

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.**

Tesis Previa a la obtención  
del Título de : Ingeniero Eléctrico.

**“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA IPAD IOS, QUE FACILITE  
LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
REPLANTEAMIENTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA”**

**AUTOR:**

Adrián Patricio Naranjo Páez

**DIRECTOR:**

Ing. Diego Chacón. Mdh.

Cuenca, Marzo 2015

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres y mi querida familia, su apoyo, sacrificio y cuidado son parte nuclear de mi ser y han impulsado mi caminar.

A mi amada esposa e hijos, causantes de tanta repentina felicidad y esperanza en la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo contó con la valiosa tutoría del Ingeniero Diego Chacón, al cual le extiendo mi agradecimiento, así como a la Universidad Politécnica Salesiana.

Un especial agradecimiento a los señores Álvaro Naranjo y José Dután por su profesional asesoramiento y colaboración en la realización de este trabajo.

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Adrián Patricio Naranjo Páez, autor del presente trabajo de tesis intitulado:

**“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA IPAD IOS, QUE FACILITE LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS DE CONSTRUCCIÓN Y REPLANTEAMIENTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA”**, declaro que: la investigación, desarrollo de aplicación móvil, análisis, esquemas y conclusiones del este trabajo son de responsabilidad exclusiva del autor.

A través de la presente autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana, el uso de este trabajo con fines académicos, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual en su Reglamento y Normativa institucional vigente.

Cuenca, Marzo de 2015.



Adrián Patricio Naranjo Páez

0103900510

**Autor**

## CERTIFICACIÓN

Yo, Diego Chacón Troya, en calidad de Director del trabajo de tesis intitulado: “**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA IPAD IOS, QUE FACILITE LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS DE CONSTRUCCIÓN Y REPLANTEAMIENTOS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**”, elaborado por Adrián Patricio Naranjo Páez, declaro y certifico haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos del presente trabajo, basándome en la supervisión y análisis de sus contenidos.

Por cumplir con los requerimientos, autorizo su presentación.

Cuenca, Marzo de 2015.

  
Ing. Diego Chacón Troya.  
1900268168  
Director de Tesis.

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>3</b>
<b>Sistema de Suministro de Energía Eléctrica.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Sistema Eléctrico Ecuatoriano.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Sistema de Distribución .....</b>	<b>5</b>
1.2.1 Transformador.....	6
1.2.2 Protección y Seccionamiento.....	8
1.2.3 Redes Primarias de Distribución.....	10
1.2.4 Redes secundarias de Distribución.....	11
<b>1.3 Empresas de distribución .....</b>	<b>13</b>
1.3.1 Situación Actual .....	14
<b>1.4 Plan de la Expansión de la distribución.....</b>	<b>16</b>
1.4.1 Inversiones previstas por empresas distribuidoras.....	18
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>20</b>
<b>Homologación de las Unidades de Propiedad y Unidades de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrica.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Definiciones básicas.....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Unidades de Propiedad.....	21
2.1.2 Unidades de Construcción .....	21
<b>2.2 Criterios Homologados.....</b>	<b>21</b>
2.2.1 Nivel de Voltaje .....	22
2.2.2 Postes .....	22
2.2.3 Conductores.....	23
2.2.4 Transformadores.....	23
2.2.5 Alumbrado Público.....	24
2.2.6 Redes aéreas de distribución.....	25
2.2.7 Tensores y Anclajes.....	26
2.2.8 Puestas a Tierra.....	27
2.2.9 Contadores de Energía Eléctrica .....	29
2.2.10 Especificaciones Técnicas .....	29

<b>2.3</b>	<b>Identificadores Nemotécnicos .....</b>	<b>29</b>
2.3.1	Estructura del Identificador Nemotécnico .....	30
2.3.2	Identificador Nemotécnico de las Unidades de Propiedad .....	30
2.3.3	Identificador Nemotécnico de las Unidades de Construcción.....	33
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>35</b>
<b>Procedimiento de Diseño y Aprobación .....</b>		<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Requerimientos .....</b>	<b>35</b>
3.1.1	Información preliminar.....	36
3.1.2	Procedimiento para un estudio de red de distribución eléctrica .....	36
<b>3.2</b>	<b>Levantamiento de Datos .....</b>	<b>37</b>
3.2.1	Diagrama Unifilar .....	37
3.2.2	Cartografía .....	38
3.2.3	Toma de datos en sitio.....	38
<b>3.3</b>	<b>Diseño de redes y posición de postes .....</b>	<b>39</b>
3.3.1	Elección del nivel de voltaje .....	39
3.3.2	Estudio de la demanda .....	40
3.3.3	Selección del Alimentador.....	41
3.3.4	Selección del sistema de distribución .....	41
3.3.5	Distribución de postes y conductores .....	42
3.3.6	Seccionamiento y Protecciones .....	43
3.3.7	Calidad del servicio .....	44
<b>3.4</b>	<b>Cálculo de caída de tensión .....</b>	<b>44</b>
<b>3.5</b>	<b>Compendio de materiales.....</b>	<b>46</b>
<b>3.6</b>	<b>Estimación de recursos .....</b>	<b>47</b>
<b>3.7</b>	<b>Memoria Técnica .....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>49</b>
<b>Desarrollo de Aplicación de iPad iOS.....</b>		<b>49</b>
<b>4.1</b>	<b>Procedimiento de desarrollo de aplicaciones .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2</b>	<b>Diseño de interfaz de usuario .....</b>	<b>51</b>
4.2.1	Pantalla inicial con ícono de la aplicación REDIS.....	53
4.2.2	<i>Splash Screen</i> o pantalla de bienvenida.....	54
4.2.3	Inicio de Sesión.....	54
4.2.4	Registro de Usuario .....	55
4.2.5	Canvas o tablero de proyectos .....	56
4.2.6	Nuevo Proyecto.....	56

4.2.7	Pantalla de Diseño .....	57
4.2.8	Generación de Sumarios .....	58
<b>4.3</b>	<b>Estructuración de experiencia de usuario .....</b>	<b>59</b>
<b>4.4</b>	<b>Mapa de Navegación .....</b>	<b>64</b>
<b>4.5</b>	<b>Herramientas de Desarrollo .....</b>	<b>66</b>
<b>4.6</b>	<b>Creación de base de datos .....</b>	<b>67</b>
4.6.1	Modelamiento de Datos .....	68
<b>4.7</b>	<b>Programación de Funcionalidades.....</b>	<b>72</b>
4.7.1	Desarrollo BackEnd .....	73
4.7.2	Desarrollo FrontEnd.....	76
4.7.3	Funcionalidades.....	80
<b>4.8</b>	<b>Depuración y Pruebas .....</b>	<b>84</b>
4.8.1	Buenas Prácticas [Depuración].....	85
4.8.2	Pruebas de Rendimiento.....	87
<b>4.9</b>	<b>Análisis Económico .....</b>	<b>91</b>
4.9.1	Estimación de Costos .....	91
4.9.2	Modelo de Negocios .....	93
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>.....</b>	<b>96</b>
<b>Conclusiones y Recomendaciones.....</b>		<b>96</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>96</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>99</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>102</b>
<b>ANEXO I.....</b>		<b>103</b>
<b>Identificadores Nematécnicos .....</b>		<b>103</b>
<b>ANEXO II.....</b>		<b>113</b>
<b>Modelo de Diseños aprobados .....</b>		<b>113</b>
<b>ANEXO III.....</b>		<b>115</b>
<b>Características de tablets iPad .....</b>		<b>115</b>
<b>ANEXO IV .....</b>		<b>119</b>
<b>Código fuente de BackEnd.....</b>		<b>119</b>
<b>Código fuente de FrontEnd .....</b>		<b>122</b>
<b>ANEXO V .....</b>		<b>125</b>
<b>Guía de Uso de la aplicación.....</b>		<b>125</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1, 1, Cadena de Suministro de Energía Eléctrica .....	4
Figura 1, 2 Esquema de sistema de distribución .....	6
Figura 1, 3 Transformador de distribución monofásico.....	7
Figura 1, 4 Seccionamiento protección de red aérea .....	9
Figura 1, 5 Estructura de Distribución de red primaria aérea .....	10
Figura 1, 6 Estructura de red secundaria de 3 vías vertical.....	12
Figura 1, 7 Plan de Expansión de Distribución Interrelacionado con el modelo de gestión (SIGDE).....	18
Figura 1, 8 Plan de Inversión hasta el año 2020 de las empresas distribuidoras.....	19
Figura 2, 1 Red aérea de una Vía Vertical.....	23
Figura 2, 2 Banco de dos transformadores tipo convencional.....	24
Figura 2, 3 Alumbrado público , luminaria en poste.....	25
Figura 2, 4 Estructura aérea de Distribución (trifásica, semicentrada, angular).....	26
Figura 2, 5 Tensor y Anclaje a tierra simple.....	27
Figura 2, 6 Puesta a tierra en redes de distribución .....	28
Figura 2, 7 Estructura del Identificador Nematécnico .....	30
Figura 4, 1 Mini iPad Air y iPad Air 2 .....	50
Figura 4, 2 Diagrama de Flujo de la Interfaz de Usuario UI.....	52
Figura 4, 3 Bosquejo de Pantalla de Aplicaciones.....	53
Figura 4, 4 Bosquejo de Pantalla de Bienvenida o Splash Screen.....	54
Figura 4, 5 Bosquejo de Pantalla de Inicio de Sesión <sup>27</sup> .....	55
Figura 4, 6 Bosquejo de registro de usuario .....	55
Figura 4, 7 Bosquejo de la Pantalla de Proyectos .....	56
Figura 4, 8 Bosquejo de Pantalla para Nuevo Proyecto .....	57
Figura 4, 9 Bosquejo de Vista de diseño .....	58
Figura 4, 10 Bosquejo de Vista de Generación de sumarios.....	59
Figura 4, 11 App <i>Weather</i> <sup>34</sup> .....	61
Figura 4, 12 Orientación de uso del iPad.....	61

Figura 4, 13 Una lista de opciones .....	62
Figura 4, 14 Ejemplo de manejo de documento en app <i>Pages</i> <sup>35</sup> .....	63
Figura 4, 15 Acciones o Gestos de Uso de Objetos .....	63
Figura 4, 16 Mapa de Navegación y Experiencia de Usuario UX de REDIS....	65
Figura 4, 17 Base de Datos Mongo DB .....	67
Figura 4, 18 Diagrama de Modelos la Base de Datos .....	71
Figura 4, 19 Estructura informática de la Aplicación.....	73
Figura 4, 20 Captura de pantalla de Entorno de Desarrollo Integrado .....	75
Figura 4, 21 Diagrama de Componentes de API .....	76
Figura 4, 22 Entorno de desarrollo integrado Xcode .....	77
Figura 4, 23 Captura de pantalla de <i>Storyboard</i> de la aplicación para iPad REDIS .....	78
Figura 4, 24 Diagrama de paquetes de componente informático FrontEnd .....	79
Figura 4, 25 Lista de Objetos y Clases del Aplicativo <i>FrontEnd</i> .....	80
Figura 4, 26 Pantalla de Inicio de Aplicación REDIS .....	81
Figura 4, 27 Pantalla de Inicio de Sesión y Registro de Usuarios <sup>51</sup> .....	81
Figura 4, 28 Pantalla de diseño (Simbología / Postería).....	82
Figura 4, 29 Pantalla de categorías de Unidades de Propiedad y Construcción .....	83
Figura 4, 30 Lista de tramos y distancias entre postes <sup>55</sup> .....	83
Figura 4, 31 Características del Servidor utilizado .....	84
Figura 4, 32 Tablero de versionamiento en GITHUB para el proyecto tesis. ...	86
Figura 4, 33 Documentación de servicios web para proyecto de tesis .....	87
Figura 4, 34 Indicadores de Rendimiento de App.....	88
Figura 4, 35 Dashboard de pruebas de rendimiento de XCode .....	89
Figura 4, 36 Resultados de rendimiento de CPU al uso de REDIS .....	90
Figura 4, 37 Consumo de memoria de aplicación REDIS .....	91

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2, 1 Niveles de Voltaje en Redes de Distribución en el Ecuador .....	22
Tabla 2, 2 Equivalencias del primer campo de identificador nemotécnico .....	31
Tabla 2, 3 Equivalencias del segundo campo del identificador nemotécnico...	32
Tabla 3, 1 Lista de materiales de una UP-UC ESD-3EP .....	46
Tabla 4, 1 Herramientas de Desarrollo de la aplicación REDIS .....	67
Tabla 4, 2 Costos asociados al desarrollo de REDIS .....	92
Tabla 4, 3 Flujo de caja para aplicación REDIS .....	95

## GLOSARIO DE TERMINOS

<b>BT</b>	Baja Tensión (220/127 ; 240/120 )V
<b>CONELEC</b>	Consejo Nacional de Electricidad
<b>ED</b>	Empresas de Distribución
<b>MEER</b>	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
<b>MT</b>	Media Tensión ( 6.3 ; 13.8 ; 22)KV
<b>CNEL</b>	Corporación Nacional de Electricidad
<b>LRSE</b>	Ley de Régimen del Sector Eléctrico
<b>RSSE</b>	Reglamento de Suministro del Servicio Eléctrico
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commision
<b>LED</b>	Ligth Emitted Diodo
<b>INEN</b>	Instituto Ecuatoriano de Normalización
<b>SIGDE</b>	Sistema Integrado par la Gestión de la Distribución Eléctrica
<b>SIDE</b>	Sociedad de Ingenieros del Ecuador
<b>OAE</b>	Organización de Acreditación Ecuatoriano
<b>GAD</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado
<b>IDE</b>	Integrated Development Enviroment
<b>UI</b>	User Interface
<b>UX</b>	User Experience
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>GLP</b>	Gas Licuado de Petróleo
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y Comunicación
<b>SIN</b>	Sistema Nacional Interconectado
<b>TRAFO</b>	Transformador
<b>UP</b>	Unidad de Propiedad
<b>UC</b>	Unidad de Construcción
<b>AP</b>	Alumbrado Público
<b>DMD</b>	Demanda Máxima Diversificada
<b>FDV</b>	Factor de caída de Voltaje
<b>iOS</b>	Sistema Operativo dispositivos Apple

<b>iPad</b>	Tableta marca Apple
<b>DB</b>	Data Base
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamiento Global
<b>SAAS</b>	Software as a Service

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector eléctrico Ecuatoriano a experimentado una transformación muy acelerada de acuerdo al Producto Interno Bruto PIB del país, esto se ha venido dando principalmente en el sector de la generación de energía donde se encuentran en construcción simultánea ocho plantas hidroeléctricas. Con la entrada en funcionamiento de estas plantas el Ecuador tendrá una matriz de generación eléctrica basada principalmente en recursos hidráulicos.

Como complemento a este ambicioso plan denominado como “cambio de la matriz energética” el Ecuador ha tomado la decisión de retirar el subsidio al gas licuado de petróleo GLP, principal combustible para la cocción de alimentos, para reemplazarlo con el uso de cocinas de inducción electromagnética. Esto para aprovechar la nueva cantidad de energía que seremos capaces de generar a un costo comparativo menor al uso del GLP.

Sin embargo en las últimas décadas el sector de distribución eléctrica del país ha sufrido graves deterioros y ha venido funcionando en total desarticulación con los otros agentes del sistema nacional como se revela con los datos recopilados en este trabajo. Todas las empresas distribuidoras de electricidad se ven obligadas a mejorar sus procesos de gestión técnica y administrativa para poder mejorar sus indicadores de funcionamiento, para ello el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en conjunto con representantes de todas las empresas distribuidoras han elaborado normativas a procesos y homologaciones a las estandarizaciones que se han utilizado.

Uno de los procesos que sin duda se verá incrementado en las empresas distribuidoras será la aprobación y recepción de obras de redes de distribución eléctrica, tanto nuevos estudios como estudios de repotenciación de red. Este proceso depende fundamentalmente del diseño y análisis que un ingeniero eléctrico realiza para obtener la aprobación de la

empresa distribuidora. En gran medida incluye tareas manuales que tienen que realizarse en el campo de trabajo y ser terminados en la oficina.

La adopción de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los procesos industriales ha sido casi inmediatamente de que estas tecnologías aparecen en el mercado, esto se debe a las características de software y hardware que presentan y que funcionan en complemento con una conexión a internet.

El presente trabajo de tesis propone el desarrollo de un prototipo informático que aproveche las características tecnológicas de un dispositivo móvil iPad para agilizar el proceso de diseño de redes de distribución secundaria de energía eléctrica de acuerdo a las normativas y homologaciones vigentes en el Ecuador.

# CAPÍTULO I

## **Sistema de Suministro de Energía Eléctrica.**

El sistema entero de suministro de energía eléctrica, incluye al sistema de generación con sus plantas generadoras de electricidad, transformadores elevadores de voltaje, sistema de líneas de transmisión, y un sistema de distribución y comercialización de esta energía inicialmente generada.

El conjunto de instalaciones que usan otros tipos de energía para transformarlas en electricidad y transportarla hasta los lugares donde se consume forman los sistemas de generación y transporte de energía eléctrica. (Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México.)

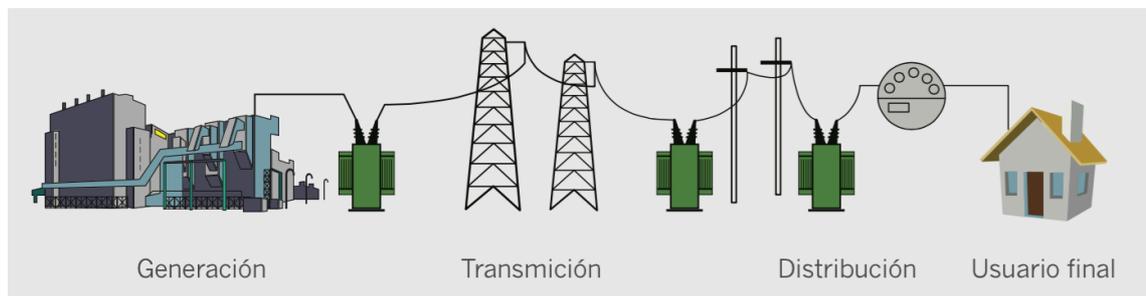
Generalmente los sistemas de suministro de energía eléctrica tienen seis componentes principales:

- Centrales de generación eléctrica [Hidráulicas, Térmicas, Eólicas, solares, etc.]
- Transformadores elevadores de tensión a niveles utilizados en las líneas de transporte
- Líneas de transporte
- Subestaciones de Distribución, reduce niveles de tensión para utilizar en líneas de distribución
- Líneas de distribución.
- Transformadores de Distribución

### **1.1 Sistema Eléctrico Ecuatoriano**

El sistema eléctrico Ecuatoriano es un componente primordial para el

correcto desenvolvimiento de las actividades económicas que mueven a nuestro país, este sistema incluye al sistema de generación con plantas generadoras y transformadores elevadores de tensión, un sistema de transporte con líneas de transmisión de energía y un sistema de distribución que en el caso ecuatoriano también cumple las funciones de sistema de comercialización. En la Figura 1 se puede observar una ilustración simplificada de la cadena de suministro de energía eléctrica.



**Figura 1, 1, Cadena de Suministro de Energía Eléctrica<sup>1</sup>**

En el Ecuador se encuentran en planificación y construcción grandes proyectos de generación hidroeléctrica, con esto se a previsto un abastecimiento más eficiente de la futura demanda de energía eléctrica del país, es así que el sub sistema de generación, atraviesa un buen momento gracias al impulso de algunas políticas que permitan al Ecuador alcanzar lo que se a denominado: *“la soberanía energética del país”*. Para alcanzar esta soberanía, las autoridades energéticas del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable MEER y Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, encabezado por el Ministro, Ing. Esteban Albornoz Vintimilla, se han propuesto desarrollar un gran plan que encamine al país hacia un cambio de la matriz de consumo energético (Consejo Nacional de Electricidad, 2013), esto incluye como ya se indicó la construcción de 8 grandes generadoras hidroeléctricas con su correspondiente sistema de transmisión de esta energía hacia los centros de consumo para ser distribuida entre los usuarios finales.

---

<sup>1</sup> Tomado del Plan Maestro de Electrificación 2012 – 2020, CONELEC 2013.

Los sistemas de distribución y comercialización están enfrentando problemas de operatividad, pérdidas y recaudación, esto es debido al continuo deterioro ocasionado principalmente por la falta de inversión en nuevas y mejores infraestructuras, y las crisis periódicas financieras que atravesaron las empresas de distribución ED por causa de las pobres administraciones, además de mal análisis y aplicación de tarifas que cubrieran con los costos de generación, transmisión y distribución. El sistema de distribución es especialmente importante en la eficiencia económica del sistema entero eléctrico del país, pues es en esta parte donde se producen la mayor cantidad de pérdidas de energía debido a una elevada conducta de no pago y uso arbitrario e ilegal de energía por parte de sectores ubicados principalmente en las zonas de concesión de la costa, no necesariamente consumidores pertenecientes a los estratos mas bajos de consumo. (Consejo Nacional de Electricidad, 2009).

## **1.2 Sistema de Distribución**

Un sistema de Distribución de energía eléctrica, como se mencionó en la sección 1.1, es el eslabón final entre la producción de energía eléctrica y el consumo final de los usuarios. Inicia en una subestación de distribución con transformadores a media tensión, circuitos primarios, derivaciones, transformadores de distribución y finalmente la red de distribución secundaria de energía eléctrica para el consumo de los usuarios. A continuación se muestra un gráfico simplificado de un sistema de distribución, este inicia en la línea de transmisión en alta tensión hasta la red secundaria de distribución hacia los usuarios finales en baja tensión.

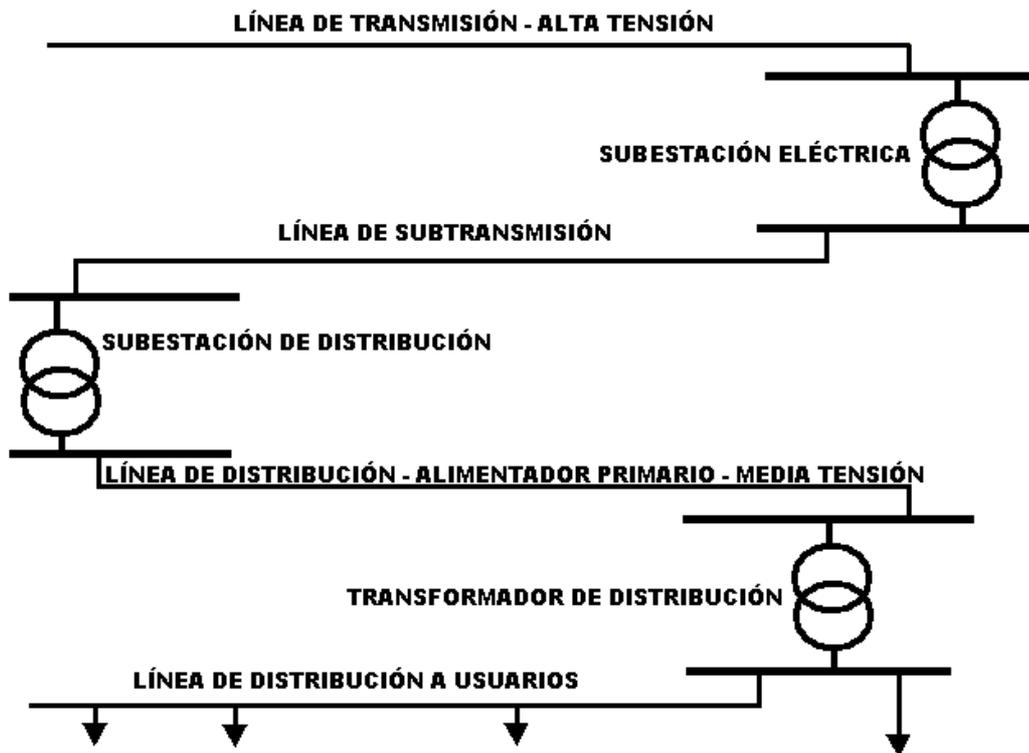


Figura 1, 2 Esquema de sistema de distribución<sup>2</sup>

La subestación de Distribución es una infraestructura que aloja a transformadores, equipos de protección, medición y maniobra, esta recibe la energía eléctrica del sistema de transporte de energía de alta tensión y la entrega a niveles de media tensión a los alimentadores primarios del sistema de distribución.

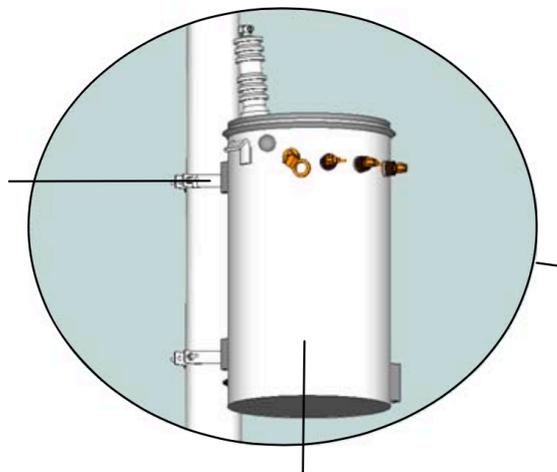
A continuación se describirán los principales componentes de un sistema o red de distribución (Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, 2013) :

### 1.2.1 Transformador

El componente principal de una subestación de distribución es el **transformador** de potencia, se encarga de tomar la energía eléctrica del

<sup>2</sup> Tomado de: (Cevallos, 2009)

sistema de sub transmisión y disminuir su tensión o voltaje a niveles que puedan ser distribuidos por los circuitos primarios del sistema de distribución. Este es un aparato estático, que funciona bajo los principios de la inducción electromagnética, construido para transformar un sistema de corrientes alternas en uno o más sistemas de corrientes alternas de igual frecuencia pero de tensión y corrientes usualmente diferentes. A continuación se muestra una ilustración de un transformador de distribución monofásico.



**Figura 1, 3 Transformador de distribución monofásico<sup>3</sup>**

Así existen transformadores reductores y elevadores, en el caso de una subestación de distribución este es de tipo reductor, tomando la energía a un valor alto de voltaje y entregándolo a un valor bajo (Pérez, 2001).

Los transformadores utilizados tanto en las sub estaciones de distribución así como los transformadores de distribución deben ser aptos para instalaciones al aire libre o expuestos y ser diseñados para soportar sobretensiones de origen atmosférico e instalarse conectado a líneas aéreas directamente o con la ayuda de conectores y cortes de cable adecuado.

---

<sup>3</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

## 1.2.2 Protección y Seccionamiento

Existen **elementos de protección y seccionamiento** que son de vital importancia en las redes de distribución, estos ayudan a proteger al sistema de cortocircuitos y sobretensiones, en donde el nivel de aislamiento de estos elementos debe ser dimensionada para soportarlas, estos componentes ayudan a alcanzar niveles razonables de confiabilidad y de facilitar la instalación, operación y mantenimiento de los mismos.

Las condiciones correspondientes a la temperatura de ambiente media y máxima, temperatura mínima, altitud de la instalación, polución de polvo o humos en el aire, gases inflamables o corrosivos, sales, etc. deben ser consideradas como las condiciones de servicio que prestarán estos elementos.

Así mismo y de acuerdo a los historiales meteorológicos de el lugar geográfico de la instalación se debe considerar la posible presencia de capas de hielo, presión del viento, lluvia, nieve, ceniza, granizo, etc.

Cuando se realiza la coordinación de estos equipos de protección y seccionamiento, se deben considerar los valores característicos que se utilizan para definir las condiciones de operación para los cuales estos aparatos fueron construidos, estos valores son <sup>4</sup>:

- *Corriente Nominal en servicio continuo*: se refiere al valor nominal de la corriente que tiene que ser capaz de soportar de manera continua sin sufrir deterioro ni que sus partes experimenten sobre temperaturas o calentamiento.

- *Frecuencia Nominal* : Valor correspondiente a la frecuencia de servicio de la red.

---

<sup>4</sup> <http://www.ieec.uned.es>

- *Tensión Nominal:* Hace referencia al límite superior de la tensión de mayor magnitud que el aparato puede soportar, teniendo especial cuidado que la tensión que se presenta en la red sea inferior a la tensión nominal de estos elementos.

A continuación se enumeran algunos de los aparatos de seccionamiento y protección de sobre corrientes para redes aéreas (Cevallos, 2009):

- Reconectador Automático
- Seccionador
- Seccionador Tripolar operado en grupo
- Seccionador / Fusible unipolar
- Seccionador / Fusible unipolar para operación con carga

Se muestra a continuación una ilustración de un seccionamiento y protección de redes aéreas.

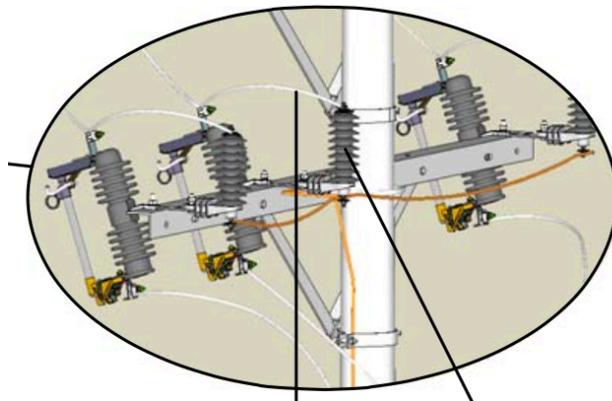


Figura 1, 4 Seccionamiento protección de red aérea<sup>5</sup>

En las redes secundarias o de baja tensión se utilizan como aparatos de protección a fusibles unipolares instalados en soportes aislados. Este dispositivo, generalmente de cuerpo de cerámica, hace contacto por medio de cuchillas con la línea de distribución secundaria, esto permite realizar el

---

<sup>5</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

seccionamiento de esta línea.

Estos fusibles presentan o se dimensionan de acuerdo a las siguientes características eléctricas:

- Tensión nominal
- Frecuencia nominal
- Corriente nominal de la parte sustituible
- Corriente nominal de la base
- Grado de retardo
- Tensión de arco
- Tensión de cresta

### 1.2.3 Redes Primarias de Distribución

La energía viaja desde la subestación de distribución hacia los transformadores de distribución a través de las **redes primarias de distribución**, estas redes también son llamadas alimentadores primarios, son el conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc. Los valores de voltaje en las redes primarias se encuentran en el nivel de media tensión comprendido entre 6.3 y 22 KV. (Rivera, 2013)



Figura 1, 5 Estructura de Distribución de red primaria aérea<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

Las redes o circuitos primarios pueden estar dispuestos con diferentes esquemas o arreglos de distribución, determinando la forma en la que la energía se distribuye de acuerdo a los tramos o segmentos de los circuitos mencionados. Las principales topologías son (Ramirez, 2004):

La **Topología Radial** se distingue por tener la alimentación en uno de sus extremos llevando la energía eléctrica a los transformadores de distribución. Son usadas por su simplicidad de diseño e implementación así como su facilidad para ser protegidas con equipos selectivos. Al tener un solo ramal de alimentación esta topología pueden presentar fallas que acarreen problemas a todo el ramal pero se solventan con la instalación de reconectores y seccionadores para despejar las fallas.

Existen las **redes en bucle o anillo** que se caracterizan por tener dos extremos de esta topología con alimentación, presentan una gran confiabilidad y seguridad de servicio, son de fácil mantenimiento. Esta topología presenta un grado mayor de complejidad por lo que los equipos de protección y su coordinación es mas complicada.

Las redes en **malla** es el resultado de la combinación entre las topologías radial y en anillo de tal forma que estas forman una malla. Presentan una gran flexibilidad de alimentación lo que las convierte en una red con gran seguridad de servicio de fácil conservación y mantenimiento. Al tener una mayor complejidad también se refleja en la cantidad y disposición de protecciones.

#### **1.2.4 Redes secundarias de Distribución**

Los sistemas de distribución secundarios, están alimentados por los transformadores de distribución que pueden ser monofásicos o trifásicos dependiendo de la cantidad de carga a la que están sirviendo. Comúnmente los niveles de voltaje en los circuitos secundarios es de 120 / 240 V (Sánchez & Morales, 2000).

En la mayoría de los casos estas redes secundarias se implementan bajo una configuración topológica radial simple, esto significa que los circuitos correspondientes a un centro de transformación serán independientes a otro circuito alimentado por otro transformador.

Como se observa en la figura a continuación, el conductor es generalmente desnudo, aunque en algunos casos es más conveniente usar cable aislado.

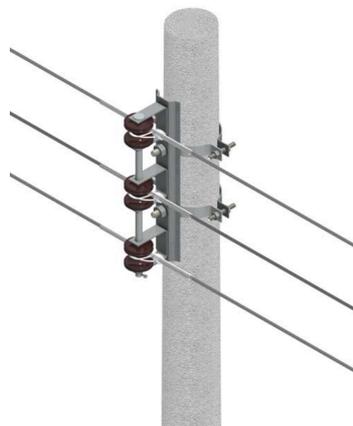


Figura 1, 6 Estructura de red secundaria de 3 vías vertical.<sup>7</sup>

En el diseño de estas redes, se considera principalmente las distancias acumulativas de la trayectoria de la energía, el número y tipo de abonados que se conectarán de la red y si existe alumbrado público como parte de las estructuras proyectadas.

Las estructuras de soporte de estas redes son considerados en función de la división del suelo en las propiedades aledañas, la aproximación a los circuitos de baja tensión a los puntos de alimentación de los usuarios.

El circuito secundario es el más confiable de toda la red de distribución eléctrica. De las raras veces que pueden ocurrir fallas, la mayoría de las veces se despejan solas, esto ya que siempre son causadas por agentes

---

<sup>7</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

externos como animales o ramas de árboles, por lo que la falla se corrige al cesar la falla. (Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México.)

### **1.3 Empresas de distribución**

El Concejo Nacional de Electricidad (CONELEC), desde el 10 de Marzo de 2009, mantiene firmado contratos de concesión con nueve empresas eléctricas de distribución de las diferentes ciudades del Ecuador. Así también luego de la cesión de derechos y obligaciones para operar el sector eléctrico a la CNEL, esta empresa distribuidora agrupa a las 10 gerencias regionales que se crearon para tener una administración descentralizada, estas empresas y gerencias regionales son las siguientes (Consejo Nacional de Electricidad, 2009):

#### **Empresas Eléctricas de Distribución del Ecuador**

- Empresa Eléctrica Ambato, Regional Centro Norte S.A.
- Empresa Eléctrica Azogues C.A.
- Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.
- Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.
- Empresa Eléctrica Provincial Galápagos S.A.
- Empresa Eléctrica Regional Norte S.A.
- Empresa Eléctrica Quito S.A.
- Empresa Eléctrica Riobamba S.A.
- Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.

#### **Gerencias Regionales**

- CNEL - Esmeraldas
- CNEL - Manabí
- CNEL - Santo Domingo
- CNEL - Guayas – Los Ríos
- CNEL - Los Ríos

- CNEL - Milagro
- CNEL - Santa Elena
- CNEL - El Oro
- CNEL - Bolívar
- CNEL - Sucumbíos

Las áreas de concesión de estas empresas distribuidoras no tienen alguna relación con los límites que se encuentran establecidos para cada provincia, cantones o parroquias. Las áreas de concesión fueron determinadas por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC en base a aspectos técnicos como la extensión y la cobertura de las redes existentes.

También debido a las condiciones geográficas de ciertos centros o poblados, a lo largo del territorio nacional existen sistemas menores no incorporados al sistema nacional y que se encuentran bajo el área de concesión de ciertas distribuidoras.

### **1.3.1 Situación Actual**

En el transcurso de estos últimos años, la distribución y comercialización de energía eléctrica, ha sufrido un deterioro causado principalmente por la falta de inversión en nuevas infraestructuras debido a una gran crisis financiera, esta crisis principalmente tiene sus orígenes en la mala administración de estas empresas, la pobre aplicación de las tarifas que no alcanzan a cubrir con los costos de generación, transmisión y distribución. Esto no permite un flujo normal de recursos hacia los sectores de la transmisión y generación causando deterioro en esas partes de la cadena de suministro de energía eléctrica.

El sector energético fue declarado como un sector estratégico desde el año 2007 donde se determinó entre otras cosas que las empresas distribuidoras deban presentar en forma anual al CONELEC un programa de obras de expansión de sus sistemas de distribución para ser revisados ya aprobados

e incluidos al Plan Maestro de Electrificación (Consejo Nacional de Electricidad, 2013).

En buena medida, los problemas existentes y causantes del bajo desempeño casi generalizado de las empresas eléctricas se acarrean desde los años ochenta y mayormente en los años noventa. Esto a sido atribuido en la forma en la que se han designado a las autoridades y cuerpos directivos de las distribuidoras, en donde estas empresas se convirtieron en objetos de negociaciones políticas y de coyuntura.

Esto se agravó con vagos procesos de adquisición de equipos y materiales, expansiones que no fueron planificadas de acuerdo con lo que aconseja el buen sentido profesional y técnico. (Consejo Nacional de Electricidad, 2009)

Después de un análisis situacional que se presenta en el Plan de Expansión de la distribución, realizado sobre la distribución eléctrica nacional expone una lista de deficiencias que tienen que ser superadas. Entre las mas importantes falencias se resalta:

- Manejo administrativo – financiero politizado, anacrónico y sin control adecuado
- Inadecuada planificación en la gestión administrativa y planes de expansión
- Áreas de concesión asimétricas
- Altas pérdidas de energía eléctrica
- Inadecuados sistemas y procedimientos de facturación
- Deficiente capacidad de recaudación
- Alta cartera vencida
- Tarifas deficitarias
- Información poco confiable y no actualizada
- Redes obsoletas y deficientes
- Tarifas que no cubren los costos
- Equipos de medición obsoletos y en malas condiciones

Las autoridades rectoras de la electricidad en el país coinciden en que el cambio que el sector de la distribución requiere, depende de la adopción de medidas drásticas para rehabilitar la situación de deterioro en que se encuentran muchas de las empresas antes mencionadas, y que generan una carga económica y financiera para el país. (Consejo Nacional de Electricidad, 2009)

#### **1.4 Plan de la Expansión de la distribución**

Mediante una resolución expedida en Noviembre de 2008, el directorio de CONELEC puso en vigencia la Regulación No. CONELEC 013/08 identificada como: “REGULACIÓN COMPLEMENTARIA No. 1 PARA LA APLICACIÓN DEL MANDATO CONSTITUYENTE N0. 15” (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008)

El numeral 30 de esta regulación establece:

*“ESTUDIOS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN. La planificación de la expansión de los sistemas de distribución para atender el crecimiento de la demanda, cumpliendo con los requerimientos de calidad de servicio, que se establezcan en la normativa aplicable, será realizada obligatoriamente por la empresa encargada de la prestación del servicio público de distribución y comercialización, con un horizonte de diez (10) años y una vez aprobada por el CONELEC, formará parte del Plan Maestro de Electrificación. El plan de expansión deberá ser remitido al CONELEC, formará parte del Plan Maestro de Electrificación. El plan de expansión deberá ser remitido al CONELEC, con fines de aprobación, hasta el 31 de Marzo de cada año”<sup>8</sup>*

Entonces la ejecución de los planes previstos, enviados y aprobados de expansión permitirá a las empresas distribuidoras cumplir con el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad RSSE, el cual dice que estas

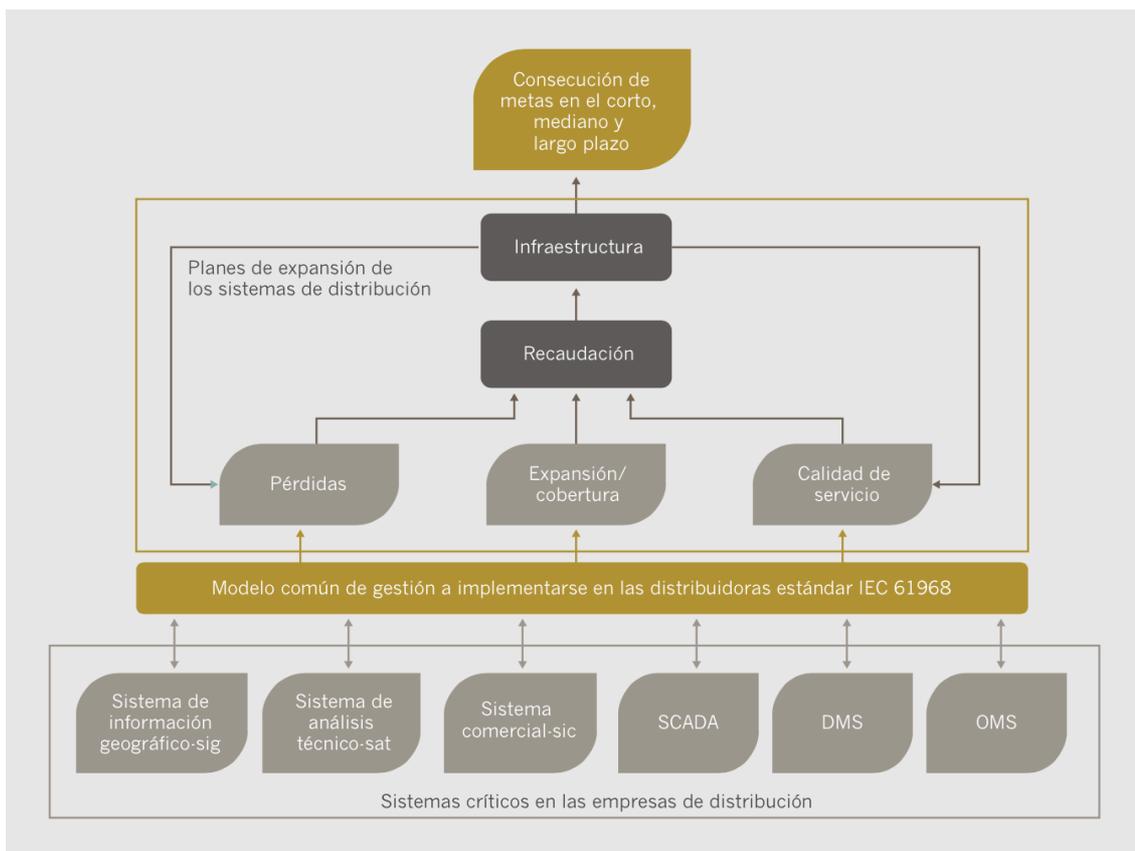
---

<sup>8</sup> Tomado de: Regulación No. CONELEC 013/08

adecuará progresivamente sus instalaciones, organización, estructura y procedimientos técnicos y comerciales, para cumplir con los niveles de calidad en los siguientes aspectos:

- Calidad del Producto:
  - o Nivel de Voltaje
  - o Perturbaciones
  - o Factor de Potencia
  
- Calidad del Servicio Técnico
  - o Frecuencia de interrupciones
  - o Duración de interrupciones
  
- Calidad del Servicio Comercial
  - o Atención de solicitudes de servicio
  - o Atención y solución de reclamos
  - o Errores en medición y facturación

En la figura a continuación podemos observar la interrelación que existe entre la implementación de un plan de gestión común para las empresas distribuidoras y los planes para conseguir cambios en el corto y mediano plazo. Allí también se establece, y de acuerdo a la norma IEC, que los aspectos de urgente atención a: los sistemas de información geográfico, sistema de análisis técnicos, sistema comercial, sistema SCADA, sistema administrador de la red en tiempo real y sistema de administración de interrupciones, sistema de medición comercial, entre otros.



**Figura 1, 7 Plan de Expansión de Distribución Interrelacionado con el modelo de gestión (SIGDE)<sup>9</sup>**

#### **1.4.1 Inversiones previstas por empresas distribuidoras**

En la figura a continuación se puede observar los porcentajes de inversión dispuestos por las empresas distribuidoras para el período 2009 - 2020, aquí también se observa que el mayor porcentaje de inversión hace referencia a la expansión de las redes de distribución (circuitos primarios, transformadores de distribución y redes secundarias) y corresponde al 33% del total de la inversión. Es importante destacar también destaca que el 4% corresponde a Alumbrado público, pero que abarca actividades como: ampliaciones del sistema, luminarias eficientes, cambio de luminarias de mercurio a sodio y mejoras de varias áreas urbanas y rurales, estas

<sup>9</sup> Tomado de: (Consejo Nacional de Electricidad, 2013)

actividades también son sujetas de diseño y planificación para su ejecución.

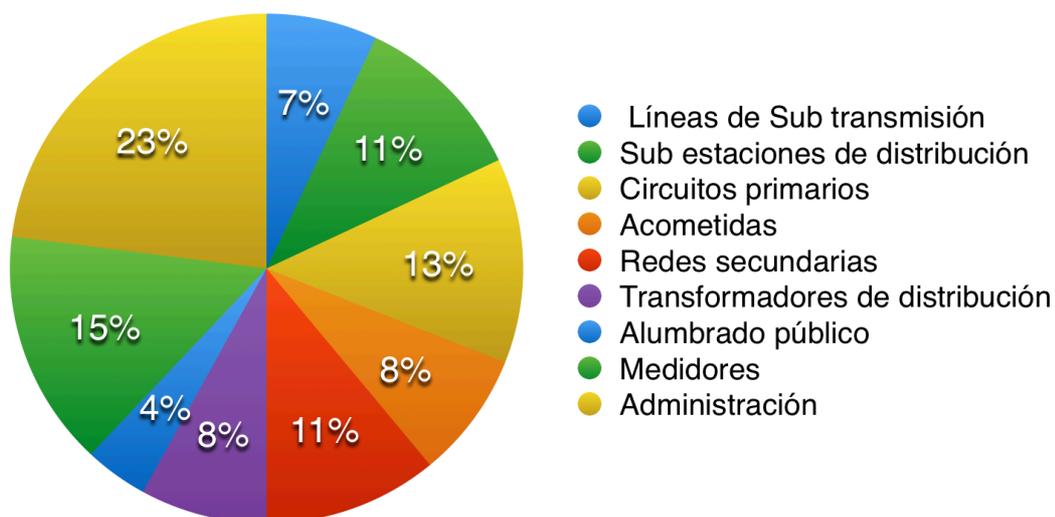


Figura 1, 8 Plan de Inversión hasta el año 2020 de las empresas distribuidoras<sup>10</sup>

La gran diversificación de actividades en donde se han venido desempeñando las diferentes empresas distribuidoras hace que sea difícil establecer una comparación directa con respecto de las inversiones requeridas entre una empresa y otra, esta diversificación es su área de concesión, el nivel de cobertura, la cantidad y continuidad del servicio, la densidad de carga, el estado de vida útil de las instalaciones, situaciones ambientales, etc.

---

<sup>10</sup> Tomado de Plan Nacional de Expansión de la Distribución (Consejo Nacional de Electricidad, 2009)

# CAPÍTULO II

## **Homologación de las Unidades de Propiedad y Unidades de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrica.**

El convenio de cooperación interinstitucional (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2009) suscrito entre MEER y las empresas distribuidoras (ED), establece que se realizarán trabajos encaminados a unificar la identificación, materiales y equipos usados en las estructuras y montajes de equipos, tratando de cumplir los siguientes objetivos:

- Establecer un sistema único para la identificación de las Unidades de Propiedad que conforman el sistema de distribución
- Estandarizar y homologar los materiales y equipos que conforman las Unidades Constructivas
- Definir un sumario de especificaciones técnicas de los materiales y equipo eléctricos de mayor uso en el sistema de distribución
- Estandarizar la simbología para representar lo elementos del sistema de distribución

Tras el cumplimiento de estos objetivos trazados se esperan tener en el corto y mediano plazo los siguientes beneficios:

- Disponer de una única identificación de las unidades de propiedad y construcción del sistema de distribución del país, agilizando procesos laterales como: levantamiento de información geográfica, registro de activos, liquidación de proyectos, etc.
- Homologar en el país, los materiales de las diferentes unidades de construcción como: estructuras aéreas, sistemas de puesta a tierra, montaje de transformadores, alumbrado público, etc.
- Fortalecer la gestión técnica en los procesos de: adquisición,

montaje, operación y mantenimiento de las estructuras del sistema de distribución.

## **2.1 Definiciones básicas**

Para poder llegar a un lineamiento de homologación que permita organizar y categorizar estableciendo el significado de cada identificador, o el nombre que le corresponde se establece los siguientes conceptos (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011) :

### **2.1.1 Unidades de Propiedad**

Se llama unidades de propiedad o UP al conjunto de bienes diferentes entre sí y asociados, con el objetivo de cumplir una función específica en los Sistemas de distribución de energía eléctrica.

Esto dentro de la administración de los activos de las empresas, permiten ordenar sistemáticamente los datos de los bienes e instalaciones en servicio, para poder ser referenciados a los asientos contables.

### **2.1.2 Unidades de Construcción**

Las unidades de construcción son el conjunto de materiales dispuestos en una forma preestablecida y que constituyen una unidad de montaje, que facilita el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las redes de distribución eléctrica de forma fácil, ordenada y uniforme.

## **2.2 Criterios Homologados**

Ya que hay un incremento en la expansión de la cobertura del servicio eléctrico provocado por el aumento de la demanda de energía, ha sido prioritario para la comisión homologadora, analizar la unificación de algunos

parámetros importantes en el diseño y construcción de redes de distribución primaria y secundaria, estos parámetros debido a la diversificación y poca coordinación de las empresas distribuidoras han sido utilizados de acuerdo a diferentes normas y estándares.

### 2.2.1 Nivel de Voltaje

Antes que cualquier otro parámetro, se ha decidido unificar el nivel de tensión para los sistemas de distribución eléctrica hacia los valores que se encuentran normalizados bajo la normativa de la IEC, y que son superiores a 13,8 KV. Pese a esto en el país se a decidido definir a los siguientes voltajes como nominales (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011):

Niveles de Voltaje	
Medio Voltaje	6300 [V]
	13800 GRYD / 7967 [V]
	22000 GRYD / 12700 [V]
	22860 GRYD / 13200 [V]
	34500 GRYD / 19920 [V]
Bajo Voltaje	En redes monofásicas 120 / 240 [V]
	En redes trifásicas 127 / 220 [V]

**Tabla 2, 1 Niveles de Voltaje en Redes de Distribución en el Ecuador<sup>11</sup>**

### 2.2.2 Postes

En postes se seguirá los siguientes criterios:

- Se utilizará postes circulares de hormigón armado o plástico reforzado con fibra de vidrio.

<sup>11</sup> Fuente: (Cevallos, 2009)

- Pueden ser de 10, 12 metros o especiales de 14, 16 o 18 metros.
- Se usarán postes con carga horizontal.
- Los postes tendrán número de serie en relieve.

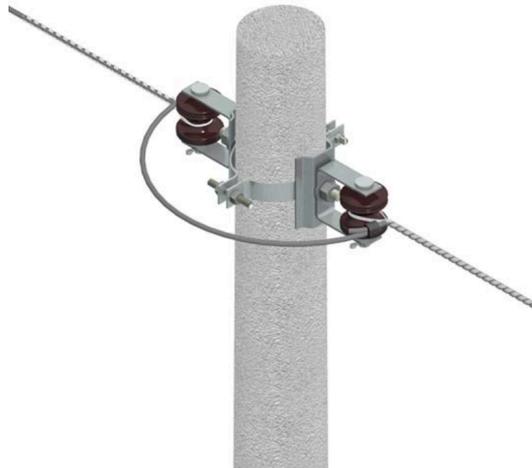


Figura 2, 1 Red aérea de una Vía Vertical<sup>12</sup>

### 2.2.3 Conductores

Para el caso de los conductores las unificaciones serán las siguientes:

- Uso de conductor preensamblado en redes de bajo voltaje en zonas de alta flora y fauna y con niveles altos de hurto de energía eléctrica.
- En zonas protegidas, el conductor que une la media tensión y el buje conector del transformador debe ser protegido para evitar fallas.
- Los cables llamados “antihurto” serán llamados con su término técnico “concéntrico”

### 2.2.4 Transformadores

---

<sup>12</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

Para la unificación de los equipos transformadores se utilizarán los siguientes criterios:

- Usualmente, en las redes monofásicas se utilizarán transformadores de tipo autoprotegido.
- Los transformadores deben ajustarse al sumario de especificaciones técnicas del fabricante.
- Solo bajo condiciones particulares se instalarán banco de transformadores monofásicos.

En la figura a continuación se puede observar la configuración de dos transformadores de tipo convencional (1), se sujetan de abrazaderas galvanizadas (2) y se conectan con un cable de cobre de 19 hilos (3).

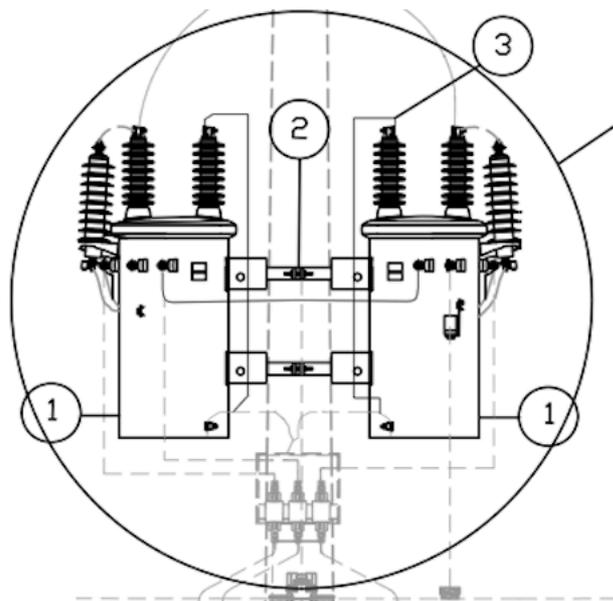


Figura 2, 2 Banco de dos transformadores tipo convencional<sup>13</sup>

## 2.2.5 Alumbrado Público

<sup>13</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

Los criterios de unificación para los componentes del alumbrado público serán los siguientes:

- Eliminación de lámparas de mercurio en el alumbrado público vial.
- Las luminarias a instalarse deberán cumplir con las especificaciones técnicas del fabricante.
- Se debe considerar el análisis de uso de luminarias con tecnología LED en la iluminación pública vial que cumpla con los parámetros fotométricos.

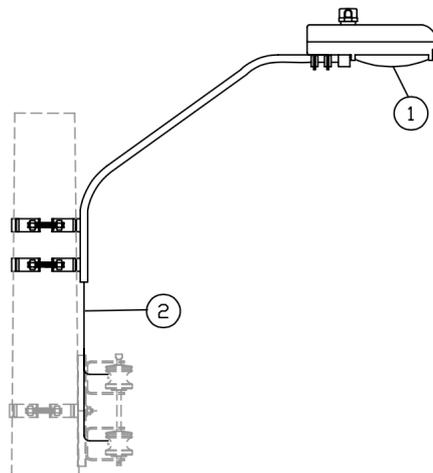


Figura 2, 3 Alumbrado público , luminaria en poste<sup>14</sup>

En la figura anterior se puede apreciar a la luminaria (1) y el conductor de conexión (2).

### 2.2.6 Redes aéreas de distribución

Para las redes aéreas de distribución se considerará los siguientes criterios de homologación:

---

<sup>14</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

- Cruceas de longitud normalizada con valores de 1.5 , 2 y 2.40 metros.
- Generalizar el uso de aisladores de caucho siliconado (polímero).
- Considerar sustituir a cruceas metálicas por cruceas de plástico reforzadas con fibra de vidrio.

A continuación se muestra una estructura de red aérea de distribución trifásica semicentrada angular y las siguientes partes:

1. Crucea de acero galvanizado
2. Pie amigo de acero galvanizado
3. Abrazadera de acero galvanizado
4. Perno máquina de acero galvanizado
5. Perno rosca corrido de acero galvanizado
6. Perno pin de acero galvanizado
7. Aislador espiga (pin)

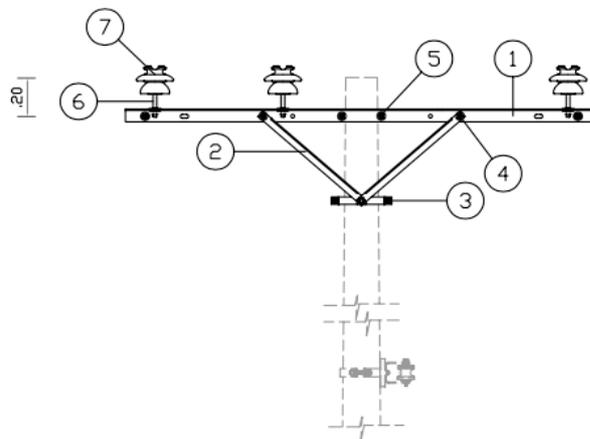


Figura 2, 4 Estructura aérea de Distribución (trifásica, semicentrada, angular)<sup>15</sup>

### 2.2.7 Tensores y Anclajes

<sup>15</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

Los tensores y anclajes son importantes para que las estructuras de las redes de distribución puedan soportar adecuadamente las diferentes cargas y exigencias mecánicas, se recomienda:

- Eliminar el uso de tensores de empuje, reemplazándolos por otro tipo de acuerdo a las exigencias técnicas.

A continuación se numera y muestra las partes de un tensor a tierra simple:

1. Cable de acero galvanizado
2. Retención preformada
3. Guardacabo de acero galvanizado
4. Varilla de anclaje de acero galvanizado
5. Bloque de hormigón para anclaje

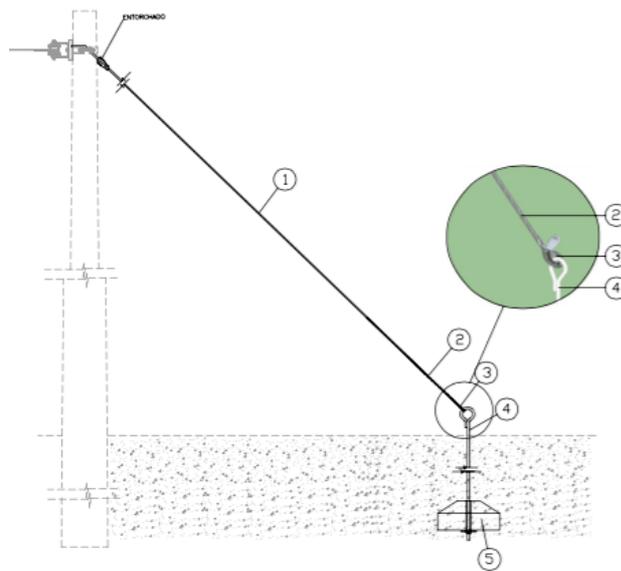


Figura 2, 5 Tensor y Anclaje a tierra simple<sup>16</sup>

### 2.2.8 Puestas a Tierra

Para estas instalaciones las recomendaciones de unificación son las siguientes:

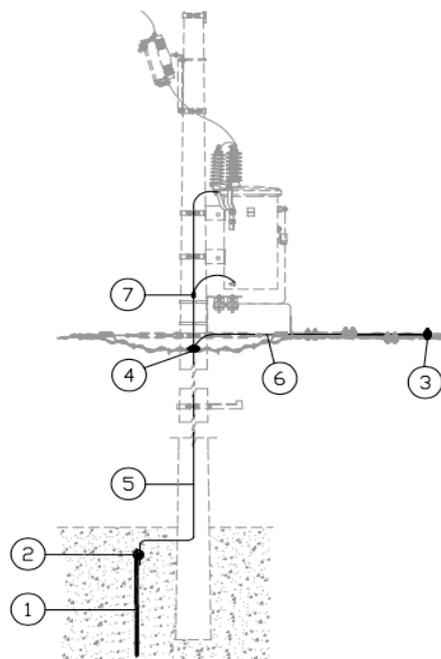
---

<sup>16</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

- Estandarizar que la instalación de sistemas de puesta a tierra en los predios de usuarios masivos, sea una responsabilidad de las empresas distribuidoras.
- La unión entre el electrodo y el conductor de una conexión de puesta a tierra, deberá ser asegurada con suelda exotérmica o con conectores de compresión.

A continuación se lista y muestra los materiales utilizados para una instalación de puesta a tierra en una estructura con transformador:

1. Varilla de acero recubierta de Cobre
2. Suelda exotérmica
3. Conector estanco, simple dentado
4. Conector estanco, doble dentado
5. Cable de acero recubierto de Cobre, desnudo
6. Cable de Cobre, 600V
7. Conector de aleación de Aluminio



**Figura 2, 6 Puesta a tierra en redes de distribución<sup>17</sup>**

<sup>17</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

### **2.2.9 Contadores de Energía Eléctrica**

Se han considerado los siguientes criterios para el caso de los contadores de energía eléctrica:

- Para el caso de tener una zona con clientes masivos se debe eliminar el uso de medidores tipo socket, usando en su reemplazo por los de tipo bornera con su caja de protección.
- Debido a que los medidores monofásicos a tres hilos no reflejan el consumo real ante la desconexión de uno de los hilos de la fase, estos se deben eliminar.

### **2.2.10 Especificaciones Técnicas**

Hasta que el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) elabore las normas ecuatorianas que rijan en el sector eléctrico y sus redes de distribución, se han utilizado como referencia normativa a la internacional o regional. Estos parámetros estandarizados serán considerados para la emisión de certificados de cumplimiento de normas tanto para materiales y equipos nacionales o importados.<sup>18</sup> (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2010).

## **2.3 Identificadores Nemotécnicos**

Un indicador nemotécnico en general es un conjunto de códigos y denominaciones estandarizadas que tienen por objetivo identificar las propiedades , unidades de carga, etc. dentro de una Unidad de Propiedad.

Estas denominaciones han sido homologadas por el Consejo Nacional de Electrificación CONELEC, con el objetivo de que todo contratista, fiscalizador o persona natural pueda comprender y emitir documentos de

---

<sup>18</sup> Artículo 31 de la Ley de Sistema Ecuatoriano de Calidad

estudio de redes de distribución de energía eléctrica con una terminología homogénea y estandarizada. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)

### 2.3.1 Estructura del Identificador Nemotécnico

Para las Unidades de Propiedad y las Unidades de Construcción se han considerado cinco campos para su identificación nemotécnica, dos para las unidades de propiedad y tres para las unidades de construcción, los cuales son separados por un guión. Estos serán alfabéticos, numéricos o con signos.

A continuación se muestra la disposición de la estructura del identificador:

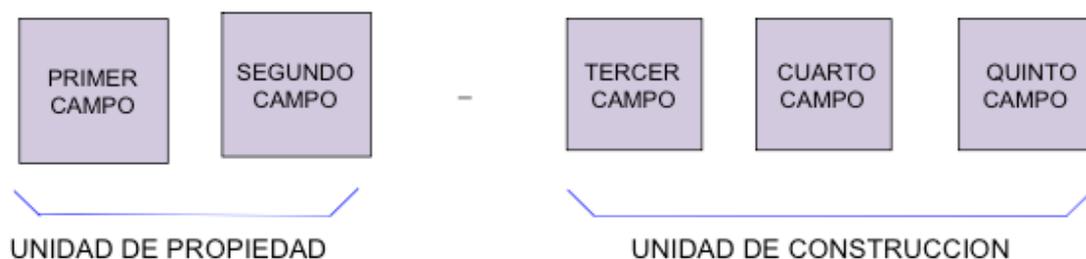


Figura 2, 7 Estructura del Identificador Nemotécnico<sup>19</sup>

### 2.3.2 Identificador Nemotécnico de las Unidades de Propiedad

Como se explicó anteriormente, del identificador nemotécnico, a las unidades de propiedad le corresponden el primer y segundo campo informativo.

#### Primer Campo

---

<sup>19</sup> Tomado de: <http://www.unidadesdepropiedad.com>

El primer campo del identificador tiene relación directa con el nombre de la Unidad de Propiedad con la que se va a trabajar. Su anotación debe ser con dos letras mayúsculas que correspondan a las letras principales de la unidad de propiedad, ya sean las dos primeras letras de la palabra principal o la primera letra de las dos palabras principales de ésta.

Las denominaciones para los principales grupos de las unidades de propiedad se las puede ver en la tabla a continuación.

<b>Equivalencia</b>	<b>Descripción</b>
<b>ES</b>	<b>E</b> Structuras en redes aéreas de distribución.
<b>TR</b>	<b>T</b> Ransformadores en redes de distribución.
<b>SP</b>	<b>S</b> eccionamiento y <b>P</b> rotección en redes aéreas de distribución.
<b>EC</b>	<b>E</b> quipos de <b>C</b> ompensación en redes aéreas de distribución.
<b>PO</b>	<b>P</b> Ostes en redes de distribución.
<b>CO</b>	<b>C</b> Onductores en redes de distribución.
<b>ME</b>	<b>M</b> Eidores en redes de distribución.
<b>AC</b>	<b>A</b> Cometidas en redes de distribución.
<b>TA</b>	<b>T</b> ensores y <b>A</b> nclajes en redes de distribución.
<b>PT</b>	<b>P</b> uesta a <b>T</b> ierra en redes de distribución.
<b>AP</b>	<b>A</b> lumbrado <b>P</b> úblico vial en redes de distribución.
<b>AO</b>	<b>A</b> lumbrado <b>P</b> úblico <b>O</b> rnamental.

Tabla 2, 2 Equivalencias del primer campo de identificador nemotécnico

Es importante recordar que el tercer, cuarto y quinto campo de identificadores dependerá de este primer campo, por lo tanto este es un campo muy importante a tener en cuenta ya que determina los valores de otros campos.

### **Segundo Campo**

El segundo campo del identificador tiene relación con el voltaje al cual se maneja el grupo de la UP. Su anotación se la realiza con una letra mayúscula que corresponde a la primera letra del voltaje (escrito en caracteres alfabéticos). En el caso de que la primera letra de la denominación de voltaje ya haya sido ocupada; se anotará con la segunda letra de ésta.

Para los casos en los cuales los grupos anotados no tengan un voltaje de funcionamiento definido, este campo debe anotarse de todas formas. Para estos casos se utiliza el carácter alfanumérico "0" para indicar que en este grupo o UP no se aplica características de voltaje.

Teniendo en cuenta estas reglas, en la siguiente tabla se pueden apreciar las equivalencias oficiales para el segundo campo dentro de los identificadores nemotécnicos para las UP:

<b>Equivalencia</b>	<b>Descripción</b>
<b>C</b>	120 V – 121 V – 127 V (Cien).
<b>E</b>	0 V (CEro)
<b>D</b>	240/120 V – 220/127 V (Doscientos).
<b>U</b>	440/256 V – 480/227 V (CUatrocientos)
<b>S</b>	6,3 kV (Seis mil).
<b>T</b>	13,8 kV GRDy / 7,96 kV (Trece mil).
<b>V</b>	22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV (Veinte mil).
<b>R</b>	34,5 kV GRDy / 19,92 kV (TReinta mil).
<b>0</b>	No aplica.

**Tabla 2, 3 Equivalencias del segundo campo del identificador nemotécnico.**

### **2.3.3 Identificador Nemotécnico de las Unidades de Construcción**

Como se dijo anteriormente, para identificar a las unidades de construcción, le corresponden los campos: tercero, cuarto y quinto del identificador nemotécnico, a continuación se especifica las equivalencias y significados de estos campos.

#### **Tercer Campo**

El tercer campo del identificador nos indica el número de fases (para redes de media tensión) o de vías (para redes de baja tensión) que tendrá la unidad de propiedad. Su anotación se la realiza con un carácter numérico que dependiendo de la UP será de uno a tres para el número de fases en media tensión o de uno a cinco para el número de conductores o vías en baja tensión. Para los casos en los que este tercer campo no aplique, éste se anotará con el carácter alfanumérico cero "0" para completar el código identificador.

#### **Cuarto Campo**

El cuarto campo se denomina de *disposición* o *Tipo* y comenta características específicas del rubro identificado en el primer campo. Con esta nomenclatura se pretende profundizar en la clasificación exacta de la UP.

La notación de este campo se la realiza con un carácter alfabético en mayúsculas, generalmente es el primer carácter de la característica correspondiente a la unidad de propiedad en cuestión, teniendo en cuenta que si alguna letra se repitiera, se colocaría la siguiente letra de la característica correspondiente.

#### **Quinto Campo**

Este hace referencia a las características y funciones técnicas de la UP, tales como alturas , materiales , cargas , etc.

La denominación de este campo es muy extensa , pudiendo ser conformada hasta por 10 caracteres que pueden estar compuestas por letras, signos y números. En caso de que la unidad de propiedad no tenga especificación técnica a seguir , este campo será compuesto por '0'

En el ANEXO I se puede apreciar las tablas detalladas de cada grupo o unidad de propiedad UP y de construcción UC, sus equivalencias para los diferentes campos de acuerdo a las características técnicas o constructivas, así como una tabla con un ejemplo de cada grupo.

# CAPÍTULO III

## Procedimiento de Diseño y Aprobación

El procedimiento de diseño y aprobación es un conjunto de acciones u operaciones que tienen que realizarse de la misma forma, para presentar estudios de construcción y/o replanteamientos de redes de distribución secundaria de energía eléctrica para obtener siempre el mismo resultado bajo las mismas circunstancias.

Los estudios eléctricos deben seguir las normativas y disposiciones de la empresa distribuidora de energía eléctrica dentro de su área de concesión donde se pretende implementar la red eléctrica, estos incluyen: diseño(s), cálculos de caída de tensión, materiales, etc. que brinde una solución exacta, satisfaga las necesidades eléctricas y eficiencia la calidad del suministro de energía al o los clientes finales.

En este capítulo se recopila la información necesaria para iniciar un proyecto de diseño de redes de distribución de energía eléctrica y el procedimiento común seguido por ingenieros eléctricos del medio en libre ejercicio para la presentación de diseños y construcción de redes de distribución.

### 3.1 Requerimientos

Para emprender el proyecto de diseño eléctrico, el cliente debe contar con la documentación y permisos emitidos por el Gobierno Municipal Autónomo que administre el territorio donde se pretende implementar o repotenciar la red eléctrica, esto es: vías, linderos y divisiones de terrenos, lotizaciones, retiros, registros legalizados, entre otros.

Al cumplir con estos requerimientos se puede arrancar con el estudio eléctrico, y así preparar la información preliminar necesaria para un adecuado levantamiento de datos en el sitio. El estudio eléctrico consiste en evaluar los parámetros eléctricos más importantes de red existente y los proyectados para una nueva red o la repotenciación de la misma, y así poder dictaminar las condiciones que guarda dicha red, en cuanto a seguridad, confiabilidad, robustez, calidad de la energía y operatividad. (Cevallos, 2009)

### **3.1.1 Información preliminar**

Para poder realizar un estudio de la red eléctrica es necesario contar con la siguiente información:

- Cartografía actual y proyectada avaluada por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD).
- Diagrama unifilar de redes de media tensión y ubicación del alimentador más cercano a la zona de estudio
- Diagrama unifilar de redes de baja tensión y ubicación del transformador más cercano a la zona de estudio

### **3.1.2 Procedimiento para un estudio de red de distribución eléctrica**

Para poder realizar el procedimiento para el estudio de la red eléctrica se debe realizar:

- a. Contar con información y documentación que permita conocer el estado actual de la red
- b. Realizar levantamiento físico y toma de datos de equipos
- c. Determinar la nueva red (preliminar)
- d. Realizar cálculos de redes existentes y proyectadas con los datos del levantamiento técnico

- e. Consolidar los materiales necesarios para el proyecto
- f. Redacción de memoria técnica del estudio eléctrico por el diseñador a cargo del proyecto
- g. Presentación en empresa de distribución para su correspondiente aprobación y/o ejecución

### **3.2 Levantamiento de Datos**

El levantamiento de información es fundamental ya que de este depende el estudio eléctrico en proceso, el diseñador debe contar con herramientas que le permitan y faciliten procesar la información en sitio, lo que provoca contar con una solución informática móvil que tenga acceso a cartografía y redes de media y baja tensión existente.

Esta solución informática móvil se enfocaría a la utilización de un iPad, éste tendrá una aplicación que facilite la captura de datos necesarios para un pre y pos procesamiento de los mismos, para lograr una red eléctrica segura, confiable y optimizada acorde a las normativas y regulaciones del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Para la toma de datos del diseño eléctrico de la red de distribución de MT y BT, previamente se debe tener conocimiento del estado actual de las redes existentes en la zona del proyecto y sus aspectos técnicos, como el análisis del estado actual del sistema en funcionamiento, además de las normas homologadas a ser empleadas en el diseño de las líneas, estándares constructivos y otros como se mencionó en el capítulo 2.

#### **3.2.1 Diagrama Unifilar**

El diagrama unifilar del sistema eléctrico existente que comprende la zona del proyecto; la configuración y potencial de los alimentadores actuales de media tensión que alimentarán a la zona del proyecto, las líneas de

conductores con sus calibres y distancias entre vanos. Con estas líneas de sub-transmisión existente, se podrá proyectar el diseño sistema eléctrico, ya sea en sistema trifásico, bifásico y/o monofásico, y la subestación, es la fuente de suministro energético para el proyecto en diseño de donde se dotará del suministro eléctrico al alimentador que proveerá de energía a la zona del proyecto.

### **3.2.2 Cartografía**

La cartografía del sistema eléctrico permite acercarse al conocimiento de las infraestructuras, red, conexiones y distribución de electricidad en la zona del proyecto, de una forma visual y detallada, posibilitando conocer su repartición territorial. De igual el mapa refleja la implantación de las diferentes medidas para la optimización del diseño eléctrico.

### **3.2.3 Toma de datos en sitio**

El dispositivo móvil tiene múltiple funciones entre ellas; mediante su GPS integrado toma de puntos geográficos, almacenar informaciones de estructuras, componentes, etc. información necesaria para la toma de decisiones en el diseño eléctrico, tomadas en sitio.

Los datos que se tendrán en consideración serán:

- Ubicación
- Voltaje MT y BT
- Fases
- Demanda
- Caídas de tensión en última milla

### **3.3 Diseño de redes y posición de postes**

Para que el actual sistema eléctrico, soporte las nuevas demandas a ser incrementadas con el presente diseño en estudio, con un suministro de energía eléctrica dentro de los márgenes establecidos por el reglamento de calidad y controlados por la Empresa Eléctrica Distribuidora, para el desarrollo de este trabajo se averiguaron los lineamientos de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur<sup>20</sup>, se debe considerar:

- Selección del nivel de voltaje
- Estudio de la demanda
- Selección de alimentador
- Selección del sistema de distribución
- Distribución de postes y conductores
- Seccionamiento y protecciones
- Calidad del servicio

#### **3.3.1 Elección del nivel de voltaje**

La elección del nivel de voltaje y número de fases está predeterminado por las características particulares del proyecto en estudio, dado que las líneas a ser proyectadas, son derivaciones u extensiones de las líneas existentes.

Por tanto, los voltajes de operación para las nuevas líneas a ser proyectadas corresponden a niveles estandarizados ubicados en la zona:

- Para la zona de diseño, la tensión nominal primaria para línea en media tensión es acorde al alimentador seleccionado sea monofásico o trifásico.

---

<sup>20</sup> <http://www.centrosur.com.ec>

- Para las redes de baja tensión, se puede adoptar por un voltaje monofásico tres hilos 120/240 V y/o trifásico de 127/220 V dependiendo de las necesidades del proyecto.

### **3.3.2 Estudio de la demanda**

Se debe establecer los parámetros que en función de los requerimientos propios del proyecto y de los criterios técnicos y económicos, con los cuales se desarrollarán los cálculos para justificar la selección definitiva de la configuración de la red, localización, dimensiones y capacidades de sus elementos, y estos están en función de número y categoría de los abonados.

Las categorías de abonados depende del área promedio del lote, y esto aporta características a considerarse en el diseño como la Demanda máxima unitaria proyectada

La estimación de la demanda de la carga conectada a un sistema, o a parte del mismo, es la combinación de todos los aparatos receptores de energía de los clientes o consumidor conectados al sistema eléctrico o parte de él.

La demanda en un sistema eléctrico, es la carga tomada de la fuente de abastecimiento de las instalaciones del consumidor, pro-mediadas por un lapso específico y adecuado. La demanda se expresa en Kilowatts.

La demanda máxima de un sistema es la mayor de las demandas que ocurre durante un intervalo de tiempo preestablecido, que generalmente es de 15 ó 30 minutos. La correcta determinación de la demanda es esencial en el diseño del sistema de distribución en estudio, ya que ella fija el tamaño de los transformadores y calibre de los conductores, esta debe ser proyectada para 10 años.

### **3.3.3 Selección del Alimentador**

La elección de alimentador es crucial para el diseño ya que de esta parte la el diseño de la red eléctrica y se debe tener la siguiente información:

- Ubicación exacta, que ésta quede lo más próximo posible al centro de carga.
- Demanda estimada y máxima que puede soportar.
- Frecuencia de operación.
- Definición de la línea troncal y de las subestaciones de distribución.
- Definición de los alimentadores primarios.
- Estudio de los bancos de transformación de acuerdo con cargas y clase de servicio de la zona que cubran el proyecto.
- Definición de los alimentadores secundarios o subalimentadores.

### **3.3.4 Selección del sistema de distribución**

El sistema de distribución lleva energía eléctrica desde las fuentes hasta donde se halla consumidor. La efectividad de un sistema de distribución se mide en términos de regulación de voltaje, continuidad de servicio, flexibilidad, eficiencia y costos. En el estudio de un diseño eléctrico, todos los componentes de la distribución, deben ser considerados como una unidad.

Los sistemas que se pudiesen utilizar son:

- Sistema Radial, el sistema más sencillo, en él, hay una sola vía de alimentación primaria que se puede dividir en subalimentadores y ramales.
- Sistema de Anillo o Paralelo, este sistema el alimentador primario parte de una subestación, recorre toda el área de carga y regresa al

mismo bus de la subestación, A lo largo de su recorrido se derivan subalimentadores que abastecen a estaciones transformadoras.

- Sistema de Malla, se cuenta con dos o más subestaciones de distribución alimentadas por una troncal confiable o por dos fuentes diferentes.

### **3.3.5 Distribución de postes y conductores**

Los alimentadores primarios serán llevados desde la subestación hasta los centros de carga de la zona de estudio, por las vialidades existentes o que el urbanístico permita, procurando seleccionar el camino más directo posible. En los puntos convenientes se derivarán los subalimentadores y ramales necesarios para garantizar el suministro a todos los consumidores del conjunto. La distancia interpostal (entre postes) tendrá un vano de 30 a 60 metros con una resistencia mecánica y altura acorde al conductor que se montara en él.

El conductor es el medio por el cual se transporta la energía eléctrica desde la fuente de suministro hasta los artefactos del consumidor, el problema del diseño de un sistema es seleccionar el conductor adecuado, ya que los demás componentes del sistema y los factores de construcción, operación y servicio dependen del correcto tamaño del alimentador, al que están relacionados íntimamente.

Para la distribución área se usara cable de varios conductores trenzados por su mayor flexibilidad y mejores características mecánicas. El cable que se use en las redes, depende de condiciones ambientales, atmosféricas y corrientes.

#### **Calibre de conductores para alimentadores principales y derivaciones.**

- **Circuitos en Media Tensión**

Con el fin de mantener valores óptimos de regulación en media tensión, en los circuitos urbanos, el conductor mínimo para alimentadores principales será ACSR 4/0. El calibre mínimo en circuitos ramales de media tensión en zonas urbanas, será ACSR 2, siempre y cuando la carga instalada en ese ramal no exceda la potencia. Calibres mínimos de conductores:

- Para Alimentadores Principales: ACSR 4/0.
- Para Alimentadores secundario: ACSR 2/0-1/0.
- Para Ramales hasta 75 KVA ACSR 2.

- **Circuitos en Baja Tensión**

Los calibres mínimos para redes de baja tensión en zona urbana y rural será el ACSR 2, hasta cargas de 45 KVA, a partir de 46 KVA y menores a 75 KVA, se utilizará cable ACSR 1/0.

### **3.3.6 Seccionamiento y Protecciones**

Toda red eléctrica debe disponer de sistema de seccionamiento y protección compatible con las características de la carga que garantice la confiabilidad, seguridad, selectividad y rapidez de desconexión necesarias para mantener la estabilidad del sistema.

Se debe instalar los equipos requeridos de estado sólido, de tecnología análoga o digital que cumplan con lo dispuesto con la Homologación. Para garantizar una adecuada coordinación y selectividad en la operación de las protecciones del sistema que opera la Empresa Distribuidora, los sistemas de protección y los tiempos de operación de las protecciones del usuario, deberán ser acordadas con la empresa prestadora del servicio durante el proceso de aprobación de diseños y para la puesta en servicio y conexión.

El cálculo de cortocircuito del sistema eléctrico, con la finalidad de determinar los niveles de fallas del sistema de los alimentadores existentes y

de los nuevos a ser incorporados, y de esta manera poder coordinar la protección, se ha procedido a realizar los cálculos de cortocircuitos monofásicos y trifásicos.

Para el diseño, se debe tener en cuenta las características técnicas de las protecciones que la Empresa Distribuidora tiene en su sistema, para las operaciones de conmutación secuencial o para la reconexión automática.

Cuando las características de la carga que se conectará al sistema requieran equipos de protección de respaldo, dichos equipos deberán cumplir con las normas aplicables a las protecciones principales.

### **3.3.7 Calidad del servicio**

La calidad del servicio de energía eléctrica, abarca los aspectos de:

- Nivel de Tensión
- Desequilibrio de Fases
- Perturbaciones
- Interferencias

### **3.4 Cálculo de caída de tensión**

El aspecto técnico más relevante de la caída de tensión se refiere al control de la calidad servicio, el mismo que establece porcentajes permisibles de caídas de voltaje para las diferentes calidades y niveles de tensión normalizados, los mismos que son controlados por la empresa distribuidoras. (Cevallos, 2009)

La determinación de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las condiciones siguientes:

a) *Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.* La temperatura del conductor trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar por ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilicen.

b) *Criterio de la caída de tensión.* La circulación de corriente a través de los conductores, ocasionan pérdidas de potencia y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y llega al consumidor final. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites estipulados por el reglamento como son: el 6% zonas urbanas y el 4,5% en zonas rurales.

c) *Criterio de la intensidad de cortocircuito.* La temperatura que puede alcanzar el conductor, como resultado de un cortocircuito o sobre intensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos).

Para realizar el cálculo de la caída de tensión de un ramal desde el centro de transformación se debe considerar:

- Distancia desde el poste n poste al poste n+1, repitiendo la secuencia el ultimo poste,
- Número de abonados conectados y luminarias en el poste n+1,
- Demanda máxima diversificada (DMD)
- Número del fases y conductores
- Calibre AWG del conductor
- Factor de caída de voltaje (FDV) del conductor

Con los datos mencionados se realiza el cálculo de tensión acumulada hasta el último poste del ramal.

### 3.5 Compendio de materiales

El compendio de materiales es un cuadro o tabla de materiales con una descripción completa correctamente documentada, organizada, contabilizada y clasificada bajo un sentido jerárquico de priorización, incluyendo los conjuntos, subconjuntos y componentes físicos requeridos, así como sus características e interdependencia para la realización del proyecto. Lo que facilitaría la distribución de inventarios, para cotizaciones a proveedores y evaluar el costo por materiales.

Esto puede ser realizado ágilmente dsgracias a la homologación vigente, en donde se lista los materiales y en que cantidad será necesario para cada unidad de propiedad y unidad de construcción homologadas. En la tabla a continuación se muestra un ejemplo de lista de materiales de una “Estructura en red aérea de distribución; de Tres vías vertical pasante angular”

ESD-3EP		ESTRUCTURAS EN REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN 240/120 V - 220/127 V - 210/121 V - 208/120 V	
3EP		TRES VÍAS- VERTICAL - PASANTE O TANGENTE, ANGULAR	
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	2
2	c/u	Aislador rollo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2	3
3	c/u	Bastidor de acero galvanizado, 3 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	1
4	m	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG	6
5*	c/u	Varilla de armar preformada simple, para cable de Al	3
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 2 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	2
5	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm <sup>2</sup> (3/64" x 5/16")	6

**Tabla 3, 1 Lista de materiales de una UP-UC ESD-3EP<sup>21</sup>**

La lista de materiales anterior hace referencia a los materiales necesarios para el montaje de tan solo una estructura o poste que permite sostener una red secundaria de dos fases tres conductores. Esto muestra el valor de tener una lista total de materiales ya que al final nos ayudarán con la estimación

<sup>21</sup> Fuente: (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2011)

de los recursos económicos necesarios por conceptos de materiales y equipos cuando se pueda contar con los precios referenciales de cada uno de los ítems del compendio de materiales del diseño.

### **3.6 Estimación de recursos**

Luego de tener el diseño preliminar de la red de distribución eléctrica, y la lista de los materiales que serán utilizados, se podrían estimar los costos preliminares para la implementación del proyecto.

Dentro de la estimación de estos costos también se tendrá en consideración la mano de obra calificada y no calificada para el montaje de las estructuras proyectadas para la red de distribución eléctrica.

El resultado del cálculo y estimación de los recursos económicos no es necesario de adjuntar al estudio presentado en la empresa distribuidora, a menos que el estudio sea para la ED, pero si es de importancia para el dueño y el ingeniero constructor de la obra.

Cuando se tiene este compendio se puede manejar con mayor eficiencia los materiales y tiempos que se irán consumiendo en la etapa de montaje de las estructuras y equipos en la construcción de una red de distribución eléctrica.

### **3.7 Memoria Técnica**

La Memoria Técnica presenta un resumen y justificación de la ejecución del proyecto, aquí se muestra los resultados de los cálculos realizados y análisis para el diseño de la red eléctrica, con el siguiente contenido: (Empresa Eléctrica Quito S.A., 2009)

- Nombre
- Datos de ubicación

- Objetivo
- Antecedentes
- Consideraciones para el diseño
- Características principales
- Localización geográfica
- Calculo de la demanda
- Red de media tensión:
  - o Caída de tensión
- Centros de transformación
- Red de baja tensión:
  - o Caída de tensión
- Protecciones:
  - o Centro de transformación
- Red de eléctrica
- Anexos:
  - o Cálculo de la red de alta tensión
  - o Cálculo de la red de baja tensión
  - o Listado del material y mano de obra
  - o Certificado del I. Municipio
  - o Plano de las redes

Esta memoria técnica, que lleva la firma de responsabilidad de un ingeniero eléctrico ecuatoriano registrado en un colegio profesional de su gremio, tiene que ser entregado a la empresa distribuidora que tenga adjudicado la competencia sobre la zona en donde se realiza el estudio. La ED realizará un análisis sobre este estudio y emitirá un informe de aprobación. Con la aprobación de la empresa distribuidora se puede dar paso a la construcción de la red de distribución eléctrica.

En el ANEXO II se muestra algunos de los componentes que se presentan en un estudio o diseño de red secundaria de distribución, como el formato llenado en una hoja de cálculo en el software Excel necesario para el cómputo de la caída de tensión.

# CAPÍTULO IV

## Desarrollo de Aplicación de iPad iOS.

Los dispositivos móviles son aparatos de alta tecnología con variadas capacidades multimedia y de registro de datos internos y externos para su funcionamiento, existen básicamente dos categorías para estos dispositivos:

- Teléfonos Inteligentes (smartphones)
- Tabletas electrónicas (tablets)

Una Tablet es una computadora móvil con una pantalla táctil, compuesta con su batería y circuitería en un solo módulo o componente. Estas pueden venir equipadas con diferentes tipos de sensores, incluyendo cámara, micrófono, acelerómetros, etc. Pueden incluir botones físicos pero principalmente reciben las ordenes e interacción gracias a sus pantallas táctiles, también poseen puertos de comunicación y de cargado de batería.

Estos dispositivos son administrados por sistemas operativos, este software puede incluir navegadores de internet, lectores digitales de libros, juegos, multimedia, etc. Para el manejo de toda esta información y conectividad también posee unidades limitadas de almacenamiento.

Uno de los pioneros en investigar, desarrollar y vender esta tecnología es la empresa norteamericana Apple, Inc.<sup>22</sup>, esta empresa ofrece al mercado de consumo de aparatos electrónicos las tabletas más conocidas como iPad, en la figura a continuación se puede observar dos de sus mas recientes modelos, estos dispositivos presentan características físicas y técnicas tanto para su software y hardware, así como precios diferentes. En el ANEXO III se puede observar una comparación entre los modelos disponibles de iPad.

---

<sup>22</sup> <https://www.apple.com>



Figura 4, 1 Mini iPad Air y iPad Air 2<sup>23</sup>

#### 4.1 Procedimiento de desarrollo de aplicaciones

El desarrollo de aplicaciones móviles o para dispositivos móviles no difiere de la creación de software para cualquier otra plataforma, esto quiere decir que, salvo ciertas particularidades el proceso de desarrollo de aplicaciones es el mismo procedimiento de la creación de cualquier otro software.

Debido a que la creación de software es un proceso que se basa mucho en la prueba y error de las funcionalidades implementadas, el procedimiento de desarrollo no es una secuencia rígida que actividades, para que se logren cumplir los objetivos propuestos existen metodologías de control de actividades, y el proceso de desarrollo puede no cumplirse secuencialmente.

A continuación se lista las tareas llevadas a cabo para el desarrollo de la aplicación REDIS:

- Diseño de Interfaz de Usuario
- Estructuración de la experiencia de Usuarios

---

<sup>23</sup> <https://www.apple.com>

- Creación de Bases de Datos
- Programación *BackEnd* o de API *Application Program Interface* o interface de programación de aplicaciones [Servicios Web]
- Programación *FrontEnd* o de Aplicación REDIS en iPad.
- Depuración
- Pruebas
- Mejora Continua

En las secciones que se presentan a continuación se explicará cada una de estas tareas que se realizaron para la creación de la aplicación REDIS y fueron necesarias para cumplir con lo planteado.

## **4.2 Diseño de interfaz de usuario**

El interfaz de usuario es la forma gráfica en la que se presentan las diferentes funcionalidades y etapas de cualquier producto informático, la definición de esta estructura gráfica depende de la lógica del funcionamiento, en este caso una aplicación móvil diseñada para una tablet iPad.

Este proceso es muy importante para poder definir los alcances del producto informático y nos permite determinar con facilidad con la que se puede lograr que el software programado haga lo que queremos que haga. El objetivo de este procedimiento es el hacer que la interacción entre la aplicación y el usuario se tan simple como eficiente sea posible.

Como mencionamos, el diseño de la interfaz de usuario depende del funcionamiento que pretendamos programar, en este caso la lógica de funcionamiento viene del proceso de diseño de redes secundarias de distribución de energía eléctrica, esto se explicó en el capítulo anterior, y por este motivo se decidió nombrar a la aplicación REDIS (redes de distribución).

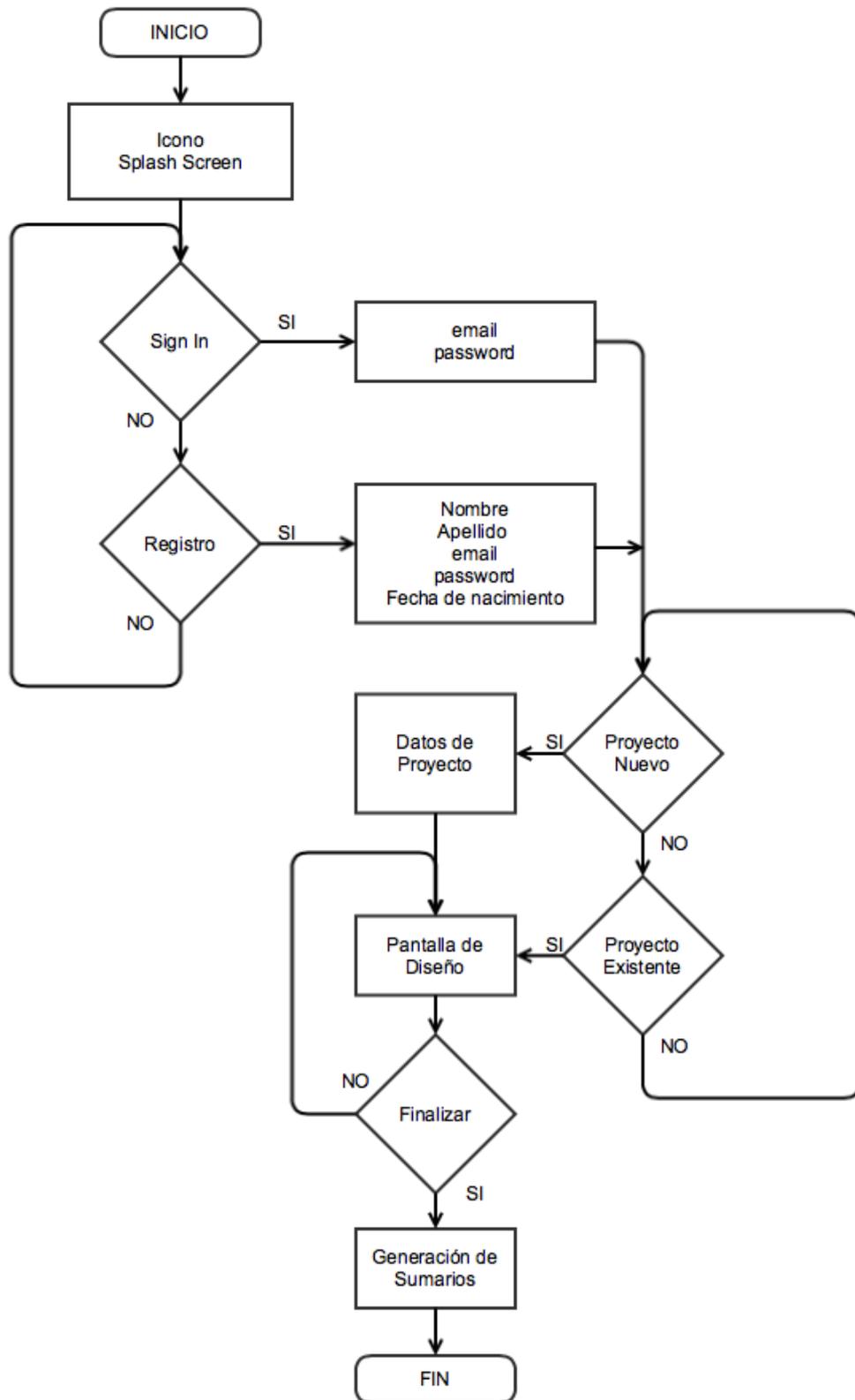


Figura 4, 2 Diagrama de Flujo de la Interfaz de Usuario UI<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Fuente: El Autor

Para la construcción de la interfaz de usuario es común utilizar herramientas de diseño como flujogramas para la lógica de uso y *wireframes* o bosquejos para ubicar posibles elementos, botones, figuras, etc. , esto da paso al diseño gráfico de estos componentes y a la programación de funcionalidades.

Del diagrama de flujo de la figura anterior observamos que la aplicación REDIS llevará al usuario a través de diferentes pantallas, estas cambiarán de acuerdo a la interacción del usuario. Las pantallas que serán presentadas al usuario, para que este pueda iniciar con la aplicación, utilizarla y finalizar con un archivo entregable serán:

#### 4.2.1 Pantalla inicial con ícono de la aplicación REDIS

Esta pantalla es la que se presentan las diferentes aplicaciones instaladas en el iPad de Apple. En la siguiente figura se muestra el bosquejo generado para esta pantalla:

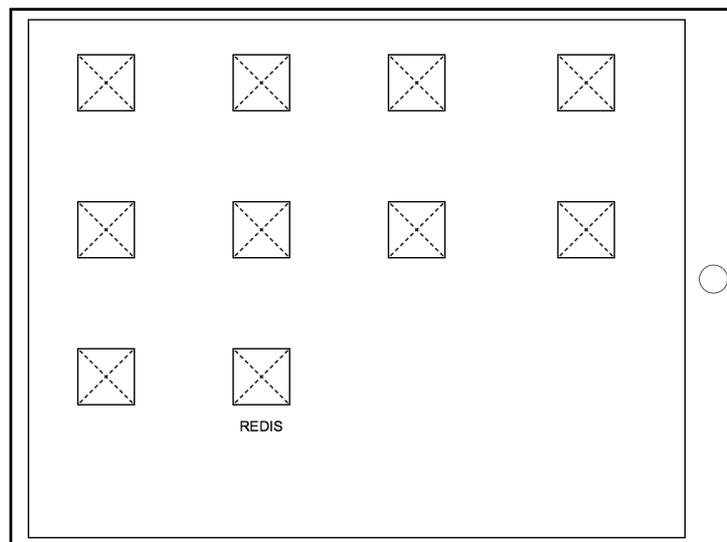


Figura 4, 3 Bosquejo de Pantalla de Aplicaciones<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Fuente: El Autor

El anterior y los bosquejos que se presentan a continuación fueron diseñados en la herramienta online [www.gliffy.com](http://www.gliffy.com)

#### 4.2.2 **Splash Screen** o pantalla de bienvenida

Esta pantalla es utilizada por los desarrolladores o empresas de desarrollo de aplicaciones móviles para presentar animaciones que dan paso al uso de la aplicación o para la presentación de publicidad, en este caso se muestra el título de este trabajo de tesis y el nombre del autor, como se observa en la figura a continuación.

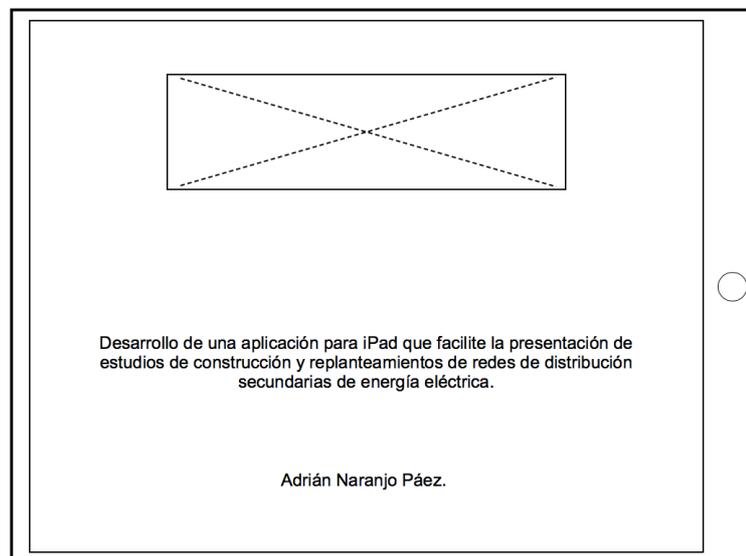


Figura 4, 4 Bosquejo de Pantalla de Bienvenida o Splash Screen<sup>26</sup>

#### 4.2.3 **Inicio de Sesión**

En esta pantalla se presenta al usuario la posibilidad de iniciar sesión con la introducción de los campos de email y contraseña, también existe la posibilidad de registrar un nuevo usuario como se muestra en el bosquejo a continuación:

---

<sup>26</sup> Fuente: El Autor

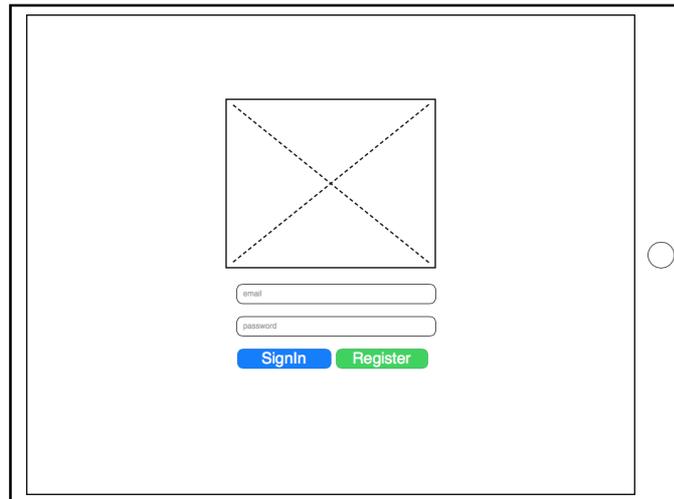


Figura 4, 5 Bosquejo de Pantalla de Inicio de Sesión<sup>27</sup>

#### 4.2.4 Registro de Usuario

Cuando un usuario accede por primera vez o no se encuentra registrado la aplicación le presenta la posibilidad de registrarse mediante la petición de cierta información personal como: Nombre, Apellido, email, fecha de nacimiento y password como se muestra en el wireframe a continuación:

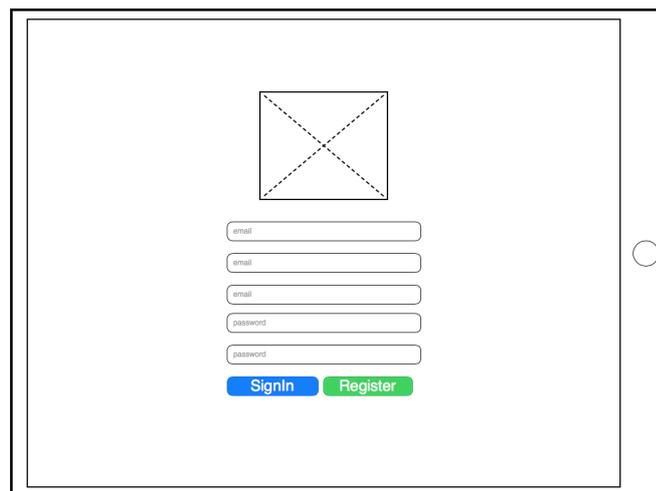


Figura 4, 6 Bosquejo de registro de usuario<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Fuente: El Autor

#### 4.2.5 Canvas o tablero de proyectos

En esta vista o tablero de proyectos, se mostrará los proyectos que ya han sido creados y finalizados, también se presenta la posibilidad de añadir un nuevo proyecto de diseño de red secundaria de distribución de energía eléctrica. En la figura a continuación se muestra el bosquejo planteado para esta pantalla.

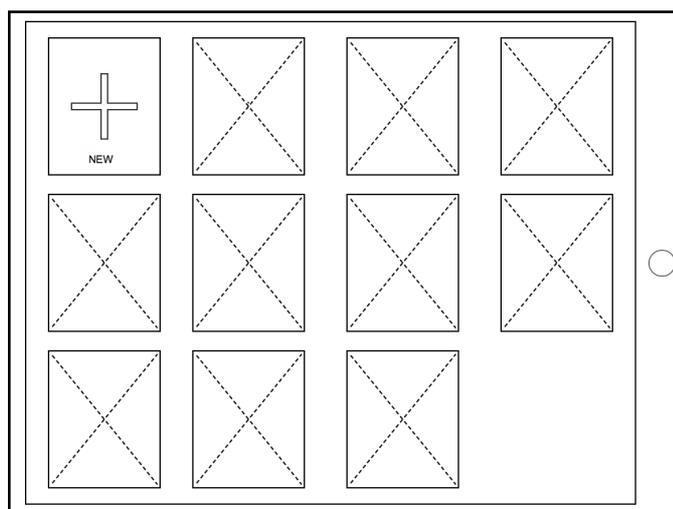


Figura 4, 7 Bosquejo de la Pantalla de Proyectos<sup>28</sup>

#### 4.2.6 Nuevo Proyecto

Cuando se tenga la elección de crear un nuevo proyecto, la aplicación REDIS realiza la petición de ciertos datos relevantes para el proyecto o diseño de red de distribución, estos datos son los siguientes:

##### Datos de Ingeniero de Proyecto

- Nombre de Ingeniero encargado del Proyecto
- Código de certificación SIDE
- Compañía

---

<sup>28</sup> Fuente: El Autor

- Email

### Datos de Proyecto

- Nombre de Proyecto
- Tipo de Proyecto
- Localización de la obra
- Alimentador más cercano
- Tipos de clientes
- Dueño de la Obra
- Nivel de Tensión
- Tipo de Conductor

La pantalla que hace la petición de estos datos esta bosquejada de la manera en que se muestra en la figura siguiente:

The image shows a wireframe of a mobile application screen for creating a new project. The screen is titled "NUEVO PROYECTO" and contains eight input fields stacked vertically. A green "Next" button is located at the bottom right of the form. The entire form is centered within a larger frame that represents the device screen, with a small circle on the right side indicating a home button or similar UI element.

Figura 4, 8 Bosquejo de Pantalla para Nuevo Proyecto<sup>29</sup>

#### 4.2.7 Pantalla de Diseño

En esta vista o pantalla se podrá realizar los diseños de las redes eléctricas de distribución secundaria de energía eléctrica, su componente principal es un mapa de la zona en la que se requiere plantear el nuevo diseño.

---

<sup>29</sup> Fuente: El Autor

En esta vista también posee un menú desplegable que permite elegir entre las diferentes unidades de propiedad y unidades de construcción para el respectivo diseño y como lo prefiera el ingeniero a cargo de este proyecto. Desde este menú también se podrá gestionar algunas configuraciones de funcionamiento de la aplicación y los datos generales de construcción del proyecto de diseño de las redes.

A continuación se muestra un bosquejo previsto para la vista de esta funcionalidad:

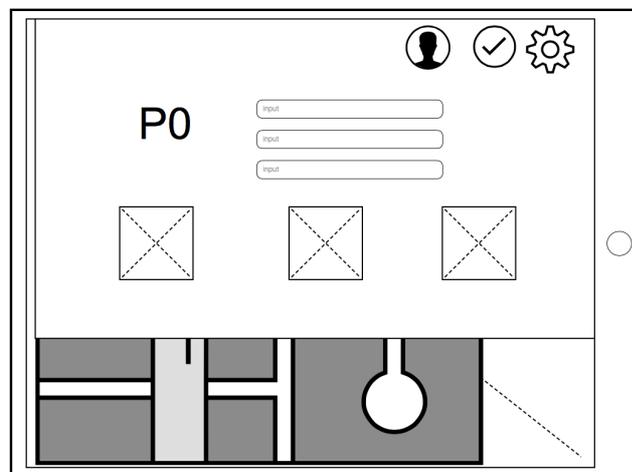


Figura 4, 9 Bosquejo de Vista de diseño<sup>30</sup>

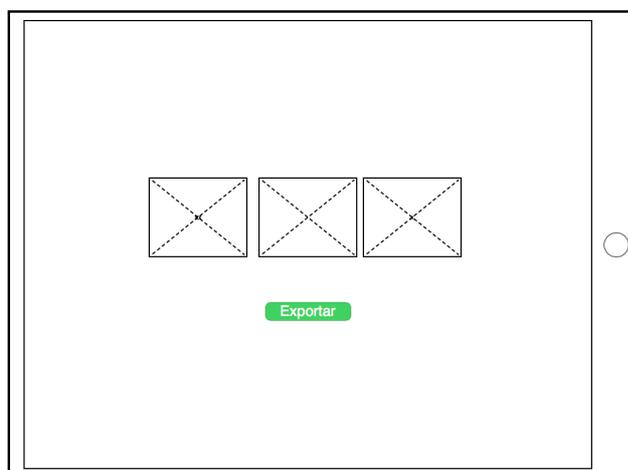
#### 4.2.8 Generación de Sumarios

En esta pantalla, y una vez que se tenga el diseño completo, se pueden exportar reportes resultantes del diseño realizado, este compendio o reporte podrá ser realizado en un par de opciones como \*.pdf y \*.xlsx , documentos de lectura digital y de hoja de cálculo para que el ingeniero o encargado del levantamiento de datos y diseño puedan retomar el trabajo y terminarlo en la oficina. Cabe recalcar que REDIS será una herramienta de ayuda para el ingeniero y que este ahorre tiempo y así recursos en diseños y situaciones que son de carácter repetitivo o son susceptibles de mejora.

---

<sup>30</sup> Fuente: El Autor

El bosquejo que ilustra el posible diseño de esta pantalla se puede apreciar en la figura a continuación:



**Figura 4, 10 Bosquejo de Vista de Generación de sumarios**<sup>31</sup>

El diseño de la interfaz de usuario o UI, nos permite tener la estructura de funcionamiento de la aplicación que nos encontramos modelando, además es muy útil para delimitar los alcances de funcionalidad de esta herramienta digital, así también permite construir y modelar las bases de datos que se utilizará para implementar el funcionamiento de REDIS.

### **4.3 Estructuración de experiencia de usuario**

En el desarrollo de aplicaciones informáticas para dispositivos pertenecientes a las tecnologías de la información y comunicación TIC existe un campo reciente que es muy tomado en cuenta para la creación de aplicaciones móviles. Este campo es conocido como experiencia de usuario o UX por sus siglas en inglés.

La estructuración de esta experiencia se da después de haber definido la interfaz que nuestra tecnología presentará al usuario, esta experiencia es de mucha importancia para el usuario de nuestra aplicación móvil y para que

---

<sup>31</sup> Fuente: El Autor

este pueda obtener el máximo beneficio de las funcionalidades de la aplicación informática.

Este tema es muy considerado actualmente en las compañías de creación de software a nivel mundial, estas empresas prestan mucha atención y recursos para la investigación y desarrollo de mejores experiencias que conduzcan a mejores números en ventas o cantidad de usuarios.

Los lineamientos que se tomaron en cuenta para el diseño de la experiencia de usuario de esta aplicación vienen de las recomendaciones dictadas por Apple, estos lineamientos se encuentran en la sección “*iOS Human Interface Guidelines*” del portal para desarrolladores de su plataforma iOS 8.<sup>32</sup>

Dentro de estos lineamientos o *guidelines* que se tomará en cuenta para la estructuración de la experiencia de usuario de esta aplicación están los siguientes:

- **Tomar ventaja de toda la pantalla.** Esto puede ser apreciado de mejor manera como ejemplo en la aplicación que viene instalada por defecto en los dispositivos iOS llamada *weather*, como se muestra en la figura a continuación:
  
- **Reconsideración de uso indicadores visuales y de realismo.** Esta recomendación hace referencia al uso de elementos ajenos a la interfaz provista por el fabricante que puedan competir con el contenido que en verdad se quiera resaltar, por ejemplo en la información presentada en un mapa como en el caso de la aplicación de este trabajo de tesis.

---

<sup>32</sup><https://developer.apple.com/library>



Figura 4, 11 App *Weather*<sup>34</sup>

- **Orientación**, es importante cuando se desarrolla aplicaciones para iPad, gracias a las nuevas funcionalidades del nuevo lenguaje de programación provisto por Apple, **Swift**<sup>33</sup>, y como se explicará en la siguiente sección, la orientación no es un determinante especial para la usabilidad de la aplicación, esto debido al tamaño y resolución del display de estos dispositivos. Esto también se muestra en la figura a continuación y en el ANEXO III.

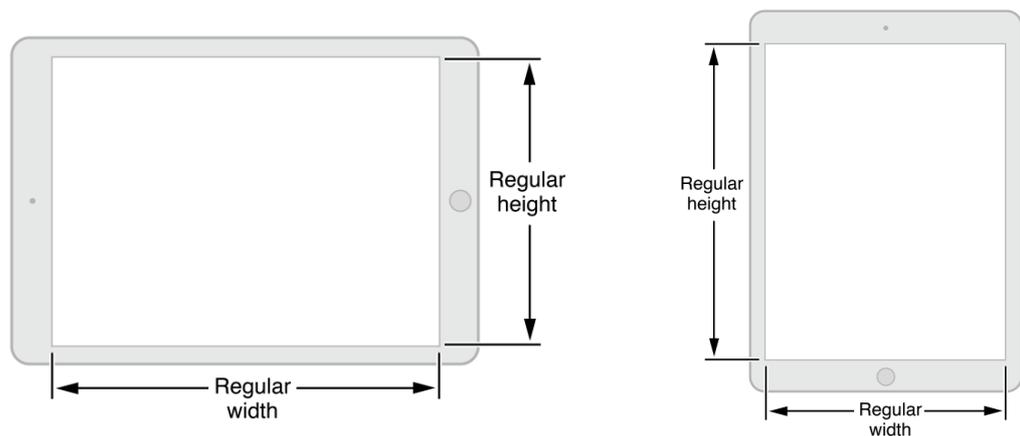


Figura 4, 12 Orientación de uso del iPad<sup>34</sup>

<sup>33</sup> <https://developer.apple.com/swift/>

<sup>34</sup> Fuente: <https://developer.apple.com>

- **Lista de opciones.** Se debe, por recomendación de Apple, brindar al usuario la facilidad de escoger entre una lista de opciones en lugar de proveer un campo de texto. Esto se puede apreciar en la figura a continuación:

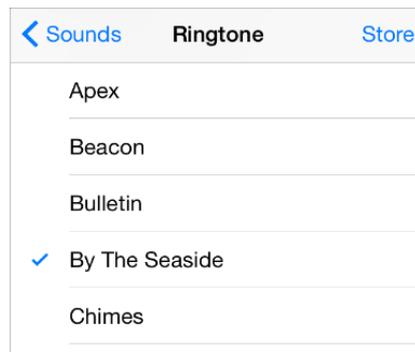


Figura 4, 13 Una lista de opciones<sup>35</sup>

- **Manejo de Documentos,** esta recomendación es una de las mas importantes para el diseño preliminar de esta aplicación que ayude en el diseño de redes secundarias de distribución eléctrica. Es usada cuando la aplicación ayuda a la gente a crear y editar documentos, en donde se incluye de manera altamente gráfica, como se observa en el ejemplo de la figura que sigue, una función para nuevos documentos.

---

<sup>35</sup> Tomado de: <https://developer.apple.com>

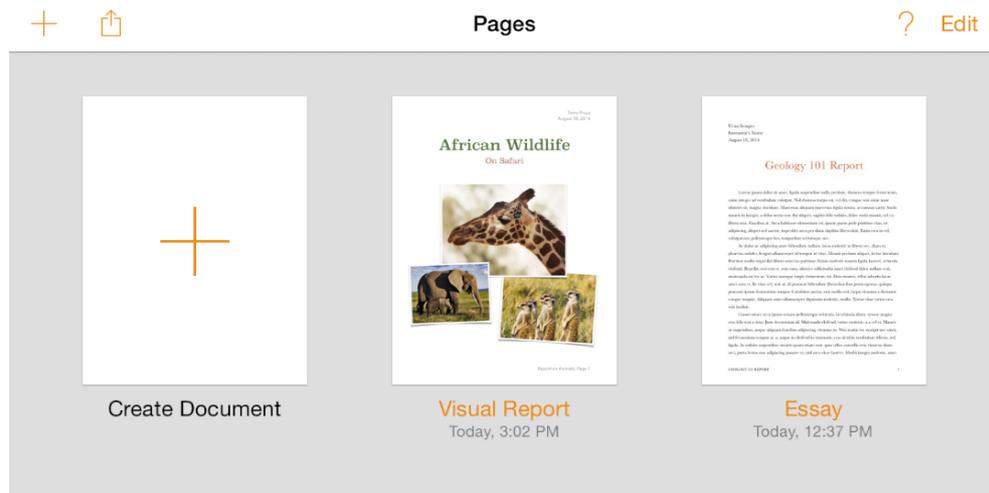


Figura 4, 14 Ejemplo de manejo de documento en app Pages<sup>36</sup>

- La **manipulación directa de objetos**, es otra recomendación de usabilidad que se adoptó para el diseño y desarrollo de la aplicación propuesta. Se trata del uso de *gestures* o gestos para la interacción con diferentes objetos como mapas y tablas. A continuación se muestra los tres principales acciones o gestos:

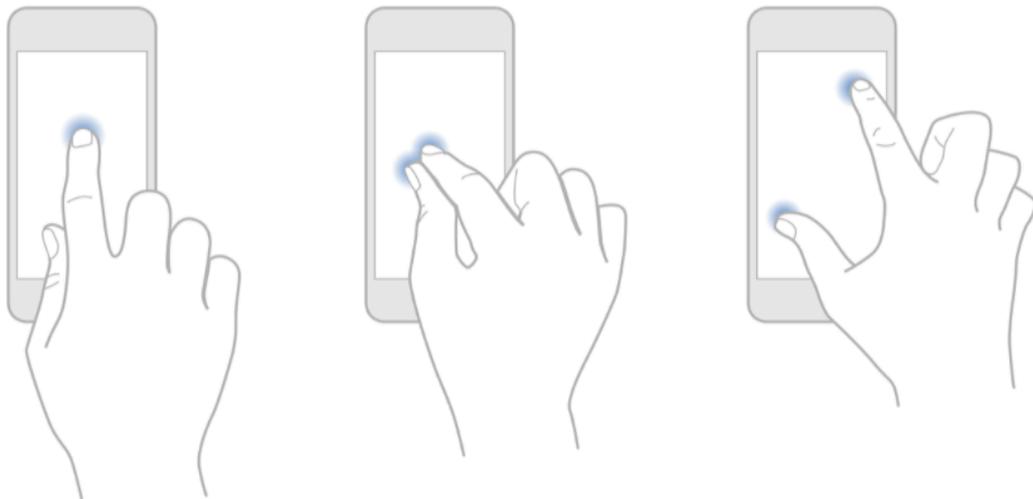


Figura 4, 15 Acciones o Gestos de Uso de Objetos<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Tomado de: <https://developer.apple.com>

Teniendo en cuenta las recomendaciones antes mencionadas como principales fuentes de creación y estructuración de experiencia de usuario para la aplicación propuesta, la lógica presentada en el diagrama de flujo de la Figura 4,2 y el diseño en bosquejos de la interfaz de usuario, se presenta el diseño gráfico que se implementó y que se explicará en las secciones posteriores.

#### **4.4 Mapa de Navegación**

A continuación se muestra el mapa de navegación con los componentes gráficos preliminares que se usó para el desarrollo de la aplicación, cada una de las pantallas y su funcionalidad fueron explicadas en la sección 4.1 referente al diseño de la interfaz de usuario de esta solución informática.

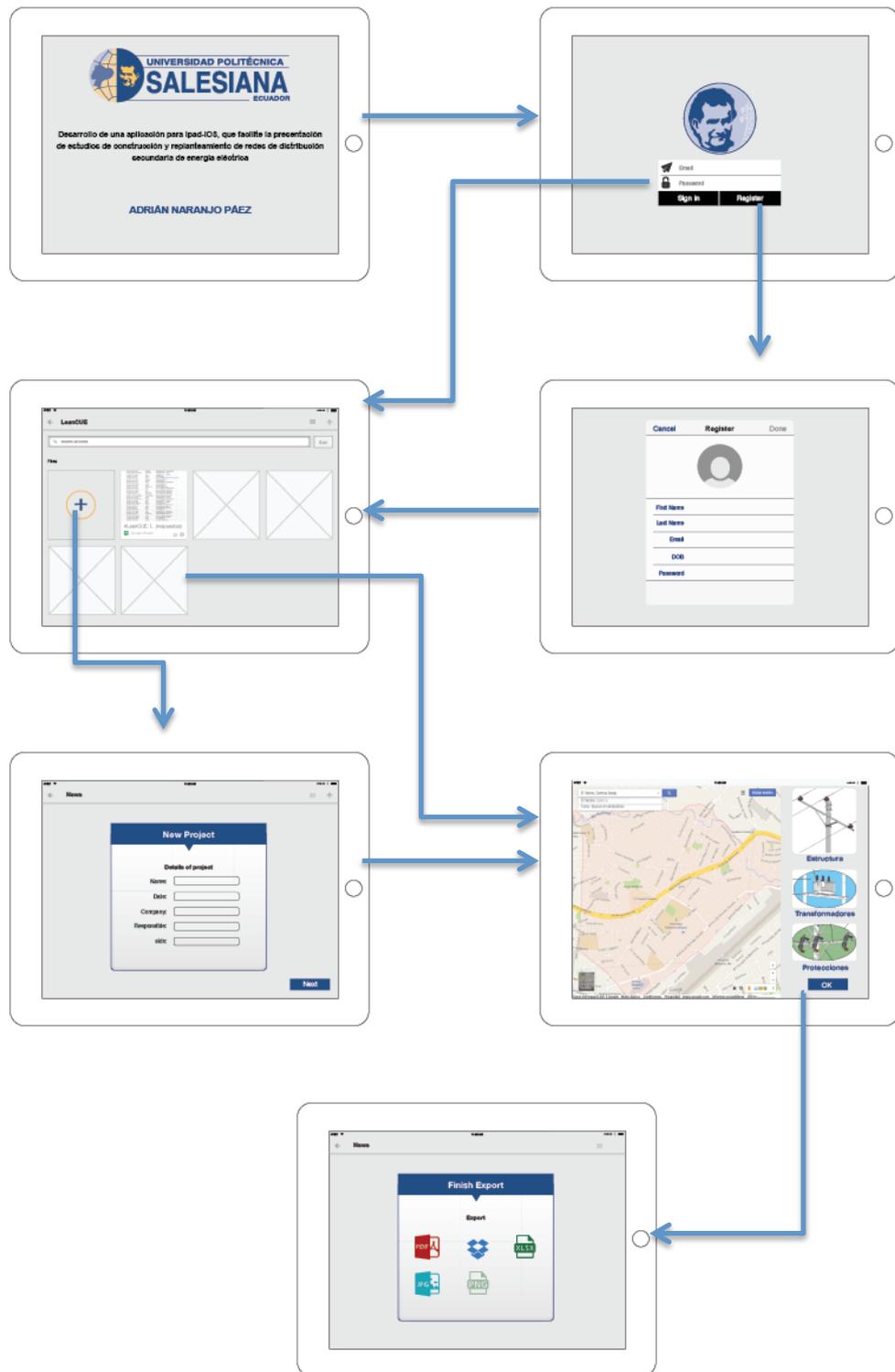


Figura 4, 16 Mapa de Navegación y Experiencia de Usuario UX de REDIS<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Tomado de: <https://developer.apple.com>

## 4.5 Herramientas de Desarrollo

A lo largo de todo el desarrollo de la aplicación REDIS se utilizó varias herramientas que nos permiten realizar las diferentes tareas planteadas para cumplir con los objetivos establecidos. Estas tareas van desde la realización de los bosquejos de la posible interfaz de usuario como se explicó en las secciones anteriores, el diseño de los diferentes “assets” o componentes gráficos que compondrán la aplicación, herramientas también de programación de los agentes informáticos que componen la aplicación, etc. En la tabla a continuación se lista las herramientas utilizadas:

Herramienta	Utilidad
<a href="http://www.gliffy.com">www.gliffy.com</a>	Servicio online de diagramación de diseños preliminares o bosquejos.  Utilizado en el diseño de la interfaz y experiencia de usuario UX/UI de la aplicación y mapa de navegación del proyecto.
<a href="http://www.mongodb.org">www.mongodb.org</a>	Base de datos no relacional utilizada en el desarrollo del proyecto.
IntelliJIDEA	Ambiente integrado de desarrollo, aquí somos capaces de desarrollar, depurar y probar los servicios web programados.
XCode	Ambiente integrado de desarrollo para aplicaciones que se ejecutan bajo los sistemas operativos de la empresa Apple, inc. [iOS MacOS]
Ilustrador	Herramienta de diseño gráfico, utilizado para la creación de todos los componentes gráficos contenidos en el proyecto.

**Tabla 4, 1 Herramientas de Desarrollo de la aplicación REDIS<sup>38</sup>**

En la explicación de los componentes informáticos a continuación, se describe de mejor manera estas herramientas y las principales razones por las que estas han sido elegidas en este proyecto.

#### **4.6 Creación de base de datos**

Desde el inicio del desarrollo de esta aplicación se pensó y realizó de tal manera que los datos e información generada por el uso de las funcionalidades programadas y por los diferentes usuarios se almacenen en un servidor privado virtual conectado todo el tiempo a internet, esto también se puede lograr almacenando las bases de datos en cualquier servidor público de internet.

La base de datos elegida para el modelamiento y manejo de los datos necesarios para la creación de proyectos de distribución de electricidad es la base de datos no relacional llamada "Mongo DB"<sup>31</sup>, esta base de datos desarrollada bajo el concepto de software libre, es una base de datos no relacionada o NoSQL, los datos aquí gestionados son orientados a documentos, esto permite una gran flexibilidad de intercambio de información dependiente y no dependiente de otras informaciones.



**Figura 4, 17 Base de Datos Mongo DB<sup>39</sup>**

---

<sup>38</sup> Fuente: El Autor

<sup>39</sup> Tomado de: <http://www.mongodb.org>

#### **4.6.1 Modelamiento de Datos**

Dentro de la aplicación REDIS y a lo largo de su utilización se irán recolectando ciertos datos que después formarán parte de la información correspondiente a cada proyecto realizado. Estos datos son los siguientes y dependen de cada instancia en la que se encuentre en ejecución dentro de la aplicación, esto puede ser inicio de sesión o creación de un nuevo proyecto:

- **Inicio de Sesión**
  - Nombre de Usuario
  - Contraseña

Con estos datos es posible iniciar la aplicación en caso de que ya se tenga registrado un perfil de usuario, esto se logra desde la misma pantalla de inicio de sesión.

- **Registro de Usuario**
  - Nombre
  - Apellido
  - eMail
  - Fecha de Nacimiento
  - Avatar o Imagen de perfil
  - Password

Los datos de registro de usuario se proporcionan una sola vez y permiten regresar e iniciar la aplicación para su uso, esto esta implementado de esa manera ya que en varias empresas que se dedican al diseño y construcción de redes de distribución secundaria se cuenta con equipos de varios ingenieros trabajando sobre el mismo o diferentes proyectos al mismo tiempo.

- **Creación de un nuevo Proyecto**

○ Datos de Ingeniero

- Nombre
- SIDE
- eMail

-

○ Datos de Proyecto

- Empresa Distribuidora
- Dueño
- Nombre de Proyecto
- Tipo de Obra
- Alimentador
- Tipo de Cliente
- Nivel de Tensión
- Tipo de Conductor
- Tipo de Alumbrado Público

Estos datos son recogidos cuando se da paso al diseño de un nuevo proyecto de nueva red o repotenciación, son muy importantes ya que de aquí se desglosan varios resultados posteriores de cálculo de materiales y estimaciones económicas, también son datos importantes para los interesados de tener los diseños aprobados, como el dueño del proyecto y sus datos personales.

- **Recolección de Datos**

- Posicionamiento Global (latitud, longitud)
- Fecha
- Hora
- Unidad de Propiedad y/o de Construcción

Cuando ya se están tomando puntos de diseño o levantando redes existentes, a la aplicación se le puede ir ingresando puntos geo localizados con la características que se desee de unidades de propiedad o construcción para ir construyendo nuestro proyecto.

En la figura a continuación se muestra un diagrama de entidades donde se encuentran los diferentes datos necesarios para la aplicación REDIS y como están organizados en la base de datos elegida.

Cabe recalcar que debido a que los lenguajes de programación modernos, y anteriores también, son lenguajes escritos originalmente en el idioma inglés, y que una de las recomendaciones de buenas prácticas de desarrollo dicta que se nombren a variables, constantes, objetos, funciones, métodos, etc. bajo un equivalente en dicho idioma, así en el diagrama a continuación se muestra el modelo de la base de datos implementada para la aplicación REDIS en donde el nombre de los diferentes objetos de esta lista de datos se encuentra en inglés.

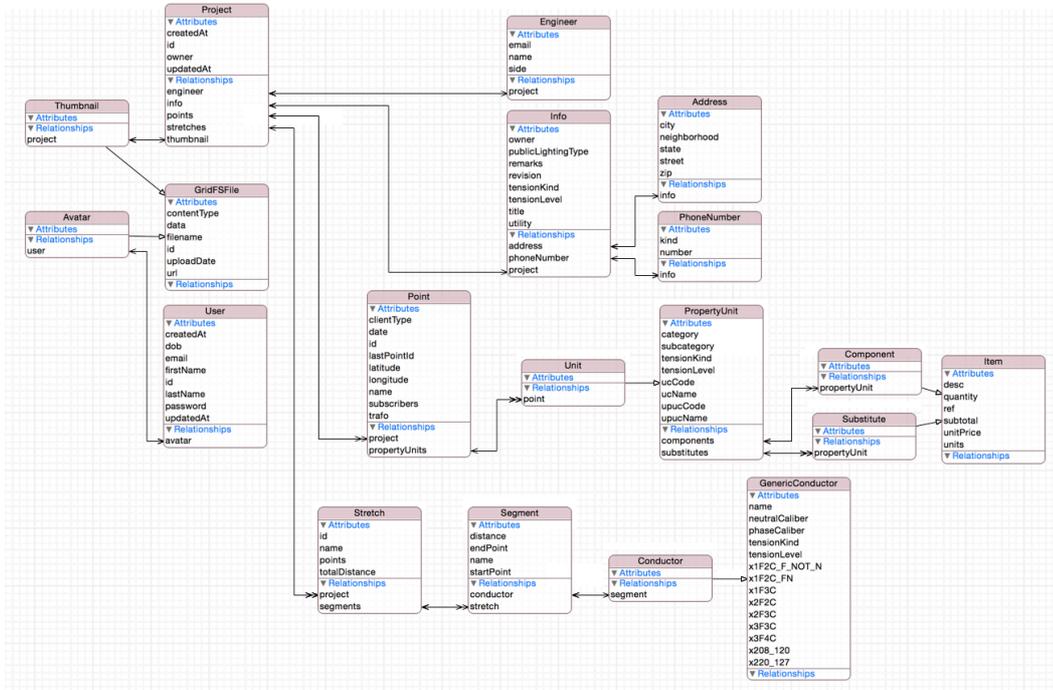


Figura 4, 18 Diagrama de Modelos la Base de Datos<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Fuente: El Autor

## 4.7 Programación de Funcionalidades

Recién cuando hemos podido determinar los requerimiento de funcionalidad de la aplicación, así como de diagramar y estructurar la interfaz de usuario y experiencia de usuario UI/UX y de haber modelado la base de datos que se necesita para el correcto funcionamiento que ésta tendrá, es cuando podemos dar paso a la programación de las funcionalidades previstas.

Debido a que se trata de un proyecto que involucra muchos posibles datos, desde el inicio se concibió que esta aplicación funcionaría en conjunto con servicios web programados e implementados en algún servidor en el internet, es así que se tomó la decisión de crear el proyecto como una plataforma que permita aprovechar las bondades técnicas de los dispositivos móviles iPad para levantar la mayor cantidad de datos semiautomáticamente y luego facilitar la construcción de estos estudios de distribución eléctrica en la oficina de los ingenieros eléctricos.

Para que esto sea posible, y como ya se mencionó, se diseñó e implementó la estructura informática que se muestra en la figura a continuación, aquí se destacan los tres componentes principales de una plataforma informática sobre internet, se tiene: Bases de Datos, Servicios Web en la “nube”, y clientes consumidores de lo que se implemente en la nube, en este caso la aplicación de iPad REDIS.

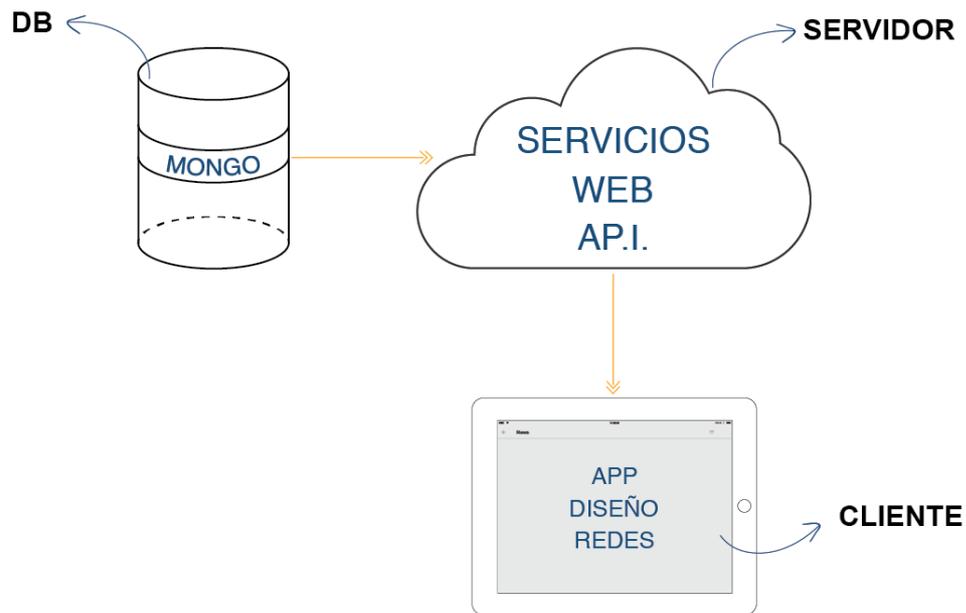


Figura 4, 19 Estructura informática de la Aplicación<sup>41</sup>

En el desarrollo de software cuando se programan funcionalidades que estarán alojadas en algún servidor implementado en la “nube” o internet se le denomina desarrollo **backend**, y cuando se implementan funcionalidades que se presentan en dispositivos con acceso a internet como un celular o computador portátil se le denomina desarrollo **frontend**. En el ANEXO IV se encuentra el código fuente de estas dos instancias informáticas que permiten el funcionamiento de la aplicación para diseño de redes de distribución secundaria de energía eléctrica REDIS.

#### 4.7.1 Desarrollo BackEnd

En nuestro caso, y como se mencionó anteriormente, el uso de la aplicación planteada en este tema de tesis está previsto para que pueda ser aprovechado por varios ingenieros o equipos de ingenieros, teniendo previsto un modelo de explotación (SAAS) o “*Software as a Service*” (software como un servicio), esto implica que los datos recolectados, que

<sup>41</sup> Fuente: El Autor

además se prevé sean abundantes, se almacenen de forma segura en una instancia física en el internet. Esta decisión también se fundamenta en la posibilidad de ampliar las funcionalidades y de expandir el alcance de esta aplicación.

El desarrollo de esta parte de la solución informática depende mucho de la estructura de la base de datos que se muestra en la figura 4.18. También depende de la tecnología utilizada para la creación de los servicios web, es nuestro caso el núcleo tecnológico para esta parte del desarrollo es el lenguaje de programación SCALA, su significado del inglés quiere decir “*scalable language*”<sup>42</sup>

Este lenguaje de programación es orientado a objetos en donde cada valor es un objeto y cada operación es una llamada a un método, sin embargo es muy moderno y empresas como *twitter* la utilizan dentro de su núcleo tecnológico.

Dentro de sus principales características se promocionan<sup>41</sup>:

- Lenguaje de Programación escalable
- Orientado a objetos
- Funcional
- Interoperación sencilla con JAVA
- Procesamiento paralelo o síncrono
- Las funciones son objetos

La programación de este componente del proyecto se la realizó bajo bajo el entorno de desarrollo integrado o *Integrated Development Enviroment* (IDE) llamado IntelliJIDEA<sup>43</sup>. Este entorno de desarrollo brinda capacidades de autollenado de código, integración de diferentes servicios y librerías como el enlace con manejadores de repositorios, entre otras variadas herramientas.

---

<sup>42</sup> <http://www.scala-lang.org>

<sup>43</sup> <https://www.jetbrains.com/idea/>

En la figura a continuación se presenta una captura de pantalla del proyecto REDIS creado bajo el entorno anteriormente mencionado:

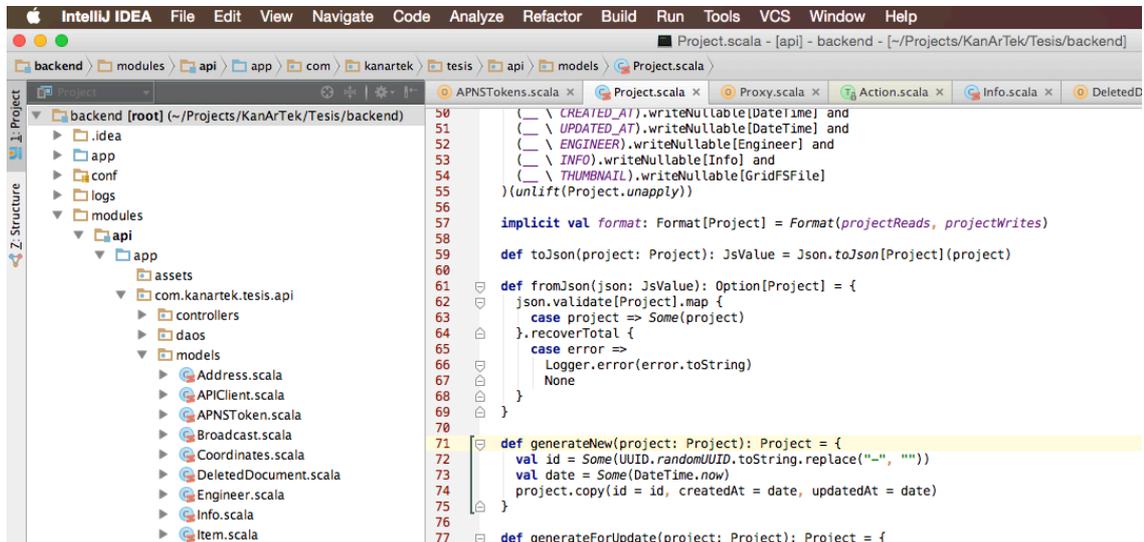


Figura 4, 20 Captura de pantalla de Entorno de Desarrollo Integrado<sup>44</sup>

La forma en la que se encuentran estructurados los componentes del interfaz de programación de aplicaciones API en el *backend* de este proyecto se muestra en la figura a continuación, este interfaz incluye tres módulos:

- Controladores [Controllers]
- Objetos de accesos a Datos DAOS [Data Acces Objects]
- Modelos [Models]

<sup>44</sup> Fuente: El Autor

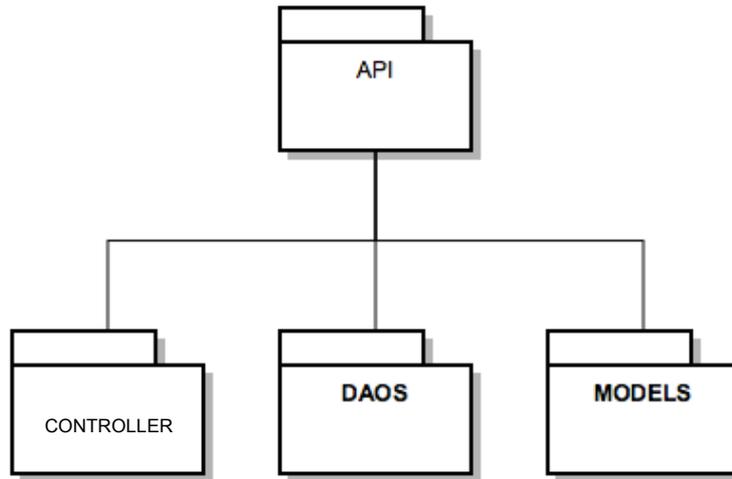


Figura 4, 21 Diagrama de Componentes de API<sup>45</sup>

#### 4.7.2 Desarrollo FrontEnd

El *frontend* en el desarrollo de software, especialmente aquel que esta basado en internet, hace referencia al que funciona en los terminales o dispositivos con conexión a internet. Esto entonces hace referencia al software que se muestra a un usuario final, es el software que se conecta con cualquier instancia en el internet, en nuestro caso los servicios web, y presenta información o contenido a este usuario.

El desarrollo *frontend* puede ser para navegadores de internet en computadoras, aplicaciones móviles en celulares o tabletas o incluso un dispositivo denominado *wearable* como un reloj o manilla electrónica.

Para el desarrollo de la aplicación de este trabajo, al tratarse de un software para la tableta iPad de Apple, se utilizó el entorno de desarrollo integrado IDE de la misma casa comercial denominado Xcode<sup>46</sup>.

---

<sup>45</sup> Fuente: El Autor

<sup>46</sup> <https://developer.apple.com/xcode>

Bajo este entorno de desarrollo se pueden desarrollar aplicaciones y librerías para las plataformas informáticas de Apple, inc. : MacOS, iOS.

El lenguaje por defecto en el desarrollo de aplicaciones móviles iOS desde finales del año pasado es *swift*. Este lenguaje en combinación con las librerías provistas por el fabricante, nos permiten desarrollar aplicaciones que funcionen en cualquier dispositivo de la marca Apple.

Para que las aplicaciones desarrolladas puedan ser probadas en dispositivos físicos se tiene que pagar al fabricante por una licencia anual de desarrollador o *developer*. Esta licencia además de esto permite subir las aplicaciones desarrolladas a la tienda virtual de aplicaciones llamada AppStore. También esta licencia nos da acceso a foros, librerías y plataformas mucho antes que estas estén disponibles para el público.

En la figura a continuación se muestra una captura de pantalla del entorno de desarrollo *frontend* del presente trabajo:

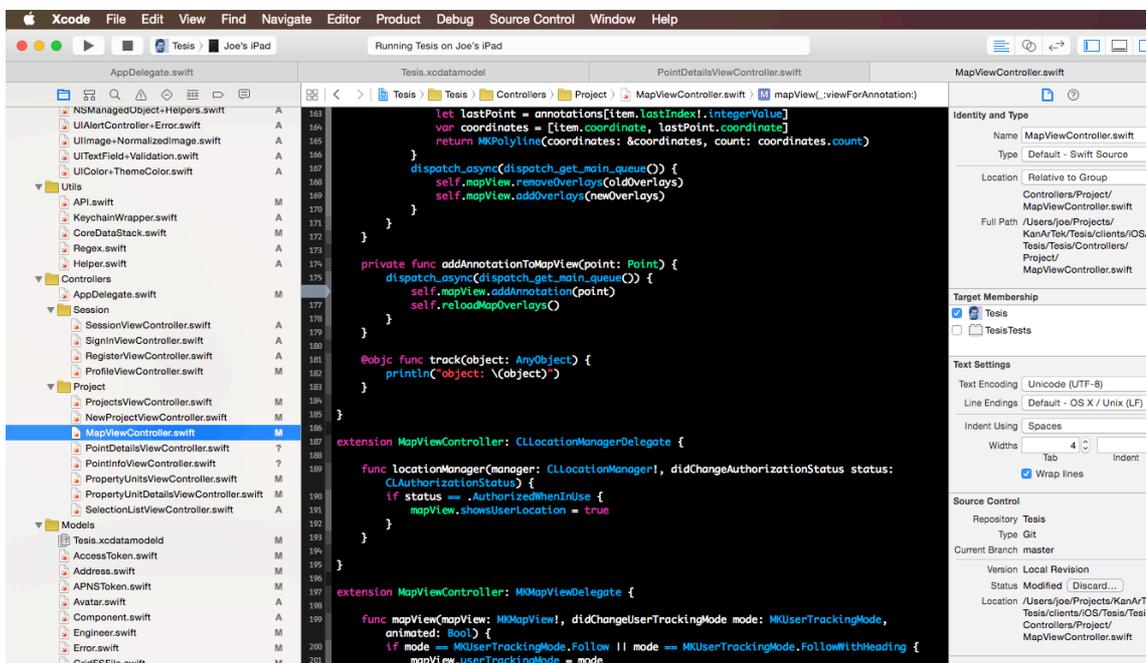


Figura 4, 22 Entorno de desarrollo integrado Xcode<sup>47</sup>

<sup>47</sup> Fuente: El Autor

Una característica importante y beneficiosa para el desarrollador dentro de Xcode es el editor llamado *Storyboard*, este editor permite diseñar la interfaz de usuario y la manera en la que la interfaz despliega las interacciones entre las diferentes vistas o pantallas. Es beneficioso porque permite también enlazar estos componentes gráficos con las funcionalidades que se programaron previamente, como aceptación de datos en formularios o la captura de los puntos georeferenciados.

El diseño que se implementó en *Storyboard* sigue el mapa de navegación de la figura 4,16 y conecta esta usabilidad con las funcionalidades programadas con el desarrollo de *frontend* y este código se comunica con los servicios web programados en el desarrollo de *backend* como se explicó anteriormente. Esto puede ser observado en la captura de pantalla de la figura a continuación:

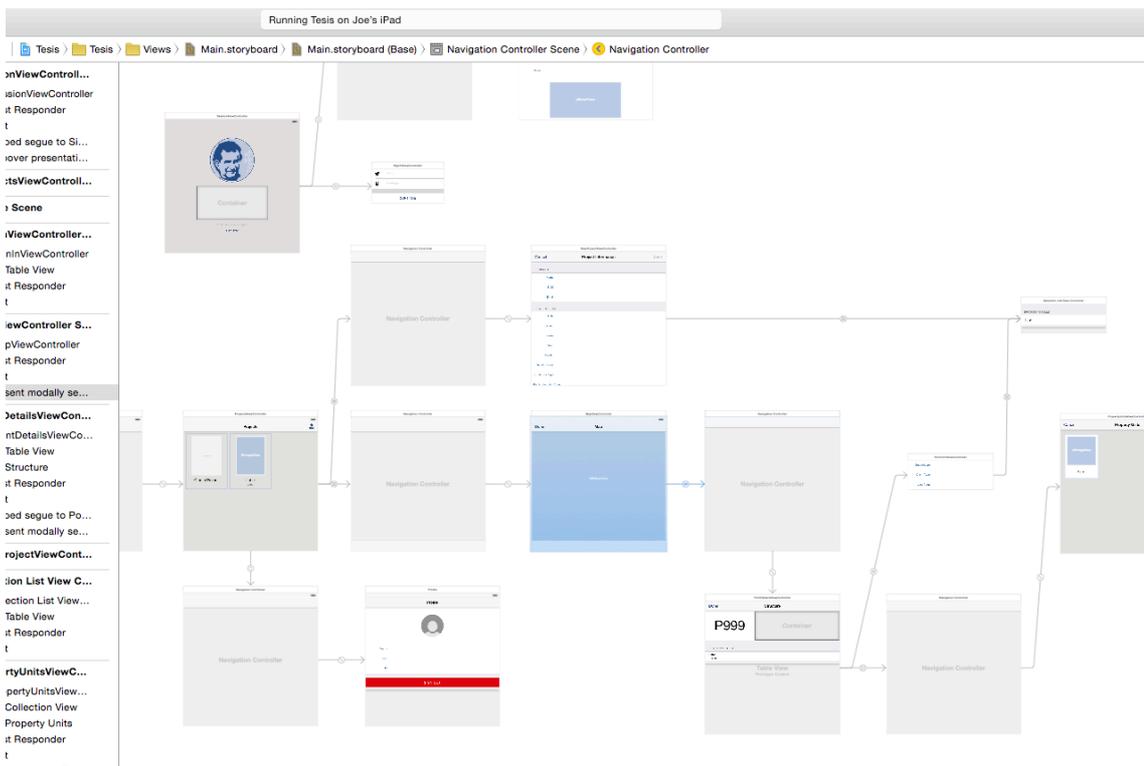


Figura 4, 23 Captura de pantalla de *Storyboard* de la aplicación para iPad REDIS<sup>48</sup>

<sup>48</sup> Fuente: El Autor

Los principales componentes donde se han implementado las diferentes funcionalidades o características de la aplicación REDIS se muestran en la siguiente figura y son los siguientes:

- Componentes gráficos [Assets]
- Objetos de accesos a Datos DAOS [Data Acces Objects]
- Modelos [Models]
- Servicios Externos [Proxy]
- Utilidades [Utils]

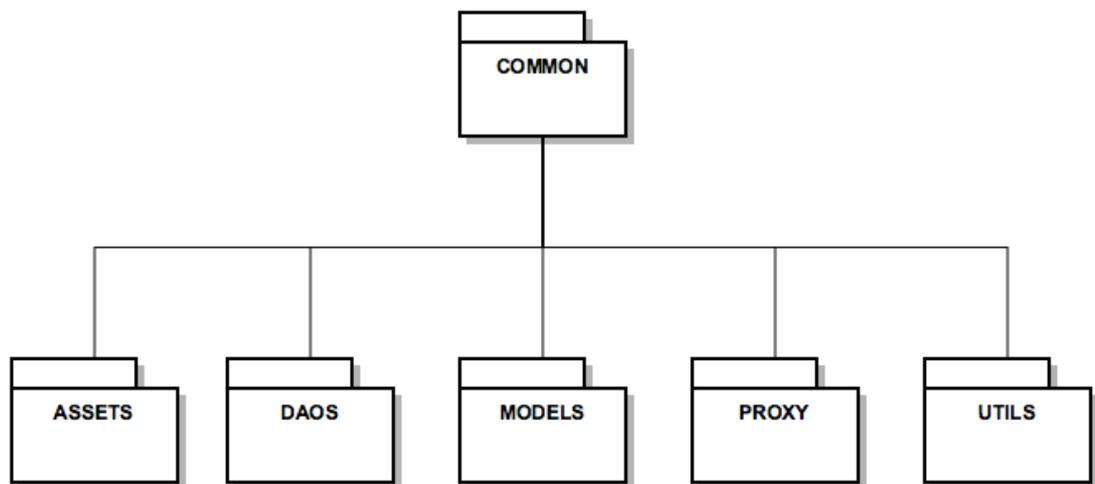


Figura 4, 24 Diagrama de paquetes de componente informático FrontEnd<sup>49</sup>

En esta parte del desarrollo, la que se da en el cliente del proyecto, como lo denominamos *FrontEnd*, es la que implementa la mayor cantidad de funcionalidades que se encuentran asociadas a la lógica de diseño de las redes de distribución de energía eléctrica, esas funcionalidades son implementadas en el programa informático de iPad en forma de funciones, objetos y clases, como se muestra en la siguiente figura:

---

<sup>49</sup> Fuente: El Autor.

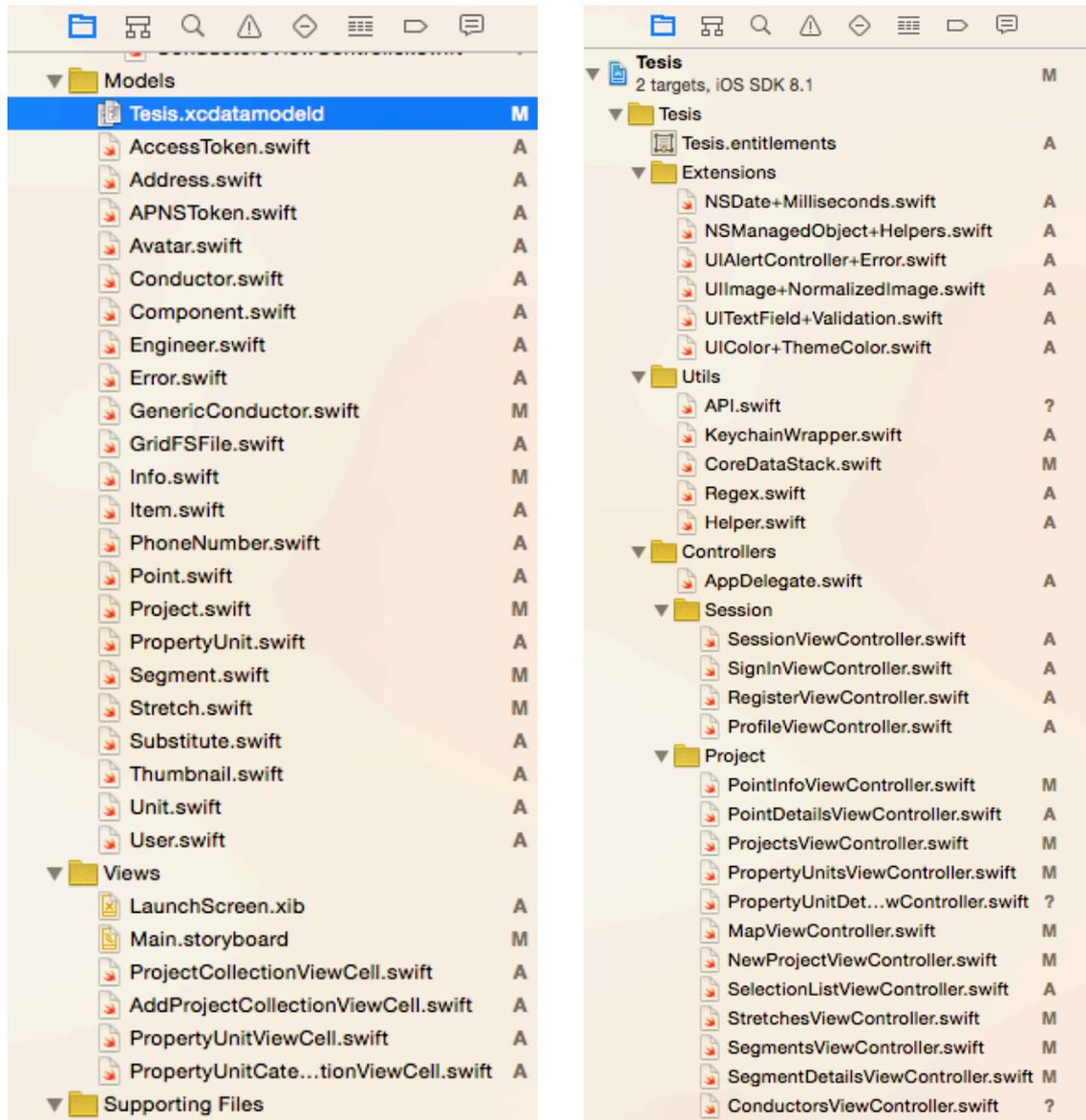


Figura 4, 25 Lista de Objetos y Clases del Aplicativo *FrontEnd*<sup>50</sup>

### 4.7.3 Funcionalidades

Las funcionalidades que fueron implementadas en el dispositivo iPad dependieron del mapa de navegación presentado anteriormente en este capítulo, estas son las siguientes:

<sup>50</sup> Fuente: El Autor.

## Ícono de Inicio

A continuación se muestra la figura correspondiente al ícono en el sistema operativo iOS, este ícono tiene propiedades especiales de acuerdo al tamaño y resolución de pantalla del dispositivo.

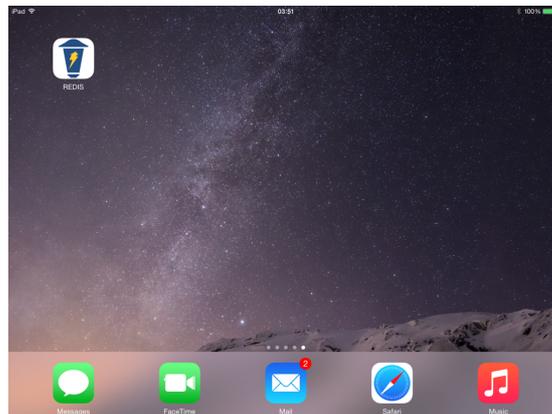


Figura 4, 26 Pantalla de Inicio de Aplicación REDIS<sup>51</sup>

## Inicio de Sesión y Registro de Usuarios

En estas pantallas se presenta la opción al usuario de iniciar sesión o de crear nuevos perfiles de usuario según sea el caso, a continuación se muestra las capturas de estas vistas respectivamente:

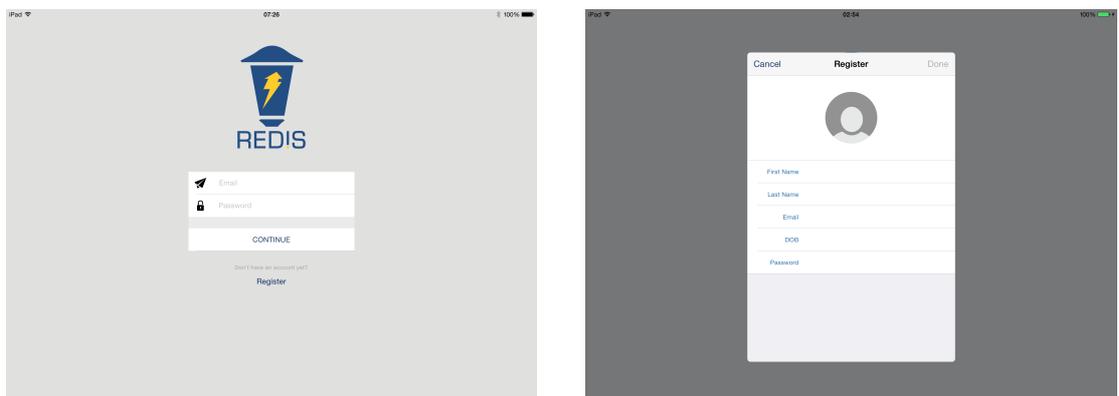


Figura 4, 27 Pantalla de Inicio de Sesión y Registro de Usuarios<sup>51</sup>

---

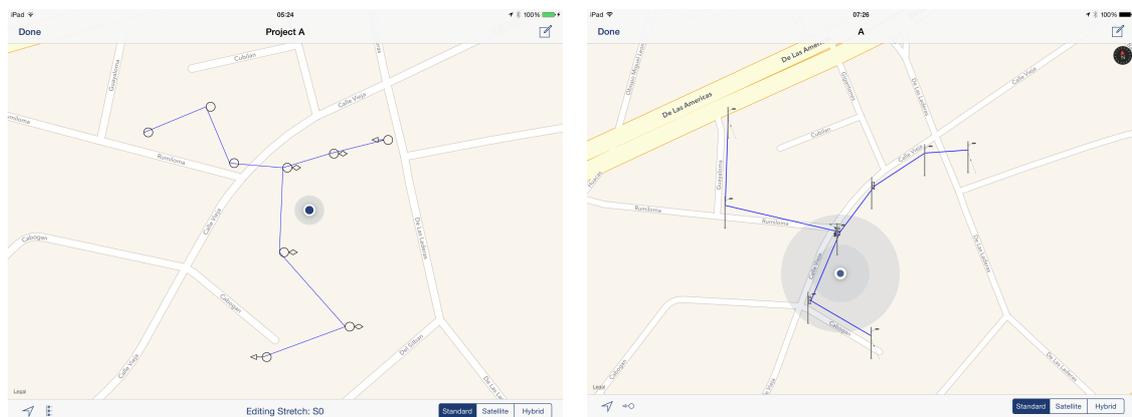
<sup>51</sup> Fuente: El Autor

## Pantalla de Diseño

Una vez que se a iniciado sesión se puede empezar con la creación de nuevos proyectos o de la edición de alguno ya existente. Para esto hace uso de los servicios prestados por los servicios de mapas asociados al dispositivo, estos pueden ser *google maps*<sup>52</sup> o *Apple maps*<sup>53</sup>.

En este punto se pueden agregar puntos o postes donde se planifica la red eléctrica, a estos puntos se le pueden asignar ciertos atributos homologados, explicados en el capítulo tres, como: acometida, transformador, seccionamiento, etc., y características para cada unidad de propiedad y de construcción.

A continuación se presenta una vista de la pantalla de diseño de la aplicación de iPad.



**Figura 4, 28 Pantalla de diseño (Simbología / Postería)<sup>54</sup>**

Dentro de esta vista de diseño en la aplicación REDIS se puede cambiar o editar la ubicación de cada uno de los puntos o postes colocados durante el uso de REDIS. Esto puede ser realizado gracias a la implementación de

---

<sup>52</sup> <https://developers.google.com/maps>

<sup>53</sup> <https://developer.apple.com/maps>

<sup>54</sup> Fuente: El Autor

una funcionalidad implementada en el sistema operativo del dispositivo llamada “*drag and drop*”.

A cada uno de los puntos, como ya se mencionó, se le puede asignar unidades de propiedad y de construcción como se presenta en la figura a continuación.

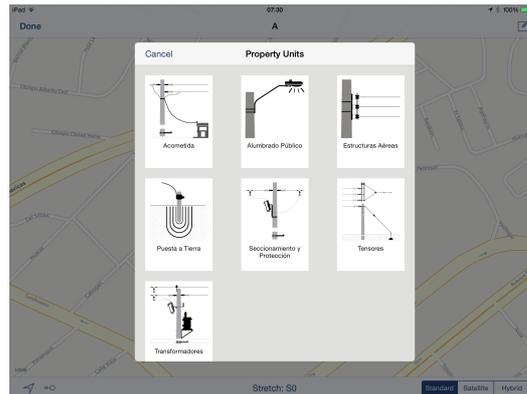


Figura 4, 29 Pantalla de categorías de Unidades de Propiedad y Construcción<sup>55</sup>

Se puede también conocer las distancias que tienen los diferentes tramos o vanos que se fueron creando en el uso de REDIS así como las distancias contabilizadas para cada segmento o ramal, la pantalla que muestra esta información se muestra en la figura a continuación:

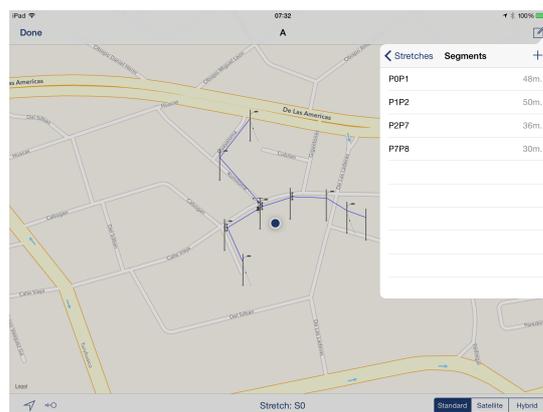


Figura 4, 30 Lista de tramos y distancias entre postes<sup>55</sup>

---

<sup>55</sup> Fuente: El Autor

Actualmente las empresas con mucho prestigio en el desarrollo de software, especialmente de aplicaciones para dispositivos móviles, crean sus productos o tratan de hacerlo para que estos puedan ser altamente intuitivos para sus usuarios y que presenten mucha simpleza y fluidez en su uso, así el usuario solamente descarga el aplicativo e inmediatamente puede hacer uso de este, sin que la empresa desarrolladora haya provisto o el usuario requiera ningún tipo de manual de uso de la App REDIS. Sin embargo, por motivos académicos de este trabajo de tesis, en el ANEXO V se presenta una pequeña guía de uso de las características implementadas en el software y que ya fueron explicadas anteriormente.

#### 4.8 Depuración y Pruebas

Durante todo el desarrollo de la aplicación REDIS, desde la aprobación conceptual del tema del tema del presente trabajo de tesis, hasta la puesta en producción de la aplicación móvil en un iPad y “prendido” de los servidores que alojan las funcionalidades principales del proyecto se realiza un proceso permanente de validación y pruebas. El servidor utilizado para el desarrollo de este proyecto fue de propiedad privada, conectado permanentemente al internet con las características de la figura a continuación.:



Figura 4, 31 Características del Servidor utilizado<sup>56</sup>

---

<sup>56</sup> Fuente: El Autor

Existiendo así pruebas de validación del concepto con ingenieros eléctricos en libre ejercicio y con experiencia en el campo de la distribución de energía eléctrica, como pruebas de consumo de memoria de la aplicación en el dispositivo móvil.

#### 4.8.1 Buenas Prácticas [Depuración]

Como parte de el uso de las últimas técnicas de diseño, desarrollo y entrega de software, utilizado por grandes empresas, se acostumbra a depurar permanentemente el código generado, especialmente cuando este forma parte de proyectos en donde involucre a varios programadores.

A estas últimas metodologías de creación de soluciones se las denominan buenas prácticas, una de esas buenas prácticas, y que fue adoptada para la realización de este trabajo, es el uso de herramientas de control de versiones como GITHUB<sup>57</sup>, un servicio en línea que permite almacenar en forma de repositorios las diferentes versiones que se tenga del software desarrollado. Dentro de esta plataforma se pueden crear y organizar proyectos de desarrollo en cualquier tecnología o lenguaje de programación. Tiene una limitación de cantidad de repositorios para su versión gratis y un costo de \$7 USD mensuales para la versión de mantenimiento de 5 repositorios. En la figura a continuación se muestra el *dashboard* o vista principal de este servicio correspondiente al repositorio del *backend* creado para este proyecto.

---

<sup>57</sup> <https://github.com>

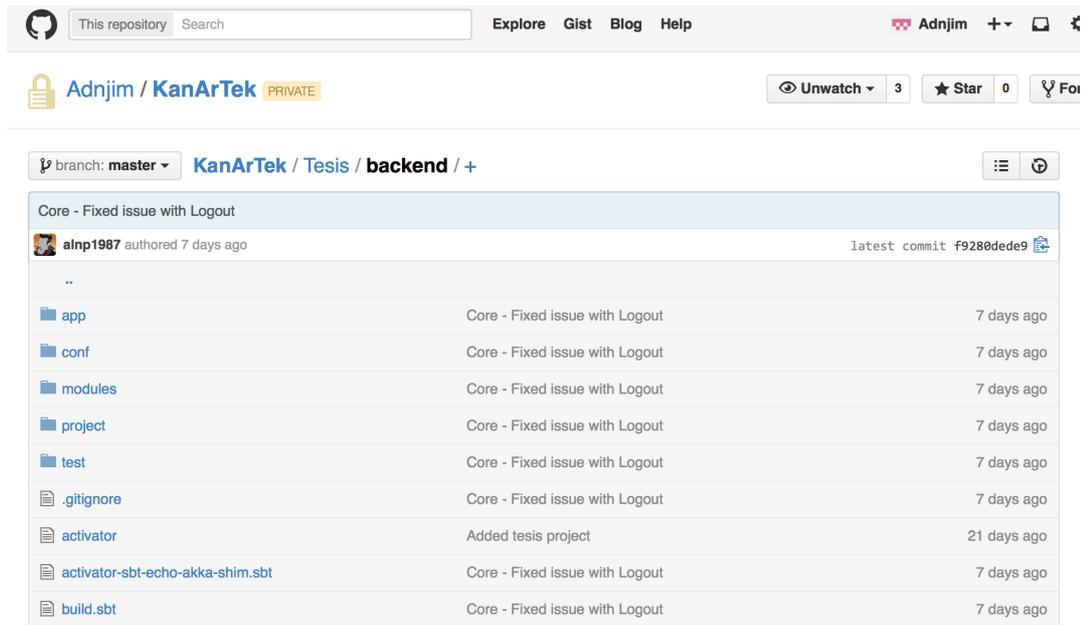


Figura 4, 32 Tablero de versionamiento en GITHUB para el proyecto tesis.<sup>58</sup>

Otra manera de mantener el código que se genera, y así también es considerada una buena práctica de desarrollo es la documentación del proyecto, para este proyecto, en la parte que conecta al *backend* con el desarrollo del cliente o terminal de usuario en el iPad usamos el servicio brindado por la empresa SWAGGER<sup>59</sup>, quienes brindan un marco de trabajo para el desarrollo de servicios web. En la imagen a continuación se muestra la documentación generada para este proyecto dentro de esta plataforma.

<sup>58</sup> Fuente: <https://github.com> perfil de: El Autor

<sup>59</sup> <http://swagger.io>

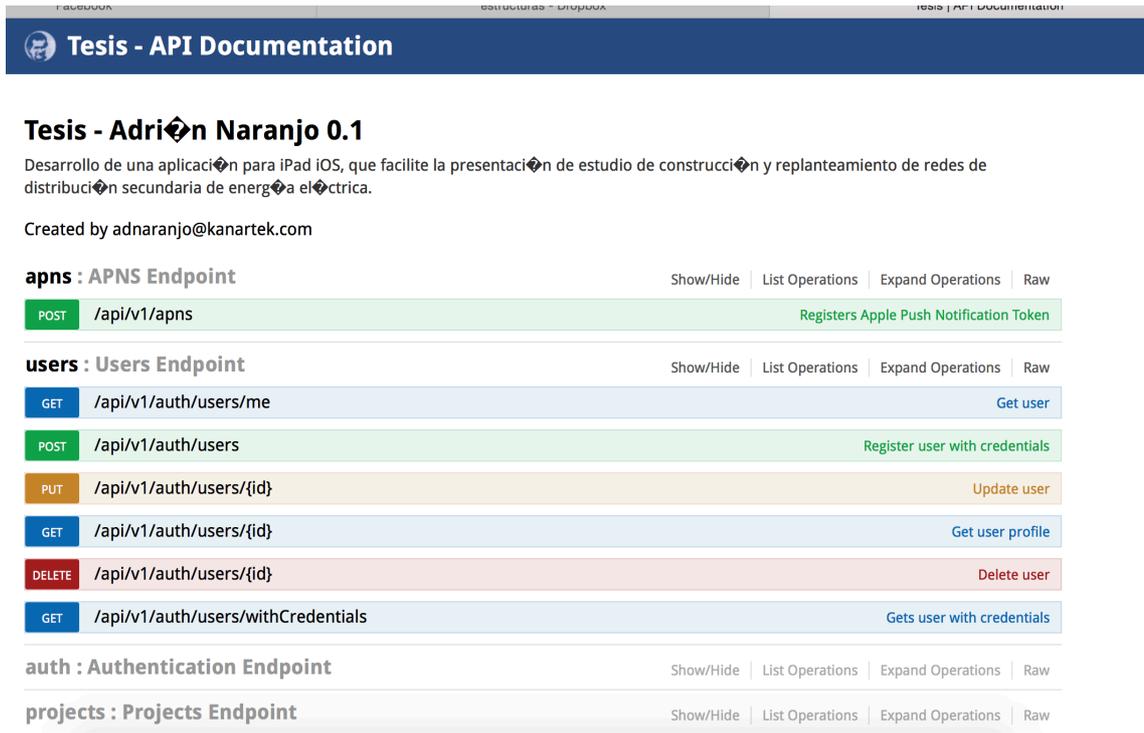


Figura 4, 33 Documentación de servicios web para proyecto de tesis<sup>60</sup>

Luego de usar estas buenas prácticas y según se avance en la implementación de las diferentes funcionalidades se realizaron pruebas de petición y publicación de información sobre los servicios web, teniendo respuestas positivas debido a que la base de datos implementada en internet relejaba información.

#### 4.8.2 Pruebas de Rendimiento

El IDE o ambiente de desarrollo integrado Xcode, para la creación de la aplicación REDIS en el iPad, nos entrega algunos datos que son monitoreados durante el uso de las aplicaciones en la etapa de prueba y mientras están conectados al computador de desarrollo.

<sup>60</sup> Fuente: El Autor

Entre algunos de los parámetros, como se observa en la figura a continuación, que pueden ser monitoreados durante las pruebas tenemos:

- Rendimiento de CPU
- Consumo de Memoria
- Conexión con servicio en la nube de Apple, iCloud<sup>61</sup>
- Uso de espacio en disco de almacenamiento
- Estado de la red de comunicación

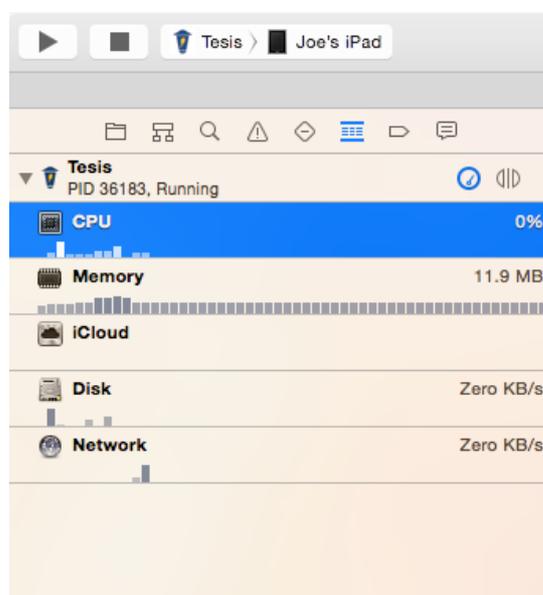


Figura 4, 34 Indicadores de Rendimineto de App<sup>62</sup>

Los cambios de los indicadores de rendimiento para los parámetros antes mencionados se dan en tiempo real conforme se usa la aplicación, se estableció entonces el siguiente plan de acciones dentro de la aplicación para así registrar los cambios en los indicadores de CPU, Memoria, Disco y Red:

---

<sup>61</sup> <https://www.icloud.com>

<sup>62</sup> Fuente: El Autor

1. Abrir App
2. Acción de Iniciar Sesión
3. Acción Nuevo Proyecto
4. Acción Nueva Estructura
5. Cerrar Proyecto
6. Exportar Resultados

Después de ejecutar secuencialmente al acciones anteriores en la aplicación, en la herramienta de desarrollo Xcode, se recogieron los resultados que se explican a continuación, estos resultados nos muestran el rendimiento del software de acuerdo a cada petición o uso de funcionalidades.

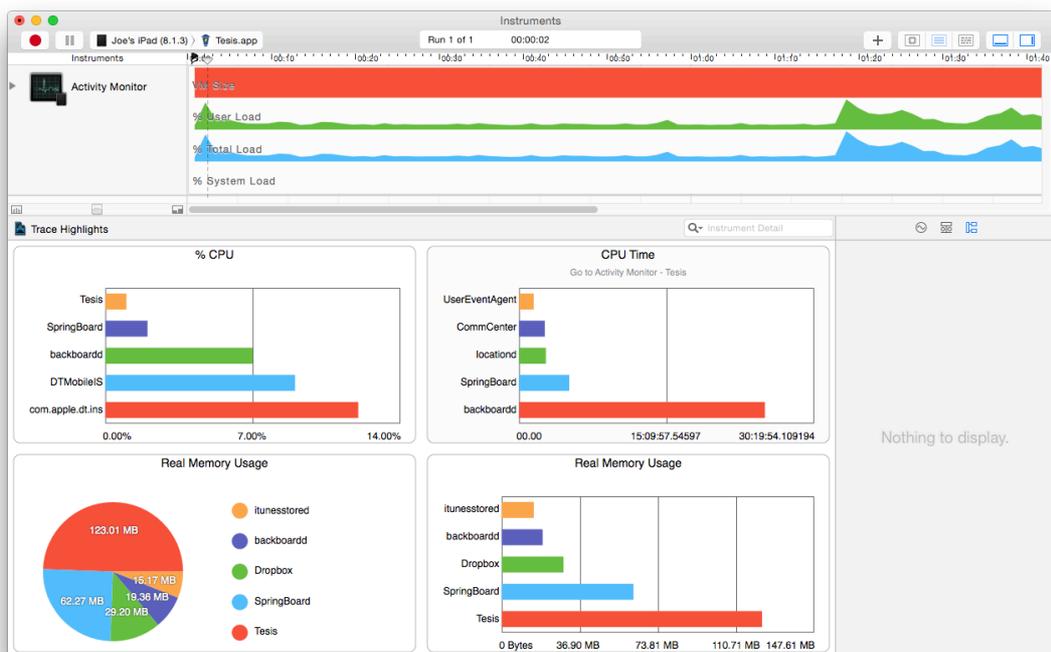


Figura 4, 35 Dashboard de pruebas de rendimiento de XCode<sup>63</sup>

Se puede observar que durante el uso de la aplicación REDIS la mayor cantidad de recursos tanto de CPU como de memoria la ocupa esta

<sup>63</sup> Fuente: El Autor

aplicación, esto se debe a la interacción que tiene con servicios web propios del funcionamiento y otros asociados como los servicios de mapas.

A continuación se puede observar un cuadro de consumo de recursos de CPU conforme la aplicación fue utilizada en el orden antes mencionado, aquí resaltan 6 picos característicos que corresponden a cada acción de la lista de acciones de prueba, el mas notorio corresponde al inicio de sesión, esto ocurre de esta manera por los niveles de seguridad y encriptación de datos transmitidos hacia los servicios web.

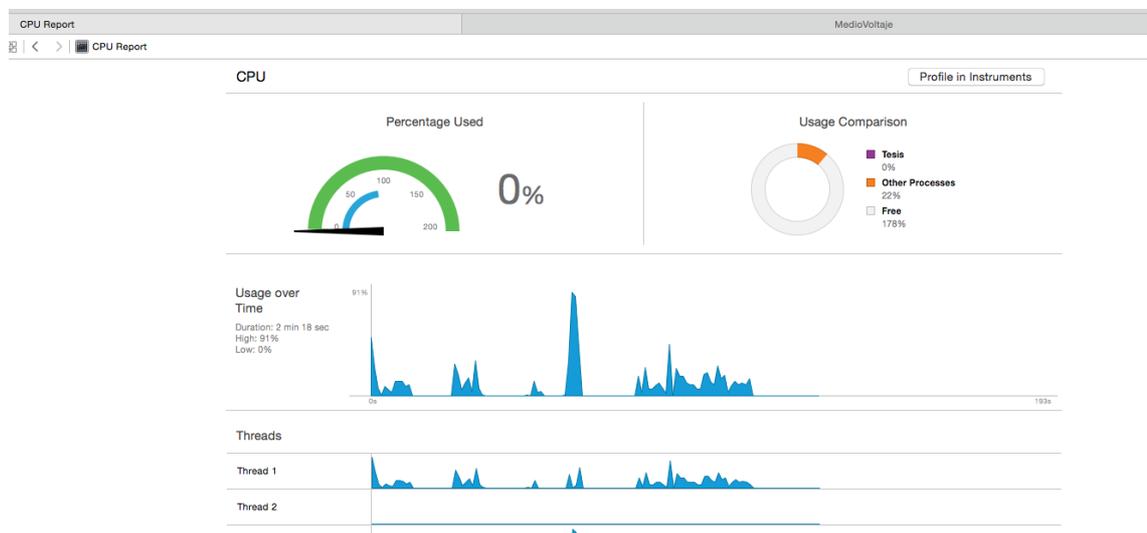


Figura 4, 36 Resultados de rendimiento de CPU al uso de REDIS<sup>64</sup>

En el cuadro a continuación observamos que la aplicación REDIS hace uso de una cantidad reducida de memoria para efectuar sus procesos planteados de prueba con respecto a las otras tareas que se encuentran ejecutándose en el dispositivo.

El consumo de memoria de la aplicación llegó a 18.5 MB en el pico de uso de REDIS.

<sup>64</sup> Fuente: El Autor

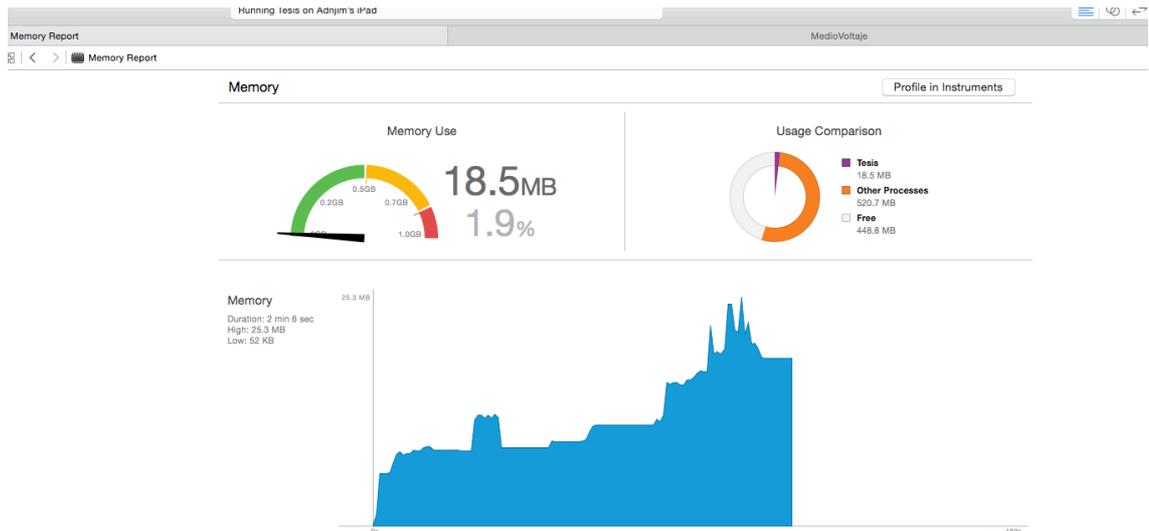


Figura 4, 37 Consumo de memoria de aplicación REDIS<sup>65</sup>

## 4.9 Análisis Económico

Sin duda que durante todo el proceso de desarrollo de esta solución tecnológica se incurrieron en muchos gastos asociados a los recursos que se utilizaron, que sumados al tiempo invertido nos permiten aproximar el costo de desarrollo de toda esta herramienta. Esto tiene la finalidad de ajustar posibles precios de cobro por la herramienta y considerar posibles modelos de negocio para explotar de mejor manera esta plataforma y que llegue a las manos de muchos ingenieros eléctricos.

### 4.9.1 Estimación de Costos

A continuación se muestra una tabla donde se compendian los recursos utilizados y su equivalencia económica para el desarrollo e implementación de la aplicación de diseño de redes eléctricas REDIS. Aquí se consideran rubros de recursos humanos como programador y diseñador, habiendo sido realizado por el Autor pero estos se han ajustado para mostrar un valor de

<sup>65</sup> Fuente: El Autor

desarrollo mas apegado a la realidad de la industria de desarrollo de software del país.

<b>Recurso</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Total</b>
Control de Repositorios www.github.com	7.00 / Mes	4	28.00
Licencia de desarrollo Apple Developer	99.00 / Año	1	99.00
Desarrollador de Software	500.00 / Mes	3	1500.00
Diseñador Gráfico	340.00 / Mes	2	680.00
Internet	40.00 / Mes	6	240.00
Computador Portátil	500.00 / All	1	500.00
Tablet iPad	200.00 / All	1	200.00
Recursos Varios	500.00 / All	1	500.00
<b>TOTAL</b>		<b>USD</b>	<b>\$ 3747.00</b>

**Tabla 4, 2 Costos asociados al desarrollo de REDIS<sup>66</sup>**

Se observa que los existen costos de carácter mensual y otros de carácter anual, a los costos mensuales se les conoce como Gastos Operativos GO y suman \$895.00 USD, este monto nos ayudará a determinar el posible precio a cobrar por el software dependiendo del modelo de negocio.

Estos montos, como se mencionó, son aproximados y no contemplan los costos que se tendrán que asumir si la aplicación alguna vez es publicada en una de las tiendas virtuales, estos dependen de la cantidad de usuarios que hayan usado la aplicación en el último período de 30 días y la cantidad de tiempo que lo han realizado. Estos rubros tienen el concepto de hospedaje de servidores y llamados a servicios web, esto puede ser

---

<sup>66</sup> Fuente: El Autor

implementado utilizando los servicios *Amazon Web Services AWS* de *cloud computing* de la empresa Amazon<sup>67</sup>.

#### 4.9.2 Modelo de Negocios

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad los sistemas informáticos que tienen como base de funcionamiento el internet basan su modelo de negocio en el modelo SaaS *Software as a Service*, esto significa que se cobra un monto periódicamente por el uso del software o plataforma a manera de suscripción.

Considerando que el costo de desarrollo de la solución es de \$ 3747.00 USD y que los Gastos Operativos mensuales son de \$ 895.00 USD, también que es una solución informática susceptible de mejoras, se determina que se tenga que manejar un proceso de mejora continua y actualización por el lapso de un año.

Comúnmente los servicios que funcionan bajo la modalidad de *Software as a Service* cobran a sus usuarios de acuerdo al número de usuarios que estará utilizando la solución por cada organización. Los valores típicos de uso del sistema oscila entre los 30 y 100 dólares americanos por cada mes de uso.

Para un software que se encuentra en versiones de prototipo y de validación de proyecto pero que ofrece los niveles de funcionalidad empleada en esta tesis puede ser de \$ 30 USD. Bajo el panorama de que se unan 4 ingenieros al uso del software cada mes hasta llegar a 48 usuarios al final del primer año. Esta base de usuarios permitirían recuperar la inversión realizada para desarrollar la aplicación REDIS así como mantener un equipo encargado de mejorar continuamente el producto durante un año e implementar nuevas funcionalidades. A continuación una tabla que resume esto:

---

<sup>67</sup> <http://aws.amazon.com>

	<b>Usuario</b>	<b>Ingreso</b>
ENERO	4	\$120.00
FEBRERO	8	\$240.00
MARZO	12	\$360.00
ABRIL	16	\$480.00
MAYO	20	\$600.00
JUNIO	24	\$720.00
JULIO	28	\$840.00
AGOSTO	32	\$960.00
SEPTIEMBRE	36	\$1,080.00
OCTUBRE	40	\$1,200.00
NOVIEMBRE	44	\$1,320.00
DICIEMBRE	48	\$1,440.00
	<b>TOTAL AÑO</b>	<b>\$9,360.00</b>

**Tabla 4, 3 Proyección de venta de REDIS como SaaS<sup>68</sup>**

Con estos posibles datos de generación de ingresos por concepto de arrendamiento del uso del software de diseño de redes de distribución de energía eléctrica a lo largo de un año, al igual que con el uso de los datos de gastos operativos y costos variables de la tabla 4,2 podemos armar un posible cuadro de flujo de caja en el tiempo de análisis de 5 años y un incremento de ventas de 10% anual.

En este ejercicio también se considera las utilidades correspondientes a los egresos por concepto de salarios y el impuesto a la renta vigente de 23% para el cálculo de este flujo de caja. Con este resultado podemos calcular la tasa interna de retorno TIR y el valor actual neto VAN, resultados que nos permiten evaluar la rentabilidad de esta actividad económica.

En la tabla a continuación se muestra los resultados de esta simulación:

---

<sup>68</sup> Fuente: El Autor

Flujo de Caja Anual Sin Financiamiento

Detalle	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO5
<b>Inversión</b>	<b>\$3,747.00</b>					
Inversión Fija	\$700.00					
Inversión Diferida	\$0.00					
Capital de Operación	\$0.00					
<b>Ingresos</b>		<b>\$9,360.00</b>	<b>\$10,296.00</b>	<b>\$11,325.60</b>	<b>\$12,458.16</b>	<b>\$13,703.98</b>
<b>Egresos</b>		<b>\$10,306.00</b>	<b>\$10,620.00</b>	<b>\$10,943.70</b>	<b>\$11,277.40</b>	<b>\$11,621.42</b>
Gastos de Promoción	\$10.00	\$10.30	\$10.61	\$10.93	\$11.26	
Gastos Administrativos	\$100.00	\$105.00	\$110.25	\$115.76	\$121.55	
Salarios	\$10,080.00	\$10,382.40	\$10,693.87	\$11,014.69	\$11,345.13	
Materia Prima	\$10.00	\$11.00	\$12.10	\$13.31	\$14.64	
Gastos por Permisos	\$106.00	\$111.30	\$116.87	\$122.71	\$128.84	
<b>Flujo Operacional</b>		<b>-\$946.00</b>	<b>-\$324.00</b>	<b>\$381.90</b>	<b>\$1,180.76</b>	<b>\$2,082.56</b>
(-) Depreciaciones		\$4,455.67	\$4,224.67	\$2,899.67	\$2,573.00	\$2,573.00
<b>Flujo No Operacional</b>		<b>\$4,455.67</b>	<b>\$4,224.67</b>	<b>\$2,899.67</b>	<b>\$2,573.00</b>	<b>\$2,573.00</b>
<b>UAI</b>		<b>-\$5,401.67</b>	<b>-\$4,548.67</b>	<b>-\$2,517.76</b>	<b>-\$1,392.24</b>	<b>-\$490.44</b>
Participación Trabajadores		-\$810.25	-\$682.30	-\$377.66	-\$208.84	-\$73.57
Impuesto a la Renta		-\$1,242.38	-\$1,046.19	-\$579.09	-\$320.21	-\$112.80
<b>Utilidad Neta</b>		<b>-\$3,349.03</b>	<b>-\$2,820.17</b>	<b>-\$1,561.01</b>	<b>-\$863.19</b>	<b>-\$304.07</b>
(+) Depreciaciones		\$4,455.67	\$4,224.67	\$2,899.67	\$2,573.00	\$2,573.00
<b>FLUJO NETO DE EFECTIVO</b>	<b>-\$3,747.00</b>	<b>\$1,106.63</b>	<b>\$1,404.49</b>	<b>\$1,338.65</b>	<b>\$1,709.81</b>	<b>\$2,268.93</b>

TMAR	25%
TIR	27%
VAN	\$166.39

Tabla 4, 3 Flujo de caja para aplicación REDIS<sup>69</sup>

Los resultado de esta simulación con los datos estimados anteriormente nos muestra que la tasa interna de retorno TIR calculada para una tasa mínima aceptable de retorno TMAR de 25% es de: TIR = 27%, observamos por este cálculo que el TIR supera ligeramente al TMAR por lo que esto nos indica que la inversión puede ser aceptada.

Así mismo el valor actual neto VAN calculado es de \$ 166, este resultado de acuerdo a la teoría económica nos indica que la inversión realizada produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida TMAR.

<sup>69</sup> Fuente: El Autor.

# CAPÍTULO V

## Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

En el Ecuador, históricamente ha existido una desatención al sector eléctrico. Todos los actores de este sector, Generación, Transmisión y Distribución al no estar articulados coherentemente, causado principalmente por la coyuntura política de las últimas décadas, han sufrido un deterioro grave que llevó al país a una situación insostenible donde las pérdidas en la distribución originada por las malas administraciones de las empresas distribuidoras se reflejaba en los pocos o nulos recursos devueltos a las empresas generadoras, estas no pudieron mantener si quiera sus operaciones ni mucho menos innovar o crecer.

En este último proceso político en que se encuentra el país, las autoridades gubernamentales y de las agencias de control y regulación energética han planteado un proyecto central para el país al que denominaron: “Cambio de la matriz energética” en donde, entre otras decisiones tomadas se encuentra la de la construcción simultanea, actualmente en proceso, de ocho grandes plantas de generación hidroeléctrica que llevarán al país a tener una dependencia de más del 90% de generación con esta fuente renovable hidráulica. Esto, sumado al plan masivo de implementación y uso de cocinas de efecto de inducción electromagnética sin duda están ya presentando nuevos valores de demanda energética por parte de los usuarios, esto obliga a que las diferentes empresas de distribución tomen medidas y planifiquen la expansión de sus redes, estas medidas y planificación vienen dictadas por los máximos órganos de regulación eléctrica del país, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) y el Consejo Nacional de Electrificación (CONELEC).

Actualmente se encuentra vigente la homologación de unidades de propiedad y unidades de construcción de los sistemas de distribución de energía eléctrica, esto sido preparada entre el MEER, delegados del CONELEC y las diferentes empresas distribuidoras del país. Estas normas reemplazan cualquier proceso de diseño y aprobación de estudios de construcción de redes secundarias de distribución eléctrica, mismos que fueron diferentes en las empresas distribuidoras, sin embargo, para la elaboración de estas normas se utilizaron los procedimientos de las empresas eléctricas de Quito y Regional Centro Sur por su buen desempeño, en el capítulo tres de este trabajo se presenta el procedimiento que se venia llevando a cabo en la empresa eléctrica Regional Centro Sur.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) tienen una alta acogida en usuarios de todas la edades y de todas las exigencias, en la industria esto no ha sido ajeno, cada día son mas las empresas que adoptan alguna TIC para mejorar sus procesos internos y crecer el negocio. Esta convergencia de tecnologías y procesos debe ser adoptada más ágilmente por las empresas distribuidoras de electricidad y en general todo el sistema nacional de electricidad.

Del desarrollo de esta herramienta informática se observa la necesidad de que los desarrollos de soluciones informáticas, basado en gran medida a la prueba y el error, deban ser puestas en consideración de usuarios desde las primeras etapas del desarrollo e ir construyendo la solución en conjunto con las personas o profesionales que la necesitan.

## **5.2 Recomendaciones**

Del resultado de la investigación preliminar para la construcción de la aplicación, se recomienda a las empresas distribuidoras y al ministerio de electricidad que se realicen campañas de difusión de las nuevas normativas y homologaciones, esto debido al gran desconocimiento que existe entre los profesionales de la rama eléctrica.

De igual manera se recomienda a las instituciones y autoridades de educación superior revisar los pliegos académicos de las carreras afines a la ingeniería eléctrica para que se ajuste y oferten sus contenidos de acuerdo a estas últimas reglamentaciones.

Para que se pueda aprovechar al máximo las características tecnológicas de los dispositivos de información y comunicación es necesario una mejor y mayor penetración de conexiones inalámbricas de internet, como el despliegue de redes de cuarta generación en una mayor cobertura.

La industria del desarrollo del software puede crear y generar mucho valor para los diferentes aspectos de la humanidad, esto es así porque el software es creado por grupos de profesionales multidisciplinarios que aportan a la construcción de estas herramientas. Incluso en la escala de este trabajo de tesis se recomienda formar equipos multidisciplinarios para obtener mejores resultados y más rápidos.

## BIBLIOGRAFÍA

Asamblea Constituyente del Ecuador. (2010). *Les del Sistema Ecuatoriano de la Calidad*. Quito, Ecuador.

Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Mandato Constituyente No. 15*. Ciudad Alfaro, Ecuador: República del Ecuador.

Cevallos, L. (2009). *Diseño de media tensión baja tensión y alumbrado público para la remodelación del sector Caupicho 2*. (B. Santos, Ed.) Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Consejo Nacional de Electricidad. (2009). *Plan De Expansión de la Distribución 2009 - 2020*. Quito.

Consejo Nacional de Electricidad. (2013). *Plan Maestro de Electrificación 2102 - 2021*. Quito.

Empresa Eléctrica Quito S.A. (2009). *Normas para sistemas de distribución "Guía para Diseño"*. Quito, Ecuador: EEQ.

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Control. (2013). *Transporte y distribución de energía eléctrica*. España: Adenda.

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control. (2013). *Transporte y distribución de energía eléctrica*. España: Adenda.

Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México. *Manual de Estudios y Proyectos para Desarrollos Industriales* (Vol. III). México DF, México: Instituto Nacional de Ecología.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2009). *Convenio de cooperación interinstitucional para el fortalecimiento del sector de la distribución eléctrica*. Quito, Ecuador: MEER.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2011). *Homologación de las unidades de propiedad UP y unidades de construcción UC del sistema de distribución eléctrica*. (C. d. Homologación, Ed.) Quito, Ecuador: MEER.

Pérez, P. A. (2001). *Transformadores de Distribución: Teoría, cálculo, construcción y pruebas* (Segunda Edición ed.). México DF, México: Revereté Ediciones, S.A.

Sánchez, W., & Morales, K. (2000). *Identificación y control de pérdidas de energía en el sistema de distribución secundaria*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Ramírez, S. (2004). *Redes de Distribución de Energía*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Rivera, J. R. (2013). *Eficiencia eléctrica en alimentadores primarios de distribución de la empresa eléctrica regional centro sur c.a. - Ecuador*. (M. E. Chérrez, Ed.) Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.



# **ANEXOS**

## ANEXO I

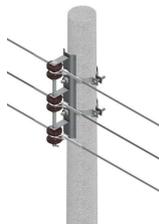
### Identificadores Nematécnicos

#### Grupo: EStructuras en redes aéreas de distribución (ES)

<b>PRIMER CAMPO</b>	ES
<b>SEGUNDO CAMPO</b>	Nivel de Voltaje de Operación
<b>TERCER CAMPO</b>	Número de fases o Vías
Medio Voltaje	1 -> Una fase
	2 -> Dos fases
	3 -> Tres fases
Bajo Voltaje	1 -> Una vía
	2 -> Dos vías
	3 -> Tres vías
	4 -> Cuatro vías
	5 -> Cinco vías
<b>CUARTO CAMPO</b>	Disposición
<b>C</b>	<b>Centrada</b>
<b>S</b>	<b>Semicentrada</b>
<b>V</b>	<b>En Volado</b>
<b>L</b>	<b>Line post</b>
<b>H</b>	<b>H en dos postes</b>
<b>T</b>	<b>Tres postes</b>
<b>N</b>	<b>Neutro alineado en cruceta centrada</b>
<b>B</b>	<b>Bandera</b>
<b>P</b>	<b>Preensamblado</b>
<b>E</b>	<b>Vertical</b>
<b>O</b>	<b>Vertical en Volado</b>
<b>QUINTO CAMPO</b>	Función
Medio Voltaje	<b>P -&gt; Pasante o tangente</b>
	<b>A -&gt; Angular</b>
	<b>R -&gt; Retención o terminal</b>
	<b>D -&gt; Doble retención o doble terminal</b>

Bajo Voltaje	<b>P</b> -> <b>P</b> asante, tangente o Angular
	<b>R</b> -> <b>R</b> etención o terminal
	<b>D</b> -> <b>D</b> oble retención o doble terminal
<p>Bajo Voltaje</p> <p>En redes de bajo voltaje con cable preensamblado se adiciona un carácter numérico que define el número de conductores, dependiendo del sistema (monofásico o trifásico) y el uso de hilo piloto.</p>	<b>3</b> -> Con <b>3</b> conductores
	<b>4</b> -> Con <b>4</b> conductores
	<b>5</b> -> Con <b>5</b> conductores

**Ejemplos:**

Estructura para redes aéreas de distribución a 13,8 kV GRDy/7,96 kV, tres fases, centrada, pasante o tangente	
<b>EST-3CP</b>	
Estructura para redes aéreas de distribución a 220/127 V, tres vías, vertical, pasante o tangente	
<b>ESD-3EP</b>	

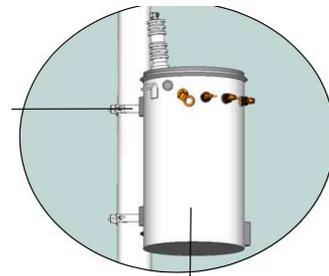
**Grupo: Transformadores en redes de distribución (TR)**

<b>PRIMER CAMPO</b>	TR
<b>SEGUNDO CAMPO</b>	Nivel de Voltaje de Operación
<b>TERCER CAMPO</b>	Número de fases
Medio Voltaje	<b>1</b> -> Una fase (monofásico)
	<b>2</b> -> Dos fases
	<b>3</b> -> Tres fases (trifásico)
<b>CUARTO CAMPO</b>	Disposición
<b>C</b>	Convencional para instalación exterior (en poste)
<b>O</b>	Convencional para instalación interior (en cabina o cámara)
<b>A</b>	Autoprotegido para instalación exterior (en poste)
<b>U</b>	Autoprotegido para instalación interior (en cabina o cámara)
<b>B</b>	Banco de 2 transformadores tipo convencional, conexión Y abierta, Delta, para instalación exterior (en poste)
<b>N</b>	Banco de 3 transformadores tipo convencional, conexión Delta, Y, para instalación exterior (en poste)
<b>V</b>	Banco de 2 transformadores tipo convencional, conexión Y abierta, Delta, para instalación interior (en cabina o cámara)
<b>I</b>	Banco de 3 transformadores tipo convencional, conexión Delta, Y, para instalación interior (en cabina o cámara)
<b>P</b>	Pedestal o padmounted tipo convencional para instalación exterior o interior
<b>E</b>	Pedestal o padmounted tipo autoprotegido para instalación exterior o interior
<b>S</b>	Sumergible para instalación interior (en cabina o cámara)
<b>QUINTO CAMPO</b>	Función (Capacidad Nominal del Transformador)
3, 5, 10, 15, 25, 30, 37.5, 45, 50, 75, 100, 112.5, 125, 150, 167, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 750, 100	

**Ejemplos:**

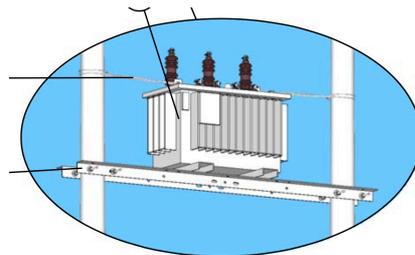
Transformador para un sistema de 13,8 kV GRDy/7,96 kV, monofásico autoprotegido para instalación en poste de 37,5 kVA

**TRT-1A37,5**



Transformador para un sistema de 22,8 kV GRDy/13,2 kV, trifásico, convencional instalado en dos postes o en plataforma, de 112,5 kVA

**TRV-3C112,5**

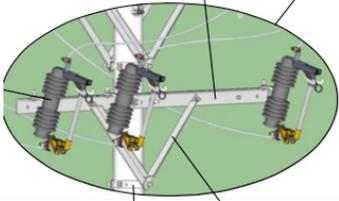
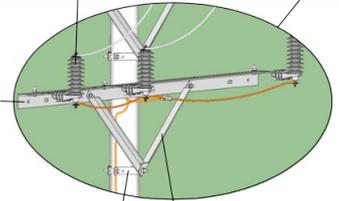


**Grupo: Seccionamiento y Protección en redes aéreas de distribución (SP)**

<b>PRIMER CAMPO</b>	SP
<b>SEGUNDO CAMPO</b>	Nivel de Voltaje de Operación
<b>TERCER CAMPO</b>	Número de fases
Medio Voltaje	<b>1</b> -> Una fase
	<b>2</b> -> Dos fases
	<b>3</b> -> Tres fases
<b>CUARTO CAMPO</b>	Tipo
<b>S</b>	Seccionador fusible unipolar tipo abierto.
<b>E</b>	Seccionador fusible unipolar tipo abierto con dispositivo rompearco.
<b>C</b>	Seccionador de cuchilla o de barra unipolar.
<b>O</b>	Seccionador de cuchilla o de barra unipolar con dispositivo rompearco.
<b>A</b>	Seccionador tripolar para operación con carga u operado en grupo.
<b>N</b>	Seccionador tripolar para operación con carga u operado en grupo con dispositivo rompearco.
<b>D</b>	Seccionador fusible unipolar cerrado.
<b>G</b>	Seccionamiento con Grapa de derivación en caliente.
<b>U</b>	Seccionamiento con conector para red desnuda.
<b>L</b>	Seccionamiento con conector para red aislada.
<b>F</b>	Seccionamiento con Fusibles
<b>P</b>	Descargador o Pararrayos.
<b>I</b>	Interruptor de apertura con carga.

<b>R</b>	<b>Reconectador.</b>
<b>QUINTO CAMPO</b>	Especificaciones técnicas
Nivel Básico de Aislamiento BIL	<b>75 = 75KV</b>
	<b>95 = 95KV</b>
	<b>125 = 125KV</b>
	<b>150 = 150KV</b>
Conexión del Seccionador	<b>R</b> -> Conexión de entrada y salida a la <b>Red</b> de distribución
	<b>E</b> -> Conexión de salida a <b>Equipo</b> en 1 poste
	<b>Q</b> -> Conexión de salida a <b>Equipo</b> en 2 postes

### Ejemplos:

Seccionamiento y protección en redes de distribución 13,8 kV GRDy/7,96 kV, para tres fases con seccionador fusible unipolar tipo abierto, capacidad 100 A, BIL 125 kV, conexión de entrada y salida a la red de distribución	
<b>SPT-3S100_125R</b>	
Seccionamiento y protección en redes de distribución 13,8 kV GRDy/ 7,96 kV, para tres fases con descargador o pararrayos tipo polimérico de óxido de Zn con módulo de desconexión, voltaje máximo de servicio 10 kV, con un BIL de 125 kV: <b>SPT-3P10_125R</b>	
<b>SPT-3P10_125R</b>	

**Grupo: Equipos de Compensación en redes aéreas de distribución. (EC)**

<b>PRIMER CAMPO</b>	SP
<b>SEGUNDO CAMPO</b>	Nivel de Voltaje de Operación
<b>TERCER CAMPO</b>	Número de fases
Medio Voltaje	<b>1</b> -> Una fase
	<b>2</b> -> Dos fases
	<b>3</b> -> Tres fases
<b>CUARTO CAMPO</b>	Tipo
<b>C</b>	<b>C</b> apacitor fijo
<b>A</b>	<b>C</b> apacitor automático
<b>R</b>	<b>R</b> egulador de voltaje de bobina fija
<b>E</b>	<b>R</b> egulador de voltaje de bobina múltiple
<b>QUINTO CAMPO</b>	Especificaciones técnicas
Tipo de control	<b>M</b> = Manual Control
	<b>E</b> = Electrónico Control

**Ejemplos:**

Equipo de compensación en redes de distribución 13,8 kV GRDy/ 7,96 kV, para 3 fases con banco de capacitores fijos de 300 kVAR
<b>ECT-3C300</b>
Equipo de compensación en redes de distribución 13,8 kV GRDy / 7,96 kV, para una fase con regulador de voltaje de 100 kVA, con control manual
<b>ECT-1RM100</b>

**Grupo: POstes en redes de distribución.**

<b>PRIMER CAMPO</b>	PO
<b>SEGUNDO CAMPO</b>	No aplica
<b>TERCER CAMPO</b>	No aplica
<b>CUARTO CAMPO</b>	Tipo
<b>H</b>	<b>Hormigón armado</b>
<b>P</b>	<b>Plástico reforzado con fibra de vidrio</b>
<b>M</b>	<b>Madera</b>
<b>E</b>	<b>MEtálico</b>
<b>QUINTO CAMPO</b>	Especificaciones técnicas
<b>C</b>	<b>Circular</b>
<b>R</b>	<b>Rectangular</b>
<b>H</b>	<b>Forma H</b>
<b>T</b>	<b>Torre</b>
<b>O</b>	<b>Ornamental</b>

**Ejemplos:**

Poste en redes de distribución de hormigón armado, tipo circular de 10 m y carga de rotura 400 kg

**PO0-0HC10\_400**

**Grupo: C**Onductores en redes de distribución. (CO)

<b>PRIMER CAMPO</b>	CO			
<b>SEGUNDO CAMPO</b>	No aplica			
<b>TERCER CAMPO</b>	No aplica			
<b>CUARTO CAMPO</b>	Tipo			
<b>A</b>	ASC o AAC			
<b>B</b>	ACSR			
<b>C</b>	AAC 5005			
<b>D</b>	AAAC 6201			
<b>G</b>	CU DESNUDO			
<b>I</b>	TW Aluminio			
<b>J</b>	MULTIPLEX Aluminio			
<b>N</b>	MULTICONDUCTOR			
<b>O</b>	TW Cobre			
<b>P</b>	TTU Cobre			
<b>Q</b>	THHN Cobre			
<b>T</b>	Preensamblado portante AAAC			
<b>U</b>	Preensamblado portante ACSR			
<b>V</b>	Conductores aislados de medio voltaje			
<b>Y</b>	Conductores aislados de medio voltaje Cobre			
<b>Z</b>	Conductores aislados de medio voltaje Aluminio			
<b>E</b>	Conductores aislados de medio voltaje clase 25KV			
<b>X</b>	Concéntrico de Aluminio			
<b>QUINTO CAMPO</b>	Especificaciones Técnicas			
Calibres	AWG		MCM	Mm <sup>2</sup>
	8	1/0	250	35
	6	2/0	266,8	50
	4	3/0	300	70

**Ejemplos:**

Conductor pre ensamblado portante AAAC, 3 x 50 mm<sup>2</sup> + 1 x 50 mm<sup>2</sup>

**CO0-0T3x50(50)**

**Grupo: MEdidores en redes de distribución.**

<b>PRIMER CAMPO</b>	CO			
<b>SEGUNDO CAMPO</b>	No aplica			
<b>TERCER CAMPO</b>	No aplica			
<b>CUARTO CAMPO</b>	Tipo			
<b>A</b>	ASC o AAC			
<b>B</b>	ACSR			
<b>C</b>	AAC 5005			
<b>D</b>	AAAC 6201			
<b>G</b>	CU DESNUDO			
<b>I</b>	TW Aluminio			
<b>J</b>	MULTIPLEX Aluminio			
<b>N</b>	MULTICONDUCTOR			
<b>O</b>	TW Cobre			
<b>P</b>	TTU Cobre			
<b>Q</b>	THHN Cobre			
<b>T</b>	Preensamblado portante AAAC			
<b>U</b>	Preensamblado portante ACSR			
<b>V</b>	Conductores aislados de medio voltaje			
<b>Y</b>	Conductores aislados de medio voltaje Cobre			
<b>Z</b>	Conductores aislados de medio voltaje Aluminio			
<b>E</b>	Conductores aislados de medio voltaje clase 25KV			
<b>X</b>	Concéntrico de Aluminio			
<b>QUINTO CAMPO</b>	Especificaciones Técnicas			
Calibres	AWG		MCM	Mm <sup>2</sup>
	8	1/0	250	35
	6	2/0	266,8	50
	4	3/0	300	70

**Ejemplos:**

Conductor pre ensamblado portante AAAC, 3 x 50 mm<sup>2</sup> + 1 x 50 mm<sup>2</sup>

**CO0-0T3x50(50)**

## ANEXO II

### Modelo de Diseños aprobados

*DE LA CONSTRUCTORA ORELLANA-PEREZ*

#### MEMORIA TECNICO- DESCRIPTIVA

##### **1. ANTECEDENTES:**

La urbanización de propiedad de la CONSTRUCTORA ORELLANA-PEREZ, se encuentra ubicada en Ayaloma, sector Cinco Esquinas, perteneciente a la parroquia Gualaceo del cantón Gualaceo. (Ver ubicación en el plano).

Con el objeto de emprender con la aprobación del proyecto eléctrico de la Lotización, se ha emprendido por parte de los propietarios, la elaboración del diseño de las redes eléctricas correspondientes.

El área de la lotización con las vías de estudio propuestas es de 12508.75 m<sup>2</sup> y el área específica de los lotes es de: 9783.65 m<sup>2</sup>, la misma que contiene 61 lotes.

##### **2. OBJETIVO:**

El presente trabajo tiene como objeto dotar de energía eléctrica a 61 lotes de la Lotización descrita.

Dentro de este trabajo se incluyen los diseños de la Red de Alta Tensión, Estaciones de Transformación, Red de Baja Tensión y Alumbrado Público.

Además, se elabora el listado de los materiales y rubros de mano de obra a emplearse en la construcción de las redes.

##### **3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO:**

Para determinar la demanda eléctrica requerida, se ha tenido presente las consideraciones y tablas establecidas para el efecto por la E.E.R.C.S.C.A.

###### **3.1 DEMANDA DE CARGA:**

Según el área de los lotes (comprendidas entre 100 y 200m<sup>2</sup>), éstos se han clasificado dentro de la Categoría "D", cuyo valor de demanda unitaria es de 1,36 KVA, proyectado para un periodo de 10 años, conforme se establece en el procedimiento para el cálculo de la demanda emitido por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

###### **3.2 NIVEL DE TENSION:**

- En Media Tensión: 12.7 KV.

Memoria Técnica



**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C. A.  
DIRECCION DE DISTRIBUCION  
DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCION ZONA 1**

Anexo A

Versión Julio 2008  
DMP /

**RESUMEN DE REPLANTEO**

SECTOR:  CANTÓN:  PARROQUIA:  PROVINCIA:  Tipo de obra: **Electrificación Nueva**

Alimentador: 0521 Cliente tipo: **G** DMUp: 0.84 KVA Distancia en Km.: 115  
 Número de clientes: Actuales: 30 Nuevos: 25 Total: 55 Factor Distancia: **1.2875**

**SISTEMA EXISTENTE**

Número de transformadores: **2** Potencia Total [KVA]: **25**

	Número	KVA	N° Fases	ΔV máx.	N° clientes	Sección de arranque	N° poste de arranque
T-1	14914	15	1F		18	P36	
T-2	5038	10	1F		12	P139e	

Luminarias: Potencia Total [W]:

Mercurio S/F	Mercurio C/F	Sodio S/F	Sodio C/F
175 w abie.: 175 w:	175 w abie.: 175 w:	70 w:	70 w:
250 w:	250 w:	100 w:	100 w:
400 w:	400 w:	150 w:	150 w:
		250 w:	250 w:
		400 w:	400 w:

**SISTEMA PROYECTADO**

Número de transformadores: **8** Potencia Total [KVA]: **40.0** N° de clientes **OJO!! No coincide el N° de clientes actuales**

	KVA	N° Fases	ΔV máx.	Actuales	Nuevos
T-1	5	1F	4.85		4
T-2	5	1F	7.23		2
T-3	5	1F	2.61		2
T-4	5	1F	5.34		4
T-5	5	1F	2.45		3
T-6	5	1F	3.77		4
T-7	5	1F	2.42		2
T-8	5	1F	2.81		4

**Plantilla de Excel para ingreso de datos iniciales**

**EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C. A.  
DIRECCION DE DISTRIBUCION  
DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCION ZONA 1**

Anexo B

Hoja 1 de 2

Versión 05: Julio-08

**CALCULO DE CAIDA DE TENSION (B.T. Existente)**

LOCALIDAD:

TIPO DE OBRA:  Electrificación Nueva

Tipo de Conductor:  **ACSR** Red de B.T.:  **1F**

CATEGORIA:  **G** REF. TRANSFORMADOR T-1: **14914**  
 N° Total Abon.:  **18** Diseñado por:  **ING. FREDDY CAMPOVERDE** VOLTAJE SECUNDARIO: **240 / 120 V**  
 A.P. Total [w]:  Fecha:  **27-Feb-15** POT. NOMINAL (KVA): **15**

ESQUEMA: **Remitirse al plano de redes existentes**  El transformador está en el poste:

TRAMO	Longit. [m]	N° ABON.	Al.Púb. (W)	CARGA [kva]	CONDUCTOR			kva x m	CAIDA DE TENSION		
					N° fases	AWG	F.D.V.		PARCIAL	ACUM.	MAXIMOS
Inicio	Fin										

**Plantilla de Excel para ingreso de datos de diseño para cálculo de caída de tensión.**

## ANEXO III

### Características de tablets iPad

Capacidad, conectividad y precio:



iPad Air 2

[Learn more >](#)

[Buy Now](#)



iPad Air

[Learn more >](#)

[Buy Now](#)



iPad mini 3

[Learn more >](#)

[Buy Now](#)



iPad mini 2

[Learn more >](#)

[Buy Now](#)



iPad mini

[Learn more >](#)

[Buy Now](#)

#### Capacity and Price<sup>2</sup>

<b>Wi-Fi:</b>	<b>Wi-Fi:</b>	<b>Wi-Fi:</b>	<b>Wi-Fi:</b>	<b>Wi-Fi:</b>
16GB \$499	16GB \$399	16GB \$399	16GB \$299	16GB \$249
64GB \$599	32GB \$449	64GB \$499	32GB \$349	
128GB \$699		128GB \$599		
<b>Wi-Fi + Cellular:</b>				
16GB \$629	16GB \$529	16GB \$529	16GB \$429	16GB \$379
64GB \$729	32GB \$579	64GB \$629	32GB \$479	
128GB \$829		128GB \$729		

## Display y dimensiones:

### Display

Retina display	Retina display	Retina display	Retina display	—
9.7-inch (diagonal) LED-backlit Multi-Touch display with IPS technology	9.7-inch (diagonal) LED-backlit Multi-Touch display with IPS technology	7.9-inch (diagonal) LED-backlit Multi-Touch display with IPS technology	7.9-inch (diagonal) LED-backlit Multi-Touch display with IPS technology	7.9-inch (diagonal) LED-backlit Multi-Touch display with IPS technology
2048-by-1536 resolution at 264 pixels per inch (ppi)	2048-by-1536 resolution at 264 pixels per inch (ppi)	2048-by-1536 resolution at 326 pixels per inch (ppi)	2048-by-1536 resolution at 326 pixels per inch (ppi)	1024-by-768 resolution at 163 pixels per inch (ppi)
Fingerprint-resistant oleophobic coating				
Fully laminated display	—	—	—	—
Antireflective coating	—	—	—	—

### Dimensions<sup>3</sup>

<b>Height:</b> 9.4 inches (240 mm)	<b>Height:</b> 9.4 inches (240 mm)	<b>Height:</b> 7.87 inches (200 mm)	<b>Height:</b> 7.87 inches (200 mm)	<b>Height:</b> 7.87 inches (200 mm)
<b>Width:</b> 6.6 inches (169.5 mm)	<b>Width:</b> 6.6 inches (169.5 mm)	<b>Width:</b> 5.3 inches (134.7 mm)	<b>Width:</b> 5.3 inches (134.7 mm)	<b>Width:</b> 5.3 inches (134.7 mm)
<b>Depth:</b> 0.24 inch (6.1 mm)	<b>Depth:</b> 0.29 inch (7.5 mm)	<b>Depth:</b> 0.29 inch (7.5 mm)	<b>Depth:</b> 0.29 inch (7.5 mm)	<b>Depth:</b> 0.28 inch (7.2 mm)

## Peso, Chipset y Touch Id:

### Weight<sup>3</sup>

<p><b>Wi-Fi:</b> 0.96 pound (437 g)</p> <p><b>Wi-Fi + Cellular:</b> 0.98 pound (444 g)</p>	<p><b>Wi-Fi:</b> 1 pound (469 g)</p> <p><b>Wi-Fi + Cellular:</b> 1.05 pounds (478 g)</p>	<p><b>Wi-Fi:</b> 0.73 pound (331 g)</p> <p><b>Wi-Fi + Cellular:</b> 0.75 pound (341 g)</p>	<p><b>Wi-Fi:</b> 0.73 pound (331 g)</p> <p><b>Wi-Fi + Cellular:</b> 0.75 pound (341 g)</p>	<p><b>Wi-Fi:</b> 0.68 pound (308 g)</p> <p><b>Wi-Fi + Cellular:</b> 0.69 pound (312 g)</p>
--	--	--	--	--

### Chip

 <p>A8X chip with 64-bit architecture and M8 motion coprocessor</p>	 <p>A7 chip with 64-bit architecture and M7 motion coprocessor</p>	 <p>A7 chip with 64-bit architecture and M7 motion coprocessor</p>	 <p>A7 chip with 64-bit architecture and M7 motion coprocessor</p>	 <p>A5 chip</p>
---	--	--	---	---

### Touch ID

Fingerprint identity sensor	—	Fingerprint identity sensor	—	—
-----------------------------	---	-----------------------------	---	---

## Cámaras:

### Cameras

<b>FaceTime HD camera:</b>				
1.2MP photos				
720p HD video				
FaceTime video calling over Wi-Fi or cellular <sup>4</sup>	FaceTime video calling over Wi-Fi or cellular <sup>4</sup>	FaceTime video calling over Wi-Fi or cellular <sup>4</sup>	FaceTime video calling over Wi-Fi or cellular <sup>4</sup>	FaceTime video calling over Wi-Fi or cellular <sup>4</sup>
Face detection				
Backside illumination				
<b>iSight camera:</b>				
8MP photos	5MP photos	5MP photos	5MP photos	5MP photos
Autofocus	Autofocus	Autofocus	Autofocus	Autofocus
Face detection				
Backside illumination				
Five-element lens				
Hybrid IR filter				
<i>f</i> /2.4 aperture				
HDR photos				
Panorama	Panorama	Panorama	Panorama	—
Burst mode	—	—	—	—

## ANEXO IV

### Código fuente de BackEnd

```
318     standardUserDefaults.synchronize()
319     }
320 }
321 }
322 }
323 // MARK: - CLLocationManagerDelegate
324
325 extension MapViewController: CLLocationManagerDelegate {
326
327     func locationManager(manager: CLLocationManager!, didChangeAuthorizationStatus status: CLAuthorizationStatus) {
328         if status == .AuthorizedWhenInUse {
329             mapView.showsUserLocation = true
330         }
331     }
332 }
333 }
334
335 // MARK: - MKMapViewDelegate
336
337 extension MapViewController: MKMapViewDelegate {
338
339     func mapView(mapView: MKMapView!, didChangeUserTrackingMode mode: MKUserTrackingMode, animated: Bool) {
340         if mode == MKUserTrackingMode.Follow || mode == MKUserTrackingMode.FollowWithHeading {
341             mapView.userTrackingMode = mode
342             let standardUserDefaults = UserDefaults.standardUserDefaults()
343             standardUserDefaults.setInteger(mode.rawValue, forKey: Identifiers.UserTrackingMode)
344             standardUserDefaults.synchronize()
345         }
346     }
347
348     func mapView(mapView: MKMapView!, rendererForOverlay overlay: MKOverlay!) -> MKOverlayRenderer! {
349         if overlay is MKPolyline {
350             let polylineRenderer = MKPolylineRenderer(overlay: overlay)
351
352             if project?.info?.tensionKind == Conductor.TensionKinds.LowVoltage.rawValue {
353                 polylineRenderer.strokeColor = UIColor.blueColor()
354             } else if project?.info?.tensionKind == Conductor.TensionKinds.MediumVoltage.rawValue {
355                 polylineRenderer.strokeColor = UIColor.redColor()
356             }
357
358             polylineRenderer.lineWidth = 1
359             if let title = overlay.title {
360                 if title != nil && title != "SelectedLine" {
361                     polylineRenderer.strokeColor = UIColor.purpleColor()
362                     polylineRenderer.lineDashPattern = [5, 3]
363                     polylineRenderer.lineWidth = 3
364                 }
365             }
366             return polylineRenderer
367         }
368         return nil
369     }
370 }
371
372     func mapView(mapView: MKMapView!, viewForAnnotation annotation: MKAnnotation!) -> MKAnnotationView! {
373         var pin: MKAnnotationView?
374         if annotation.isKindOfClass(Point) {
375             let point = annotation as Point
376             let annotationData = point.annotationData(annotationStyle)
377             pin = mapView.dequeueReusableAnnotationViewWithIdentifier(annotationData.title)
378             if pin == nil {
379                 pin = MKAnnotationView(annotation: annotation, reuseIdentifier: annotationData.title)
380                 pin!.canShowCallout = true
381                 pin!.draggable = true
382                 pin!.calloutOffset = annotationData.calloutOffset ?? CGPoint.zeroPoint
383                 pin!.centerOffset = annotationData.centerOffset ?? CGPoint.zeroPoint
384                 pin!.image = annotationData.image
385                 pin!.rightCalloutAccessoryView = UIButton.buttonWithType(.InfoDark) as UIView
386             }
387         }
388         return pin
389     }
390 }
```

```

PropertyUnitDetailsViewController.swift
Tesis > Tesis > Controllers > Project > PropertyUnitDetailsViewController.swift > fetchedResultsController

73
74
75 override func didReceiveMemoryWarning() {
76     super.didReceiveMemoryWarning()
77 }
78
79 // MARK: - Private
80
81 private func configureCell(cell: PropertyUnitTableViewCell, atIndexPath indexPath: NSIndexPath) {
82     let propertyUnit = fetchedResultsController.objectAtIndexPath(indexPath) as PropertyUnit
83     cell.configureWithPropertyUnit(propertyUnit)
84 }
85 }
86
87 // MARK - UITableViewDataSource
88
89 extension PropertyUnitDetailsViewController : UITableViewDataSource {
90
91     override func numberOfSectionsInTableView(tableView: UITableView) -> Int {
92         return fetchedResultsController.sections!.count
93     }
94
95     override func tableView(tableView: UITableView, numberOfRowsInSection section: Int) -> Int {
96         let sectionInfo = fetchedResultsController.sections![section] as NSFetchedResultsSectionInfo
97         return sectionInfo.numberOfObjects
98     }
99
100     override func tableView(tableView: UITableView, cellForRowAtIndexPath indexPath: NSIndexPath) -> UITableViewCell {
101         let cell = tableView.dequeueReusableCellWithIdentifier(PropertyUnitTableViewCell.Identifiers.Cell, forIndexPath: indexPath) as PropertyUnitTableViewCell
102         configureCell(cell, atIndexPath: indexPath)
103         return cell
104     }
105
106     override func tableView(tableView: UITableView, titleForHeaderInSection section: Int) -> String? {
107         let section = fetchedResultsController.sections![section] as NSFetchedResultsSectionInfo
108         return section.name
109     }
110 }
111
112 extension PropertyUnitDetailsViewController: UITableViewDelegate {
113
114     override func tableView(tableView: UITableView, didSelectRowAtIndexPath indexPath: NSIndexPath) {
115         tableView.deselectRowAtIndexPath(indexPath, animated: true)
116         let propertyUnit = fetchedResultsController.objectAtIndexPath(indexPath) as PropertyUnit
117         delegate?.propertyUnitDetailsViewController(self, didSelectPropertyUnit: propertyUnit)
118     }
119 }
120
121 }
122
123 extension PropertyUnitDetailsViewController: NSFetchedResultsControllerDelegate {
124
125     func controllerWillChangeContent(controller: NSFetchedResultsController) {
126         tableView.beginUpdates()
127     }
128
129     func controllerDidChangeContent(controller: NSFetchedResultsController) {
130         tableView.endUpdates()
131     }
132
133     func controller(controller: NSFetchedResultsController, didChangeSection sectionInfo: NSFetchedResultsSectionInfo, atIndex sectionIndex: Int, withRowAnimation: NSFetchedResultsSectionInfoRowAnimationOptions) {
134         switch type {
135             case .Insert:
136                 tableView.insertSections(NSIndexSet(index: sectionIndex), withRowAnimation: .Fade)
137             case .Delete:
138                 tableView.deleteSections(NSIndexSet(index: sectionIndex), withRowAnimation: .Fade)
139             default:
140                 println("")
141         }
142     }
143
144     func controller(controller: NSFetchedResultsController, didChangeObject anObject: AnyObject, atIndexPath indexPath: NSIndexPath?, forChangeType type: NSFetchedResultsSectionInfoChangeType, withRowAnimation: NSFetchedResultsSectionInfoRowAnimationOptions) {
145         switch type {
146             case .Insert:

```

```

Finished running tests on Joe's iPad
gmentsViewController.swift
Tesis > Tesis > Controllers > Project > SegmentsViewController.swift > SegmentsViewController

45 // MARK: - Navigation
46
47
48 override func prepareForSegue(segue: UIStoryboardSegue, sender: AnyObject?) {
49     let identifier = segue.identifier
50     if identifier == SegmentDetailsViewController.Identifier.Segue {
51         let selectedIndexPath = tableView.indexPathForSelectedRow()
52         let segment = segments![selectedIndexPath!.row]
53         let navigationController = segue.destinationViewController as UINavigationController
54         let segmentDetailsViewController = navigationController.topViewController as SegmentDetailsViewController
55         segmentDetailsViewController.delegate = self
56         segmentDetailsViewController.segment = segment
57         segmentDetailsViewController.tensionKind = tensionKind
58         segmentDetailsViewController.tensionLevel = tensionLevel
59     }
60 }
61
62 // MARK: - Private
63
64 private func configureUI() {
65     let addPointBarButtonItem = UIBarButtonItem(barButtonSystemItem: .Add, target: self, action: "addPoint")
66     navigationItem.rightBarButtonItem = addPointBarButtonItem
67 }
68
69 // MARK: - Callbacks
70
71 @objc private func addPoint() {
72     delegate?.segmentsViewControllerAddPointBarButtonSelected(self)
73 }
74 }
75 }
76 }
77
78 extension SegmentsViewController: UITableViewDataSource {
79
80     override func numberOfSectionsInTableView(tableView: UITableView) -> Int {
81         return 1
82     }
83
84     override func tableView(tableView: UITableView, numberOfRowsInSectionSection section: Int) -> Int {
85         return segments?.count ?? 0
86     }
87
88     override func tableView(tableView: UITableView, cellForRowAtIndexPath indexPath: NSIndexPath) -> UITableViewCell {
89         let segment = segments![indexPath.row]
90         let cell = tableView.dequeueReusableCellWithIdentifier("DistanceTableViewCell", forIndexPath: indexPath) as UITableViewCell
91         cell.textLabel!.text = segment.name
92         cell.detailTextLabel!.text = "\\(segment.distance!.integerValue)m."
93     }
94 }
95 }
96 }
97
98 extension SegmentsViewController: UITableViewDelegate {
99
100     override func tableView(tableView: UITableView, didSelectRowAtIndexPath indexPath: NSIndexPath) {
101         tableView.deselectRowAtIndexPath(indexPath, animated: true)
102         let segment = segments![indexPath.row]
103         delegate?.segmentsViewController(self, didSelectSegment: segment)
104     }
105 }
106 }
107
108 extension SegmentsViewController: SegmentDetailsViewControllerDelegate {
109
110     func segmentDetailsViewControllerDidFinish(controller: SegmentDetailsViewController) {
111         dismissViewControllerAnimated(true, completion: nil)
112     }
113
114     func segmentDetailsViewController(controller: SegmentDetailsViewController, didEditSegment segment: Segment) {
115         delegate?.segmentsViewController(self, didEditSegment: segment)
116     }
117 }

```

## Código fuente de FrontEnd

```
Projects.scala - [api] - backend - [~/Projects/KanArTek/Tesis/backend]
kanartek > tesis > api > controllers > Projects.scala
Documentation.scala x Projects.scala x
back
1 package com.kanartek.tesis
2 package api
3 package controllers
4
5 import ...
14 @Api(value = "/projects", description = "Projects Endpoint")
15
16 object Projects extends Controller {
17
18   val PROJECT = "project"
19   val PROJECTS = "projects"
20
21
22   @ApiOperation(httpMethod = "GET", nickname = "getProject", value = "Get project by id", notes = "Get project", response = classOf[Project])
23   @ApiResponses(Array(
24     new ApiResponse(code = 400, message = "Invalid id supplied", response = classOf[Error]),
25     new ApiResponse(code = 500, message = "Internal server error", response = classOf[Error])
26   ))
27   @ApiImplicitParams(Array(
28     new ApiImplicitParam(name="Authorization", value="Token Authentication in the form \"Token xxxxxx\"", required = true, dataType = "string", paramType = "header"),
29     new ApiImplicitParam(name = "id", value = "Manager ID to be queried", required = true, allowMultiple = false, dataType = "string", paramType="path")
30   ))
31   def get(id: String) = AuthActionWithAccessToken.async { implicit request =>
32     Project.read(id).map {
33       case Right(api) => handleValidResponse(api)
34       case Left(error) => handleError(error)
35     }
36   }
37
38   @ApiOperation(httpMethod = "GET", nickname = "getProjects", value = "Get all projects", notes = "Get projects", response = classOf[Project], responseContainer = "List")
39   @ApiResponses(Array(
40     new ApiResponse(code = 400, message = "Invalid id supplied", response = classOf[Error]),
41     new ApiResponse(code = 500, message = "Internal server error", response = classOf[Error])
42   ))
43   @ApiImplicitParams(Array(
44     new ApiImplicitParam(name="Authorization", value="Token Authentication in the form \"Token xxxxxx\"", required = true, dataType = "string", paramType = "header")
45   ))
46   def getAll = AuthActionWithAccessToken.async { implicit request =>
47     Project.readAll(request.accessToken.userId).map {
48       case Right(list) => handleValidResponse(list)
49       case Left(error) => handleError(error)
50     }
51   }
52
53   @ApiOperation(httpMethod = "POST", nickname = "createProject", value = "Create project", notes = "Create project", response = classOf[Project])
54   @ApiResponses(Array(
55     new ApiResponse(code = 400, message = "Invalid id supplied", response = classOf[Error]),
56     new ApiResponse(code = 500, message = "Internal server error", response = classOf[Error])
57   ))
58   @ApiImplicitParams(Array(
59     new ApiImplicitParam(name="Authorization", value="Token Authentication in the form \"Token xxxxxx\"", required = true, dataType = "string", paramType = "header"),
60     new ApiImplicitParam(value = "Project to register", required = true, allowMultiple = false, dataType = "Project", paramType = "body")
61   ))
62   def create = Action.async(parse.json) { implicit request =>
63     Project.fromJson(request.body) match {
64       case Some(apiData) => Project.create(apiData).map {
65         case Right(api) => handleValidResponse(api)
66         case Left(error) => handleError(error)
67       }
68   }
69 }
```

```
Coordinates.scala - [api] - backend - [~/Projects/kanartek/tesis/backend]
kanartek > tesis > api > models > Coordinates.scala
Documentation.scala x Projects.scala x Broadcaster.scala x Broadcast.scala x Coordinates.scala x
1 package com.kanartek.tesis
2 package api
3 package models
4
5 import ...
13
14 @ApiModelProperty("Coordinates")
15 case class Coordinates(
16   @ApiModelProperty(fieldName = "Longitude", position = 1, dataType = "double", required = true) longitude: Option[Double],
17   @ApiModelProperty(fieldName = "Latitude", position = 2, dataType = "double", required = true) latitude: Option[Double]
18 )
19
20 object Coordinates {
21
22   val LONGITUDE = "longitude"
23   val LATITUDE = "latitude"
24
25   val coordinatesReads: Reads[Coordinates] = (
26     (__ \ LONGITUDE).readNullable[Double] and
27     (__ \ LATITUDE).readNullable[Double]
28   )(Coordinates.apply _)
29
30   val coordinatesWrites: Writes[Coordinates] = (
31     (__ \ LONGITUDE).writeNullable[Double] and
32     (__ \ LATITUDE).writeNullable[Double]
33   )(unlift(Coordinates.unapply))
34
35   implicit val format: Format[Coordinates] = Format(coordinatesReads, coordinatesWrites)
36
37   def toJson(coordinates: Coordinates): JsValue = Json.toJson[Coordinates](coordinates)
38
39   def fromJson(json: JsValue): Option[Coordinates] = {
40     json.validate[Coordinates].map {
41       case coordinates => Some(coordinates)
42     }.recoverTotal {
43       case error => Logger.error(error.toString); None
44     }
45   }
46
47   implicit object CoordinatesBSONReader extends BSONDocumentReader[Coordinates] {
48     def read(bson: BSONDocument): Coordinates = Coordinates(
49       bson.getAs[Double](LONGITUDE),
50       bson.getAs[Double](LATITUDE)
51     )
52   }
53
54   implicit object CoordinatesBSONWriter extends BSONDocumentWriter[Coordinates] {
55     def write(coordinates: Coordinates): BSONDocument = BSONDocument(
56       LONGITUDE -> coordinates.longitude,
57       LATITUDE -> coordinates.latitude
58     )
59   }
60 }
61
62
```

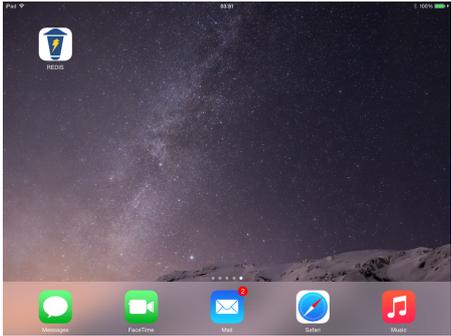
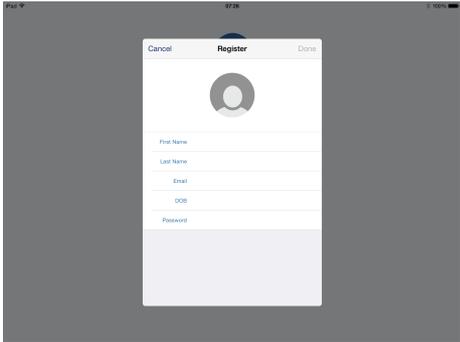
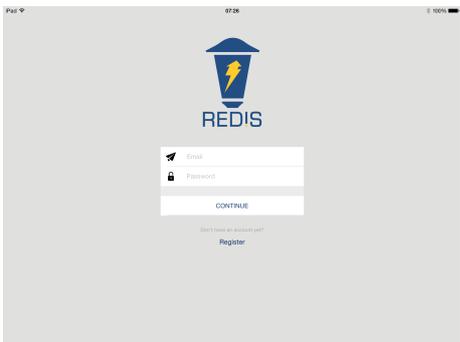
```

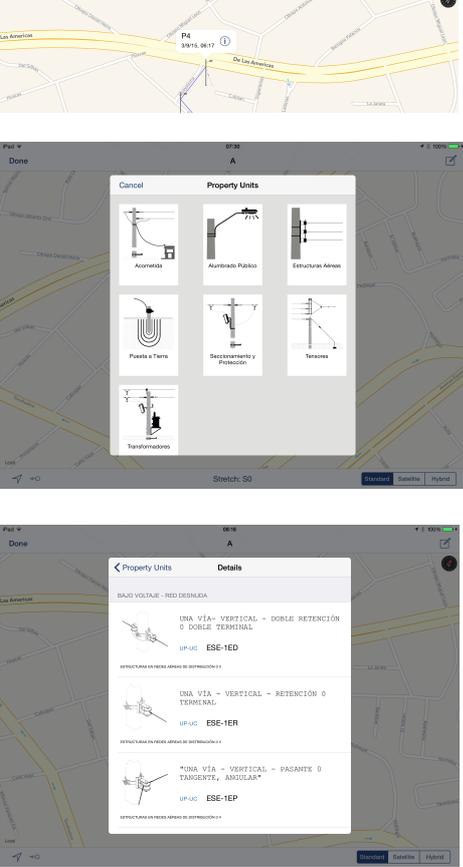
kanartek > tesis > common > models > GridFSFile.scala
Project.scala x ProjectDAO.scala x MongoDAO.scala x GridFSFile.scala x Projects.scala x Broadcaster.scala x Broadcast.scala x Coordinates.sc
1 package com.kanartek.tesis
2 package common
3 package models
4
5
6
7
8
9
10
11
12 import ...
13 @ApiModelProperty("GridFSFile")
14 case class GridFSFile(
15   @ApiModelProperty(field)(value = "ID", position = 1, dataType = "string", required = false) id: Option[String],
16   @ApiModelProperty(field)(value = "Filename", position = 2, dataType = "string", required = false) filename: Option[String],
17   @ApiModelProperty(field)(value = "Content type", position = 3, dataType = "string", required = true) contentType: Option[String],
18   @ApiModelProperty(field)(value = "Upload date", position = 4, dataType = "date-time", required = false) uploadDate: Option[Long],
19   @ApiModelProperty(field)(value = "URL", position = 5, dataType = "string", required = false) url: Option[String],
20   @ApiModelProperty(field)(value = "Data", position = 6, dataType = "string", required = true) data: Option[String]
21 )
22
23 object GridFSFile {
24
25   val ID = "id"
26   val FILENAME = "filename"
27   val CONTENT_TYPE = "contentType"
28   val UPLOAD_DATE = "uploadDate"
29   val URL = "url"
30   val DATA = "data"
31
32   private val gridFSFileReads: Reads[GridFSFile] = (
33     (__ \ ID).readNullable[String] and
34     (__ \ FILENAME).readNullable[String] and
35     (__ \ CONTENT_TYPE).readNullable[String] and
36     (__ \ UPLOAD_DATE).readNullable[Long] and
37     (__ \ URL).readNullable[String] and
38     (__ \ DATA).readNullable[String]
39   )(GridFSFile.apply _)
40
41   private val gridFSFileWrites: Writes[GridFSFile] = (
42     (__ \ ID).writeNullable[String] and
43     (__ \ FILENAME).writeNullable[String] and
44     (__ \ CONTENT_TYPE).writeNullable[String] and
45     (__ \ UPLOAD_DATE).writeNullable[Long] and
46     (__ \ URL).writeNullable[String] and
47     (__ \ DATA).writeNullable[String]
48   )(unlift(GridFSFile.unapply))
49
50   implicit val format: Format[GridFSFile] = Format(gridFSFileReads, gridFSFileWrites)
51
52
53   def toJson(file: GridFSFile): JsValue = {
54     val safeFile = file.copy(id = None, uploadDate = None, url = None)
55     Json.toJson[GridFSFile](safeFile)
56   }
57
58   def fromJson(json: JsValue): Option[GridFSFile] = {
59     json.validate[GridFSFile].map {
60       case file => Some(file)
61     }.recoverTotal {
62       case error => Logger.error(error.toString); None
63     }
64   }
65

```

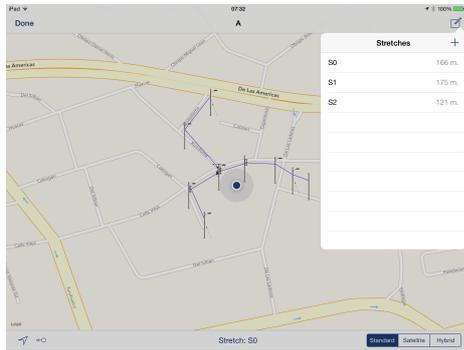
## ANEXO V

### Guía de Uso de la aplicación.

<p>1. Inicio de Aplicación</p> 	<p>Ubicar la aplicación REDIS en la pantalla HOME del iPad y ejecutarla.</p>
<p>2. Registro de Usuarios</p> 	<p>Para el registro de usuarios se debe elegir esta posibilidad de vista de inicio de sesión. Proveer los siguientes datos: Nombre, Apellido, email, Fecha de Nacimiento, password, y un campo opcional correspondiente a un AVATAR o foto de usuario (esto se logra con un 'tap' sobre la silueta de usuario)</p>
<p>3. Inicio de Sesión</p> 	<p>Para iniciar sesión en la aplicación se debe brindar las credenciales del usuario registrado con anterioridad [Paso 2]</p>
<p>4. Creación de Nuevo Proyecto</p>	<p>Para crear un nuevo proyecto se debe elegir la figura que representa un documento en blanco con un símbolo "+". Proveer los siguientes datos: Nombre de Ingeniero, email, SIDE;</p>

	<p>Nombre de Obra, Dueño, Dirección, Tipo de Obra, Nivel de Voltaje,</p>
<p>5. Agregar un nuevo punto de diseño (nuevo poste)</p> 	<p>Una vez iniciado un proyecto, en la esquina superior derecha existe un botón con el símbolo "+", esto nos permite ubicar un nuevo poste en el punto en el que actualmente se encuentre el usuario utilizando la aplicación.</p>
<p>6. Agregar propiedades a un punto (estructuras &gt; postes)</p> 	<p>Para agregar propiedades constructivas y funcionales a un punto creado, se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- realizar un tap sobre el punto,</li> <li>- realizar un tap sobre el nombre del punto</li> <li>- Dentro de los detalles de dicho punto se puede observar y borrar las propiedades ya asignadas realizando un gesto de despliegue o "swipe" hacia la izquierda y eligiendo dicha opción.</li> <li>- Seleccionando el botón con el símbolo "+" en la esquina superior derecha se puede elegir una categoría para asignar una unidad de propiedad al punto creado. Categorías: Acometidas, Alumbrado Público, Estructuras Aéreas, Puestas a tierra, Seccionamiento y Protección, Tensores y Transformadores.</li> <li>- Dentro de cada categoría se puede elegir la unidad de propiedad o construcción que se le quiera asignar al punto o poste creado.</li> </ul>

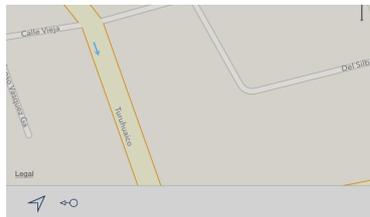
## 7. Nuevo Segmento y Edición de Propiedades



El primer punto creado y cada punto consecutivo que se crea, se agrega a un primer segmento por defecto. En la parte superior derecha se tiene la opción de crear nuevos segmentos o ramales.

Dentro de los detalles de cada segmento se puede apreciar lo que denominamos tramos y representan a los vanos en el diseño eléctrico. Aquí se puede asignar propiedades a cada tramo así como observar la distancia entre cada poste.

## 8. Cambio de Vista Postería / Simbología



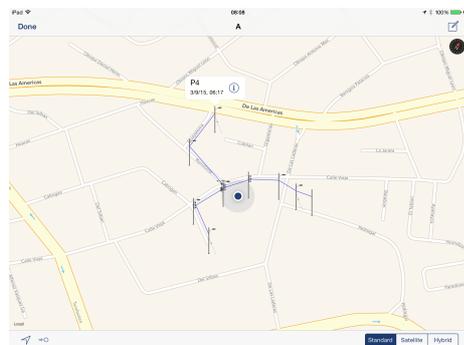
En la esquina inferior izquierda existe la opción de cambiar la visión del diseño en el que nos encontremos trabajando entre una vista de postería y una vista de simbología para un mejor análisis.

## 9. Cambio de Vista de mapa de diseño



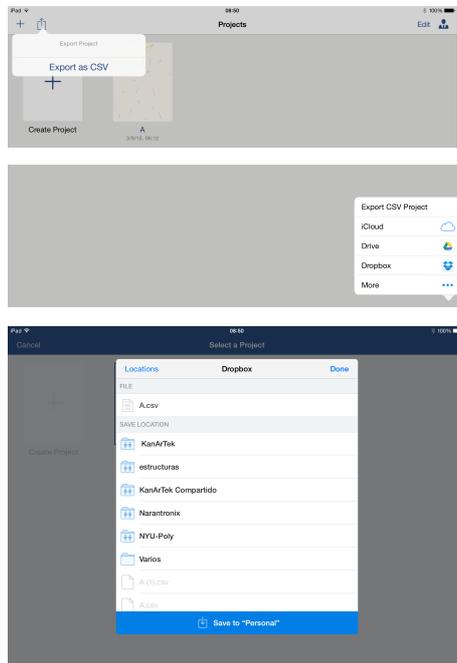
En la esquina inferior derecha tenemos la posibilidad de cambiar la vista del mapa que se presenta en la pantalla de diseño, se presenta la opción de intercambiar las vistas entre estándar (Calles y nombres), Satelital, Híbrido (Combinación de los anteriores)

## 10. Ubicación de Unidades de Propiedad y Construcción



Para editar la posición de los puntos creados se puede realizar cambiando de posición a la deseada o proyectada para la estructura. Se puede cambiar esta ubicación también realizando un tap sobre el punto o poste y moviéndolo libremente dentro de la pantalla de trabajo en el mapa.

## 11. Exportación de resultados



Mientras se diseñan las redes de distribución de acuerdo a las necesidades del proyecto, la aplicación va recolectando muchos datos técnicos e informativos característicos de cada diseño y de cada proyecto.

En la pantalla de visión de proyectos existentes y de creación de nuevos proyectos, en la parte superior derecha se tiene la opción de exportar los archivos resultantes del diseño que nos ayudarán a finalizar el proyecto en la oficina. Esto se puede realizar por medio de los servicios Dropbox, iCloud, Google Drive o email, dependiendo del servicio de manejo de documentos que se tenga instalado en el dispositivo iPad.