

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



Diseño de un proceso y sistema para la emisión del sufragio electoral a nivel nacional, a través del acceso a dispositivos electrónicos en Guatemala.

Moisés Antonio Colón Cortez

Maestría en Administración Industrial y de Empresas de Servicios

Guatemala, noviembre 2017.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



Para optar al grado de Maestro en Artes
Maestría en Administración Industrial y de Empresas de Servicios
Guatemala, noviembre 2017.

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	DECANO
M.A. Elsa Julieta Salazar de Ariza	SECRETARIA
Msc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	VOCAL I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	VOCAL II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera BR.	VOCAL III
Andreina Delia Irene López Hernández	VOCAL IV
BR. Carol Andrea Betancourt Herrera	VOCAL V

CONSEJO ACADEMICO
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Rubén Dariel Velásquez Miranda, Ph.D.

Maria Ernestina Ardón Quezada, MSc.

Jorge Mario Gómez Castillo, MA.

Clara Aurora Garcia Gonzales, MA.

José Estuardo López Coronado, MA.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
de San Carlos**

Por darme la oportunidad de formarme
tanto a nivel personal como profesional

**Facultad de Ciencias Químicas
y Farmacia**

Por ser una importante influencia en mi vida,
así como por aportar a mi desarrollo
profesional y personal.

Facultad de Ingeniería

Por ser el pilar de mi carrera y vida
profesional.

Compañeros de estudio

Por compartir una de las etapas más
importantes de mi vida y por ayudarme a
cumplir una meta más.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Gracias señor por todo lo que me has regalado y porque hasta aquí me has ayudado.

Mis padres

Antonio Colón y Rosa Cortez, por su apoyo constante e incondicional, por su gran amor y por las enseñanzas brindadas en todos los días de mi vida.

Mi hermana

Vivian Colón, porque quiero inspirarla a que siga sus sueños y alcance los objetivos que se proponga.

Mis amigos

Porque en esta etapa y en distintos momentos de mi vida me ayudaron y brindaron su amistad cuando la necesite.

RESUMEN EJECUTIVO

Cada cuatro años el Tribunal Supremo Electoral oficializa los resultados de las elecciones nacionales en Guatemala, los cuales dejan a más de uno con sentimientos encontrados de molestia, frustración y engaños, porque aunque es innegable que el país ha registrado cambios en materia electoral, son muchos los retos por resolver de cara a las próximas elecciones, como lo es el fortalecimiento y recuperación de la confianza y autoridad del Tribunal Supremo Electoral; reto a partir del cual surge la necesidad de promover cambios en el proceso electoral, mediante la incorporación de profesionales de otras disciplinas y la inclusión de los avances tecnológicos actuales, lo que asegurará de manera global los principios y objetivos de la democracia representativa.

Para realizar esos cambios, surge la idea de diseñar y construir un sistema que permita llevar a cabo los procesos de empadronamiento y votación a nivel nacional, haciendo uso de dispositivos electrónicos, así como de la infraestructura de telecomunicaciones a nivel nacional, con la que cuentan los operadores y los entornos de desarrollo amigables para la programación de aplicaciones, páginas webs y creación de bases de datos, que permitirán la recolección, validación y publicación de resultados; los cuales en conjunto, permitirán minimizar las anomalías e inconvenientes presentados en procesos electorales pasados como lo son; lentitud en la emisión de resultados, poca transparencia en el conteo de votos, falsificación y duplicidad de identidades, atriles poco accesibles, personas que reciben más de una papeleta y las depositan en lugares erróneos y muchas otras, que normalmente ocurren durante el proceso electoral.

A lo largo del presente trabajo, mediante varias secciones se definen los objetivos del sistema, algunos antecedentes respecto a los sistemas de votación electrónica e información en materia legal respecto al proceso electoral en Guatemala, los cuales en conjunto forjaron una base teórica al momento del diseño y construcción del sistema, para luego pasar a explicar los resultados principales a

través mapas de procesos que explican el funcionamiento y lo que el sistema es capaz de realizar, asimismo, mediante imágenes, diagramas y flujogramas, se muestra la interfaz de usuario y la estructura de las bases de datos que conforman una parte importante del sistema, los cuales al final del trabajo fueron analizados en detalle para definir los aspectos más importantes y las lecciones aprendidas durante la realización del mismo, y con base en estas, brindar algunas recomendaciones para que en un futuro el sistema sea más seguro, confiable, estable y escalable, sin perder de vista el marco legal que delimita el proceso electoral en general.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	2
1.	Ley Electoral y de Partidos Políticos y su Aplicación en el Sistema Diseñado 2	
2.	El Voto Electrónico	6
2.1	Características del Voto Electrónico	7
2.2	Sistemas de votación electrónica.....	8
2.3.	El voto electrónico en el mundo	9
2.4.	Ventajas y desventajas del voto electrónico	11
3.	Fundamentos Teóricos para la Comunicación y Control del Sistema	11
3.1.	Redes telefónicas	12
3.2.	Red de telefonía fija	12
3.3.	Red de telefonía móvil	13
3.4.	Red Móvil Celular.....	13
4.	Sistema Operativo Android.....	16
4.1.	Características del sistema operativo Android.....	18
4.2.	Arquitectura del sistema operativo Android	19
5.	Android Studio	22
6.	Java.....	23
7.	Servidores	24
7.1.	Tipos de servidores.....	24
8.	Base de datos.....	25
8.1.	Definición de base de datos.....	26
8.2.	Tipos de base de datos.....	26
8.3.	Bases de datos transaccionales	27
8.4.	Bases de datos relacionales	28
8.5.	Lenguaje estructurado de consultas	28
9.	Lenguaje de marcado de Hipertexto.....	29
10.	Tableta	29
10.2.	Comparación de las tabletas con computadoras portátiles.....	30
III.	JUSTIFICACIÓN	32

IV.	OBJETIVOS	33
V.	METODOLOGÍA.....	34
1.	Tipo de investigación.....	34
2.	Diseño de la investigación.....	34
2.1.	Parte experimental.....	34
2.2.	Parte no experimental.....	35
3.	Instrumentos.....	35
4.	Uso de los instrumentos	36
VI.	RESULTADOS	37
VII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
VIII.	CONCLUSIONES.....	49
IX.	RECOMENDACIONES	50
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Formación de grupos de celdas y reutilización de frecuencias.	14
Figura 2. Estructura simplificada de una red celular.....	15
Figura 3. Logo Android Marshmallow 6.0.....	16
Figura 4. Utilización de los sistemas operativos en dispositivos móviles.	17
Figura 5. Arquitectura Android.....	19
Figura 6. Entorno de desarrollo IDE Android Studio.....	23
Figura 7. Tableta Google Nexus 7.....	31
Figura 8. Estructura del sistema.....	38
Figura 9. Diagrama de procesos del sistema.....	39
Figura 10. Icono de la Interfaz de usuario- Tesis_MC.....	39
Figura 11. Ventana “login_principal”.....	40
Figura 12. Ventana “menu_principal”.....	40
Figura 13. Ventana “empadronamiento”.....	41
Figura 14. Ventana “firma”.....	41
Figura 15. Ventana “fotografía”.....	42
Figura 16. Ventana “validar_empadronamiento”.....	42
Figura 17. Ventana “inicio_de_votación”.....	43
Figura 18. Papeleta Presidente y Vicepresidente.....	44
Figura 19. Papeleta Diputados al congreso por listado nacional.....	44
Figura 20. Papeleta Diputados al congreso por distrito electoral.....	45
Figura 21. Papeleta Corporación Municipal.....	45
Figura 22. Papelete Diputados al Parlamento Centroamericano.....	46
Figura 23. Página Web del Tribunal Supremo Electoral.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Experiencias del voto electrónico en el mundo.....	10
Tabla 2. Terminales móviles por operador (segundo semestre 2013).....	15
Tabla 3. Características actuales del sistema Operativo Android.....	18

I. INTRODUCCIÓN

Tener un proceso electoral eficiente y de calidad es necesario en cualquier país, debido a que la credibilidad de los gobiernos y, por ende, la satisfacción de la población se reduce debido al tiempo de publicación de los resultados, sin dejar de mencionar que los actuales procesos electorales tienen costos sumamente elevados para los gobiernos.

A nivel nacional la optimización de tiempo, recurso humano y recursos económicos en materia electoral es imperiosamente necesaria, los avances en lo que se refiere a Tecnologías de Información y Comunicación, TICs por sus siglas en inglés, han permitido aumentar exponencialmente la capacidad de procesar información. En el presente trabajo se describe una serie de experimentos técnicos desde un enfoque administrativo, pero siempre el marco legal definido por la Ley Electoral y de partidos políticos, se confirma la posibilidad de optimizar el proceso electoral a nivel nacional; haciendo posible el ejercicio del voto, registro y control del padrón electoral, conteo de votos emitidos y publicación de los resultados a través del uso de instrumentos electrónicos como: tabletas, computadoras y servidores, herramientas de *software* libres como: bases de datos, páginas *Web*, infraestructura de telecomunicaciones a nivel nacional y recurso humano nacional capacitado, en cuanto a materias técnicas y políticas.

De esta manera, la tecnología en un sentido amplio, aplicada en el proceso electoral nacional puede servir para superar o, por lo menos, reducir las inconformidades y diferencias entre ciudadanos y el Tribunal Supremo Electoral, además puede aumentar la confiabilidad de los ciudadanos, mediante votaciones más rápidas, transparentes y seguras; lo que permitirá, a su vez, igualar a todos los ciudadanos en el ámbito político y democrático, lo cual es sumamente necesario en sociedades como la guatemalteca en la que históricamente gran parte de la población, que podría ser electoralmente activa, se encuentra excluida de los procesos electorales por razones sociales, económicas, políticas y culturales.

II. ANTECEDENTES

1. Ley Electoral y de Partidos Políticos y su Aplicación en el Sistema Diseñado

“La presente ley regula lo relativo al ejercicio de los derechos políticos; los derechos y obligaciones que corresponden a las autoridades, a los órganos electorales, a las organizaciones políticas; y lo referente al ejercicio del sufragio y al proceso electoral” (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 1).

Resulta conveniente hacer referencia a que el problema planteado pretende dar solución a la problemática presentada en el proceso electoral de Guatemala, específicamente al ejercicio del sufragio, el cual afecta a todos los ciudadanos, definidos dentro de la ley como todos los guatemaltecos mayores de dieciocho años (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 2), respetando evidentemente los derechos y deberes de los mismos, principalmente en cuanto a sus derechos de ejercer el sufragio y velar por la libertad y efectividad del sufragio y la pureza del proceso electoral (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 3).

Existen además aspectos que deben respetarse en el sistema a plantear para estar dentro del marco legal, como son:

- El voto es un derecho y un deber cívico inherente a la ciudadanía. Es universal, secreto, único personal y no Delegable (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 12).
- Los ciudadanos gozan de absoluta libertad para emitir su voto y nadie podrá, directa o indirectamente, obligarlos a votar, o a hacerlo por determinado candidato, planilla o partido político y, en el caso del procedimiento consultivo contemplado en el artículo 173 de la Constitución, a pronunciarse en determinado sentido. (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 13).

El sistema a plantear a su vez permitirá a los órganos electorales:

- a) Registro de Ciudadanos.

- b) Juntas electorales departamentales.
- c) Juntas electorales municipales.
- d) Juntas receptoras de votos.

Definidos en el artículo 153 de la Ley electoral y de partidos políticos, llevar a cabo sus funciones de orden temporal dentro del marco legal, otros aspectos legales a tomar en cuenta para dar solución a la problemática, son los siguientes:

- Clases de comicios (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 199):
 - a) Elecciones generales que comprenden: La elección de Presidente y Vicepresidente de la República, así como de los diputados al Congreso de la República y Corporaciones Municipales.
 - b) Elección de diputados a la Asamblea Nacional Constituyente.
 - c) Elección de diputados al Parlamento Centroamericano.
 - d) Consulta popular.

Define los comicios que se deben considerar en el sistema a implementar, ya que se busca tener cobertura completa de los mismos.

- De la calificación del sufragio. En la calificación del sufragio se buscará aplicar los siguientes sistemas:
 - a) Mayoría absoluta.
 - b) Mayoría relativa.
 - c) Representación proporcional de minorías.

Definidas en el artículo 200 de la Ley electoral y de partidos políticos, define los métodos utilizados para indicar a los ganadores de las elecciones, los cuales deben ser cumplidos a cabalidad por el sistema a implementar.

- Mayoría absoluta: “Este sistema, aplicable tan solo a las elecciones de Presidente y Vicepresidente de la República, consiste en que la planilla triunfadora debe obtener, por lo menos, la mitad más uno de los votos válidos

emitidos. Si en la primera elección ninguna de las planillas obtuviere tal mayoría, deberá llevarse a cabo la segunda elección con las dos planillas que hayan alcanzado la mayor cantidad de sufragios, en un plazo no mayor de sesenta días ni menor de cuarenta y cinco y conforme a la convocatoria, en la que sólo figurarán postuladas las planillas que hayan alcanzado mayor cantidad de votos en los primeros comicios, y ganará la elección la planilla que obtenga a su favor, por lo menos, la mitad más uno de los votos válidos.” (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 201).

- Mayoría relativa: “Con el sistema de mayoría relativa, aplicable a las elecciones municipales de alcaldes y síndicos, obtendrá la elección en su totalidad la planilla que haya alcanzado el mayor número de votos válidos.” (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 202).
- Representación proporcional de minorías: “Las elecciones de diputados, por lista nacional, por planilla distrital, a diputados al Parlamento Centroamericano, así como las de concejales para las corporaciones municipales, se llevarán a cabo por el método de representación proporcional de minorías.” (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 203).
- El padrón electoral: “Con los ciudadanos residentes en cada municipio que se hayan inscrito en el Registro de Ciudadanos, se elaborará un padrón electoral municipal. Cada padrón electoral municipal se identificará con el código del departamento, del municipio y del núcleo poblacional correspondiente.

El Tribunal Supremo Electoral deberá proceder a la división de cada padrón electoral municipal, atender a criterios de residencia, acceso, distancia, seguridad, población y condiciones necesarias para la instalación de las juntas receptoras de votos, en el caso de los centros urbanos, el padrón electoral deberá garantizar a los ciudadanos emitir su voto en mesas instaladas en la zona en que residan o en su defecto en la más cercana.

El Tribunal Supremo Electoral debe informar a las organizaciones políticas, en un plazo no menor a noventa (90) días antes de la fecha fijada para la elección o consulta popular, las localidades donde se ubicarán las juntas receptoras de votos en cada uno de los municipios de la República.

El Registro de Ciudadanos preparará el padrón electoral con base en los datos de inscripción de ciudadanos y deberá mantenerlo actualizado.” (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 224), se cita el artículo 224 debido a que es otro proceso que buscará automatizarse con el sistema a implementar, desde su creación hasta su actualización.

- El capítulo seis referente a los documentos y materiales electorales, se tomará como referencia, debido a que, por la naturaleza del sistema a implementar, deberá reformarse, además de agregar los materiales e insumos mínimos que necesitará cada junta receptora de votos para llevar a cabo el proceso del sufragio.
- El capítulo siete referente a la votación, con especial énfasis en los artículos 231 al 240 que definen los procesos de la instalación de las juntas receptoras de votos, la secretividad del voto, la nulidad de los votos y aún más importante, los procesos de fiscalización y revisión del proceso de votación en general.
- “El Tribunal Supremo Electoral está obligado a divulgar por todos los medios de comunicación, los resultados electorales, parciales y definitivos, dentro del plazo de ocho días siguientes a la terminación del proceso electoral” (Ley electoral y de partidos políticos, ARTICULO 245).

Con el sistema planteado se busca reducir el plazo para la divulgación a un día, ya que la tecnología a utilizar permite visualizar y divulgar resultados en tiempo real, este artículo cobra mucha importancia, ya que en las últimas elecciones fue fuente de descontento y desconfianza por la población.

2. El Voto Electrónico

En un sentido amplio, el voto electrónico es la incorporación de recursos informáticos en cualquier parte del proceso electoral, ya sea en el registro del padrón electoral, la logística electoral, el ejercicio del voto en sí mismo, el conteo y validación de votos e incluso en la emisión de resultados.

“En un sentido estricto se denomina aquí "voto electrónico" a los mecanismos diseñados para emitir y contar los sufragios en un único acto, a través de algún sistema informático instalado y en funcionamiento en el lugar mismo donde el elector concurre a expresar su voluntad política.” (Busaniche, Heinz, Rezinovsky, p. 19).

Para los propósitos de este trabajo se consideraron únicamente cuatro de las áreas del proceso electoral: registro del padrón electoral, emisión del voto, recuento y validación de votos y, por último, la emisión de los resultados. Todo esto pudiera parecer bastante innovador, sin embargo, el voto electrónico no es un acontecimiento reciente, pues en el siglo XIX surgieron varias propuestas para hacer de las elecciones algo más eficiente y seguro en teoría, objetivos con los cuales los inventores empezaron a buscar diversas maneras de contener fraudes electorales, facilitar la selección del votante y el conteo de los votos (Tellez, 2010).

Dentro de los primeros intentos destacan:

- Thomas Alva Edison, usó su experiencia en la telegrafía y conocimientos de electricidad y se convirtió en 1869 en la primera persona en patentar un invento grabador de votos electrónicamente sufragados, que establecía un registro electrográfico de votos.
- En 1891 se desarrolló en Nueva York una maquina automática para recibir el voto público denominada “cabina automática de Myers”.
- En 1892 en Lockport, Nueva York se utilizó oficialmente, por primera vez, una máquina de votación automática.

2.1 Características del Voto Electrónico

De acuerdo a varios autores existen ciertas características que debe tener el voto, entre las principales están las siguientes:

- **Autenticidad:** sólo los votantes autorizados pueden votar.
- **Accesibilidad:** que permita ejercer el voto a personas con diversidad funcional o discapacitados.
- **Anónimo:** no se puede relacionar un voto con el votante que lo ha emitido.
- **Certificable o auditable:** tanto la solución tecnológica como sus componentes de *hardware* o *software* debe ser abierta e íntegramente auditables antes, durante y después de su uso.
- **Comprobable:** los sistemas deben poder comprobarse por parte de las autoridades electorales, para que pueda constatarse que cumplen con los criterios establecidos.
- **Deben ser de código abierto:** de forma que las autoridades electorales y, si es el caso, el ciudadano en general puedan obtener detalles de su funcionamiento (*hardware* y *software*).
- **Deben ser de costo reducido:** se intenta utilizar las Tecnologías de la información y la comunicación, TICs por sus siglas en inglés, por su simplificación, mejora y abaratamiento.
- **Deben ser confiables:** los sistemas utilizados deben trabajar de modo seguro siempre, sin que se produzca pérdida de votos.
- **El sistema debe ser robusto:** sin pérdida de votos, sin fallas en el sistema, tanto en las máquinas servidores como en la comunicación a través de internet o en la infraestructura de red.
- **Compatibilidad con mecanismos de votación convencionales:** compatible con la tradición electoral y por tanto que parezca lo más posible a una urna convencional en su aspecto y uso.
- **Facilidad de uso:** los votantes tienen que ser capaces de votar con algunos requisitos mínimos, formación y entrenamiento.

- **Fiabilidad:** no se puede producir ninguna alteración en los resultados.
- **Veracidad de la votación:** de manera que, si se descubre algún defecto en la publicación de los resultados, existan mecanismos para probar el fraude.
- **Imposibilidad de coacción:** ningún votante debe ser capaz de demostrar qué voto ha emitido.
- **Imparcialidad:** todos los votos deberán permanecer en secreto hasta que finalice el periodo de votación.
- **Movilidad de los votantes:** permite que los ciudadanos con la facultad y requisitos para sufragar, lo puedan realizar desde cualquier lugar del mundo con sus respectivas claves de seguridad.
- **Neutralidad:** todos los votos deben permanecer en secreto mientras no finalice el tiempo de la elección.
- **Verificación individual:** cada votante deberá poder asegurarse de que su voto ha sido considerado adecuadamente, de manera que el votante pueda obtener una prueba palpable de este hecho.
- **Rapidez:** mediante el sistema de voto electrónico, la emisión del sufragio debe ser más ágil, sencilla y rápida.
- **Unicidad del voto:** que sólo se pueda votar una vez y no se pueda modificar el resultado de dicha votación (Téllez, 2010).

2.2 Sistemas de votación electrónica

Como en todo sistema electrónico existen diversos mecanismos y formas de obtener el resultado deseado, en el caso de los sistemas de votación electrónica han sido varios los sistemas que han ganado popularidad y han sido utilizados para elecciones legislativas, gubernamentales y referéndums en ya varios países (Tellez, 2010), en términos generales se identifican cuatro tipos de sistemas que actualmente existen y son utilizados por varios países:

- **Sistema de votación mediante tarjeta perforada:** en este el elector debe perforar su opción elegida en una tarjeta a través de un aparato mecánico,

para luego introducirla en un tabulador capaz de realizar el recuento de las perforaciones asignadas a cada opción.

- **Sistemas de voto mediante un aparato lector:** se trata de aparatos capaces de leer marcas realizadas por el votante en una papeleta con un bolígrafo, de nuevo se puede decir que el votante no entra en contacto directamente con la tecnología, pero sí su papeleta cuando se introduce en el aparato lector y de recuento.
- **Sistemas de voto mediante aparatos de grabación directa:** con este tipo de sistema, el votante entra totalmente en contacto con la tecnología en todas las fases de la emisión de su voto, para esto se utilizan aparatos similares a los cajeros automáticos, en los que el elector establece sus preferencias gracias a una pantalla táctil o a una pantalla y un teclado.
- **Sistema de voto electrónico remoto:** este sistema de votación prevé que el votante no deba desplazarse hasta el colegio electoral y pueda emitir su voto a través de la red, la cual puede ser interna y controlada por la propia institución que organiza la convocatoria, o puede realizarse la votación desde cualquier plataforma conectada a internet.

2.3. El voto electrónico en el mundo

La utilización de nuevas tecnologías en el mundo electoral ha aumentado a nivel mundial principalmente en los últimos diez años, son varios países los que han tomado la iniciativa de introducir diversos mecanismos con el objetivo de tener procesos más transparentes y confiables para los ciudadanos electoralmente activos.

El tema del voto electrónico es sumamente complejo en materia tecnológica y cultural por lo que son pocos los países que verdaderamente tienen la posibilidad de implementarlo, ya que llevarlo a cabo solo es viable en sociedades con un alto grado de alfabetismo tecnológico y cultura, además la infraestructura de red cableada y satelital debe ser capaz de transportar toda la información y datos del proceso a casi todo el país.

Tabla 1. Experiencias del voto electrónico en el mundo

País	Experiencias
Alemania	<ul style="list-style-type: none"> • Las urnas electrónicas se utilizaron por más de 10 años, hasta que se prohibió su uso en las elecciones de 2009. • Contradice la naturaleza pública de las elecciones. • No queda evidencia impresa del sentido del voto del ciudadano. • Las máquinas electrónicas utilizadas en 2005 no fueron verificadas para saber si cumplían con los requisitos de la Constitución. • Está prohibido el uso de urnas electrónicas.
Australia	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha utilizado el voto electrónico para actividades no vinculantes con las elecciones políticas. • En 2007, como programa piloto los ciudadanos con capacidades diferentes emitieron su voto en forma electrónica. • Debido al alto costo, en 2009 se discontinuó el programa piloto.
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó una prueba con dispositivos electrónicos directo y comprobantes impresos en 2002, en elecciones municipales.
España	<ul style="list-style-type: none"> • El uso del voto electrónico elimina los errores de transcripción. • Facilita la localización de los electores en el censo. • Hace más rápido el conteo de votos. • Hace más fácil el envío de datos.
Finlandia	<ul style="list-style-type: none"> • Se presentó como un método alternativo para votar, con lo que no sustituye al método tradicional, aunque la intención sea esa.
Francia	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizó en las elecciones presidenciales de 2007, con notables fracasos, debido a inconsistencias que se dieron comparándolo con el sistema tradicional.
Holanda	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizó con aparente éxito en elecciones de 1997 hasta 2006. • En 2006 se detectaron fraudes en urnas electrónicas. • En 2008 se prohibió su uso.
India	<ul style="list-style-type: none"> • En 2004, un total de 680 millones de ciudadanos emitieron su voto electrónico sin que hubiera controversias. • Hardware muy sencillo que lo hace vulnerable para alternar resultados. • El código fuente no está encriptado. • Su funcionamiento no se puede verificar una vez que está operando. • No tiene registro en papel.
Japón	<ul style="list-style-type: none"> • Su uso está autorizado desde 2001 y ha sido bien recibido. • La pantalla es muy pequeña.
Noruega	<ul style="list-style-type: none"> • Por primera ocasión se aplicó el voto electrónico por anticipado en elecciones de 11 municipios efectuadas en 2011 con éxito.
Rusia	<ul style="list-style-type: none"> • Ha mostrado avances; lo utilizan cada vez más.
Venezuela	<ul style="list-style-type: none"> • Se está utilizando con mayor frecuencia.

2.4. Ventajas y desventajas del voto electrónico

La implementación de sistemas de votación electrónicos genera diversas opiniones, hay quienes lo apoyan y ven el gran aporte que podría dar la tecnología en materia electoral, pero también hay detractores que dudan de su certidumbre, confiabilidad. Dentro de los pros y contras del voto electrónico destacan las siguientes:

- Facilita el proceso electoral, ya que ofrece datos fiables y rápidos en cuanto a captación de votos y resultados.
- Se obtienen y publican los resultados oficiales pocas horas después de cerrado el proceso electoral.
- Son necesarias menos juntas receptoras de votos.
- Existe incremento de votantes, ya que pudieran desde cualquier lugar.
- La emisión del voto es más rápida.
- Genera desempleo, ya que muchas personas que trabajan en el proceso electoral son despedidas o dejan de ser contratadas.
- Son muy costosos el hardware y software, contemplando también el costo total de propiedad, a lo que se debe añadir mantenimiento, licencias, soportes, capacitación.
- No se garantiza la privacidad y secreto de la elección, si no se cuenta con una estructura de seguridad informática y capacitación del recurso humano involucrado.
- Para una implantación de voto electrónico se requieren reformas legislativas, y contar con la confianza de partidos, autoridades y electores.

3. Fundamentos Teóricos para la Comunicación y Control del Sistema

El sistema implementado contempló la utilización de la infraestructura de telecomunicaciones de los proveedores locales, debido a que será el transporte de datos e información, que permitirán llevar a cabo el proceso electoral de manera

global; así como la utilización de protocolos de conexión inalámbrica para el control y captación local de datos e información involucrada en el proceso electoral de cada centro de votación.

3.1. Redes telefónicas

Estas redes surgen debido a la necesidad de interconectar a los usuarios para establecer una comunicación vocal, su aplicación estaba originalmente destinada al sector privado; sin embargo, cobraron tal importancia que actualmente son un servicio público al alcance de casi cualquier persona, y con los avances tecnológicos unidos a la incorporación de técnicas digitales para la transmisión y conmutación, las redes telefónicas actuales ya no están limitadas a las comunicaciones vocales, sino también incorporan la transmisión de textos y datos, como los que transmitirá el sistema diseñado.

Este tipo de redes se subdividen a su vez en dos grandes grupos: de telefonía fija y telefonía móvil que permiten actualmente comunicarse con cualquier usuario, independientemente del lugar donde se encuentre y en el momento que quiera comunicarse. En Guatemala todas las redes de telecomunicaciones son reguladas por la Superintendencia de telecomunicaciones, SIT por sus siglas en español, que es un organismo técnico perteneciente al Ministerio de Comunicación, Infraestructura y Vivienda, MICIVI por sus siglas en español, encargado de administrar y supervisar la explotación del espectro radioeléctrico, administrar el registro de telecomunicaciones; así como de la elaboración y administración del plan nacional de numeración telefónica.

3.2. Red de telefonía fija

Este tipo de redes tiene como objetivo lograr la comunicación con cualquier usuario, independientemente del lugar u hora en que realice la llamada, hace uso de todos los elementos, medios de transmisión y conmutación necesarios para establecer un circuito específico para la comunicación de gran calidad y de baja susceptibilidad a interferencias y ruidos, pero sacrificando la movilidad.

3.3. Red de telefonía móvil

Estas redes tienen como objetivo lograr la comunicación con cualquier usuario, independientemente del lugar u hora en que realice la llamada, debido a su campo de aplicación este tipo de redes excluyen casi en su totalidad el uso de cables para interconectar a los usuarios, por lo que hacen uso del espectro radio eléctrico para obtener una comunicación inalámbrica, que si bien es más susceptible a interferencias y ruidos, estos proporcionan la movilidad deseada.

3.4. Red Móvil Celular

El origen de este tipo de redes, se remonta a las redes radios móviles que consistían en algunas estaciones bases utilizadas para comunicar unidades móviles, estas redes eran de baja capacidad debido a que la cantidad de llamadas simultáneas dentro del área cubierta por una estación base estaba limitada por la cantidad de canales permitidos por la estación base; asimismo presentaban alto desperdicio de potencia debido a que utilizaban la misma cantidad de potencia para interconectar dos unidades móviles a gran distancia que la que utilizaban para interconectar dos unidades móviles cercanas.

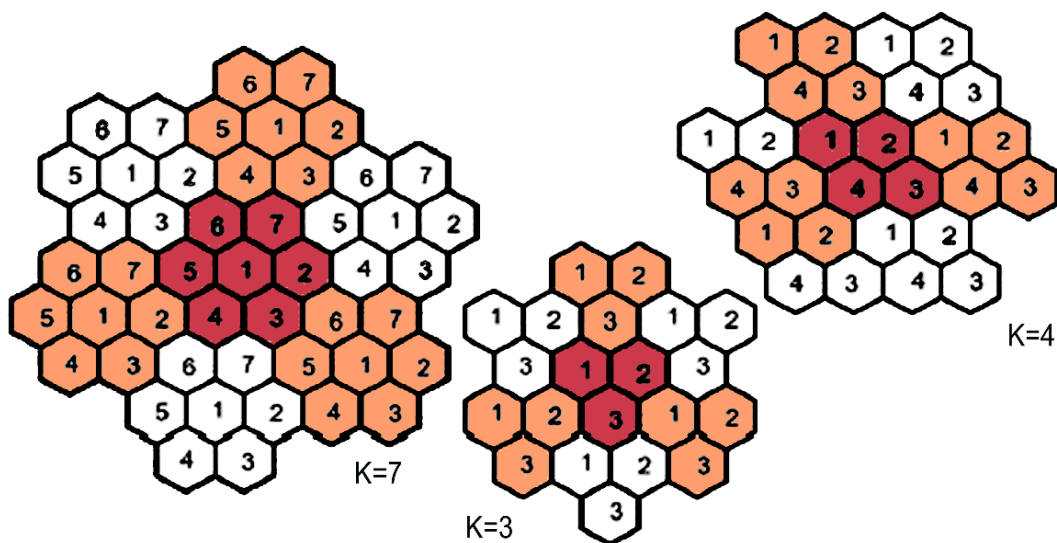
Para solucionar estos inconvenientes, las redes móviles celulares dividieron el área de cobertura en espacios geográficos más pequeños modelados en forma de hexágonos, conocidos como celdas; asimismo se recurrió a la utilización de una sola estación base colocada en el centro de cada celda para controlar a los usuarios que se encuentren dentro del rango de cobertura de la celda, lo que propicia una reducción en la potencia necesaria para la interconexión entre unidades móviles, así como un aumento en el área de cobertura.

Las redes móviles celulares también incrementaron su capacidad, aumentando el número de canales disponibles para la comunicación entre usuarios mediante la reutilización de las frecuencias en espacios geográficos diferentes, asignando a

cada grupo de celdas contiguas, un grupo de frecuencias diferentes. (Eberspächer, Bettstetter, Hartmann.p.25).

Este tipo de redes también prevé que debido a que las terminales para estas por naturaleza son de carácter móvil, podrían moverse de una celda a otra durante una llamada telefónica, por lo que son capaces de realizar un cambio automático de canal/frecuencia conocido como traspaso para mantener la llamada activa sin importar el movimiento (Eberspächer, Bettstetter, Hartmann.p.24).

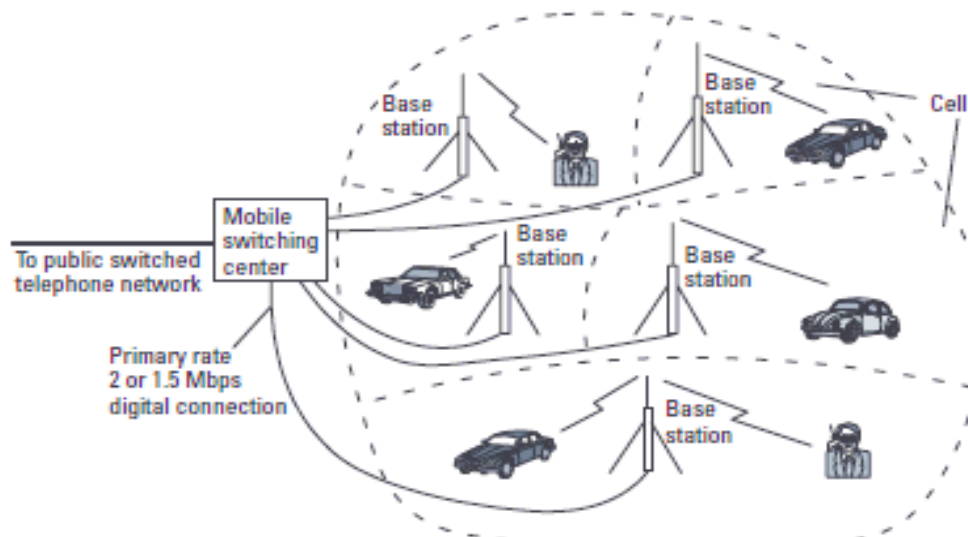
Figura 1. Formación de grupos de celdas y reutilización de frecuencias.



Fuente: EBERSPÄCHER Jörg, VÖGEL Hans-Jörg, BETTSTETTER Christian, HARTMANN Christian. *GSM- Architecture, Protocols and Services*.p.24.

Una red móvil celular simple, está compuesta por la estación móvil es decir el teléfono celular del usuario, la estación base que es un receptor/transmisor de señales radioeléctricas encargado de conectar la estación móvil con el centro de conmutación móvil cuya tarea es elegir la mejor ruta para interconectar a los usuarios ayudándose de registros locales y su conexión con la red telefónica publica conmutada (Anttalainen, p.190).

Figura 2. Estructura simplificada de una red celular



Fuente: ANTTALAINEN, Tarmo. Introduction to Telecommunications Network Engineering.p.191.

En Guatemala, las redes móviles celulares son controladas y administradas por tres grandes operadores de red comercial, los cuales permiten el acceso a sus servicios a cualquier persona individual o jurídica, a cambio de una remuneración económica, la cual puede ser mediante recargas electrónicas, tarjetas telefónicas o a través de contratos pre o post pago.

Los avances tecnológicos, así como la disminución de precios por servicios y terminales móviles, han contribuido a que en Guatemala para el segundo semestre de 2013 existan alrededor de 21,716,357 terminales móviles.

Tabla 2. Terminales móviles por operador (segundo semestre 2013)

	TELEFONICA	COMCEL	TELGUA
Tecnologías utilizadas	GSM	GSM /WCDMA	GSM / GSM 900 MHz
Terminales de crédito	312,905	357,644	413,098
Terminales prepago	4,551,682	9,942,938	6,138,090
Total	4,864,587	10,300,582	6,551,188

Fuente: elaboración propia.

4. Sistema Operativo Android

Android es un sistema operativo basado en el núcleo Linux, originalmente desarrollado por Android Inc., empresa que Google respaldó económicamente y adquirió en 2005 (Girones, 2012), en ese mismo año Google empieza a trabajar en la creación del sistema operativo Android, presentado en 2007 junto con la máquina virtual de Java optimizada para móviles conocida como Dalvik VM.

En 2007 se crea un consorcio conocido como OHA por sus siglas en inglés, al cual pertenecen compañías de hardware, software y telecomunicaciones formada por Google, Intel, Texas Instruments, Motorola, T-Mobile, Samsung, Ericsson, Toshiba, Vodafone, NTT DoCoMo, Sprint Nextel y otros, para avanzar en los estándares abiertos de los dispositivos móviles, que en 2011, lo llevarían a consolidarse como una de las plataforma para teléfonos celulares con mayor cuota de mercado, se estima que en 2016 Android alcanzó el 84.1 % de la cuota del mercado.

El sistema diseñado interactúa con el usuario mediante una tableta con sistema operativo Android, el cual, a su vez, ejecutará una aplicación que permitirá al usuario llevar a cabo el proceso de votación, desde el empadronamiento hasta la emisión del sufragio como tal, la aplicación tiene como característica la compatibilidad con todas las versiones posteriores del sistema operativo Android 6.0 mejor conocido en inglés como *Marshmallow*.

Figura 3. Logo Android Marshmallow 6.0

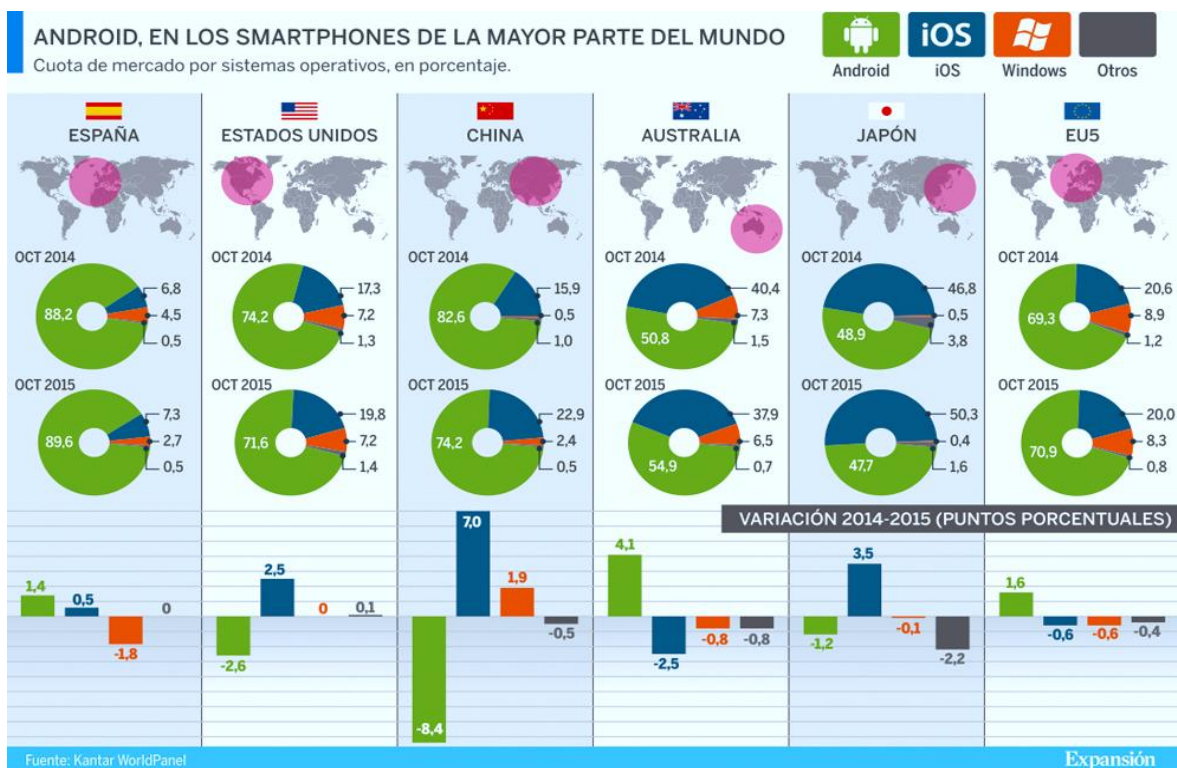


Fuente: https://www.android.com/intl/es_es/versions/marshmallow-6-0.

La razón por la cual se eligió esta versión del sistema operativo Android, es debido a que comparado con otros sistemas operativos para móviles Android posee una serie de características que lo hacen diferente, entre éstas características destacan:

- Se puede usar y modificar el sistema operativo sin pagar regalías.
- Las aplicaciones finales son desarrolladas en Java, lo que nos asegura que podrán ser ejecutadas en una gran variedad de dispositivos.
- Cada aplicación dispone de una serie de permisos que limitan su rango de actuación.
- Optimizado para baja potencia eléctrica y poca memoria de acceso aleatorio, RAM por sus siglas en ingles.
- Alta calidad de gráficos y sonido.

Figura 4. Utilización de los sistemas operativos en dispositivos móviles.



Fuente: <http://www.expansion.com/economia-digital/companias/2015/12/09/56684be1ca474151018b4590.html>.

4.1. Características del sistema operativo Android

Las características actuales del sistema operativo Android en su versión 6.0, hacen que sea idónea para el sistema implementado, pues está orientado a funcionar en dispositivos móviles de todo tipo, ya sean teléfonos móviles, tabletas e incluso mini ordenadores portátiles, que son fáciles de encontrar en el mercado a precios que se adecuan al bolsillo de cualquier usuario, lo que se reflejará en la inversión total del sistema.

Tabla 3. Características actuales del sistema Operativo Android

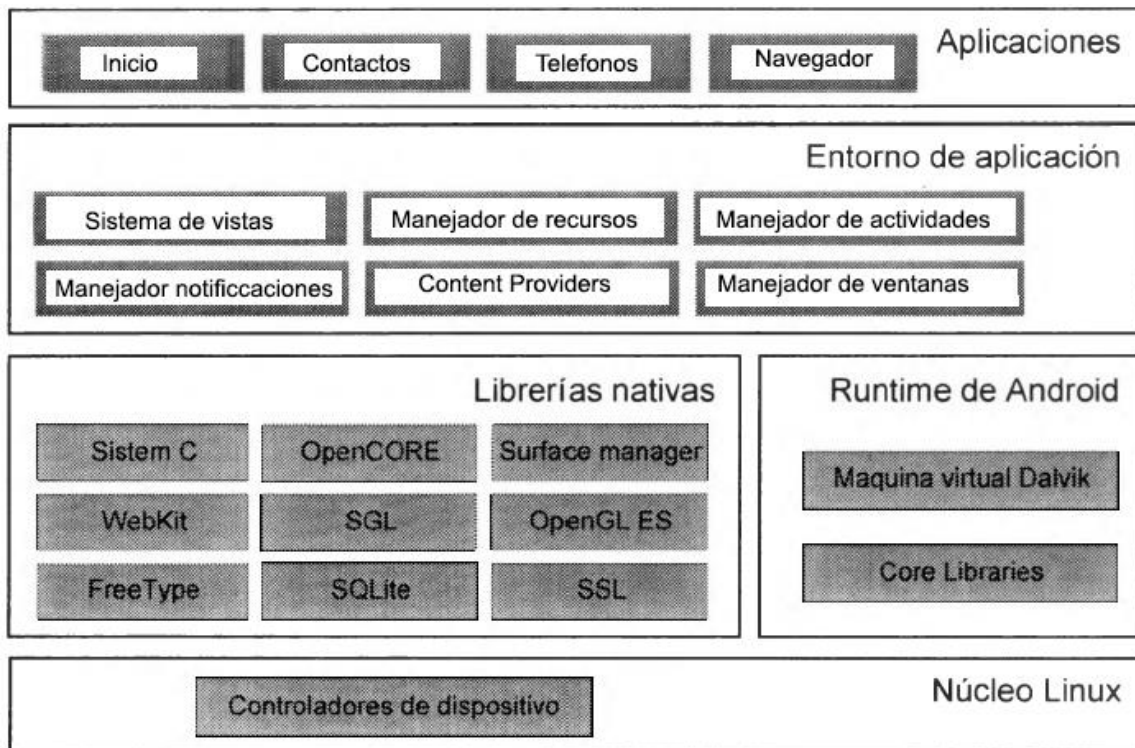
Diseño de dispositivo	La plataforma es adaptable a pantallas de mayor resolución, VGA, biblioteca de gráficos 2D, biblioteca de gráficos 3D basada en las especificaciones de la OpenGL ES 2.0 y diseño de teléfonos tradicionales.
Conectividad	Android soporta las siguientes tecnologías de conectividad: GSM/EDGE, IDEN, CDMA, EV-DO, UMTS, Bluetooth, Wi-Fi, LTE, HSDPA, HSPA+, NFC y WiMAX, GPRS, UMTS y HSDPA+.
Soporte multimedia	Android soporta los siguientes formatos multimedia: WebM, MPEG-4, AMR, AMR-WB (en un contenedor 3GP), AAC, HE-AAC (en contenedores MP4 o 3GP), MP3, MIDI, WAV, JPEG, PNG, GIF y BMP.
Soporte para hardware adicional	Android soporta cámaras de fotos, de vídeo, pantallas táctiles, GPS, acelerómetros, giroscopios, sensores de proximidad y de presión, sensores de luz, termómetro, aceleración por GPU 2D y 3D.
Entorno de desarrollo	Incluye un emulador de dispositivos, herramientas para depuración de memoria y análisis del rendimiento del software, actualmente se considera como entorno oficial Android Studio en su versión 2.2
Multi-táctil	Android tiene soporte nativo para pantallas capacitivas con soporte multi-táctil.
Multitarea	El soporte nativo Multitarea real de aplicaciones está disponible en las últimas versiones de Android.
Características basadas en voz	La búsqueda y ejecución de tareas a través de voz está disponible como desde la versión inicial del sistema.

Fuente: elaboración propia.

4.2. Arquitectura del sistema operativo Android

La arquitectura de Android está basada en un esquema de cuatro capas, las cuales a su vez están basadas en software libre, para permitir una fácil interacción y optimización de cualquier persona (Girones, 2012)

Figura 5. Arquitectura Android



Fuente: GIRONES, Jesus Tomas. El Gran Libro de Android.p.27.

Los componentes principales de la arquitectura de Android se detallan a continuación:

- **Núcleo Linux:** android depende de Linux para los servicios base del sistema como seguridad, gestión de memoria, gestión de procesos, pila de protocolos, controladores para los diferentes dispositivos, además el núcleo también actúa como una capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software.

- **Entorno de ejecución de Android:** esta parte está basada en el concepto de máquina Virtual, Android incluye un set de bibliotecas base que proporcionan la mayor parte de las funciones disponibles en las bibliotecas base del lenguaje Java.

Cada aplicación Android corre su propio proceso, con su propia instancia de la máquina virtual Dalvik, la cual fue desarrollada por Google debido a las limitaciones de los dispositivos donde Android se ejecutaría, de esta manera un dispositivo puede correr múltiples máquinas virtuales de forma eficiente.

Dalvik ejecutaba hasta la versión 5.0 archivos en el formato Dalvik *Executable* (.dex), el cual está optimizado para memoria mínima, además esta Máquina Virtual está basada en registros y cada aplicación corre su propio proceso Linux con su respectiva instancia.

- **Librerías Nativas:** android incluye un conjunto de bibliotecas de C/C++ usadas por varios componentes del sistema. Estas características se exponen a los desarrolladores a través del marco de trabajo de aplicaciones de Android; algunas son:
 - **Biblioteca de sistema C:** es una derivación de la librería del software de distribución de Berkeley, BSD por sus siglas en inglés, de C estándar adaptada para dispositivos embebidos basados en Linux.
 - **Marco de medios:** es una librería que soporta codificadores y decodificadores de reproducción y grabación de una multitud de formatos de audio, video e imágenes.
 - **Kit Web:** es la misma librería que utiliza Google Chrome y Safari para los navegadores *Web*.
 - **Biblioteca de gráficos escalables, SGL por sus siglas en inglés:** motor de gráficos 2D.
 - **Librerías 3D:** las librerías utilizan el hardware 3D si está disponible.
 - **FreeType:** Fuente en mapa de bits y renderizado vectorial.

- **Lenguaje estructurado de consultas ligero, SQLite por sus siglas en inglés:** Es una base de datos relacional potente y ligera.
- **Capa de conexión segura, SSL por sus siglas en inglés:** proporciona los servicios de encriptación.
- **Entorno de aplicaciones:** proporciona una plataforma de desarrollo libre para aplicaciones, esta capa ha sido diseñada para simplificar la reutilización de componentes, es decir que las aplicaciones pueden publicar sus capacidades y otras pueden hacer uso de ellas, este mismo mecanismo permite a los usuarios reemplazar componentes.

Una de las mayores fortalezas del entorno de aplicación de Android es que se aprovecha el lenguaje de programación Java. El kit de desarrollo de Android no acaba de ofrecer todo lo disponible para su estándar del entorno de ejecución Java, pero es compatible con una fracción muy significativa de la misma, los servicios más importantes que incluye son:

- **Vistas:** extenso conjunto de vistas.
- **Administrador de recursos:** proporciona acceso a recursos.
- **Administrador de actividades:** maneja el ciclo de vida de las aplicaciones y proporciona un sistema de navegación entre ellas.
- **Administrador de notificaciones:** permite a las aplicaciones mostrar alertas personalizadas en la barra de estado.
- **Proveedores de contenido:** mecanismo sencillo para acceder a datos de otras aplicaciones.
- **Aplicaciones:** este nivel está formado por el conjunto de aplicaciones instaladas, estas son ejecutadas en la máquina virtual Dalvik para garantizar la seguridad del sistema, normalmente las aplicaciones están escritas en Lenguaje Java y para el desarrollo de las mismas puede utilizarse entornos de desarrollo integrado como Eclipse o Android Studio, de preferencia en sus versiones más recientes, Neon y 2.2 respectivamente.

5. Android Studio

La aplicación Android será desarrollada utilizando Android Studio, específicamente la versión 2.2, de la cual existe gran cantidad de información y tutoriales acerca del desarrollo de aplicaciones, lo que ofrece determinada flexibilidad para mejorar y ampliar los alcances de la aplicación que servirá como interfaz de usuario y que correrá en la tableta que se usará como dispositivo final, se eligió este entorno de desarrollo integrado en específico debido a que ofrece las siguientes funciones al momento del desarrollo y compilación de la interfaz de usuario durante su diseño y construcción:

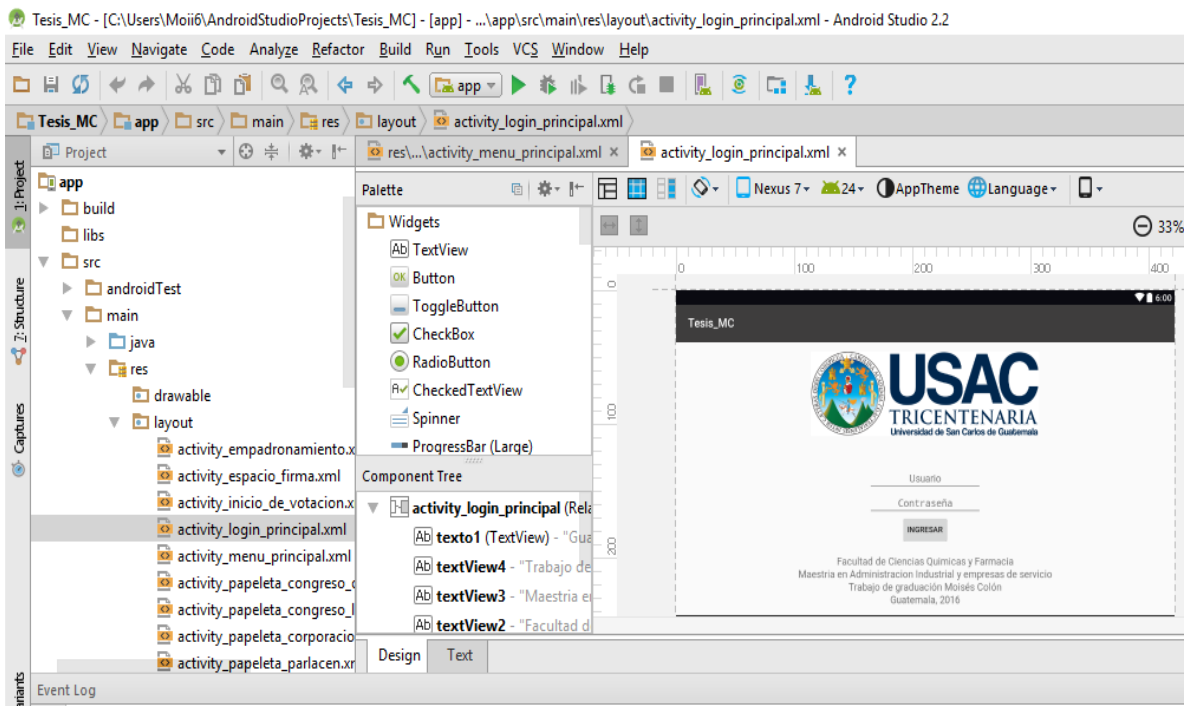
- Sistema de compilación flexible.
- Un emulador rápido con varias funciones.
- Un entorno unificado en el que puedes realizar desarrollos para todos los dispositivos Android.
- Ejecución instantánea, para aplicar cambios mientras tu app se ejecuta sin la necesidad de compilar un nuevo paquete de aplicación Android
- Integración de plantillas de código para ayudar a compilar funciones comunes de las aplicaciones e importar ejemplos de código al momento de programar.
- Gran cantidad de herramientas y marcos de referencia de prueba.
- Herramientas para detectar problemas de rendimiento, uso, compatibilidad de versión, etc.
- Soporte integrado para la plataforma en la nube de Google, que facilita la integración de mensajes en la nube y motores de aplicación.
- Plantillas para la creación de diseños comunes de Android y otros componentes.

Android Studio además presenta una compatibilidad muy grande en cuanto a los sistemas operativos en los que se ejecutara, pues está disponible para Windows 2003, Vista, 7, 8, 10 y GNU/Linux, tanto plataformas de 32 como de 64 bits, Linux con GNOME o KDE y 2 GB de memoria RAM y Mac OS X, desde 10.8.5 en adelante.

Para ejecutar Android Studio en el sistema operativo Windows se recomiendan contar con una PC con las siguientes características:

- Windows 7/8/10 (32 o 64 bits).
- 2 GB de memoria RAM como mínimo.
- 2 GB de espacio libre como mínimo en el disco duro.
- Resolución mínima de 1.280 x 800.
- Java 8.

Figura 6. Entorno de desarrollo IDE Android Studio



Fuente: Elaboración Propia

6. Java

El lenguaje de programación utilizado para la aplicación es Java, el cual es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos, diseñado específicamente para tener pocas dependencias de implementación, su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo, lo que quiere decir que el código que

es ejecutado en una plataforma no tiene que ser recompilado para correr en otra (Martinez, p2.).

El lenguaje de programación Java fue presentado en el segundo semestre de 1995 y desde entonces cuenta con mucha aceptación y se ha convertido en el lenguaje de programación más utilizado a nivel mundial, pues los programas hechos en este lenguaje pueden ejecutarse en diversos sistemas operativos como Windows, MacOS, Linux o Solaris, para obtener esta característica se hace uso de un entorno conocido como ambiente de ejecución Java, JRE por sus siglas en inglés, en el cual se ejecutan los programas compilados (Martinez, 2000).

7. Servidores

Un servidor es una aplicación en ejecución o software capaz de atender las peticiones de un cliente y devolverle una respuesta, es decir que operan bajo una arquitectura cliente-servidor, en búsqueda de ofrecer a los clientes la posibilidad de compilar datos, información y recursos de *hardware* y *software*.

Comúnmente los servidores proveen servicios esenciales dentro de una red, ya sea para usuarios privados dentro de una organización o compañía, o para usuarios públicos a través de Internet. Los tipos de servidores más comunes son servidor de base de datos, servidor de archivos, servidor de correo, servidor de impresión, servidor web, servidor de juego, y servidor de aplicaciones.

7.1. Tipos de servidores

- **Servidor de archivos:** es el que almacena varios tipos de archivos y los distribuye a otros clientes en la red.
- **Servidor de correo:** almacena, envía, recibe, enruta y realiza otras operaciones relacionadas con el correo electrónico para los clientes de la red.
- **Servidor web:** almacena documentos HTML, imágenes, archivos de texto, escrituras, y demás material Web compuesto por datos (conocidos

colectivamente como contenido), y distribuye este contenido a clientes que la piden en la red.

- **Servidor de base de datos:** provee servicios de base de datos a otros programas u otras computadoras, como es definido por el modelo cliente-servidor.
- **Servidor de reserva:** tiene el software de reserva de la red instalado y tiene cantidades grandes de almacenamiento de la red en discos duros u otras formas del almacenamiento (cinta, etc.) disponibles para que se utilice con el fin de asegurarse de que la pérdida de un servidor principal no afecte a la red.
- **Servidor de Seguridad:** tiene *software* especializado para detener intrusiones maliciosas, normalmente tienen antivirus, anti espías, seguridad para *software* malicioso, además de contar con cortafuegos redundantes de diversos niveles y/o capas para evitar ataques, los servidores de seguridad varían dependiendo de su utilización e importancia.

Sin embargo, de acuerdo al rol que asumen dentro de una red se dividen en:

- **Servidor dedicado:** son aquellos que le dedican toda su potencia a administrar los recursos de la red, es decir, a atender las solicitudes de procesamiento de los clientes.
- **Servidor no dedicado:** son aquellos que no dedican toda su potencia a los clientes, sino también pueden jugar el rol de estaciones de trabajo al procesar solicitudes de un usuario local.

8. Base de datos

Ahora que se comprende mejor la tecnología que se utilizó en el sistema, se debe enfocar el esfuerzo en la comprensión del funcionamiento de las bases de datos, debido a que no todas son iguales, y la definición de la base de datos del sistema utilizado en esta red no está definido en ningún manual de usuario, se debe

llegar a concluir qué tipo de base de datos está en funcionamiento, esto para saber cuál es la mejor forma de realizar la búsqueda.

8.1. Definición de base de datos

Una base de datos o banco de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido, una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. Actualmente, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), y por ende se ha desarrollado y se ofrece un amplio rango de soluciones al problema del almacenamiento de datos.

8.2. Tipos de base de datos

Existen diferentes tipos de base de datos, las que pueden clasificarse de varias maneras, de acuerdo al contexto que se esté manejando, la utilidad de las mismas o las necesidades que satisfagan.

8.2.1. Según la variabilidad

Existen diferentes tipos de bases de datos, el objetivo de sus usos define el tipo de base de datos necesario para cada fin, según su variabilidad se pueden encontrar los siguientes tipos:

8.2.1.1. Bases de datos estática

Son bases de datos de solo lectura, utilizadas primordialmente para almacenar datos históricos que posteriormente se pueden utilizar para estudiar el comportamiento de un conjunto de datos a través del tiempo, realizar proyecciones, tomar decisiones y realizar análisis de datos para inteligencia empresarial (Carlson, 1980, p.81).

8.2.1.2. Bases de datos dinámicas

Éstas son bases de datos donde la información almacenada se modifica con el tiempo, permiten operaciones como actualización, borrado y adición de datos, además de las operaciones fundamentales de consulta. Un ejemplo de esto puede ser la base de datos utilizada en un sistema de información de un supermercado, una farmacia, un videoclub o una empresa (Fujitsu Network Communications, 2002, p.101).

8.3. Bases de datos transaccionales

Son bases de datos cuyo único fin es el envío y recepción de datos a grandes velocidades, estas bases son muy poco comunes y están dirigidas, por lo general, al entorno de análisis de calidad, datos de producción e industrial, es importante entender que su fin único es recolectar y recuperar los datos a la mayor velocidad posible; por lo tanto, la redundancia y duplicación de información no es un problema como con los otros tipos de bases de datos, por lo general, para poderlas aprovechar al máximo permiten algún tipo de conectividad a bases de datos relacionadas (Carlson, 1980, p.101-102). Un ejemplo habitual del uso de este tipo de bases de datos son las utilizadas para transacciones monetarias entre cuentas bancarias.

Normalmente se realiza mediante dos operaciones distintas, una en la que se decrementa el saldo de la cuenta origen y otra en la que se incrementa el saldo de la cuenta destino. Para garantizar la atomicidad del sistema, es decir, para que no aparezca o desaparezca dinero, las dos operaciones deben ser atómicas.

El sistema debe garantizar que incluso con una caída del sistema, solo pueden existir dos tipos resultados finales, en el primero se realizan las operaciones de incremento o decremento en ambas cuentas, o bien no se realiza ninguna de las dos operaciones en ninguna de las cuentas (Raghu, 2002, pp.341).

8.4. Bases de datos relacionales

Éste es el modelo utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente, tras ser postulados sus fundamentos en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José California, no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos.

Su idea fundamental es el uso de "relaciones", las cuales pueden considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados "tuplas". Pese a que ésta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de manera más fácil de imaginar, esto es pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por registros (las filas de una tabla), que representarían las tuplas, y campos (las columnas de una tabla).

En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia (a diferencia de otros modelos como el jerárquico y el de red), esto tiene la considerable ventaja de que es más fácil de entender y de utilizar para un usuario esporádico de la base de datos. La información puede ser recuperada o almacenada mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información.

8.5. Lenguaje estructurado de consultas

En bases de datos, una consulta es el método para acceder a los datos en las bases de datos, con las cuales se puede modificar, borrar, mostrar y agregar datos en una base de datos haciendo uso de un lenguaje estructurado de consultas, el cual es parecido a un lenguaje de programación.

El lenguaje de consultas a base de datos más utilizado es SQL, por sus siglas en inglés, desarrollado entre 1974 y 1975 en IBM *Research*, llamado originalmente SEQUEL, por sus siglas en inglés y servía como interfaz para un sistema experimental de base de datos llamado SYSTEM R (Raghu, 2002, p.23).

El lenguaje estructurado de consultas fue introducido por Oracle por primera vez en una base de datos comercial en el año 1979, se convirtió en un estándar del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares y de la Organización Internacional de Normalización, dando lugar al SQL-86 o SQL1, que se fue actualizando a SQL-92 o SQL2, luego a SQL3 y actualmente (2004) a SQL4 (Tanenbaum, 2003, p.65).

9. Lenguaje de marcado de Hipertexto

El lenguaje empleado para la publicación de resultados de la votación será el lenguaje de marcado de Hipertexto, HTML por sus siglas en inglés, mediante una página dedicada.

HTML es un lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web, es un estándar que sirve de referencia del software que conecta con la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código denominado código HTML para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, videos, juegos, entre otros.

10. Tableta

Una tableta será el dispositivo a través del cual la población ejercerá su voto, estas no son más que una computadora portátil de mayor tamaño que un teléfono inteligente o un asistente personal digital, integrada en una pantalla táctil sencilla o multitáctil, con la que se interactúa principalmente con los dedos, sin necesidad de teclado físico o ratón.

10.1. Utilidades de una Tablet

Dentro de las actuales utilidades que podemos encontrar en una Tablet destacan:

- Lectura de libros electrónicos.

- Lectura sin conexión de páginas web.
- Lectura de cómics.
- Consulta y edición de documentos de suites ofimáticas.
- Navegación web.
- Llamadas telefónicas, sustituyendo así al teléfono móvil.
- Sistema de posicionamiento global, GPS por sus siglas en ingles.
- Reproducción de música.
- Visualización de vídeos y películas, cargadas desde la memoria interna, memoria externa o disco duro.
- Cámara web fotográfica y de vídeo en alta definición.
- Videoconferencia.

La tableta funciona como una computadora, solo que más ligera en peso y más orientada al multimedia, lectura de contenidos y a la navegación web que a usos profesionales.

Dependiendo del sistema operativo que implementen y su configuración, al conectarse por USB a un ordenador, se pueden presentar como dispositivos de almacenamiento, mostrando solo la posible tarjeta de memoria interna o externa conectada a la tableta

10.2. Comparación de las tabletas con computadoras portátiles

Ventajas

- Su facilidad de uso en entornos donde resulta complicado un teclado y un ratón.
- Su peso ligero.
- El entorno táctil hace que en para ciertas actividades el trabajo sea más fácil que con el uso de un teclado y un ratón.
- Facilita la realización de dibujos digitales y edición de imágenes pues resulta más preciso e intuitivo que pintar o dibujar con el ratón.

- Para algunos usuarios resulta más interactivo y agradable usar un lápiz, una pluma o el dedo para apuntar y pulsar sobre la pantalla, en lugar de utilizar un ratón o un panel táctil.
- La duración de la batería es mucho mayor que la de una computadora portátil.

Desventajas

- Precio superior debido a la complejidad de la pantalla una tableta resulta ser más cara que un portátil con especificaciones de hardware similar.
- Menor velocidad de interacción que una computadora.
- Comodidad
- Menor capacidad de vídeo que una computadora.
- Las pantallas de las tabletas se manipulan más que las de las computadoras, por lo que corren un mayor riesgo de daños debido a los golpes y al mal uso.

Para propósitos de este trabajo se utilizará la tableta Google Nexus 7 en su versión 2013, la misma cuenta con una pantalla de siete pulgadas, soporte multi táctil, cámara trasera de cinco megapíxeles y frontal de dos megapíxeles, dos GB de memoria RAM y una batería de 3950 mAh que la hacen ideal para los propósitos deseados.

Figura 7. Tableta Google Nexus 7



Fuente: Elaboración Propia

III. JUSTIFICACIÓN

El proceso electoral en Guatemala toma al menos un año y medio desde su planificación hasta la emisión de resultados, esto debido a la gran cantidad de juntas receptoras de votos y el sobre dimensionamiento del recurso humano involucrado en el proceso como tal del que dispone el Tribunal Supremo Electoral, que es la máxima autoridad en materia electoral en Guatemala, y que es el encargado entre otras cosas a administrar y llevar a cabo el proceso electoral cada cuatro años a nivel nacional.

Actualmente el Tribunal Supremo Electoral no cuenta con un sistema que permita llevar a cabo el proceso electoral de manera rápida y confiable, pues desde el principio hasta la publicación de los resultados le toman al TSE alrededor de un año y medio , por lo tanto resulta necesario rediseñar el proceso de obtención del padrón electoral, la emisión de sufragio y la publicación de los resultados, trayendo a la mente que vivimos en tiempos de revolución teológica, y que por encima de cualquier apreciación los avances en materia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación de los últimos años han permitido aumentar exponencialmente la capacidad de procesar y calcular información.

Lo cual se traduce en una maximización de la productividad mediante la eliminación de los puntos débiles del proceso actual y la automatización del proceso en general pues actualmente Guatemala cumple las tres condiciones básicas para la implementación de un sistema de votación electrónico que vendrían siendo:

- La población tiene un nivel adecuado de aceptación social frente a nuevas tecnologías en materia electoral.
- La infraestructura de telecomunicaciones en el país proporciona la factibilidad técnica para implementar el voto electrónico.
- La propuesta resulta atractiva políticamente para la mayoría de sectores políticos, pues el sistema actual presenta un sin número de deficiencias.

IV. OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema para la emisión del sufragio electoral a nivel nacional, a través del acceso a dispositivos electrónicos en Guatemala.

Específicos

- Automatizar el proceso de emisión de sufragio a nivel nacional, haciendo uso del sistema diseñado iniciando con el proceso de empadronamiento hasta llevar a cabo el conteo de votos y emisión de resultados.
- Diseñar una aplicación lo suficientemente intuitiva y segura que permita a la población emitir el sufragio a nivel nacional de manera electrónica.
- Construir bases de datos seguras que permitan la recolección y consulta de los resultados en tiempo real.
- Diseñar los procesos de comunicación e intercambio de información entre el tribunal supremo electoral durante las votaciones y el sistema diseñado.

V. METODOLOGÍA

Basado en la siguiente metodología se pretende realizar el diseño de un proceso y sistema para la emisión del sufragio a nivel nacional, a través del acceso a dispositivos electrónicos en Guatemala. En la misma se muestran aspectos como el tipo de investigación, técnicas y herramientas a utilizar durante el diseño del proceso y sistema deseado.

1. Tipo de investigación

El tipo de investigación a emplear en el diseño del proceso y sistema propuesto será del tipo aplicada, debido a que el objetivo consiste en emplearlo en provecho de la sociedad guatemalteca.

2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación consiste básicamente en la división de la misma en dos partes; experimental y no experimental, mediante las cuales se desea plantear el diseño de un proceso y sistema para la emisión del sufragio a nivel nacional, a través del acceso a dispositivos electrónicos en Guatemala.

2.1. Parte experimental

Esta parte consiste en aplicar todos los conocimientos necesarios para llevar a cabo el diseño del proceso y sistema para la emisión del sufragio a nivel nacional, a través del acceso a dispositivos electrónicos en Guatemala.

En la misma se incluyen diferentes actividades como lo son:

- Consultar las diferentes bases de datos, cuyos resultados serán mostrados mediante un sistema de visualización en tiempo real.
- Escribir códigos fuentes tanto para la aplicación que interactuara con la población, así como la base de datos que contendrá toda la información de los resultados y de control durante el proceso de votación.

- Realizar la conectividad entre los distintos puntos de votación mediante la infraestructura de telecomunicaciones nacional, transportando los mismos de manera segura hacia el centro de control.

2.2. Parte no experimental

La parte no experimental o teórica consiste en realizar una recolección de la mayor cantidad de información posible, para sustentar legalmente el diseño, entender a detalle el proceso electoral en Guatemala y entender ampliamente la realidad del problema.

La recolección fue del tipo documental, para lo cual fue necesario investigar documentos escritos y digitales sobre el proceso electoral en el país, experiencias pasadas en otros países en materia del voto electrónico, así como de las distintas tecnologías a utilizar en el diseño, lo que permitirá tener un diseño limpio para garantizar el correcto funcionamiento del proceso y sistema, así como también la interpretación de los resultados.

3. Instrumentos

- **Tabletas con sistema operativo Android:** serán las encargadas de correr la aplicación de votación con la que interactuara la votación.
- **Android Studio:** es el entorno de desarrollo donde se creará la aplicación de votación mediante el lenguaje de programación Java.
- **Bases de datos:** Serán las encargadas de almacenar los resultados de la votación.
- **Infraestructura de telecomunicación nacional:** formaran el medio de transporte de la información de control y de los resultados de la votación.
- **Servidores:** serán los encargados de almacenar de manera segura los resultados y de correr la página que mostrara los mismos a la población.

4. Uso de los instrumentos

- **Las tabletas:** con sistema operativo Android a utilizar deberán de correr la última versión del sistema operativo, lector de huellas dactilares, cámara frontal de 5 Mega pixeles y un altavoz lo suficientemente potente como para que las personas con discapacidad visual puedan utilizar la aplicación. Las tabletas brindaran además de la interfaz de interacción con el usuario, ciertas medidas de seguridad como la autenticación de usuarios y toma de fotografías de los ciudadanos.
- **Android Studio:** se utilizará este entorno de desarrollo debido a que presenta una gran cantidad de librerías que pudieran servir durante la programación, así mismo su descarga es gratuita, lo que reduciría los costos del proyecto en gran manera.
- **Bases de datos:** se decidió usar el lenguaje estructurado de consultas, SQL por sus siglas en inglés, para controlar las bases de datos que almacenaran los resultados de las votaciones, la elección de estas es debido a su flexibilidad.
- **Infraestructura de telecomunicaciones nacional:** estará formada por los equipos de red de las tres compañías que operan en el País, y por medio de estos se trasportaran los datos de control y los resultados hacia el centro de control.
- **Servidores:** formarán la memoria del sistema, ya que en ellos se almacenarán los resultados y la página web de muestra de resultados, deberán de contar con las medidas de seguridad suficientes tanto física como a nivel de energía.

VI. RESULTADOS

El sistema implementado comprende el uso de hardware y software, los cuales tienen como objetivo llevar a cabo el proceso de emisión de votos a nivel nacional, así como permitir una depuración en el padrón electoral, ambos mediante el uso de dispositivos electrónicos y la infraestructura de telecomunicaciones a nivel nacional.

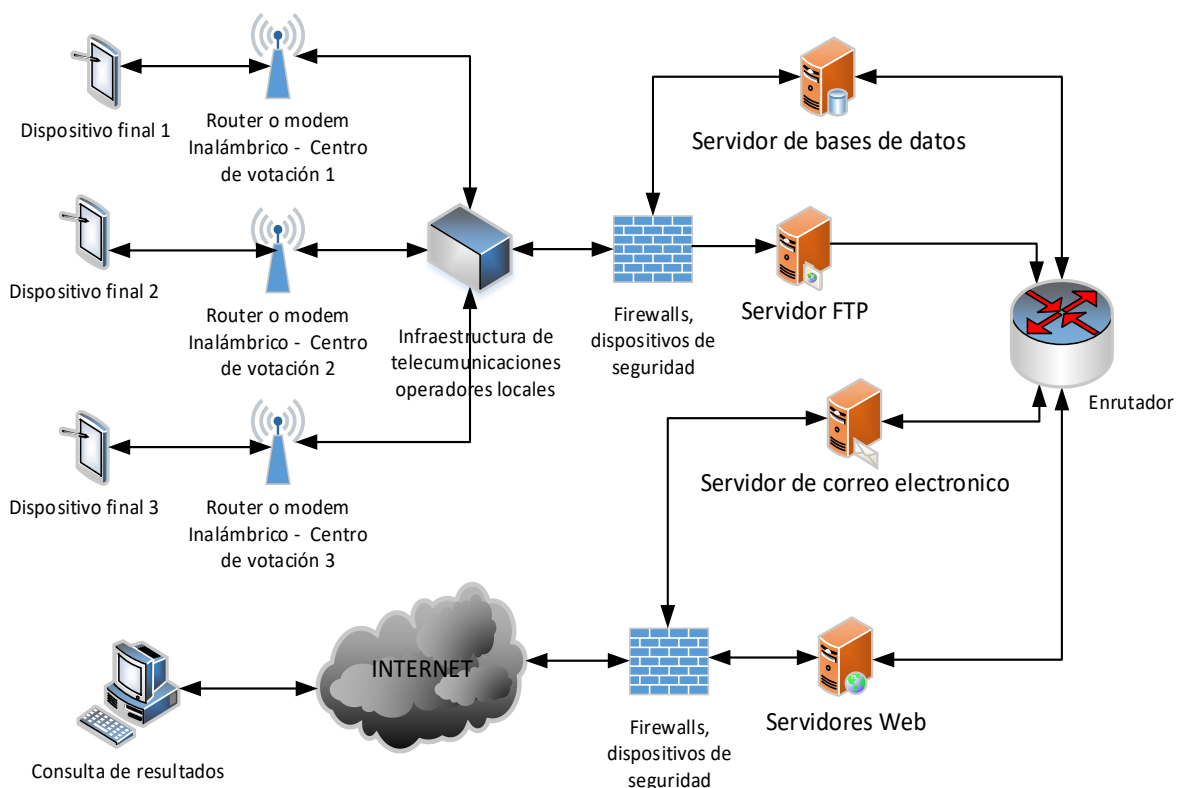
La estructura del sistema implementado se divide en diversos dispositivos y unidades, los cuales trabajan conjuntamente para poder controlar los procesos del sistema en general, los dispositivos y unidades utilizados son los siguientes:

- **Dispositivo final:** consiste en tabletas *de 7 pulgadas* con sistema operativo Android versión 6.0, en el cual se ejecuta la interfaz de usuario.
- **Interfaz de usuario:** es la interfaz gráfica que permite llevar a cabo tanto el proceso de obtención del padrón electoral a cargo del personal del Tribunal Supremo Electoral, así como la emisión del voto de manera automática por parte de los ciudadanos, todo mediante una aplicación diseñada especialmente de manera amigable y segura para el sistema implementado.
- **Infraestructura de telecomunicaciones:** su función principal es transportar de manera segura y rápida los datos enviados desde las interfaces de usuario hasta el Centro de control.
- **Centro de Control:** es el lugar físico en donde se encuentran y administran los servidores de bases de datos y servidores web, así mismo es el encargado de monitorear el comportamiento y uso del sistema.
- **Servidores de bases de datos:** su función consiste en almacenar toda la información referente al padrón electoral y los diferentes resultados enviados desde las interfaces de usuario.
- **Servidor de correo electrónico:** Su función es contener y soportar el servicio de correo electrónico del Tribunal Supremo Electoral, es importante destacar que puede hacerse uso del servidor actual.
- **Servidor de protocolo de transferencia de archivos:** es el encargado de almacenar de manera segura las fotografías y firmas obtenidas en el padrón electoral, las cuales serán consultadas de manera remota por las

interfaces de usuario al momento de validar el empadronamiento previo a que el ciudadano emita su voto.

- **Servidores Web:** su función es responder de manera segura a todas las solicitudes provenientes de la página web desarrollada para el sistema.
- **Página Web:** su función principal es obtener la información almacenada en el servidor de base de datos que almacena los resultados de las votaciones, interpretarlos y mostrarlos de manera amigable y en tiempo real mediante internet a la población.

Figura 8. Estructura del sistema



Fuente: elaboración propia.

Los procesos del sistema implementado son los siguientes:

- **Obtención del padrón electoral:** este proceso consiste en obtener un padrón electoral actualizado utilizando uno de los módulos de la interfaz de usuario y guardando los datos en la base de datos de empadronamiento.

- **Depuración del padrón electoral:** este proceso consiste en analizar y filtrar con criterios estrictos de seguridad el padrón electoral.
- **Validación del empadronamiento:** este punto consiste en validar previo a la emisión del sufragio el empadronamiento del ciudadano, mediante una consulta a la base de datos de empadronamiento.
- **Emisión del voto:** Este proceso consiste en la emisión del sufragio a todo nivel, es decir desde la elección de presidente y vicepresidente, alcaldes, diputados al Congreso de la Republica y al Parlamento Centroamericano, todo mediante el uso de la interfaz de usuario.
- **Publicación de los resultados:** Este proceso comprende la lectura de las bases de datos y su posterior publicación en una página web.

Figura 9. Diagrama de procesos del sistema



Fuente: elaboración propia.

Tres procesos (Obtención del padrón electoral, Validación del empadronamiento y emisión del voto) del sistema diseñado se llevan a cabo mediante la utilización Interfaz de usuario que lleva el nombre de Tesis_MC y tiene como objetivo ser la conexión entre los usuarios del Tribunal Supremo Electoral y los electores.

Figura 10. Icono de la Interfaz de usuario- Tesis_MC



Fuente: elaboración propia.

Tesis_MC está compuesta de cinco ventanas (*Activities*), la principal llamada “*login_principal*” en la cual el usuario del TSE (Tribunal Supremo Electoral) ingresa su usuario y contraseña para luego presionar el botón “INGRESAR” para ir a la segunda ventana llamada “*menú_principal*”.

Figura 11.Ventana “login_principal”

Tesis_MC

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Usuario

Contraseña

INGRESAR

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Maestría en Administración Industrial y empresas de servicio
Trabajo de graduación Moisés Colón
Guatemala, 2016

Fuente: elaboración propia.

Figura 12.Ventana “menu_principal”

Tesis_MC

Instrucciones de empadronamiento: El empadronamiento es la gestión que realiza el ciudadano ante el Registro de Ciudadanos a efecto de que se incluya en el padrón electoral y pueda emitir el sufragio, el único requisito para poder empadronarse es presentar el Documento Personal de Identificación (DPI), para iniciar el proceso seleccione el boton "Empadronamiento".

admin

.....|

EMPADRONAMIENTO

Instrucciones de validacion de empadronamiento: Para iniciar el proceso de validacion seleccione el boton "Validar empadronamiento".

VALIDAR EMPADRONAMIENTO

Instrucciones de votación: Para iniciar el proceso de votación seleccione el boton "Inicio de votación".

INICIO DE VOTACIÓN

Fuente: elaboración propia.

La ventana “menú_principal” da acceso a las otras tres ventanas con que cuenta la Interfaz de usuario, si el usuario del TSE (Tribunal Supremo Electoral) ingresa su usuario y contraseña para luego presionar el botón “EMPADRONAMIENTO” la Interfaz de usuario ingresa al proceso de Obtención del padrón electoral por medio de la ventana llamada “empadronamiento”, en el cual el usuario del TSE (Tribunal Supremo Electoral) tomara los datos del ciudadano, le tomara una fotografía y hará que el mismo firme usando su dedo sobre la pantalla del dispositivo final.

Figura 13.Ventana “empadronamiento”

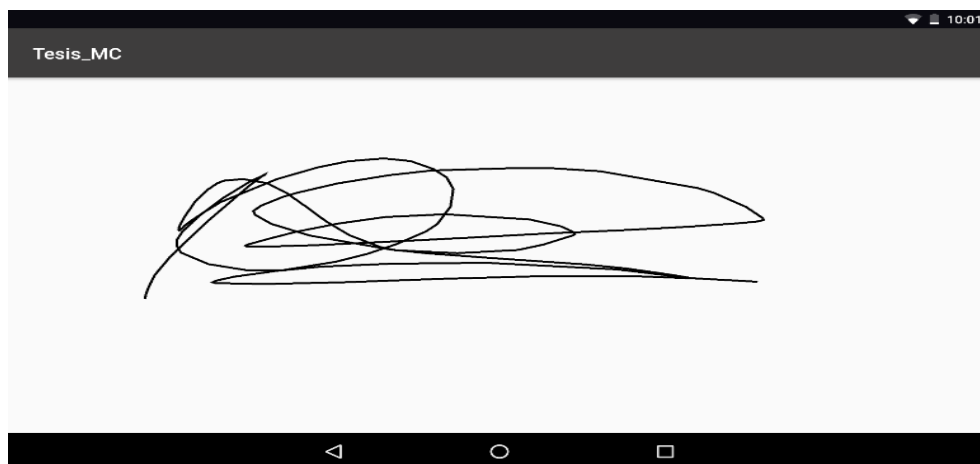
The screenshot shows a mobile application interface titled "Tesis_MC". The form contains the following fields and values:

- Estado: Activo
- Nombre Completo: Yenifer Marisol Roblero B.
- Genero: Femenino
- Lee y escribe: si
- Vidente: si
- CUI: 1111111110101
- Depto. de vecindad: Guatemala
- Muni. de vecindad: Mixco
- Depto. de residencia: Guatemala
- Muni. de residencia: Mixco
- Direccion Geoelectoral: si

At the bottom right of the form, there are three buttons: "FIRMAR", "TOMAR FOTOGRAFIA", and "GUARDAR EMPADRONAMIENTO". The bottom navigation bar shows standard Android icons.

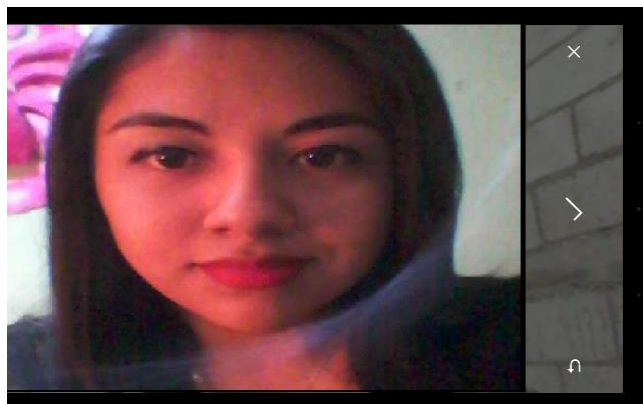
Fuente: elaboración propia.

Figura 14.Ventana “firma”



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Ventana “fotografía”



Fuente: elaboración propia.

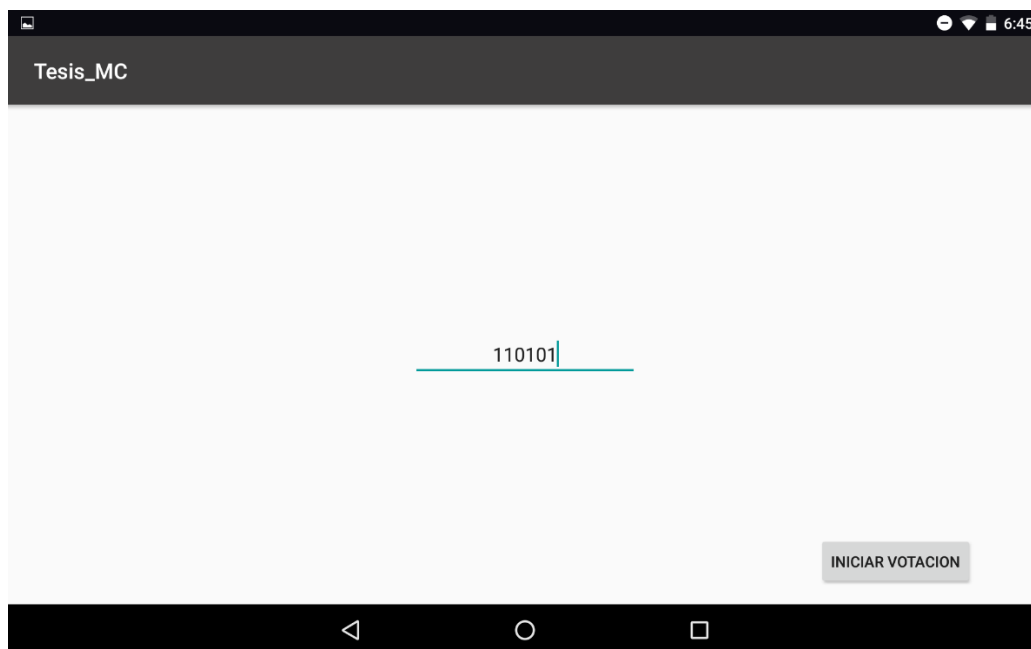
La segunda ventana a la que se puede acceder desde la ventana “menú_principal” es llamada “validar_empadronamiento” y es en ella donde se lleva a cabo el proceso de Validación del empadronamiento, para hacerlo únicamente es necesario ingresar el en la línea de “CUI” el número de DPI y luego presionar el botón “Validar”, para que la aplicación muestre de manera ordenada la información y la fotografía tomada al ciudadano al momento del empadronamiento.

Figura 16. Ventana “validar_empadronamiento”

Fuente: elaboración propia.

La tercera ventana a la que se puede acceder desde la ventana “menu_principal” es la llamada “inicio_de_votación” y esta inicia el proceso de emisión del voto, empezando por el ingreso por parte del usuario del TSE (Tribunal Supremo Electoral) el número de DPI del ciudadano previamente validado, luego presionando el botón “INICIAR VOTACIÓN”.

Figura 17. Ventana “inicio_de_votación”



Fuente: elaboración propia.

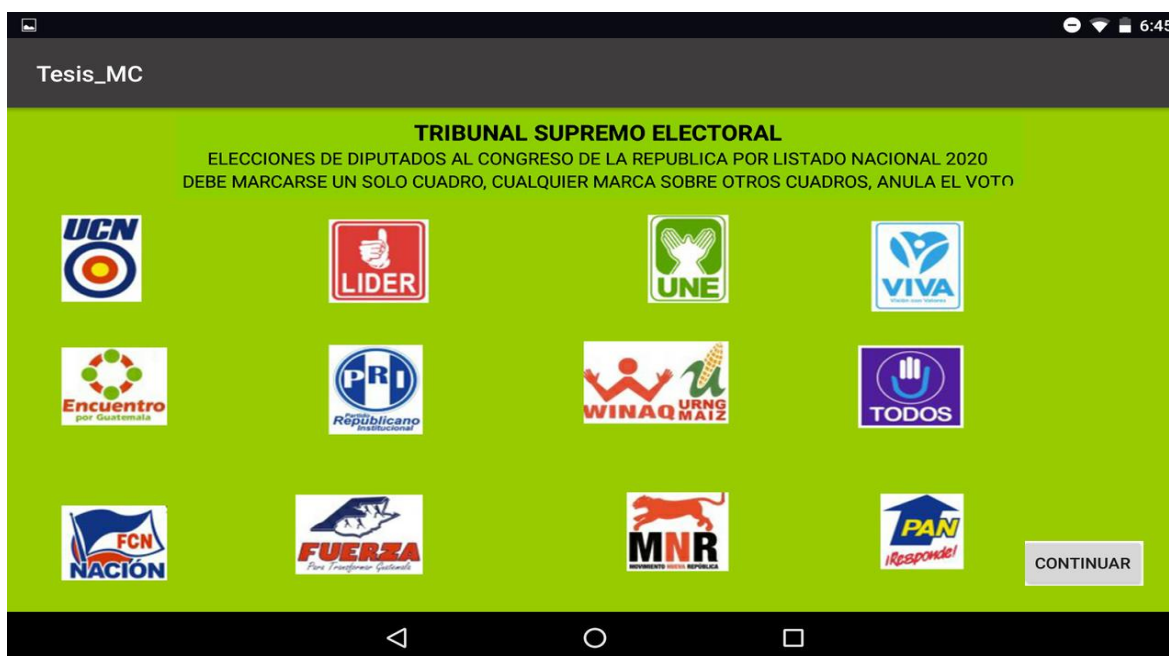
Posterior a esto la aplicación llamará de manera automática a la primera papeleta de votación y a su vez enviara a la base de datos de votación un registro con la hora y el número del documento personal de identificación del ciudadano que está votando en ese momento, posterior a esto el usuario del Tribunal Supremo Electoral entregara el dispositivo final al ciudadano y este llevara a cabo la votación en las distintas papeletas, seleccionando su opción deseada y presionando el botón “Continuar” hasta llegar a la última papeleta en donde seleccionara su opción deseada y presionara el botón “Finalizar e imprimir comprobante” con lo cual el proceso de votación queda finalizado.

Figura 18. Papeleta Presidente y Vicepresidente



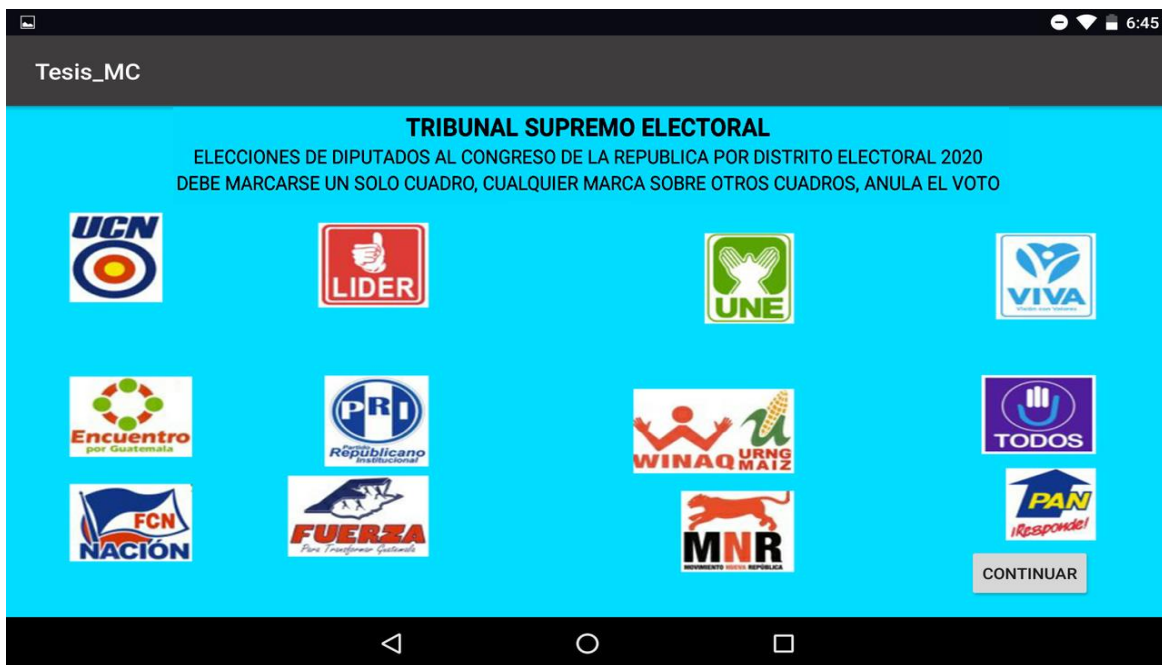
Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Papeleta Diputados al congreso por listado nacional



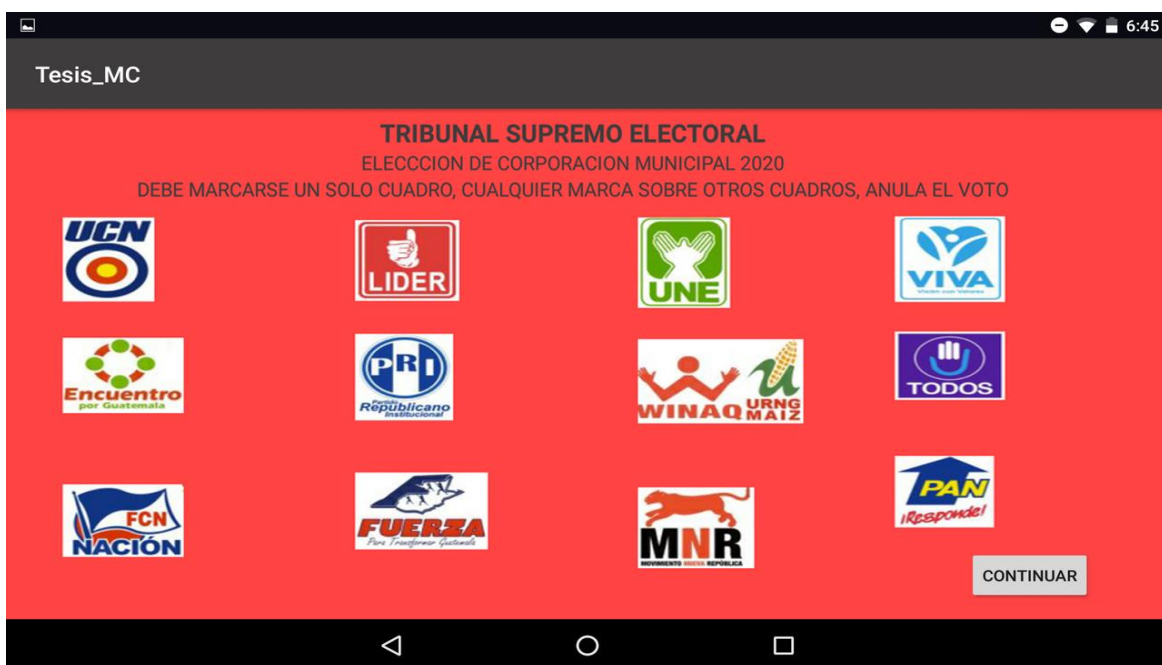
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Papeleta Diputados al congreso por distrito electoral



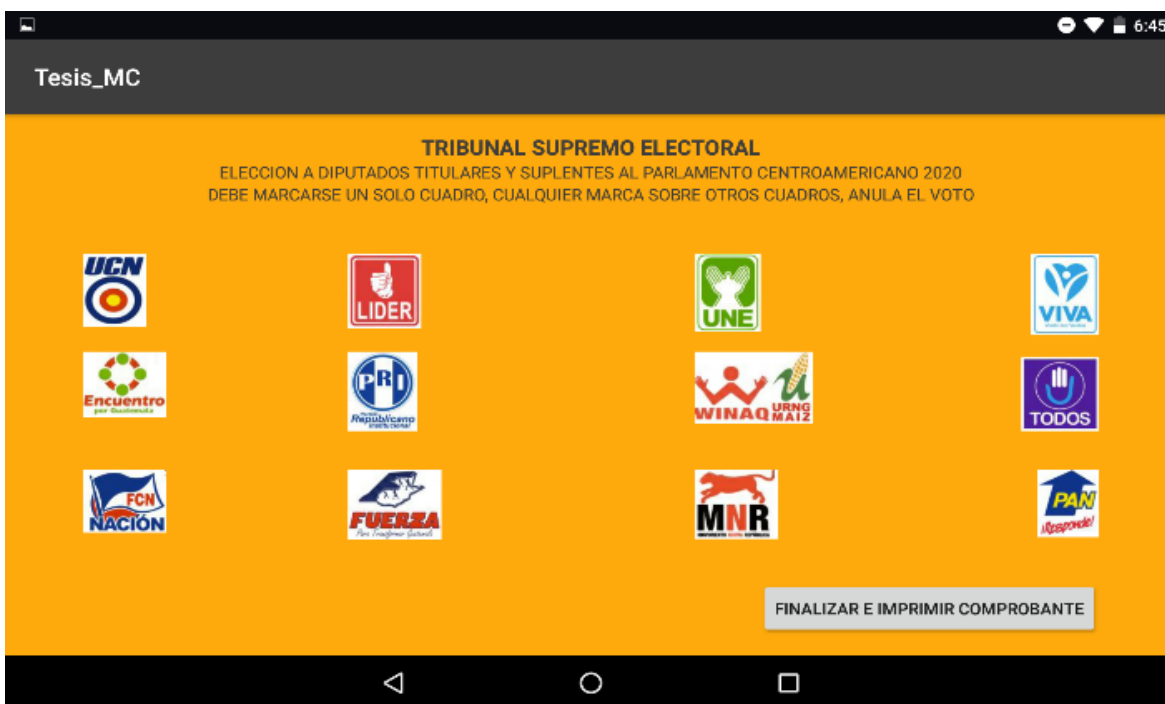
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Papeleta Corporación Municipal



Fuente: elaboración propia.

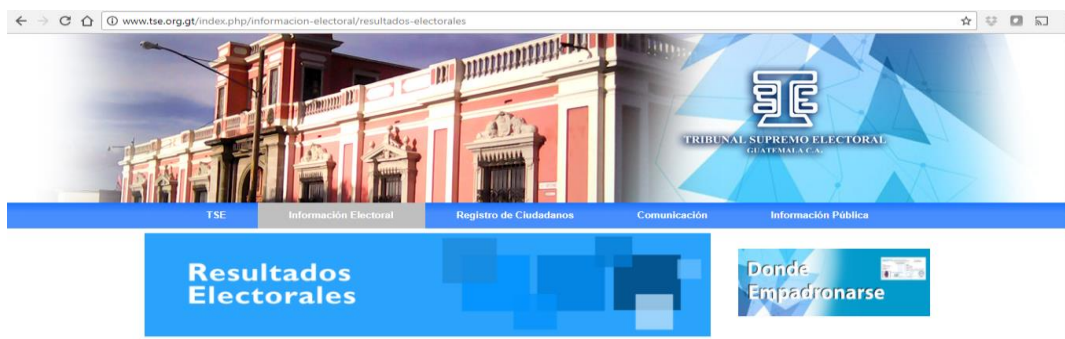
Figura 22. Papelete Diputados al Parlamento Centroamericano



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, el proceso de publicación de resultados se hará a través de la página existente del tribunal supremo electoral la cual realizará consultas a la base de datos de votación creada.

Figura 23. Página Web del Tribunal Supremo Electoral



Fuente: elaboración propia.

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El diseño del sistema para el sufragio electoral es el resultado más importante del presente trabajo, pues engloba y define la manera en que las distintas partes interactúan y se interconectan para permitir que los procesos de empadronamiento y votación se lleven a cabo de una manera más rápida y eficiente, minimizando la participación humana y haciendo uso de la tecnología con la que se cuenta., permitirá implementar parámetros de seguridad que actualmente no existen durante el proceso electoral.

El conteo de votos, la emisión de resultados y la credibilidad del padrón electoral son dos problemáticas de las cuales el Tribunal Supremo Electoral no se ha podido desligar; lo cual, a su vez, se traducen en repercusiones a nivel social y político en el país, por tal motivo, el sistema permite la toma de datos, generación y lectura de los mismos de manera exacta y precisa, lo que reduce considerablemente el tiempo del proceso electoral en general y, a su vez, minimiza la participación humana, y deja únicamente a los Ingenieros la interpretación de los datos obtenidos mediante las bases de datos para su posterior publicación en páginas Web.

El código fuente de la interfaz, de usuario es una parte fundamental del sistema diseñado, debido a que por medio de él se realizan los procesos de empadronamiento y votación, además es la interface de comunicación entre el ciudadano votante y las bases de datos de empadronamiento y votación; además, la interfaz de usuario evita un proceso metódico y repetitivo que contribuye a que se presenten anomalías en los resultados, debido a que muchas veces se comenten involuntariamente errores humanos.

El registro de los datos ingresados mediante la aplicación es una de las actividades claves dentro del sistema diseñado, pues en ellas se almacenan los datos de los ciudadanos empadronados, así como los resultados de la votación. La utilización de las mismas facilita la interpretación de los resultados y registro de ciudadanos, lo cual minimiza la participación humana, lo que se traduce en la

mitigación de delitos electorales como anomalías en el conteo de votos e incluso casos de personas con identificación falsa.

El intercambio de información del sistema se hace mediante redes de telecomunicaciones, lo que brinda cierta facilidad de comunicación y a su vez permite la implementación de medidas de seguridad como listas de control de acceso, redes virtuales privadas, enlaces punto a punto, cifrado de paquetes, entre otros. Como transporte de la información se hace uso de la infraestructura ya implementada de las tres empresas de telefonía que actualmente operan en el país, se utilizará la más adecuada de acuerdo a la región del país.

Antes de la creación del sistema diseñado, el Tribunal Supremo Electoral habilitó en el último proceso electoral, 2750 mesas electorales o también llamadas Juntas receptoras de votos distribuidas en 244 centros de votación a nivel nacional, cada mesa está formada por 5 personas se traduce a aproximadamente 13,750 personas en total, sin contar a los coordinadores de cada centro de votación y los delegados que estos asignan lo cual eleva el recurso humano necesario a por lo menos 15,000 personas involucradas directamente en el proceso electoral.

Con la utilización del sistema diseñado, el recurso humano en la junta receptora de votos se reduce a 2 personas por mesa electoral, y los coordinadores y delegados pasarían a ser 3 Ingenieros electrónicos o de Sistemas colegiados por cada centro de votación capaces de supervisar y, a su vez, servir de soporte ante cualquier eventualidad de nivel técnico durante el proceso electoral; con lo cual el recurso humano se reduce a aproximadamente 8,000 personas, es decir una disminución de 53.3%.

VIII. CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó un sistema a escala que permite la automatización del proceso electoral a nivel nacional, a través de dispositivos electrónicos.
- El sistema construido permitirá automatizar el proceso electoral, desde el empadronamiento hasta la recaudación, el conteo de votos y la emisión de resultados.
- La aplicación diseñada y programada es de fácil uso, ya que su funcionamiento es intuitivo y cuenta con parámetros de seguridad que hacen que solo personal autorizado tenga acceso a la misma.
- Fueron diseñadas y construidas dos bases de datos que permitirán recolectar y consultar el registro de empadronamiento y los resultados en tiempo real, de manera segura y rápida, haciendo uso del lenguaje estructurado de consultas y de parámetros de seguridad para evitar duplicidad de voto e identidad al momento de la toma del padrón electoral y del almacenamiento de los resultados.
- La comunicación y el intercambio de información del sistema diseñado y construido es funcional, pero no óptimo, pues se hace uso de infraestructura rentada a las operadoras de telefonía en el país, lo cual representa puntos de vulnerabilidad a nivel político.

IX. RECOMENDACIONES


- Para que la aplicación construida sea más segura, se recomienda utilizar parámetros de seguridad más sofisticados como el reconocimiento dactilar y biométrico.
- Contar con servidores de respaldo a nivel de almacenamiento, procesamiento, alimentación y geografía.
- A pesar de que la infraestructura de telecomunicaciones de los operadores a nivel nacional es robusta y se encuentra actualizada, lo más recomendable es que el Tribunal Supremo Electoral invierta en infraestructura propia para reducir costos a largo plazo, evitar anomalías y conflictos de intereses como se ha presentado en procesos electorales anteriores.
- Adaptar la aplicación construida a nuevas versiones del sistema operativo Android, con el objetivo de aumentar la compatibilidad con nuevos dispositivos electrónicos.

X. BIBLIOGRAFÍA


- Acuerdo del Tribunal Supremo Electoral Numero 018-2007. Reglamento de Ley Electoral y de partidos Políticos. 23 de enero de 2007.*
- Administración y Costo de Elecciones, R. d. (2006). *aceproject.org*. Recuperado el 22 de agosto de 2016 de <http://aceproject.org/ace-es/topics/et/default>
- Administración y Costo de Elecciones, R. d. (2010). *aceproject.org*. Recuperado el 22 de agosto de 2016 de <http://aceproject.org/ace-en/focus/e-voting/>
- Administración y Costo de Elecciones, R. d. (2011). *aceproject.org*. Recuperado el 22 de agosto de 2016 de <http://aceproject.org/main/espanol/et/et71.htm>
- Anttalainen, T. (2003). *Introduction to telecommunication network engineering*. Londres: Artech House Telecommunication.
- Armas, C. R. (2010). *Estudio sobre la institucionalidad publica de derechos humanos enero 2006 - junio 2009*. Asociación de Investigación y Estudios Sociales.
- Asociación de Investigación y Estudios Sociales (2007). *Monografía de los partidos políticos*. Guatemala.
- Avila Conde, W. N. (2008). *El conteo rapido de votos, como una forma para fortalecer la democracia en Guatemala*. (Tesis de Abogado y Notario). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Barrios, J. R. (1999). *Características y perspectivas del derecho electoral*. (Tesis de abogado y Notario). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Begg, T. M. (2001). *Databases Systems: A practical Approach to Design, Implementation and Management*. Estados Unidos: Pearson Addison-Wesley.
- Bellis, M. (2005). *Inventors.about.com*. Recuperado el 05 de septiembre de 2016 de <http://inventors.about.com/library/weekly/aa111300b.htm>
- Bochsler, D. (2010). Can Internet voting increase political participation? *Internet and Voting*. Estonia: Centre for the study of imperfections in Democracies.
- Boll, F. H. (2008). *Voto electronico, los riesgos de una ilusion*. Argentina: Fundacion Via Libre.
- Boneo, H. (2001). *¿Por qué no votan los guatemaltecos? Estudio de participacion y abstencion electoral*. Guatemala: F&G Editores.
- Buchsbaum, T. (2004). *E-voting: International developments and lessons learn*. Austria: Expatriates Division Federal Ministry for Foreign Affairs.
- Busaniche Beatriz, H. F. (2008). *Voto electrónico: Los riesgos de una ilusión*. Argentina: Fundación Vía Libre.
- Carlson, B. (1980). *Sistemas de Comunicacion*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Chain, S. (2008). *Preparacion y evaluacion de proyectos*. Mexico: McGRAW-HILL.

- Cifuentes, G. B. (2008). *Los jóvenes, los medios y las elecciones de 2007*. Guatemala: Asociación DOSES.
- Constitución Política de la República de Guatemala*[Const.]. Art.169. 31 de mayo de 1985, Guatemala.
- Date, C. (1993). *Introducción a los sistemas de bases de datos*. Estados Unidos: Addison-Wesley.
- Decreto de la Constitución Política de la República de Guatemala Numero 63-94. Ley Organica del Organismo Legislativo y sus Reformas. 01 de diciembre de 1994*, Guatemala.
- Decreto del Congreso de la República de Guatemala Numero 1-85. Ley Electoral y de Partidos Políticos. 3 de diciembre de 1985*, Guatemala
- Decreto del Congreso de la República de Guatemala Numero 90-2005. Ley del Registro Nacional de las Personas. 23 de noviembre de 2005*.
- Figueroa Fajardo, C. R. (2012). *Tendencias del voto extranjero en Guatemala*. (Tesis de Abogado y Notario).Universidad Rafael Landivar, Guatemala.
- Filho, A. (2005). *El Voto Electrónico en Brasil*. Argentina: Grupo Editorial Planeta S.A.I.C.
- Gehrke, R. R. (2002). *Database Management Systems*. Estados Unidos: McGRAW-HILL.
- Gemmell, M. A. (2008). *Introducción a los Derechos Humanos*. Guatemala: Editorial Universitaria.
- Gironés, J. T. (2012). *El gran Libro de Android* (2da ed.). Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Jorg Eberspacher, H.-J. V. (2009). *GSM - Architecture, Protocols and Services*. (3a ed.). Reino Unido: John Wiley& Sons Ltd.
- Julio, T. V. (2010). *El voto electronico*. Mexico: Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación.
- Loaiza, L. F. (2006). *El marco institucional del sistema político en Guatemala: Vacios y contradicciones*. Guatemala: FLACSO.
- Lorentzen, M. F. (2010). *Los partidos políticos en Guatemala y el proceso electoral 2007*. (Tesis de Licenciado en Ciencia Política). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Martinez Ladron de Guevara, J. (2000). *Fundamentos de programación en Java*. Universidad Complutense de Madrid, España.
- Melini, S. S. (2015). La OEA califica de débil el sistema electoral guatemalteco. *Recuperado el 10 de septiembres de 2016 de* <http://www.prensalibre.com/guatemala/decision-libre-2015/la-oea-califica-como-debil-el-sistema-electoral-guatemalteco>.
- Office, U. S. (2005). Federal Efforts to improve security and reliability of Electronic voting systems are under way, but key activities Need to be completed. *Elections*. Estados Unidos: United States Government Accountability Office.

- Studio, A. (2016). *Conoce Android Studio*. Recuperado el 17 de septiembre de 2016 de <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419>
- Union Internacional de Telecomunicaciones (2006). La seguridad de las telecomunicaciones y las tecnologías de la información*, Suiza.
- Urbina, G. B. (2010). *Evaluacion de proyectos*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Villalong, C. (2015). Por qué sólo siete países en todo el mundo han implantado el voto electrónico. *Recuperado el 18 de septiembre de 2016 de* <http://www.lavanguardia.com/politica/elecciones/20151218/30898019330/voto-electronico-20d-elecciones.html>.
- Zissi, D. (2011). *Securing e-Government and e-Voting with an open cloud computing architecture*. Rusia: Elsevier B.V.


Moisés Antonio Colón Cortez
AUTOR


MSc. Maria Ernestina Ardón Quezada
DIRECTORA


Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda
DECANO