

**Integración de las Redes Sociales al contexto del Ahorro de Energía Eléctrica en redes domiciliarias.**



Monografía presentada para optar al título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

**Luis Stiven Arteaga Solano**

**David Leonardo Genoy Muñoz**

Director: Msc (c) Mary Cristina Carrascal Reyes

**Universidad del Cauca**

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**

**Departamento de Telemática**

**Línea de Investigación Servicios Avanzados de Telecomunicaciones**

**Popayán, febrero de 2017**

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
ESTRUCTURA DE LA MONOGRAFÍA .....	3
Capítulo 1 .....	4
Marco Conceptual y Trabajos Relacionados .....	4
1.1 Marco Conceptual.....	4
1.1.1. Infraestructura de Medición Avanzada – AMI .....	4
1.1.2. Smart Grid .....	5
1.1.3. Red Social .....	9
1.1.4 Eficiencia Energética .....	10
1.2 Trabajos Relacionados .....	10
1.3 Herramientas, plataformas y tecnologías.....	18
1.3.1 Facebook .....	18
1.3.2 Facebook para Desarrolladores .....	19
1.3.3 Twitter .....	19
1.3.4 Google + .....	20
1.3.5 LinkedIn .....	21
1.3.6 Sistemas Operativos Móviles .....	21
1.4 Selección de plataformas.....	22
1.4.1 Selección de la Red Social .....	23
1.4.2 Selección del Sistema Operativo.....	25
1.5 Selección de parámetros a ser evaluados como criterios de medición del ahorro energético. ....	26
Capítulo 2 .....	30
2.1 Requisitos del Sistema .....	30
2.2 Diagrama de Casos de Uso.....	31
2.2.1 Escenarios de Casos de Uso .....	32
2.3 Diagrama de Clases .....	43
2.4 Diagramas de Secuencia .....	45
2.5 Descripción de la Arquitectura del Sistema.....	48
2.5.1 Generalidades de la Arquitectura Cliente-Servidor .....	48

2.5.2 Tipos de Arquitectura Cliente-Servidor.....	49
2.5.3 Arquitectura Estática .....	52
2.5.4 Arquitectura Dinámica .....	53
Capítulo 3 .....	56
3.1 Contextualización.....	56
3.2 StoryBoard del Sistema Propuesto .....	57
3.3 Desarrollo e Implementación del Sistema Propuesto .....	65
3.3.1 Aplicación móvil .....	65
3.3.2 Desarrollo e implementación de lado del Servidor .....	78
Capítulo 4 .....	84
4.1 Test Componente Móvil .....	84
4.2 Test Componente Web .....	90
Capítulo 5. Aportes, Conclusiones y Trabajos Futuros .....	95
5.1 Aportes.....	95
5.2 Conclusiones .....	96
5.3 Trabajo Futuro .....	97
Referencias Bibliográficas .....	98
Anexos.....	103
Anexo A.....	103
Anexo B .....	104
B.1 Inicio de sesión con Facebook .....	104
B.2 Invitación a Aplicaciones.....	105
B.3 Compartir Contenido .....	105

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Escenario de un sistema AMI .....	5
Figura 2. Modelo Conceptual de Smart Grid. ....	6
Figura 3. Modelo de 4 niveles para el establecimiento de una Smart Grid.....	8
Figura 4. Representación en forma de grafo de una red social.....	9
Figura 5. Integración de los servicios de Google con Google +. ....	20
Figura 6. Dominio de mercado de los sistemas operativos para dispositivos móviles más populares en la actualidad.....	22
Figura 7. Gráfica con tendencia de consumo del usuario 10001095.....	28
Figura 8. Gráfica con tendencia de consumo del usuario 10001082.....	28
Figura 9. Diagrama de Casos de Uso del Sistema. ....	32
Figura 10. Diagrama de Clases del Sistema.....	44
Figura 11. Diagrama de Secuencia: consultar consumo en pesos. ....	45
Figura 12. Diagrama de Secuencia: ver consumo diario.....	46
Figura 13. Diagrama de Secuencia: administrar reto.....	47
Figura 14. Modelo en capas de la Arquitectura Cliente-Servidor.....	48
Figura 15. Modelo en capas de la arquitectura cliente servidor. ....	51
Figura 16. Diagrama de despliegue del sistema. ....	53
Figura 17. Intercambio de mensajes entre los nodos que conforman la arquitectura para el caso de uso: Administrar Reto Diario. ....	54
Figura 18. Intercambio de mensajes entre los nodos que conforman la arquitectura para el caso de uso: Capturar Información CE.....	55
Figura 19. Interacción Smart Grid-Prototipo. ....	57
Figura 20. Interfaz de inicio.....	58
Figura 21. Mensaje de error desplegado cuando el código de contador no es valido .....	58
Figura 22. Interfaz de inicio de sesión con Facebook. ....	59
Figura 23. Interfaz para invitar amigos en Facebook a usar la aplicación. ....	60
Figura 24. Interfaz del DrawerLayout. ....	61
Figura 25. Interfaz de gráficos de consumo de energía de tipo Diario, semanal y mensual. ....	61
Figura 26. Interfaz para observar el valor en pesos del consumo actual de energía. ....	62
Figura 27. Interfaz para establecer el reto de tipo Diario, Semanal o Mensual. ....	63
Figura 28. Mensaje de alerta para permanecer o darse de baja en EnergyFriend.....	64
Figura 29. Mensajes de notificación de reto cumplido dentro de EnergyFriend. ....	64
Figura 30. Estructuración del proyecto en paquetes y carpetas. ....	66
Figura 31. UI de ingreso de código de contador. ....	66
Figura 32. UI de ingreso de cuenta de Facebook y solicitud de permisos. ....	67
Figura 33. UI cuya funcionalidad es invitar amigos en la Red Social Facebook. ....	68
Figura 34. Invitación recibida para usar la aplicación. ....	69
Figura 35. Gráfica de referencia cuando existe un reto Diario establecido. ....	70
Figura 36. Gráfica de referencia cuando existe un reto Semanal establecido. ....	70
Figura 37. Gráfica de referencia cuando existe un reto Mensual establecido. ....	71
Figura 38. Transición establecimiento de Reto Diario. ....	72
Figura 39. Transición establecimiento de Reto Semanal. ....	72
Figura 40. Transición establecimiento de Reto Mensual.....	73

Figura 41. Notificaciones de la aplicación y publicación en Facebook. ....	74
Figura 42. UI para conocer el equivalente aproximado del valor a pagar en la factura de energía de un Usuario en particular. ....	75
Figura 43. Menú desplegable con las distintas opciones de acuerdo al tipo de usuario. ....	76
Figura 44. UI para el caso de uso Desvincular Cuenta. ....	77
Figura 45. UI donde el Usuario puede cerrar sesión en EnergyFriend. ....	77
Figura 46. Esquema conceptual de la Base de Datos.....	81
Figura 47. Modelo relacional de la Base de Datos.....	83
Figura 48. Selección de parámetros del Monkey Exerciser. ....	85
Figura 49. Prueba de estrés manual a la pantalla de inicio de la aplicación. ....	86
Figura 50. Pantalla principal del drawerLayout accedido manualmente. ....	86
Figura 51. Ejecución del testeo manual usando la herramienta Monkey Exerciser.....	87
Figura 52. Información preliminar de los resultados obtenidos del quality Report.....	87
Figura 53. Resultado obtenido al realizar el Stress test usando la herramienta Monkey Exerciser.....	88
Figura 54. Resultado obtenido del test install and launch.....	88
Figura 55. Resultado obtenido del test Screenshots. ....	88
Figura 56. ScreenShot de la aplicación en el dispositivo LG Nexux5X. ....	89
Figura 57. ScreenShot de la aplicación en el dispositivo Motorola Moto E. ....	89
Figura 58. Panel de configuración de la Url del servidor. ....	90
Figura 59. Selección de parámetros del tipo de test ramp.....	91
Figura 60. Graficas de stress test realizado al servidor web con un delay de 20 segundos. ....	92
Figura 61. Graficas de stress test realizado al servidor web con un delay de 5 segundos. ....	93

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Comparativa de trabajos relacionados con el propuesto .....	18
Tabla 2. Diferencia de características Facebook vs Twitter .....	24
Tabla 3. Comparativa de los servicios ofrecidos por cada hosting para cuentas gratuitas .....	79

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso de la energía eléctrica es fundamental para el desarrollo de las actividades del hombre moderno; es claro que ello permite mejorar la calidad de vida del mismo. Sin embargo, su generación representa grandes desafíos, no solo a nivel económico, sino también ambiental e incluso social y político.

Tales desafíos obligan tomar medidas drásticas en cuanto al uso racional de la electricidad que, de no ser así, es posible llegar a superar la capacidad de oferta de las plantas hidroeléctricas, debido a que es sencillo incrementar la demanda energética, es decir, requerir a las empresas comercializadoras una mayor cantidad de energía para suplir las necesidades energéticas de los hogares; pero, por el contrario, es difícil aumentar la oferta de la misma.

Lo anterior debido a que, para lograr este equilibrio, es necesario construir más plantas hidroeléctricas para satisfacer las demandas energéticas de los consumidores, tarea que no es para nada sencilla, ya que esto presenta unos elevados costos de construcción y localización de ríos para tal fin. Por lo tanto, existe un gran interés por parte de las empresas comercializadoras de energía (las cuales permiten "llevar" la energía a los hogares, industrias, etc.), en que los usuarios hagan un uso más eficiente de energía.

En el territorio nacional, el 70% de la producción de energía eléctrica es por medio de plantas hidroeléctricas [1]; cuando la demanda de energía sobrepasa el límite de producción promedio, debe recurrirse a plantas termoeléctricas para suplir los requerimientos energéticos. Dichas plantas, causan un gran impacto negativo al medio ambiente, porque obtienen la electricidad por medio de la quema de combustibles fósiles [2], así pues, son generados subproductos tales como: óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) principales contribuyentes de la lluvia ácida y del efecto invernadero. [3]

Otro factor importante, que disminuye considerablemente la oferta energética es el fenómeno del niño, el cual es un problema oceánico atmosférico que ocasiona, bajo ciertas características, grandes sequías en los países en donde este hace presencia [4]. Esto genera desabastecimiento energético y como ya fue expuesto, las empresas comercializadoras deben recurrir nuevamente a las termoeléctricas para evitar racionamientos energéticos.

Para contrarrestar esta situación, empresas vinculadas al sector energético mediante los diferentes medios masivos de información -incluido las redes sociales-, promueven campañas, cuyo fin es generar conciencia en las personas sobre el uso adecuado de la energía. Las redes sociales, sin duda alguna, son espacios virtuales que facilitan la difusión masiva de gran variedad

de contenidos, incluyendo campañas publicitarias que permiten entre otras cosas, informar a las personas sobre acontecimientos importantes que ocurren en un determinado periodo de tiempo [5].

Cabe recalcar que en el presente año, uno de los temas que llama la atención es el uso ineficiente dado a la energía eléctrica. Debido a esto, múltiples organizaciones unen sus esfuerzos a través de internet para difundir contenidos que puedan repercutir sobre los hábitos de consumo de energía en las personas. No obstante, en muchos casos, las personas que frecuentan este tipo de redes pasan por alto dichas publicaciones. Estos comportamientos quizá son presentados debido a que las personas desconocen la actual problemática ambiental o simplemente porque no sienten identificación alguna con este tipo de contenidos.

En este contexto, el uso de publicaciones personalizadas que permitan una participación incluyente por parte del usuario, permitiría capturar la mayor atención posible en las personas; esto resultaría útil si el objetivo es persuadir, no solo a una sino a todas aquellas personas que forman parte de un círculo social determinado. De esta manera, en las personas sería inculcado buenos hábitos de consumo eléctrico y a futuro sería incentivado un consumo racional, lo cual lograría disminuir en parte la contaminación ambiental que es generada precisamente como consecuencia de los malos hábitos de consumo.

Es necesario recalcar que en este trabajo de grado es documentado la creación de un sistema, el cual consiste en una aplicación móvil desarrollada en el sistema operativo Android, que permite el monitoreo del consumo de energía eléctrica e incorpora las redes sociales como herramienta de motivación del ahorro energético en redes domiciliarias, es tomado como referencia datos reales de usuarios residentes del barrio Valle del Ortigal ubicado en la ciudad de Popayán, en donde la Compañía Energética tiene desplegada la tecnología Smart Grid [6].

Para lograr este objetivo es necesario definir unos parámetros que sirvan como criterios de medición del ahorro energético. De igual manera, en el documento será diseñada la arquitectura del sistema propuesto que permita mostrar las diferentes interacciones entre los componentes fundamentales de la aplicación y sirva de base para el diseño y desarrollo del prototipo funcional. Todo este proceso de creación del sistema es realizado bajo el convenio marco de cooperación interinstitucional No.GCE-XX-2015 existente entre la Universidad del Cauca y la Compañía Energética [7].



## ESTRUCTURA DE LA MONOGRAFÍA

El contenido de esta monografía está dividido en 5 capítulos, en los cuales son detallados todos los procesos tomados en cuenta para el desarrollo de la aplicación y el cumplimiento de los objetivos del presente trabajo de grado:

**Capítulo 1.** Este capítulo describe los conceptos claves que contribuyen a la comprensión de este trabajo. Además, lleva a cabo una recopilación de los principales trabajos de investigación, cuyos proyectos están relacionados con el estudio sobre la influencia de las redes sociales en el comportamiento de las personas, la gestión del consumo y la monitorización de la energía eléctrica. Adicionalmente, da a conocer las distintas herramientas y tecnologías que pueden utilizarse para el desarrollo del presente prototipo, como también la evaluación del pro y contra de cada una, con el fin de justificar la selección hecha.

**Capítulo 2.** Describe el proceso de Modelado del prototipo propuesto, especificando los diagramas UML necesarios para una descripción del sistema. Además, presenta el diseño de la arquitectura estática y dinámica del mismo.

**Capítulo 3.** Este capítulo presenta a detalle el desarrollo del prototipo funcional, basado en la arquitectura propuesta en el capítulo 2, describiendo los aspectos técnicos más relevantes que fueron necesarios para la implementación del sistema.

**Capítulo 4.** Este capítulo presenta las validaciones y pruebas realizadas al prototipo, para cumplir con los criterios de funcionalidad requeridos aplicando las herramientas y tecnologías descritas en el capítulo 3.

**Capítulo 5.** Este último apartado presenta los aportes del presente trabajo de grado, los trabajos futuros y las conclusiones obtenidas a lo largo de la ejecución del mismo.

# Capítulo 1

## Marco Conceptual y Trabajos Relacionados

El presente capítulo da a conocer la terminología empleada en el desarrollo del trabajo de grado, necesaria para la comprensión del mismo. Además, resalta los principales trabajos de investigación, donde han realizado proyectos relacionados con la influencia de las redes sociales en el comportamiento de las personas, la gestión del consumo y la monitorización de la energía eléctrica. Por último, presenta las distintas herramientas, plataformas o tecnologías que pueden ser utilizadas para el desarrollo del presente prototipo, haciendo una evaluación del pro y contra, con el fin de justificar la selección hecha de cada una.

### 1.1 Marco Conceptual

#### 1.1.1. Infraestructura de Medición Avanzada – AMI

El Departamento de Energía de los Estados Unidos bajo el programa smartgrid.gov, define a un sistema AMI como la integración de varias tecnologías que permiten la comunicación bidireccional entre una empresa de servicios públicos (operador de red) y sus respectivos clientes [8]. Generalmente, este tipo de sistemas está conformado por medidores inteligentes (*Smart Meters*), redes de comunicación alámbricas o inalámbricas bidireccionales, sistemas de almacenamiento y software encargado de la gestión, seguridad de los datos y del sistema en general.

La figura 1 [9] ilustra el escenario de un sistema AMI, en donde es posible apreciar la importancia que desempeñan las TIC en el objetivo de obtener una red eléctrica inteligente y de mayor eficiencia.

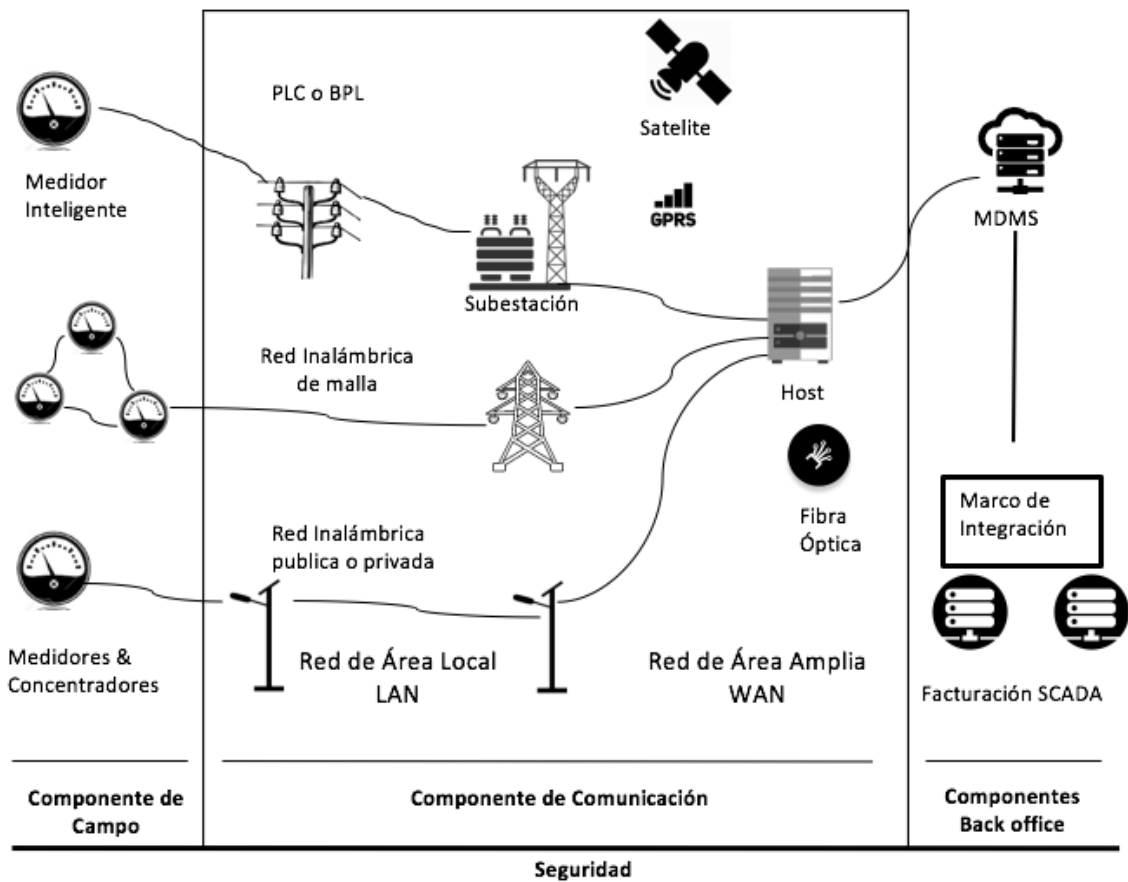


Figura 1. Escenario de un sistema AMI

Tomado de: "Modelo de Intercambio de Información para un Medidor Electrónico Usando ANSI c12.21 Aplicado a un Caso de Estudio", Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control, Universidad del Cauca, 2014.

El lector puede dirigirse al anexo A del presente documento, si desea conocer la descripción del sistema AMI desplegado por la Compañía Energética de Occidente, la cual, es una empresa comercializadora y distribuidora de energía eléctrica en el Departamento del Cauca.

### 1.1.2. Smart Grid

El desarrollo de todos los países del mundo está exigiendo poco a poco un aumento en la producción energética; el problema radica en que actualmente es generada parte de la electricidad por medio de los combustibles fósiles; lo cual, por un lado, no es posible saber hasta qué punto habrá existencia de esta materia prima y por otro, de seguir con este ritmo de producción, en pocos años, según expertos, las emisiones de CO<sub>2</sub> destruirán el planeta por completo. A pesar de que existen iniciativas que promueven generación de energía de

forma alternativa, como por ejemplo la eólica, por cuestiones económico/financieras estas propuestas no son rentables a comparación con los precios actuales del petróleo. Es por ello que surge como una posible solución el concepto de “*Smart Grid*” o “Redes inteligentes” siendo su principal objetivo el de mejorar la eficiencia en la generación, distribución y comercialización actual de energía eléctrica.

Tal como es mencionado en [10], el concepto de *Smart Grid* hace referencia a la modernización de la red eléctrica convencional, migrando de una gestión estática y unidireccional a una dinámica y bidireccional. Donde es abarcada una gran variedad de tecnologías en comunicaciones y TI (Tecnologías de la Información) aplicadas al contexto de la energía eléctrica. Esto permite aprovechar los servicios y beneficios que estas tecnologías brindan como la telemedición (medición a distancia), la comunicación o flujo en ambos sentidos de información entre el cliente o usuario final y el operador de red, operaciones de control, generación de electricidad de manera distribuida, etc.

Su principal objetivo es ofrecer un servicio de energía eléctrica más eficiente en las operaciones de generación y distribución de la misma, cuya consecuencia es un sistema más amigable con el medio ambiente.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) define un modelo conceptual [11] de *Smart Grid*, el cual es tomado como referencia por todos aquellos interesados en llevar a cabo un proyecto con redes inteligentes. En este modelo es posible distinguir siete dominios: Cliente, Mercados, Generación, Transmisión, Distribución, Operaciones y Proveedor de Servicios. La figura 2 ilustra este modelo conceptual junto con los diferentes dominios:

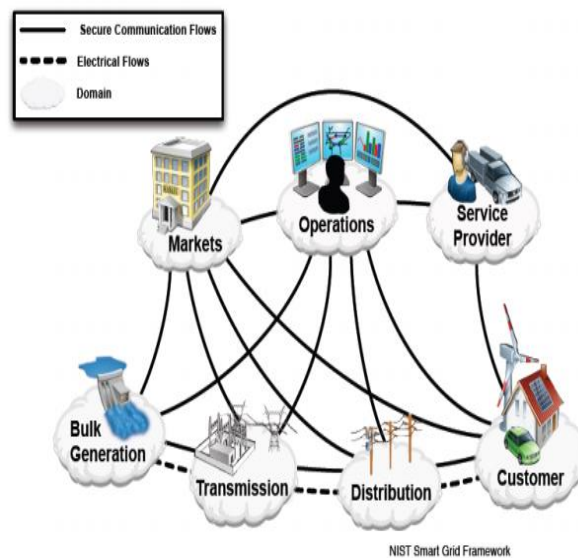


Figura 2. Modelo Conceptual de Smart Grid.

A continuación, es descrito cada uno de ellos:

- **Cliente:** corresponde a los usuarios finales de la electricidad. Además, poseen la capacidad de generar, almacenar y gestionar el uso de la energía.
- **Mercados:** son los operadores y participantes en los mercados de electricidad dentro de la Smart Grid.
- **Generación:** generadores de electricidad en grandes cantidades mediante fuentes renovables y no renovables. También pueden almacenar energía para su posterior distribución.
- **Transmisión:** transmiten electricidad a grandes distancias.
- **Distribución:** distribuidores de electricidad desde y hacia los clientes. También cuenta con capacidad de almacenamiento y generación de electricidad.
- **Operaciones:** corresponde a los gestores de la circulación de la electricidad, gestionando el flujo de la misma en todos los dominios de la red Inteligente.
- **Proveedor de Servicios:** son organizaciones de prestación de servicios a los clientes eléctricos.

Es necesario recalcar que el anterior modelo solo es empleado para propósitos descriptivos. Su objetivo es ayudar en la comprensión global del funcionamiento de Smart Grid, pero en ningún caso pretende dar las pautas o guías sobre cómo llevar a cabo una red de energía inteligente

En [10], (ver figura 3) es presentado un diseño de cuatro capas o niveles en el cual, del modelo conceptual situado en el nivel 1 desprenden tres arquitecturas fundamentales (nivel 3): sistema de potencia, comunicaciones y TI.

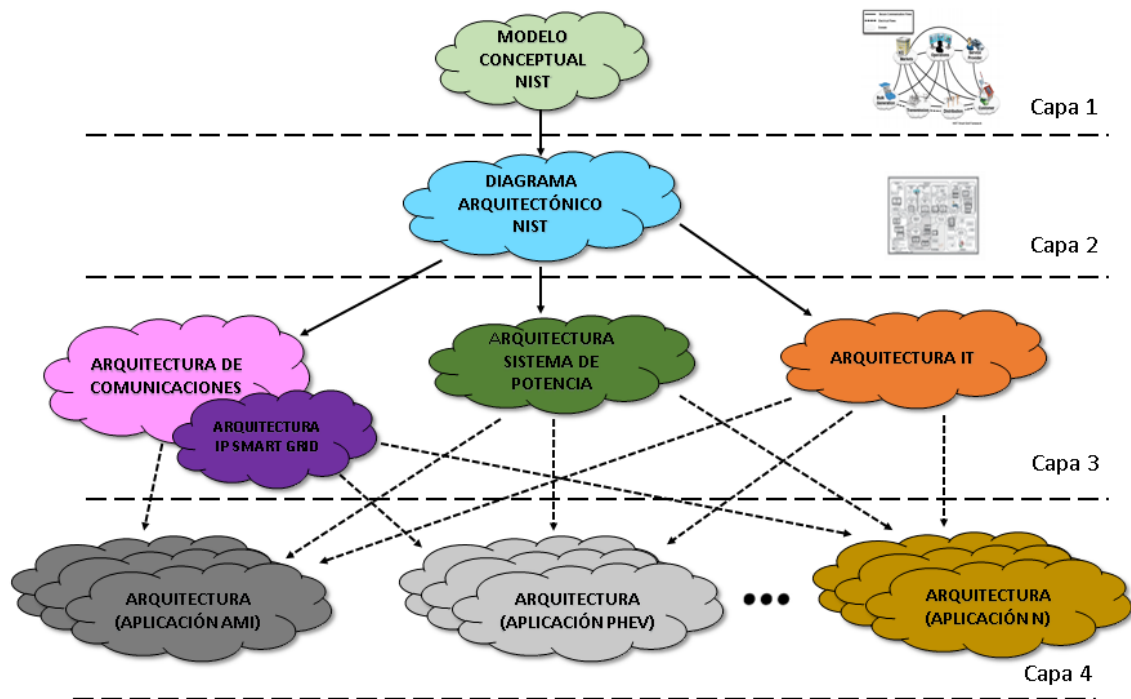


Figura 3. Modelo de 4 niveles para el establecimiento de una Smart Grid.

Entre las principales ventajas de este tipo de redes es posible encontrar:

- Integración de distintas fuentes de energía: mediante la "smart grid" es posible integrar de manera distribuida distintas fuentes de energía renovables dentro de la red.
- Menor impacto al medio ambiente: por medio de la red inteligente es posible que cada uno de los actores, dentro de la red, consuma o aporte energía (generación distribuida), mejorando la eficiencia en la generación de energía eléctrica.
- Gestión remota de la red: es posible llevar a cabo distintos servicios u operaciones de manera remota, como lo son la facturación a distancia, detección de fallas y fraude, conexión o desconexión del fluido eléctrico, etc.

- Gestión de la demanda: debido a que la red conoce en todo momento la energía que necesita cada usuario, es posible optimizar el uso de los generadores y así disminuir los costos finales de energía eléctrica.

### 1.1.3. Red Social

Las redes sociales son un fenómeno mundial que ha tomado fuerza en la última década. Celaya, en el año 2008, define a las redes sociales como: "lugares en Internet donde las personas publican y comparten todo tipo de información, personal y profesional, con terceras personas, conocidos y absolutos desconocidos" [12]. Esta definición corresponde con comportamientos sociables, debido a que el ser sociable es un instinto natural en la vida del hombre. Estos espacios virtuales (las redes sociales) han permitido de cierto modo satisfacer dicha necesidad, logrando aumentar en gran medida, el círculo social de cada una de las personas que forma parte de estas redes.

Dicho de otro modo, las redes sociales pueden ser vistas como una estructura social compuesta de nodos y conexiones complejas en continuo crecimiento, donde los nodos representan a las personas que frecuentan este tipo de espacios, y las conexiones surgen de la interacción entre los distintos nodos. El siguiente grafo (figura 4) ilustra la representación más empleada para definir a una red social:

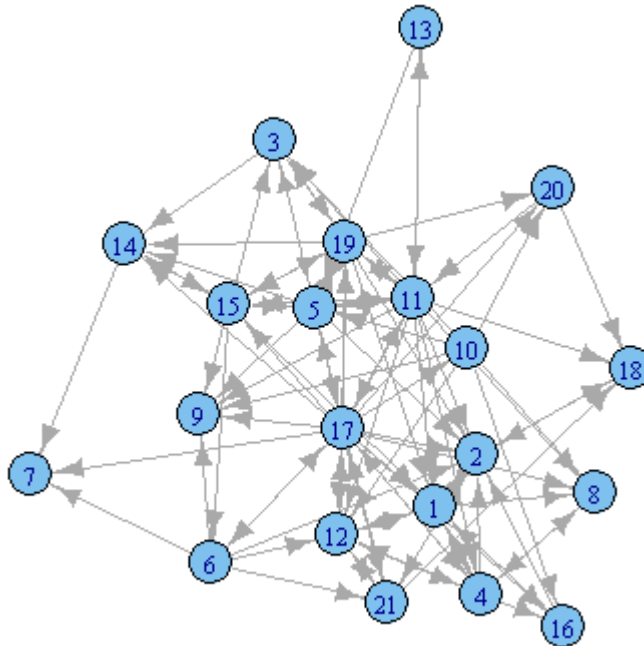


Figura 4. Representación en forma de grafo de una red social.

#### 1.1.4 Eficiencia Energética

En términos simples está definida la eficiencia energética como: la capacidad de utilizar menos energía para proporcionar el mismo servicio [13]. Esto implica que las personas deberían consumir la menor cantidad de energía posible sin que ello implique disminuir su calidad de vida.

### 1.2 Trabajos Relacionados

- **“How information propagation in social networks can improve energy savings based on time of use tariff” [14].**

En este trabajo de investigación es llevado a cabo un caso de estudio en una red conformada por 36 hogares, donde es puesto a prueba un modelo de ahorro de consumo de energía esperado para un determinado hogar. Los cálculos de ahorro son realizados a través de un modelo matemático que consiste de dos componentes: los ahorros directos e indirectos. El primero consiste en todos aquellos esfuerzos personales para lograr un ahorro energético implementando medidas o estrategias de eficiencia energética. Este tipo de ahorros están basados en alguna de las tarifas de tiempo de uso “Homeflex” de Sudáfrica. El segundo componente (ahorros indirectos), es llevado a cabo a través de interacciones sociales de las personas con sus vecinos u otros miembros de la misma red. Según los autores, este tipo de comportamientos pueden ser utilizados para animar a las demás personas dentro de la red a ahorrar más energía confrontando los datos de consumo de un hogar con los del resto de la comunidad. Los resultados obtenidos muestran que cuatro de los 36 hogares presentaron ahorros por encima del 10% luego de dos meses de la implementación de la estrategia de eficiencia energética. En el actual trabajo de grado a diferencia del anterior, hace uso de las redes sociales como mecanismo para fomentar buenos hábitos de consumo de energía eléctrica. Además, propone el diseño de una arquitectura que permita el desarrollo de un prototipo, donde las personas a través de una interfaz puedan observar de manera oportuna su consumo de energía. Y al mismo tiempo, puedan establecer retos de consumo de energía en su hogar como medidas de referencia para la eficiencia energética.



- **“The value of social networks in the diffusion of energy-efficiency innovations in UK households”** [15].

Este trabajo de investigación presenta el análisis de un caso de estudio realizado en 2009 a tres comunidades del Reino Unido, plantea la hipótesis: que las personas tienden a adoptar ideas innovadoras para el uso eficiente de energía en sus hogares si es una persona conocida quien las recomienda, o porque disminuyen su nivel de incertidumbre si buscan información de alguien cercano a ellas. El resultado de este proceso de investigación concluye que la gente busca primeramente la opinión de sus conocidos antes que cualquier otra fuente externa de información y esto a través del “capital social” que es definido en el documento como: "el acceso y uso de los recursos sociales integrados en las redes sociales"; es decir por medio de las redes sociales. El trabajo de grado propuesto a diferencia del anterior, plantea el desarrollo de una arquitectura que implementa la integración entre las redes sociales y la eficiencia energética a través de una aplicación móvil, además parte del supuesto de que es en las redes sociales en donde es posible inspirar a las demás personas.

- **"Health Professionals' Attitudes Towards Using a Web 2.0 Portal for Child and Adolescent Diabetes Care: Qualitative Study"** [16].

Este artículo presenta la introducción de un portal web 2.0 en Suecia, en donde jóvenes que padecían la enfermedad de diabetes tipo 1, podían encontrar toda clase de contenido multimedia, con todo tipo información sobre la enfermedad y sobre los cuidados que debían llevar a cabo para mejorar su calidad de vida. Los desarrolladores realizaron un estudio estadístico sobre el porcentaje de satisfacción en los usuarios sobre el uso de esta herramienta y encontraron una actitud positiva ante la introducción de este tipo de herramientas que permiten a los profesionales en salud hacer tele asistencia médica a sus pacientes; además sorprendió el hecho del uso de las redes sociales con la que fue posible lograr que los usuarios crearan una comunidad en donde podían interactuar con otros pacientes que padecían la misma enfermedad y en donde era posible crear un banco de conocimiento. El desarrollo de este portal dejó claro la necesidad de introducir la tecnología informática en el área de salud, además concluyó que la poca existencia de portales de este tipo es debido en gran medida a que los profesionales en salud carecen de conocimientos informáticos o poseen poco conocimiento sobre el tema, lo que dificulta en gran medida la introducción de este tipo de tecnologías.

- **"Analysis of An Online Health Social Network" [17].**

Este artículo presenta un análisis de un estudio realizado el 5 de enero del 2010 durante 5 meses, en el que fueron recolectados datos del peso corporal de por lo menos 107.000 usuarios; los resultados obtenidos permiten inferir que las personas tienden a bajar peso rápidamente si algún amigo suyo está cumpliendo esta misma meta. Es atribuido gran valor a las redes sociales, en este caso a una denominada FatSecret, que, como toda red social, permite a los usuarios compartir fotos, archivos, videos, etc., pero en relación a la pérdida de peso; también pueden agregar amigos y formar comunidades. Esta aplicación permite a los usuarios publicar los progresos que están realizando de su meta de pérdida de peso propuesta, además, existe en dicha aplicación una especie de inicio, como el de Facebook, en el que es mostrada toda la información pública de los usuarios agregados como amigos, este, permite filtrar la información desplegada a diferencia de Facebook, es decir, si la persona solo quiere ver información correspondiente a las dietas que otros usuarios están realizando, la aplicación solo mostrará esto en su página de inicio.

Este estudio surge en respuesta a la preocupante situación de sobrepeso que vive Estados Unidos, Donde es estimado que alrededor del 64% de la población adulta padece sobrepeso; además el 60% de toda la población adulta no hace suficiente ejercicio y el 25% no lo ejerce en absoluto. El artículo infiere que el gobierno gasta alrededor de 147 millones de dólares en los programas de salud en contra de la obesidad y que a 2018 la cifra subirá hasta los 344 millones de dólares.

El experimento realizado consistió en crear una cuenta en esta red social sin incluir amigos y por medio de un script, obtener, de todos los usuarios que tuvieran su información pública, datos relevantes, como su peso corporal actual, su meta de reducción de peso e incluso por medio de un método también encontrar a todos sus amigos.

Como conclusión el artículo presenta, que si las personas encontraban que uno de sus amigos había logrado una reducción de peso considerable era mucho más probable que ellos mismos también lo hicieran. Del mismo modo era poco probable que los mismos usuarios tuvieran una reducción de peso si sus amigos en la red social no lograban ningún progreso.

- **“Behavioral Analysis of SNS Users with Regard to Diet” [18].**

Este artículo analizó el uso de un diario de dietas de Yahoo por 2500 usuarios, el cual es un servicio de redes sociales en donde las personas pueden: registrar su peso corporal, establecer un programa de dieta, mostrar su edad, compartir su progreso con otros usuarios, crear una especie de comunidad llamada club e incluso añadir una persona de la misma edad y con los mismos hábitos alimenticios como un "rival". Algunos usuarios obtuvieron resultados de pérdida de peso significativo en los primeros 90 días de comenzar a usar la aplicación, la red social define este lapso de tiempo como un "stage"

El análisis consistió en estudiar 50 perfiles de mujeres que habían usado la red social por hasta 6 o más meses, además del número de stages más utilizados en un rango de 1-10, fueron recolectados datos importantes como: pérdida de peso, registro de comidas, edad y peso corporal al empezar el tiempo de la dieta. Los resultados obtenidos fueron consignados en diferentes tablas que posteriormente fueron graficados y concluyeron que:

1. El mayor porcentaje de peso perdido fue obtenido en el primer "stage", es decir, en los primeros 90 días de haber comenzado con la dieta.
2. A mayor edad más "stages" iba cumpliendo el usuario, es decir en el stage número 10 estaban las personas con más edad entre la comunidad.
3. Entre mayor número de rivales que agregara un usuario mayor era su resultado en pérdida de peso.
4. Mayor era la pérdida de peso de un usuario entre más avanzaba en los stage, es decir, en el stage número 10 estaban las personas que más peso habían perdido entre los participantes.

Con base en los anteriores resultados, el artículo concluía que el uso de un servicio de redes sociales como Yahoo diet Diary permite a sus usuarios perder más peso corporal debido a las distintas herramientas que este ofrece a sus usuarios. Por ejemplo, el hecho de que los usuarios puedan comunicarse constantemente y compartir sus experiencias con otras personas incrementa la posibilidad de que persistan en las dietas que ellos mismos han decidido seguir y por

consiguiente reducir más peso en poco tiempo. Por último, es asignado gran valor a las redes sociales como un mecanismo que no solo sirve para crear vínculos entre personas sino, en este caso, sirve también en el mejoramiento de la salud y la calidad de vida de sus usuarios.

- **"Using Facebook and text messaging to deliver a weight loss program to college students" [19].**

Este trabajo de investigación pone a prueba un novedoso programa de pérdida de peso en estudiantes universitarios, que presentan sobrepeso u obesidad en Estados Unidos. Dicho programa está apoyado en la tecnología, en especial en la red social Facebook y en los mensajes de texto. El estudio fue llevado a cabo en 8 semanas con 52 estudiantes (seleccionados bajo ciertas características), divididos al azar en tres diferentes grupos de estudio: el grupo de "Facebook", el grupo de "Facebook Plus" y el grupo de "Control Lista de Espera". Para el primero fue creado un grupo virtual totalmente privado en la red social Facebook, el cual servía como portal de acceso a contenido de interés y de apoyo para cada uno de los miembros. Además, fueron establecidos objetivos calóricos basados en el peso y, por último, los usuarios pudieron tener acceso a encuestas e invitaciones sobre actividades saludables.

Al igual que el primer grupo, el segundo grupo (Facebook Plus) también contó con un grupo virtual privado en Facebook con la misma disponibilidad de contenido. Donde los miembros, además del establecimiento de objetivos propios de este grupo, recibieron una balanza digital, un podómetro, utensilios de medición, entre otras cosas.

A diferencia del primer grupo, este grupo fue complementado con mensajes de texto diario (diseñados para estimular, reforzar y proporcionar una breve retroalimentación sobre el autocontrol de calorías, la actividad física y los objetivos de peso), retroalimentación personalizada a través de informes de resumen semanales y selección de un "amigo" (que no formara parte del programa de pérdida de peso) para servir como una persona de apoyo. Al final del estudio, es decir, transcurridas las 8 semanas de tratamiento, los autores concluyeron que las pérdidas de peso obtenidas por los miembros del grupo de "Facebook plus" fueron significativamente mayores que las obtenidas por los grupos de "Facebook" y "Control Lista de Espera". Así mismo, los autores indicaron el potencial e importancia que tienen las redes sociales en un programa de pérdida de peso que tenga sus bases en plataformas tecnológicas.

- **"A randomized trial of a Facebook-based physical activity intervention for young adult cancer survivors" [20].**

Este documento lleva a cabo un estudio dirigido a adultos jóvenes sobrevivientes de cáncer. El cual hace uso de las redes sociales, específicamente la red social Facebook y sitios web seleccionados estratégicamente. El principal objetivo del mismo era mejorar los hábitos o comportamientos de actividad física de los sobrevivientes de cáncer. Para ello, el estudio fue realizado en 12 semanas con 86 jóvenes adultos sobrevivientes de cáncer (seleccionados bajo ciertas características), divididos al azar en dos diferentes grupos de estudio: el grupo de "comparación de autoayuda basada en Facebook (SC)" y el grupo "intervención basada en Facebook (FITNET)".

El primer grupo recibió un podómetro con instrucciones sobre su uso adecuado. También, fueron vinculados a un grupo privado en Facebook el cual les permitió acceder a información de interés tales como orientación sobre el objetivo del estudio y recomendaciones para aumentar sus niveles de actividad física. A través de la misma plataforma, las personas recibieron (durante la duración del estudio) mensajes de texto con información básica y consejos relacionados con la actividad física. Estos mensajes incluían enlaces para acceder a sitios web especializados en personas sobrevivientes de cáncer, donde era cubierto entre otras cosas, temas como los beneficios que ofrece la actividad física en las personas, la superación de las barreras de ejercicio, la fijación de objetivos y el apoyo social. El segundo grupo tuvo los mismos beneficios del primero, pero enfocados de otra manera, por ejemplo, los mensajes de texto contenían orientaciones más específicas sobre las actividades físicas además de estrategias de comportamiento, tales como recomendaciones al incorporar estas actividades en las rutinas diarias, el auto monitoreo, etc. En contraste al primer grupo, los participantes del segundo tuvieron acceso a un sitio web de estudio separado, con una herramienta de fijación de metas y actividades físicas complementadas con gráficos de retroalimentación personalizada. Estos últimos permitieron comparar los minutos de actividad física registrada por los individuos con dos tipos de información de interés para el estudio: su meta de ejercicio semanal y el objetivo general de intervención de 150 minutos por semana.

Al culminar las 12 semanas de estudio, los autores concluyeron que los incrementos de actividad física fueron mayores en el grupo FITNET comparado con el grupo SC. Además, para el primer grupo fueron registrados pérdidas de peso significativas a lo largo del tiempo. Por otro lado, los autores resaltaron el potencial que posee Facebook para este tipo de estudios que contribuyen a aumentar la actividad física en adultos jóvenes sobrevivientes de cáncer.

Título del trabajo	Descripción	Diferencias con el presente trabajo de grado
"How information propagation in social networks can improve energy savings based on time of use tariff"	Implementación una red de personas para comparar sus consumos de energía con el fin de incentivar a otros a ahorrar energía	El sistema propuesto hace uso de las redes sociales y no de personas como método para incentivar ahorro energético en las casas
"The value of social networks in the diffusion of energy-efficiency innovations in UK households"	Caso de estudio realizado a 3 comunidades del Reino Unido en donde es concluido que las personas tienden a adoptar ideas innovadoras con el objetivo de ahorrar energía en sus hogares, si es un conocido quien lo sugiere.	El trabajo de grado propuesto plantea el desarrollo de una arquitectura que implementa la integración entre las redes sociales y la eficiencia energética a través de una aplicación móvil, además parte del supuesto de que es en las redes sociales en donde es posible inspirar a las demás personas.
"Health Professionals' Attitudes Towards Using a Web 2.0 Portal for Child and Adolescent Diabetes Care: Qualitative Study"	Presenta la introducción de un portal web 2.0 en suecia para jóvenes que padecían diabetes tipo 1. Los pacientes hicieron uso de las redes sociales para poder compartir con otras personas que padecían la misma enfermedad, el trabajo concluye que existe la necesidad de introducir este tipo de tecnologías para mejorar la calidad de vida de los pacientes	El presente trabajo de grado propone el desarrollo de una aplicación móvil en donde los usuarios pueden crear retos de eficiencia energética que al ser cumplidos permiten al aplicativo felicitar a las personas que usan la aplicación en las redes sociales, de esta manera lograr que los amigos de dicho usuario puedan ser influenciados al leer la publicación que realiza el Sistema en facebook.
"Analysis of An Online Health Social Network"	Presenta un caso de estudio realizado en Estados Unidos en el año 2010, en donde recolectaron información pública de usuarios de la red social fatsecret, en la cual personas con sobre peso hacen publica su información personal como	El sistema propuesto busca la integración entre las redes sociales y el contexto del ahorro energético en redes domiciliarias, parte del supuesto de que es posible influir en el comportamiento de las personas a través de las

	<p>su masa corporal, sus metas de reducción del mismo, edad, entre otros. El artículo concluye que los usuarios que encontraban una reducción de peso en alguno de sus contactos, tendían a sentirse más motivados y por ende también lograban una reducción de peso significativa. Por otra parte, cuando los usuarios no tenían entre sus contactos a personas que cumplieran sus metas de reducción de peso, estos también tendían a incumplir las suyas.</p>	<p>publicaciones que realizan en las redes sociales.</p>
<p>"Behavioral Analysis of SNS Users with Regard to Diet"</p>	<p>Análisis de un diario de dietas de yahoo en el que los usuarios comparten su información personal como nombre, masa corporal, edad etc y además pueden seleccionar alguno de sus amigos como rival para cumplir una meta de reducción de peso. El estudio concluye que este tipo de redes sociales permiten a sus usuarios perder más peso debido a las distintas herramientas que este tipo de sitios ofrecen a sus usuarios.</p>	<p>Aunque el documento parte del supuesto de que el comportamiento de las personas puede ser influenciado a través de las redes sociales, el presente trabajo de grado pretende incentivar en los usuarios responsabilidad en el consumo de energía eléctrica en redes domiciliarias por medio del uso de la aplicación móvil que está en desarrollo.</p>
<p>"Using Facebook and text messaging to deliver a weight loss program to college students"</p>	<p>En este trabajo de investigación pone a prueba un novedoso programa de pérdida de peso en estudiantes universitarios, que presentan sobrepeso u obesidad en Estados Unidos. Dicho programa hace uso de la tecnología, en especial en la red social Facebook, Facebook plus y en los mensajes de texto.</p>	<p>El sistema propuesto hará uso únicamente de una red social para influir en el comportamiento de sus usuarios para incentivar el ahorro de energía eléctrica en sus hogares</p>
<p>"A randomized trial of a Facebook-based physical activity intervention for young adult cancer"</p>	<p>Este documento presenta un estudio dirigido a adultos jóvenes sobrevivientes de cáncer,</p>	<p>En este punto, Facebook es un gran candidato a ser seleccionado como la red social que interactúe con el</p>

survivors"	el cual hace uso de las redes sociales, específicamente la red social Facebook y sitios web seleccionados. El estudio concluye que Facebook juega un papel importante para este tipo de estudios que contribuyen a aumentar la actividad física en adultos jóvenes sobrevivientes de cáncer	sistema propuesto, en apartados posteriores del documento es mostrado este proceso de selección. De la selección hecha, dicha red social, comenzará a interactuar con el sistema para permitir publicar mensajes que incentiven a las personas a ahorrar energía eléctrica en sus casas.
------------	---	--

Tabla 1. Comparativa de trabajos relacionados con el propuesto

### 1.3 Herramientas, plataformas y tecnologías

#### 1.3.1 Facebook

Facebook es un tipo de red social virtual que permite a los usuarios entre otras cosas, mantenerse en contacto con familiares y amigos mediante el intercambio de mensajes o video llamadas, además permite subir y comentar fotos, videos, etc. [21].

En la actualidad, es la plataforma más usada a nivel mundial [22]. Esto ha sido posible gracias a los distintos usos que los usuarios le dan a ella, a continuación, son descritos algunos de ellos:

- Mercados: permite a gran variedad de organizaciones crear un espacio virtual donde estos puedan publicar, leer o responder a anuncios, campañas publicitarias o clasificados de distinta índole.
- Grupos: en Facebook es posible crear grupos sobre una temática determinada, donde las personas que sienten, son identificadas con dicho grupo, pueden unirse e intercambiar ideas con los demás miembros del grupo.
- Eventos: Facebook permite crear eventos estableciendo una hora y fecha determinada, e invitar a las personas que podrían estar interesadas a participar en dicho evento.
- Interoperabilidad: esta característica permite a Facebook interactuar con páginas web (como blogs), aplicaciones móviles, entre otros sistemas.



### 1.3.2 Facebook para Desarrolladores

El sitio web "Facebook For Developers" [23] es un complejo ecosistema web creado especialmente para desarrolladores que pretendan integrar todo tipo de aplicaciones (web, móvil, etc.) con la red social Facebook. Dicha plataforma ofrece una gran variedad de servicios y herramientas de entre las que destacan:

- Facebook Analytics: esta herramienta permite a los desarrolladores de una determinada aplicación (integrada con Facebook), hacer seguimiento continuo de las personas que hacen uso de la misma; a través de estadísticas que administran datos como la edad, el sexo, los intereses, etc., ofreciendo así, retroalimentación para ofrecer una mejor experiencia de uso a sus usuarios.
- API Graph: esta herramienta, es una API (del inglés, Application Programming Interface) de bajo nivel basada en el protocolo HTTP, que permite entre otras cosas, realizar operaciones de lectura, inserción, actualización y eliminación de datos dentro de la plataforma de Facebook. Además, permite crear usuarios virtuales o "ficticios" de prueba, los cuales pueden ser vincularlos a una aplicación como si fueran usuarios reales y de esta manera realizar pruebas a nivel de desarrollo.

### 1.3.3 Twitter

Twitter es un tipo de red social virtual que brinda sus servicios de manera gratuita a todas las personas que desean formar parte de ella. Su función principal permite el intercambio de mensajes cortos (estos pueden contener imágenes y/o videos) llamados "tweets", los cuales tienen como característica una longitud máxima de 140 caracteres [24]. Los siguientes son algunos de los servicios más usados por los usuarios de Twitter:

- Seguir a otros usuarios: las personas en Twitter pueden seguir a sus amigos, actores o personas famosas para estar al tanto de sus noticias.
- Respuestas: las personas pueden comentar o responder al tweet de otro usuario por medio de un mensaje que contiene la estructura *@nombredeusuario* seguido del resto del mensaje o tweet.

- Privacidad: por defecto, todos los tweets son públicos en Twitter y están al alcance de cualquier usuario que realice una búsqueda que contenga alguna palabra clave de dicho tweet. Para cambiar este comportamiento, los usuarios pueden elegir qué personas pueden seguirlos a través de sus tweets.
- Hashtags: es común ver el uso de “Hashtags” dentro de los tweets publicados por los usuarios. Un *hashtag* es un conjunto de palabras anteceditas por el símbolo “#”. Esto permite que los tweets tengan un mayor alcance dentro de la red social ya que facilitan su búsqueda dentro de Twitter.
- Interoperabilidad: esta característica permite a Twitter interactuar con páginas web (como blogs), aplicaciones móviles, entre otros sistemas.

#### 1.3.4 Google +

Google + es una plataforma que integra todos los servicios ofrecidos por Google [25] como Gmail, Youtube, buscador web, etc. (ver figura 5). Donde a menudo, dicha plataforma es considerada de manera errónea como una red social que compite con Facebook y Twitter.

Si bien es cierto que es una red social, Google + tiene un enfoque distinto, la difusión de marcas ya sean personales o comerciales, entre otras cosas. Esto permite a sus usuarios tener un mejor posicionamiento web, es decir, entre los resultados obtenidos por el motor de búsqueda de Google, los usuarios de Google + cuentan con el beneficio de distinguirse entre los demás a través de una imagen o foto, información sobre el autor, página web, etc.



Figura 5. Integración de los servicios de Google con Google +.

### 1.3.5 LinkedIn

Tal como define en su sitio oficial [26], LinkedIn es una red profesional orientada a los negocios cuya misión es: *“conectar a los profesionales del mundo para ayudarles a aumentar su productividad y rendimiento”*.

Las personas que desean formar parte de esta plataforma, deben crear un perfil donde pueden ingresar información relevante como: experiencia laboral, estudios realizados, etc., dicho de otra forma, las personas crean un currículum laboral virtual; la ventaja de ello, es que brinda la posibilidad a sus usuarios de expandir su círculo social, agregando a más personas con quien pueden compartir algún nivel académico o laboral en común.

### 1.3.6 Sistemas Operativos Móviles

A nivel de software, serán descritos los 3 principales sistemas operativos (S.O.) para dispositivos móviles más utilizados en la actualidad:

- **Android**

Es un S.O. multiplataforma de código fuente libre o abierto (gratis). Fue desarrollado por *Google* y la Open Handset Alliance (OHA) la cual, es una coalición de compañías de telecomunicaciones de software y hardware, en su momento participaron más de 30 compañías, entre las cuales destacan Texas Instruments, Intel, Samsung, Motorola entre otras [27]. Apple Pie fue la primera versión comercial de Android, lanzada el 23 de septiembre del 2008, desde ese tiempo hasta la fecha la empresa han lanzado más de 12 actualizaciones del sistema operativo, con la particularidad que sus nombres obedecen a un orden alfabético y alusivo a un postre. La versión más reciente de Android es la 7.0 (Nougat).

- **iOS**

Es un sistema operativo propietario desarrollado y distribuido exclusivamente por la multinacional Apple Inc. para todos sus dispositivos Iphone, Ipad y Ipod. Actualmente es el segundo sistema operativo móvil más utilizado en el mundo siendo superado únicamente por Android. Su mercado está caracterizado por estar orientado a un público con cierta capacidad adquisitiva. La versión más reciente es el iOS 10.

- **Windows Phone**

A pesar de que Microsoft migrara al desarrollo de aplicaciones universales con su último sistema operativo Windows 10, la compra de sus móviles disminuyó notablemente por parte de los Usuarios, esto debido entre otras cosas a su tardía incorporación al mercado mundial en este aspecto [28]. Además, con el enfoque de Microsoft en los usuarios de negocio (Xbox, el PC de escritorio, Surface, Hololens, Office, Azure...) está estimado que el descenso en el uso de celulares con Windows Phone en el mercado sea mayor.

La figura 6 muestra una gráfica comparativa de la porción de la cuota del mercado mundial entre los 3 sistemas operativos expuestos.

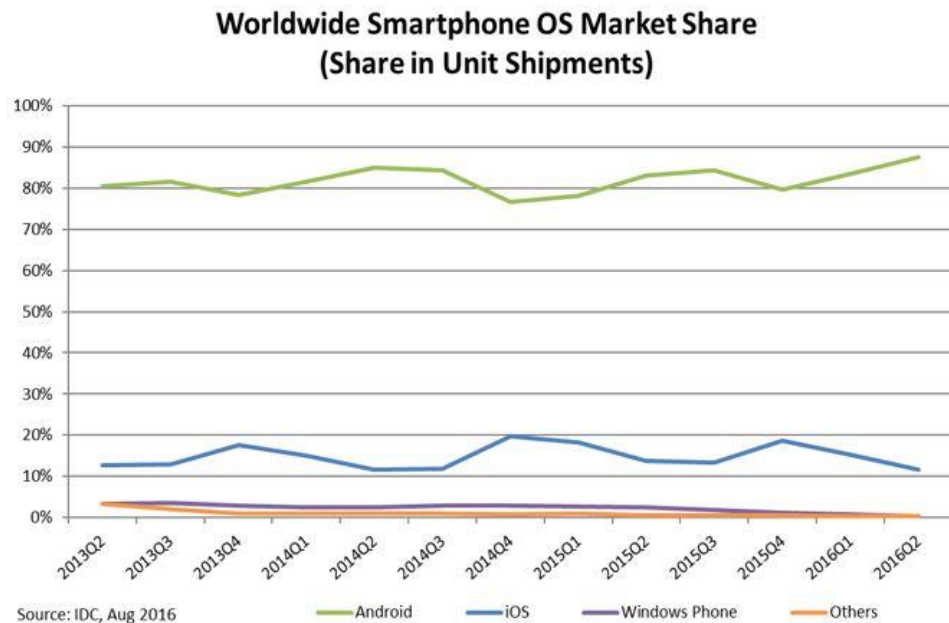


Figura 6. Dominio de mercado de los sistemas operativos para dispositivos móviles más populares en la actualidad

Figura 6, Gráfico de comparación de la cuota mundial de sistemas operativos para smartphones tomado de [29].

#### 1.4 Selección de plataformas

En esta sección son descritas las distintas plataformas seleccionadas para el desarrollo e implementación del prototipo propuesto.

#### 1.4.1 Selección de la Red Social

Este apartado detalla las principales diferencias entre las redes sociales más influyentes en la actualidad [29]. Esto con el fin de justificar la selección de la red social con la que será integrada la aplicación.

Para este análisis fueron preseleccionadas las dos redes sociales más influyentes en el mercado, las cuales son Facebook y Twitter ya que, debido a sus características descritas anteriormente, son las plataformas mejor adaptadas a las necesidades del presente proyecto.

Los principales criterios por los cuales fueron preseleccionadas estas dos plataformas de entre las demás fueron:

- Satisfacer las necesidades del presente proyecto.
- Permitir publicaciones con el menor número de restricciones sobre cualquier temática en la plataforma.
- Estar dirigidas a un público en general.
- Posicionamiento en el mercado.
- Popularidad.

La tabla 2 detalla las diferencias más relevantes entre las dos redes sociales preseleccionadas.

CARACTERISTICA	FACEBOOK	TWITTER
Longitud Publicación (caracteres)	63.206	140
Edad Mínima	13	13
Escrita en	C++, PHP (as HHVM) and D language	JavaScript, Ruby, Scala, Java
Mensajería Instantánea	si	no
Fecha de Lanzamiento	Febrero 4 del 2004	Julio 6 del 2006
Número de Usuarios	1.59 billones de usuarios activos mensuales (Dic 31, 2015)	332 millones de usuarios activos mensuales (Enero 2016)
Idiomas Disponibles	Disponible en 140 Idiomas	Disponible en 29 Idiomas
Compartir contenido	si	si
Seguir temas de Actualidad (Trending Topc)	no	si
Ganancias	17.93 Billones	1.4 Billones
Características	Incluye Amigos, Fans, Página de Inicio, Noticias, Fan Pages, Grupos, Apps, Chat Instantáneo, Likes, Fotos, Videos, Texto, Encuestas, Links, Estados, Gifts, Juegos, Mensajería, Secciones clasificadas, Carga y descarga de archivos y documentos.	Tweet, Retweet, Mensajería directa, Seguir personas & Trending Topics, Links, Fotos y Videos
Publicidad	Publicidad apoyada en forma de banners, marketing de referencia, juegos de entretenimiento, y anuncios de vídeo.	Publicidad apoyada en forma de tweets promovidos y cuentas promovidas.
Soporta Juegos	si	no
Agregar Amigos	si	no
Edición de Publicaciones	si	no
Popularidad	Primer Lugar	Tercer Lugar

Tabla 2. Diferencia de características Facebook vs Twitter

De la tabla 2 es posible observar que, en cuanto a publicaciones, Facebook ofrece una longitud prácticamente ilimitada de caracteres en comparación con los 140 ofrecidos por Twitter. Además, tiene dos años más de experiencia en el mercado y su número de usuarios es mucho mayor, al igual que la cantidad de idiomas disponibles en su plataforma en comparación a Twitter. A pesar de que ambas plataformas mantienen en común la publicación de fotos, videos y links, twitter no permite la edición de estas publicaciones y tampoco permite el uso de un chat instantáneo como si lo hace Facebook.

La principal característica de Twitter es el seguimiento de temas de actualidad o *trending topic*, pero para efectos del desarrollo del presente trabajo esta característica es irrelevante. Por lo demás, Facebook es la red social más utilizada a nivel mundial, o de mayor popularidad según lo puede observar el lector de la tabla 2. Por lo anterior, para el desarrollo de la aplicación del presente trabajo de grado es seleccionada Facebook como la plataforma destinada a la interacción entre los usuarios y el sistema propuesto. Además, una de las características que permite que sea la plataforma ideal, es el permitir a sus usuarios agregar amigos y poder publicar en sus muros cualquier tipo de contenido y que este a su vez pueda ser visto por los amigos de ellos.

#### 1.4.2 Selección del Sistema Operativo

Esta sección define el sistema operativo móvil sobre el cual será implementada la aplicación o prototipo.

Los criterios tenidos en cuenta a la hora de elegir dicho sistema fueron los siguientes:

- Permitir la integración con las principales redes sociales.
- Popularidad.
- Posicionamiento en el mercado.
- Sistema de código libre.
- Sistema con actualizaciones y mantenimiento constante.
- Disponibilidad en equipos móviles de bajo costo.

Teniendo en cuenta lo anterior, para el presente prototipo es seleccionado el sistema operativo Android, ya que es el único que cumple con todos los requisitos listados anteriormente y es un sistema que está en constante evolución.

## 1.5 Selección de parámetros a ser evaluados como criterios de medición del ahorro energético.

Para lograr el cumplimiento de este objetivo específico es tomado como referencia la bibliografía de la resolución 108 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) [30] del 3 de julio de 1997 en la cual "... se señalan criterios generales sobre protección de los derechos de los usuarios de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas combustible por red física, en relación con la facturación, comercialización y demás asuntos relativos a la relación entre la empresa y el usuario, y se dictan otras disposiciones", con el fin de dar soporte a la elección de los parámetros y además aclarar la terminología que será empleada en adelante.

### Principios Generales:

**Empresa comercializadora de energía eléctrica:** empresa que desarrolla la actividad consistente en la compra de energía eléctrica en el mercado mayorista para venderla a los usuarios finales.

**Consumo:** cantidad de kilovatios y/o Kilovatios-hora de energía activa<sup>1</sup> o reactiva<sup>2</sup>, recibida por el suscriptor o usuario en un período determinado. El lapso de 2 periodos es denominado periodo de facturación.

**Lectura:** registro del consumo que marca el medidor.

**Consumo Medido:** calculado en base a la diferencia de la lectura actual y la anterior del medidor.

**Consumo Facturado:** es el liquidado y cobrado al usuario de acuerdo con las tarifas autorizadas por la CREG.

**Factura de Servicios Públicos:** es la cuenta de cobro que una empresa prestadora de servicios públicos entrega o remite al usuario, por causa del consumo y demás servicios inherentes prestados, en desarrollo de un contrato de servicios públicos.

Con base en las anteriores definiciones, es comprendido entonces, que las empresas comercializadoras de energía, cobran a sus usuarios finales el consumo en un periodo de facturación en base a las tarifas autorizadas por la CREG con el valor del Kilovatio-Hora en ese instante. Por lo tanto, la forma de saber si un suscriptor o usuario ha ahorrado o no energía en su lugar de

---

<sup>1</sup> "La energía activa es aquella que al ingresar a una instalación por los conductores de electricidad produce luz, calor y movimiento." [42]

<sup>2</sup> "... Es la requerida para crear el campo magnético en las bobinas de motores, transformadores, balastos magnéticos, etc. Ella como tal no produce luz, movimiento ni calor es decir trabajo." [42]



residencia, es a través de una comparativa en el tiempo de su consumo. Es por esta misma razón que las facturas de servicios públicos muestran el promedio de consumo de 6 meses, de esta manera, mantienen al tanto a las personas de su media de consumo a través del año en curso.

En una reunión llevada a cabo a mediados de agosto del 2016 en la compañía energética de occidente, el Ingeniero Alexander Caballero Romero, Coordinador de proyectos Innovación y desarrollo, corroboró con el equipo de desarrollo del presente trabajo de grado, que la manera en que las compañías comercializadoras pueden determinar un ahorro energético en las viviendas de los usuarios es a través del análisis de su consumo en el tiempo. De esta manera, la conclusión obtenida de este análisis, es que no existe un parámetro extra que a ciencia cierta dictamine el ahorro energético.

Por otra parte, es importante mantener clara la diferencia entre criterios de medición del ahorro energético y los medios o métodos que los usuarios pueden utilizar para ahorrar energía, entre estos están: cambiar el uso de focos incandescentes por los llamados bombillos ahorradores, desconectar los aparatos electrónicos que no estén en uso, apagar los interruptores de energía cuando no estén personas en una habitación, etc. [31].

En un principio el equipo de desarrollo había planteado la idea de analizar días específicos de la semana de un suscriptor para observar en el tiempo su tendencia de consumo y de esta manera encontrar un patrón con el cual fuera posible establecer un criterio de medición de ahorro energético. Hubo acceso a información real de consumo de 2 usuarios de la compañía energética de occidente identificados con los códigos de contador 10001095 y 10001082. Con estos datos fueron realizadas gráficas del acumulado de consumo del mes de mayo del 2014 de dichos usuarios, conjuntamente el equipo de desarrollo realizó graficas de tendencia superpuestas a los datos originales. Las figuras 7 y 8 representan los resultados obtenidos.

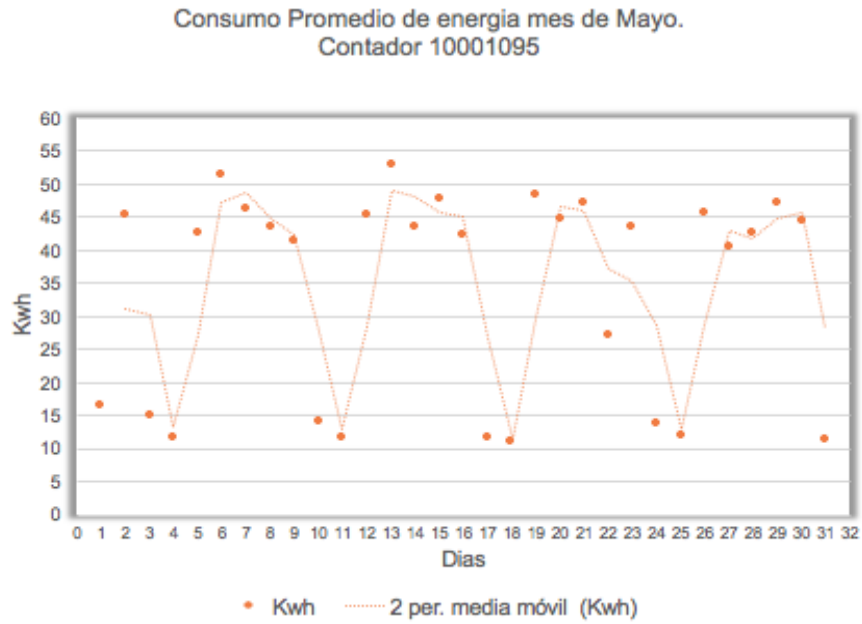


Figura 7. Gráfica con tendencia de consumo del usuario 10001095.

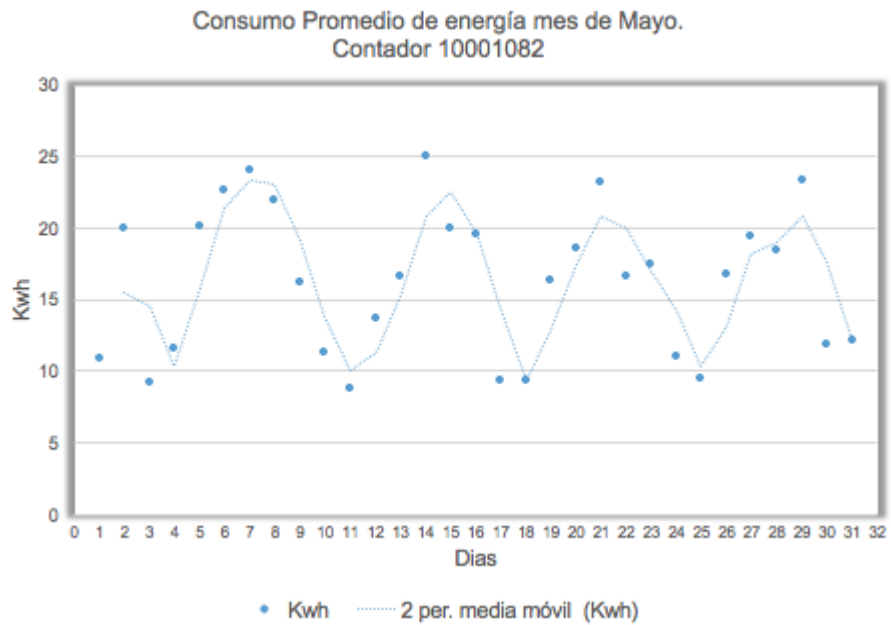


Figura 8. Gráfica con tendencia de consumo del usuario 10001082.

Como es apreciado en las gráficas 7 y 8, los datos de consumo de los usuarios fueron representados por medio de un gráfico de dispersión debido a que representa información puntual del acumulado de cada día del mes de mayo, así mismo fue realizada una gráfica de tendencia media móvil, para realizar una proyección del consumo.

Analizando los datos obtenidos existe claramente un patrón en el consumo de estos usuarios que demuestra un decaimiento periódico en el consumo aproximadamente cada 7 días. Estos resultados obtenidos fueron discutidos con el ingeniero Alexander Caballero quien concluyó con el equipo de desarrollo del presente trabajo de grado que este comportamiento es debido especialmente a la ausencia de los usuarios en esos días particulares. De esta conclusión también es posible entender que el análisis de días específicos a través del tiempo lo único que demuestra es el comportamiento de consumo de las personas, pues lo que en realidad logra la variación del consumo en kilovatios-hora son los hábitos de consumo de un hogar, puesto que pueden existir días en los que las personas salgan de vacaciones y entonces este caería drásticamente o también recibir a la familia en diciembre incrementaría esta cantidad. Finalmente y como fue mencionado al principio del desarrollo de este apartado en particular, la manera de verificar un ahorro energético en los hogares de los usuarios corresponde a la siguiente expresión.

$$\text{Ahorro energético} = \text{consumo Actual} - \text{consumo Anterior}.$$

Si el resultado obtenido de la anterior expresión es negativo, significa que hubo un ahorro energético en la red domiciliaria, en caso contrario, existe un incremento en el consumo energético por parte del usuario.

## Capítulo 2

Este capítulo presenta el modelado del sistema propuesto. La herramienta utilizada para llevar a cabo este análisis fue el lenguaje unificado de modelado o UML por su sigla en inglés, ya que es la más usada en la industria del software y además cuenta con distintas características especializadas que hacen de esta, la más apropiada para tal fin.

En primera instancia son presentados los requisitos funcionales del sistema propuesto, seguido de la especificación de casos de uso junto a sus respectivos escenarios. Con el fin de obtener el vocabulario del sistema a modelar, y apoyado en los dos apartados anteriores, es presentado el diagrama de clases, abstrayendo los elementos u objetos relevantes para el sistema.

Por último, es expuesta la arquitectura del sistema, especificando escenarios que describen los aspectos estáticos y dinámicos de la misma.

### 2.1 Requisitos del Sistema

Tal como es descrito en la introducción de este documento, en la actualidad, es importante hacer un buen uso del recurso energético, debido a ello, diferentes propuestas han surgido como alternativas al desafío de mantener un mundo más sostenible sin que ello implique disminuir la calidad de vida de las personas.

En este trabajo de grado, es propuesta una alternativa novedosa que permite llevar a cabo la integración de dos contextos aparentemente distintos y sin correlación alguna: el contexto del consumo de energía eléctrica en redes domiciliarias y el de las redes sociales. Buscando de cierta manera, un vínculo que les permita trabajar en conjunto con el fin de disminuir el derroche de la energía en los hogares y por lo tanto mitigar el deterioro del medio ambiente.

Antes que nada, es importante mencionar cierta precondition a tener en cuenta con el fin de poder desplegar y llevar a cabo el presente proyecto en mención: los lugares donde sea puesto a prueba el prototipo, deben contar con la tecnología Smart Grid. Para el caso de la ciudad de Popayán, este tipo de tecnología está desplegada en la urbanización Valle del Ortigal, la terminal de transportes, el sector histórico, entre algunos otros lugares [6][32]. Basado en lo anterior y dado el alcance del presente prototipo, el equipo de desarrollo optó por trabajar con la información de consumo energético recolectada por los telemedidores (y almacenada en sus respectivos servidores) ubicados en el sector del Valle del Ortigal.

Bajo los anteriores términos, es relevante establecer los requerimientos del sistema que de cierta manera brinden solución a los retos establecidos por la problemática descrita anteriormente. Por ende, el equipo de desarrollo del presente trabajo de grado propone desarrollar una aplicación móvil que entre sus distintas funcionalidades permita:

- Registrar como administrador de grupo a la primera persona que utiliza la aplicación, vinculando su cuenta de Facebook y el código del contador de energía de su residencia.
- Únicamente el administrador de grupo podrá vincular más cuentas de Facebook diferentes en la aplicación.
- Todos los usuarios vinculados podrán ver el consumo de energía de manera diaria, semanal o mensual.
- Permitir únicamente al administrador de grupo establecer retos de ahorro energético de tipo diario, semanal o mensual en la aplicación.
- Si los usuarios cumplen con el reto establecido por el administrador de grupo, la aplicación realizará una publicación en Facebook, felicitando y reconociendo el esfuerzo de las personas en ahorrar energía y de esta manera contribuir con la ayuda del medio ambiente.
- Los usuarios pueden consultar en cualquier momento el equivalente en pesos de su consumo de energía del presente mes.

## **2.2 Diagrama de Casos de Uso**

Una vez especificados los requisitos del sistema, es desarrollado el modelado del mismo, a través de los diagramas de casos de uso que permite construir UML. La figura 9 muestra tanto a los actores identificados como a sus respectivas interacciones con el sistema, como es propio de este tipo de diagramas su objetivo es presentar el "qué hace" el sistema.

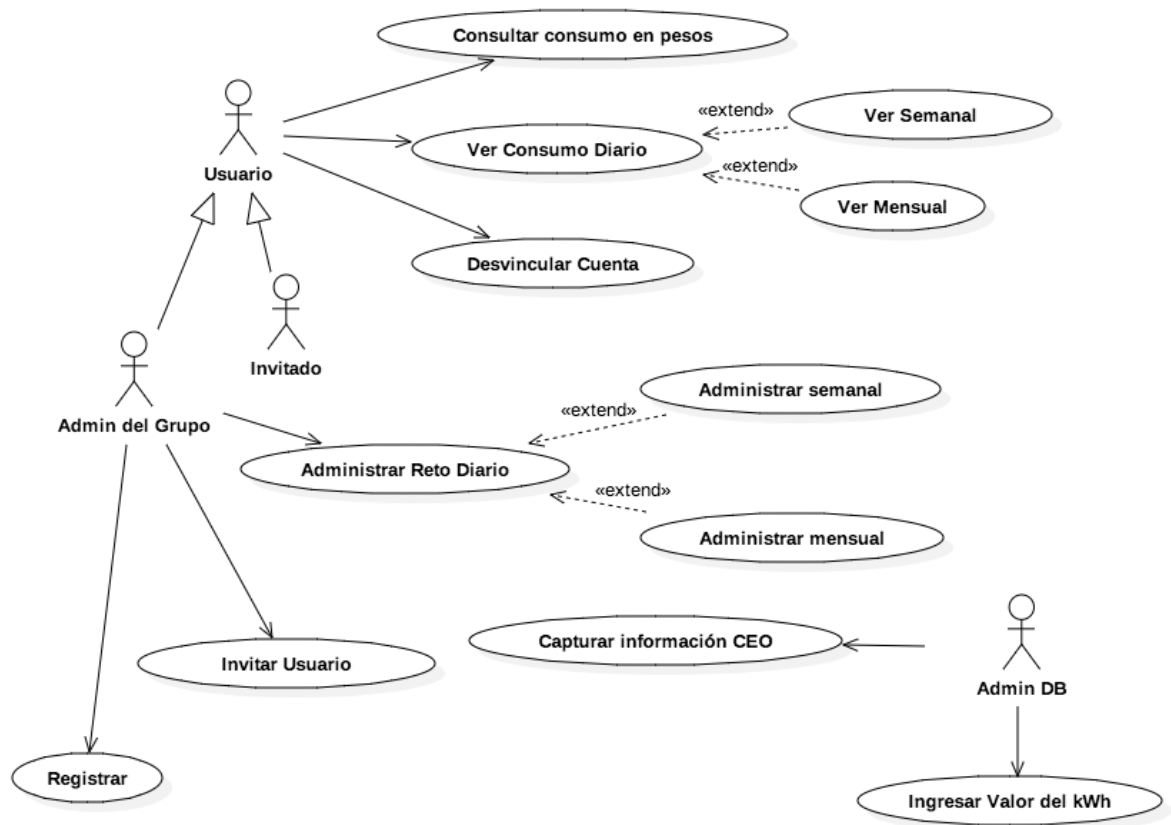


Figura 9. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

En el sistema son identificados cuatro tipos de actores los cuales pueden ser observados en la figura 9. Estos son: *Administrador del Grupo*, *Invitado*, *Usuario* y *Administrador de base de datos (Admin BD)*. Los dos primeros son una especialización del actor *Usuario*, es decir, ellos comparten las mismas acciones realizadas por este último (consultar consumo en pesos, ver consumo diario y desvincular cuenta). Además, cada uno de ellos puede realizar sus propias acciones.

### 2.2.1 Escenarios de Casos de Uso

A continuación, son descritos en detalle los casos de uso mencionados en el apartado anterior:

## 1. Caso de Uso: Registrar

**Iniciador:** Administrador del grupo.

**Propósito:** este caso de uso permite a la primera persona en utilizar la aplicación, registrarse como administrador del grupo en el sistema a través de una cuenta de *Facebook* y un código de contador asignado a su vivienda.

**Precondiciones:** no exista ninguna cuenta registrada en la aplicación.

### Flujo de Eventos

#### *Flujo Principal*

1. La persona abre la aplicación.
2. Es desplegada una interfaz a la persona solicitando un código válido de contador residencial.
3. El sistema valida el código ingresado y posterior a ello solicita iniciar sesión en la plataforma de *Facebook*.
4. La aplicación asocia, a la primera cuenta de *Facebook* registrada y al código de contador como la cuenta de administrador del grupo.
5. La primera vez que es utilizada la aplicación, esta le permite al nuevo administrador de grupo invitar a más personas en Facebook.
6. El sistema envía al administrador a la interfaz de menú principal.

### Pos condiciones

- Nuevo administrador del grupo vinculado a la aplicación.

### Flujos Alternativos

1. En 3 y 4, si el código de contador no es válido, el sistema desplegará un mensaje de error y le dará la posibilidad de corregir los datos ingresados.
2. La persona puede cerrar la aplicación en cualquier momento.

### Excepciones

- Falla de conexión con la base de datos del sistema.
- Falla de conexión con los servidores de *Facebook*.

### Interfaz de Usuario relacionadas

- GUI\_register\_admin (permite que una persona sea registrada como administrador del grupo en la aplicación).
- GUI\_admin\_menu (permite al administrador del grupo navegar por el menú principal de la aplicación).

## 2. **Caso de Uso:** Ver Consumo Diario.

**Iniciador:** Usuario.

**Propósito:** permitir al usuario del sistema, ya sea administrador del grupo o invitado ver gráficos que muestren el acumulado del consumo energético y el reto si este ha sido establecido previamente por el administrador del grupo. Los gráficos de consumo son de tipo diario, semanal y mensual.

**Precondición:** usuario inicia sesión en el sistema por medio de una cuenta de *Facebook* previamente registrada en el sistema.

### **Flujo de eventos**

#### ***Flujo principal***

1. El usuario desea ver su consumo energético.
2. El usuario selecciona la opción “Historial de consumo” en la aplicación.
3. El sistema despliega una interfaz mostrando por defecto el consumo diario de energía, el reto establecido por el administrador (si existe), además de otras opciones de visualización.

#### ***Flujos alternativos***

1. En 3, el usuario puede seleccionar la pestaña con el ícono de consumo semanal, en donde es desplegada una interfaz con un gráfico mostrando el acumulado semanal de energía. Si existe un reto semanal asignado por el administrador del grupo, este será mostrado como una gráfica de referencia.
2. En 3, el usuario puede seleccionar la pestaña con el ícono de consumo mensual, en donde será desplegada una interfaz con un gráfico mostrando el acumulado mensual de energía. Si existe un reto mensual asignado por el administrador del grupo, este será mostrado como una gráfica de referencia.
3. El usuario puede salir a la pantalla principal en cualquier momento o incluso cerrar la aplicación.



## Excepciones

- Falla de conexión con la base de datos del sistema.

## Interfaz de Usuario relacionadas

- GUI\_user\_menu (permite al usuario navegar por el menú principal de la aplicación).
- GUI\_user\_dailyConsumption (permite al usuario conocer su consumo diario de energía).
- GUI\_user\_weeklyConsumption (permite al usuario conocer su consumo semanal de energía).
- GUI\_user\_monthlyConsumption (permite al usuario conocer su consumo mensual de energía).

### 3. Caso de Uso: Desvincular Cuenta

**Iniciador:** Usuario

**Propósito:** Permitir al usuario desvincular su cuenta de *Facebook* de la aplicación.

**Precondición:** El usuario inicia sesión en el sistema por medio de una cuenta de *Facebook* previamente registrada en el sistema.

#### Flujo de eventos

##### *Flujo principal*

1. El Usuario selecciona la opción "Darse de baja" en la aplicación.
2. El sistema despliega una interfaz al Usuario en la que puede desvincular su cuenta de la aplicación.
3. El Usuario selecciona la opción darse de baja.
4. El sistema muestra un mensaje emergente al Usuario preguntándole si está seguro de continuar.
5. El sistema notifica al Usuario que su cuenta fue desvinculada exitosamente.

### **Pos condiciones**

- La cuenta del Usuario ha sido desvinculada de la aplicación.

### **Flujos alternativos**

1. En 4, el Usuario puede salir a la pantalla principal si no confirma la desvinculación o incluso si cierra la aplicación.

### **Excepciones**

- Falla de conexión con la base de datos del sistema.

### **Interfaz de Usuario relacionadas**

- GUI\_invitado\_menu (permite al usuario navegar por el menú principal de la aplicación).
- GUI\_invitado\_menu\_unsuscribe (Despliega una interfaz mostrando al invitado la opción de desvincular su cuenta de facebook registrada en el sistema).
- GUI\_invitado\_menu\_Unsuscribe\_confirm (El sistema despliega un mensaje emergente solicitando la confirmación de desvinculación de la cuenta).

### **4. Caso de Uso: Invitar Usuarios.**

**Iniciador:** Administrador de Grupo.

**Propósito:** permitir al administrador del grupo enviar invitaciones a sus contactos de Facebook para que hagan uso de la aplicación.

**Precondiciones:** el administrador del grupo inicia sesión en el sistema por medio de una cuenta de *Facebook* previamente registrada en el mismo.

## **Flujo de Eventos**

### ***Flujo Principal***

1. El administrador del grupo desea invitar a sus contactos de Facebook para que hagan uso de la aplicación.
2. El administrador navega dentro de la aplicación y selecciona la opción de "Invitar Amigos".
3. El sistema presenta una interfaz en la cual el administrador de grupo puede invitar a sus contactos de Facebook.
4. El administrador selecciona a las personas que desea agregar de su lista de amigos.
5. El sistema envía una invitación a las personas seleccionadas en el paso 4.
6. La interfaz notifica el envío exitoso de las invitaciones.

### **Pos condiciones**

- Nuevas personas invitadas a usar la aplicación.

### ***Flujos Alternativos***

1. El administrador del grupo puede cancelar en cualquier momento la acción que esté llevando a cabo sólo con salir del flujo principal de eventos.

### **Excepciones**

- Falla de conexión con la base de datos del sistema.
- Falla de conexión con los servidores de *Facebook*.

### **Interfaz de Usuario relacionadas**

- GUI\_admin\_menu (permite al administrador del grupo navegar por el menú principal de la aplicación).
- GUI\_admin\_chooseFriends (permite al administrador del grupo seleccionar de su lista de contactos, personas a utilizar la aplicación).
- GUI\_Facebook\_Invites (permite al sistema enviar las invitaciones realizadas por el administrador)

## 5. **Caso de Uso:** Administrar Reto Diario

**Iniciador:** Administrador del grupo

**Propósito:** permitir al administrador del grupo establecer retos de eficiencia energética.

**Precondiciones:** Administrador del grupo inicia sesión en el sistema por medio de una cuenta de *Facebook* previamente registrada en el sistema.

### **Flujo de Eventos**

#### ***Flujo Principal***

1. El administrador del grupo desea crear un nuevo reto de eficiencia energética.
2. El administrador del grupo navega dentro de la aplicación y selecciona la opción de establecer reto.
3. El sistema presenta una interfaz de usuario mostrando por defecto administrar reto diario, además de otras opciones de visualización.
4. El administrador del grupo puede elegir entre un rango de valores creados por defecto y desplegados por la aplicación.
5. La aplicación notifica la creación de un reto de tipo diario al administrador del grupo y a los usuarios invitados que pertenecen a dicho grupo.
6. La aplicación hace un seguimiento periódico del reto diario establecido para verificar su cumplimiento.
7. El grupo cumple el reto dentro de la fecha establecida.
8. La aplicación publica un mensaje de motivación en los muros de *Facebook* del grupo de personas.

### **Pos condiciones**

- Establecer un nuevo reto de eficiencia energética el cual no puede ser modificado ni eliminado por ningún usuario hasta que sea cumplida la fecha de caducidad del mismo.

### **Flujos Alternativos**

1. En 3, si el administrador del grupo selecciona la opción “establecer un reto de tipo *semanal*”, y este reto no ha sido establecido, será presentada una interfaz donde puede elegir un rango de valores de consumo semanal entre los distintos sugeridos por el sistema. La aplicación hace un seguimiento periódico del reto semanal establecido para verificar su cumplimiento. Si el grupo cumple el reto dentro de la fecha establecida, la aplicación publica un mensaje de motivación en sus cuentas de *Facebook*.
2. En 3, si el administrador del grupo selecciona la opción “establecer un reto de tipo *mensual*”, y este reto no ha sido establecido, será presentada una interfaz donde puede elegir un rango de valores de consumo mensual entre los distintos sugeridos por el sistema. La aplicación hace un seguimiento periódico del reto mensual establecido para verificar su cumplimiento. Si el grupo cumple el reto dentro de la fecha establecida, la aplicación publica un mensaje de motivación en sus cuentas de *Facebook*.
3. Si el grupo no cumple ninguno de los retos establecidos, ya sea: diario, semanal o mensual, la aplicación no publicará ningún mensaje en *Facebook*.
4. El administrador del grupo puede cancelar en cualquier momento el establecimiento del nuevo reto sólo con salir del flujo principal de eventos.
5. Si ha sido establecido anteriormente alguno de los retos, el sistema desplegará un mensaje notificando al administrador del grupo que dicho reto ya existe y que no puede modificarlo.
6. Una vez sea establecido el tipo de reto ya sea diario, semanal o mensual, este será notificado a los “invitados” vinculados a la aplicación que pertenezcan al grupo del administrador.

## Excepciones

- Falla de conexión con la base de datos del sistema.
- Falla de conexión con los servidores de *Facebook*.

## Interfaz de Usuario relacionadas

- GUI\_admin\_menu (permite al administrador del grupo navegar por el menú principal de la aplicación).
- GUI\_admin\_dailyChallengue (permite al administrador del grupo agregar un nuevo reto diario).
- GUI\_admin\_weeklyChallengue (permite al administrador del grupo agregar un nuevo reto semanal).
- GUI\_admin\_monthlyChallengue (permite al administrador del grupo agregar un nuevo reto mensual).

## 6. Caso de Uso: Capturar Información CE.

**Iniciador:** Administrador BD.

**Propósito:** gestionar la información de consumo energético de los usuarios vinculados a la Compañía Energética a través de una base de datos.

**Precondiciones:** nueva información proveniente de la CE.

### Flujo de Eventos

#### *Flujo Principal*

1. El sistema administrador recibe nueva información proveniente de la CE.
2. El sistema administrador depura la información recibida en busca de errores.
3. El sistema administrador actualiza la base de datos con la información depurada.

### Pos condiciones

- Base de datos del sistema actualizada.
- Nueva información disponible para ser consumida por la aplicación.

#### *Flujos Alternativos*

En 2, si el sistema encuentra alguna inconsistencia en la información, omite los campos corruptos y mapea el remanente en la base de datos.

### **Excepciones**

- Falla de conexión con la base de datos del sistema.
- Falla de conexión con el sistema de envío de información utilizado por la C.E.O

### **Interfaz de Usuario relacionadas**

- GUI\_adminBD\_login (permite al administrador de la base de datos iniciar sesión dentro de la aplicación web de administración de información de la CE).
- GUI\_adminBD\_menu\_set\_newData (permite al administrador BD navegar a la interfaz en donde podrá actualizar la base de datos con nueva información).
- GUI\_adminBD\_set\_newData (permite al administrador BD actualizar la base de datos con nueva información depurada y proveniente de la CE).

## **7. Caso de Uso: Consultar Consumo en pesos.**

**Iniciador:** Usuario.

**Propósito:** permitir al usuario del sistema, ya sea administrador del grupo o invitado ver el valor en pesos del consumo de energía que lleva hasta el momento.

**Precondición:** Usuario inicia sesión en el sistema por medio de una cuenta de *Facebook* previamente registrada en el sistema.

### **Flujo de eventos**

#### ***Flujo principal***

1. El usuario, ya sea administrador del grupo o invitado, selecciona la opción en la aplicación: "Ver Consumo en pesos".
2. El sistema calcula el valor en pesos del consumo de energía hasta el momento.
3. El sistema despliega una interfaz al usuario donde será mostrado su consumo aproximado en pesos hasta ese instante del presente mes de facturación.

### ***Flujos alternativos***

1. El Usuario puede salir a la pantalla principal en cualquier momento o incluso cerrar la aplicación.

### **Excepciones**

- Falla de conexión con la base de datos del sistema.

### **Interfaz de Usuario relacionadas**

- GUI\_user\_menu (permite al usuario navegar por el menú principal de la aplicación).
- GUI\_user\_menu\_consult\_valueKwh (permite al usuario navegar a la interfaz dónde podrá consultar su consumo de energía en pesos).

## **8. Caso de Uso: Ingresar valor del kWh.**

**Iniciador:** Administrador BD.

**Propósito:** permitir al administrador de la base de datos ingresar y/o actualizar el valor del kWh.

**Precondición:** iniciar sesión en la página web de administración de Información de la CE.

### **Flujo de eventos**

#### ***Flujo principal***

1. El administrador de la Base de Datos inicia sesión en la página web de administración de información de la CE.
2. El administrador de la Base de Datos selecciona la opción ingresar valor del kWh dentro del menú de opciones disponible en la página web.
3. Es desplegada una interfaz en donde el administrador puede ingresar el nuevo valor del kWh
4. El administrador confirma el ingreso del nuevo valor del kWh.

### **Pos condiciones**

- Base de datos de sistema actualizada con nuevo valor para el kWh.

### ***Flujos alternativos***

1. El Usuario puede cerrar sesión en cualquier momento.



### **Excepciones**

- Falla de conexión con la base de datos del sistema.

### **Interfaz de Usuario relacionadas**

- GUI\_adminBD\_login (permite al administrador de la base de datos iniciar sesión dentro de la aplicación web de administración de información de la CE).
- GUI\_adminBD\_menu\_set\_valuekWh (permite al administrador de la base de datos navegar a la interfaz dónde podrá ingresar y/o actualizar el valor del kWh).
- GUI\_adminBD\_set\_valuekWh (permite al administrador de la base de datos ingresar y/o actualizar el valor del kWh).

## **2.3 Diagrama de Clases**

Una vez descrito los requisitos funcionales del sistema junto a sus casos de uso (secciones 2.1 y 2.2 respectivamente), lo siguiente es capturar el vocabulario del mismo, abstrayendo los elementos u objetos relevantes para tal fin. Para ello, son empleados los Diagramas de Clase, definiendo así, los aspectos estáticos de la vista de diseño del sistema.

La figura 10 ilustra las diferentes clases abstraídas de los casos de uso y de los requisitos funcionales: Usuario, Invitado, AdminGrupo, ConsumoEnergia y Reto.

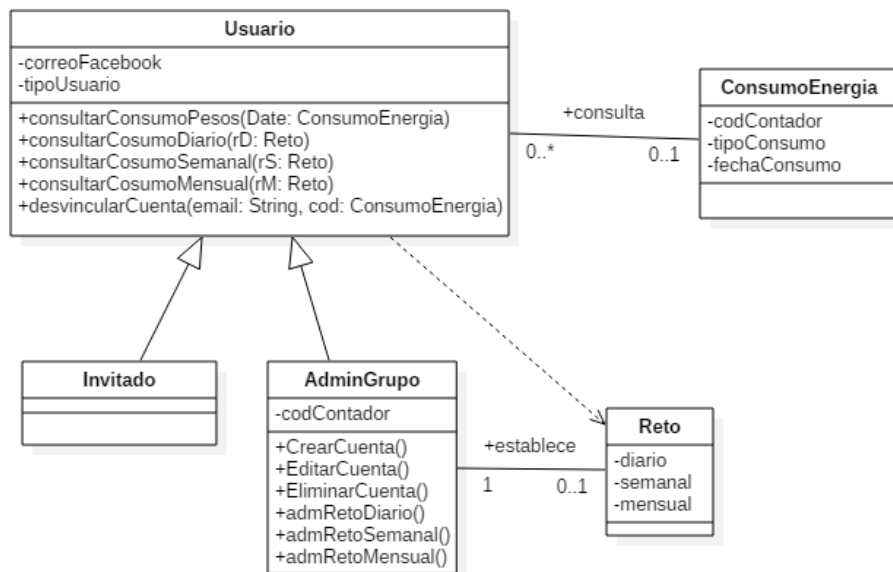


Figura 10. Diagrama de Clases del Sistema.

De la figura 10 el lector puede observar una relación de Generalización entre las clases Usuario, Invitado y AdminGrupo. Siendo la primera, una generalización de las dos últimas, es decir, las propiedades y métodos de la clase Usuario son heredadas por las clases Invitado y AdminGrupo.

Por otra parte, entre las clases Reto y AdminGrupo existe una relación de Asociación nombrada "establece". En ella, son detalladas las multiplicidades existentes entre ambas clases. Dichas multiplicidades son expresadas de la siguiente manera:

- Una instancia de la clase AdminGrupo puede estar asociada con ninguna o máximo una de la clase Reto, dicho de otra forma, un administrador de grupo puede establecer ninguno o máximo un reto.
- Una instancia de la clase Reto puede estar asociada con una y sólo una de la clase AdminGrupo, es decir, un reto sólo debe o puede ser establecido por un único administrador de grupo.

De la misma figura, entre las clases Usuario y Reto existe una relación de Dependencia, es decir, la clase Usuario hace uso de la clase Reto. Esto debido, a que la primera permite consultar y visualizar los distintos tipos de consumo de energía (diario, semanal y mensual), así como los distintos tipos de reto sólo si éstos han sido establecidos previamente por el administrador de grupo a través de la clase Reto.

Por último, entre las clases Usuario y ConsumoEnergia existe una relación de Asociación nombrada "consulta". En esta asociación también es detallado el tipo de multiplicidad existente entre ambas clases:

- Una instancia de la clase Usuario puede estar asociada con ninguna o máximo una de la clase ConsumoEnergia. Es decir, un usuario puede consultar ninguno o máximo un consumo para una fecha determinada.
- Una instancia de la clase ConsumoEnergia puede estar asociada con ninguna o con muchas de la clase Usuario, dicho de otra forma, un consumo de energía para una determinada fecha puede ser consultado por ninguno o muchos usuarios.

## 2.4 Diagramas de Secuencia

Una vez descritos los casos de uso del aplicativo, son presentados los respectivos diagramas de secuencia, que describen la interacción o el intercambio de mensajes entre los diferentes actores y objetos del sistema a través del tiempo.

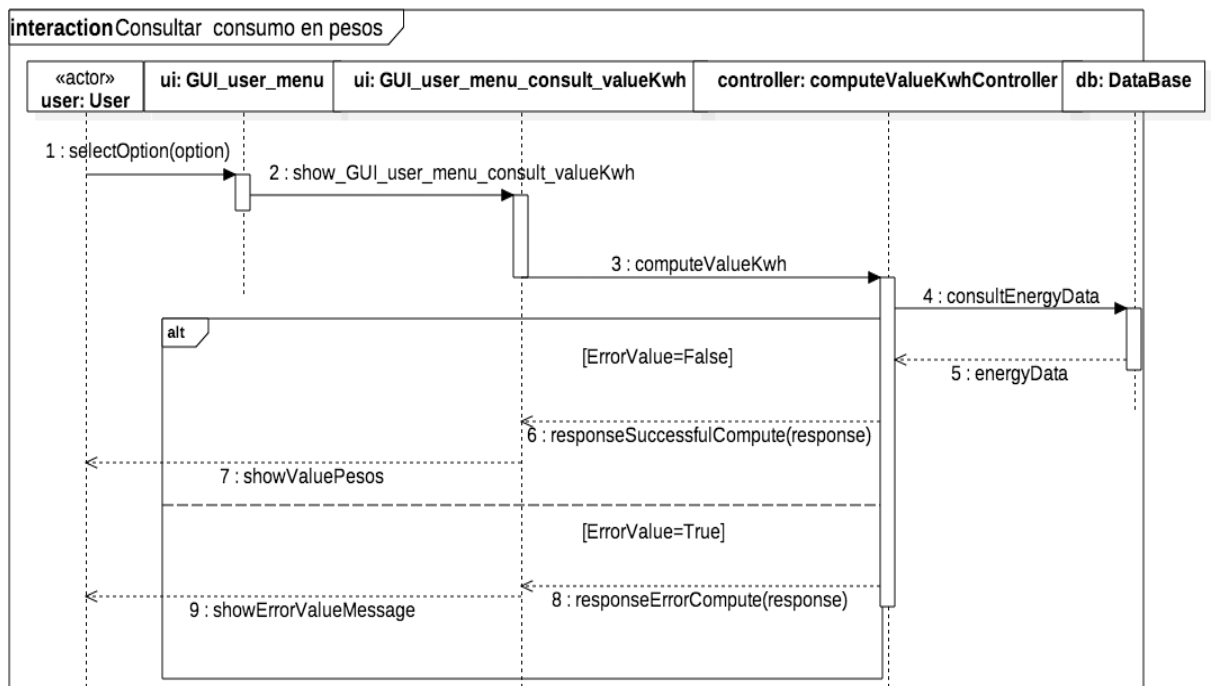


Figura 11. Diagrama de Secuencia: consultar consumo en pesos.

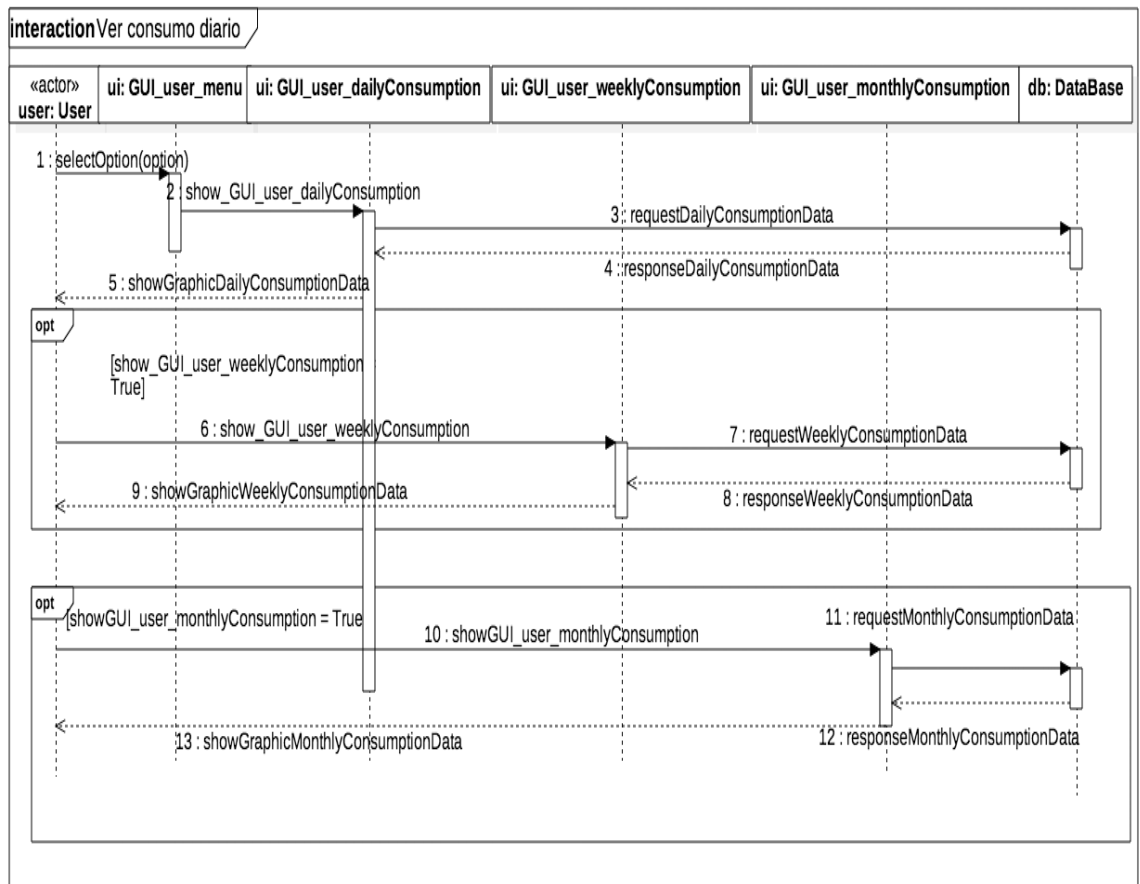


Figura 12. Diagrama de Secuencia: ver consumo diario.

Para el siguiente diagrama de secuencia, han recortado los nombres de los objetos que representan las líneas de vida del diagrama por cuestiones de espacio, a continuación, son listados los nombres completos en el orden en el que aparecen en el gráfico de izquierda a derecha:

1. ui: GUI\_administrator\_menu
2. ui: GUI\_administrator\_dailyChallenge
3. ui: GUI\_administrator\_weeklyChallenge
4. ui: GUI\_administrator\_montlyChallenge
5. controller: ChallengeController
6. db: DataBase

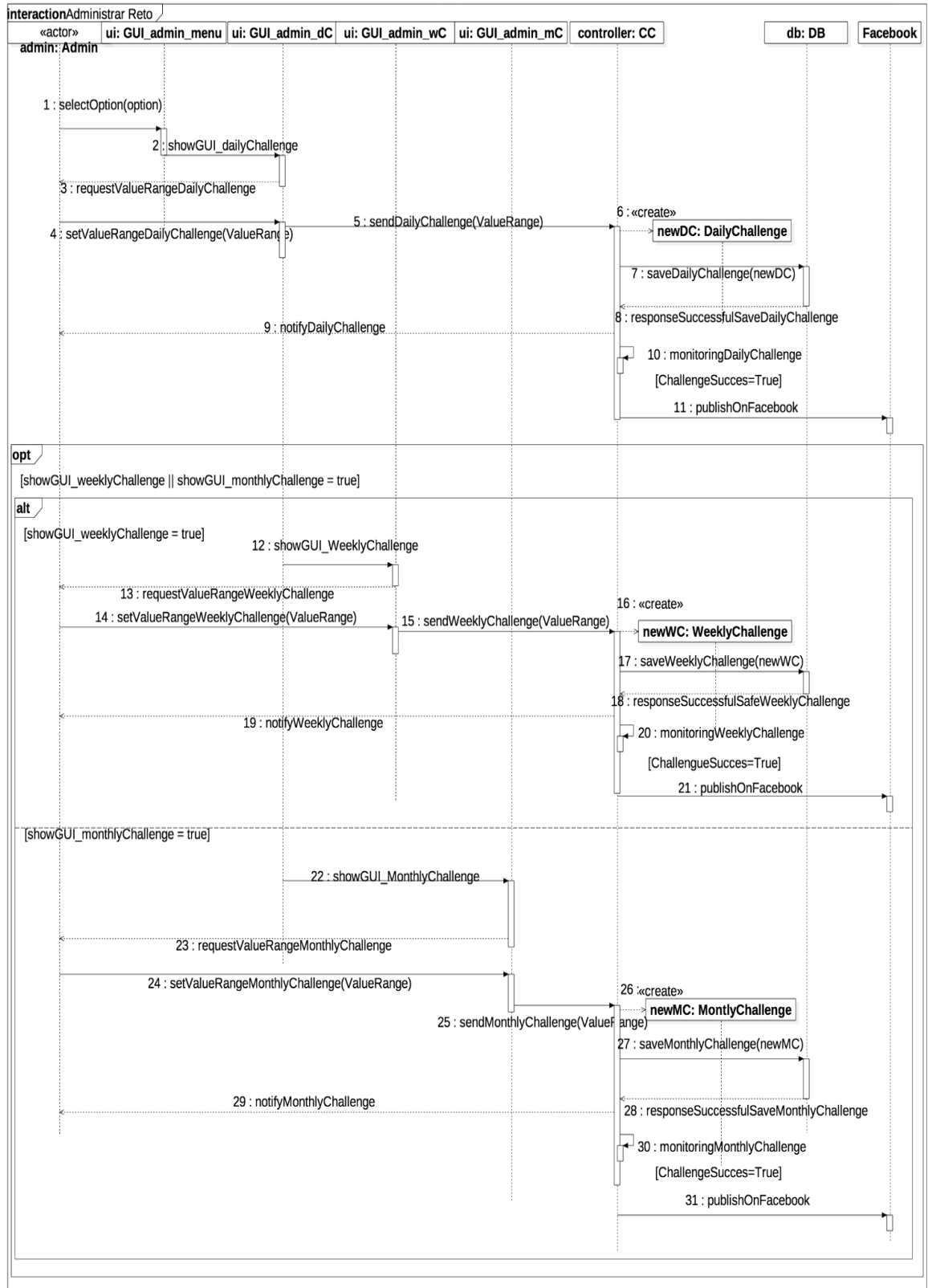


Figura 13. Diagrama de Secuencia: administrar reto.

## 2.5 Descripción de la Arquitectura del Sistema

En la actualidad, la evolución de las redes de comunicación, de la informática y el auge que ha tenido internet a través de los años, ha permitido que los sistemas basados en computadoras pasen de ser sistemas centralizados a sistemas distribuidos. Estos, son accedidos normalmente a través de internet, y organizados (generalmente) como sistemas basados en arquitecturas tipo cliente-servidor. Por lo tanto, el presente apartado detalla las características generales de este tipo de arquitectura y los diferentes tipos de implementación de la misma. Por último, son descritas a detalle la arquitectura del sistema propuesto. En primer lugar es expuesta la arquitectura estática y en segundo la arquitectura dinámica del mismo. Para lograr una mayor claridad, son empleados ciertos diagramas de UML, los cuales han sido seleccionados de acuerdo a las necesidades del proyecto.

### 2.5.1 Generalidades de la Arquitectura Cliente-Servidor

En los sistemas basados en la arquitectura cliente-servidor, el usuario, es decir, el cliente, interactúa con un software que son ejecutados en su equipo personal, por ejemplo, un navegador web o una aplicación móvil en el caso de un smartphone. Por su parte, el servidor es un equipo remoto (por ejemplo, un servidor web) que ejecuta un conjunto de programas o servicios que interactúan con el software ejecutado en el cliente. En la práctica, la industria del software implementa este tipo de sistemas en varias capas lógicas con interfaz de comunicación claras entre ellas. Dicha distribución permite que cada capa pueda ser ejecutada en un servidor diferente si es necesario. La figura 14 presenta cada una de las capas [33]:

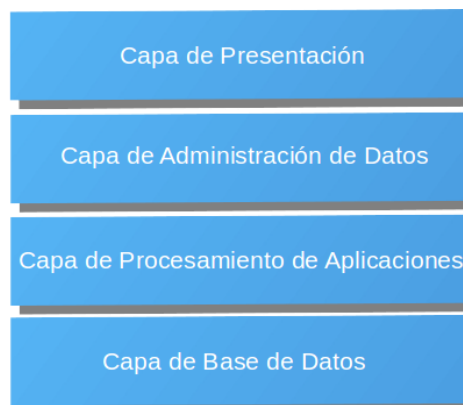


Figura 14. Modelo en capas de la Arquitectura Cliente-Servidor.

La descripción de dichas capas es como sigue:

- Capa de Presentación: esta capa es la encargada de presentar la interfaz de usuario al mismo y de responder a acciones o eventos de este.
- Capa de Administración de Datos: esta capa recibe y envía los datos desde y hacia el cliente. Además, puede llevar a cabo tareas de verificación de datos y, en el caso de una aplicación web, esta capa también puede generar páginas web.
- Capa de Procesamiento de Aplicaciones: es la encargada de implementar la lógica de negocio del sistema cumpliendo con los requerimientos o solicitudes de los usuarios finales.
- Capa de Base de Datos: esta capa tiene como tarea la persistencia de datos, llevando a cabo operaciones de transacción (inserción, recuperación, actualización y eliminación) de información y su respectivo almacenamiento en una o varias bases de datos.

### 2.5.2 Tipos de Arquitectura Cliente-Servidor

Este apartado da una idea de cómo diferentes implementaciones de la arquitectura cliente-servidor distribuyen las distintas capas explicadas en la sección anterior. No obstante, no es el fin describir todos los tipos de implementaciones existentes de este tipo de arquitectura, sino detallar en qué casos es adecuado implementar una u otra.

A continuación, son descritos cinco tipos de implementación:

- Arquitectura Maestro-Esclavo: este tipo de arquitectura es especialmente usada en sistemas donde es requerida una adquisición periódica de datos que interactúan con el entorno en el cual es desplegado el sistema. Para la ejecución de dicha tarea, es común incluir una red de sensores especializados llamados esclavos y una unidad central de procesamiento, comunicación y control llamada maestro. Un ejemplo de este tipo de arquitectura puede ser un sistema dedicado al monitoreo y control del flujo de tráfico en una ciudad. En resumen, este tipo de arquitectura es ideal en situaciones donde sea necesario garantizar tiempos de respuesta de interacción entre los diferentes elementos del sistema y donde sea posible la distribución de tareas específicas dentro del entorno.
- Arquitectura Cliente-Servidor de Dos Niveles: una arquitectura cliente-servidor a dos niveles es la forma más simple de este tipo de arquitectura. En esta, el sistema es implementado en un único servidor y un conjunto de abonados o clientes que acceden a los diferentes

servicios ofrecidos por dicho servidor. En este tipo de arquitecturas, la capa de presentación suele estar implementada en el lado del cliente, pero existen modelos donde el cliente puede ejecutar además de la capa de presentación, todo o parte de la capa de procesamiento de la aplicación. Esto es representado en la figura 15. Este tipo de arquitectura es implementada en situaciones donde no es una prioridad la tolerancia a fallos, no existen los suficientes recursos financieros para implementar un sistema más robusto, etc. o simplemente es suficiente para los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.

- **Arquitectura Cliente-Servidor Multi-Nivel:** el inconveniente con el anterior modelo de arquitectura, es que las capas lógicas del sistema deben ser asignadas a dos tipos de equipos informáticos: el cliente y el servidor. Esto representa un problema cuando el volumen de solicitudes y transacciones generadas por los clientes y que deben ser atendidas por el servidor es alto. Para solventar esto, existe la arquitectura cliente-servidor multi-nivel. En ella, las capas de presentación, de gestión de datos, de procesamiento de aplicaciones y de persistencia de datos, pueden ser implementadas como procesos independientes y ejecutados en equipos diferentes. Los sistemas de banca en línea son un ejemplo de implementación de este tipo de arquitectura. Por último, este tipo de arquitectura es útil en sistemas donde es manejado un alto volumen de clientes, donde la escalabilidad a futuro es un tema prioritario, donde es necesario llevar procesamiento intensivo de información, entre otros aspectos.
- **Arquitectura de Componentes Distribuidos:** está enfocada en diseñar el sistema mediante un conjunto de servicios, sin que ello implique asignar (en teoría) los servicios a las diferentes capas del sistema. Dichos servicios son agrupados lógicamente en componentes separados, donde estos interactúan entre sí a través de una interfaz que permite el acceso a cada uno de los servicios alojados en ellos. Otros componentes acceden a los servicios que requieren por medio de un *middleware*. Este último es el encargado de gestionar dichas interacciones entre componentes y servir de traductor para los distintos parámetros intercambiados entre estos. Este tipo de arquitectura es útil en situaciones donde es importante proporcionar funcionalidades del sistema en términos de servicios y combinaciones de estos. Y en donde la flexibilidad y escalabilidad son factores a tener en cuenta, permitiendo agregar nuevos componentes al sistema a medida que aumenta la carga, sin interrumpir los servicios ya implementados.
- **Arquitectura Peer-to-Peer:** a diferencia de otras arquitecturas, esta tiene como principal característica no tener una distinción clara entre los roles de cliente y servidor. Dicho de otra manera, los sistemas peer-to-peer (p2p) son sistemas descentralizados donde cualquier nodo (equipo de cómputo) puede llevar a cabo las tareas o cálculos requeridos dentro de la red de ordenadores. Entre los usos dados a esta arquitectura,



están, el intercambio de archivos entre usuarios, los servicios de voz y video como por ejemplo Skype. Además, otra característica importante de este tipo de arquitecturas, es que permite llevar acabo un gran número de operaciones, las cuales son distribuidas dentro de cada uno de los nodos de la red, en contraste a otros tipos de arquitectura donde la carga computacional está delegada generalmente al servidor o conjunto de servidores. Por lo tanto, este tipo de arquitectura es adecuada cuando el sistema es intensivo computacionalmente y es posible la separación de dichos cálculos en operaciones más pequeñas a través de los nodos dentro de la red. También cuando la prioridad es el intercambio de información entre ordenadores individuales y no es necesario centralizar o gestionar la misma por medio de un servidor.

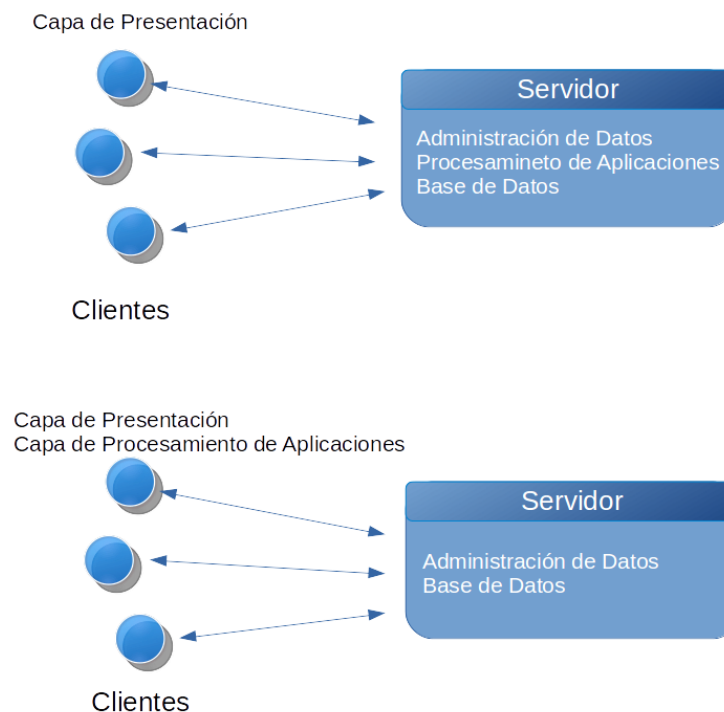


Figura 15. Modelo en capas de la arquitectura cliente servidor.

De la figura 15 el lector puede observar de la imagen superior que el cliente sólo ejecuta la capa de presentación y de la inferior, que el cliente ejecuta la capa de presentación y todo o parte de la capa de procesamiento

Una vez descritas las características generales y los tipos de implementación de la arquitectura cliente-servidor, lo siguiente es proceder a seleccionar y detallar la arquitectura del sistema propuesto. Para ello, un aspecto a tener en cuenta dentro del presente proyecto, es, que tanto el usuario de la aplicación (el cliente) como el servidor, deben interactuar con procesos o servicios independientes como los ofrecidos por Facebook y un servidor de correo electrónico respectivamente. Lo anterior, sugiere la implementación de una

arquitectura que permita la integración de procesos aislados, incluso si son ejecutados en equipos diferentes. Por lo tanto, la arquitectura seleccionada para la realización del presente trabajo de grado fue la arquitectura cliente-servidor Multi-nivel.

### 2.5.3 Arquitectura Estática

Para modelar la distribución de los distintos nodos, componentes y artefactos que conforman la topología sobre la cual es ejecutado el sistema, es empleado el diagrama de despliegue, el cual es usado principalmente para modelar el hardware utilizado en la implementación del sistema como también para especificar las relaciones entre sus componentes.

En la figura 16, el diagrama de despliegue es basado en la clásica arquitectura cliente-servidor. Además, son identificados claramente cada uno de los nodos que constituyen el sistema, junto a los componentes y artefactos que residen en ellos. A continuación es descrito el propósito de cada uno:

- **Web Server:** este nodo es el encargado de brindar soporte a las peticiones o servicios solicitados por los nodos *Terminal* y *PC*. Asimismo, es el encargado de interactuar con el nodo *DB Server* cuando sea requerido realizar operaciones CRUD (del inglés, Create, Read, Update y Delete) sobre datos persistentes. Además, permite la interacción con el nodo *Mail System Server* cuando el nodo *Terminal* lo solicite. Por último, este nodo alberga al componente *Web App*, el cual consiste de un conjunto de archivos organizados en carpetas, cuyo fin es gestionar todas las acciones descritas anteriormente.
- **DB Server:** este nodo aloja al componente *DBSchema*, cuyo propósito es desplegar todo el esquema o diseño de la base de datos (descrito en el capítulo 3), es decir, persistir toda información relevante para el sistema y ponerla a disposición del nodo *Web Server* cuando este la requiera.
- **PC:** en el contexto del presente proyecto, este dispositivo representa a cualquier computador empleado para fines administrativos, dicho de otra forma, su objetivo es permitir a ciertos tipos de usuario, realizar (a través de un navegador web) actividades de gestión o administración de la información procesada y almacenada en los nodos *Web Server* y *DB Server* respectivamente.
- **Terminal:** representa a cualquier dispositivo móvil sobre el cual es ejecutado el artefacto *App.apk*. Este ejecutable encapsula todo el aplicativo que interactúa con el usuario final. Además, provee y solicita información hacia/desde los nodos *Web Server* y *Facebook*.

- **Facebook:** este nodo es el encargado de intercambiar información de usuarios (registrados en la plataforma de *Facebook*) con el nodo *Terminal*. Su objetivo es realizar publicaciones en los perfiles de sus usuarios de acuerdo a ciertos criterios determinados por el nodo *Terminal*. El modo en que opera este (nodo *Facebook*), es transparente para efectos de propósitos de este proyecto.
- **Mail System Server:** este nodo tiene como propósito intercambiar (a través de correos electrónicos) información de consumo de energía de usuarios residenciales con el nodo *Web Server*. Al igual que el nodo de *Facebook*, el modo en que opera este nodo es transparente para los propósitos del presente proyecto.

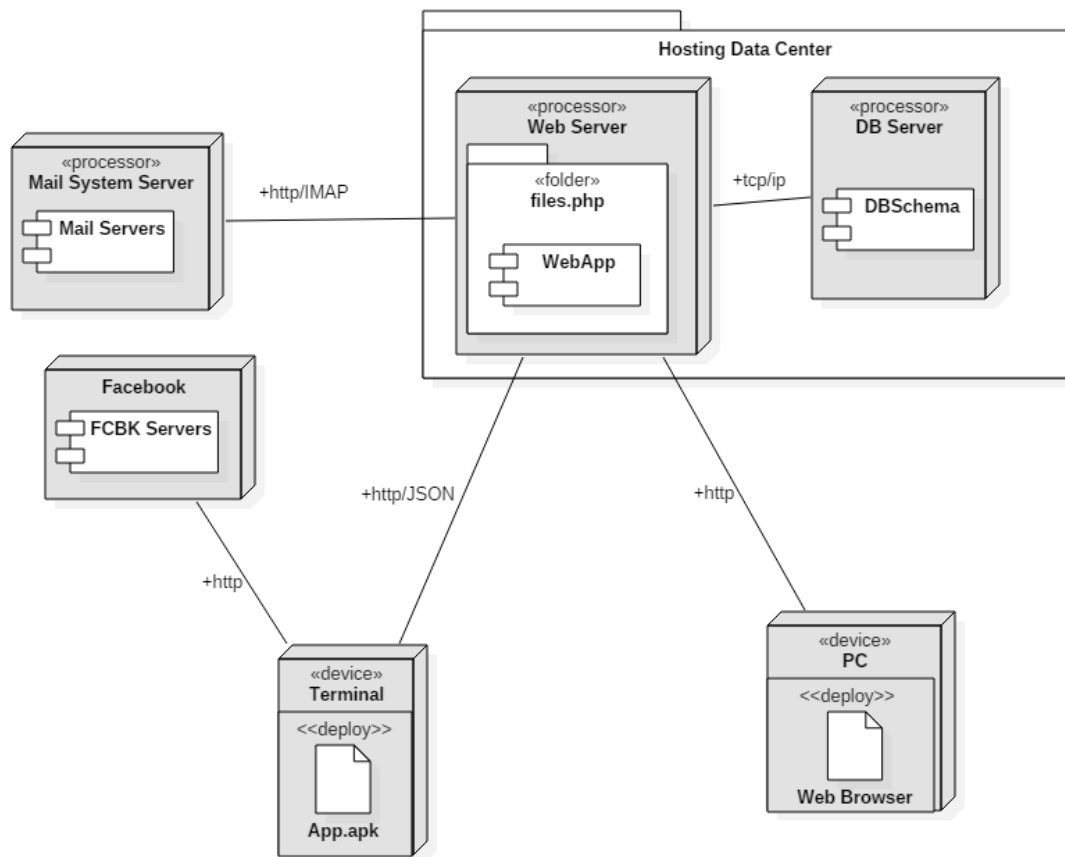


Figura 16. Diagrama de despliegue del sistema.

#### 2.5.4 Arquitectura Dinámica

Para describir la interacción a través del tiempo entre cada uno de los nodos que conforman la arquitectura, son empleados los diagramas de secuencia

aplicados a dos de los escenarios de casos de uso descritos en la sección 2.2.1. Específicamente es empleado sólo el flujo principal de los casos de uso *Administrar Reto Diario* y *Capturar Información CE*.

Las siguientes figuras 17 y 18, describen el intercambio de mensajes entre cada uno de los nodos que constituyen la arquitectura a medida que son ejecutados los casos de uso en mención.

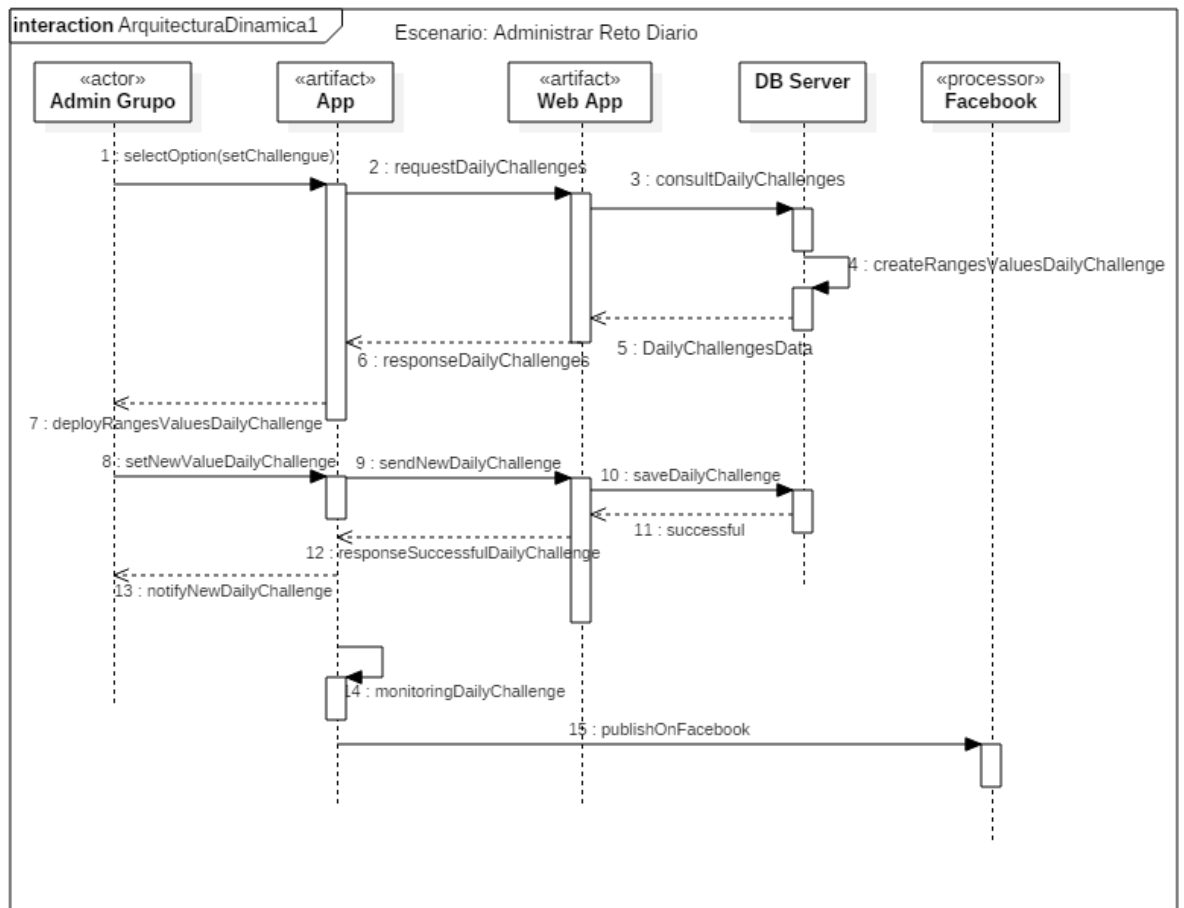


Figura 17. Intercambio de mensajes entre los nodos que conforman la arquitectura para el caso de uso: *Administrar Reto Diario*.

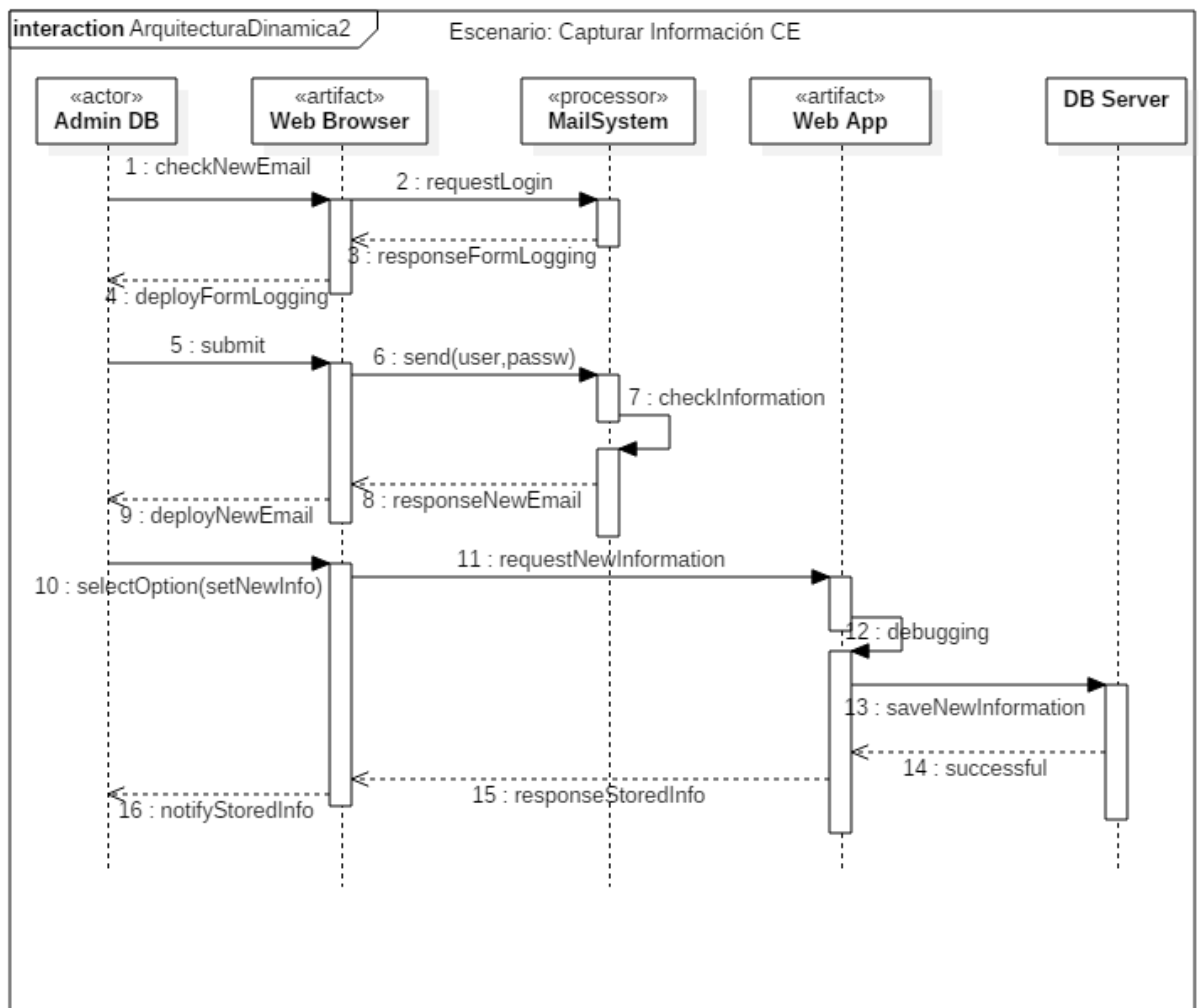


Figura 18. Intercambio de mensajes entre los nodos que conforman la arquitectura para el caso de uso: Capturar Información CE

## Capítulo 3

El presente capítulo da a conocer en detalle todo el desarrollo tecnológico relacionado con el prototipo funcional. Describiendo los aspectos técnicos más relevantes empleados en el diseño, desarrollo e implementación del mismo. Para dicho propósito, son empleados ciertos diagramas informales con el fin de brindar un mayor acercamiento y comprensión de las funcionalidades implementadas en el sistema.

Lo anterior, basado en los requisitos funcionales y en la arquitectura propuesta descritos en el capítulo 2.

Como primera medida, es presentado al lector una sección de contextualización, la cual, tiene como objetivo ubicar en contexto al sistema propuesto frente al ecosistema de la Smart Grid. Posterior a ello, es expuesto a nivel de diseño, el StoryBoard<sup>3</sup> navegacional del prototipo desarrollado y por último, es descrito el desarrollo e implementación del mismo.

### 3.1 Contextualización

En las secciones 1.2.1 y 1.2.2 del capítulo 1 son descritos los conceptos de *AMI* y de *Smart Grid* respectivamente. En esta sección, son retomados brevemente dichos conceptos con el fin de brindar un mayor acercamiento sobre cómo interactúa el sistema propuesto con el ecosistema de la Smart Grid. La figura 19 ilustra lo anterior. En ella, el lector puede observar al sistema AMI como parte del ecosistema de la Smart Grid, ya que, como ya es mencionado en el capítulo 1, ésta última va más allá de hacer una medición inteligente de la energía eléctrica. Por otro lado, entre las funcionalidades disponibles dentro del sistema de medición avanzada AMI, está la de procesar y almacenar la información recolectada por los teledispositivos en centros de host. Esto permite, hasta cierto punto, la interacción entre un sistema de gestión de energía eléctrica basado en AMI y el sistema propuesto. Para efectos del presente trabajo de grado, la información de consumo de energía eléctrica (en Kwh) de los usuarios de la comercializadora, estuvo disponible en formato XLS tipo excel. Donde, debido a políticas de privacidad de la comercializadora, dicha información fue enviada vía correo electrónico al administrador de la Base de Datos del prototipo para su posterior uso. Una vez en poder del mismo, este a través de una interfaz web y del nodo encargado de procesar los correos electrónicos provenientes de la energética (ver la figura

---

<sup>3</sup> En el contexto del desarrollo de software, un StoryBoard permite visualizar mediante bosquejos (en papel o en formato digital), las diferentes interfaces de usuario y su respectiva navegación entre pantallas, de manera que las partes involucradas, puedan darse una idea de cómo funcionaría el sistema.

16), procesa los archivos planos para su posterior inserción en la Base de Datos del sistema y así poder ser consumidos por la aplicación móvil.

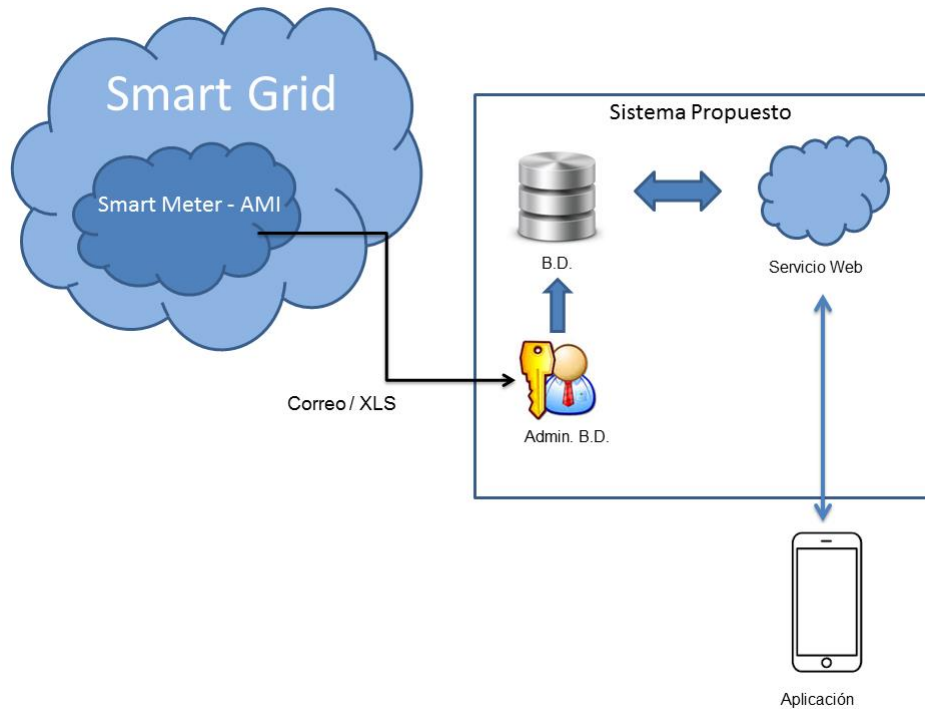


Figura 19. Interacción Smart Grid-Prototipo.

### 3.2 StoryBoard del Sistema Propuesto

Esta sección describe a nivel de diseño la funcionalidad del sistema propuesto. Para ello, es especificado el StoryBoard navegacional de la aplicación, el cual permite detallar por medio de "bosquejos" la funcionalidad y navegabilidad dentro del sistema. Es utilizada la herramienta de diseño de mockups<sup>4</sup> llamada Balsamiq<sup>®</sup>, debido a su gran facilidad de manejo, alto rendimiento y velocidad con la que es posible realizar los mockups.

A continuación, son descritas la funcionalidad y navegabilidad de cada una de las interfaces dentro de la aplicación:

Una vez el usuario instala EnergyFriend, es desplegada una interfaz de inicio al mismo, en ella el sistema solicita el ingreso de un código de contador valido el

<sup>4</sup> Los mockups son una manera de diseñar interfaz de usuario ya sea en papel o en formato digital mediante programas especializados para tal fin como lo es Balsamiq.

cual podrá ser encontrado en el recibo de energía eléctrica del usuario. La figura 20 muestra el bosquejo de esta interfaz.



Figura 20. Interfaz de inicio.

Si el código de contador ingresado no coincide con ninguno de los valores almacenados en la base de datos, este mostrará un mensaje de error dentro de la misma interfaz de inicio, tal y como el lector puede observar en la figura 21:

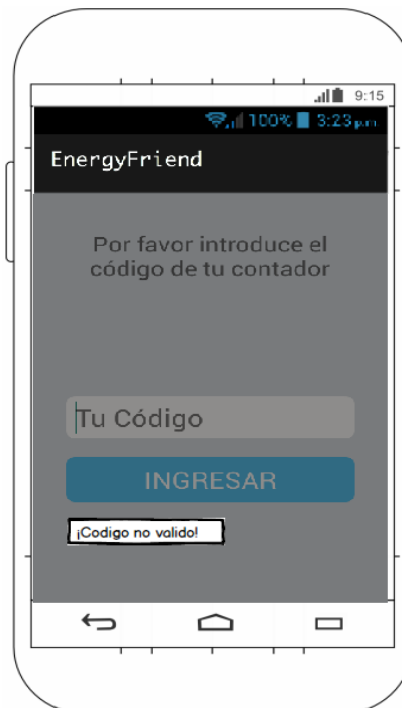
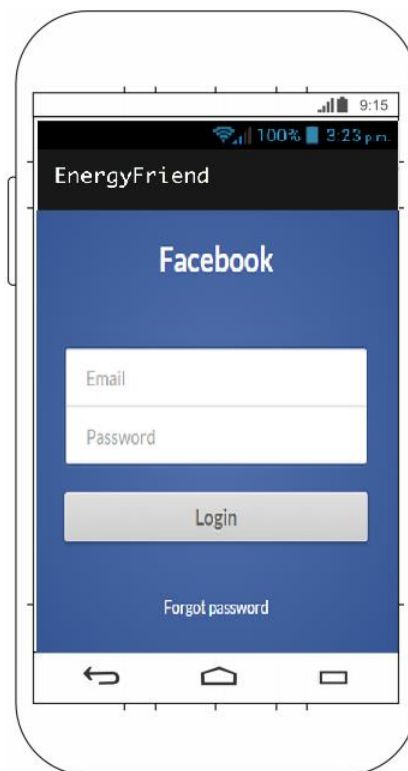


Figura 21. Mensaje de error desplegado cuando el código de contador no es valido



Luego de haber validado el código de contador, es mostrado al usuario una interfaz para que pueda iniciar sesión con su cuenta de Facebook. Si no tiene instalada la aplicación nativa de Facebook, será abierto el inicio de sesión en una ventana emergente. Es importante señalar que dentro de la aplicación existirán 2 tipos de roles. El primero, administrador de grupo, será otorgado a la primera persona en registrar el código de contador y su cuenta de Facebook, el usuario que posea este tipo de rol tendrá permisos adicionales dentro de la aplicación. El segundo tipo de rol, el usuario invitado, será dado a las personas que realicen su registro después de que exista un administrador de grupo con un código de contador válido. La figura 22 muestra la interfaz de inicio de sesión con Facebook.



*Figura 22 .Interfaz de inicio de sesión con Facebook.*

Después que el administrador de grupo inicia sesión con su cuenta de Facebook, aparecerá una interfaz en la que podrá invitar a sus amigos en Facebook. Las personas invitadas que acepten la solicitud e instalen la aplicación quedaran automáticamente vinculadas con el código de contador del administrador de grupo. La figura 23 muestra la interfaz para invitar personas a utilizar la aplicación.

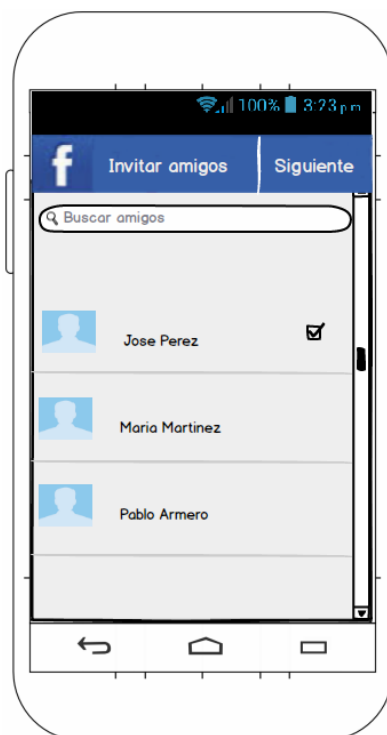


Figura 23. Interfaz para invitar amigos en Facebook a usar la aplicación.

La interfaz mostrada en la figura 23 solo aparecerá cuando sea instalada por primera vez la aplicación y si el usuario realiza su registro por primera vez (Si el usuario decide saltar este paso, encontrará una opción en la vista posterior donde podrá invitar de nuevo a sus contactos de Facebook). En caso contrario cuando vuelva a abrir la aplicación o esta sea instalada siendo un usuario invitado, la interfaz por defecto mostrada al usuario será la de la figura 24.

Una vez realizado el proceso de invitación, el sistema mostrará un DrawerLayout abierto, para indicar al usuario las distintas funcionalidades que tiene la aplicación, entre las cuales están: Historial de Consumo, Consumo Actual, Administrar Retos, Invitar Amigos, Darse de Baja y Cerrar Sesión (el usuario de tipo invitado tiene inhabilitada la opción administrar retos). La figura 24 muestra un bosquejo del diseño del Drawer layout.

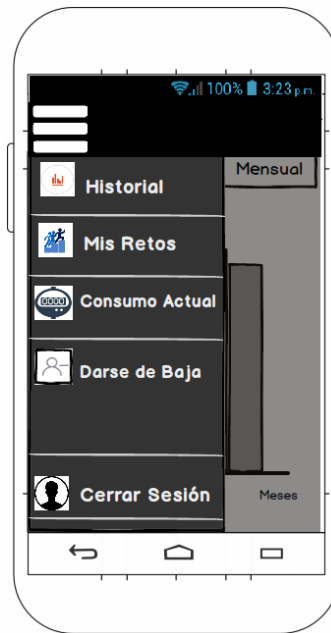


Figura 24. Interfaz del DrawerLayout.

Si el usuario, ya sea administrador de grupo o invitado, selecciona la opción "Historial de Consumo" será desplegado un TabLayout al mismo, en el cual podrá observar gráficas que representan el consumo de energía en Kwh, a través de las pestañas podrá observar los consumos promedios de forma diaria, semanal o mensual. El tipo de gráficas que sean elegidas para representar los consumos serán definidas en el desarrollo del prototipo funcional. La figura 25 representa las diferentes vistas.

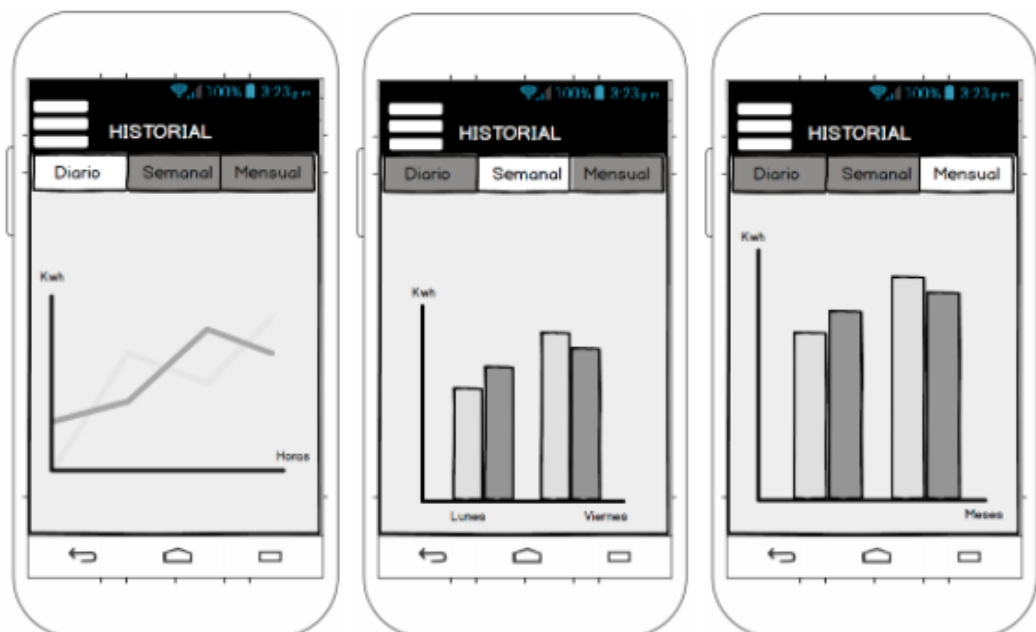


Figura 25. Interfaz de gráficos de consumo de energía de tipo Diario, semanal y mensual.

Si el usuario ya sea administrador de grupo o invitado selecciona la opción "Consumo Actual" será desplegada una interfaz al mismo, en la que podrá ver el equivalente aproximado del valor a pagar en la factura de energía. Es importante recordar que este valor solo servirá como una referencia para el usuario y no representa bajo ninguna circunstancia el valor exacto a pagar en su factura mensual. La compañía energética aclaró que obtener los valores exactos en pesos para los diferentes tipos de estratos sociales dentro de la aplicación representaría un reto muy grande debido a la complejidad de los algoritmos que ellos manejan para obtener estos cálculos. Con la CEO hubo un acuerdo de solo representar el valor en pesos del consumo en Kwh, sin tener en cuenta los diferentes tipos de subsidios que maneja la compañía para sus usuarios, además, teniendo en cuenta que el presente trabajo de grado propone el desarrollo de un prototipo y no el de una aplicación comercial. La figura 26 muestra la interfaz del consumo actual.

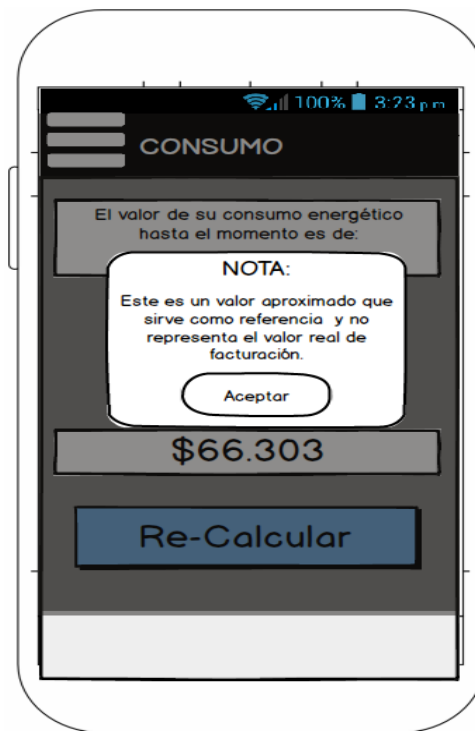


Figura 26. Interfaz para observar el valor en pesos del consumo actual de energía.

Solo el administrador de grupo tendrá habilitada la opción "Mis retos"; si la selecciona, la misma le desplegará un TableLayout en el cual podrá fijar un reto de ahorro de energía, a través de 3 pestañas tendrá la facultad de seleccionar el tipo de reto, ya sea diario, semanal o mensual. La aplicación le sugerirá 3 posibles valores de los cuales el podrá escoger uno. Una vez establecido el reto, este no podrá ser modificado hasta la fecha de su cumplimiento. La figura 27 muestra este proceso.

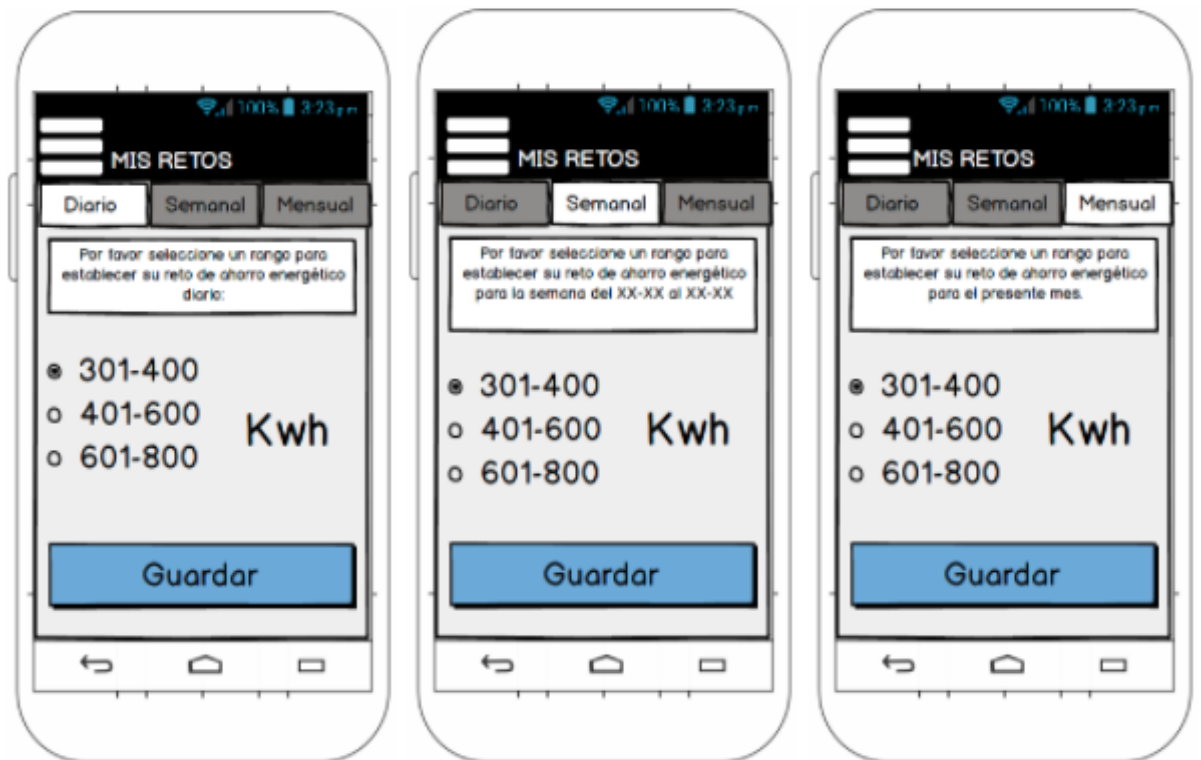


Figura 27. Interfaz para establecer el reto de tipo Diario, Semanal o Mensual.

El usuario ya sea de tipo administrador de grupo o invitado podrá darse de baja de la aplicación en cualquier momento, con solo pulsar el botón "darse de baja" dentro del DrawerLayout. En el caso de que sea un administrador, el sistema reasignará uno nuevo entre el grupo de invitados vinculados en la aplicación y que posean el mismo código de contador que él. La figura 28 muestra dicha interfaz.

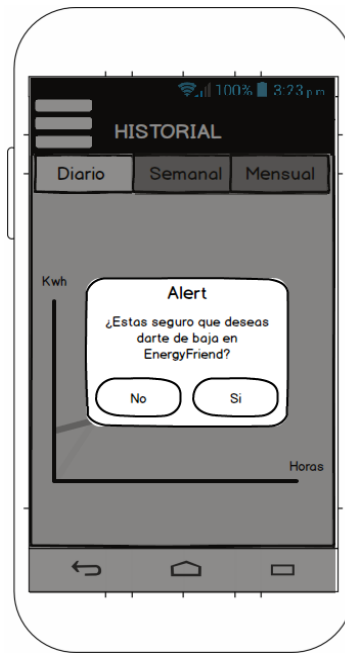


Figura 28. Mensaje de alerta para permanecer o darse de baja en EnergyFriend.

Cuando el reto energético establecido por el administrador de grupo sea cumplido, aparecerá en la aplicación un mensaje de notificación del mismo, posteriormente será publicado automáticamente en el muro de Facebook del usuario un mensaje de motivación por haber cumplido el reto establecido, esto, con la intención de que más personas puedan ver dicho mensaje y sientan interés por usar la aplicación para ahorrar energía en sus hogares. La figura 29 representa las respectivas interfaces.



Figura 29. Mensajes de notificación de reto cumplido dentro de EnergyFriend.

De la figura 29, el lector podrá observar a la izquierda el mensaje de notificación de reto cumplido que le llega al usuario dentro de EnergyFriend y a la derecha, el mensaje publicado en Facebook que realiza la aplicación.

### **3.3 Desarrollo e Implementación del Sistema Propuesto**

Este apartado describe en detalle el desarrollo e implementación del prototipo propuesto, sin especificar la funcionalidad de cada interfaz de usuario (salvo en los casos donde sea necesario para una correcta comprensión del lector) ya que estas fueron descritas en la sección anterior.

#### **3.3.1 Aplicación móvil**

Tal como es descrito en la sección 1.4.2, el sistema operativo móvil sobre el cual ejecutará la aplicación es Android. Debido a ello, el equipo de desarrollo decidió construir una App nativa para dicha plataforma, es decir, todo el desarrollo fue realizado bajo el lenguaje de etiquetas xml y el lenguaje de programación Java.

Para dicho fin, el entorno de desarrollo o IDE (del inglés Integrated Development Environment) seleccionado es Android Studio, el cual es el usado oficialmente en el sitio web para desarrolladores de Android [34]. Fue escogido dado su constante mantenimiento y ofrecimiento de herramientas y funcionalidades que satisfacen completamente las necesidades para el correcto desarrollo del proyecto.

Una vez seleccionado el IDE, el equipo de desarrollo procedió a estructurar el proyecto en distintos paquetes y carpetas, donde los primeros albergan clases relacionadas lógicamente de acuerdo a la tarea que desempeñan y los segundos contienen archivos xml de diseño de interfaz de usuario y recursos necesarios dentro de la aplicación. La siguiente figura 30 brinda una idea de ello:

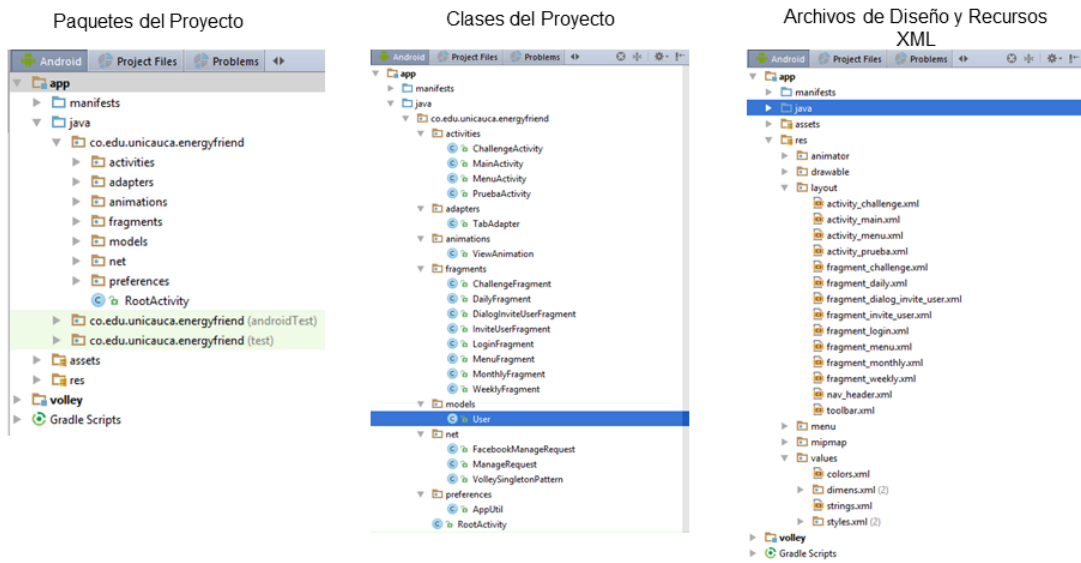


Figura 30. Estructuración del proyecto en paquetes y carpetas.

A continuación, son presentadas las diferentes interfaces de usuario (UI) tal y como lo verían los usuarios en un dispositivo móvil real:

La UI inicial desplegada al usuario la primera vez que utiliza o es reiniciada la aplicación es la siguiente:

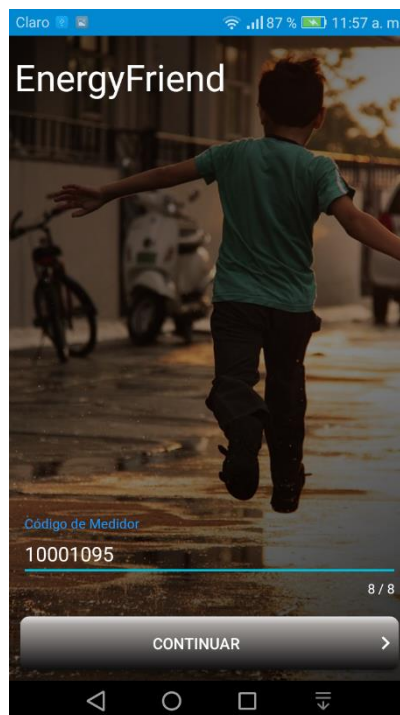


Figura 31. UI de ingreso de código de contador.



La anterior interfaz corresponde con el bosquejo de la figura 20 descrito en la sección anterior.

Una vez es validado el código de contador, es habilitado como ya fue dicho anteriormente, el inicio de sesión con la plataforma de Facebook (imagen de la izquierda de la figura 32):

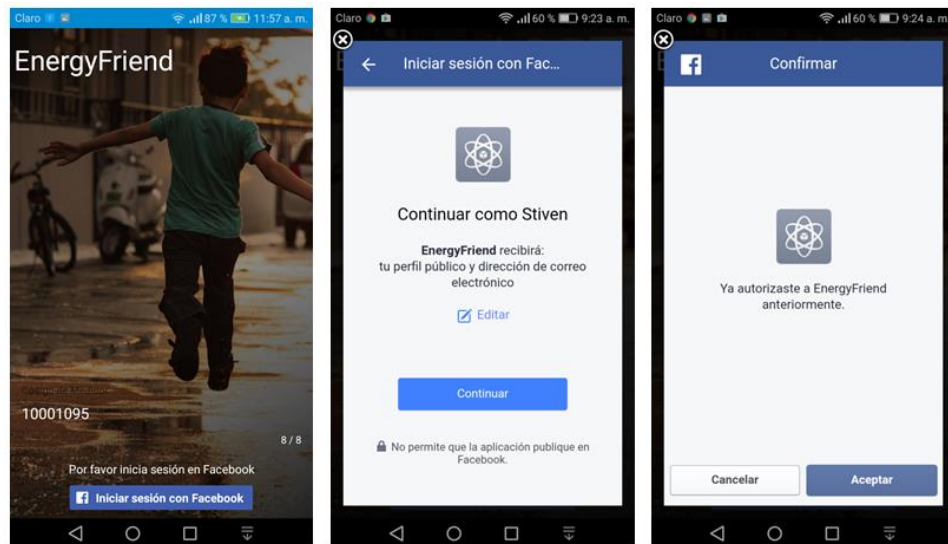


Figura 32. UI de ingreso de cuenta de Facebook y solicitud de permisos.

En la imagen central de la figura 32, el lector puede observar que cuando el usuario utiliza por primera vez la aplicación, ésta le solicita permisos o autorización para usar su información personal como el correo electrónico, etc. Por último, si el usuario ya ha iniciado sesión antes dentro del sistema, este le despliega un mensaje notificándolo al mismo (ver imagen de la derecha en la figura 32). El lector puede dirigirse al anexo B, si desea conocer a detalle el proceso de integración de una aplicación desarrollada para Android, con los servicios ofrecidos por la plataforma de Facebook.

Si el flujo de ejecución de la aplicación transcurre sin ningún problema, nuevamente la primera vez que es utilizada o reiniciada la aplicación, el usuario es incitado a que envíe invitaciones a sus contactos de Facebook para vincularlos al sistema (figura 33):

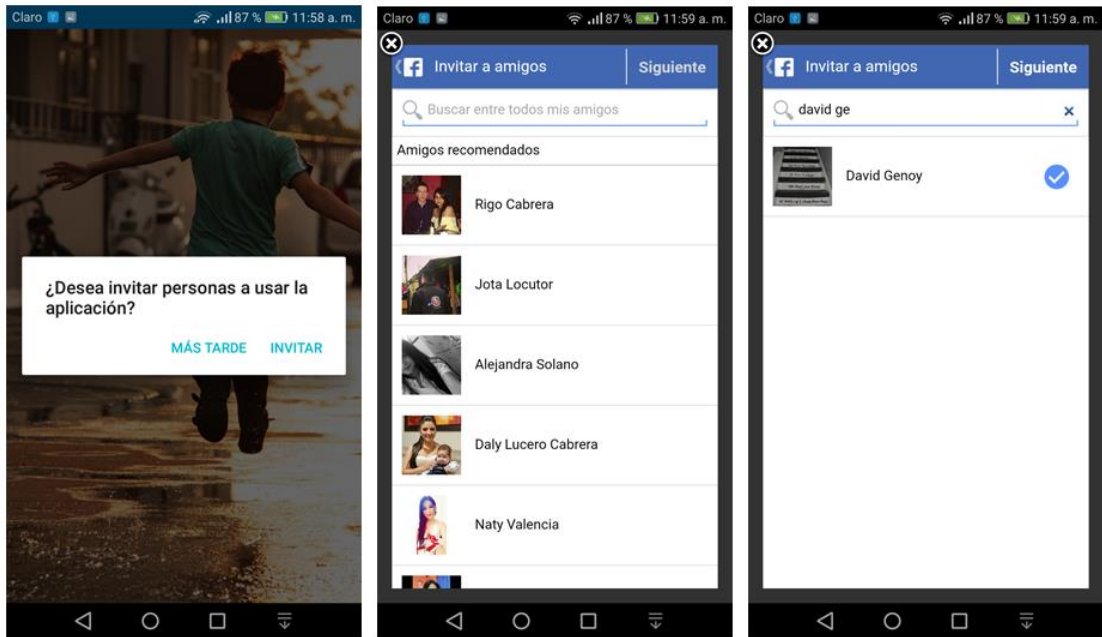


Figura 33. UI cuya funcionalidad es invitar amigos en la Red Social Facebook.

Si la invitación (o invitaciones) es enviada con éxito, ésta es notificada al usuario (o usuarios) destino dentro de la red social Facebook (a la izquierda en la figura 34). Esto con el fin de que este último si lo desea, haga uso del sistema de EnergyFriend. En caso de aceptar la invitación, Facebook re direcciona al Usuario a la Play Store<sup>5</sup>, la cual, es la tienda oficial de Google para aplicaciones del S.O. Android (a la derecha en la figura 34).

---

<sup>5</sup> Play Store: es una plataforma o tienda oficial de Google, para la descarga de aplicativos móviles basados en Android.

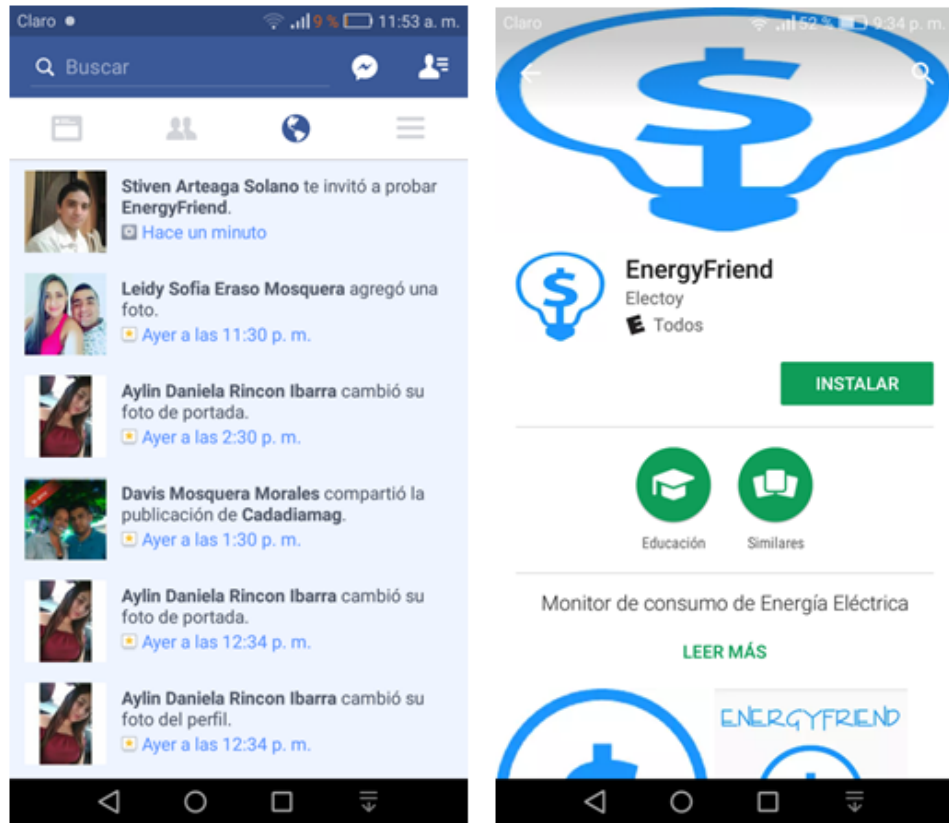


Figura 34. Invitación recibida para usar la aplicación.

De la figura 34, el lector podrá observar a la izquierda, la notificación recibida por el futuro usuario de tipo Invitado y a la derecha, el enlace de descarga de EnergyFriend disponible en la PlayStore.

Como es descrito en el capítulo 2, el usuario con el rol de Administrador del Grupo, es el único que posee los permisos para establecer los distintos tipos de reto. La siguiente captura de imagen (figura 35) ilustra un comparativo cuando el reto de tipo Diario ha sido establecido y cuando no lo está. Como lo ilustra la misma figura, si el reto ha sido establecido por el usuario en mención, éste es notificado mediante una línea horizontal roja que resalta entre los demás gráficos de la UI. De manera análoga es establecido en las figuras 36 y 37 para los retos de tipo semanal y mensual respectivamente.

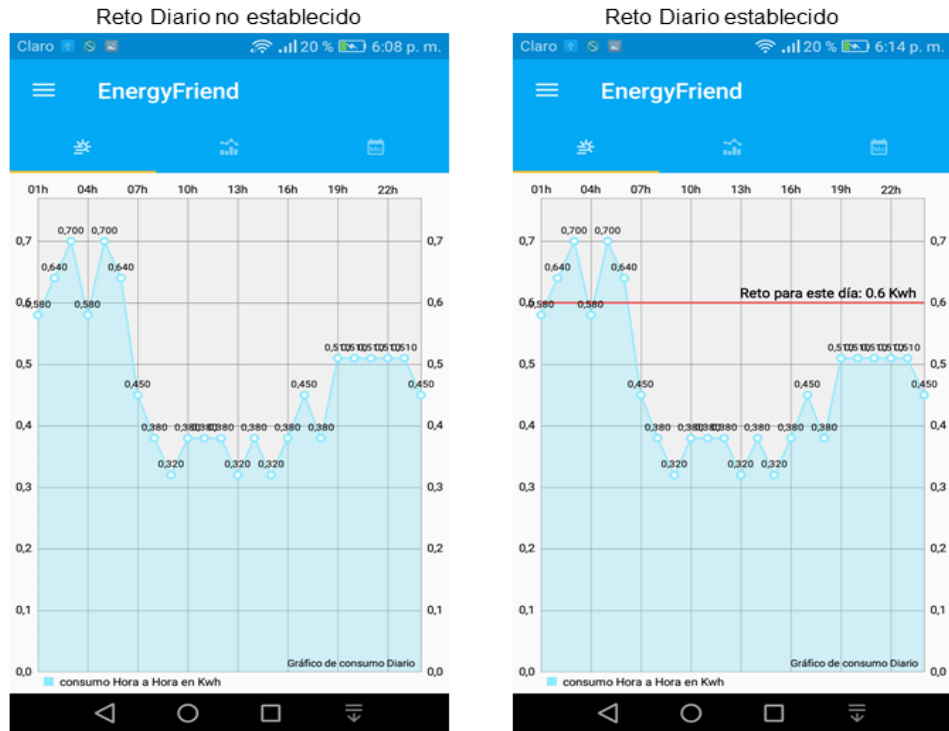


Figura 35. Gráfica de referencia cuando existe un reto Diario establecido.



Figura 36. Gráfica de referencia cuando existe un reto Semanal establecido.

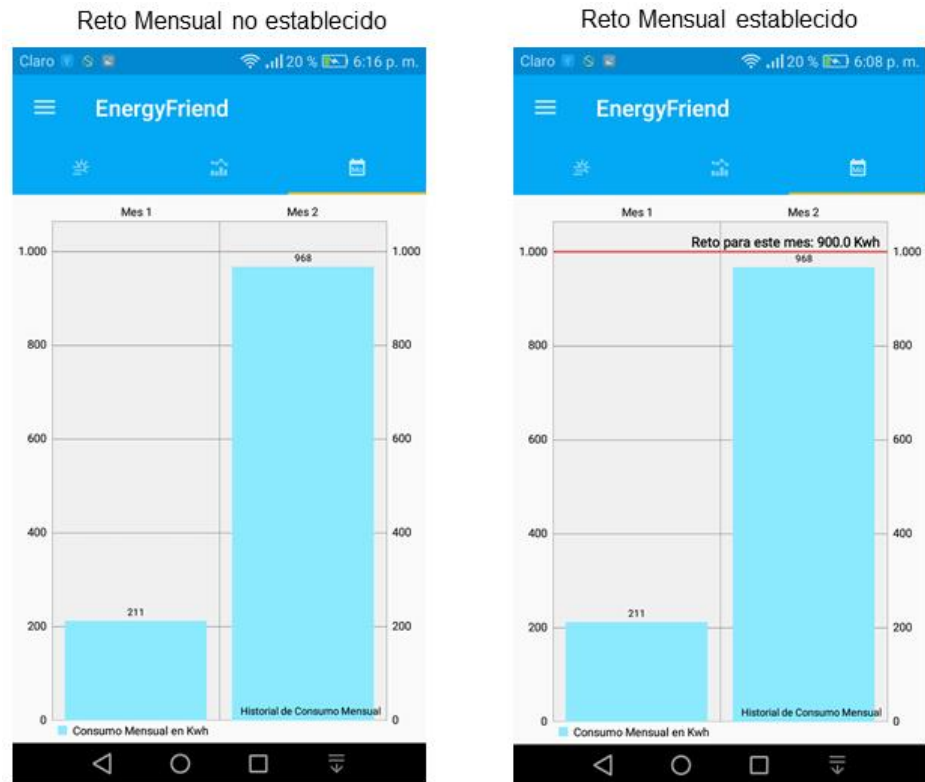


Figura 37. Gráfica de referencia cuando existe un reto Mensual establecido.

Adicional a lo anterior, el Administrador de grupo posee su propia UI donde puede establecer el valor para los distintos tipos de reto. En esta, el sistema presenta un listado aleatorio de valores sugeridos por el mismo, permitiéndole al Administrador de Grupo seleccionar uno de entre tres valores posibles. Según lo descrito antes, mientras el reto esté activo, el Administrador no podrá modificar su valor. Esta situación es descrita en la siguiente figura 38 para el reto de tipo Diario:

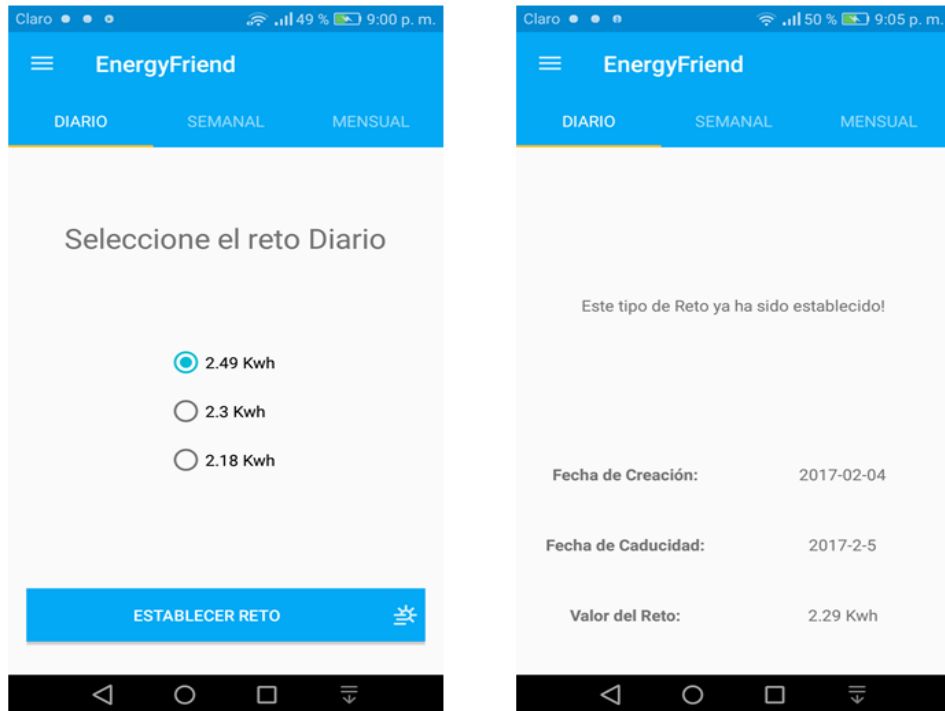


Figura 38. Transición establecimiento de Reto Diario.

Análogamente, las figuras 39 y 40 ilustran el mismo escenario para los retos de tipo Semanal y Mensual respectivamente:

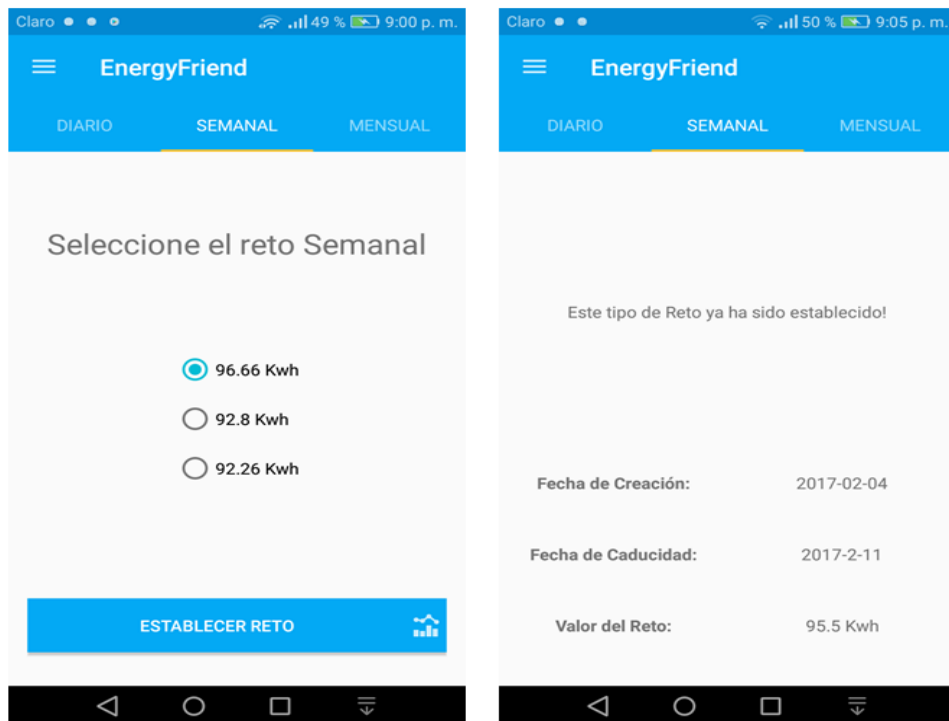
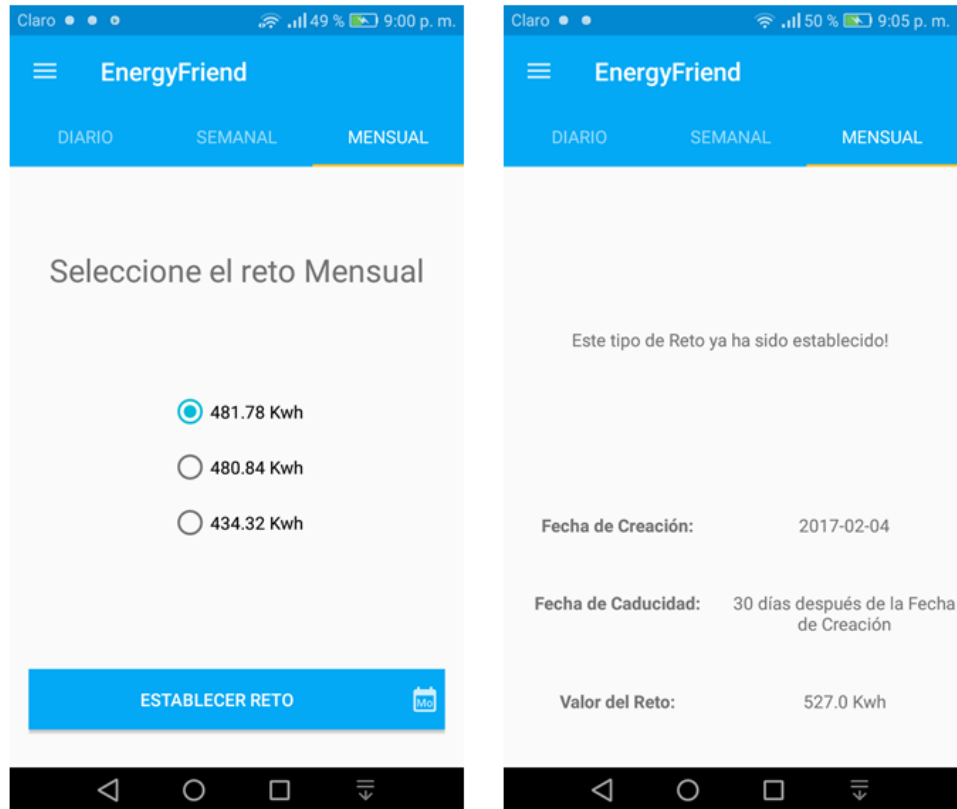


Figura 39. Transición establecimiento de Reto Semanal.



*Figura 40. Transición establecimiento de Reto Mensual.*

Según lo descrito en el capítulo 2, cuando un grupo de usuarios cumplen o no con el reto, el sistema lo notifica a través de la barra de notificaciones (Status Bar) del terminal o dispositivo móvil. En caso de cumplirlo, la aplicación realiza una publicación personalizada con texto e imagen en los muros de Facebook. La figura 41 ilustra este escenario para el reto de tipo Diario, debido a la similitud existente entre los diferentes tipos de retos, sus respectivas capturas de pantalla no fueron incluidas.

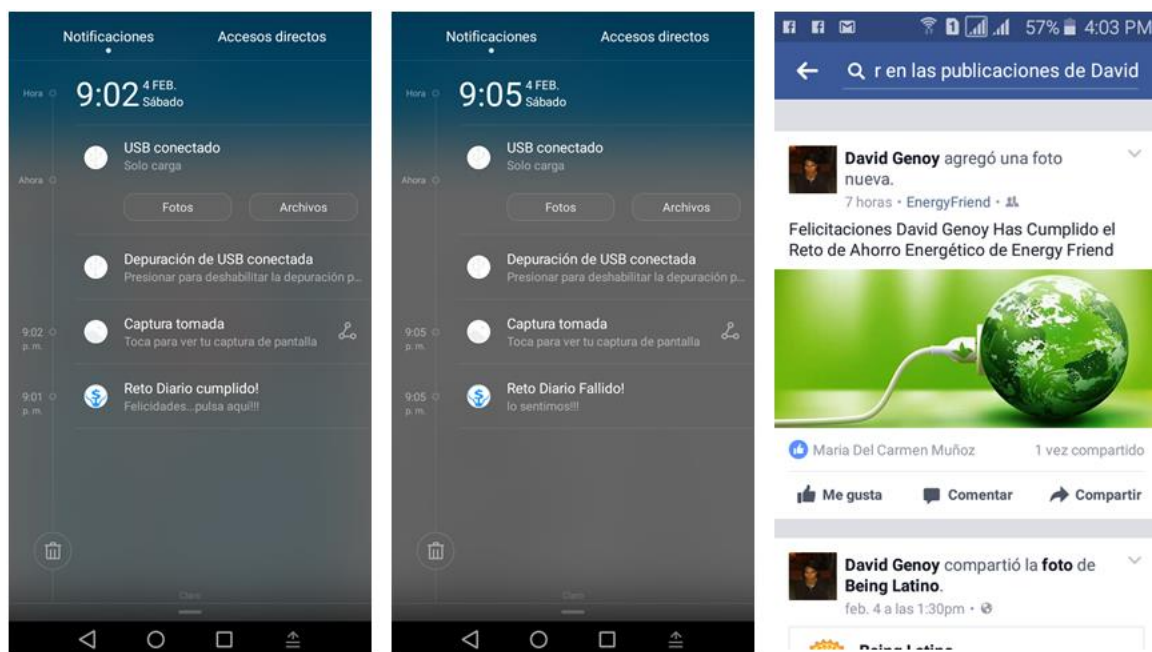


Figura 41. Notificaciones de la aplicación y publicación en Facebook.

De la figura 41 el lector puede observar a la izquierda, la notificación que la aplicación hace al usuario cuando cumple un reto de tipo Diario, en el centro, la notificación cuando no lo cumple y a la derecha, la publicación en la plataforma de Facebook que realiza la aplicación una vez es cumplido el reto de energía.

Como ha sido descrito en las secciones precedentes, si el Usuario desea conocer el equivalente aproximado del valor a pagar en su factura de energía, el sistema presenta una UI como la ilustrada en la siguiente figura 42:



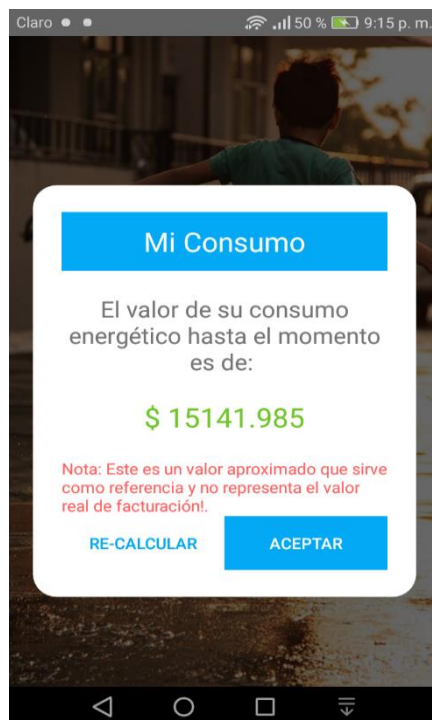


Figura 42. UI para conocer el equivalente aproximado del valor a pagar en la factura de energía de un Usuario en particular.

Por otra parte, con el fin de emplear buenas prácticas de diseño y programación para la implementación del prototipo, fue necesario tener en cuenta las especificaciones descritas en Material Design<sup>6</sup> (especificadas por Google) y que son aplicables a distintas plataformas, ya sean web o móvil. Para el caso del presente proyecto, fueron empleadas las pautas específicas para el sistema operativo Android [35]. Teniendo en cuenta lo anterior, un DrawerLayout facilitó la navegabilidad dentro de la aplicación, el cual es un componente descrito dentro de la especificación de Material Design. La figura 43 ilustra este componente, en ella, destaca los dos tipos de rol que maneja el sistema, a la izquierda puede verse el menú desplegable con las opciones disponibles cuando el usuario es de tipo "Administrador de grupo" y a la derecha cuando es de tipo "Invitado":

---

<sup>6</sup> Material Design es un concepto desarrollado por Google, el cual ofrece o da conocer, pautas para el diseño visual no sólo de aplicaciones Android, sino también para el desarrollo web o cualquier otra plataforma.

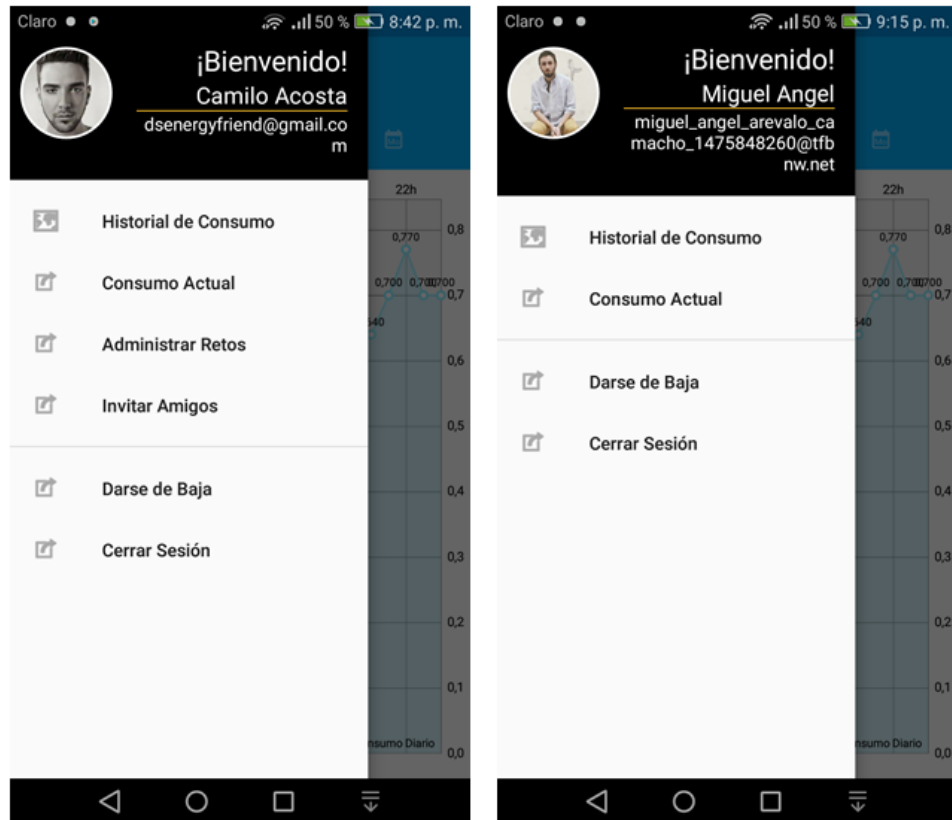


Figura 43. Menú desplegable con las distintas opciones de acuerdo al tipo de usuario.

De la figura 43, es posible observar que, el DrawerLayout es un menú desplegable que está dividido en dos secciones, la primera contiene información del Usuario como su foto de perfil y su nombre de usuario registrados en Facebook. La segunda contiene un menú deslizable verticalmente el cual permite navegar entre las distintas funcionalidades que ofrece la aplicación.

Por último, la figura 44 ilustra el caso de uso *Desvincular Cuenta*, disponible cuando el Usuario de tipo Administrador de Grupo o Invitado ya no desea hacer más uso del aplicativo EnergyFriend.

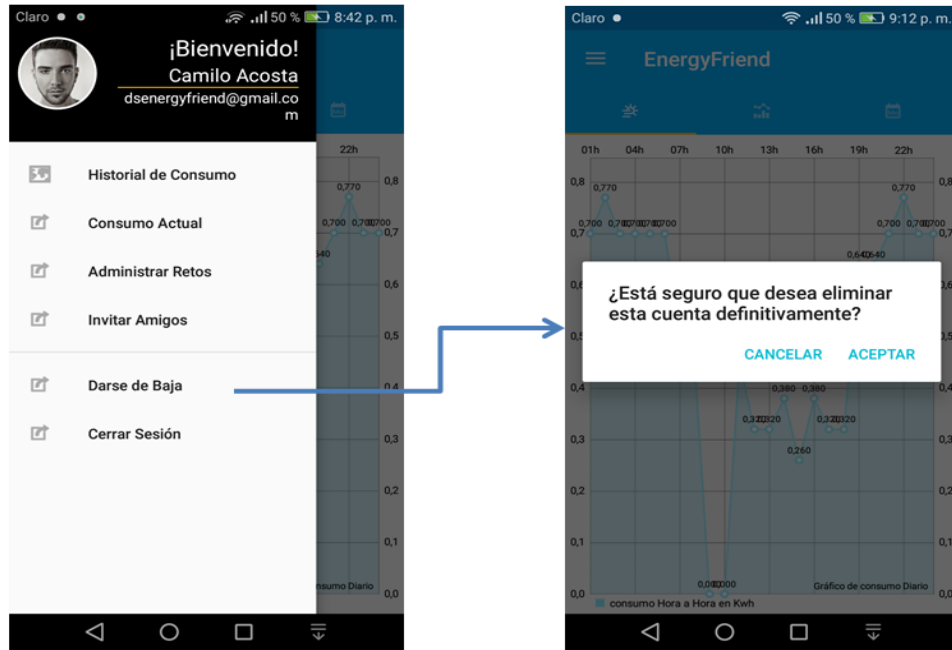


Figura 44. UI para el caso de uso Desvincular Cuenta.

De manera similar, es presentada la UI donde el Usuario de cualquier tipo puede cerrar sesión en EnergyFriend (ver figura 45), sin que ello implique que su información personal sea eliminada de la Base de Datos del Sistema.

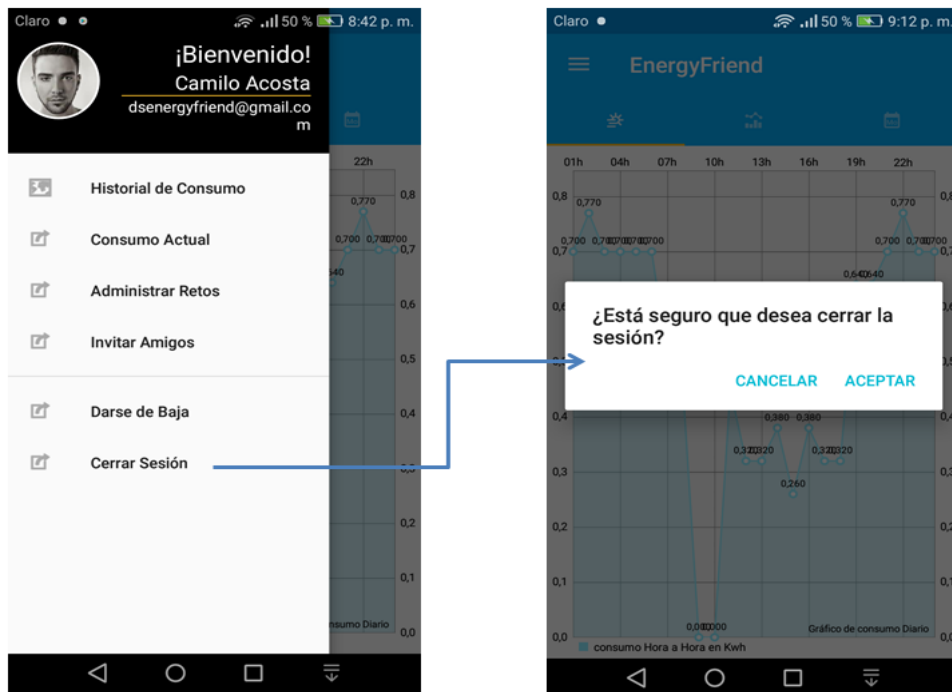


Figura 45. UI donde el Usuario puede cerrar sesión en EnergyFriend.

### 3.3.2 Desarrollo e implementación de lado del Servidor

Esta sección describe a nivel conceptual y técnico, todo lo referente al desarrollo e implementación del servidor empleado para el presente trabajo de grado. De tal manera que sea posible un correcto despliegue y puesta en servicio del mismo. Para ello, en el lado del Back-end<sup>7</sup> fue necesario dividir el trabajo en dos etapas. La primera consiste en todo el desarrollo de la lógica de procesamiento de la información suministrada y "consumida" por la aplicación móvil, la segunda, consiste de todo el diseño e implementación del sistema de Base de Datos empleado para persistir la información de interés dentro de la aplicación.

#### 3.3.2.1 Etapa de procesamiento lógico

En esta etapa fue necesario definir el lenguaje de programación para el procesamiento de las solicitudes y respuestas requeridas por el terminal móvil. Para dicho propósito existen muchos lenguajes, pero dada la experiencia adquirida en el campus universitario fueron dos los preseleccionados: Java y PHP. A partir de ello y dado que el presente proyecto no cuenta con recursos de tipo financiero, fue indispensable definir el *hosting* de alojamiento web que además de brindar todos los servicios requeridos (bajo ciertas limitaciones) para el correcto funcionamiento del sistema, fuera compatible con el lenguaje de programación seleccionado.

De entre todos los sitios web consultados que ofrecían este tipo de servicios, el único lenguaje de programación soportado por todos ellos fue PHP. La razón de ello radica en que la mayoría de ellos trabajan con tecnologías *open source*. Por lo anterior, PHP fue escogido como el lenguaje de programación del lado del Back-end. A continuación, la tabla 3 detalla los nombres de los hosting encontrados y sus respectivos servicios (más relevantes) ofrecidos para cuentas gratuitas:

---

<sup>7</sup> Back-end: es un concepto muy utilizado en la industria del software, el cual hace alusión a todo lo referente en cuanto al análisis, diseño, implementación y documentación del lado del Servidor.

Nombre del Host	Motor de Base de Datos	Versión PHP	Tipo de Panel	Almacenamiento	Disponibilidad
000webhost	MySql V. 5.1	5.2	Cpanel	1 GB	media
awardspace	MySql V. 5.7	5.6.30	Propietario	1 GB	alta
byethost	MySql V. 5.6.30	5.6.23	Cpanel	1 GB	alta

Tabla 3. Comparativa de los servicios ofrecidos por cada hosting para cuentas gratuitas

De la tabla 3, el mejor servicio ofrecido para usuarios en la modalidad gratuita es el proporcionado por AwardSpace [36], por este motivo, dicha plataforma fue seleccionada para alojar los diferentes Scripts PHP y el diseño de la Base de Datos (descrita en la siguiente sección).

Además de los hosting encontrados, al consultar en varios sitios web sobre este tema (como foros de programación, etc.), varios de ellos recomendaban hacer uso de los servicios ofrecidos por *Amazon Web Services* en su versión gratuita. Esta modalidad permite a sus usuarios hacer uso de sus recursos sin costo alguno durante un año, siempre y cuando el usuario no sobrepase los términos del contrato. El único requisito a parte de la información de contacto, es el de tener una cuenta bancaria. Al momento de crear la cuenta en dicha modalidad, hubo incompatibilidad con la cuenta bancaria disponible para el registro en la plataforma de Amazon. Por lo anterior, fue descartado el uso de dichos servicios.

### 3.3.2.2 Etapa de persistencia

La interacción entre el usuario y la aplicación móvil requiere de información persistente, tanto si existe o no un uso de la misma. Dicho de otra manera, si un determinado usuario cierra la aplicación, la información de interés para éste debe conservarse de alguna manera, de tal forma que la próxima vez que haga uso del sistema, esta esté disponible para su consumo. Lo anterior implica el uso de mecanismos de almacenamiento de información, por ello, el presente apartado presenta la metodología de diseño de Bases de Datos (BD) empleada para dicho propósito.

En [37] es descrito detalladamente un conjunto de etapas y modelos requeridos para un correcto diseño de una BD. De entre ellos destacan el modelo *entidad-*

*relación* y el *relacional*. Estos dos modelos fueron empleados durante la etapa de diseño de la Base de Datos.

A continuación, es presentado el diagrama o esquema conceptual de la BD (figura 46) resultante de aplicar los lineamientos del modelo entidad-relación:

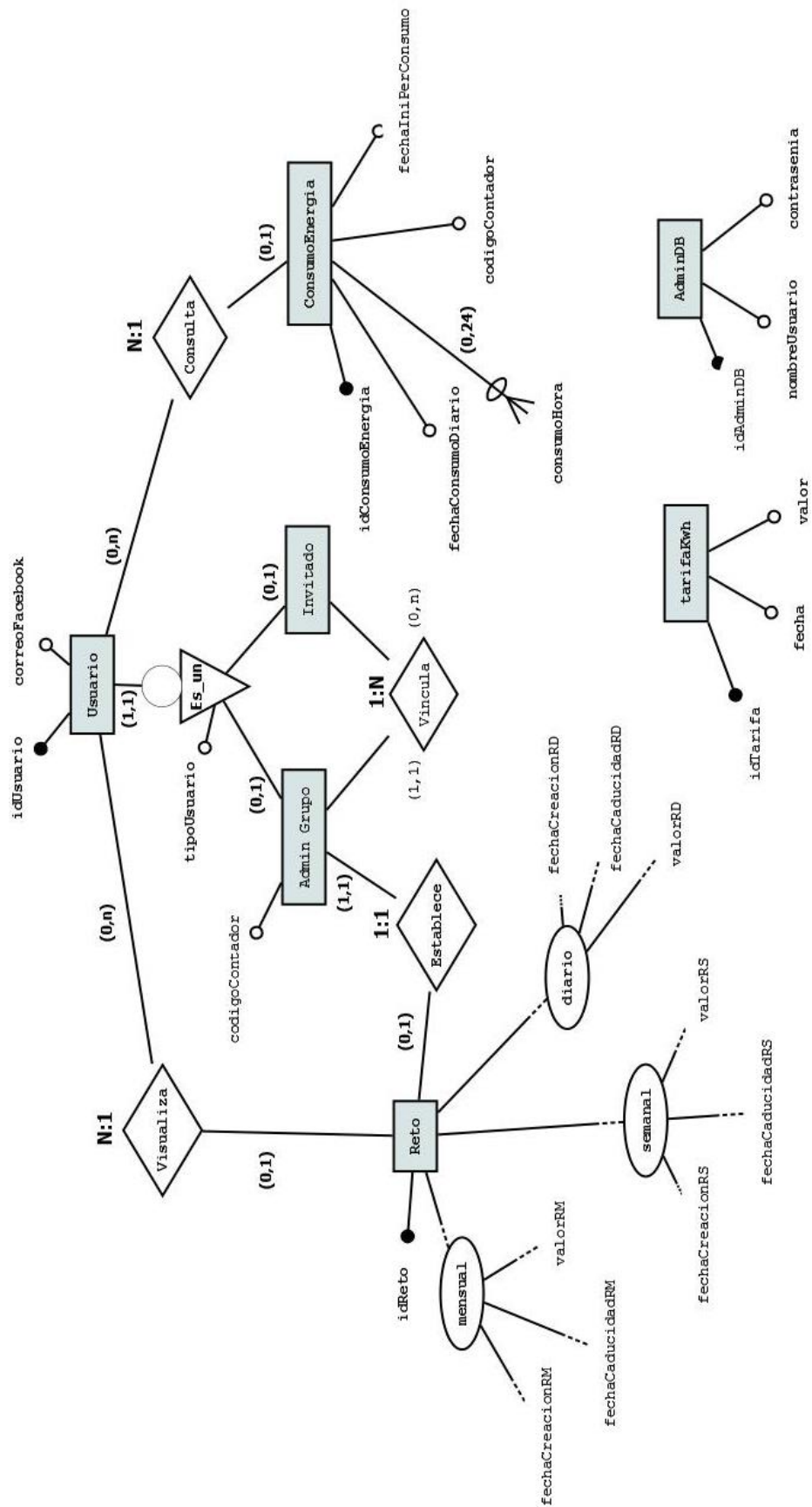


Figura 46. Esquema conceptual de la Base de Datos.

Seguido a lo anterior, el paso a seguir es la respectiva transformación del modelo entidad-relación al modelo relacional.

Para dicho propósito, fue necesario conocer algunas de las reglas aplicadas al diagrama anterior, cuya descripción es la siguiente:

- Atributo multivaluado: crear una nueva relación o tabla formada con la clave primaria de la entidad y el atributo multivaluado, siendo ambos clave primaria de la nueva relación. Para el caso de la aplicación, el atributo multievaluado es el atributo que contiene los 24 registros de consumo en un día (ver atributo: *consumoHora* en el diagrama entidad relación y más adelante tabla *consumoHH* en el modelo relacional).
- Atributo compuesto: es necesario transformarlo en los atributos simples que componen a dicho atributo (ver más adelante la tabla *Reto* en el modelo relacional). Para el caso de la aplicación, los atributos compuestos son los tipos de reto diario, semanal y mensual, los cuales están compuestos por fecha de creación, fecha de caducidad y valor del reto respectivamente (ver diagrama entidad relación).
- Relación 1:N y cardinalidad mínima (0,1): propaga la clave primaria de la entidad con cardinalidad máxima 1 a la entidad con cardinalidad máxima "n", pasando a ser clave foránea de ésta última. Dicha clave foránea puede admitir valores nulos debido a la cardinalidad (0,1) en la entidad donde es clave primaria.

El resultado del anterior proceso, es el siguiente modelo relacional de la base de datos:



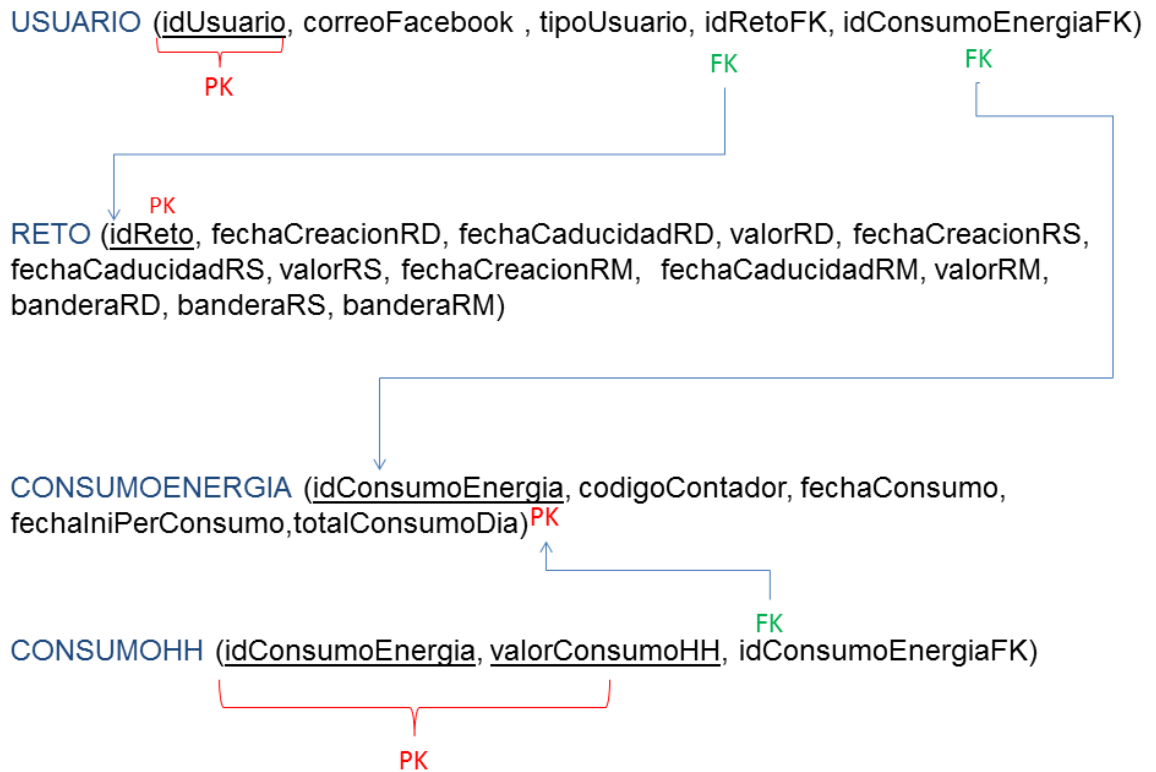


Figura 47. Modelo relacional de la Base de Datos.

La figura 47 permite visualizar que, la relación o tabla RETO contiene tres campos adicionales llamados: banderaRD, banderaRS y banderaRM. Como su nombre lo indica, la función de estos campos es servir de “bandera” a cada uno de los tipos de retos. De tal manera que los Usuarios de tipo Invitado, puedan determinar cuándo todos o alguno(s) de los retos establecidos por el Administrador de Grupo, ha(n) sido cumplido(s) por el grupo familiar.

Una vez culminado el anterior modelo, este fue alojado en la plataforma AwardSpace, y así disponer de sus servicios para la persistencia de información de Usuarios, de consumo de energía, etc.

## Capítulo 4

El presente capítulo detalla todas las validaciones y pruebas realizadas al prototipo funcional tanto a su componente web como móvil. El objetivo de dichas pruebas es corroborar el cumplimiento de los casos de uso, los cuales están descritos y modelados en el capítulo 2.

Para la ejecución de las pruebas la estrategia utilizada fue la de black-box o caja negra que según la IEEE define como:

“Testing that ignores the internal mechanism of a system or component and focuses solely on the outputs generated in response to selected inputs and execution conditions.”(IEEE 610) [38].

En otras palabras, el método de caja negra consiste en la evaluación de las salidas de un sistema (sabiendo de antemano la forma de estas), ante el ingreso de datos de entrada sin necesidad de entender el funcionamiento interno del sistema o componente.

Teniendo este referente, es propuesto el diseño de las pruebas de tal manera en que las entradas del sistema tuvieran valores finitos al azar y que no fueran datos esperados por la aplicación, esto, con el objetivo de buscar la mayor cantidad de errores posibles.

De lo anteriormente mencionado, fue necesario realizadas pruebas tanto al componente web como móvil de la aplicación, los resultados de estas fueron separados en 2 grupos, a continuación, son descritas las pruebas realizadas al componente móvil.

### 4.1 Test Componente Móvil

Para el desarrollo de estas pruebas, la herramienta usada fue TestObject la cual fue adquirida en 2016 por la compañía Sauce Labs, quien es la más grande plataforma basada en la nube para testeado de aplicaciones web y móviles [39], su cuenta gratuita ofrece el acceso a dos dispositivos y una sesión de 10 minutos para pruebas manuales. Además, permite hacer un quality Report el cual consiste de una serie de test automáticos, estos son:

- Stress test: simula entradas random de un usuario hasta lograr una excepción en la aplicación. Hace uso de la herramienta de google llamada MonkeyExerciser la cual permite simular clicks, toques, toques sostenidos del usuario en la pantalla del celular con el fin de llevar a cabo el stress test.
- Install and launch: instala la aplicación en los diferentes dispositivos que ofrece el sitio para verificar la correcta instalación de la misma, con el fin

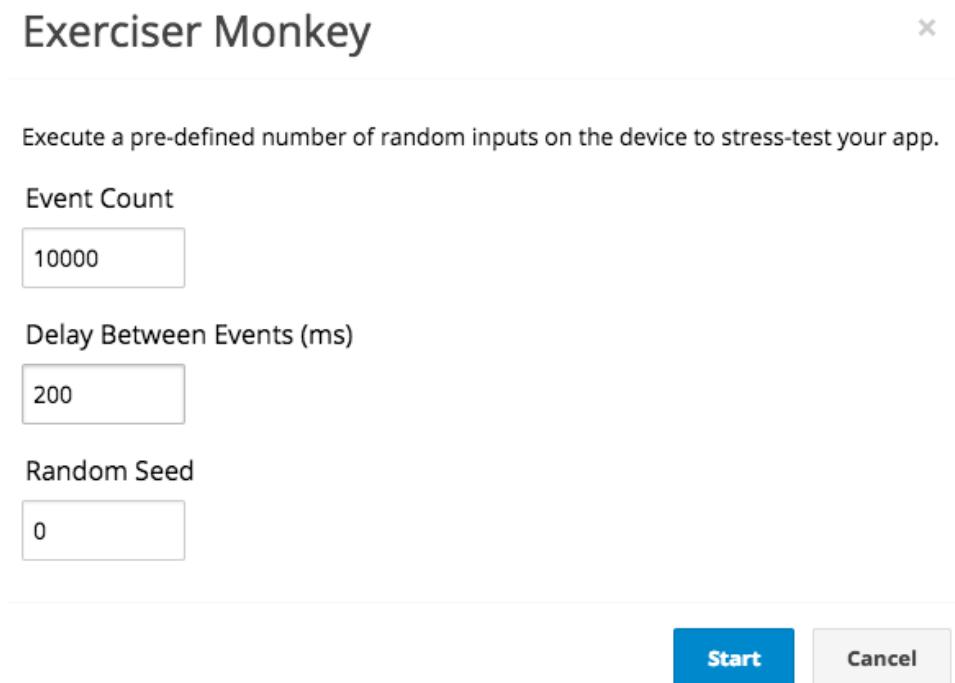
de verificar si existe algún error al momento de dicha instalación, el sistema notificará la excepción

- Screenshots: este tipo de test permite tomar capturas de pantalla de diferentes actividades realizadas en la aplicación, permitiendo una perspectiva al usuario de cómo serán desplegadas las diversas interfaz de su aplicación en los diferentes dispositivos.

A continuación, son presentados los resultados obtenidos del quality Report y el test manual realizado al prototipo funcional del presente trabajo de grado:

- Test Manual

Debido a las validaciones que posee la aplicación para poder acceder a la interfaz del drawer (los flujos de acceso a las diferentes interfaz de la aplicación están descritos en la sección 3.2 del presente trabajo de grado), fue necesario acceder manualmente a dicha interfaz para poder llevar a cabo un exhaustivo test que accediera a todas las vistas que posee la aplicación y así poder verificar el correcto funcionamiento de cada una de ellas. Las capturas de pantalla realizadas al momento de ejecutar este tipo de test son descritas a continuación.



The screenshot shows the 'Monkey Exerciser' interface. At the top, the title 'Monkey Exerciser' is displayed with a close button (x) on the right. Below the title, there is a description: 'Execute a pre-defined number of random inputs on the device to stress-test your app.' The interface contains three input fields: 'Event Count' with the value '10000', 'Delay Between Events (ms)' with the value '200', and 'Random Seed' with the value '0'. At the bottom right, there are two buttons: a blue 'Start' button and a grey 'Cancel' button.

Figura 48. Selección de parámetros del Monkey Exerciser.

Según lo mencionado anteriormente, la herramienta utilizada fue la de google Monkey Exerciser, la cual permite simular el comportamiento del usuario al

momento de usar la aplicación. La figura 48 muestra el panel de ajustes de la herramienta en la cual es posible asignar el número de entradas random y el tiempo de retardo entre estas.

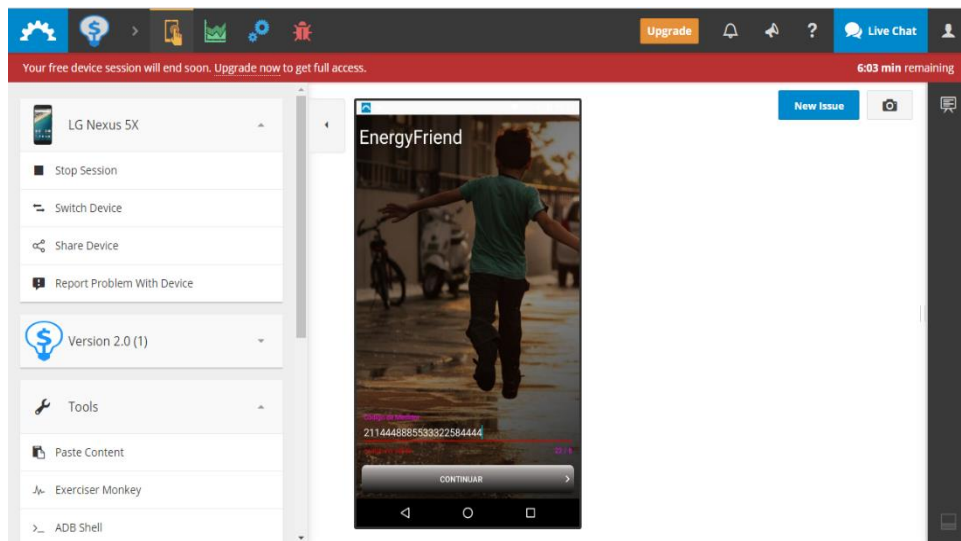


Figura 49. Prueba de estrés manual a la pantalla de inicio de la aplicación.

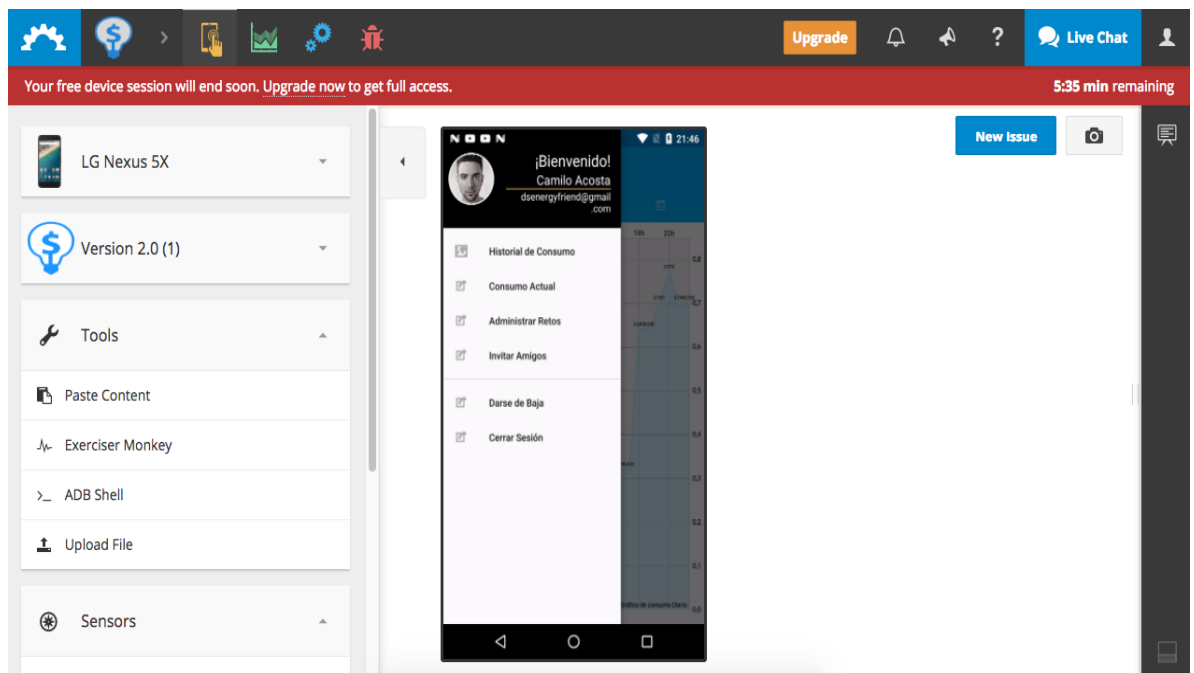


Figura 50. Pantalla principal del drawerLayout accedido manualmente.

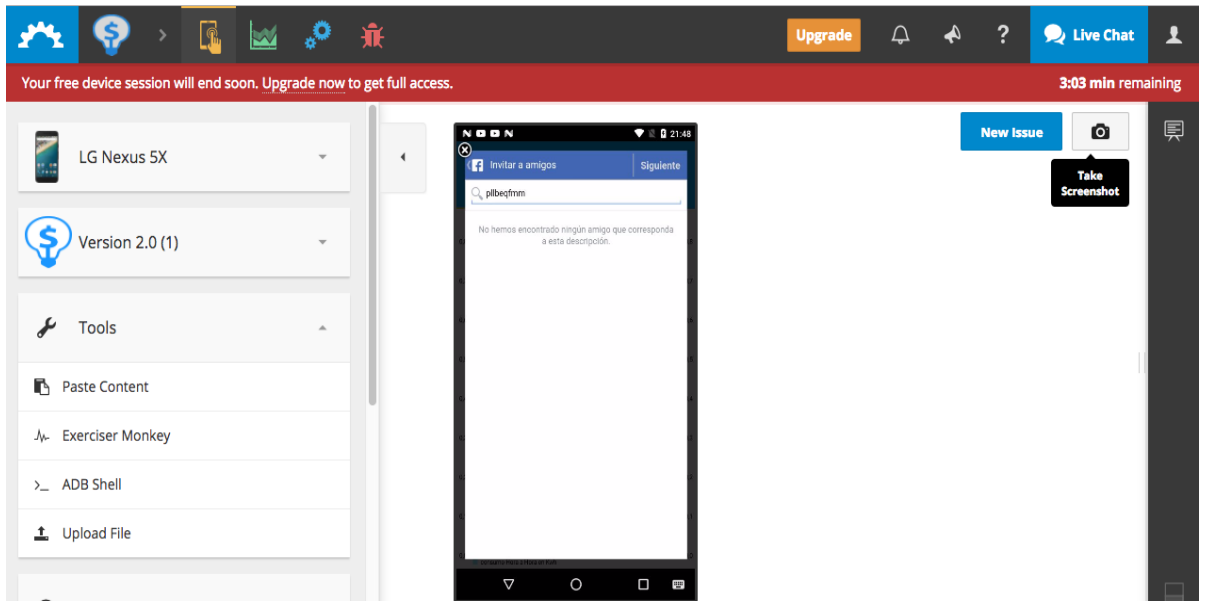


Figura 51. Ejecución del testeo manual usando la herramienta Monkey Exerciser.

Por lo observado en las diferentes capturas de pantalla, no existió ningún error ni excepción al momento de realizar las pruebas, los resultados obtenidos del quality report son descritos a continuación.

- Quality report

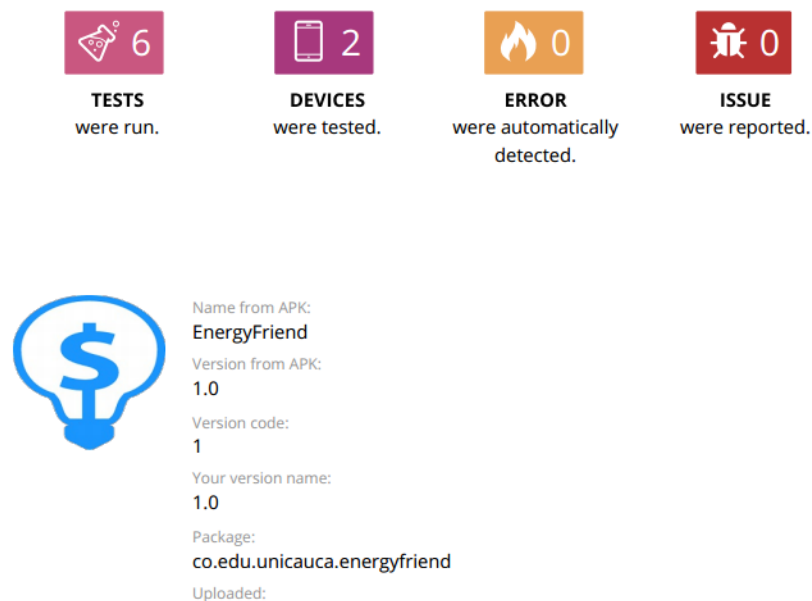



Figura 52. Información preliminar de los resultados obtenidos del quality Report.

De la figura 52, tampoco hubo excepciones ni errores a la hora de ejecutar el quality report en los 2 dispositivos que la cuenta gratuita de test Object permite utilizar.

### Stress Test

 0 issues were reported.




Device	OS	Screen	Result
 LG Nexus 5X	Android 7.1.1	Screen: 1080 x 1920   5.2"	SUCCESS
 Motorola Moto E (2nd gen)	Android 6.0	Screen: 540 x 960   4.5"	SUCCESS

Figura 53. Resultado obtenido al realizar el Stress test usando la herramienta Monkey Exerciser.

### Install & Launch

 0 issues were reported.




Device	OS	Screen	Result
 LG Nexus 5X	Android 7.1.1	Screen: 1080 x 1920   5.2"	SUCCESS
 Motorola Moto E (2nd gen)	Android 6.0	Screen: 540 x 960   4.5"	SUCCESS

Figura 54. Resultado obtenido del test install and launch.

### Screenshots

 0 issues were reported.



Device	OS	Screen	Result
 LG Nexus 5X	Android 7.1.1	Screen: 1080 x 1920   5.2"	SUCCESS
 Motorola Moto E (2nd gen)	Android 6.0	Screen: 540 x 960   4.5"	SUCCESS

Figura 55. Resultado obtenido del test Screenshots.



### LG Nexus 5X

Android 7.1.1

Screen: 1080 x 1080 | 5.2"

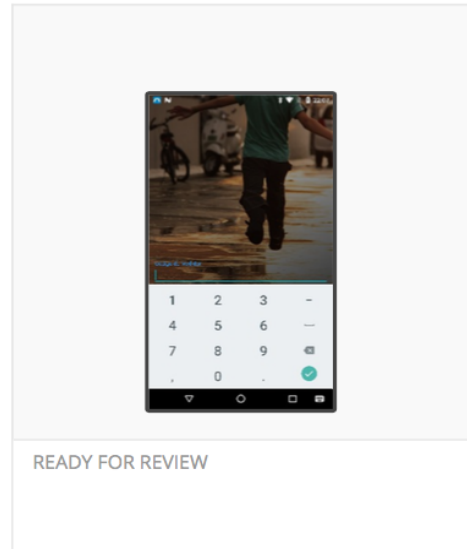
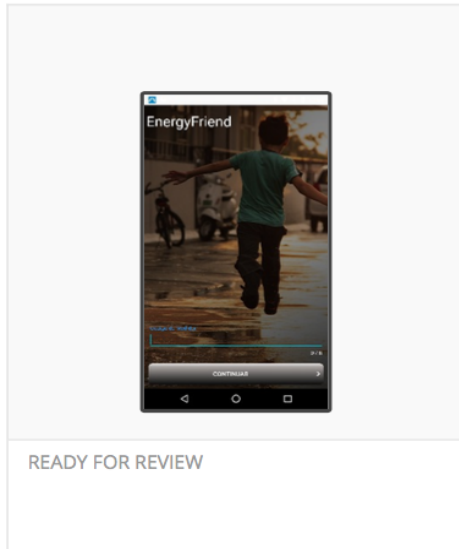
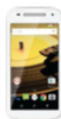


Figura 56. ScreenShot de la aplicación en el dispositivo LG Nexux5X.



### Motorola Moto E (2nd gen)

Android 6.0

Screen: 540 x 540 | 4.5"

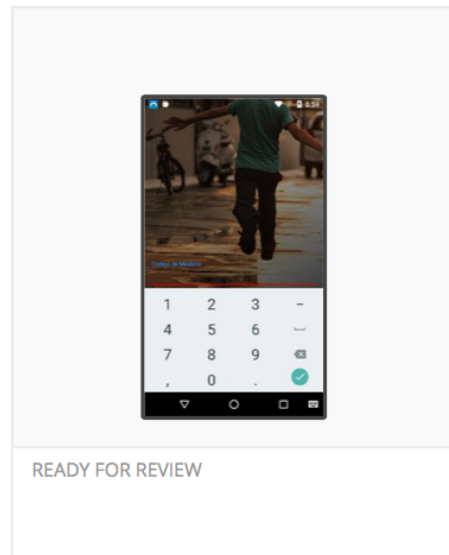
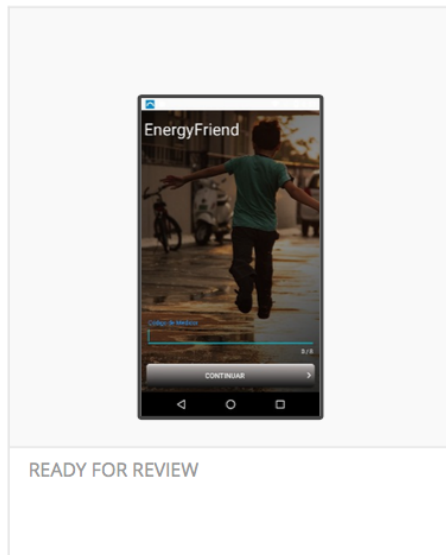


Figura 57. ScreenShot de la aplicación en el dispositivo Motorola Moto E.

Las figuras 52, 53, 54, 55, 56, y 57, muestran un resultado satisfactorio al momento de realizar todos los diferentes tipos de test que ofrece la herramienta, esto comprueba que la lógica detrás de la aplicación funciona de

manera correcta y como era de esperar desde el momento de su modelamiento. Las pruebas realizadas al componente web son detalladas en adelante.

## 4.2 Test Componente Web

Para el desarrollo de las pruebas del servidor web elegido, la aplicación de pruebas empleada fue la de cliente/servidor http Webserver Stress Tool, la cual es una herramienta intuitiva, fácil de usar, pero a la vez robusta que permite realizar pruebas de estrés que pueden llegar a simular hasta 10.000 usuarios simultáneos accediendo a una url. Es ofrecida por la compañía de monitoreo de red Paessler AG [40] , fundada en 1997 y con sede en Núremberg, Alemania, además es reconocida como miembro del programa Cisco Solution Partner y del VMWare Technology Alliance Partner, por lo que los resultados obtenidos del test tienen un soporte confiable de excelencia y calidad.

Webserver Stress Tool permite realizar 3 tipos diferentes de stress test:

- Clicks: ejecuta el test con carga constante hasta que cada usuario haya generado un numero específico de clicks
- Tiempo: ejecuta el test con carga constante por un tiempo específico.
- Ramp: ejecuta el test con incremento de carga por un tiempo específico.

Para llevar a cabo el test de estrés al servidor web utilizado, el tipo de test elegido fue el de Ramp, puesto que este simula de mejor manera el comportamiento real de los usuarios al usar la aplicación. Las pruebas fueron realizadas con diferentes valores de usuarios para que de esta manera fuera posible encontrar el límite máximo en el que el servidor web responde las peticiones http sin errores. Los resultados obtenidos de las pruebas son descritos a continuación.

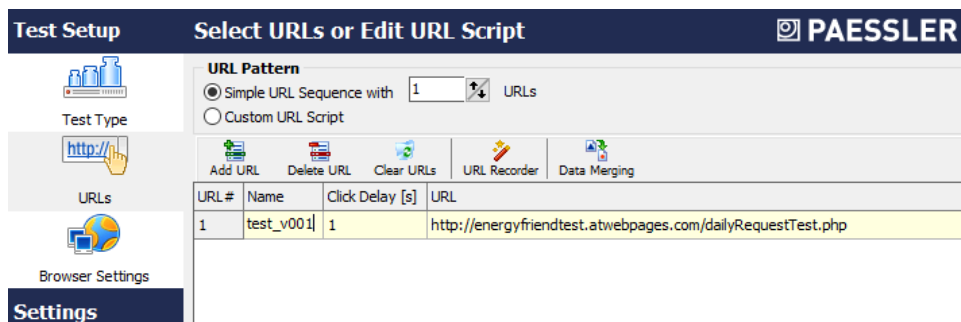


Figura 58. Panel de configuración de la Url del servidor.



La figura 58, muestra el panel de configuración que permite escribir la url a la cual el sistema va a acceder por medio de los usuarios simulados.

AwardSpace permitió crear un subdominio, el cual facilitó el alojamiento de un archivo php que realizaba una petición a la base de datos, creada y almacenada en el mismo servidor y que contiene datos de consumo de energía de los archivos suministrados por la compañía energética de Occidente. De esta manera, fue llevado a cabo el proceso de simulación de las peticiones que varios usuarios podrían realizar al servidor, usando la aplicación desarrollada en el presente trabajo de grado.

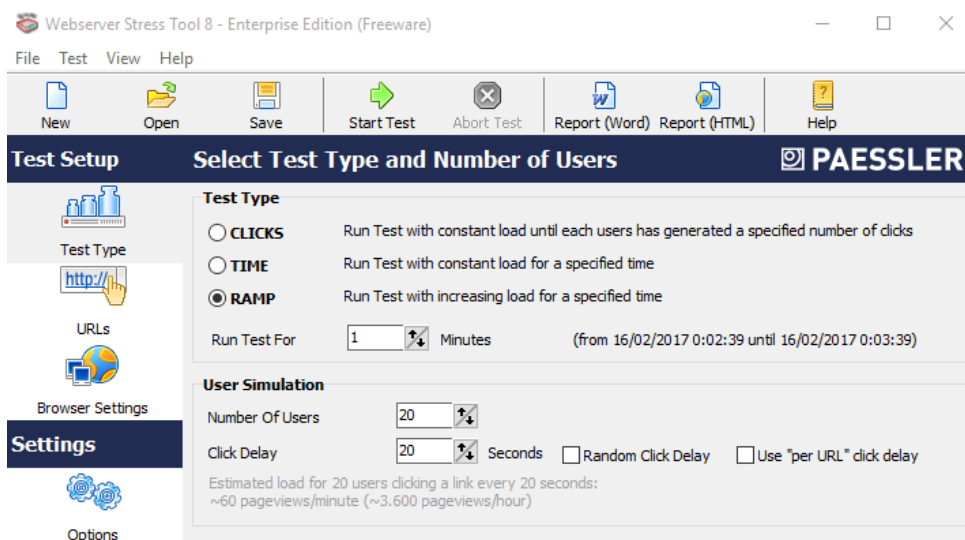


Figura 59. Selección de parámetros del tipo de test ramp.

La figura 59, ilustra el panel de selección para escoger el tipo de test a realizar. De lo mencionado anteriormente, el tipo de test escogido fue el de ramp, ya que simula un incremento gradual de los usuarios que realizan la petición al servidor y esto es más cercano a lo que sucede en la realidad. En distintas pruebas realizadas, el tiempo de ejecución del test establecido fue de un minuto, pero en cambio, fue modificado el número de usuarios simulados en 20, 500 y 2000, así como también el retardo entre peticiones hechas por el mismo usuario. Los siguientes resultados fueron obtenidos:

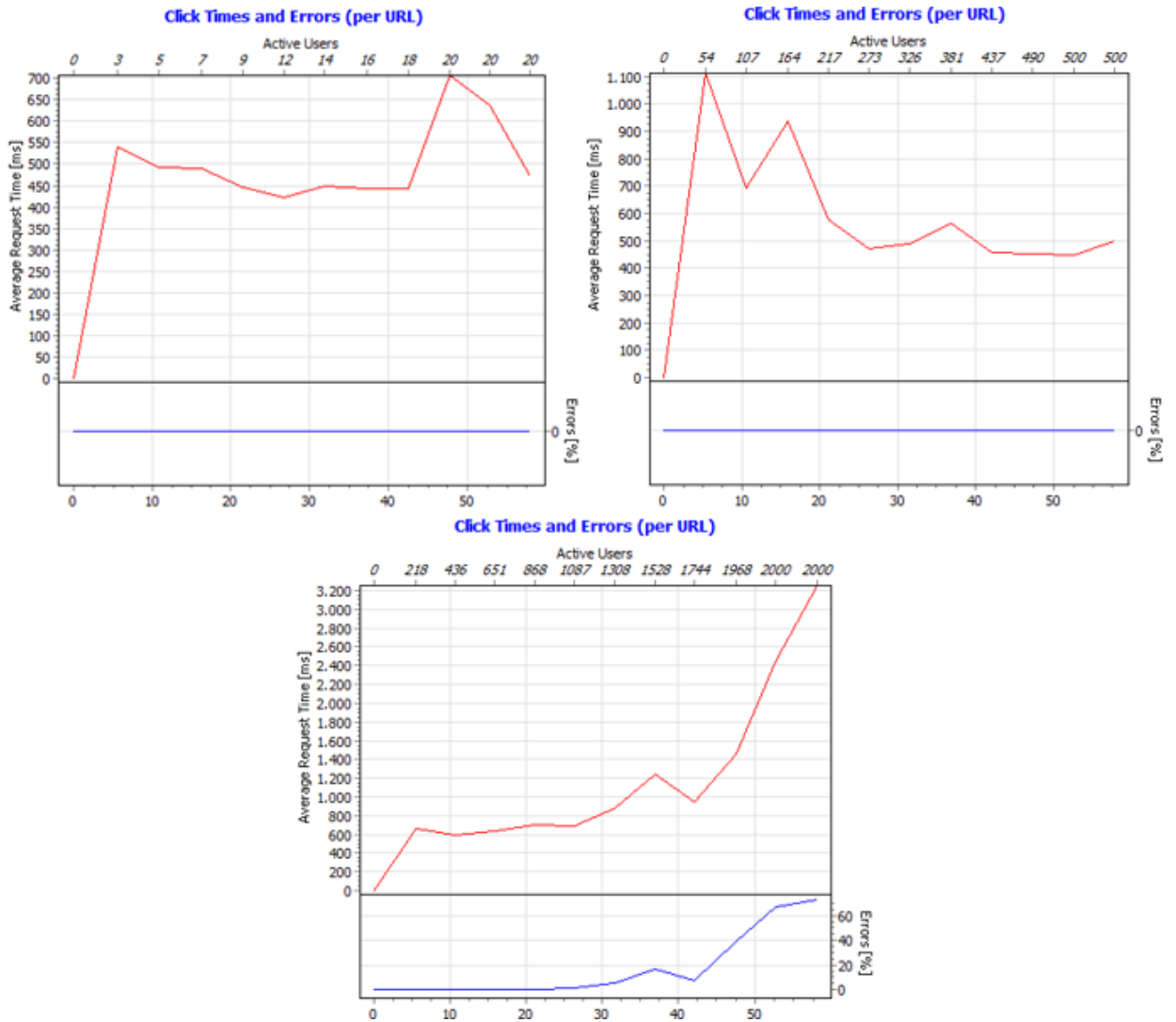


Figura 60. Graficas de stress test realizado al servidor web con un delay de 20 segundos.

De la figura 60 el lector puede observar las gráficas de stress test realizado al servidor web con un delay de 20 segundos. En la esquina superior izquierda con límite máximo de 20 usuarios. En la esquina superior derecha con límite máximo de 500 usuarios y en la parte inferior, con límite máximo de 2000 usuarios. Además, muestra las gráficas del promedio de peticiones realizadas por los usuarios activos y el error en las respuestas del servidor. En las 2 gráficas superiores no existen errores observados en las respuestas dadas por el servidor al ser sometido al test de estrés, en cambio, la gráfica inferior muestra que, pasados los 868 usuarios, haciendo en promedio 870 peticiones simultaneas con un retardo entre peticiones de 20 segundos, este empieza a generar errores en sus respuestas siendo cada vez mayores al incrementar el número de usuarios y las peticiones realizadas por los mismos. La parte izquierda de todas las gráficas representa el tiempo promedio que tarda cada usuario activo en completar una petición, es decir, el tiempo que tarda en realizar la petición y recibir una respuesta por parte del servidor. Los picos observados en todas las gráficas representan que para ciertos usuarios el

tiempo promedio que tarda en completar una petición fue mayor a otros usuarios, esto, debido posiblemente a retardos ocasionados por el propio equipo en el que fue realizado el test, retardos en la red de internet utilizada para realizar el test o incluso retardos en respuesta por parte del mismo servidor, como muestran dichas gráficas, estos retardos están representados en milisegundos por lo tanto no suponen una mala experiencia para el usuario.

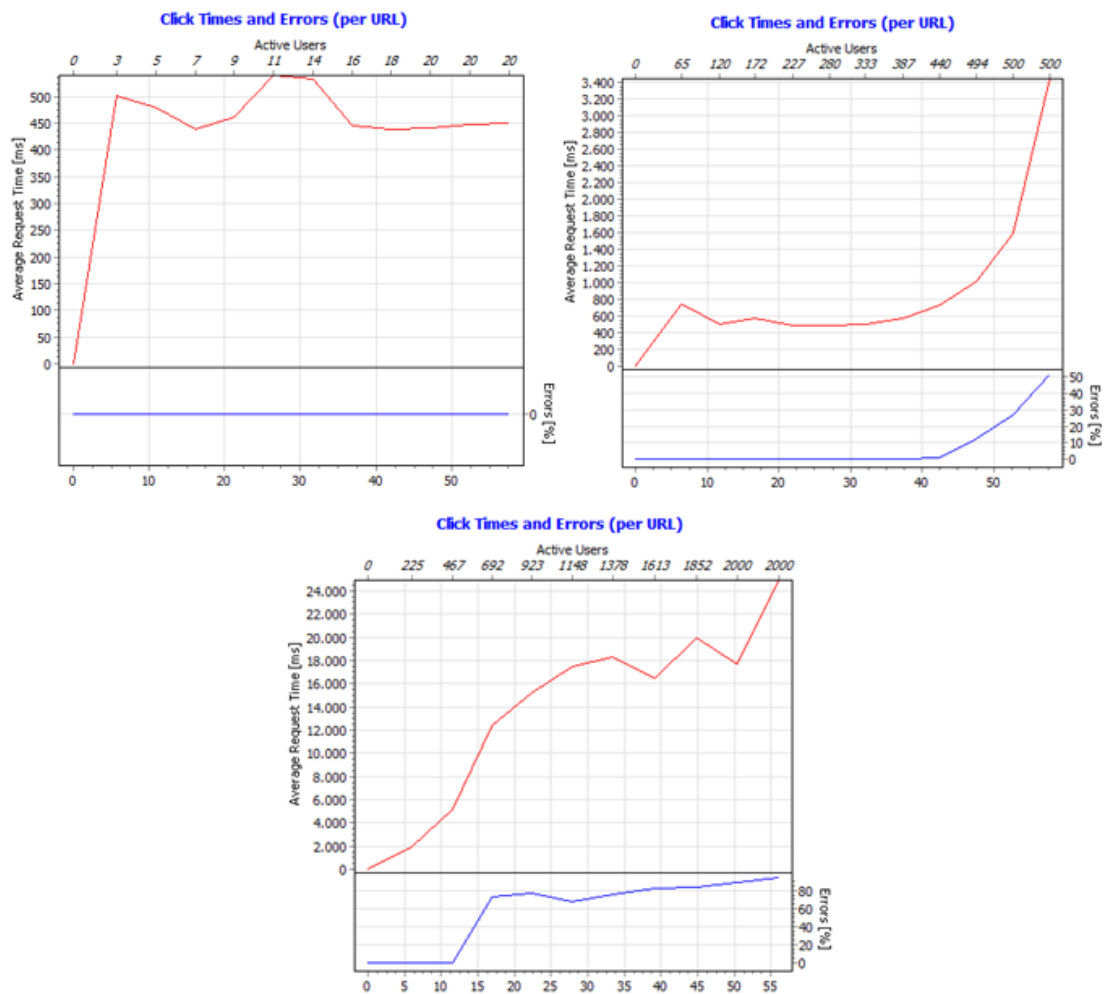


Figura 61. Gráficas de stress test realizado al servidor web con un delay de 5 segundos.

De la figura 61 el lector puede observar las gráficas de stress test realizado al servidor web con un delay de 5 segundos. En la esquina superior izquierda con límite máximo de 20 usuarios. En la esquina superior derecha con límite máximo de 500 usuarios y en la parte inferior, con límite máximo de 2000 usuarios.

Las anteriores gráficas, evidencian que, aunque es de esperar, al disminuir el retardo entre peticiones del mismo usuario, aparezcan errores más rápido en la respuesta del servidor, este, sigue soportando una cantidad grande de usuarios simultáneos, por lo que de los resultados obtenidos es posible inferir, que, a

pesar de que AwardSpace es un servidor gratuito, este tiene un grado de robustez aceptable que le permite ser utilizado para efectos del desarrollo del prototipo propuesto.

Una vez realizadas las validaciones al prototipo desarrollado, este fue mostrado a la compañía energética con el fin de recibir retroalimentación por parte de dicha entidad. Después de comprobar la funcionalidad del prototipo, el ingeniero jefe del área de investigación y desarrollo sugirió algunas mejoras en el modelado del sistema, las cuales fueron tenidas en cuenta para el desarrollo del prototipo final. Una vez realizadas dichas mejoras, el prototipo fue validado nuevamente por la CEO obteniendo la aprobación del mismo

## Capítulo 5. Aportes, Conclusiones y Trabajos Futuros

El presente trabajo de grado llevó a cabo el diseño, desarrollo y ejecución de un sistema telemático, que, en resumen, permite conocer de manera oportuna el consumo de energía eléctrica, al tiempo que el usuario interactúa con la red social Facebook. Esto con el fin, de promover de cierta manera, el ahorro de energía eléctrica.

Este último capítulo presenta los aportes del trabajo de grado, las conclusiones extraídas de la ejecución del mismo, y finaliza con los trabajos futuros.

### 5.1 Aportes

- **Prototipo funcional de un sistema intensivo en software:** el cual permite a sus usuarios hacer uso de un aplicativo móvil, donde podrán conocer mediante gráficos y diferentes tipos de vistas, el consumo de energía eléctrica para su unidad residencial. Además, sus usuarios pueden jugar distintos roles donde podrán invitar amigos, establecer y cumplir retos interactuando con la plataforma de Facebook.
- **Una alternativa al método tradicional de facturación de energía eléctrica:** mediante la ejecución del presente trabajo de grado, fue posible desarrollar un prototipo en el cual, los usuarios del sistema, tendrán conocimiento de manera oportuna del valor en pesos de su consumo de energía eléctrica, sin la necesidad de esperar a que llegue el respectivo recibo de facturación a su residencia.
- **Fomentar el buen uso del recurso energético:** la idea de premiar a los usuarios por medio de un mensaje de motivación dentro de la red social Facebook es, que las personas que forman parte de su círculo social dentro de la red, tomen conciencia e imiten este tipo de comportamientos que favorecen al medio ambiente.
- **Artículo de Divulgación:** como resultado de la ejecución del presente trabajo de grado, a la fecha está en edición, un artículo el cual pretende ser publicado en la modalidad de divulgación bajo el título: "Integración de las Redes Sociales al contexto del Ahorro de Energía Eléctrica en redes domiciliarias".
- **Primer Lugar obtenido en evento académico:** durante el mes de junio del año 2016, fue llevado a cabo en la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, un evento académico titulado: "Todos Podemos Programar". En este, de entre 70 proyectos participantes, el presente proyecto fue seleccionado como ganador en la categoría A.

- **Código Fuente disponible en Repositorio Web:** Todo el código fuente del presente proyecto está disponible al público en la plataforma de *bitbucket* [41].

## 5.2 Conclusiones

- Gracias al desarrollo de redes inteligentes como las Smart Grid, es posible llegar a distintos usuarios ofreciéndoles alternativas tecnológicas que les permitan hacer un uso consciente de la energía eléctrica.
- En la actualidad, las compañías energéticas del territorio nacional, enfocan su atención en la medición del consumo energético como tal, pero no establecen ningún tipo de estrategia que les permita llevar una medición del ahorro energético de sus usuarios.
- De las gráficas 7 y 8 es posible concluir que un análisis de días específicos lo único que muestra es el comportamiento de consumo de las personas en el tiempo.
- El único parámetro que permite identificar un ahorro de energía en una red domiciliario es el consumo energético a través del tiempo.
- Los diferentes test realizados a la aplicación tanto a su componente web como móvil, demostraron que esta, funciona de la manera esperada, esto, debido en gran parte, al buen modelamiento realizado a través de los diferentes diagramas que permitieron encaminar el buen desarrollo de la misma.
- El reconocimiento obtenido en el evento “Todos Podemos Programar” llevado a cabo en la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, es una muestra de la necesidad de crear soluciones innovadoras que fomenten la inclusión de los usuarios, permitiendo que estos últimos tengan un rol más activo dentro del sistema.
- Proyectos innovadores como el presente trabajo de grado tienen gran acogida en el sector energético, debido a la incorporación de las redes sociales al contexto del ahorro de energía. Tal es el caso de la compañía Energética de Occidente, una empresa comercializadora y distribuidora de energía eléctrica en el departamento del Cauca, la cual brindó asesoría y acompañamiento a través del coordinador de proyectos innovación y desarrollo.
- El presente trabajo de grado permitió corroborar que todo sistema está sujeto a cambios durante todo su ciclo de vida, debido al refinamiento realizado a los casos de uso y a la arquitectura del proyecto.
- Debido a las condiciones del entorno y a las necesidades del presente proyecto, la arquitectura empleada fue la de cliente-servidor. Esto, debido a que facilitó la interacción entre el cliente con los servicios ofrecidos por el sistema propuesto y los ofrecidos por Facebook.

- En las referencias bibliográficas consultadas, fue notorio un mejoramiento en el comportamiento de las personas debido al uso de las redes sociales, por lo tanto, es posible inferir que el presente proyecto de grado puede llegar a causar al igual que estas, un impacto positivo en los hábitos de consumo de energía eléctrica de las personas.

### 5.3 Trabajo Futuro

- Diseñar y desarrollar una aplicación web enfocada a fines administrativos. Es decir, que permita sólo a usuarios vinculados laboralmente a la compañía energética, realizar todas aquellas tareas relacionadas a la gestión de información de usuarios, de medidores, etc. y que sean consumidas por la aplicación móvil.
- Extender el sistema desarrollado no sólo al contexto de energía eléctrica sino a otros servicios residenciales, como el agua y el gas domiciliario.
- Realizar un caso de estudio, teniendo en cuenta la tecnología Smart Grid, para comprobar si el uso del prototipo diseñado, el cual consiste de la integración del monitoreo del consumo de energía eléctrica y la red social Facebook, sirve como una herramienta de motivación para el ahorro energético en redes domiciliarias.
- Agregar funcionalidades a la aplicación móvil, como por ejemplo ofrecer una UI que le permita al usuario obtener diferentes “*tips*” que le ayuden a cumplir con los diferentes tipos de retos de ahorro energético.
- Llevar a cabo una integración más robusta entre el sistema desarrollado en el presente trabajo de grado y la Smart Grid desplegada por la compañía energética. De tal manera que el intercambio de información entre ambos sistemas, pueda ser un proceso automatizado y de mayor precisión para el usuario final.
- Realizar un estudio para poder determinar el volumen de usuarios que cuentan con la tecnología Smart Grid en su hogar, con el fin de establecer los requerimientos técnicos mínimos que deberá contar el servidor de Hosting para desplegar sistema; garantizando calidad en el servicio.

## Referencias Bibliográficas

---

- [1] maracuya media, "Generación térmica, soporte integral de la industria eléctrica," *Colombia Energía*, May. 2013. [Online]. Available: <http://www.colombiaenergia.com/node/126>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [2] Gobierno de España, "CNR COP - Combustión de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas y calderas industriales." [Online]. Available: <http://www.cnrcoop.es/gc/iniciativas-no-gubernamentales/mejores-tecnicas-disponibles-mtd-y-mejores-practicas-ambientales-mpa/mejores-tecnicas-disponibles-mtd-y-mejores-practicas-ambientales-mpa/combustion-de-combustibles-fosiles-en-centrales-termoelectrica>. [Accessed: Mar. 01, 2016].
- [3] Asociación Española de la Industria Eléctrica, "Hacia una electricidad sostenible." [Online]. Available: <http://www.unesa.net/unesa/html/sabereinvestigar/largoviaje/produccionmaslimpia.htm>. [Accessed: Mar. 01, 2016].
- [4] D. Max "¿El niño más fuerte de la historia afectará a Colombia?," *el tiempo*, Aug. 2015. [Online]. Available: [http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/ciencia/fenomeno-del-nino-en-colombia/16305958?cid=SEM\\_CPC\\_BUS-POR-GOO-MarcaETC&gclid=CMjG1Jm5mskCFRIEkQodwB0NMw](http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/ciencia/fenomeno-del-nino-en-colombia/16305958?cid=SEM_CPC_BUS-POR-GOO-MarcaETC&gclid=CMjG1Jm5mskCFRIEkQodwB0NMw). [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [5] N. Hernán, "¿Qué impacto tiene Internet y las redes sociales en el movimiento ambientalista?," *Listao*, May. 2012. [Online]. Available: <http://www.listao.com.ar/2012/05/que-impacto-tiene-internet-y-las-redes-sociales-en-el-movimiento-ambientalista/>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [6] Proclama del Cauca, "Laboratorio de calibración y ensayo con energías renovables en el Cauca," *Proclama del Cauca*, Sept. 2015. [Online]. Available: <http://www.proclamadelcauca.com/2015/09/laboratorio-de-calibracion-y-ensayo-con-energias-renovables-en-el-cauca.html>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [7] Universidad del Cauca, Compañía Energética de Occidente, "Convenio Marco\_rev\_juri\_ceo.pdf," *Google Drive*, 2015. [Online]. Available: <https://drive.google.com/file/d/0ByjO6i0iq0ZBMXRwU1VPNzRsc0E/view>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [8] United States, Department of Energy Strategy, Advanced Metering Infrastructure, NETL, 2008. [Online]. Available: [https://www.netl.doe.gov/File%20Library/research/energy%20efficiency/smart%20grid/whitepapers/AMI-White-paper-final-021108--2--APPROVED\\_2008\\_02\\_12.pdf](https://www.netl.doe.gov/File%20Library/research/energy%20efficiency/smart%20grid/whitepapers/AMI-White-paper-final-021108--2--APPROVED_2008_02_12.pdf). [Accessed: Jun. 03, 2017].



- [9] A. Guzmán and R. Urrutia, “modelo de intercambio de información para un medidor electrónico usando ansi c12.21 aplicado a un caso de estudio,” 2014.
- [10] A. Carlos and H. Juan, “Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica-Estado del Arte,” *Portal de Revistas ICESI, Sist. y ...*, vol. 9, pp. 53–81, 2011.[Online]. Available: [https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/sistemas\\_telematica/article/viewFile/1075/1096](https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/sistemas_telematica/article/viewFile/1075/1096) . [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [11] NIST Special Publication, “NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards ,Releases 2.0,” *Nist Spec. Publ.*, p. 42, Feb. 2012. [Online]. Available: [https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/smartgrid/NIST\\_Framework\\_Release\\_2-0\\_corr.pdf](https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/smartgrid/NIST_Framework_Release_2-0_corr.pdf). [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [12] H. Herrera, “Las redes sociales: una nueva herramienta de difusión social.,” *Reflexiones*, vol. 91, no. 2, pp. 121–128, 2012.
- [13] Energy Technologies Area and Lawrence Berkeley National Lab, “What’s Energy Efficiency?” [Online]. Available: <https://eetd.lbl.gov/ee/ee-1.html>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [14] E. Ekpenyong, J. Zhang, and X. Xia, “How information propagation in social networks can improve energy savings based on time of use tariff,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 19, pp. 26–33, 2015.
- [15] M. McMichael and D. Shipworth, “The value of social networks in the diffusion of energy-efficiency innovations in UK households,” *Energy Policy*, vol. 53, pp. 159–168, 2013.
- [16] C. Nordqvist, L. Hanberger, T. Timpka, and S. Nordfeldt, “Health professionals’ attitudes towards using a Web 2.0 portal for child and adolescent diabetes care: qualitative study.,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 11, no. 2, p. e12, Apr. 2009.
- [17] X. Ma, G. Chen, and J. Xiao, “Analysis of an Online Health Social Network,” in *Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium*, 2010, pp. 297–306.
- [18] M. Sugano and C. Yamazaki, “Behavioral Analysis of SNS Users with Regard to Diet,” *IADIS Int. Conf. Web Based Communities Soc. Media 2011*, vol. 10, no. August, pp. 2–6, 2011.
- [19] M. Napolitano, S. Hayes, G. Bennett, A. K. Ives, and G. D. Foster, “Using Facebook and text messaging to deliver a weight loss program to college students,” *Obes. J.*, vol. 21, no. 1, pp. 25–31, 2013.
- [20] G. Valle, F. Tate, K. Mayer, M. Allicock, and J. Cai, “A randomized trial of a Facebook-based physical activity intervention for young adult cancer survivors,” *J. Cancer Surviv.*, vol. 7, no. 3, pp. 355–368, 2013.
- [21] WhatIs, “What is Facebook? - Definition from WhatIs.com,” 2014.

- [Online]. Available: <http://whatis.techtarget.com/definition/Facebook>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [22] world economic forum, "If social networks were countries, which would they be? | World Economic Forum." [Online]. Available: <https://www.weforum.org/agenda/2016/04/facebook-is-bigger-than-the-worlds-largest-country/>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [23] Facebook, "Facebook para desarrolladores." [Online]. Available: <https://developers.facebook.com/>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [24] Twitter, "Twitter Support." [Online]. Available: <https://support.twitter.com/articles/349140>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [25] S. Martin, "What is Google Plus? A Complete User Guide. (Videos and Blog) - Martin Shervington." [Online]. Available: <http://www.martinshervington.com/what-is-google-plus/>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [26] Lindekin, "Sobre nosotros | LinkedIn." [Online]. Available: <https://press.linkedin.com/es-es/about-linkedin>. [Accessed: 05-Apr-2016].
- [27] WhatIs, "What is Android OS? - Definition from WhatIs.com." [Online]. Available: <http://searchenterpriselinux.techtarget.com/definition/Android>. [Accessed: 07-Apr-2016].
- [28] Eduardo Arcos, "Windows Phone se desploma en todo el mundo," 2016. [Online]. Available: <https://hipertextual.com/2016/04/windows-phone-cuota-de-mercado>. [Accessed: 10-May-2016].
- [29] eBizMBA Inc, "Top 15 Most Popular Social Networking Sites | February 2017," 2016. [Online]. Available: <http://www.ebizmba.com/articles/social-networking-websites>. [Accessed: 17-Feb-2017].
- [30] M. de M. y Energía, "CREG (Comisión Reguladora de Energía y Gas Resolución 108 de la Ley 142 de 1994)," pp. 1–36, 1994.
- [31] Acciona, "Ahorro y eficiencia energética | Sostenibilidad." [Online]. Available: <http://www.sostenibilidad.com/ahorro-y-eficiencia-energetica>. [Accessed: 25-May-2016].
- [32] Compañía Energética de Occidente, "smart\_grid\_popayan.pdf." 2012.
- [33] B. Boehm, "A View of 20th and 21st Century Software Engineering," in *Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering*, 2006, pp. 12–29.
- [34] Android, "Desarrollar apps | Android Developers." [Online]. Available: <https://developer.android.com/develop/index.html>. [Accessed: 20-Jul-2016].
- [35] Android, "Material Design para Android | Android Developers." [Online]. Available: <https://developer.android.com/design/material/index.html>. [Accessed: 18-Aug-2016].

- [36] Awardspace, “Free Web Hosting with PHP, MySQL, Email Sending, No Ads | AwardSpace.” [Online]. Available: <https://www.awardspace.com/>. [Accessed: 20-Aug-2017].
- [37] H. Cardona *et al.*, “Diseño e implementacion de bases de datos desde una perspectiva Práctica,” vol. 1, p. 147, 2014.
- [38] “IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology,” *IEEE Std 610.12-1990*. pp. 1–84, 1990.
- [39] “Press Release - Sauce Labs Acquires TestObject to Expand Real Device Mobile App Testing Platform.” [Online]. Available: <https://testobject.com/saucelabs-acquires-testobject>. [Accessed: 10-Sep-2016].
- [40] Paessler, “Webserver Stress Tool - Performance, stress & load test.” [Online]. Available: <https://www.paessler.com/tools/webstress>. [Accessed: 04-Nov-2016].
- [41] David Genoy & Stiven Arteaga, “davidgenoy / repo-tesis / source / — Bitbucket,” 2017. [Online]. Available: <https://bitbucket.org/davidgenoy/repo-tesis/src>. [Accessed: 20-Feb-2017].
- [42] Cooperativa rural de Electrificación, “Todo Sobre Energía y Potencia,” *cre.com.bo*. [Online]. Available: <https://www.cre.com.bo/WebCre/empresas/todoenergia.htm>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [43] Aclara, “TWACS® PLC,” *aclara.com*. [Online]. Available: <http://www.aclara.com/products-and-services/communications-networks/twacs-plc/>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [44] Facebook Developers Team, “Documentation,” *developers.facebook.com*. [Online]. Available: <https://developers.facebook.com/docs/>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [45] Facebook Developers Team, “Facebook Login for Android - Overview,” *developers.facebook.com*. [Online]. Available: <https://developers.facebook.com/docs/facebook-login/overview>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [46] Facebook Developers Team, “Facebook Login for Android - Quickstart,” *developers.facebook.com*. [Online]. Available: <https://developers.facebook.com/docs/facebook-login/android>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [47] Facebook Developers Team, “Sending App Invites,” *developers.facebook.com*. [Online]. Available: <https://developers.facebook.com/docs/app-invites/overview>. [Accessed: Jun. 03, 2017].
- [48] Facebook Developers Team, “App Invites for Android,”

*developers.facebook.com*. [Online]. Available:  
<https://developers.facebook.com/docs/app-invites/android>. [Accessed:  
Jun. 03, 2017].

- [49] Facebook Developers Team, "Sharing on Facebook,"  
*developers.facebook.com*. [Online]. Available:  
<https://developers.facebook.com/docs/sharing/overview>. [Accessed: Jun.  
03, 2017].
- [50] Facebook Developers Team, "Sharing on Android,"  
*developers.facebook.com*. [Online]. Available:  
<https://developers.facebook.com/docs/sharing/android>. [Accessed: Jun.  
03, 2017].

## Anexos

### Anexo A

Este primer anexo presenta una aproximación o descripción del sistema AMI desplegado por la Compañía Energética de Occidente (CEO); mostrando la arquitectura del mismo, basada en información suministrada por personal calificado y vinculado laboralmente a la compañía en mención.

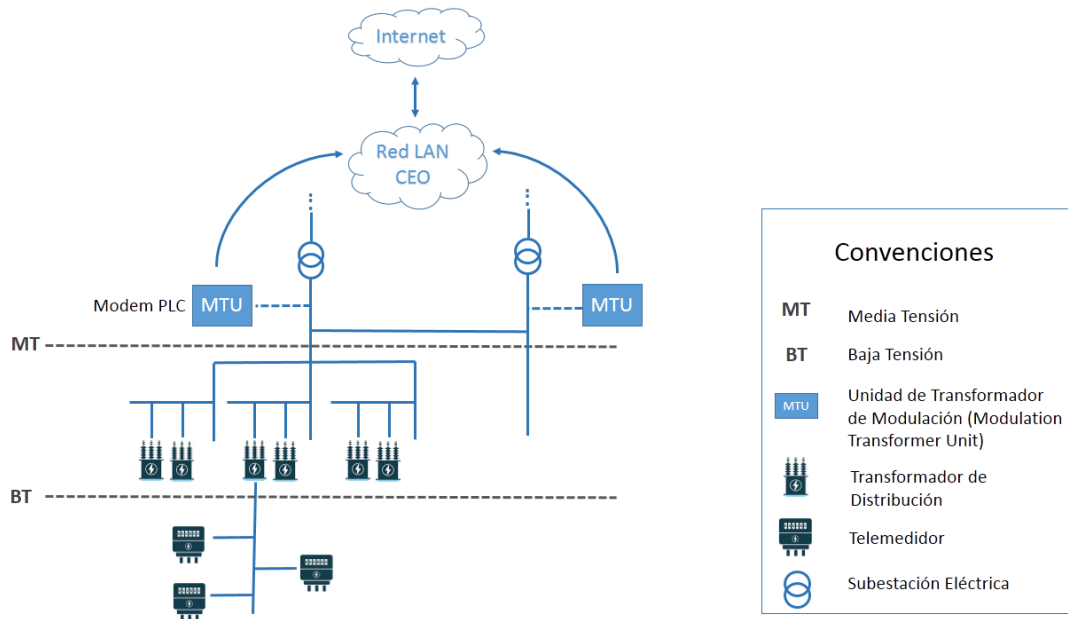


Figura 62. Sistema AMI de la Compañía Energética de Occidente.

La figura 62, ilustra algunos componentes utilizados para el funcionamiento del sistema AMI de la CEO. Estos son: telemedidores, Transformadores de Distribución, MTU, etc.

En primer lugar, el tipo de tecnología utilizada por la CEO es TWACS (Two-Way Automatic Communications System) de la marca Aclara, la cual, es un sistema que hace uso de las líneas eléctricas o red de distribución existente para el envío y recepción de información entre un medidor y el operador de red (este tipo de comunicación es conocida como PLC: Power Line Communications); ofreciendo todos los beneficios de un sistema AMI [43].

Por otra parte, de la figura 62, las subestaciones están divididas en circuitos, es decir, la salida de cada subestación está conformada por un circuito donde, de cada circuito se derivan ramales. En estos ramales están instalados los transformadores de distribución, de los cuales desprenden los telemedidores instalados en cada uno de los hogares. Hay que resaltar que desde las salidas

de las subestaciones hasta los transformadores de distribución, el nivel de voltaje es de media tensión (MT) e igual a 13.2KV, y, desde la salida de los transformadores hasta los teledispositivos es de baja tensión (BT) equivalente a 120 V. Además de lo anterior, en las subestaciones existen unidades moduladoras (ver MTU en la figura 62) o modem PLC, las cuales conectan o comunican con la red LAN de la CEO para el posterior envío de información a internet. Por último, para que la información de los usuarios de la compañía energética pueda estar a disposición en la nube, los medidores también cuentan con módulos PLC que permiten establecer la comunicación desde éstos hasta los MTU.

## **Anexo B**

El presente anexo describe a detalle el proceso llevado a cabo para la integración del sistema desarrollado con la plataforma de Facebook.

La documentación oficial de Facebook Developers [44], ofrece, describe e implementa a través del kit de desarrollo (SDK) de la misma compañía, diferentes servicios para interactuar con aplicaciones de terceros. De estos, los servicios implementados fueron los siguientes: *inicio de sesión*, *invitaciones a aplicaciones* y *compartir contenido* para la plataforma Android. Dichos servicios son descritos a continuación:

### **B.1 Inicio de sesión con Facebook**

Tal como es descrito en la documentación oficial [45], integrar el inicio de sesión de Facebook con aplicaciones desarrolladas por terceros, ofrece grandes ventajas tanto para el usuario final de la aplicación como para el desarrollador. Por un lado brinda comodidad al usuario para iniciar sesión o crear una cuenta dentro de la aplicación, ya que, a través de la plataforma de Facebook, es posible hacer ambas cosas sin la necesidad de establecer una contraseña. Por otro lado, cuando un usuario inicia sesión en la aplicación a través de Facebook, el desarrollador obtiene información personal de sus usuarios como el nombre, correo electrónico, fecha de nacimiento, etc. Hay que resaltar que para acceder a dicha información, el usuario debe proporcionar los permisos necesarios.

La descripción paso a paso del proceso para integrar el inicio de sesión de Facebook con aplicaciones desarrolladas para la plataforma Android está disponible en [46].

## B.2 Invitación a Aplicaciones

Cuando los desarrolladores de una aplicación implementan el servicio de *Invitación a Aplicaciones* ofrecido dentro del SDK de Facebook, sus usuarios, podrán a través de la aplicación, enviar invitaciones a sus contactos de Facebook invitándolos a que hagan uso de la misma. Este proceso es llevado a cabo en tres pasos [47]:

1. Desplegar o seleccionar la interfaz que permite el envío de invitaciones dentro de la aplicación.
2. Seleccionar de la lista de contactos los destinatarios.
3. Agregar un mensaje personalizado que puede incluir una imagen alusiva a la aplicación.

Lo anterior es resumido en la siguiente imagen:

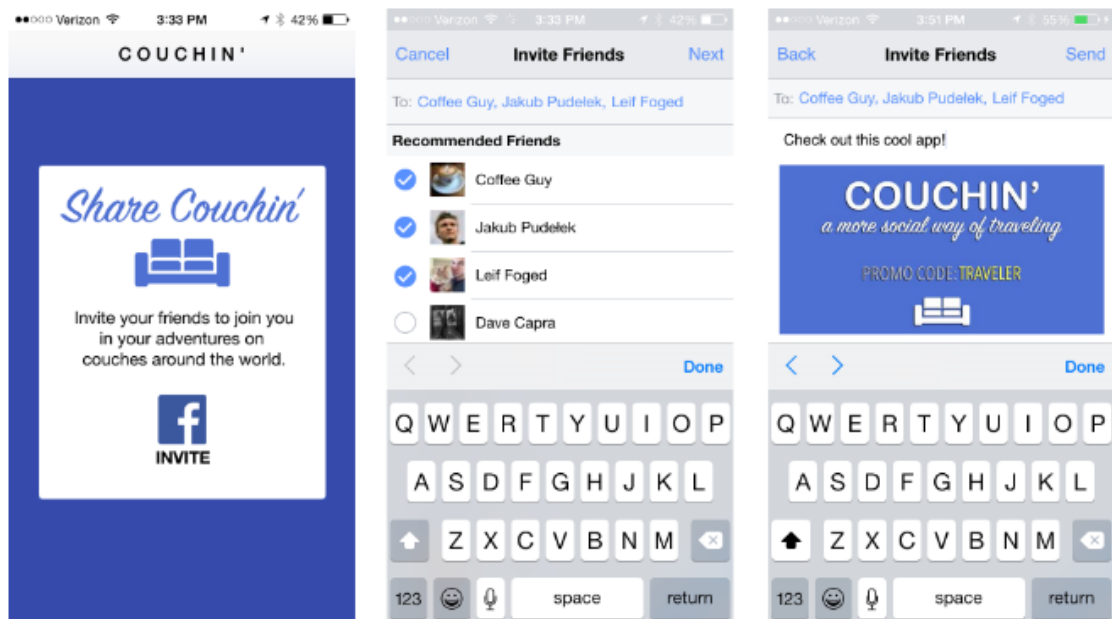


Figura 63. Proceso de envío de invitaciones ofrecido por el SDK de Facebook.

La descripción paso a paso del proceso para integrar el envío de invitaciones de Facebook con aplicaciones desarrolladas para la plataforma Android está disponible en [48].

## B.3 Compartir Contenido

Esta funcionalidad permite a los usuarios de una determinada aplicación, compartir contenido dentro de la plataforma de Facebook a través de la misma

[49]. Dicho contenido aparecerá en la biografía del usuario y en la sección de noticias de Facebook.

La versión 4.0 y posteriores del SDK permiten enriquecer el contenido de la publicación. Entre las posibilidades están:

- Enlaces

Es posible compartir enlaces dentro de la publicación que incluyan atributos como: la URL del enlace, el título, una imagen alusiva, descripción del contenido, etc.

- Fotos

Una publicación puede ir acompañada de imágenes o fotos bajo las siguientes restricciones: el tamaño de las mismas no debe superar los 12 MB y es necesario tener instalada la versión nativa de Facebook para el sistema operativo Android.

- Videos

Al igual que con las fotos, también es posible compartir videos dentro una publicación, teniendo en cuenta que los mismos no deben superar el tamaño de 12 MB.

- Otros

Además de lo anterior, también es posible compartir otros tipos de elementos dentro de la publicación como: elementos multimedia, Hashtags y citas.

La descripción paso a paso del proceso para integrar la funcionalidad de compartir contenido con aplicaciones desarrolladas para la plataforma Android está disponible en [50].