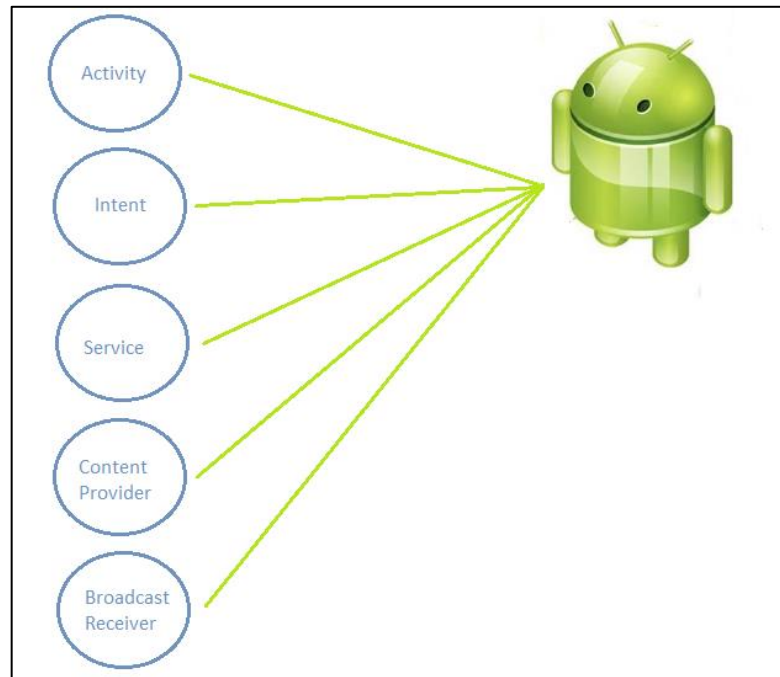
Debido a que una *activity* puede variar sus estados, el sistema trabaja con base en una pila de *activities* para guardar los estados de estas. Cuando una nueva *activity* se inicia, la *activity* anterior pasará a un estado *stopped*. La pila es llamada *Back Stack*.

- **Service:** contiene la lógica de las operaciones en *backend* que pueden ser ejecutadas de larga duración y no proporciona una interfaz de usuario. Un *service* se maneja por medio de estados; el servicio estará iniciado, cuando otro elemento dentro de la aplicación (generalmente una *activity*) lo inicialice; haciendo una llamada al método *startService*.

Una vez se ha iniciado, un *service* puede ejecutarse en *background* por tiempo indefinido, incluso si el componente que lo inició se destruye. Los servicios ejecutan sus operaciones y no retornan nada al elemento que lo invocó, generalmente se finalizan cuando terminan las operaciones, por ejemplo al descargar un archivo.

- **Content Provider:** este elemento es el encargado de la manipulación de conjuntos de datos que se van a compartir, consultar o hacer otras operaciones con datos externos. Este conjunto de datos pueden ser almacenados localmente, desde un servicio web u otra fuente que contenga datos persistentes.
- **Broadcast Receiver:** este componente emite los anuncios o notificaciones de todo el sistema, por ejemplo existen *broadcast* que avisan la baja batería del dispositivo, cuando se bloquea o apaga la pantalla. Asimismo, las aplicaciones hacen uso de estas *broadcast* para mostrar notificaciones ya sea desde el StatusBar, enviar mensajes, entre otros.

Figura 6. **Componentes aplicación Android**

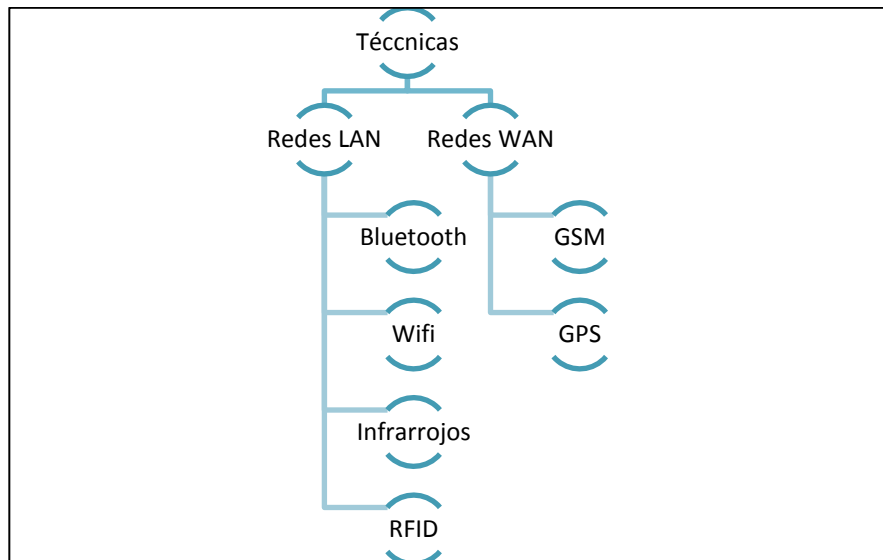


Fuente: elaboración propia.

8.3. Tecnologías de localización móvil

La geolocalización se refiere al proceso de conocer la ubicación geográfica de un objeto de forma espacial. Se obtiene por medio de coordenadas basadas en la longitud y latitud, donde esté ubicado el objeto. La localización se obtiene mediante varias técnicas, las cuales se clasifican en redes WAN y redes LAN. A lo largo del tiempo las tecnologías han evolucionado y las tecnologías de localización son más sofisticadas. La diferencia entre estas radica en la precisión de la ubicación que se utiliza (Steiniger, Moritz, & Edwardes, 2006).

Figura 7. **Clasificación de las técnicas globales de posicionamiento**



Fuente: elaboración propia.

8.4. Localización mediante redes móviles y satélites

Estos sistemas está presente en celulares GSM (Global System for Mobile communication) ya que es necesario establecer una comunicación en la red. Las telefónicas hacen uso de una combinación de tecnologías, Bernardos Barbolla menciona que se clasifican en (Bernardos, 2003):

Técnicas basadas en identidad celular: se obtiene la posición a través de la identidad de la celda en la que se encuentra el dispositivo móvil. Se utiliza para ubicar todo tipo de dispositivos móviles en redes como GSM, GPRS, UMTS y CDMA. La precisión de este método depende del radio de la celda (en el caso de CGI), que puede variar de 50 metros en áreas urbanas a 3-4 km en áreas rurales.

Técnicas basadas en la red: estas requieren modificaciones en los equipos de red existentes donde se encuentre el dispositivo móvil conectado y la introducción de nuevos nodos, permite obtener mayor precisión sin necesidad de alterar los terminales de usuario.

- Ángulo de Llegada (Angle of Arrival AOA)

Utiliza antenas *multiarray* la cual puede determinar de qué dirección viene la señal. Para conocer la posición del terminal se necesita al menos una segunda estimación procedente de otra estación con la misma tecnología que la primera. La segunda estación base localizará al terminal y comparará sus datos con los de la primera estación, para después calcular la posición del usuario mediante trigonometría. En principio solo son necesarias dos estaciones base para estimar la posición del terminal móvil, por este motivo AOA resulta efectiva en entornos rurales.

- Huella multitrayecto (Multipath Fingerprint, MF)

Esta técnica se caracteriza por la señal de diversas localizaciones, el dispositivo envía señales a diferentes bases para que estos creen una trayectoria del dispositivo móvil, esto hace a la técnica tener una mayor aproximación en cuanto a la localización del dispositivo, debido a que tiene varias anotaciones y evita la interferencia existente en cada una de las localizaciones enviadas que se puede producir por los retardos en los caminos. La suma de todas las señales crea una señal más acertada denominada "huella".

8.5. Técnicas basadas en la modificación móvil

- Tiempo de llegada (time of arrival)

Esta técnica es la misma descrita anteriormente, con la diferencia de que en este caso el terminal es capaz de marcar el instante exacto de la señal que sale por medio de marcas temporales llamadas *time stamps*. Para un mínimo de tres estaciones base es posible localizar el móvil. La desventaja de este método principalmente que es muy caro, por otro lado requiere que las estaciones base y el terminal móvil tengan relojes precisos y sincronizados.

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Es un sistema de radionavegación a nivel mundial el cual emplea 3 de los satélites que rodean la Tierra en orbitas, conocidas, que funcionan para fijar la posición de un dispositivo móvil. Este sistema se describirá con más detalle en un apartado posterior (Bray, 2014).

8.5.1. Localización mediante redes inalámbricas

Estos sistemas son utilizados para mejorar las desventajas de las otras técnicas debido a que existen lugares donde el GPS no cuenta con alta precisión por interferencias, como: paredes, techos o diversos obstáculos que puede causar error en la localización móvil. Es por eso que estas técnicas son utilizadas para localización en interiores (Rodríguez, 2002).

8.5.2. Bluetooth

Es una tecnología diseñada para conectar un dispositivo móvil a redes personales de forma económica. Es posible conectar diversos dispositivos con tecnología *bluetooth* tales como: ordenadores portátiles, PDA, teléfonos móviles, entre otros., además permite conexión a una LAN o WAN a través de un punto de acceso.

Esta tecnología ofrece la posibilidad de montar redes inalámbricas en interiores o lugares donde es imposible llegar a una red de forma convencional o por medio de antenas exteriores.

Bluetooth puede conectar hasta 8 dispositivos entre sí de forma simultánea en un radio de 10 metros, entre cuartos o paredes intermedias.

Las características del *bluetooth*, que menciona Alvaro Richi en su artículo “*Bluetooth Introducción a su funcionamiento*” (Castellano, 2012) son:

- Banda de frecuencia: 2,4 GHz (Banda ISM).
- Potencia del transmisor: entre 1 y 100 mW, típica de 2,5 miliwatios
- Canales máximos: hasta 3 de voz y 7 de datos por piconet.
- Velocidad de datos: hasta 720 kbit/s por piconet.
- Rango esperado del sistema: hasta 100 metros.
- Número de dispositivos: 8 por piconet y hasta 10 piconets.
- Tamaño del Módulo: 0,5 pulgadas cuadradas (9x9 mm).
- Interferencia: *bluetooth* minimiza la interferencia potencial al emplear saltos rápidos en frecuencia =1 600 veces por segundo.

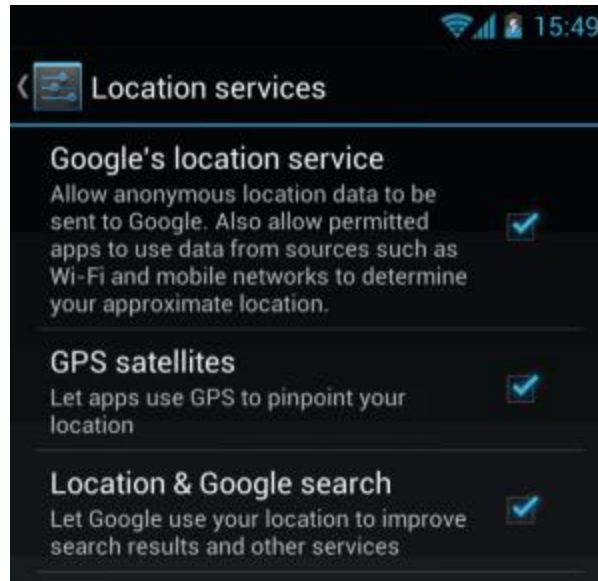
8.5.3. Wifi

Es una tecnología de red inalámbrica la cual tiene un alcance de hasta 75 metros en interiores y hasta 300 metros en exteriores. La tecnología wifi cuenta con resultados más acertados en la localización móvil, ofrece una precisión de 1 a 20 metros. La geolocalización por medio de antenas wifi es soportada por HTML5 o ya sea con funciones nativas móviles (Casar, 2005).

Para obtener la localización de un dispositivo móvil es necesario darle permisos de servicios de localización, tal y como se muestra en la figura 12.

El dispositivo activa la antena wifi y captura todas los puntos de acceso wifi cercanas, no es necesario tener contraseñas, nombres o datos similares almacenadas, el dispositivo solo utiliza la *MAC address*. Con este listado de direcciones MAC de todos los *routers* se realiza una comparación con el uso de un mapa y base de datos localizada en servidores, los cuales almacenan millones de puntos de acceso wifi; con esto ya compara cual es el más cercano al dispositivo y obtiene la longitud y latitud que conforman localización móvil del dispositivo.

Figura 8. **Configuración servicios de localización**



Fuente: elaboración propia.

8.5.4. **Servicios basados en localización**

Por sus siglas en inglés LBS, se le denomina así a las aplicaciones que integran la localización geográfica, es decir por medio de coordenadas espaciales, pero con una orientación general de servicios (Schiller & Voisard, 2004). Se refiere a los servicios que muestran de alguna forma directa o indirecta la información geográfica de un usuario.

Estos servicios se clasifican en tipo *PULL* y *PUSH*

- *Pull*: son aquellos servicios que devuelven información a las respuestas de peticiones generadas por el usuario. Algunos ejemplos dados por Nazir Molina se muestran en la figura 13 (Molina, 2012).

Figura 9. Ejemplos de servicios *Pull*

| LBS | Descripción |
|---|---|
| <i>Asistencia en Emergencias (E-911)</i> | Asistencia en carretera, seguimiento de vehículos, reporte y recuperación de vehículos robados, informes de tráfico (bajo demanda) entre otros. |
| <i>Servicios Pull</i> | Instrucciones de viaje (Estoy aquí, cómo hago para llegar allá). Ej. Servicios de instrucciones de conducción. |
| <i>Asignación de Recursos (Ej. Taxis)</i> | Recursos que operan sobre un área cercana a donde se genera una solicitud pueden ser eficientemente asignados (Ej. despachados desde una central). |
| <i>Páginas Amarillas Móviles</i> | (¿Dónde está el negocio más cercano?) El usuario indica la categoría de negocio (hospitales, sitios de entretenimiento, etc.) en el cual está interesado y obtiene un conjunto de listados en orden de proximidad a la ubicación del usuario. |

Fuente: MOLINA, Nazir. *Servicios pull*. p. 15.

- *Push*: son los servicios que devuelven información de forma indirecta acerca de la localización por los usuarios. Algunos ejemplos dados por Nazir Molina se muestran en la figura 14 (Molina, 2012).

Figura 10. Ejemplo de servicios *Push*

| LBS | Descripción |
|----------------------------------|--|
| <i>Publicidad Móvil</i> | Cupones electrónicos y otro tipo de descuentos o premios. |
| <i>Buscadores de Amigos</i> | Permite a los usuarios encontrar la ubicación de sus amigos o familia. El servicio automáticamente notifica a un usuario cuando una persona seleccionada (que cuenta con un dispositivo inalámbrico) está cerca o ha ingresado a una zona específica. Ej. Notificar a un padre cuando su hijo ha llegado a casa, al colegio o a otra ubicación específica. |
| <i>Alertas de Zonas</i> | Similar al anterior, indica cuando una persona o vehículo ha entrado en o ha salido de una región específica. Ej. Seguimiento de pacientes con enfermedad de Alzheimer o rastreo de usuarios con alguna restricción por parte de alguna corte. |
| <i>Páginas Amarillas Móviles</i> | ¿Dónde está el negocio más cercano? El usuario indica las categorías de negocio (hospitales, sitios de entretenimiento, etc.) de su interés y obtiene un conjunto de listados en orden de proximidad a la ubicación del usuario. |
| <i>Servicios de Compras</i> | Notifica cuando está cerca de un proveedor que surta un producto en el cual pueda estar interesado o el cual haya estado buscando. Este tipo de servicio, conocido como comercio móvil (m-comercio), permite poner en contacto compradores y vendedores. |
| <i>Información Instantánea</i> | Permite a los usuarios obtener la información de un sitio de interés y obtener información sobre él, bien sea desde una base de datos central o desde el sitio en sí mismo a través de algún mecanismo de transferencia inalámbrica. |

Fuente: MOLINA, Nazir. *Servicios push*. p. 16.

8.5.5. Sistemas de Posicionamiento Global GPS

El término GPS que por sus siglas en inglés se traduce como Sistema de Posicionamiento Global, permite determinar la ubicación de un objeto en todo el mundo, teniendo un margen de error dado en centímetros. Desde el 2011, el mercado de navegadores GPS inicia la popularidad en las ventas (Bray, 2014).

El sistema GPS está formado por tres segmentos o áreas:

- Segmento espacial: engloba satélites alrededor del sistema.

- Segmento de control: abarca infraestructuras terrestres necesarias para el control de la constelación de satélites.
- Segmento de usuario: está constituido por los equipos de recepción y el software de procesamiento de señales.

Esto lo convierte en una técnica bastante certera en cuanto a la ubicación de dispositivos móviles, esto se debe a que utilizan satélites ubicados alrededor de la Tierra y se pueda obtener señales a través de todo el mundo, ofrece una precisión de 5 a 20 metros y si se utiliza GPS diferencial (DGPS) ofrece una precisión de 1 a 5 metros.

8.5.6. Bases de datos móviles

Como su nombre lo indica una base de datos móvil es aquella que puede ser portátil y se descarga e instala en el dispositivo móvil para que pueda ser utilizada en cualquier momento y en cualquier lugar, tal y como lo explica la revista académica de investigación. (Rivero, Pérez, & Vila, 2013).

Estos sistemas se han caracterizado por la portabilidad y seguridad que proporcionan para los usuarios que utilizan software con bases de datos móviles, esto se debe a que el tiempo de respuesta de las peticiones será mucho más rápida debido a que el acceso es interno (dentro del dispositivo móvil) y no se tiene que acceder mediante un servidor externo; por lo tanto no se tendrán problemas de tráfico y lentitud en las peticiones que realice el usuario.

Entre los gestores de bases de datos se encuentran SQL Anywhere, DB2 Everyplace de IBM, SQL Server Compact de Microsoft, Oracle Database Lite, SQL Lite.

Entre las funcionalidades de sistemas gestores de base de datos (SGBD) móviles se encuentran:

- Comunicación a través de internet con servidores de base de datos centralizados.
- Replicar datos desde el servidor hasta el dispositivo móvil.
- Captura datos desde el servidor centralizado y gestiona los datos directamente desde el dispositivo móvil.
- Crea un estilo de aplicaciones móviles personalizadas para guardar la información en el dispositivo.
- Servidor de base de datos de nivel corporativo y un SGBD que gestiona y almacena los datos móviles.

8.5.7. Bases de datos georeferenciales

Estos sistemas permiten guardar información acerca de ubicaciones, por lo general muestran mapas acerca de los datos almacenados. No todos los DBMS soportan este tipo de información debido a que se almacena un atributo de tipo espacial en cada fila, para que se mantenga la consistencia y la geometría del mapa.

Este tipo de base de datos almacena tipos de datos vectoriales y almacenamiento vectorial, esto hace que la información almacenada sea de mayor tamaño, haciendo uso de *rasters* dividiendo los datos en capas y bloques en tablas auxiliares (Camacho, 2013).

Entre los DBMS de mayor pronunciación en las bases de datos espaciales se mencionan ArcGIS y Oracle Spatial. Las ventajas que se tienen son:

- Mecanismos indexados
- Soporte para tipo de datos geométricos
- Visualización de mapas
- Topología que trabaja datos sobre nodos, bordes y caras de los objetos

9. PROPUESTA INDICE

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

GENERAL

ESPECÍFICOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES
2. JUSTIFICACIÓN
3. ALCANCES
4. MARCO TEÓRICO
 - 4.1. Sistema Android
 - 4.2. Tecnologías de localización móvil
 - 4.3. Sistema de posicionamiento global
 - 4.4. Bases de datos móviles
 - 4.5. Bases de datos georeferenciales
5. METODOLOGÍA
 - 5.1. Estudio de mercado

- 5.2. Investigación
 - 5.3. Fase de análisis y recopilación de información
 - 5.4. Fase de desarrollo
 - 5.5. Fase de pruebas
 - 5.6. Fase de documentación
 - 5.7. Validación de resultados
-
- 6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

 - 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

 - 8. CONCLUSIONES

 - 9. RECOMENDACIONES

 - 10. BIBLIOGRAFÍA

10. METODOLOGÍA

Con base en los conocimientos adquiridos en las clases de maestría, se aplicarán las mejores prácticas a lo largo del desarrollo de la solución para que se adapten a los requerimientos tomados. A continuación se detalla el proceso de la solución propuesta.

10.1. Estudio de mercado

La población a estudiar son los usuarios guatemaltecos que residen en la capital de Guatemala que utilizan los servicios de comercios de ropa, que se encuentren dentro de este perímetro. La muestra que se utilizará son los usuarios guatemaltecos que residen en la capital de Guatemala que utilizan los servicios de comercios de ropa que se encuentren dentro del perímetro de zona 1 de la ciudad, que se encuentren en la clasificación de clase media-alta y que su edad esté comprendida entre 20-30 años.

10.2. Investigación

Se realizará un análisis del entorno y se investigarán los procesos más importantes del problema que se solucionará y acerca de los elementos de software que se necesitan para la implementación de la aplicación.

Se investigará sobre las tecnologías móviles existentes tales como wifi, GPS, y otros sensores, como sensores de proximidad, magnetómetro y giroscopio para obtener la localización móvil de un *smartphone*.

Se investigará sobre el desarrollo de aplicaciones que permitan el envío de diferentes tipos de notificaciones tales como *push-up*, de diálogo y notificaciones Toast en la plataforma móvil de Android, también acerca de las librerías que se necesitan como Parse, Drawable, entre otras. Se investigará acerca de las arquitecturas que existen para la plataforma Android y se elegirá cuál es más adaptable para los requerimientos especificados.

Se investigará sobre los gestores de base de datos que soporta la plataforma Android, como las bases de datos internas por defecto, por ejemplo MySQL y se validará la factibilidad de utilizar bases de datos geoespaciales con una funcionalidad de esta magnitud.

10.3. Fase de análisis y recopilación de información

Se recopilará toda la información necesaria para modelar cada uno de los procesos por medio de observación directa, prueba de aplicaciones similares, bases de datos.

Se recopilará información acerca de las tecnologías de localización móvil y cuáles aplican al desarrollo móvil para adentrarse en el funcionamiento de estas, asimismo hacer buen uso de los sensores o librerías.

Se hará una comparativa entre herramientas y librerías que se utilizan para el envío de notificaciones y se analizará cual es la más adaptable.

Se observarán y probarán aplicaciones similares a la aplicación propuesta para verificar su funcionalidad y mejorar las debilidades existentes en la arquitectura y las interfaces.

- Fase de diseño: se hará un diseño preliminar de la aplicación móvil que cubran las necesidades de la usabilidad de la solución. Por medio de diagramas de pantallas desarrolladas en el lenguaje Android, con una carga de datos preliminar para tener el ambiente de trabajo listo para la funcionalidad deseada, las notificaciones por medio de la localización móvil.

Se diseñará la arquitectura elegida para implementar la solución propuesta en la aplicación móvil. Se diseñarán los diagramas de flujo que representarán los pasos a seguir en los proceso de envío de notificaciones mediante la localización de un dispositivo móvil.

Se realizará un modelo entidad relación para diseñar la estructura interna de todos los componentes que se van a relacionar entre sí y se optimizarán las interacciones entre estos elementos.

- Fase de desarrollo: en esta fase se desarrollará el código fuente para crear la funcionalidad que esté acorde a los requerimientos de la solución propuesta. Utilizando el lenguaje Java, para la plataforma Android, en el IDE Eclipse.

Se instalarán y configurarán los componentes de la arquitectura móvil seleccionada. Entre ellos se puede mencionar: servidor de aplicaciones, servidor cliente, gestor de base de datos y librerías.

Se desarrollará e implementará el módulo de ubicación móvil necesario para realizar el envío de notificaciones al dispositivo, haciendo uso de las herramientas, librerías y arquitectura previamente analizada.

Se creará el esquema de base de datos y configurarán los procedimientos básicos, como: la creación de tablas mencionadas en el modelo entidad relación, también se configurarán los procesos para insertar, modificar, consulta de tuplas para las tablas.

Se ingresarán los datos de las ubicaciones disponibles de las entidades anunciantes y se compararán contra las preferencias del usuario para brindar una mejora en atención al cliente.

10.4. Fase de pruebas

Se realizarán pruebas internas de funcionalidad para que cubra con los objetivos de la aplicación. Se probará directamente la funcionalidad de la aplicación desde el IDE de desarrollo y se utilizarán usuarios de prueba que estén dispuestos a utilizar la aplicación móvil desde su *smartphone*.

Se hará un análisis para verificar la certeza en la localización móvil y se validará la funcionalidad correcta de la aplicación, verificando el envío correcto de notificaciones en el *smartphone* cuando se encuentre dentro del perímetro de una micropymes.

Se verificará el ingreso y lectura de los datos correctos de las coordenadas de ubicación que se tiene con el dispositivo y la entidad anunciante.

10.5. Fase de documentación

Se realizará la documentación necesaria que contendrá los pasos que fueron realizados para la creación del prototipo de la solución y todos los

requerimientos necesarios. Asimismo, se desarrollará documentación de apoyo para describir el flujo completo del uso de todos los módulos de la aplicación.

Se describirá la arquitectura móvil y sus componentes para el proceso de enviar notificaciones al dispositivo, asimismo el flujo de procesos que se tendrá para la validación de ubicaciones entre comercios y usuarios, el esquema de entidad-relación y todos los procesos para la optimización del gestor de base de datos.

Se especificarán las conclusiones en la comparativa de herramientas para la localización móvil, arquitectura móvil y librerías para el envío de notificaciones.

10.5.1. Validación de resultados

- Se medirá el tiempo de respuesta de la aplicación con el dispositivo para verificar la capacidad de la arquitectura elegida. Se verificará la integridad de los datos almacenados del cliente, como los datos de usuario y las preferencias del mismo. Además, se medirá el uso de los recursos disponibles en un dispositivo de gama media-alta, así como el uso de memoria RAM del *smartphone*.

11. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Con la metodología establecida con anterioridad, se define un conjunto de técnicas a utilizar para analizar de mejor forma los datos a utilizar y cumplir con los objetivos del presente trabajo.

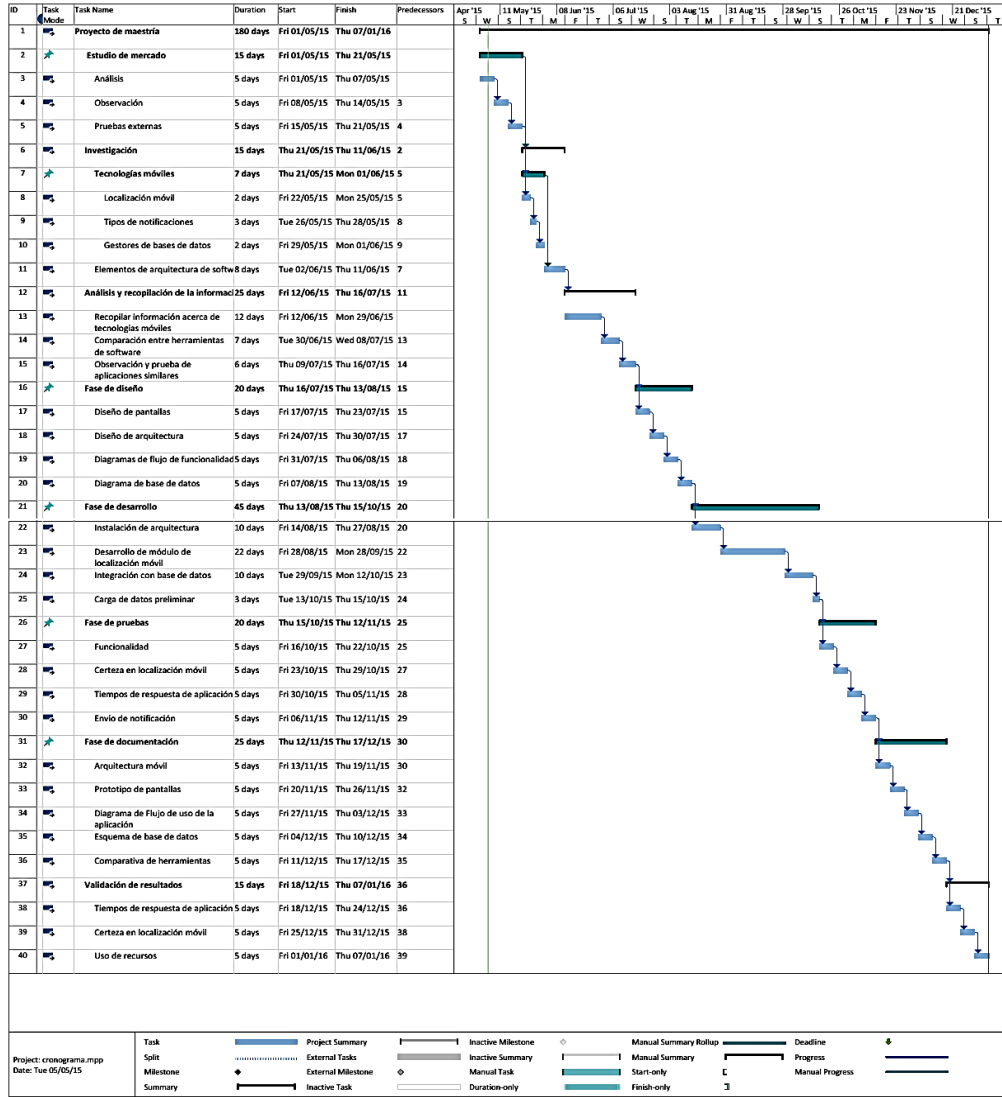
- Diagramas de flujo: se utilizan diagramas para modelar los procesos a desarrollar que están contenidos dentro del sistema para comprender de mejor forma los procesos que serán desarrollados posteriormente. La herramienta a utilizar será Cacao para acceder por medio de internet desde cualquier dispositivo.
- Diagrama Ishikawa: se hace un análisis de causas y efectos del problema acerca de la falta de tecnología al buscar un comercio ubicado en la ciudad de Guatemala y cómo se pueden volver ineficientes las soluciones existentes. Con esto se pretende evaluar de forma más detallada el problema a tratar. La herramienta a utilizar será Xmind, a la cual se accede por medio de internet a través de su página oficial.
- Estadística descriptiva: la proyección de resultados que serán obtenidos al final del trabajo a través de recopilación de información, investigación y desarrollo de la aplicación serán utilizados para analizar la información importante, tal como los tiempos de respuesta de la aplicación y la precisión de localización. Estos resultados serán positivos si cumplen con los objetivos y alcances establecidos en el proyecto. Serán verificados a través de un análisis de estudio y su respectiva comparativa sobre el planteamiento del problema descrito con anterioridad y las mejoras

realizadas por medio del uso del algoritmo de localización propuesto, verificando que la funcionalidad sea correcta y la optimización de tiempo y precisión sea relevante.

Se utilizará la estadística descriptiva para verificar los datos obtenidos y realizar la comparación; cálculos como la "media" serán aplicados al conjunto de datos recolectados en los tiempos de respuesta de la aplicación; la "desviación media" para validar los valores estándares que se desvían del valor medio; la "moda" para conocer el valor que más se repite en los cálculos obtenidos.

12. CRONOGRAMA

Figura 11. Cronograma



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

13. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Se realiza un estudio de factibilidad del presente trabajo para validar si cumple con los recursos necesarios para su desarrollo. En dicho análisis se toman en cuenta tres aspectos: operativo, técnico y financiero.

13.1. Factibilidad operativa

Se analizan los procesos que se llevarán a cabo, tomando como base los recursos que se necesitarán para la realización del mismo.

Debido a que la toma de requerimientos se hará por medio de observación directa y encuestas *online* para analizar las necesidades de los usuarios, se tendrá un acceso directo a la información. Se analizarán las respuestas obtenidas de encuestas por medio de internet que serán enviadas a una muestra del segmento de mercado. Se observará la situación actual del proceso que se realiza en la actualidad al iniciar la búsqueda de un comercio en particular.

El recurso humano que se utilizará para el desarrollo del proyecto es:

- 1 analista programador
- 1 desarrollador de móviles
- 1 implementador
- Usuarios de prueba

El rol de analista programador, desarrollador de móviles e implementador serán cubiertos por la estudiante, haciendo las actividades que cubren estos roles, mientras que los usuarios de prueba será una muestra tomada de la población del segmento de mercado.

La infraestructura disponible será una computadora personal donde se realizará el análisis, la planificación y el desarrollo del proyecto.

Con base en el análisis realizado, el proyecto es factible desde el aspecto operativo, con el desarrollo de las fases descritas con anterioridad se puede garantizar el análisis y desarrollo del proyecto.

13.2. Factibilidad técnica

Se analizan las actividades y los recursos necesarios a nivel técnico para llevar a cabo el proyecto, teniendo en cuenta los procesos operativos descritos con anterioridad.

Los recursos tecnológicos que serán necesarios para el análisis y desarrollo del presente trabajo serán:

- Microsoft Project: se utilizará para la realización de diagramas de Gantt para validar la planificación y verificación de avances de las tareas asignadas al proyecto. Esta herramienta se obtiene por medio de licenciamiento generado por Microsoft.
- Cacao: se utilizará para la realización de diagramas de flujo y esquemas de trabajo para analizar los procesos de la solución. Se accesa de forma gratuita por medio de su página en internet.

- Xmind: se utilizará para la realización de diagramas de Ishikawa y esquemas de procesos para investigar de forma más detallada el problema que se pretende solucionar.
- Eclipse: software utilizado para el desarrollo del proyecto, a esta herramienta se accesa de forma gratuita al descargar el software desde su página en internet.
- JDK: conjunto de herramientas de software requeridos para el diseño y la codificación del prototipo de la solución presentada. Se accesa de forma gratuita al descargar el software desde su página en internet.
- SQLite: manejador de base de datos diseñada para dispositivos Android. Este manejador viene incluido en las librerías respectivas de Java para Android.

El tiempo estimado para la realización de las fases anteriormente descritas del proyecto es de un año, para finalizarlo en julio de 2016.

Con base en el análisis realizado, el proyecto es factible desde el punto de vista técnico, debido a que se tiene acceso y disponibilidad de todas las tecnologías informáticas, las cuales cubren con las necesidades para el desarrollo e implementación del prototipo. El tiempo estimado para llevar a cabo el proyecto es el óptimo y el recurso humano necesario será realizado por la estudiante.

13.3. Factibilidad financiera

Se analizan los costos de las actividades y del recurso humano que se requiere para llevar a cabo la finalización correcta del desarrollo e implementación del prototipo de la solución. Los costos analizados se listan a continuación:

Tabla I. **Costos del proyecto**

| núm. | Recurso | Cantidad (días) | Costo Unitario | Costo Mensual | Costo Total |
|------|--------------------------|-----------------|----------------|---------------|-------------|
| | Costos indirectos | | | | |
| 1 | Energía eléctrica | 180 | | Q10 0 | Q 1 200 |
| 2 | Servicio de internet | 180 | | Q30 0 | Q 3 600 |
| 3 | Equipo de cómputo | 180 | | | Q 8 000 |
| 4 | Teléfono Android | 180 | | | Q 3 500 |
| | Costos directos | | | | |
| 5 | Asesor de tesis | 180 | | | Q 2 500 |
| 5 | Estudio de mercado | 30 | Q8 00 | | Q24 000 |
| 6 | Análisis y diseño | 45 | Q5 00 | | Q 22 500 |
| 7 | Desarrollo | 45 | Q4 00 | | Q 18 000 |
| 8 | Pruebas | 20 | Q4 00 | | Q 8 000 |
| 10 | Documentación | 25 | Q4 00 | | Q 10 000 |
| 11 | Validación de resultados | 15 | Q3 00 | | Q 4 500 |
| | TOTAL | | | | Q105 800 |

Fuente: elaboración propia.

El proyecto está analizado de forma económicamente factible, debido a que las herramientas a utilizar son software accesibles de forma gratuita, la infraestructura necesaria para su desarrollo es accesible y está disponible por la estudiante. De igual forma el recurso humano necesario será la estudiante.

14. CONCLUSIÓN

1. Con base en el estudio realizado se puede concluir que el presente trabajo de graduación es factible desde las perspectivas operativa, técnica y financiera, debido a que cubre con los objetivos planteados para el análisis, desarrollo e implementación del proyecto.

15. BIBLIOGRAFÍA

1. Bernardos, A. M. (2003). Servicios móviles de localización móvil. Tesis doctoral, Universidad politécnica de Madrid.
2. Bray, H. (2014). You are here: From the compass to GPS, the history and feature of how we found ourselves. Nueva York, Estados Unidos: Basic Books.
3. Camacho, H. (2013). Bases de datos geo-espaciales para investigación en agricultura y recursos naturales: especificaciones técnicas de diseño e implementación. Tesis de maestría en ciencias. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas Campus Montecillo. Montecillo, Texcodo, Estado de Mexico.
4. Castellano, A. R. (2012). Bluetooth. Introducción a su funcionamiento. 2012. Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas.
5. Gironés, J. T. (2012). El gran libro de Android. 2a ed. España: Marcocombo, S. A.
6. González, J. M. (2013). Aplicación end-user para gestionar la adaptación de las interacciones en dispositivos móviles Android. Tesis de Maestría. Universidad politécnica de Valencia. Valencia, España.

7. González, S. (2012). Contenidos móviles para la comunicación de servicio 2.0 a partir de las redes sociales. Obtenido de Universidad Jaume. Castellón de la Plana, España: <http://bit.ly/1EigQus>.
8. Molina, N. O. (2012). Integración de usabilidad en el desarrollo de ambientes de cómputo móvil aplicados a servicios contextuales basados en localización (LBS). Obtenido de Tesis de maestría. Cuernavaca, Morelos, México: Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Cenidet.
9. Montes, H. (2012). Localización y seguimiento de dispositivos móviles. Tesis de maestría. Mexico, D.F: Centro de investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
10. Morillo, J. D. (s.f.). Entornos de programación móviles. Obtenido de Universidad Abierta de Cataluña: <http://bit.ly/1FmRWO5>.
11. Rivero, D., Pérez, R., & Vila, J. (2013). Bases de datos móviles. Revista académica de investigación Tlatemoani.
12. Rodríguez, D. L. (2002). Sistemas inalámbricos de comunicación personal. Mexico: Alfaomega grupo editor, S. A.
13. Sánchez, D. L. (2012). Reconfiguración de la interacción en sistemas Android: adaptando las notificaciones al contexto. Tesis de Maestría. Universidad politécnica de Valencia. Valencia, España.
14. Sánchez, J., & Saénz, M. (2004). Orientación y movilidad en espacios exteriores para aprendices ciegos con el uso de dispositivos móviles.

Obtenido de Universidad de Chile. Santiago, Chile:
<http://bit.ly/1tQSSEn>.

15. Schiller, J., & Voisard, A. (2004). *Location-Based Services*. San Francisco, California: Morgan Kaufmann.
16. Steiniger, S., Moritz, N., & Edwardes, A. (2006). *Foundations of Location Based Services*. Obtenido de Universidad de Zurich, Departamento de Geografía: <http://bit.ly/1L8h8cB>.
17. Vizcaíno, I. A. (2009). *Servicios de localización conscientes del contexto aplicando perfiles de movilidad y tecnologías de localización heterogéneas*. Tesis de maestría en Ciencias de la Computación. Cuernavaca, Morelos, México: Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Cenidet.
18. Yris, M. A. (2012). *API para servicios de localización en interiores basada en*. Tesis de Maestría en Ciencias. Cuernavaca, Morelos, México: Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

