



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA  
CREACIÓN DE ENCUESTAS, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS  
DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE CENSOS POBLACIONALES COMO APOYO AL  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA**

**Jonathan René Hercules Estrada**

Asesorado por la Inga. Mildred Madai Caballeros Morales

Guatemala, septiembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA  
CREACIÓN DE ENCUESTAS, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS  
DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE CENSOS POBLACIONALES COMO APOYO AL  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JONATHAN RENÉ HERCULES ESTRADA**

ASESORADO POR LA INGA. MILDRED MADAI CABALLEROS MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
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
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jose Ricardo Morales Prado
EXAMINADOR	Ing. Ludwing Federico Altan Sac
EXAMINADOR	Ing. Edgar Estuardo Santos Sutuj
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 DEL PROTOTIPO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA  
CREACIÓN DE ENCUESTAS, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS  
DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE CENSOS POBLACIONALES COMO APOYO AL  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha marzo de 2014.



**Jonathan René Hercules Estrada**



Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 14 de febrero de 2015.

Doctora:

**Mayra Virginia Castillo Montes**

Director (a) de la Escuela de Postgrado  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Estimada Doctora Castillo:

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez aprovecho la oportunidad para hacerle de su conocimiento que he revisado el Diseño de Investigación titulado: **"PROTOTIPO DEL SISTEMA PARA CREACIÓN DE ENCUESTAS, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE CENSOS REALIZADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GUATEMALTECO EN TODA GUATEMALA"** del estudiante Jonathan René Hércules Estrada quien se identifica con número de carne **200512144** y como asesor de dicho trabajo, doy el aval correspondiente para la aprobación del mismo.

Sin otro particular, atentamente

*"Id y enseñad a todos"*  
  


MSc Inga. Mildred Madai Caballeros Morales  
Colegiado 9138  
ASESORA

Cc: archivo  
/la



Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 25 de Octubre de 2014.

Doctor (a):

**Mayra Virginia Castillo Montes**

Director (a) de la Escuela de Postgrado  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Estimada Doctor (a) Castillo:

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez aprovecho la oportunidad para hacerle de su conocimiento que he revisado el Diseño de Investigación titulado: **"PROTOTIPO DE UN SISTEMA PARA LA CREACIÓN DE ENCUESTAS, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS DESTINADOS A LA ELABORACION DE CENSOS POBLACIONALES COMO APOYO AL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA"** del estudiante Jonathan René Hércules Estrada quien se identifica con número de carne **200512144** y como coordinador de la Maestría en Tecnología de la Información y Comunicación, doy el aval correspondiente para la aprobación del mismo

Sin otro particular, atentamente

*"Id y enseñad a todos"*

*Marlon Antonio Pérez Türk  
Ingeniero*

  
Coordinador de la Maestría MA Ing. Marlon A. Pérez Türk

Cc: archivo  
/la



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala



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

Guatemala, 31 de Julio de 2015

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

Estimado Director:

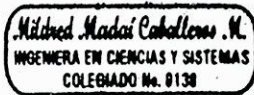
Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Jonathan René Hércules Estrada** con carné número **2005-12144**, quien opto la modalidad del **"DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA CREACIÓN DE ENCUESTAS, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE CENSOS POBLACIONALES COMO APOYO AL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA"**. 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. Inga. Mildred Madai Caballeros-Morales  
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 DEL PROTOTIPO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA CREACIÓN DE ENCUESTAS, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE CENSOS POBLACIONALES COMO APOYO AL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA”**, realizado por el estudiante JONATHAN RENÉ HERCULES ESTRADA, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



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

Guatemala, 03 de Septiembre 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 INVESTIGACION DEL PROTOTIPO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA CREACIÓN DE ENCUESTAS, DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS DESTINADOS A LA ELABORACIÓN DE CENSOS POBLACIONALES COMO APOYO AL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA**, presentado por el estudiante universitario: **Jonathan René Hercules Estrada**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar P.  
Decano



Guatemala, septiembre de 2015

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por iluminar mi camino, para alcanzar esta meta.

### **Mis padres**

Ovidio Hercules, Marta Estrada de Hercules, por su apoyo, comprensión y amor incondicional.

### **Mis Hermanos**

Jimmy, Johanna, Jackeline y Jennifer, por su apoyo y motivación para seguir adelante.

### **Mis amigos**

Porque cada uno realizó un aporte muy importante para alcanzar esta meta, en especial a Orlando Coro, por sus valiosos consejos y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudios que permitió tener acceso a la educación superior.

**Facultad de Ingeniería**

Por fomentar en sus aulas valores y brindar los sabios conocimientos que forman profesionales.

**Inga. Mildred Madai  
Caballeros Morales**

Por su apoyo y asesoría durante el desarrollo de este proyecto.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. ANTECEDENTES .....	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	21
2.1. Pregunta central y preguntas auxiliares .....	23
3. JUSTIFICACIÓN.....	25
4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN.....	27
4.1. Esquema de solución.....	28
4.1.1. Roles.....	29
4.1.2. Componentes.....	29
5. ALCANCES.....	33
5.1. Perspectiva investigativa .....	33
5.2. Perspectiva técnica.....	34
5.3. Perspectiva de los resultados esperados.....	36
6. MARCO TEÓRICO .....	37
6.1. Arquitectura de software para aplicaciones móviles .....	37

6.2.	Componentes de una arquitectura móvil.....	38
6.3.	Algoritmos de encriptación .....	40
6.4.	Advanced Encryption Estándar, (AES).....	41
6.5.	Uso de servicios web en una arquitectura de software para aplicaciones móviles.....	43
6.6.	Bases de datos para aplicaciones móviles.....	44
6.7.	Criterios para el diseño de una aplicación móvil .....	46
6.8.	Seguridad y privacidad en las aplicaciones móviles .....	47
6.9.	Desarrollo de aplicaciones en Android .....	50
7.	PROPUESTA DE ÍNDICE .....	53
8.	METODOLOGÍA .....	57
8.1.	Fase 1. Observación.....	57
8.2.	Fase 2. Revisión documental .....	58
8.3.	Fase 3. Desarrollo.....	59
8.3.1.	Sección 1. Módulo Android.....	59
8.3.2.	Sección 2. Módulo web .....	61
8.4.	Fase 4. Piloto .....	62
8.5.	Fase 5. Informe final .....	64
8.6.	Resultados esperados .....	65
9.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	67
10.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	69
10.1.	Factibilidad operativa.....	69
10.2.	Factibilidad técnica .....	70
10.3.	Factibilidad Económica.....	71
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Arquitectura de la solución .....	28
2.	Diagrama básico de una arquitectura para aplicaciones móviles .....	40
3.	Clasificación de los algoritmos de encriptación.....	41
4.	Flujo del algoritmo AES .....	42
5.	Vista general de una arquitectura con servicios web .....	43
6.	Arquitectura de un dispositivo Android. ....	50
7.	Flujo para la creación aplicaciones en Android.....	52
8.	Ficha de observación.....	57

### TABLA

I.	Costos del proyecto .....	72
----	---------------------------	----





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>%</b>	Porcentaje
<b>b</b>	bit
<b>B</b>	Byte
<b>Q</b>	Quetzales



## GLOSARIO

<b>3G</b>	Se refiere a la tercera generación de telefonía en la cual ya se pueden manejar datos, de hasta dos Megabits por segundo.
<b>4G</b>	Esta generación cuenta con las mismas características que 3G con un aumento observable de velocidad.
<b>APP</b>	Abreviatura de aplicación, normalmente utilizado para hacer referencia a desarrollos de <i>software</i> elaborados para móviles.
<b>CSPRo</b>	<i>Census and Survery Processing</i> es un <i>software</i> utilizado por varios países para apoyar la ejecución de censos.
<b>DBA</b>	<i>Data Base Administrator</i> , persona encargada de administrar las bases de datos.
<b>DBMS</b>	<i>Data Base Managment System</i> , es el sistema encargado del manejo de las bases de datos.
<b>Encuesta</b>	Es un estudio observacional, en el cual el investigador busca recaudar datos de información por medio de un cuestionario prediseñado.

<b>GUI</b>	Interfaz gráfica de usuario, por sus siglas en inglés <i>Graphic User Interface</i> , se refiere al elemento que utiliza el usuario para interactuar con la lógica de los programas.
<b>INE</b>	Es el Instituto Nacional de Estadística y es el encargado de manejar la información estadística del país.
<b>LTE</b>	Evolución a largo plazo, por sus siglas en inglés <i>Long Term Evolucion</i> , es una versión mejorada de 4G en la cual se manejan velocidades muchos mayores que el 4G en sí, actualmente se está implementando en Guatemala.
<b>SO</b>	Sistema Operativo.
<b>TIC</b>	Tecnología de la Información y Comunicación es un conjunto de programas que consisten en almacenar, procesar, transmitir y presentar la información en distintos formatos, como por ejemplo textos, imágenes o sonidos.

## RESUMEN

A continuación se presenta un análisis para el desarrollo de una aplicación para Android, que permita contestar encuestas desde dispositivos móviles *Android* en línea o fuera de línea, esto quiere decir que si un dispositivo no tiene señal de datos pero cuenta con encuestas cargadas, la aplicación permitirá contestar la encuesta y guardarla en el dispositivo por un tiempo previamente definido y enviarla cuando se cuente con señal suficiente para trasmitirla. Esta será una aplicación segura, ya que se encriptará la información que viaja por la red, para evitar que sea alterada o robada con fines fraudulentos.

Por otro lado, se incluye el plan para desarrollar una aplicación web la cual permitirá parametrizar encuestas y no limitar la aplicación de Android a un solo cuestionario, por lo que se podrá reutilizar a conveniencia de las personas que necesiten hacer uso de la herramienta.

En este documento se incluye un plan de trabajo para crear el prototipo de dichas herramientas y todo la base documental que respalda dicho plan, para que se pueda crear e implementar, tomando en cuenta que está enfocado a apoyar al Instituto Nacional de Estadística de Guatemala, (INE) para que pueda ser utilizado en la ejecución de censos a nivel nacional, entre ellos el de población y vivienda que se debe realizar cada cuatro años, pero por la complejidad del proceso logístico no se ha ejecutado.



## **OBJETIVOS**

### **General:**

Diseñar el prototipo de un sistema para el apoyo en censos a nivel Nacional que disponga de un módulo para teléfonos móviles con SO Android que permita la organización, distribución y recolección de datos de las encuestas, para realizar censos nacionales de población y vivienda para Guatemala.

### **Específicos:**

1. Desarrollar un prototipo que permita una fácil captura y recolección de datos, proveyendo una interfaz amigable, sencilla y fácil de usar.
2. Definir un módulo que permita la recolección de datos, a través de la tecnología a implementar aun cuando el usuario no tenga internet.
3. Definir un procedimiento que asegure la calidad de la información que ingresan los usuarios, para que ésta sea integra y veraz.
4. Incorporar el uso de algoritmos de encriptación para asegurar que la información recolectada sea protegida y llegue segura a la base de datos sin haber sufrido alguna modificación o que haya sido robada.
5. Establecer un módulo centralizado para almacenar toda la información que se recolecte por medio de la aplicación móvil.

6. Crear un módulo web que permita la parametrización de diferentes tipos de encuestas, para asegurar la reutilización del módulo en cualquier censo.



## INTRODUCCIÓN

Para ayudar al gobierno a tomar decisiones acertadas es necesario contar con información actualizada en la cual se visualicen los problemas que se necesitan resolver, para esto se cuenta con una herramienta muy importante de la estadística llamada censo. Esto debe ser realizado de manera periódica para que la información obtenida sea real y las proyecciones representen valores creíbles acerca de los datos de la población. En Guatemala, se realizó un censo en el 2002, según estándares internacionales estos se deben hacer en períodos no mayores de 10 años, esto quiere decir que en 2015 se cuenta con un atraso de 3 años en los cuales no se cuenta con información que aporte valor no solo al gobierno nacional sino a las entidades internacionales que utilizan las métricas obtenidas de los censos para posicionar al país en relación a los demás. Esta problemática trae consigo dos preguntas importantes ¿Por qué el atraso para realizar el censo de la población y vivienda? ¿Un software facilitaría el desarrollo del censo? Estas incógnitas son las que se plantean para desarrollar el presente trabajo como una propuesta de sistematización del proceso que se lleva a cabo para elaborar un censo a nivel nacional.

Actualmente en varios países utilizan diferentes tecnologías para facilitar parte del proceso censal, por ejemplo para El Caribe y el sur de América fue desarrollado el software llamado Redatam, (Indec, 2013), que se utiliza para procesar la información recolectada por los encuestadores, por medio de un formato definido. Por otro lado, está el caso de Sri Lanka que utilizaron en 2011, el programa E-Census para tabular los datos; además de un sitio web en el cual los ciudadanos podían contestar los censos, implementando así una alternativa digital que representó un ahorro en papel, ya que no fue necesario

encuestar presencialmente a todos los ciudadanos, (Wickramasinghe, 2014), a partir de esto se elaboró un estudio por Michael Thieme, en el cual presenta las diferencias entre el desarrollo de un censo utilizando medios digitales, papel o ambos, mostrando los beneficios y complicaciones que implicaría su implementación, (Thieme,2012).

Otra herramienta utilizada para apoyar en la ejecución de censos es CSPRo( Census an Survey Processing) el cual facilita la creación de pantallas de captura e datos, verificación de digitación, validaciones detección de errores y tabulación de datos. Este software fue utilizado en el censo realizado en Camboya en los años 2004 y 2008.

Al observar que existen países que utilizan papel y otros que utilizan *software* para la ejecución de los censos, Jorge Muñoz (2013) clasificó los censos de acuerdo a la tecnología utilizada en cuatro generaciones, ubicando a Guatemala en la primera generación donde todo es manual, además de iniciar que en Latinoamérica son pocos los países que han alcanzado la tercera generación en la que la mayoría de procesos están automatizados con el apoyo de software. Para el INE guatemalteco elaborar un censo en estos años representa un costo 22.6 millones de dólares, (Orozco,2014), con el proceso actual, pero al implementar un sistema que permita recolectar la información desde teléfonos Android se tendrán ahorros en papel, impresiones, personal para distribuir encuestas, personal para digitar las encuestas todo esto reducirá el costo de un censo.

Dicho sistema consiste en dos herramientas; siendo una de ellas un módulo para Android el cual consiste en una aplicación(app) que será colocada en el *AppStore* de *google* para que las personas la descarguen sin ningún costo; seguido de esto, el gobierno debe lanzar una campaña para motivar a los

ciudadanos a contestar la encuesta, en caso de quienes no puedan contestarla se contará con un conjunto de encuestadores quienes contarán con un perfil que les permita ingresar la información que obtengan de los ciudadanos visitando sus hogares. Por otro lado, se tiene un módulo web en el que se parametrizarán las preguntas del censo.

A partir de la oportunidad de facilitar el desarrollo de un censo mediante un *software*, se plantea la posibilidad de realizar el software que permita el diseño de las encuestas y brindar una aplicación que permita a los ciudadanos contestar las encuestas desde cualquier ubicación, por lo que se desarrollará una investigación que contendrá los siguientes capítulos:

- Capítulo 1. Censador para Android: Se explicará el proceso mediante el cual se llevará a cabo el desarrollo de la aplicación móvil desde su inyección hasta la fase de pruebas que incluye la puesta en producción.
- Capítulo 2. Diseñador de encuestas Web: este capítulo detallará el proceso de desarrollo de la aplicación web que se utilizará para el diseño de encuestas para su posterior presentación en el Censador para Android.
- Capítulo 3. Piloto: en este capítulo se realizará una encuesta para evaluar la aceptación que tendrá el sistema basado en una muestra de estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para elaborar dicha encuesta se hará uso de las herramientas que sean desarrolladas para que los usuarios puedan calificar sus características.
- Análisis de los resultados: En esta sección se realizará un análisis de las encuestas realizadas en el piloto para determinar la opinión de los usuarios, además de identificar los valores a las variables e indicadores identificadas.

Al finalizar el proyecto se contará con una infraestructura creada para la ejecución del piloto. También se entregará un conjunto de documentos que forman parte del informe final, los cuales podrán ser utilizados para capacitar al personal administrativo como técnico sobre el nuevo software que se está proporcionando. Esta documentación incluirá el análisis y diseño del software, explicación del código fuente, definición de Dercas o prototipo no funcional de la herramienta y los respectivos manuales de uso que servirán de apoyo al administrador del sistema. Por otro lado, también se incluirán los resultados obtenidos del piloto, los cuales tendrán la definición inicial de la encuesta, la presentación en el dispositivo. Por último, el análisis estadístico del sistema que permita evaluar la aceptación de la población del nuevo sistema.

## 1. ANTECEDENTES

En Guatemala, el último censo que se realizó fue en el 2002, aquí se aplicaron encuestas para el XI censo nacional de población y el VI de habitación. Dicho censo se llevó a cabo entre noviembre y diciembre del año 2002, por el Instituto Nacional de Estadística. El objetivo de este censo era dar a conocer las características generales de la población, de los hogares y de las viviendas particulares por departamento y municipios, después de pasar tres meses tabulando la información y digitalizando las encuestas, se presentaron los resultados en febrero de 2003. La logística de este censo involucraba a 20,000 personas de diferentes perfiles aproximadamente, utilizando una metodología de censo de derecho o “de jure” (Angarita, N.R., 2005), el cual consiste en censar numerando a las personas según el lugar donde habitan, esto quiere decir que si al momento de censar una familia, indican que tienen visitas, dichas personas no serán tomadas en cuenta dentro del censo y tendrán que ser censadas en el lugar donde habitan. El procedimiento utilizado para el censo de ese año consistía principalmente en papel y utilizando la tecnología sólo para el procesamiento y digitalización de los datos para presentar los resultados finales.

Usando de referencia el procedimiento realizado para ejecutar los censos, se puede mencionar a Chile (Chile INE,2013). Para realizar el censo de 2012, iniciaron la planificación en 2008 hasta 2010, tiempo durante el cual programaron el censo, diseñaron capacitaciones, desarrollo informático de las tecnologías a utilizar, elaboraron los formularios y ejecutaron pilotos. En el 2011, se sectorizó la región y se realizó un análisis de carga de trabajo para distribuir las personas que correspondieran a cada región. En el 2012, se

realizaron las capacitaciones y se ejecutó el censo para que finalmente a inicios de 2013 se presentarán los datos obtenidos del censo.

Para países del caribe y del sur de América, el proceso de análisis y presentación de resultados es realizado utilizando un software llamado Redatam (Indec,2013), ya que es una solución desarrollada por el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) la cual provee un conjunto de potentes herramientas que permiten procesar la información obtenida de las encuestas realizadas en el censo y presentar tablas, gráficas y mapas, según se defina. Dicho sistema utiliza un censo básico diseñado en 2010, pero tienen considerado ampliar a un censo más completo y dinámico. Esta herramienta recibe todos los datos, los procesa basándose en la definición de los censos y los presenta en resúmenes, pero la parte de recolección de información, distribución de regiones de trabajo es realizada de manera similar en todos los países, utilizando papel y lápiz para pasar las encuestas, contando con digitadores para el ingreso de la información obtenida.

Cabe mencionar que los censos que se realizan en la actualidad utilizan tecnología para que los ciudadanos contesten las encuestas, tal es el caso del censo realizado en Sri Lanka en 2011, en el cual utilizaron el software llamado E-Census, aquí se tabulan los datos y también dispone de un sitio web donde se pueden contestar datos que son ingresados directamente a la base de datos, pero tomando en cuenta que no todos los ciudadanos tenían acceso a esta herramienta, se utilizó como recurso alternativo el uso de papel, por lo que fue necesario digitalizar las encuestas utilizando herramientas de escaneo de datos e integración a la base de datos de E-Census para su respectivo procesamiento y tabulación de los datos, (Wickramasinghe, 2014)

Además del uso de E-CENSUS y Redatam, también ha sido desarrollado CPro(*Census and Survey Processing*) el cual fue utilizado para realizar el censo de población ejecutado en 2004 y el censo general realizado en 2008 en Camboya. Los beneficios que ofrece este paquete de software es que facilita la creación de pantallas de captura y verificación de digitación, aplicaciones de validación, detección de errores, tabulaciones rápidas para el análisis y la divulgación de los datos; además de ser un *software* libre, todos estos beneficios representaron un ahorro considerable para el censo realizado en Camboya, ya que además de la reducción de recursos necesarios, disminuyeron costos por las licencias que instalaron de CSPRO. Para el censo realizado en Camboya se necesitaron 100 computadoras para manejar la información de más de dos millones de hogares encuestados, se redujo considerablemente los errores en la digitalización puesto que se el software permite el uso de reglas que reportan y monitorean los errores que se puedan presentar al momento de ingresar la información, (Kimhor,2011).

La tendencia de los censos es utilizar TICS durante todo el proceso desde el ingreso de las encuestas, toma de datos, procesamiento hasta la tabulación y presentación de los datos resultantes de los censos, por lo que Michael Thieme presenta un estudio de las tres formas en las que se pueden realizar los próximos censos que serían: sólo papel, papel y digital y sólo digital, explicando los costos que implicaron en el censo de 2010 realizado en Estados Unidos el uso combinado del papel y el medio digital para la recepción de los datos y los beneficios da cada uno de los métodos que se utilice, (Thieme, 2012).

A partir de la tendencia del uso de las TICS en los censos, (Muñoz, 2013) clasifica la tecnología utilizada en 4 generaciones, las cuales quedan agrupadas de la siguiente manera:

- Primera generación: es una generación totalmente manual, donde cada etapa del proceso se caracteriza por la ausencia de tecnología.
- Segunda generación: Empieza a utilizarse la tecnología para realizar la cartografía y la tabulación de los datos, pero las encuestas siguen contestándose en papel.
- Tercera generación: Todo es digital, ya que se involucra tecnología en cada etapa del censo incluyendo las encuestas, las cuales pueden ser contestadas usando dispositivos móviles de captura.
- Cuarta generación: Además de tener todas las etapas en digital, las personas se pueden auto empadronar, es decir, registrarse para que puedan censarse.

De América Latina solo Brasil, Colombia, Haití, Paraguay, Uruguay y Venezuela están ubicados en la tercera generación para realizar sus censos, mientras que Guatemala aparece en la primera generación para los censos realizados en 1994 y 2002, (Muñoz, 2013).



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un censo poblacional es un recuento de las personas y sus características étnicas, sociales, económicas, entre otras, que se realiza en una población determinada de manera periódica. Estas prácticas son importantes porque sirven para tener una idea del crecimiento de la población y también para determinar la cantidad de servicios públicos a los cuales se tiene acceso tales como transporte, salud, vivienda, educación, entre otros. También se utiliza para calcular el nivel de vida, nivel socio-económico, la tasa de crecimiento y mortandad. Toda esta información le permite al gobierno planear obras públicas, crear instituciones de ayuda y también organizar de mejor manera el presupuesto de la nación.

En la historia de Guatemala se han realizado 11 censos, el primero de ellos en 1778 y el último en 2002, esto quiere decir que hace 13 años no se obtienen datos concretos de la población. Según estándares internacionales, los censos nacionales de población deben ser realizados con diferencia no mayor de 10 años.

En Guatemala, no se cumple con los estándares internacionales del censo poblacional es porque requiere una gran inversión de tiempo, dinero y recursos humanos para su planificación y ejecución. Según un artículo publicado en Prensa Libre (Orozco, 2014), el presupuesto necesario para realizar un censo poblacional en 2015 es de 22.6 millones de dólares, en el que se indica que el censo tuvo que haberse realizado en 2013.

Al incluir el uso de la tecnología en el proceso para realizar el censo poblacional surgen los siguientes problemas:

- Captura y recolección de información: el censo debe ser realizado en toda la población guatemalteca registrada, y por estar orientada a ser utilizada por todo tipo de personas debe contar con una interfaz amigable, fácil de usar y accesible.
- Integridad de la información: La información del censo es utilizada para generar estadísticas que serán de gran ayuda para el gobierno y entidades internacionales para la toma de decisiones, por lo que se debe asegurar que la información que se recolecte sea íntegra y que aporte datos reales acerca de la población sin ninguna alteración en las respuestas obtenidas.
- Veracidad de la información: al incluir la tecnología en el censo se debe definir un proceso para validar que la información ingresada por los usuarios es real asegurando que no exista fraude en la recolección de datos.
- Almacenamiento centralizado: toda la información que se recolecte debe estar unificada en un solo centro de datos para que a partir de éste se facilite el procesamiento de la información, generación de estadísticas y cálculos necesarios para la presentación.
- Políticas de seguridad: Para asegurar la integridad de los datos se deben definir políticas de seguridad que protejan la información y

de esta manera evitar que sea alterada o robada para fines políticos, comerciales, fraudulentos, entre otros.

## **2.1. Pregunta central y preguntas auxiliares**

De acuerdo a la presente descripción de la problemática, surge la siguiente pregunta central de este trabajo de investigación:

- ¿Puede una aplicación para dispositivos móviles desarrollada en SO. Android apoyar a la realización de censos nacionales para la captura y recolección de información considerando la integridad, veracidad y seguridad de la misma?
- Y las siguientes preguntas auxiliares:
- ¿Cómo se realizará la captura y recolección de datos al momento de realizar el censo?
- ¿Cómo capturar y recolectar información de una encuesta si la persona que está contestándola no tiene acceso a internet en ese momento?
- ¿De qué manera se asegurará la veracidad e integridad de los datos que se manejen en las encuestas que serán contestadas utilizando la tecnología que se desarrolle?
- ¿Cómo se realizará el almacenamiento de información para que la misma esté centralizada para ser accedida por los analistas del INE?
- ¿Cómo se trabajará la seguridad de los datos que se manejen en las encuestas?
- ¿Cómo se podrán crear varias encuestas para que la aplicación sea reutilizable?



### **3. JUSTIFICACIÓN**

Basado en la línea de investigación Tecnologías de la Información y la Comunicación para apoyo a la planificación estratégica nacional, se define una solución que apoya a la planificación y ejecución periódica de censos facilitando estadísticas actualizadas y centralizadas del país que permitan tomar decisiones acertadas basadas en información confiable.

Considerando la importancia que tiene para los países contar con información actualizada y centralizada de métricas censales de la población es necesario crear una solución tecnológica que apoye a la planificación y ejecución de los censos.

La aplicación a desarrollar hará uso de tecnología en la nube, colocando servicios web que facilitarán la captura y recolección de datos; además de crear una interfaz amigable y fácil de usar que permita la interacción desde el dispositivo móvil, la nube y un servidor de base de datos. También contará con un innovador procedimiento el cual permitirá que las personas contesten encuestas aún si no cuentan con señal de datos (3G, 4G, LTE, WIFI), utilizando procedimientos en el dispositivo para evaluar la disponibilidad de la señal y que además no impactará a los recursos del dispositivo, como la memoria y el CPU.

Además, tendrá un conjunto de validaciones para que no se ingrese información incorrecta en las encuestas y que la información es íntegra y veraz y para asegurar que la información sea protegida mientras se transporta en la red, se incluirá un algoritmo de encriptación que proteja la información

de las encuestas para que no pueda ser modificada o robada para algún beneficio ajeno al censo.

Por otro lado, para reutilizar la tecnología móvil, se desarrollará un módulo web de parametrización el cual tendrá interacción con la base de datos de la aplicación móvil y que además permitirá crear diversas encuestas.

Los servicios en la nube, los demonios y procesos que se ejecutarán en el dispositivo móvil y la aplicación web forman parte de una solución innovadora la cual hace uso de tecnología actualizada para el desarrollo y ejecución de servicios que permitirán ubicar a Guatemala en categorías superiores a las que se encuentra actualmente respecto a censo realizados previamente respecto al uso de tecnología, y que sirva como base para que pueda invertir en tecnología para aumentar el desarrollo del país y conseguir que se ubique en la cuarta generación, según la clasificación de (Muñoz,2013) presentada en los antecedentes.

Las aplicaciones a desarrollar facilitarán el proceso censal en cada una de las fases, ya que permitirá reducir costos eliminando elementos que pasarán a ser innecesarios por contar con la tecnología para reemplazarlos como el papel, la digitalización de las encuestas, el número de encuestadores no tendrá que ser tan alto. Además, se reducirá considerablemente el tiempo de planificación y ejecución del mismo, ya que contará con la opción que los ciudadanos puedan contestar las encuestas para que los censadores sólo lleguen a confirmar datos, como consecuencia de la reducción del personal la logística será más fácil de controlar, permitiendo con esto que el INE cuente con los recursos necesarios para ejecutar censos periódicamente y se tengan datos actualizados para que el gobierno de Guatemala pueda tomar mejores decisiones que ayuden al desarrollo del país.

#### **4. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN**

Es muy importante contar con información actualizada de la población, por lo que se deben realizar censos de manera periódica, esto se vuelve una necesidad que no ha podido ser satisfecha, ya que por la complejidad de la logística y el alto presupuesto que requiere ha provocado que el Instituto Nacional de Estadística guatemalteco atrase el censo que tuvo que haberse realizado en el 2012, para cumplir el estándar internacional de realizar censos en períodos no mayores de 10 años. Es por eso que se presenta el siguiente proyecto, para ser una herramienta que facilite la logística de recolección y distribución de encuestas, también ayude a reducir costos relacionados con los censos.

El presente trabajo brindará una solución informática para el problema de organización y logística de la planificación de censos nacionales, lo que requiere mucho tiempo y dinero para lograrlo, proveyendo un software para generar las encuestas y una herramienta para contestar las mismas, utilizando una interfaz gráfica amigable y fácil de utilizar, además de contar con los estándares definidos por el Instituto Nacional de Estadística para el diseño de las encuestas.

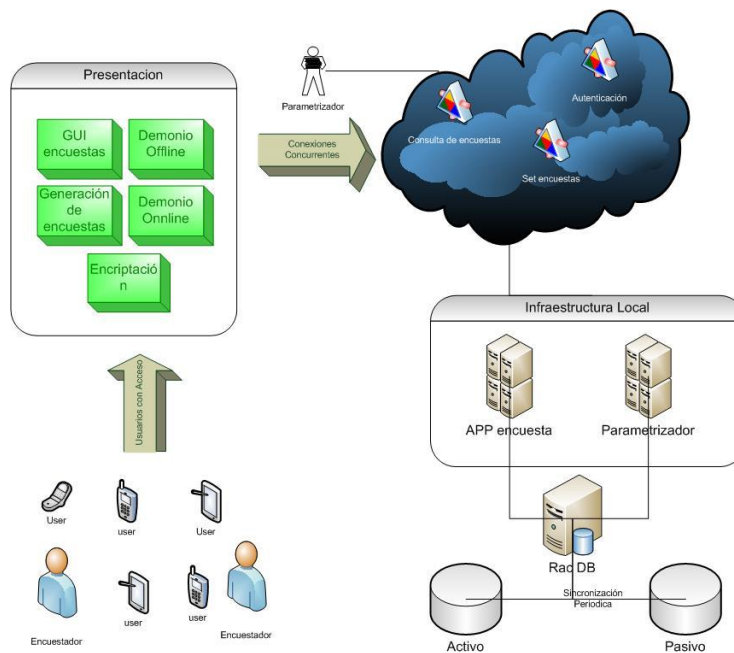
Este sistema de Censos permitirá al gobierno organizar censos de manera periódica y constante, ya que facilitará la logística de ejecución del proceso de encuestar, que van desde la generación de encuestas, distribución, obtención y procesamiento de datos para que por último se puedan presentar los datos. Por lo que se podrá contar con información actualizada y se tomarán mejores decisiones para apoyar al desarrollo del país identificando los puntos de mejora.

Este sistema está basado en el desarrollo parametrizable de encuestas, por lo que su enfoque no puede ser limitado solo a censos nacionales y puede ser utilizado para otro tipo de encuestas populares, utilizando el mismo procedimiento logístico de censos pero en menor escala.

Esta herramienta facilitará la logística de la organización la contar con un teléfono celular de gama media, se podrá realizar encuestas; además de contar con una tabulación de datos instantánea facilitará el proceso de recolección de datos y la organización de la información ahorrará presupuesto y tiempo.

#### 4.1. Esquema de solución

Figura 1. Arquitectura de la solución



Fuente: elaboración propia.



A continuación se muestra un detalle de los componentes y roles involucrados en la arquitectura propuesta del sistema, según Figura1 Arquitectura de la solución.

#### **4.1.1. Roles**

- Usuario: se refiere a todos los ciudadanos con la aplicación instalada en sus dispositivos Android y que tienen la opción de contestar las encuestas.
- Encuestador: son los ciudadanos contratados por el INE para encuestar a las personas que no cuentan con un dispositivo móvil, o que no lograron contestar la encuesta.
- Parametrizador: Persona encargada de crear la estructura de las encuestas que después serán contestadas por los usuarios y encuestadores.

#### **4.1.2. Componentes**

Presentación: en este módulo se presentan todos los componentes que se ubicarán en los dispositivos móviles, los cuales tendrán comunicación con los servicios alojados en la nube, para desarrollar la aplicación se utilizará Netbeans como IDE de desarrollo para Android, está formada por los siguientes elementos:

- GUI de encuestas: esta será la aplicación móvil que se encargará de la recepción de datos y presentación de encuestas.
- Generación de encuestas: se encargará de obtener las respuestas que los usuarios ingresen por medio de la GUI para ir guardándolas en un

archivo temporal, para evitar que al ocurrir algún inconveniente el usuario no tenga que volver a ingresar los datos.

- **Encriptación:** módulo encargado de codificar las encuestas cuando hayan sido contestadas para colocarlas en un estado listo para enviarse.
- **Demonio Offline:** Si en caso el usuario no cuenta con señal de datos ( 3G, 4G LTE, WIFI) este proceso se encargará de detectar cuando el dispositivo puede transmitir datos para enviar la encuesta completada a los servicios correspondientes.
- **Demonio online:** Al estar la encuesta completa y encriptada este proceso se encargará de enviarla a los servicios en la nube.

**Conexiones concurrentes:** Tener los servicios en la nube permitirá múltiples conexiones de acuerdo al número de instancias que ejecuten los clientes.

**Nube:** en este módulo están alojados todos los servicios web necesarios para la autenticación de usuarios, la transmisión de encuestas y la consulta de encuestas, los cuales serán desarrollados en java con el IDE Netbeans, con archivos WAR, los cuales serán alojados en servidores web de Apache para que puedan ser accedidos por la aplicación móvil:

- **Autenticación:** debido a que cada usuario tendrá su perfil para determinar qué encuestas ha contestado, se contará con un servicio de autenticación que servirá para agregar seguridad a la aplicación y determinar el perfil y la información básica de las personas.
- **Set encuesta:** se encarga de transmitir las encuestas a un servicio de desencriptado alojado en un servidor local del INE.
- **Consulta encuesta:** obtiene la estructura de las encuestas disponibles para contestar y las envía a la GUI alojada en el dispositivo.

Infraestructura local: se refiere a todos los procesos, servicios, programas, infraestructura y bases de datos ubicados en una red interna que tendrá comunicación a internet para que pueda ser accedidos por los servicios en la nube:

- App encuesta: servidor que aloja a los procedimientos necesarios para decodificar las encuestas, obtener estructuras de encuestas y la autenticación de usuarios necesarios para las gestiones de administración de encuestas.
- Parametrizador: servidor que en el que se encuentra instalada la aplicación web para la parametrización encuestas, es decir, que contiene la interfaz gráfica para que pueda ser desplegada al usuario que se encargará de crear la estructura de nuevas encuestas.

*Rac* DB: base de datos centralizada en la cual se localizará toda la información relacionada a la estructura de las encuestas, los perfiles de los ciudadanos y las respuestas obtenidas, dicho RAC debe contar con alta disponibilidad para asegurar que la afectación en caso de falla sea mínima.



## 5. ALCANCES

### 5.1. Perspectiva investigativa

Desde una perspectiva explicativa se definieron las siguientes variables, las cuales se podrán medir y estimar al haber desarrollado el trabajo:

- Número de pasos necesarios para el registro de usuarios: basado en el proceso de registro de usuarios, se tomará en cuenta el número de pasos a seguir desde que el usuario selecciona la opción de registro, hasta que le permite ingresar a la app con su propio usuario y contraseña.
- Número de pasos necesarios para contestar las preguntas: para contestar una encuesta, el usuario debe seleccionar la misma y a partir de ese punto empiezan a contar los pasos, hasta que el usuario finaliza la encuesta.
- Tiempo que se almacenará la información en el teléfono: Debido a la capacidad del sistema de funcionar fuera de línea, se debe establecer el valor de una variable que borrará los archivos pendientes de envío después de cierto tiempo.
- Tamaño del archivo que se generará: debido a que se utilizarán teléfonos de gama media, no se puede hacer uso inapropiado de recursos, por lo que se colocará un tamaño límite de los archivos, para evitar que afecte el performance de la aplicación y del dispositivo en sí.
- Número de pasos adicionales definidos por las validaciones incluidas del ingreso de datos: para asegurar la calidad de la

información se deben colocar restricciones en cada campo ingresado que no permita el ingreso de datos basura.

- Tiempo de codificación de la encuesta: se refiere al tiempo que le tomará al sistema codificar una encuesta para proceder con el envío.
- Consumo de procesador y memoria del proceso de codificación/decodificación: así como se incluyó en el tamaño del archivo, se estimará un valor promedio para el consumo de procesador y memoria aceptable en el dispositivo, de tal manera que no afecte el rendimiento del teléfono.
- Tiempo de respuesta de una transacción segura: se refiere al tiempo que toma una aplicación que se envía desde el dispositivo, hasta que está alojada en la base de datos.
- Tiempo que se almacenará la información en la base de datos: para evitar almacenar información innecesaria después de cierto tiempo, se elaborará una propuesta del ciclo de vida de la información, para determinar el tiempo que pasará en cada parte del proceso.
- Número de pasos necesarios para crear una encuesta: también se tomará en cuenta la aplicación web, estimando el número de pasos necesarios para elaborar una encuesta.

## **5.2. Perspectiva técnica**

El prototipo a desarrollar tendrá una interfaz gráfica que funcionará con dispositivos Android en su versión 4.0 o posterior, ya que se incluirán opciones que solo funcionan a partir de esta versión y que permitirán que se facilite el ingreso de las respuestas en las encuestas.

Se contará con un modelo que permita a la aplicación funcionar en línea o fuera de línea, esto quiere decir que si el dispositivo tiene acceso a la red de datos enviará directamente la información a la base de datos del INE. En caso contrario guardará la información recolectada en la memoria del dispositivo hasta que el mismo se logre conectar a una red.

Para asegurar la veracidad e integridad de la información ingresada, se definirán estándares que servirán de validadores para que el usuario solo ingrese la información que corresponde, esto quiere decir que en un campo de fecha, el no podrá ingresar letras.

Para asegurar que la información no sea alterada o robada, se elaborará un algoritmo de encriptación que codifique la encuesta antes de que la misma viaje, a través de la red, para que sea decodificada hasta que llegue al servidor y guardada en la base de datos.

Toda la información será almacenada en una base de datos, respetando así la centralización de la información, por lo que se asume que el INE cuenta con un sistema automatizado de tabulación de datos de encuestas; por tanto dicha aplicación se encarga de validar la información que se ingresa en la base de datos para eliminar cualquier inconsistencia que se encuentre en las encuestas como lo es la duplicidad.

El módulo Web solo permitirá crear encuestas que contengan, preguntas de verdadero o falso, de opciones única, de opción múltiple, de valores numéricos y en este prototipo no tendrá la opción de preguntas abiertas para evitar el ingreso de información que no pueda ser medida utilizando estadística descriptiva.

### **5.3. Perspectiva de los resultados esperados**

Al finalizar el prototipo se contará con una aplicación que permita una fácil captura y recolección de datos, con una interfaz amigable, sencilla y fácil de usar, el cual le permitirá al usuario contestar encuestas almacenadas en su dispositivo, aun cuando él no tenga señal de datos o Wifi. Además, dispondrá de validaciones que evitarán el ingreso de información incorrecta en las respuestas de la encuesta; también asegurará que la misma sea protegida por medio de encriptación al viajar por la red para que no sea alterada. Esta aplicación tendrá comunicación con una base de datos única que contendrá toda la información de las encuestas contestadas por los usuarios.

Para aumentar la funcionalidad del sistema, se contará con una aplicación web para parametrizar encuestas que posteriormente podrán ser cargadas a los usuarios con la aplicación móvil instalada.



## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Arquitectura de software para aplicaciones móviles

La tecnología móvil es una tendencia en la actualidad utilizada para fines de entretenimiento y también la capacidad de producir ganancias para las empresas, por lo que se debe asegurar que exista *hardware* y *software* potente que puedan soportar la transaccionalidad de las aplicaciones que funcionan en dispositivos móviles. Para esto se debe diseñar una arquitectura robusta que involucre todos los elementos que conformarán la aplicación. Con el crecimiento y evolución de lo móvil se involucran más elementos a una arquitectura como por ejemplo, el ancho de banda, limitaciones de dispositivos móviles incluyendo el tamaño, la tecnología, el sistema operativo, la arquitectura de *software* es lo equivalente al diseño de los planes de un edificio, por lo que representa el conjunto de guías y patrones que se diseñan para elaborar el *software*.

Para elaborar una arquitectura de *software* para aplicaciones móviles, se debe incluir varias directrices que aseguren el correcto funcionamiento de la aplicación (Haeng-Kon, 2013):

- Desacoplamiento de componentes: esto quiere decir que se debe tratar de que la mayoría de los componentes no tengan dependencias entre sí.
- Evitar memoria compartida: esto impacta directamente a las aplicaciones, ya que limita los recursos compartidos.
- Estilos de tipo pub-sub: se refiere a patrones de mensajería que significa publicar y suscribir los que envían mensajes son llamados publicadores y los que reciben los mensajes son los suscriptores,

existen Apis que facilitan el uso de estos patrones como por ejemplo: JMS, Java Message service.

- Componentes aislados del contexto de ejecución: esto indica que los componentes pueden distribuirse en diferentes partes sin afectar la operación del sistema.
- Invocación implícita: esto quiere decir que no es necesario que cada componente este ubicado geográficamente en un lugar específico para ser accedido, si no que se pueda hacer sin tener que recurrir a su ubicación.

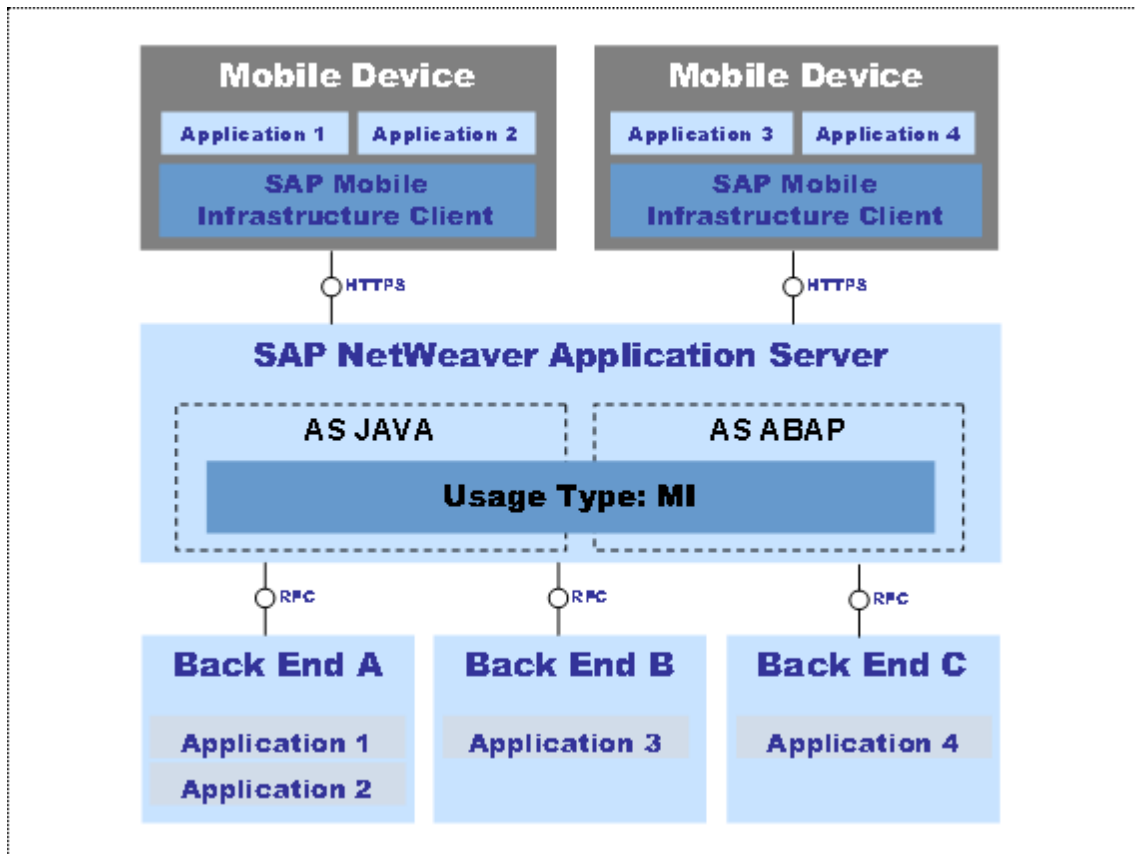
## **6.2. Componentes de una arquitectura móvil**

A continuación se listan una serie de elemento a tomar en cuenta al momento de diseñar una arquitectura para dispositivos móviles, varias de estas se pueden observar en la figura 1.

- Interfaces: se debe analizar todos los puntos de comunicación entre los sistemas, es decir, que se debe validar que se permita la comunicación entre módulos de servicios web, módulos de http o Android.
- Dispositivo destino: se debe tomar en cuenta a qué tipo de dispositivos está orientado el sistema, así como las configuraciones necesarias para cada uno de ellos, ya que se debe validar que no se cree conflictos en el mismo al momento de instalarse la aplicación.
- Actualizaciones: se debe validar que se permita realizar la actualización del *software* y asegurarse que existan medios de comunicación con el usuario para que se puedan instalar las nuevas versiones.

- La interfaz de usuario: ya que las pantallas de los teléfonos son pequeñas se vuelve complicado diseñar interfaces gráficas que se adecuen a las mismas, tomando en cuenta que se debe ver bien y además ser funcional.
- Rendimiento: a diferencia de desarrollar aplicaciones para computadoras de escritorio en los cuales los recursos resultan abundantes y no existe mayor afectación al momento de ejecutar una aplicación, en los dispositivos móviles es otra historia, ya que a pesar del crecimiento que han tenido tecnológicamente hablando tienen recursos limitados y que deben usarse correctamente, validando el CPU, el consumo de memoria esto validando que el procesamiento de los datos no afecte el dispositivo, ya que no tendrá aceptación por los usuarios.
- Seguridad: es un aspecto muy importante, ya que desde un dispositivo móvil las personas acceden a varios sitios confidenciales con información personal, por lo que muchas aplicaciones incluyen métodos de autorización y autenticación como huella digital, usuario y contraseña.
- Transferencia de datos: al enviar información de un punto a otro se debe de tomar en cuenta este aspecto, ya que con ello se establece el tiempo promedio de respuesta a las peticiones de los usuarios.
- Servicios web: permiten la comunicación entre sistemas y son fáciles de implementar; además se pueden utilizar para la transferencia de información entre la aplicación y una base de datos.

Figura 2. **Diagrama básico de una arquitectura para aplicaciones móviles**

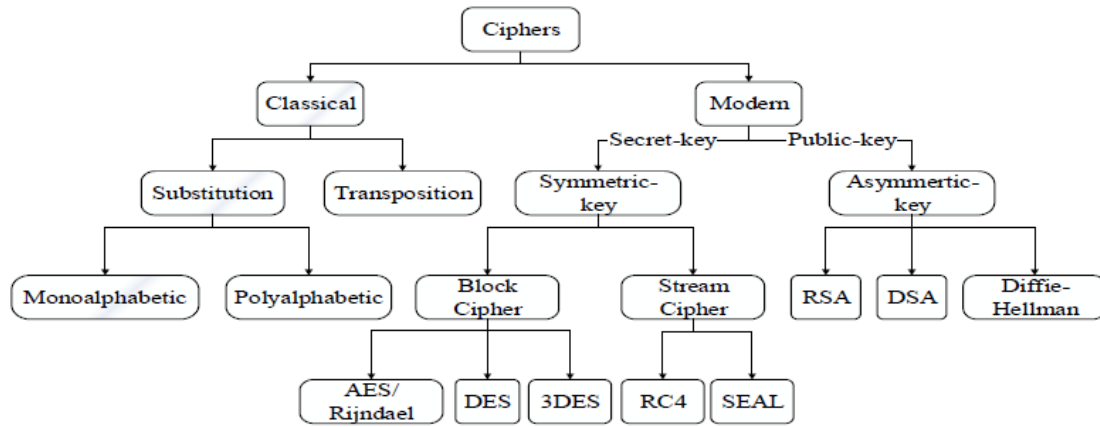


Fuente: (Haeng-Kon,2013,Pág. 199).

### 6.3. Algoritmos de encriptación

Encriptación es el proceso de codificar un mensaje que será enviado de tal manera que solo la persona que está destinada a recibirlo pueda leerlo. Para realizar dicho proceso, existen muchos algoritmos o procedimientos que pueden ser utilizados, unos están basados en generaciones previas, las cuales después de modificaciones han generado uno o más algoritmos nuevos en la siguiente figura, se puede observar la evolución de los algoritmos que existen:

Figura 3. **Clasificación de los algoritmos de encriptación**



Fuente (Singh G. 2013,Pág. 34)

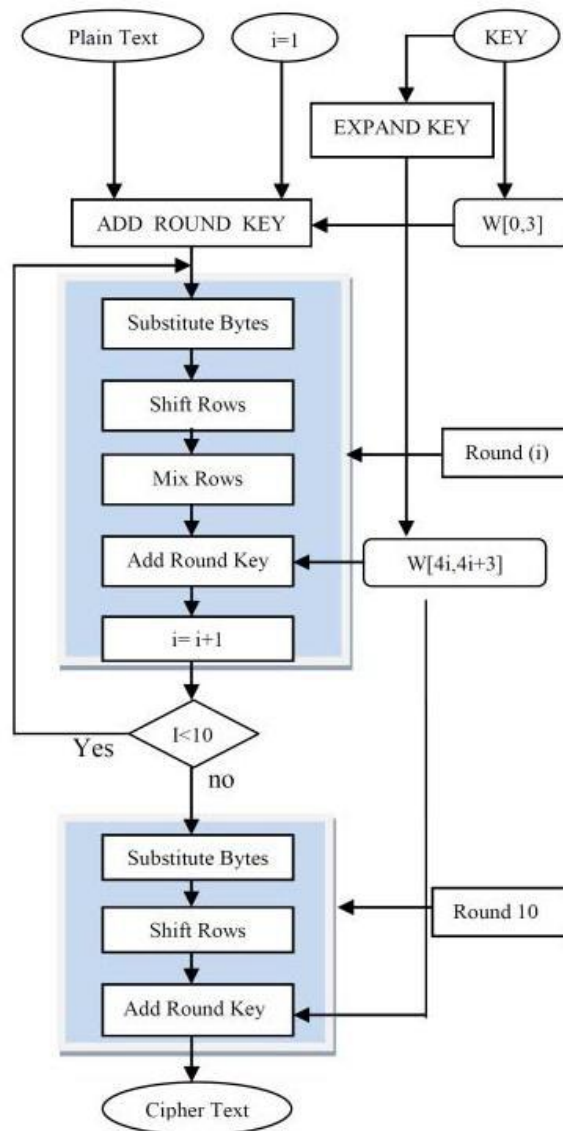
#### 6.4. Advanced Encryption Estándar, (AES)

Es llamado también 128-EIA 2 en LTE, fue usado como reemplazo de DES y contiene un block de 128 bits soportando llaves de 128 usando 10 rondas de encriptación por tecla, 192 12 rondas y 256 bits usa 14 rondas (Smarrh N, 2013), este algoritmo posee una codificación algebraica y algunos investigadores han sugerido que podría ser susceptible a este tipo de ataques, pero esto no ha sido demostrado.

- Las rondas por que se pasa cada encriptado implican realizar las siguientes transformaciones:
- Transformación del byte sustituto: de los 128 bits de la cadena, se procede a dividirlo en sub bloques de 16 bits, por lo que cada byte(8 bits) se transforma usando un contenedor de sustitución.
- Transformación de cambio de filas: es un simple movimiento de filas dentro de la matriz de bits que se genera, desplazando cíclicamente a la izquierda.

- Transformación de cambio de columnas: es una multiplicación de matrices que se realiza con cada columna de estados.
- Transformación AddRoundKeys: Es un XOR bit a bit entre los 128 bits de estado actual y 128 bits de la clave ronda

Figura 4. Flujo del algoritmo AES

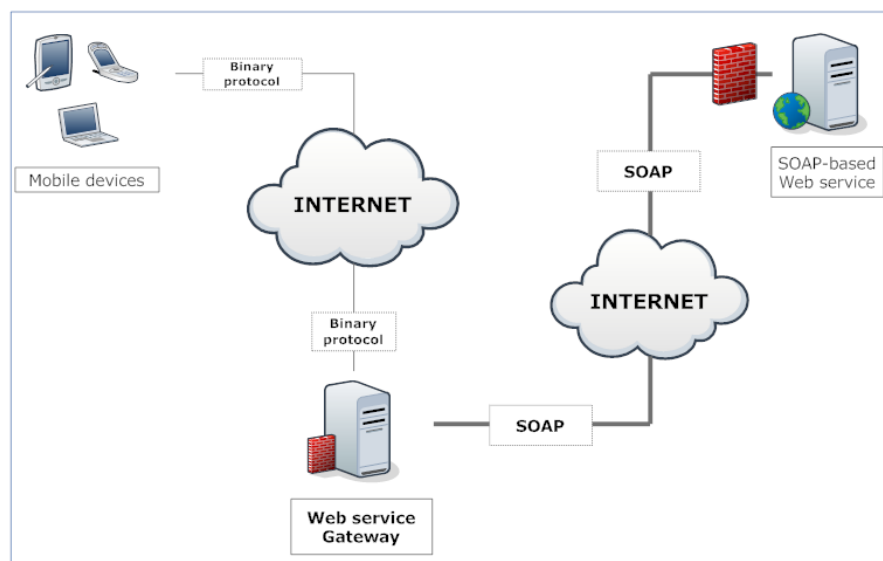


Fuente: (Singh G, 2013, Pág. 36).

## 6.5. Uso de servicios web en una arquitectura de software para aplicaciones móviles

Un elemento muy importante que no puede faltar en la mayoría de las aplicaciones móviles, son los servicios web ya que estos facilitan y permiten la comunicación entre distintas plataformas que manejan diferentes lenguajes.

Figura 5. Vista general de una arquitectura con servicios web



Fuente: (Cobarzan ,2010, Pág.102)

En la figura 5 se observa la interacción de los dispositivos móviles por medio de un protocolo binario de envío de información al internet, el cual lo direcciona a una puerta que se comunicará a los servicios por medio del protocolo SOAP de comunicación de servicios web. Una manera de optimizar la comunicación es unificando el Gateway con el Servicio web en un solo medio para que de esta manera se reduzcan los saltos en internet y el tiempo de respuesta sea óptimo (Cobarzan,A., 2010).

También se puede crear un agente del servicio web que sirva para comunicar el móvil y el servicio web, en el que el dicho agente recibe toda la información del dispositivo y la envía a servicios, cuando éste tiene respuesta a la petición, la manda de nuevo al agente y éste la transforma en un lenguaje entendible para el dispositivo móvil, según Cobarzan “Esos componentes de middleware actuarán como servidores de puerta de enlace que se comunican ligeramente con el dispositivo (por lo tanto asegurando una pequeña el uso de ancho de banda - para datos GPRS limitada comunicación - y pocas posibilidades para el fracaso en las redes inalámbricas no fiables) y tomar la carga de la recuperación de la respuesta de la Web servicio.”

## **6.6. Bases de datos para aplicaciones móviles**

Existen dos opciones para utilizar para una base de datos a la cual se conectará una aplicación móvil, las que estas basadas en SQL utilizando los DBMS que ya conocemos como Oracle, Postgres, MySQL, etc... y por otro lado, las que no están basadas en SQL como MongoDB, CouchDB, Base. A continuación se listan las características que debe tener el almacenamiento de datos para una aplicación móvil por un DBMS(Fotache M. 2013):

- Insertable en aplicaciones: No es necesaria ninguna administración y se debe colocar desde la aplicación.
- Ocupa poco espacio: por ser un recurso utilizado para los dispositivos móviles y estos contar con recursos más limitados, debe optimizarse las aplicaciones para el uso adecuado de espacio.
- Ejecutarse en los dispositivos móviles y operar en condiciones del uso de la potencia del procesador, la memoria RAM y la memoria permanente sea mínima.



- DBMS por componentes: al utilizar un DBMS por componentes, se puede hacer uso solo de los que necesita la aplicación para funcionar.
- DBMS auto gestionado: esto quiere decir que no es necesario que el usuario sea un DBA para ejecutar tareas que requieran conocimientos específicos como restaurar bases de datos.
- En memoria de DBMS: debe contar con técnicas especializadas de indexación de tablas y optimización de consultas para que éstas funcionen de manera óptima.
- Bases de datos portátiles con muy fácil uso.
- Sin código de programación en la base de datos que protege contra virus y malware.
- Sincronizar con fuentes de datos de *back-end*.
- Interfaces de programación personalizada para aplicaciones centralizadas en datos especializadas

Las diferencias entre mongoDB y PostgreDB, empiezan por la forma en almacenar la base de datos, ya que para postgreDB se realiza utilizando un esquema típico de base de datos en el cual el usuario que se conecta debe hacerlo según los accesos que tenga a tablas definidas en los cuales se almacena la información, mientras que MongoDB utiliza colecciones.

Los datos en SQL son almacenados utilizando un comandos DML, a diferencia de MongoDB que lo realiza al momento de la ejecución usando comandos como `save` y `update` entre otros.

Al insertar registros en DBMS se deben colocarse todos los campos que correspondan al registro incluso los que no contienen valores como null, a diferencia de MongoDB que se colocan un número variable de registros.

En un DBMS existen muchas restricciones como llave primaria, llave extranjera, no nulo, integridad referencial, entre otros, pero en mongoDB solo se pueden definir los primeros dos haciendo uso de índices.

## **6.7. Criterios para el diseño de una aplicación móvil**

Para diseñar una aplicación móvil se deben tomar en cuenta varios factores, los cuales definirán la forma en que se deberá trabajar en el desarrollo, las principales se tienen:

- Tipo de dispositivo: en este caso se debe establecer si es de gama media, gama baja, gama alta, si será Android, iOS, Windows o Blackberry el sistema operativo, incluirá *tablets*, en este punto se considera segmentar las características del dispositivo para seleccionar a cuáles se enfocará el desarrollo.
- Usuario: una vez seleccionada la tecnología se procede a definir a qué tipo de usuarios se enfocará la aplicación, es decir, a niños, a jóvenes, mayores de edad, a adultos, entre otras opciones de segmentos de usuarios.
- La red de comunicaciones: en este caso se debe identificar qué tanta cobertura de señal existe, qué tipo de señal cuenta, los operadores que existen en el la región en la que se enfocará la aplicación.
- La arquitectura del software: se debe contar con una arquitectura del sistema para determinar que tanto soportarán los dispositivos para ejecutar la transaccionalidad de la aplicación y no afectar el performance.

Una vez definido esto, se puede utilizar ciertos patrones para diseñar un modelo que funcione de acuerdo a los requerimientos definidos de las aplicaciones, los cuales se pueden agrupar de la siguiente manera (Yorio, D, 2011):

- Acceso: se refiere a un patrón en el cual se involucran todos los medios o las formas que existen de conexión de un dispositivo físico a internet utilizando la red de cualquier operador o algún medio opcional como Wifi.
- Adaptación: consiste en un conjunto de patrones que se basan que la adaptabilidad de una aplicación móvil, de tal manera que sea tan usable como un sitio web accedido desde una PC.
- Personalización: se refiere al conjunto de características que tiene la aplicación que pueden ser configuradas por los usuarios, como por ejemplo, en Facebook, se puede seleccionar las notificaciones, quien puede ver una foto, entre otra variedad de opciones.
- Interface: se refiere a todas las interfaces de comunicación entre un dispositivo móvil y una PC, es decir que cuando se ejecuta una aplicación en una PC, también pueda ser ejecutada desde un dispositivo, contando con las mismas interfaces.

## **6.8. Seguridad y privacidad en las aplicaciones móviles**

Un sistema seguro es aquel en el que para autenticarse cuenta con tres elementos que son: lo que se es, lo que se tiene y lo que se sabe, siendo cada uno de estos elementos un elemento que reduce considerablemente el fraude, es decir, que una persona que se haga pasar por otra para ingresar a una aplicación o dispositivo directamente. Para que una aplicación sea considerablemente segura se deben incluir al menos dos de estos factores, bien

puede ser “lo que se sabe” ( una contraseña, un código) y lo que se es( una huella dactilar, la retina del iris), podría incluir lo que se tiene ( una tarjeta de accesos, un token, un generador de códigos) y es conocida como autenticación de dos pasos, y consta de los siguientes componentes(Certic,S. 2013):

- El algoritmo OTP: Son llamados algoritmos *One-Time Password* el cual se debe configurar para que genere contraseñas complicadas y que no puedan ser descifradas, para los dispositivos móviles se deben incluir elementos que involucren los móviles y algún agente extra que esté relacionado entre el servidor y el móvil, como por ejemplo: el IMEI, nombre de usuario, pin, día, año, mes, hora, toda esta información permitirá que el algoritmo pueda generar clave única periódicamente sin que los códigos se agoten.
- Diseño del cliente: algo importante además de generar claves únicas es que estas se puedan encriptar para que cuando viajen en la red no pueda ser interferidas o sufran algún ataque, tomando en cuenta que se debe encriptar y des encriptar para asegurar que no pueda ser interpretada en caso de que intercepten el mensaje con el código.
- Base de datos: es importante que al almacenar las claves en la base de datos, estas no se almacenen en texto plano si no que se encripten usando un componente de HASH.
- Servidor: se debe configurar varios hilos que permitan a uno de ellos encargarse de la base de datos, a otro de recibir solicitudes y procesarlas y un tercer hilo para comparar las claves con la información alojada en la base de datos.

Además de la seguridad para ingresar a una aplicación, se debe describir, que no debe hacer una aplicación con la información de los usuarios (Jackson N. 2012), por ejemplo:

- Toda aplicación debe informar al usuario que información personal accederá y para que la utilizara.
- Que información almacenará en el dispositivo.
- Qué información será compartida, con quién y para qué?
- Cómo será almacenada y tratada la información a lo largo del tiempo.
- Los términos y condiciones de uso que afectan la privacidad del usuario.
- Antes de descargar una aplicación la misma debe mostrar el nombre de la empresa, y un país de origen además de la información para el contacto.
- Permitir a los usuarios modificar su información personal.
- La información personal recolectada por la aplicación debe ser personal.
- No realizar actualizaciones silenciosas y siempre notificar al usuario.
- Cuando la aplicación use un identificador único debe asegurar que dicho identificador está asociado al usuario, así como también que la información está actualizada.
- Asegurar que la información este protegida de divulgación o de terceros.
- Siempre que sea posible solicitar autenticación.

## 6.9. Desarrollo de aplicaciones en Android

Android es un sistema operativo *open source* el cual es utilizado en muchos dispositivos móviles, teléfonos, tabletas y demás, basado en Linux 2.6. Los servicios del sistema, como la seguridad, la gestión de memoria y gestión de procesos son controlados por Linux, a continuación la arquitectura de un dispositivo Android:

Figura 6. **Arquitectura de un dispositivo Android.**



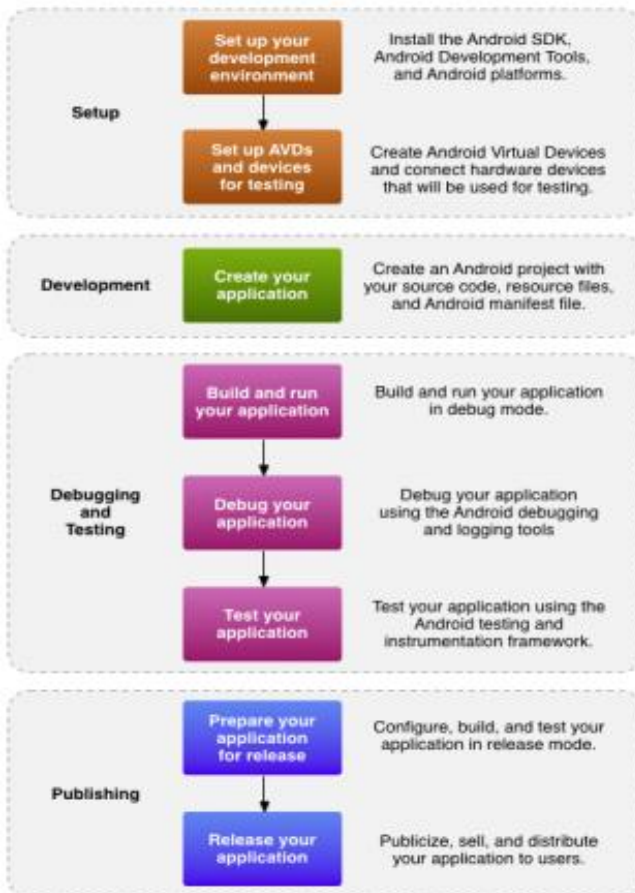
Fuente (Holla S. ,2012, Pág. 487)

Para desarrollar una aplicación Android los autores Pandey G. y Dani D. dividen el proceso en cuatro fases que son:

Setup: en esta fase se instalan todas las herramientas necesarias para levantar el ambiente de desarrollo de Android además de la conexión de los ambientes virtuales en los cuales se realizaran pruebas. Entre los IDEs de desarrollo que se pueden usar tenemos Eclipse, Netbeans entre otros, los cuales tienen como función desarrollo en Java, pero pueden extender su funcionalidad para desarrollar en Android.

- Desarrollo: en esta fase se crea la aplicación, se hace énfasis en el código fuente, y archivos del manifiesto de Android, los cuales servirán para ejecutar la aplicación.
- Pruebas y depuración: en esta fase se realizan las pruebas necesarias para corregir errores y generar el .APK final. En esta fase se puede usar el software AVD manager para contar con una interfaz virtual de Android o también A2T2 (Android Automatic Testing Tool) el cual contiene instrumentos de código de java, interfaz gráfica y el generador de casos de prueba.
- Publicar: en esta fase se realizan los pasos necesarios para que la aplicación pueda ser distribuida a los usuarios. A continuación una gráfica que muestra un mejor detalle de este proceso:

Figura 7. Flujo para la creación aplicaciones en Android



Fuente: (Pandey G. , Dani D. ,2014, Pág.1)

Este es el cuerpo del trabajo. De aquí en adelante comienza el desarrollo de los conocimientos que se desean presentar en el trabajo de graduación.



## 7. PROPUESTA DE ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES
2. JUSTIFICACIÓN
3. ALCANCES
  - 3.1. Perspectiva investigativa
  - 3.2. Perspectiva técnica
  - 3.3. Perspectiva de los resultados esperados
4. MARCO TEÓRICO
  - 4.1. Arquitectura de software para aplicaciones móviles.
  - 4.2. Componentes de una arquitectura móvil
  - 4.3. Algoritmos de encriptación
  - 4.4. Advanced Encryption Estándar, (AES)
  - 4.5. Uso de servicios web en una arquitectura de software para aplicaciones móviles
  - 4.6. Bases de datos para aplicaciones móviles
  - 4.7. Criterios para el diseño de una aplicación móvil
  - 4.8. Seguridad y privacidad en las aplicaciones móviles

#### 4.9. Desarrollo de aplicaciones en Android

### 5. METODOLOGÍA

#### 5.1. Fase 1, Observación

#### 5.2. Fase 2, Revisión Documental

#### 5.3. Fase 3, Desarrollo

##### 5.3.1. Sección 1. Módulo Android

##### 5.3.2. Sección 2. Módulo web

#### 5.4. Fase 4. Piloto

### 6. PRESENTACION DE RESULTADOS

#### 6.1. Censador para Android

##### 6.1.1. Toma de requerimientos

##### 6.1.2. Definición de requerimientos

##### 6.1.3. Diagramas de alto nivel

##### 6.1.4. Diagramas de bajo nivel

##### 6.1.5. Dercas

##### 6.1.6. Definición de funcionalidad

#### 6.2. Diseño de encuestas

##### 6.2.1. Toma de requerimientos

##### 6.2.2. Diagramas de alto nivel

##### 6.2.3. Diagramas de bajo nivel

##### 6.2.4. Dercas

##### 6.2.5. Definición de funcionalidad

#### 6.3. PILOTO

##### 6.3.1. Flujo del piloto

##### 6.3.2. Análisis de los resultados del piloto

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS



## 8. METODOLOGÍA

Se realizará un diseño no experimental de tipo descriptivo en el cual se procederá a desarrollar un prototipo de aplicación móvil, que facilite la recolección de datos como producto de encuestas, prediseñadas mediante un módulo parametrizable.

### 8.1. Fase 1. Observación

Se utilizará la observación indirecta del método científico para identificar el mercado potencial de usuarios del sistema de censos móviles, para analizar las características y comportamientos comunes de los individuos que utilizan dispositivos móviles Android, utilizando la ficha de observación científica como herramienta para recolectar los datos, según el siguiente ejemplo:

Figura 8. **Ficha de observación**

<p>Tema: Características y comportamiento de usuarios de dispositivos móviles Android. Sub tema: uso de datos Lugar: Universidad de San Carlos de Guatemala Fuente: Estudiantes de Ingeniería de la USAC. Fecha: sábado 30 de agosto de 2014</p> <p>Se observa que un aproximado de 8 de cada 10 estudiantes de ingeniería la USAC posee teléfonos celulares con Sistema Android de diferentes gamas principalmente gama media y baja, además de una menor cantidad de estudiantes con uso de datos por lo que se observa un alto número de usuarios conectados a la red inalámbrica para hacer uso de datos en los dispositivos.</p>
---

Fuente: elaboración propia.

## **8.2. Fase 2. Revisión documental**

Se procederá a realizar una revisión de documentos que refieran a soluciones utilizadas en otros países para censos realizados previamente, así como también el proceso censal, y la presentación de los resultados de censos. Por otro lado, se investigará acerca de la programación de aplicaciones para dispositivos Android y su interconexión con las redes de datos y las bases de datos para desarrollar el prototipo con los requerimientos definidos.

También se utilizará documentación del censo realizado en 2002 en Guatemala, por ser el censo más reciente realizado, ésta documentación contiene los resultados y la logística aplicada para llevar a cabo el censo, también las tecnologías involucradas.

En dicha revisión se incluirán los siguientes temas:

- Métodos de recolección de datos por medio de aplicaciones desarrolladas en Android.
- Modos de operación (en línea, fuera de línea) de aplicaciones Android para la recepción de datos.
- Estándares en la elaboración de encuestas que aseguren la calidad de la información que se ingresa a las aplicaciones Android.
- Métodos informáticos utilizados para proteger la información que se transporta en aplicaciones Android y servicios web.
- Manejo de hilos para asegurar que la información se pueda almacenar en una base de datos centralizada.
- Métodos de desarrollo web.

### 8.3. Fase 3. Desarrollo

#### 8.3.1. Sección 1. Módulo Android

Este módulo tendrá los siguientes elementos:

- Aplicación desarrollada en Android, que posea una interfaz amigable, sencilla y fácil de usar y que asegure un fácil ingreso de datos.
- Módulo *offline*: es un módulo que se desarrollará en Android encargado de obtener la información de la encuesta contestada por el usuario y almacenar la misma en el dispositivo realizando una validación periódica hasta que detecte la existencia de señal y pueda enviar el archivo para que sea almacenado en la base de datos.
- Flujo de QA: dicho flujo consta de un conjunto de validaciones que se aplicarán en el módulo de ingreso datos de registro del usuario y de las respuestas a las encuestas para asegurar la integridad y coherencia de los datos.
- Seguridad: Se trabajará en un proceso de cifrado de la información en el cual se encriptará el archivo y se trabajará con una llave que será enviada y si el archivo sufre algún cambio, en el recorrido de un punto a otro, la llave se modificará. Al llegar el archivo cifrado que contiene las respuestas a su destino, se procesará por un módulo que validará la llave para asegurar que sea la misma que al inicio ( esto quiere decir que el archivo no fue interceptado y modificado en su recorrido) y procederá a descifrar la información para ingresarla a la base de datos.

- Centralización de información: se realizará la ingeniería con las instancias necesarias que permitan direccionar la información de todos los usuarios a una sola base de datos.

El desarrollo de las subfases anteriores se llevará a cabo en el periodo de mayo de 2015 a septiembre de 2015, tiempo durante el cual se ejecutarán las siguientes actividades:

- Selección e instalación del software para su desarrollo:
  - Eclipse Estándar Edition 4.4 para la programación en Android.
  - Plugin de Android para eclipse.
  - Posgress para la base de datos y su administración.
- Análisis y diseño: en esta parte se elaborarán los diagramas utilizando el lenguaje de modelado unificado UML y también los documentos necesarios para el desarrollo del sistema, entre los principales se tienen:
  - Detalle de requerimientos:
    - Interfaz en Android
    - Modulo Offline
    - Flujo de QA.
    - Seguridad
    - Ingeniería para centralizar la información.
  - Diagramas (clases, casos de uso, entidad relación, actividades, secuencias)
- Desarrollo de la aplicación: se desarrollará la aplicación utilizando la metodología de desarrollo ágil XP para un rápido desarrollo, dicha aplicación contará con los siguientes elementos:
  - Interfaz en Android:
    - Interfaz gráfica



- Servicio de consulta de encuestas
  - Módulo de encriptado
  - Módulo de respuestas
- Modulo Offline
- Flujo de QA
- Seguridad
- Ingeniería de centralización
- Pruebas: se realizarán pruebas sobre el sistema completo probando cada funcionalidad y asegurando el correcto funcionamiento de cada módulo de la aplicación antes de realizar el piloto.

### **8.3.2. Sección 2. Módulo web**

Éste módulo se trabajará en el período de octubre de 2015 a noviembre de 2015 y será diseñado para elaborar las encuestas y la administración de las mismas, esto quiere decir que se podrán crear encuestas con diferentes tipos de preguntas, exceptuando preguntas abiertas, las cuales manejarán distintos estados como por ejemplo: activo, desactivo, hábil, inhábil. Dependiendo del estado en el que se encuentre una encuesta será o no mostrada en los dispositivos móviles a los que se conecte.

Para llevar a cabo esta fase, se realizarán las siguientes actividades:

- Selección de la tecnología: para desarrollar esta fase se utilizarán las siguientes herramientas:
  - Eclipse Estándar Edition 4.4 para la programación en Web del parametrizador.
  - Posgress para la base de datos y su administración.

- Apache tomcat: servidor web que alojará la aplicación.
- Análisis y diseño: en esta actividad se elaborarán los documentos y diagramas que respalden y apoyen al desarrollo del sistema utilizando lenguaje UML para el diseño de los diagramas.
- Desarrollo: se elaborará una aplicación utilizando una metodología de desarrollo ágil XP para que el desarrollo no consuma el mínimo posible de tiempo, que cuente con las siguientes características:
  - Parametrizable: contará con la opción de crear encuestas que sean fácil de manejar y que además se puedan editar a gusto de los usuarios, desde el título hasta las preguntas que se colocan, junto con las posibles respuestas a seleccionar por el usuario.
  - Administrable: que permita gestionar las encuestas para que estén o no disponibles para los usuarios del sistema.
- Se realizaran pruebas para evaluar el correcto funcionamiento de la aplicación.

#### **8.4. Fase 4. Piloto**

Para realizar una prueba final sobre todos los sistemas se lanzará un piloto en el que se utilizarán las herramientas desarrolladas como fuente de recolección de datos para calificar el sistema por medio de una encuesta basada en los siguientes criterios:

- Método: El nuevo sistema móvil para contestar encuestas.
- Sujeto de investigación: Población guatemalteca que sea usuarios de dispositivos móviles con sistema operativo Android y con acceso a datos de cualquier empresa telefónica.

- Unidad muestral: Estudiantes de la Facultad Ingeniería con acceso a dispositivos móviles con sistema operativo Android y con acceso a datos de cualquier empresa telefónica.
- Tamaño de los datos: El tamaño de la muestra será la cantidad de alumnos que utilicen la aplicación siendo un mínimo de 200 estudiantes.
- Procesamiento de los datos: utilizando la información almacenada en la base de datos del sistema se utilizarán métodos estadísticos, para generar el análisis de los datos obtenidos.

A partir de la ejecución piloto se podrán evaluar los siguientes criterios:

- Usabilidad: Que la aplicación desarrollada en Android es fácil de usar, ya que provee una interfaz amigable para contestar las encuestas.
- Disponibilidad: Que permita contestar las encuestas aunque los usuarios no tengan internet y que la información ingresada no se pierda.
- Calidad: La aplicación no permite el ingreso de información errónea, puesto que debe contar con estándares que validen la información que ingresan los usuarios y se asegure la calidad de la información.
- Seguridad: Asegurar que la información que ingresen los usuarios sea protegida y codificada para no ser alterada o robada.
- Accesibilidad: Sin importar la ubicación física desde la cual contesten los usuarios las encuestas, toda la información sea almacenada en una sola base de datos central.
- Reusable: Asegurar la usabilidad del módulo web para parametrizar encuestas.

Para llevar a cabo el piloto se realizarán los siguientes pasos:

- Parametrización de la encuesta: se diseñará una encuesta que tiene como objetivo evaluar el grado de aceptación que tendrán las personas al utilizar la aplicación en Android.
- Selección de la muestra: se tomara una muestra de 200 personas para que instalen la aplicación Android en sus dispositivos.
- Distribución de las encuestas: se solicitará a las personas que contesten la encuesta previamente parametrizada.
- Procesamiento de datos: cuando hayan finalizado, se procederá a generar las estadísticas que permitan evaluar la aceptación del a aplicación.

### **8.5. Fase 5. Informe final**

En dicho documento se unificará la documentación de las dos fases, la información recolectada del piloto y los resultados de las encuestas realizadas.

Variables e indicadores

- Captura y recolección de información:
  - Número de pasos necesarios para el registro de usuarios.
  - Número de pasos necesarios para contestar las preguntas.
- Recolección de información fuera de línea:
  - Tiempo que se almacenará la información en el teléfono.
  - Tamaño del archivo que se generará.
- Veracidad de la información:
  - Número de pasos adicionales definidos por las validaciones incluidas del ingreso de datos.
- Políticas de seguridad:

- Tiempo de codificación de la encuesta
- Consumo de procesador y memoria del proceso de codificación/decodificación.
- Almacenamiento centralizado:
  - Tiempo que se almacenará la información en la base de datos.
  - Tiempo en completarse una transacción desde que se confirma la encuesta hasta que se almacena en la base de datos.
- Aplicación web:
  - Número de pasos necesarios para crear una encuesta.

## 8.6. Resultados esperados

Los resultados del proyecto son:

- Una aplicación móvil desarrollada en Android que permita una fácil recolección de datos de encuestas por medio de una interfaz gráfica amigable, sencilla y fácil de usar.
- Un módulo que permita la gestión de la aplicación aun cuando ésta no cuente con señal para la transferencia de datos en la red.
- Un conjunto de validaciones que restrinjan el ingreso de información incorrecta en la aplicación para asegurar que los datos recibidos son íntegros.
- Un *software* seguro, que proteja la información obtenida de las encuestas, y que evite que los datos puedan ser corrompidos o utilizados.
- Una base de datos central en la cual se alojará toda la información recopilada de las encuestas, para que la misma pueda ser utilizada en la generación de informes, por parte de los usuarios.

- Un *software web* que permita diseñar encuestas con cualquier tipo de pregunta exceptuando las abiertas

## 9. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para evaluar los indicadores se recurrirá a la estadística descriptiva, para lo cual se utilizarán ciertas medidas que permitirán evaluar las respuestas obtenidas, a partir de la encuesta que se realizará utilizando las herramientas a desarrollar, dichas métricas permitirá determinar el valor promedio de satisfacción de los usuarios, en general permitirá realizar un análisis estadístico de la información obtenida.

### Medidas descriptivas de centralización

- Media: esta medida se refiere al promedio de valores observados, es decir, el coeficiente entre la suma de todos los valores dividido el tamaño de la muestra.
- Mediana: Es el valor medio que separa el 50 % de más muestras menores del 50 % de las muestras menores.
- Moda: Es el valor que más veces se repite en la muestra.

### Medidas descriptivas de dispersión:

- Varianza: es la desviación al cuadrado de una variable aleatorio en relación a la media de los valores de la muestra.
- Desviación estándar: es la variación esperada respecto al promedio de la muestra.

### Simetría

Una distribución es simétrica cuando su mediana, su moda y su media aritmética coinciden. Por otro lado, es asimétrica a la derecha, si las frecuencias (absolutas o relativas) descienden más lentamente por la derecha que por la

izquierda, mientras que si las frecuencias descienden más lentamente por la izquierda que por la derecha, se dirá que la distribución es asimétrica a la izquierda.

Las medidas anteriores serán utilizadas para evaluar los siguientes indicadores:

- Número de pasos necesarios para el registro de usuarios.
- Número de pasos necesarios para contestar las preguntas.
- Tiempo que se almacenará la información en el teléfono.
- Tamaño del archivo que se generará.
- Número de pasos adicionales definidos por las validaciones incluidas del ingreso de datos.
- Tiempo de codificación de la encuesta
- Consumo de procesador y memoria del proceso de codificación/decodificación.
- Tiempo de respuesta de una transacción segura
- Tiempo que se almacenará la información en la base de datos.
- Tiempo en completarse una transacción desde que se confirma la encuesta hasta que se almacena en la base de datos.
- Número de pasos necesarios para crear una encuesta.



## **10. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO**

Se presenta desde tres perspectivas que permiten dar visibilidad de cuan factible puede ser la elaboración del trabajo de graduación que se está desarrollando; que consiste en una aplicación para la obtención de datos, a través de una aplicación móvil y un módulo de parametrización de encuestas.

### **10.1. Factibilidad operativa**

Para la factibilidad operativa es necesario contar con una administración periódica de la infraestructura sobre la cual se implemente el sistema, esto quiere decir que se necesita que se ejecuten procesos de limpieza de logs, de base de datos y de recursos del sistema.

Para realizar las tareas operativas en el sistema, se podrá programar un demonio para ejecutarlas de acuerdo a la periodicidad indicada. Además de las tareas de limpieza, se debe tomar en cuenta que es necesario incluir la parametrización de encuestas cada vez que se necesite.

Para que el sistema opere es necesario contar con un servidor local que alojará la base de datos y servicio de decodificación, dicho server puede ser una máquina virtual. También se deberán alojar servicios en la nube y aplicación en google Apps para que los usuarios puedan descargarla.

Debido a que la infraestructura puede ser virtual, esto facilitará la administración de la operación del sistema y se observa que el trabajo de graduación es viable, desde la perspectiva operativa.

## 10.2. Factibilidad técnica

La factibilidad técnica se refiere a los conocimientos, herramientas y habilidades que se necesita para llevar a cabo los procesos definidos en la factibilidad operativa.

Para llevar a cabo el análisis, desarrollo e implementación del trabajo es necesario contar conocimiento en Android, en el manejo de servicios web en Android, así como el manejo de base de datos, la programación en PHP para la elaboración del sitio web que va a servir para parametrizar encuestas, además de algoritmos de encriptación para codificar la información que viajará en la red.

Además, es necesario contar con un IDE de desarrollo, para el caso de Android y PHP por lo que se utilizará Netbeans, el cual es un *software* libre para programación en java que cuenta con plugins para programar en otros lenguajes. También se necesita un motor de base de datos para PostgreSQL y un ambiente de pruebas para test de aplicaciones en Android.

Es necesario tener la habilidad para programar en diferentes lenguajes de programación con un enfoque orientado a servicios para crear la solución con los elementos necesarios para que funcione de acuerdo a las necesidades planteadas en la documentación.

Desde una perspectiva técnica se observa que el trabajo es factible puesto que se cuenta con las herramientas, conocimientos y habilidades necesarios para su correcto desarrollo.

### 10.3. Factibilidad Económica

Para el desarrollo del proyecto se utilizará *software* libre para las herramientas de desarrollo y de pruebas, además de no necesitar ayuda adicional para la programación de las aplicaciones. Según la calendarización el desarrollo e implementación del proyecto tomará 215 días laborales en los cuales se trabajarán 3 horas diarias, con un valor por hora de Q 93.75 ascendiendo a un valor de Q. 60468.75, pero como será ejecutado por el desarrollador del proyecto, el costo para este rubro será de Q 0.00.

Por otro lado, para subir aplicaciones a *google play* es necesario cubrir el costo de registro del perfil el cual tiene un valor de 25 USD, esto permitirá cargar la aplicación y de esta manera distribuirla a los usuarios.

Para tener los servicios en la nube, se hará uso de AWS que ofrece 5GB de almacenamiento en la nube, 20,000 solicitudes GET, 2000 solicitudes PUT y 15GB de transferencia, para la fase inicial del proyecto es suficiente transaccionalidad, al necesitar recursos adicionales se puede solicitar por muy bajo precio.

Respecto a la infraestructura necesaria para alojar las aplicaciones, base de datos, servicios y demonios se utilizarán máquinas virtuales creadas en VirtualBox para su administración, siendo este una herramienta de *software* libre, por lo tanto, no se incurrirá en gastos de licenciamiento para la infraestructura.

Resumiendo los gastos del proyecto se resumen a continuación:

Tabla I. **Costos del proyecto**

Rubro	Valor esperado	Valor Real
Costo de desarrollo	Q. 60,468.75	Q. 0.00
Costo de infraestructura	Q. 0.00	Q. 0.00
Costo de AWS	Q. 0.00	Q. 0.00
Costo de Google Play	Q. 200.00	Q. 200.00
Costo de Asesoría	Q. 2,500.00	Q. 2,500.00
Total	Q. 63,168.75	Q. 2,700.00

Fuente: elaboración propia

Según el resumen anterior el costo real del proyecto asciende a Q. 2,700.00 lo cual pertenece al rubro de asesoría y distribución de la aplicación, por lo que se puede concluir que es un proyecto factible económicamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Angarita,N.R. (2005). Censos, estadísticas y datos personales en la era del gobierno electrónico [Electronic versión]. 207-246.
2. Certic, S. (2013), The Future Of Mobile Security, CS Network Solutions Limited.
3. Cobarzan, A. (2010), Consuming Web Services on Mobile Platforms, Informatica Economică vol. 14, Babeş-Bolyai University, Cluj-Napoca, Romania, 98-105.
4. Cristancho, C (2010), Indicadores sobre acceso a y uso de Tics en Censos, CEPAL, Santiago de Chile.
5. Fotache M., Cogean D. (2013), NoSQL and SQL Databases for Mobile Applications. Case Study: MongoDB versus PostgreSQL, Informatica Economică vol. 17, Cuza University of Iasi, Romania.
6. Haeng-Kon, K (2013), Architecture for Adaptive Mobile Applications, International Journal of Bio-Science and Bio-Technology Vol.5, Catholic University of Daegu, Korea, 197-210
7. Holla S., Mahina M. (2012), Android based Mobile Application development and its security, International Journal of Computer Trends and Technology, Department of Information Science & Engg, R V College of Engineering Bangalore, India.

8. INDEC (2013). Censo Nacional de población y viviendas 2010, guía básica para el usuario.[Electronic versión]. base de datos REDATAM.
9. Jackson N., Walshe P (2012), Privacy Design Guidelines for Mobile Applications Development, GSM Association.
10. Kimhor, M. (2011), Data Processing and Data Dissemination Technologies used for 2008 General Population Census of Cambodia at National Institute of Statistics, Ministry of Planning in Cambodia.[Electronic versión]. Meeting on the Management of Statistical Information Systems, Luxemburgo.
11. Muños, J. (2013), Determinantes del uso de la tecnología en los Censos de Población de América Latina y el Caribe, Banco Internacional de Desarrollo, Venezuela.
12. Pandey, G. Dani D. (2014) Android Mobile Application Build on Eclipse, International Journal of Scientific and Research Publications, Department of Computer Science & Engg, Mahamaya Technical University, Noida.
13. Singh, G. (2013), A Study of Encryption Algorithms (RSA, DES, 3DES and AES) for Information Security, Department of Computer Science and Engineering Sri Guru Granth Sahib World University, Fatehgarh Sahib, Punjab, India.

14. Smart, N. (2013), Algorithms, Key Sizes and parameter Reports, Enisa, European Union Agency for Network and Information Security.
15. Thieme, M.T. (2012). Considering a Digital 2020 Census, The Federal Committee on Statistical Methodology
16. Vallejo, A.A (1990). Procesamiento informático de los censo [Electronic Version].
17. Wickramasinghe, B.W. (2014). IT contribution for the Population and Housing Census 2011 in Sri Lanka, Department of Census Statistics, Sri Lanka.
18. Yorio, D. (2011), Identificación y clasificación de patrones en el diseño de aplicaciones móviles. Universidad Nacional de la plata, Tesis de postgrado.