



**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**Facultad 6**

**Sistema de Información Geográfica para automatizar la realización de las operaciones de control de las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica.**

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**AUTOR:** Dialber Pascual Cadena.

**TUTOR:** Ing. Alberto Menendez Romero.

**La Habana 2012**

**Año 54 de la Revolución**

*En especial a mis padres Aracelis y Norbel por apoyarme siempre, gracias a su amor y confianza soy la persona que soy, los quiero mucho.*

*A mi hermanita querida Dialmis, que es parte de mí, gracias por ser la mejor hermana del mundo.*

*A mi sobrinita Melany por alegrar la vida de todos cada día, gracias por existir.*

*Al amor de mi vida Susana por ser tan perfecta, comprensible, y darme todo su apoyo.*

*A Eyder por su interés, preocupación y apoyo, gracias por darme la sobrina que tengo.*

*A mis abuelas (Luisa y Belkis) y abuelos (Noni y Bartolo), a mis tíos (todos sin excepción), y a mis primos que no hay como ellos.*

*Gracias a todas las personas que me dieron su apoyo para poder llegar hasta aquí, a mis compañeros de grupo con los que he compartido estos años en la universidad, en especial los de mi primer año. A mi tutor Alberto por estar ahí cuando hizo falta, al piquete de los KueK (el mejor que hay), a todos en los que en algún momento les llamé hijos míos, y en especial a aquellos que me ayudaron cuando lo necesité.*

*A todos muchas gracias!!!.*

## *Declaración de autoría*

---

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Departamento de Geoinformática de la Universidad de las Ciencias Informáticas; así como a dicho centro para que hagan el uso que estimen pertinente con este trabajo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Dialber Pascual Cadena  
Autor

\_\_\_\_\_

Ing. Alberto Menendez Romero.  
Tutor

**DATOS DEL CONTACTO**

**Tutor:** Ing. Alberto Menendez Romero

- **Profesión:** Ingeniero en Ciencias Informáticas
- **Categoría docente:** Recién graduado en Adiestramiento.
- **Año de graduado:** 2010
- **Correo electrónico:** amenedez@uci.cu

**RESUMEN**

Los grandes avances que hoy en día presentan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), son la base para el incremento diario en la esfera tecnológica, lo que lleva a un cambio radical en la sociedad mundial; por lo que se hace necesario adaptar los más variados sectores a las nuevas necesidades que traen consigo los cambios, buscando en gran medida la automatización de todos los procesos asociados siempre que sea financiera y técnicamente posible.

En los últimos tiempos el ahorro de energía eléctrica es una de las principales tareas que se está llevando a cabo no solo en nuestro país sino también a nivel mundial, buscando la manera de garantizar el desarrollo y la eficiencia en este sector. La energía es un factor importante en el nivel de vida de la población y el continuo crecimiento de las redes eléctricas ha dado margen al surgimiento de herramientas informáticas como los Sistemas de Información Geográfica que facilitan la gestión de las mismas, buscando mayor control en el servicio comunitario.

Con el desarrollo de la presente investigación se pretende desarrollar un Sistema de Información Geográfica para automatizar la realización de las operaciones de control en las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica, lo que brinda mayor calidad y rapidez en este proceso, eliminando errores que se introducen de forma manual y agilizando la ejecución de las operaciones.

**Palabras claves:** Automatización, Redes eléctricas, Sistemas de Información Geográfica.

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 CONCEPTOS ASOCIADOS AL DOMINIO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 OBJETO DE ESTUDIO .....	3
1.3.1 Descripción General.....	3
1.3.2 Descripción del dominio del problema.....	4
1.4 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	5
1.5 HERRAMIENTA QUE APOYA LA GESTIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS EN LA UNE.....	5
1.6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES .....	6
1.7 CONCLUSIONES PARCIALES .....	8
<b>CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR</b> .....	<b>9</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	9
2.2 METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE .....	9
2.2.1 Rational Unified Process (RUP) .....	9
2.3 LENGUAJE DE MODELADO: UNIFIED MODELING LANGUAGE (UML).....	10
2.4 ENTORNOS DE DESARROLLO INTEGRADO (IDE) .....	10
2.4.1 Qt Creator.....	10
2.5 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN: C++.....	11
2.6 ARQUITECTURA DE SOFTWARE .....	12
2.6.1 Arquitectura Orientada a Objetos.....	12
2.7 HERRAMIENTAS CASE .....	12
2.7.1 Visual Paradigm.....	13
2.8 SISTEMA GESTOR DE BASE DE DATOS .....	13
2.8.1 PostgreSQL.....	14
2.8.2 PostGIS.....	14
2.9 GEOQ.....	15
2.10 CONCLUSIONES PARCIALES.....	15
<b>CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA</b> .....	<b>16</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	16
3.2 MODELO DE NEGOCIO .....	16
3.2.1 Actores y trabajadores del negocio.....	16
3.2.2 Reglas del negocio.....	18
3.2.3 Diagramas de casos de uso del negocio.....	18
3.2.4 Descripción textual de los casos de uso del negocio.....	19
3.2.5 Diagrama de actividades .....	21
3.3 REQUISITOS FUNCIONALES .....	21
3.4 REQUISITOS NO FUNCIONALES .....	23
3.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO .....	24
3.5.1 Descripción del actor.....	25
3.5.2 Diagrama de casos de uso del sistema .....	25
3.5.3 Descripción textual de los casos de uso del sistema.....	26
3.6 CONCLUSIONES PARCIALES.....	34

<b>CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA</b> .....	<b>35</b>
4.1 INTRODUCCIÓN.....	35
4.2 PATRONES GRASP .....	35
4.3 PRINCIPIOS DE DISEÑO .....	36
4.4 MODELO DE DISEÑO.....	36
4.4.1 <i>Diagramas de clases del diseño</i> .....	37
4.5 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS .....	38
4.5.1 <i>Diagrama de clases persistentes</i> .....	38
4.5.2 <i>Modelo entidad-relación</i> .....	39
4.6 GENERALIDADES DE LA IMPLEMENTACIÓN .....	39
4.6.1 <i>Modelo de despliegue</i> .....	40
4.6.2 <i>Modelo de componentes</i> .....	40
4.7 PRUEBAS DEL SISTEMA PROPUESTO .....	41
4.7.1 <i>Pruebas de caja negra</i> .....	42
4.8 CONCLUSIONES PARCIALES.....	51
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y BIBLIOGRAFÍAS</b> .....	<b>54</b>
<b>ANEXO I: DESCRIPCIÓN TEXTUAL DE LOS CASOS DE USO DEL SISTEMA</b> .....	<b>56</b>
<b>ANEXO II: DIAGRAMAS DE CLASES DEL DISEÑO</b> .....	<b>73</b>

## **Índice de Figuras**

FIGURA 1: MODELO DE OBJETOS DEL NEGOCIO	18
FIGURA 2: DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL NEGOCIO	19
FIGURA 3: DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	21
FIGURA 4: DIAGRAMA DE CASOS DE USO DEL SISTEMA	25
FIGURA 5: DIAGRAMA DE CLASES DEL DISEÑO: GESTIONAR INTERRUPCIÓN	37
FIGURA 6: DIAGRAMA DE CLASES PERSISTENTES	38
FIGURA 7: MODELO ENTIDAD-RELACIÓN	39
FIGURA 8: MODELO DE DESPLIEGUE	40
FIGURA 9: DIAGRAMA DE COMPONENTES: GESTIONAR INTERRUPCIÓN	41

## **Índice de Tablas**

TABLA 1: ACTOR DEL NEGOCIO	16
TABLA 2: TRABAJADORES DEL NEGOCIO	17
TABLA 3: DESCRIPCIÓN DEL CASO DE USO DEL NEGOCIO: REPORTAR INCIDENCIA	20
TABLA 4: DESCRIPCIÓN DE ACTOR DEL SISTEMA	25
TABLA 5: DESCRIPCIÓN TEXTUAL DEL CASO DE USO: GESTIONAR INTERRUPCIÓN	34
TABLA 6: SECCIONES A PROBAR EN EL CASO DE USO: GESTIONAR INTERRUPCIÓN	47
TABLA 7: DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES: GESTIONAR INTERRUPCIÓN	47
TABLA 8: MATRIZ DE DATOS EN ESCENARIO ADICIONAR INTERRUPCIÓN	48
TABLA 9: MATRIZ DE DATOS EN ESCENARIO MODIFICAR INTERRUPCIÓN	49
TABLA 10: MATRIZ DE DATOS EN ESCENARIO ELIMINAR INTERRUPCIÓN	50
TABLA 11: MATRIZ DE DATOS EN ESCENARIO MOSTRAR INTERRUPCIONES	50
TABLA 12: MATRIZ DE DATOS EN ESCENARIO OCULTAR INTERRUPCIONES	51

## **Introducción**

En los últimos años los diversos adelantos en la ciencia y la técnica, han consolidado la mejora continua del desarrollo social en todo su ámbito. Actualmente el progreso económico y social de un país está soportado por el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Las TIC facilitan la búsqueda de la información e impulsan el surgimiento de nuevas tecnologías, además de estudiar y brindar soluciones a problemas como la necesidad de representar gráficamente grandes volúmenes de información.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas automatizados que surgen como una solución para el manejo y la representación de información espacial, territorial y geográfica; permitiendo la gestión de cualquier dato geoespacial. (1) En los últimos tiempos se evidencia una demanda potencial en la utilización de los SIG para estudios relacionados con el medio ambiente y el territorio, siendo empleados para automatizar procesos, realizar estudios y ayudar en la toma de decisiones. (2) Los SIG se emplean además para la gestión de redes eléctricas tanto a nivel nacional como internacional, buscando mantener un constante control sobre los planos de las redes eléctricas, resultando de gran utilidad para mejorar el trabajo, elevar la calidad de los servicios, así como economizar tiempo y recursos.

En Cuba, la Unión Nacional Eléctrica (UNE) es la entidad que se encarga del control y mantenimiento de las redes eléctricas en La Habana y el resto de las provincias del país. En dicha institución se realizan operaciones de control como la edición de los planos de la red, la atención a los problemas reportados por los clientes, el seguimiento de los componentes instalados y el manejo de las zonas asociadas. Para la realización de dichas operaciones, la UNE cuenta con el área de despacho y el área de diseño, los cuales tienen como objetivo conocer en tiempo real el estado de las redes eléctricas y resolver cualquier problema existente, como la actualización de objetos de la red eléctrica y sus datos asociados.

El trabajo diario en el área de despacho se centra principalmente en la atención de las incidencias ocurridas en la red, las que son reportadas por los clientes. En esta área se reciben todas las afectaciones diarias que van ocurriendo y se recoge la información necesaria para conocer la dimensión de la afectación y sus posibles soluciones.

Las afectaciones en la red pueden ser variadas e intervienen muchos factores. Se considera una

afectación a todo elemento o acción que impida la libre distribución de la corriente desde el generador de origen hasta el circuito del cliente, como puede ser: la caída de un poste, la caída de un árbol que interrumpa la generación, cortes eléctricos, averías de los transformadores, etc. (3)

La atención de una afectación o incidencia de la red cuenta con tres etapas fundamentales. En un primer momento se tiene al área de despacho, donde el personal que allí labora recoge la información correspondiente a la afectación; en un segundo momento el incidente es resuelto por los operarios que se encargan de brindar una solución técnica en el terreno. La última de las etapas tiene carácter interno y no afecta a los clientes, sino que es una rutina interna de la entidad para lograr mantener al día el servicio de la red y que se realiza en el área de diseño.

Para llevar un seguimiento de las operaciones de control de la red y dar respuesta eficiente a las afectaciones que ocurren en el día, la UNE se auxilia de mapas impresos que representan el estado de la red distribuida en zonas o regiones, localidades y municipios de la provincia y utiliza la herramienta informática AutoCAD<sup>1</sup> la cual en gran medida informatiza el proceso de control de la red.

El AutoCAD a pesar de ser un sistema informático de renombre internacional y contar con alto prestigio en edición de planos, no está destinado completamente para la gestión de redes eléctricas por lo que no es eficiente para realizar las operaciones de control que se llevan a cabo en el área de despacho. Su uso en la empresa da lugar a la introducción de errores por parte del personal que realiza las operaciones, por lo que los resultados de análisis en algunos casos son erróneos y arrojan valores desactualizados.

A partir de lo planteado anteriormente, y luego de un análisis detallado de la problemática se define como **problema a resolver**:

La realización de las operaciones de control de forma manual y con herramientas no diseñadas para ese objetivo, introducen en gran medida errores en el proceso de realización de las operaciones de control, generando resultados de análisis incorrectos y con mayor esfuerzo y tiempo por parte del personal.

Surge como resultado del análisis de la problemática el siguiente **objeto de estudio**: los procesos de realización de las operaciones de control de las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica, y como

---

<sup>1</sup> Programa asistido por computadoras para el diseño en dos y tres dimensiones, para más información ver epígrafe 1.4

**objetivo general:** desarrollar un Sistema de Información Geográfica que permita automatizar la realización de las operaciones de control de las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica, siendo el **campo de acción** la automatización de los procesos de realización de las operaciones de las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica.

La presente investigación defiende la siguiente idea:

El desarrollo de un Sistema de Información Geográfica para automatizar las operaciones de control de las redes eléctrica en la Unión Nacional Eléctrica, permitirá reducir la probabilidad de errores en los resultados de análisis y la ejecución de las operaciones en menor tiempo.

Al finalizar la investigación se esperan obtener los siguientes resultados:

- 1- Un Sistema de Información Geográfica para automatizar la realización de las operaciones de control de las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica.
- 2- La documentación técnica asociada al desarrollo de la solución propuesta.

Para dar solución a las tareas de la investigación se usarán diferentes **métodos científicos**: (4)

## Métodos teóricos

- **Analítico–sintético:** Su objetivo en la investigación es analizar diversas bibliografías (artículos, libros, sitios web, etc.); permitiendo estudiar a profundidad toda la información acerca de las tecnologías, metodologías y herramientas posibles a ser utilizadas, así como la extracción de los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio; en el caso del presente trabajo los SIG y la realización de operaciones de control en las empresas eléctricas.
- **Modelación:** La modelación es justamente el proceso mediante el cual se crean modelos con vistas a investigar la realidad; dichos modelos se corresponden con el ciclo de vida del software a desarrollar, logrando de esta manera crear las bases para una futura implementación.
- **Histórico-Lógico:** Permite estudiar los trabajos e investigaciones realizados con anterioridad y tenerlo como base para la investigación, para la cual se hace necesario llevar a cabo un estudio a profundidad de toda la documentación necesaria referente a los SIG y la realización de las operaciones de control en las empresas eléctricas.

## Métodos empíricos

- **Entrevistas:** La entrevista es un intercambio de palabras entre el investigador y el que está siendo entrevistado, tiene como objetivo obtener información; es utilizado para captar todos los requisitos funcionales y no funcionales que debe tener el sistema.
- **Observación:** Se entiende como el registro visual de lo que ocurre en una situación real, en un fenómeno determinado, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto. Se realizaron diversas visitas a la UNE con el objetivo de observar los procesos que se realizan en el área de despacho correspondiente a la realización de las operaciones de control.

El presente trabajo de diploma consta de **cuatro capítulos**:

**Capítulo 1:** En este capítulo se exponen los principales conceptos que contribuyen al mejor entendimiento del problema, se analiza el objeto de estudio y el problema a resolver, así como las posibles vías de solución al mismo y se estudian las soluciones existentes que pudieran aportar referencias para la solución que se pretende construir.

**Capítulo 2:** En este capítulo se especifican las características de las tecnologías, lenguajes y herramientas que, luego de ser evaluadas, fueron seleccionadas para el desarrollo del Sistema de Información Geográfica que se propone, se incluye: tipos de aplicaciones, metodologías de desarrollo de software, herramientas de modelado, lenguajes de programación y sistema gestor de base de datos.

**Capítulo 3:** En este capítulo se describe la solución propuesta, se seleccionan los actores, los trabajadores, los casos de uso del negocio, los requisitos funcionales y no funcionales y los casos de uso del sistema, todo esto unido a los correspondientes diagramas que lo modelan.

**Capítulo 4:** En este capítulo se plantea la construcción propuesta en el capítulo tres, en función de diagramas de clases y estándares del diseño, generalidades de la implementación, diseño de la base de datos, modelo de despliegue y modelo de implementación, finalizando el capítulo con los diseños de casos de pruebas que validen la implementación realizada.

## **CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1 Introducción**

El presente capítulo aborda los conceptos teóricos que posibilitan tener un mejor entendimiento de la problemática a la que se dará respuesta, además de aspectos relacionados con los Sistemas de Información Geográfica y las operaciones de control de las redes eléctricas en la UNE.

### **1.2 Conceptos asociados al dominio del problema**

Los conceptos que se relacionan a continuación se toman a partir de varias definiciones y describen los aspectos que guardan mayor relación con el problema que se pretende resolver. Estos conceptos son útiles para el entendimiento del problema en cuestión, y ayudan a entender las relaciones que existen entre ellos.

#### **Automatizar**

La automatización consiste en reunir en un ciclo que se desarrolla al comienzo del servicio y que puede reproducirse de manera automática; son un conjunto de órdenes necesarias para el cumplimiento de las operaciones previstas en el orden previsto; está destinada a controlar la información para la producción. (5)

La progresiva reducción de costos ligada además a un aumento progresivo de su potencia de cálculo ha hecho posible que las computadoras se empleen cada vez más en múltiples aplicaciones, entre las que se encuentran el control de procesos industriales. Cuando se automatiza un proceso se busca utilizar poco o nada la mano del hombre, tratando de mejorar la calidad del trabajo en la empresa, reducir en gran medida los costos de producción, y entre otras ventajas facilitar el trabajo que realiza el personal. (6)

Actualmente la realización de operaciones de control que se efectúan en el área de despacho de la UNE, se llevan a cabo de forma manual, por lo que se hace necesario automatizarlas buscando entre otras cosas reducir el esfuerzo y los errores que este impedimento provoca. La automatización, debe llevarse todo lo lejos que, financiera y técnicamente, sea posible.

## **Control**

El control es el proceso para determinar lo que se está llevando a cabo, valorizándolo y si es necesario, aplicando medidas correctivas, de manera que la ejecución se desarrolle de acuerdo con lo planeado. Consiste en verificar si todo ocurre en conformidad con el plan adoptado, con las instrucciones emitidas y con los principios establecidos. Tiene como fin señalar las debilidades y errores, garantizando que sean rectificadas y que no se produzcan nuevamente. (7)

Después de analizar a profundidad el ámbito donde se desenvuelve el control, se puede asegurar que es un elemento necesario para la administración ya que mediante él se puede verificar cuál es el estado real de la empresa y garantizar que los hechos van en camino a los objetivos. La necesidad del uso del control está dada ya que hasta el mejor de los planes puede presentar contratiempos, es ahí donde entra en función; ayudando a detectar fallas en el proceso, a hacerle frente a los cambios que estén afectando los servicios de la organización, ganar rapidez y ofertar servicios a la medida.

## **Incidencia en la red**

Una incidencia en la red se refiere al hecho, suceso o elemento que bloqueé, impida o atente con la libre distribución del sistema eléctrico desde los generadores de potencia hasta los circuitos del cliente. Las incidencias en la red son muy variadas, ejemplo de ello: la caída de un poste, la ruptura de transformadores, la caída del tendido eléctrico, la falta de iluminación de determinadas zonas, etc. Una incidencia generalmente implica un seguimiento de la evolución y la respuesta que se le da desde la entidad. (3)

## **Operación de control de la red**

A los efectos de la investigación actual, se entiende por operación de control de la red, al seguimiento, rutinas de negocios y gestión administrativa necesaria para dar respuesta a un incidente que esté ocurriendo en la red eléctrica, con el objetivo de mantener el correcto funcionamiento de la misma y la distribución hacia los circuitos de los clientes.

## **Sistema de Información Geográfica (SIG)**

El término SIG procede del acrónimo de Sistema de Información Geográfica (en inglés GIS, Geographic Information System). Técnicamente se puede definir un SIG como una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos programados adecuadamente que

permiten manejar una serie de datos espaciales y realizar análisis complejos con éstos siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico. (8)

Este tipo de sistema trabaja con diferentes tipos de datos, entre los principales: (9)

- Modelos Ráster: Es la forma de representar las imágenes en forma de mallas, dividiéndolas en celdas muy pequeñas donde a cada una de ellas se le asocia un único valor, aunque pueden haber celdas con valor nulo o desconocido. Este modelo está centrado en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización.
- Modelo Vectorial: Un vector se define como una cantidad con una coordenada de inicio, una dirección y desplazamiento asociado, donde los objetos son representados por los puntos y líneas que definen sus límites. La posición de cada objeto se define por su ubicación en un mapa espacial que se organiza por un sistema de referencia coordinado.

Los SIG descomponen la realidad en distintos temas o capas de información, cada uno de estos compuesto por elementos geográficos a los que se les asocia una tabla de atributos en donde se presentan sus características o atributos.

## **1.3 Objeto de Estudio**

### **1.3.1 Descripción General**

La Unión Nacional Eléctrica, como la entidad encargada de mantener, administrar y darle seguimiento al sistema eléctrico del país, realiza diversas operaciones para llevar el control de las redes eléctricas en todo el territorio nacional, tales como la ubicación de componentes en la red, el acceso a la información técnica de cada uno de ellos, la gestión de las interconexiones entre las redes, la asistencia técnica necesaria para solventar las distintas dificultades o incidencias que ocurren en la red, etc.

En dicha entidad, se mantiene un control total sobre las redes eléctricas para conocer en todo momento el estado actual de las mismas y así realizar acciones sobre ellas, siempre que la situación lo requiera. Una operación de control de la entidad, implica a varias áreas y un conjunto de recursos humanos, técnicas y procedimientos para su cumplimiento, entre ellas se encuentran: la captura de todos los datos asociados a los incidentes que están afectando el servicio eléctrico, informar a los operarios que se encuentran en el terreno sobre las acciones que pueden realizar sobre las redes

eléctricas para solucionar un problema, tomar decisiones sobre algunas operaciones que realizan los operarios, etc.

La atención rápida de las incidencias de la red, requiere de la pronta respuesta para minimizar el impacto en el funcionamiento del sistema eléctrico. En una red grande como la correspondiente a la provincia La Habana, el nivel de ocurrencia de fallas en el sistema es elevado lo que implica un cuidado especial en las operaciones de control que se realizan, donde su ejecución de forma manual puede dar lugar a errores por parte del personal encargado. La automatización de estas operaciones permite lograr un mayor control sobre la red, agilizando el trabajo y garantizando que el proceso de control se realice con mayor calidad.

### **1.3.2 Descripción del dominio del problema**

El cumplimiento de una operación de control tiene lugar en el área de despacho de la UNE, donde el personal que allí labora se apoya en el uso de la herramienta AutoCAD, un software que es reconocido por sus capacidades de edición, trabajo con modelos en dos dimensiones, tres dimensiones y patrones de usabilidad.

Los operadores del área de despacho son los responsables de la atención de las incidencias o fallas en la red y dirigen el cumplimiento de una operación de control para solucionar el problema reportado. Para ello, los despachadores se auxilian de un conjunto de mapas impresos que representan el estado de la red y la evolución que ha tenido en todo el día, así como la visualización de la misma en la herramienta informática AutoCAD.

El uso de planos impresos requiere de grandes esfuerzos y destreza de los despachadores y aún más cuando los planos de la red son muy grandes, lo que atrasa las operaciones de control. Además, la herramienta AutoCAD no es la más ideal para este tipo de tarea, ya que no conoce de la lógica del negocio que se aplica, las restricciones de sus componentes principales le son indiferentes, no es capaz de diferenciar los elementos de la red entre ellos mismos como postes, cables, líneas de alta tensión, circuitos, transformadores, etc.

Al terminar el día todos los cambios documentados por los despachadores son entregados al área de dibujo, donde reflejan en la herramienta AutoCAD las incidencias ocurridas y modifican cada uno de los detalles de la cartografía de la red. Posteriormente luego de actualizar los planos, estos son impresos y entregados al área de despacho, para que el personal se apoye en los mismos para registrar los

cambios que ocurran durante el día. Este ciclo se repite diariamente de la misma manera, lo que resulta trabajoso ya que las operaciones que se realizan requieren de mucho esfuerzo.

## 1.4 Situación problemática

Actualmente las operaciones de control (como unir dos circuitos de forma temporal, sustitución de cables eléctricos, actualizar estado de transformadores, etc.) que se llevan a cabo en la UNE en cuanto a la gestión de las redes eléctricas de la provincia La Habana resulta muy tedioso, por no contar con una herramienta que facilite la dirección, operación, mantenimiento y planificación de la red eléctrica de la provincia, por lo que los resultados pueden no ser los esperados pudiendo incluir errores en las operaciones que se realizan en la entidad.

Debido a que las operaciones de control llevadas a cabo en la UNE se documentan en papel, la presente investigación busca resolver este impedimento mediante la implementación de un SIG para automatizar este proceso; lo que contribuiría al aumento del control existente sobre las redes eléctricas facilitando el mantenimiento sobre las mismas.

## 1.5 Herramienta que apoya la gestión de las redes eléctricas en la UNE

### AutoCAD

Programa asistido por computadoras para diseño en dos y tres dimensiones, el software gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con las que se puede operar. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. Dicha herramienta permite a sus usuarios crear menús personalizados y programas de aplicación ampliando así las particularidades del AutoCAD en función de necesidades particulares. Los comandos y procesos de AutoCAD son fáciles de asimilar. Los mensajes informáticos, los cuadros de diálogos en pantalla, los menús desplegables, etc. ofrecen un entorno fácil de usar y una comodidad en el aprendizaje y el manejo de dibujo asistido por computadoras. (10)

Esta herramienta procesa imágenes vectoriales, aunque se pueden incorporar archivos fotográficos donde se dibujan figuras básicas (líneas, arcos, rectángulos, textos, etc.), pudiendo crear gráficos más complejos. Con el fin de tener los elementos más organizados el programa permite mantener los objetos por capas ayudando en la gestión de los planos. El AutoCAD guarda sus archivos en extensión dwg, permitiendo exportar en varios otros formatos (como el dxf). (11)

## 1.6 Análisis de soluciones existentes

### **SIGERE (Sistema Integral de Gestión de Redes Eléctricas)**

En la provincia de Sancti Spíritus existe un SIG para el control y operación de las redes eléctricas, que tiene como objetivo facilitar la dirección, operación, explotación y planificación de las redes en dicha provincia, el SIG brinda la posibilidad de acceder no solo a la información eléctrica, sino además a la información física de los mismos, siendo muy útil a los operadores de la red eléctrica del despacho provincial. Esto facilita la toma de decisiones en un momento dado, así como conocer el lugar de una avería y los sitios donde tiene mayor posibilidad de ocurrir un fallo de la red, entre otras opciones. Todo esto incide de manera importante en la gestión de las redes en cuanto a las interrupciones y la mejor operación de la red. El SIGERE forma parte del Sistema de Gestión de la Unión Nacional Eléctrica (SIGE) y está estructurado en cuatro subsistemas, que se encuentran divididos en módulos, siendo uno de estos módulos el SIG, el cual brinda la posibilidad de mostrar información geográfica de la zona y también del tendido eléctrico. (12)

Entre las funcionalidades y características que presenta SIGERE se pueden mencionar:

- Localizar rápidamente las quejas de la población.
- Organizar el recorrido de los carros de forma eficiente, disminuyendo el consumo de combustible.
- Ver en el mapa las zonas con defectos en las instalaciones, circuitos con conductores inadecuados o con mal aislamiento, postes en mal estado, etc.
- Hacer un estudio de fallas de equipamiento por zonas rurales.
- Conocer la ubicación de transformadores sobrecargados y tomar acciones.
- En determinadas escalas permite dibujar el croquis de los nuevos proyectos con la exactitud necesaria, lo que disminuye los costos totales del proyecto.

### **COMPASS RED**

La Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, cuenta desde 1984 con el GESE, Grupo de Estudio sobre Energía, cuya misión central es generar políticas que posibiliten un uso racional de la energía; todos los desafíos e investigaciones son asumidos junto al departamento de ingeniería eléctrica de la facultad, posibilitando encarar un amplio espectro de temáticas y transferencias gracias a la potencialidad de los recursos humanos vinculados a la

generación, transporte y distribución de la energía eléctrica. El GESE ha propiciado desde su creación un importante número de transferencias y desarrollos vinculados a la optimización de recursos eléctricos en instituciones privadas y públicas. (13)

En el caso de empresas distribuidoras de energía eléctrica en Argentina, la instauración de sistemas de control para la calidad del servicio responde en gran medida al contrato de concesión, el cual exige cumplir con normas de calidad en el servicio suministrado. Todo esto hace necesario incorporar sistemas capaces de otorgar información clara, concisa y fehaciente. Surge así COMPASS RED mediante el cual es posible actualizar los datos concernientes a la actividad y la digitalización del plano de la ciudad y de la red eléctrica, compuesta por la geografía básica (manzanas y calles) y los elementos propios de la red tales como centros de transformación y elementos diversos (cajas, derivaciones, interruptores, conductores, clientes). Sobre esta plataforma el sistema permite proyectar y modificar la red existente a través de funciones de dibujo, modificando así a los elementos de red. También es posible alterar la estructura geográfica de calles y manzanas para adaptarla a cambios de nomenclaturas o modificaciones en la estructura urbana, así como asociar clientes con puntos de conexión con la red eléctrica, visualizando los datos completos del cliente. (13)

Cuenta con funciones de visualización que posibilitan ver la geografía, red y clientes de modo seleccionable, diferenciando las tensiones de la red, tipología de clientes, tipo de conductores u otras características diferenciadoras. También es posible realizar búsquedas geográficas como manzanas, calles, intersecciones entre calles, direcciones, clientes, elementos propios de la estructura de la red, ubicar reclamos producidos por interrupciones del servicio, definir áreas de impacto de fallas y áreas afectadas por mejoras y mantenimientos programados. (13)

Entre las características y funcionalidades de COMPASS RED se pueden mencionar:

- Capacidad de ser operado desde múltiples estaciones de trabajo.
- Interfaz gráfica intuitiva y de cuidado diseño que facilita su utilización.
- Determinación del crecimiento periódico de la red.
- Determinación de caminos críticos para nuevas extensiones de la red.
- Sistema integrado de documentación e identificación geográfica de reclamos.
- Identificación de elementos de red en la interfaz gráfica con independencia de los otros componentes.
- Impresión ágil de hojas de rutas para las actividades del área técnica.

## 1.7 Conclusiones parciales

Mediante el desarrollo del presente capítulo se expusieron los principales conceptos asociados al dominio del problema, los cuales servirán de base para un mejor entendimiento de la investigación. Después de realizar un análisis de las soluciones existentes que sirven de apoyo en la gestión de las operaciones de control en empresas eléctricas, se concluye que actualmente no existe ningún software libre de escritorio que brinde una solución adecuada para erradicar los problemas existentes en el área de despacho de la UNE; aunque existen herramientas que pudieran dar solución a algunas de las deficiencias en dicha área, requieren de la compra de licencias para poder utilizarlas, o no cumplen con todas las especificaciones del negocio. El AutoCAD es actualmente el software que apoya el proceso de realización de las operaciones de control en la UNE, pero no es el ideal para que las acciones que allí se realizan, se desarrollen con excelencia, por lo que se hace necesario desarrollar un SIG que facilite la realización de las operaciones de control que se llevan a cabo en el área de despacho en la UNE.

### CAPÍTULO 2: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES A UTILIZAR

#### 2.1 Introducción

El presente capítulo describe las características de las tecnologías a utilizar para la construcción de la herramienta propuesta: la metodología de desarrollo de software, entorno de desarrollo, lenguaje de programación, herramientas de modelado, sistema gestor de bases de datos, entre otras.

#### 2.2 Metodologías de desarrollo de software

Las metodologías de desarrollo de software surgen ante la necesidad de utilizar una serie de procedimientos, técnicas, herramientas y soporte documental a la hora de desarrollar un producto de software. (14)

En la actualidad existen disímiles metodologías de desarrollo de software que pueden ser adoptadas por los equipos de desarrollo en dependencia de sus características; pero uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los equipos de trabajo es el de seleccionar una metodología adecuada que posibilite obtener las aspiraciones deseadas en cuanto al desarrollo del software.

##### 2.2.1 Rational Unified Process (RUP)

El Proceso Unificado de Desarrollo (conocido como RUP por sus siglas en inglés), proporciona disciplinas en las cuales se encuentran artefactos con los que se podrá contar como guía para documentar e implementar de una manera fácil y eficiente un sistema; todo esto dentro de las respectivas fases con las cuales cuenta. (15)

La metodología RUP cuenta con tres características esenciales: (15)

- **Dirigido por casos de uso.** Los casos de uso, representados a través de requisitos, guían el proceso de desarrollo, ya que los modelos que se obtienen, como resultado de los diferentes flujos de trabajo, representan la realización de los casos de uso.
- **Centrado en la arquitectura.** Desde el comienzo del desarrollo de un sistema se debe establecer una arquitectura que servirá de base para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo económicamente, esta será la encargada de guiar el proceso de desarrollo de software e indicará los casos de uso relevantes que se deberán desarrollar en cada iteración.

- **Iterativo e Incremental.** RUP propone que cada fase se desarrolle en iteraciones, lo que permite integrar progresivamente los elementos y de esta manera corregir los errores, refinar los requisitos y obtener un producto con la calidad requerida.

### 2.3 Lenguaje de Modelado: Unified Modeling Language (UML)

UML es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema de software. Sus creadores pretendieron, con este lenguaje, unificar las experiencias acumuladas sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas en un acercamiento estándar. (16)

Entre las ventajas que aporta el UML como estándar de modelado se pueden mencionar: (17)

- Lograr una mayor especificación.
- Es posible modelar estructuras complejas.
- Permite realizar una verificación y validación del modelo realizado.
- Mediante técnicas orientadas a objetos permite modelar sistemas.
- Sustituye las diferentes notaciones empleadas por otros lenguajes.
- Permite controlar al detalle una verificación el del modelo realizado.
- Muy utilizado en toda la industria del software.

Para darle solución a la problemática se utilizará la versión de UML 2.1

### 2.4 Entornos de Desarrollo Integrado (IDE)

Un entorno integrado de desarrollo o IDE (del inglés Integrated Development Environment), es un entorno de programación o programa informático con un conjunto de herramientas de programación incorporadas que son utilizados por los programadores para generar código, que pueden ser utilizados para uno o varios lenguajes de programación. Las herramientas que componen un IDE son: el editor de código, el compilador, el depurador, el constructor de interfaz gráfica y el sistema de control de versiones.

#### 2.4.1 Qt Creator

Qt Creator constituye una multiplataforma que se ajusta a las necesidades de los desarrolladores. Se centra en proporcionar características que ayudan a los nuevos usuarios de Qt a aprender y comenzar

a desarrollar rápidamente, también aumenta la productividad de los desarrolladores con experiencia en Qt. (18)

Entre sus principales características se encuentra: (19)

- Utiliza el lenguaje de programación orientado a objetos C++.
- Posee diseñador de formularios.
- Se basa en Qt, una librería multiplataforma y gratuita para crear interfaces gráficas, programación web, multihilo, bases de datos, etc.
- Herramienta para el uso en proyectos y administración.
- Características avanzadas: compleción automática de código, sintaxis coloreada, ayuda sensible al contexto, inspector de objetos, diseñador visual, compilador y depurador integrado, etc.

Para darle solución a la problemática se utilizará la versión de Qt Creator **2.3.1**

### **2.5 Lenguaje de Programación: C++**

El C++ es un lenguaje versátil, potente y general. Su éxito entre los programadores profesionales le ha llevado a ocupar uno de los primeros puestos como lenguaje de desarrollo de aplicaciones de escritorio. El C++ mantiene las ventajas del lenguaje C en cuanto a riqueza de operadores y expresiones, flexibilidad, concisión y eficiencia. Además, ha eliminado algunas de las dificultades y limitaciones del C original. (20)

A este lenguaje se le han incorporado nuevos tipos de datos, plantillas, clases, trabajo con excepciones, sistema de espacios de nombres, funciones de expansión en línea, sobrecarga de operadores, referencias, operadores para manejo de memoria persistente, entre otras. Ha alcanzado un éxito extraordinario desde su creación y muchos sistemas operativos, compiladores e intérpretes han sido desarrollados en C++ como por ejemplo Windows y Java. Dicho lenguaje cuenta además con documentación extensa dispersa en toda la red y una numerosa comunidad de desarrollo en todo el mundo.

### 2.6 Arquitectura de Software

David Garlan establece que *“la Arquitectura de Software(AS) constituye un puente entre el requerimiento y el código, ocupando el lugar que en los gráficos antiguos se reservaba para el diseño”*. (21)

El cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales de un sistema está soportado por el uso de una arquitectura adecuada; su representación y diseño son en la actualidad un tema contundente de la ingeniería. La arquitectura de software de un sistema computacional es la estructura del mismo, la cual comprende elementos de dicho software, las propiedades visibles de esos elementos, y las relaciones entre ellos.

#### 2.6.1 Arquitectura Orientada a Objetos

Los componentes de este estilo son los objetos, o más bien instancias de los tipos de datos abstractos; se basan en principios orientados a objetos: encapsulamiento, herencia y polimorfismo. Los objetos son asimismo las unidades de modelado, diseño e implementación, y sus interacciones son el centro de las incumbencias en el diseño de la arquitectura y en la estructura de la aplicación. Las interfaces están separadas de las implementaciones. En general la distribución de objetos es transparente. (21)

La arquitectura orientada a objetos es básicamente una estructura de clases y paquetes que permite mantener una aplicación de software flexible, robusta y desarrollable; en ella todos los componentes, como archivos, procesos y operaciones se representan como estructuras de datos en el sistema de memoria, lo que posibilita que cada objeto sea una unidad reutilizable en el entorno de desarrollo; es posible descomponer problemas en colecciones de objetos que interactúan a través de invocaciones de funciones y procedimientos.

### 2.7 Herramientas CASE

Las herramientas CASE (Ingeniería de Software Asistida por Ordenador del inglés Computer Aided Software Engineering) son aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software reduciendo el coste de las mismas en términos de tiempo y de dinero.

Las tecnologías CASE apoyan en la automatización del desarrollo del software, respaldando la calidad y la productividad en el desarrollo de sistemas. Permiten mejorar la planificación de un proyecto y

automatizar la documentación, generación de código y las pruebas de errores en un proyecto, lo que ayuda a la reutilización del software.

### 2.7.1 Visual Paradigm

Visual Paradigm una herramienta CASE que cuenta con licencia gratuita y comercial, su instalación y actualización es sencilla y compatible entre ediciones, utiliza UML como lenguaje de modelado. Está diseñada para una amplia gama de usuarios interesados en construir sistemas fiables con el uso del paradigma orientado a objetos, incluyendo actividades como ingeniería de software, análisis de sistemas y análisis de negocios. (17)

Principales características de Visual Paradigm:

- Presenta un diseño centrado en casos de uso y enfocado al negocio.
- Entorno de creación de diagramas para UML.
- Disponibilidad de integrarse con varios IDEs de desarrollo.
- Disponibilidad en múltiples plataformas.
- Lenguaje estándar común a todo el equipo de desarrollo.
- Disponibilidad de múltiples versiones.
- Generación de código (modelo a código, diagrama a código).
- Capacidades de ingeniería directa e inversa.

Para darle solución a la problemática se utilizará la versión de Visual Paradigm **8.0**

### 2.8 Sistema Gestor de Base de Datos

Un Sistema Gestor de Base de Datos (en lo adelante SGBD) es un conjunto de programas informáticos que posibilitan crear y mantener una base de datos, que sirven de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones; buscando mantener la integridad y seguridad de los datos asociados a esta.

Entre los objetivos específicos de un SGBD se pueden mencionar: control centralizado, facilidad a la hora de manipular los datos, protección de los mismos y su integridad, independencia de la información que manejan y de las aplicaciones, entre otras. Entre los SGBD más utilizados se pueden mencionar PostgreSQL, Oracle, MySQL, Microsoft SQL Server, entre otros.

### 2.8.1 PostgreSQL

PostgreSQL es un SGBD, de código abierto del sistema objeto-relacional de bases de datos. Cuenta con una arquitectura de gran prestigio a nivel internacional gracias a su fiabilidad, integridad de datos y la corrección. Se ejecuta en diversos sistemas operativos, incluyendo Linux, UNIX, Mac OSX y Windows. También soporta almacenamiento de objetos binarios grandes, incluyendo imágenes, sonidos o vídeo. Cuenta con interfaces nativas de programación C / C + +, Java, NET, Perl, Python, Ruby, Tcl, ODBC, entre otros. (22)

Entre sus principales características se encuentran: (22)

- Permite gestionar permisos asignados a los roles que desempeñan los diferentes usuarios en la base de datos.
- Cuenta con soporte completo para claves foráneas, uniones, vistas, triggers y procedimientos almacenados (en varios idiomas).
- Permite herencia entre tablas.
- Permite declarar funciones propias, así como la definición de disparadores.
- Maneja diversos tipos de datos entre ellos (INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL, y TIMESTAMP).
- Implementación del estándar SQL92/SQL99.

### 2.8.2 PostGIS

PostGIS es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL, convirtiéndola en una base de datos espacial para su utilización en SIG. (23)

El desarrollo de desarrollo fue iniciado por la empresa canadiense Refrations Research como un proyecto en la tecnología de base de datos de código abierto espacial. PostGIS es liberado bajo la licencia pública general de GNU, y sigue siendo desarrollada por un grupo de colaboradores dirigido por un comité directivo del proyecto y las nuevas características se siguen añadiendo. (23)

Para darle solución a la problemática se utilizará la versión de PostgreSQL **9.1** y la versión de PostGIS **1.5**

### 2.9 GeoQ

GeoQ es un SIG de código abierto, disponible para varios sistemas operativos como (Linux, Mac OSX y Windows), bajo la licencia pública general (GNU/GPL), fue desarrollado en el centro de desarrollo de software GEySED de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Está basado enteramente en el proyecto Quantum GIS (QGIS). Este sistema está desarrollado en C++ y trabaja con distintos orígenes de datos tales como PostGIS y SpatialLite, la mayoría de los formatos vectoriales y formatos ráster.

GeoQ brinda la posibilidad de desarrollar de nuevas soluciones que se adapten a las necesidades de cualquier negocio en el que muchos de sus procesos puedan ser adaptados a los SIG. En este caso para automatizar la realización de las operaciones de control de las redes eléctricas en la UNE.

Para darle solución a la problemática se utilizará la versión de GeoQ **1.7.3**

### 2.10 Conclusiones parciales

Mediante el desarrollo del presente capítulo se ha realizado un análisis de las tecnologías que serán utilizadas para el desarrollo del sistema informático propuesto, tomando como base el SIG GeoQ para desarrollar una personalización que dará respuesta a las necesidades de la UNE. Para el desarrollo de esta personalización se utilizará el lenguaje de programación C++, como IDE de desarrollo Qt Creator y siguiendo una arquitectura de software orientada a objetos. Para guiar el proceso de desarrollo de software la metodología RUP, se utilizará como herramienta CASE a Visual Paradigm y UML como lenguaje de modelado. El uso de tecnologías libres permitirá obtener un menor costo de producción del producto final, siguiendo además con la política de soberanía tecnológica que está llevando a cabo nuestro país. Luego de un análisis detallado se puede afirmar que las bases para comenzar la construcción de la futura aplicación están debidamente planteadas.

## **CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA**

### **3.1 Introducción**

En este capítulo se describe la solución propuesta, se realiza un estudio del negocio y el entorno donde se desarrolla, se seleccionan los actores, los trabajadores, los casos de uso del negocio; además se exhibe el diagrama de casos de uso del sistema con sus respectivos actores y casos de usos, así como sus descripciones textuales.

### **3.2 Modelo de negocio**

El modelo de negocio está formado por actores, casos de uso y relaciones entre ambos, describe lo que el sistema debería hacer en términos de usuarios y bajo qué restricciones. El modelo del negocio permite comprender la estructura y dinámica de la organización en la cual se va a implantar el sistema, asegurando de esta manera que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la misma; ayuda a identificar los problemas que existen en la organización, y percibir las mejoras potenciales. (24)

#### **3.2.1 Actores y trabajadores del negocio**

Un actor del negocio es cualquier individuo, grupo, entidad, organización, máquina o sistema de información externos, con los que el negocio interactúa. Lo que se modela como actor del negocio es el rol que se juega cuando se interactúa con el negocio para beneficiarse de sus resultados. (24)

<b>Actor del negocio</b>	<b>Descripción</b>
Cliente	Recibe el servicio eléctrico en su domicilio y en caso de detectar una falla en el sistema eléctrico como (caída de un poste o cables eléctricos, problemas en el voltaje que haya dejado sin electricidad una manzana, avería en un transformador, etc.) la reporta a la empresa eléctrica.

Tabla 1: Actor del negocio

Un trabajador representa un puesto que puede ser asignado a una persona o equipo, el cual requiere de responsabilidades y habilidades para realizar las actividades correspondientes. (24)

<b>Trabajadores del negocio</b>	<b>Descripción</b>
Despachador	Son los encargados de recibir los avisos por parte de un cliente acerca de fallos que estén ocurriendo en el servicio eléctrico. Procesan esta información, atienden a los operarios que se encuentran en el terreno mediante un control del estado de las líneas eléctricas.
Operario	Son los encargados de darle solución a las fallas eléctricas en el sistema, realizan estas operaciones en el terreno y son supervisados desde la empresa eléctrica.
Dibujante	Se encargan de diseñar y mantener actualizado el estado de los planos de las redes eléctricas.

Tabla 2: Trabajadores del Negocio

## Modelo de objetos del negocio



Figura 1: Modelo de objetos del negocio

### 3.2.2 Reglas del negocio

El proceso de negocio comienza cuando un cliente reporta a la UNE una incidencia que esté ocurriendo en el sistema eléctrico.

El área de despacho tiene la obligación de registrar toda la información dada por el cliente en la planilla de incidencias e instantáneamente debe localizar un operario en el terreno para que solucione el problema.

El operario debe darle solución al problema en un tiempo estipulado de no más de 48 horas, esto depende de las características de la afectación y siempre que las condiciones lo permitan.

La información del estado de la red es enviada al área de despacho en el mismo momento que se soluciona el problema, el cual actualiza la planilla de cambios realizados. Al terminar el día esta planilla de cambios es enviada al área de diseño; el que a partir de ese momento cuenta con lo que resta del día para actualizar el estado de la red, que debe estar listo antes del próximo día para que el área de despacho realice sus operaciones.

### 3.2.3 Diagramas de casos de uso del negocio

A continuación se presenta el diagrama de casos de uso del negocio, el cual está conformado por el actor del negocio y el caso de uso que representa el principal proceso identificado.

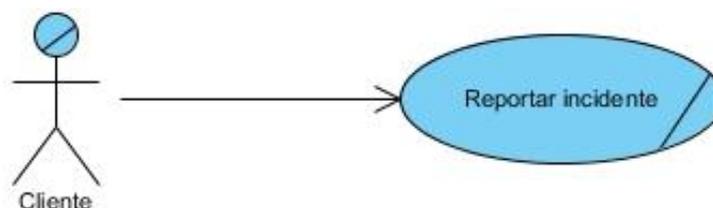


Figura 2: Diagrama de casos de uso del negocio

### 3.2.4 Descripción textual de los casos de uso del negocio

<b>Caso de uso del negocio</b>	<b>Reportar incidencia</b>	
<b>Actores</b>	Cliente.	
<b>Trabajadores</b>	Despachador, Operario, Dibujante.	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando un cliente reporta un incidente que esté ocurriendo en el sistema eléctrico, y finaliza cuando se le da solución al problema y es actualizado el estado de la red eléctrica.	
<b>Precondiciones</b>	Ninguna	
<b>Curso normal de eventos</b>		
<b>Acción del actor</b>	<b>Respuesta del proceso de negocio</b>	
1. El caso de uso de inicia cuando un cliente reporta mediante una llamada o aviso a la UNE, una incidencia que esté ocurriendo en el sistema eléctrico (caída de un poste eléctrico, problemas en el voltaje que haya dejado sin electricidad una manzana, intersección de cables en el tendido eléctrico, entre otros).	2. El área de despacho atiende la llamada y procede a recopilar toda la información referente al incidente (dirección, descripción del problema, posible causa); toda la información es registrada en una planilla de incidencias.	
	3. El área de despacho localiza un vehículo de la entidad (operario) que esté disponible en el terreno y apoyándose de la información recopilada en la planilla de incidencia y por los planos impresos de la red, brindan todos los datos necesarios al operario, quien	

	<p>luego de contar con la información necesaria se dirige al lugar del incidente a darle solución.</p>
	<p>4. Los operarios solucionan el problema y en caso de necesitar orientación sobre el estado actual de la red para darle respuesta al mismo (por ejemplo: para unir dos circuitos, se necesita conocer si el generador que alimenta un grupo de circuitos es capaz de suministrarle corriente al circuito averiado), llaman al área de despacho, los cuales le informan el estado de esta y brindan la solución.</p>
	<p>5. Los operarios, luego de reparar la afectación en la red, envían los cambios efectuados al área de despacho.</p>
	<p>6. El área de despacho actualiza la planilla de cambios guiándose por la información que le brindan los operarios.</p>
	<p>7. El área de despacho, al terminar el día, envía la planilla de cambios realizados al área de diseño.</p>
	<p>8. El área de diseño, guiándose por la información recopilada en la planilla de cambios, actualiza los planos de la red.</p>
	<p>9. El área de diseño, luego de la actualización de los planos de la red, procede a imprimirlos para que el próximo día el área de despacho realice las operaciones con apoyo de los mismos.</p>

Tabla 3: Descripción del caso de uso del negocio: Reportar incidencia

### 3.2.5 Diagrama de actividades

Un diagrama de actividades describe un proceso que explora el orden de las tareas o actividades que logran los objetivos del negocio.

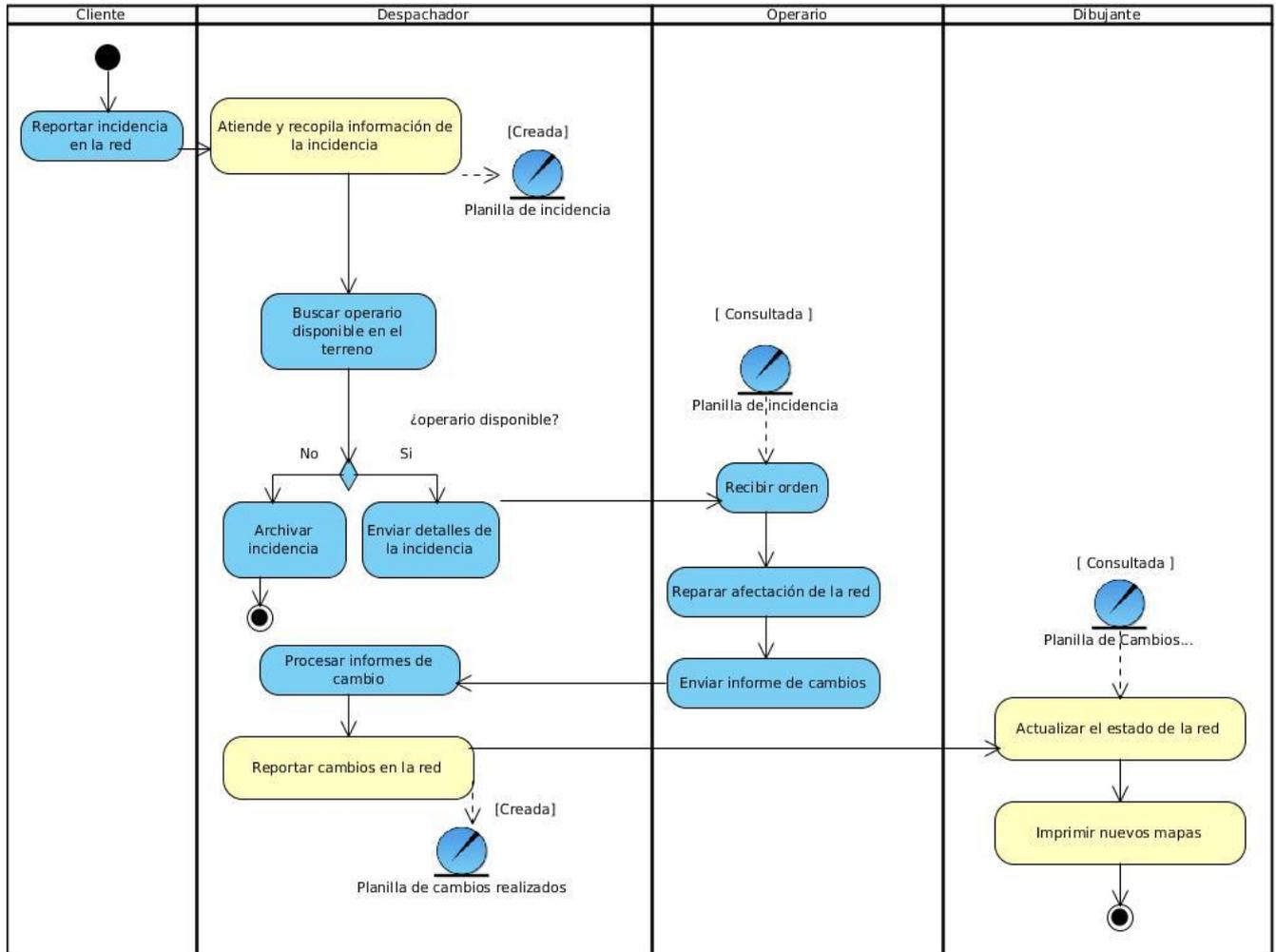


Figura 3: Diagrama de actividades

### 3.3 Requisitos funcionales

Como parte de la automatización del proceso de negocio descrito anteriormente, se identificaron los siguientes requisitos funcionales, que serán las capacidades o condiciones que el sistema deberá cumplir en una primera versión.

**RF1 Adicionar interrupción:** El sistema permitirá seleccionar en el mapa el objeto eléctrico que se desea interrumpir, luego es posible adicionarle una interrupción que lo diferenciara de los otros objetos eléctricos que tienen un estado normal.

**RF2 Eliminar interrupción:** El sistema permitirá seleccionar en el mapa el objeto eléctrico que se encuentra interrumpido, luego es posible eliminarle la interrupción, con lo que volverá a su estado original.

**RF3 Modificar interrupción:** El sistema permitirá seleccionar en el mapa un objeto eléctrico que se encuentra interrumpido, luego es posible modificar y actualizar los datos asociados a dicha interrupción.

**RF4 Mostrar interrupciones:** El sistema permitirá visualizar todas las interrupciones asociadas a los objetos eléctricos que estén ocultas en la cartografía de la red.

**RF5 Ocultar interrupciones:** El sistema permitirá ocultar todas las interrupciones asociadas a los objetos eléctricos que estén visibles en la red.

**RF6 Mostrar interrupciones por temática:** El sistema permitirá visualizar todas las interrupciones que se corresponden con un tema determinado. De este modo se podrá tener una vista por niveles de interrupción repartidas por las zonas del mapa y se podrá clasificar de acuerdo a un tipo de objeto.

**RF7 Ocultar interrupciones por temática:** El sistema permitirá ocultar todas las interrupciones correspondientes a los objetos eléctricos del mapa, que se asocian a un tema determinado y estén visualizándose.

**RF8 Eliminar interrupciones por temática:** El sistema permitirá eliminar todas las interrupciones asociadas a los objetos eléctricos de la red, que se corresponden con un tema determinado.

**RF9 Cambiar estado de circuito:** Con este requisito se quiere que el sistema permita modificar el estado actual de un circuito perteneciente a la red eléctrica; los cuales pueden ser normal, roto o en reparación.

**RF10 Alternar vista de la red:** Con este requisito se quiere que el sistema permita alternar varias vistas de la red, las cuales pueden ser: estado original del mapa (la original de todos los circuitos, es la cartografía sin haberle realizado modificaciones); estado inicial (es la vista que muestra el estado inicial

de la cartografía al comenzar el día) y el estado actual(es la vista que muestra todos los cambios que han ocurridos en el día).

**RF11 Visualizar archivo multimedia:** Con este requisito se quiere que el sistema visualice los archivos multimedia asociados a los objetos eléctricos de la red (pueden ser fotos, videos, pdf).

**RF12 Calcular nivel de voltaje:** Con este requisito se quiere que el sistema permita calcular el voltaje de un circuito existente en la red en dependencia de la cantidad de generadores que este contenga. Se obtendrá como resultado la capacidad de voltaje del circuito.

**RF13 Determinar generador capacitado:** Con este requisito se quiere que el usuario pueda determinar cuál generador puede asumir un determinado circuito de la red en dependencia de la demanda y la capacidad de generación.

**RF14 Crear reportes de incidencia por diferentes criterios:** El sistema debe permitir crear reportes de incidencia por diferentes criterios, como puede ser por una fecha, rango de fechas, tipo de objeto, interrupciones existentes y no existentes. Este requisito está encaminado a ofrecer una herramienta que permita explorar el estado de la red en cuanto a incidencias.

### 3.4 Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales (en lo adelante RNF) son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Normalmente están vinculados a requisitos funcionales, es decir una vez se conozca lo que el sistema debe hacer, se puede determinar cómo debe comportarse, qué cualidades debe tener o cuán rápido o grande debe ser. (25)

#### Apariencia o interfaz externa

- El diseño de la interfaz deberá realizarse de forma sencilla, con tonalidades de colores que faciliten la localización de todas las funcionalidades.

#### Usabilidad.

- El sistema será usado por cualquier persona que tenga un conocimiento mínimo de computación. Sin embargo, el usuario final del sistema, deberá tener los conocimientos básicos

de las terminologías empleadas en una red eléctrica así como las operaciones que se realizan en ella. Adicionalmente se requiere de nociones básicas en el trabajo con los mapas.

- La información deberá estar disponible en todo momento.
- La aplicación debe permitir completar las interacciones necesarias en la menor cantidad de secuencias posibles.

### **Requisitos de portabilidad y operatividad**

- La aplicación debe ser compatible con el sistema operativo Microsoft Windows a partir de la versión 2000 NT, cualquier distribución de GNU/Linux y el sistema operativo Mac OsX.

### **Requisitos de software del sistema**

Las computadoras que utilizarán el software deben tener instalado el sistema operativo Microsoft Windows a partir de la versión 2000 NT, cualquier distribución de GNU/Linux o el sistema operativo Mac OsX.

### **Requisitos de hardware del sistema**

Las computadoras que utilizarán la aplicación deberán contar con un microprocesador con velocidad de procesamiento superior a un 1 GHz y memoria RAM de 512 MB o superior (recomendable 1GB).

## **3.5 Descripción del sistema propuesto**

Los casos de uso son utilizados para describir el comportamiento del sistema, estos son descritos mediante un documento que especifica la secuencia en que se van desarrollando las acciones entre el actor y el sistema. Los actores se definen como los roles que puede tener un usuario; pueden ser humanos, otros sistemas, máquinas, hardware, etc. que interactúan con un sistema para de esta forma intercambiar datos.

3.5.1 Descripción del actor

Actor	Descripción
<b>Despachador</b>	Interviene en el proceso de Gestionar interrupción, Cambiar estado de circuito, Alternar estado de la red, Visualizar archivo multimedia, Calcular nivel de voltaje y Determinar generador capacitado.

Tabla 4: Descripción de actor del sistema

3.5.2 Diagrama de casos de uso del sistema

A continuación se muestra el Diagrama de casos de uso del sistema donde están representados los distintos actores que interactúan con el sistema mediante los casos de uso y luego la descripción textual de cada uno de estos.

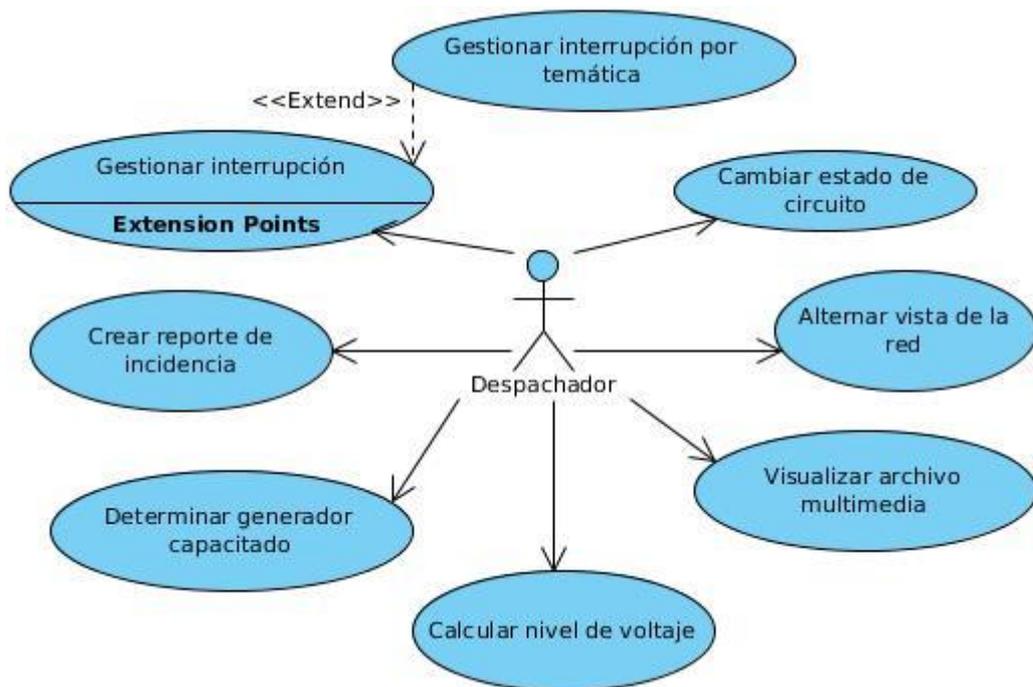


Figura 4: Diagrama de casos de uso del sistema

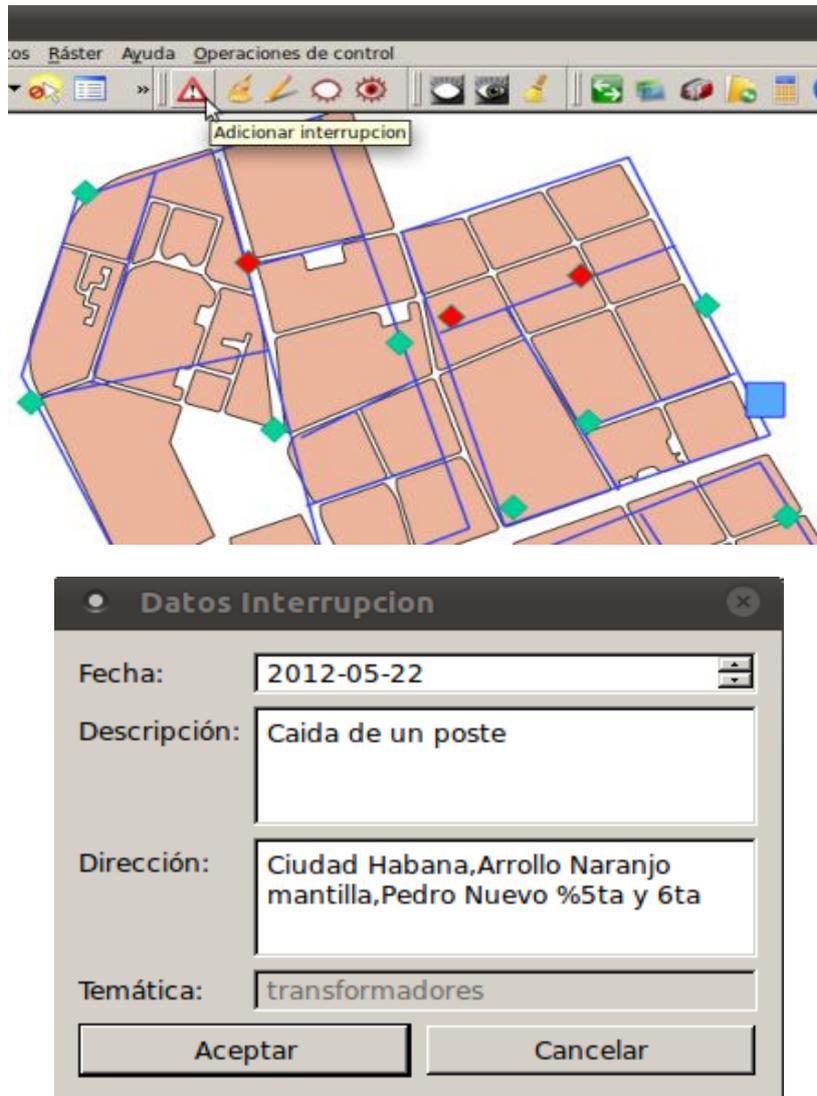
### 3.5.3 Descripción textual de los casos de uso del sistema

A continuación se muestra la descripción del caso de uso del sistema “Gestionar Interrupción”, los restantes pueden ser vistos en el Anexo I.

#### Descripción textual del caso de uso “Gestionar Interrupción”

<b>Caso de Uso</b>	<b>Gestionar interrupción</b>	
<b>Actores</b>	Despachador	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando el despachador decide gestionar la información correspondiente a una interrupción, pudiendo registrar una nueva interrupción, así como editar o eliminar una existente. Adicionalmente se pueden ocultar o mostrar las interrupciones asociadas a los objetos eléctricos. El caso de uso finaliza con la modificación de los datos de una de las interrupciones existentes, la creación o eliminación de alguna, o podrán ser mostradas o ocultadas.	
<b>Precondiciones</b>	Se debe tener cargada la cartografía de la red.	
<b>Referencia</b>	RF 1, RF 2, RF 3, RF 4 y RF 5	
<b>Prioridad</b>	Normal	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona una de las opciones que le brinda el sistema para Gestionar interrupción.	2- Según la opción seleccionada por el despachador el sistema procede a ejecutar de la siguiente manera. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Si selecciona Anadir interrupción ver Sección “Anadir interrupción”.</li> <li>✓ Si selecciona Eliminar interrupción ver Sección “Eliminar interrupción”.</li> <li>✓ Si selecciona Modificar interrupción ver</li> </ul>	

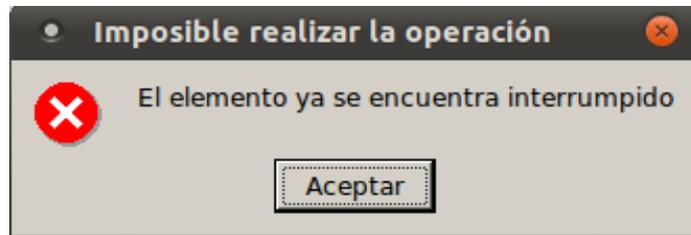
	<p>Sección “Modificar interrupción”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Si selecciona Ocultar interrupciones ver Sección “Ocultar interrupciones”.</li> <li>✓ Si selecciona Mostrar interrupciones ver Sección “Mostrar interrupciones”.</li> </ul>
<b>Prototipo de Interfaz</b>	
<b>Sección “Anadir interrupción”</b>	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona el objeto eléctrico que será interrumpido.	2- El sistema resalta en otro color el objeto seleccionado.
3- El actor selecciona la opción añadir interrupción.	4- El sistema muestra un formulario para que el usuario registre los datos de la interrupción.
5- El actor llena los datos de la interrupción y presiona el botón aceptar	6- El sistema cambia a color rojo el objeto y muestra un mensaje indicando que la interrupción fue adicionada correctamente. Finalizando el caso de uso con el registro de la interrupción.
<b>Prototipo de Interfaz</b>	



**Flujo Alternativo de Eventos**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1-El sistema muestra un mensaje indicando que el objeto eléctrico se encuentra interrumpido.
	6.1- El sistema no añade la interrupción en caso de que el usuario haya presionado el botón cancelar.

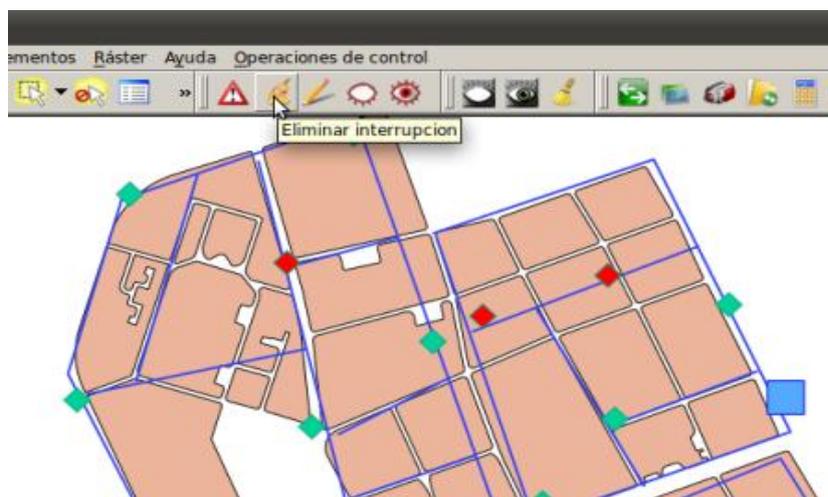
**Prototipo de Interfaz**

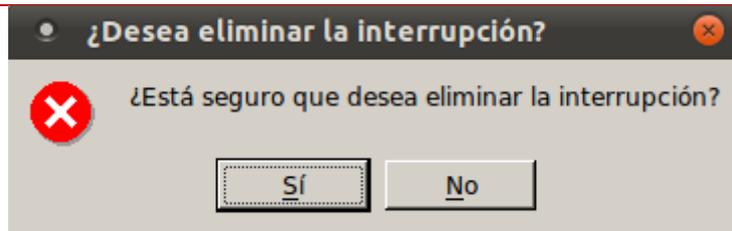


**Sección "Eliminar interrupción"**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona el objeto eléctrico al cual le será eliminada la interrupción.	2. El sistema resalta en otro color el objeto seleccionado.
3. El actor selecciona la opción eliminar interrupción.	4. El sistema muestra un mensaje de confirmación para eliminar la interrupción existente.
5. El actor selecciona la opción aceptar.	6. El sistema cambia a su color original el objeto eléctrico. Finalizando el caso de uso con la eliminación de una interrupción.

**Prototipo de Interfaz**

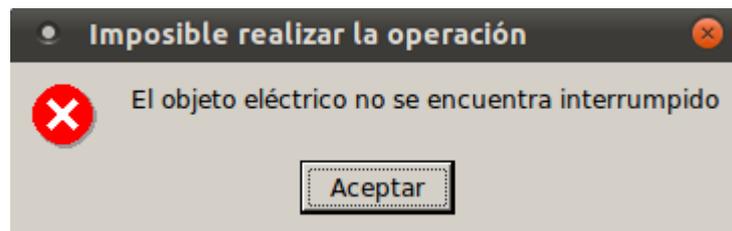




**Flujo Alternativo de Eventos**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1-El sistema muestra un mensaje indicando un error en caso de que el objeto seleccionado no se encuentre interrumpido.

**Prototipo de Interfaz**



**Sección “Modificar interrupción”**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona el objeto eléctrico para modificar la interrupción existente.	2- El sistema resalta en otro color el objeto seleccionado.
3- El actor selecciona la opción Modificar interrupción.	4- El sistema muestra un formulario para que el usuario actualice los datos de la interrupción.
5- El actor actualiza los datos de la interrupción y presiona el botón aceptar.	6- El sistema muestra un mensaje pidiendo confirmación sobre si se desea modificar los datos de la interrupción.

7- El actor presiona el botón aceptar.

8- El sistema modifica los datos de la interrupción, finalizando el caso de uso.

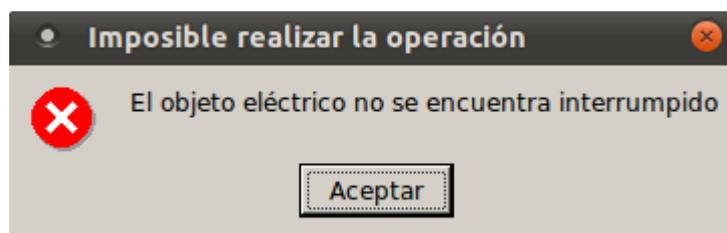
**Prototipo de Interfaz**



**Flujo Alternativo de Eventos**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1- El sistema muestra un mensaje indicando un error en caso de que el objeto seleccionado no se encuentre interrumpido.
	6.1- El sistema no modifica los datos de la interrupción en caso de que el usuario presione el botón cancelar.  8.1 - El sistema no modifica los datos de la interrupción en caso de que el usuario presione el botón cancelar.

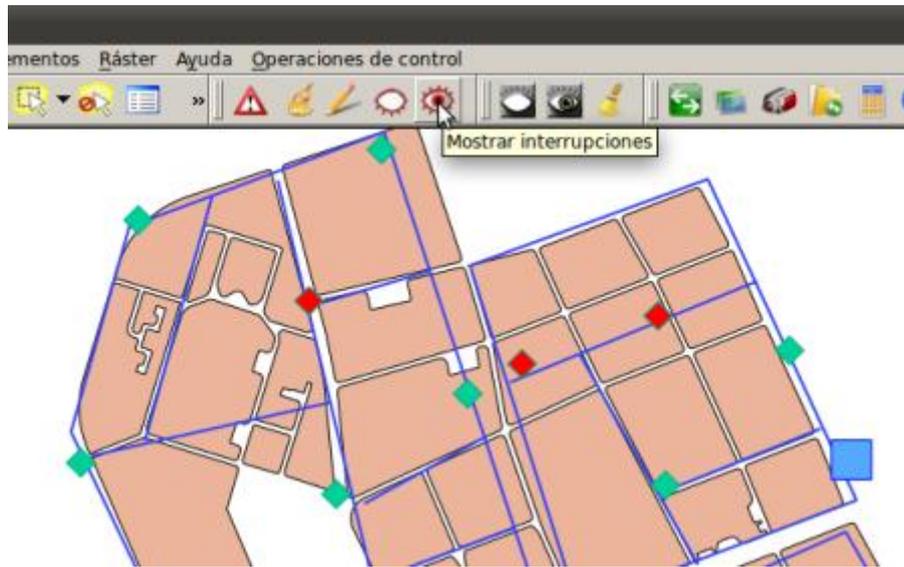
**Prototipo de Interfaz**



**Sección “Mostrar interrupciones”**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción Mostrar interrupciones.	2. El sistema busca todos los objetos interrumpidos en la base de datos, perteneciente a todas las capas.  3. El sistema muestra todas las interrupciones existentes, finalizando el caso de uso.

**Prototipo de Interfaz**



**Sección “Ocultar interrupciones”**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción Ocultar interrupciones	4. El sistema busca todos los objetos interrumpidos en la base de datos, perteneciente a todas las capas. 2- El sistema oculta todas las interrupciones existentes, finalizando el caso de uso.

**Prototipo de Interfaz**

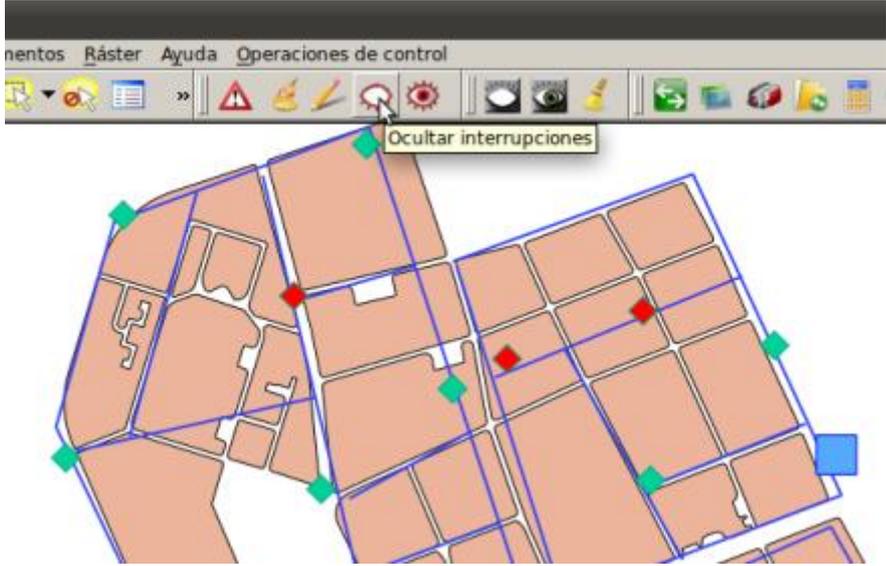
	
<p><b>Pos condiciones</b></p>	<p>La información referente a las interrupciones ha sido gestionada (añadida, eliminada, modificada, ocultadas y mostradas).</p>

Tabla 5: Descripción textual del caso de uso: Gestionar Interrupción

### 3.6 Conclusiones parciales

Mediante el desarrollo del presente capítulo se describió la solución propuesta desde el ámbito del usuario, además el negocio se modeló mediante el diagrama de casos de uso del negocio, fueron precisados los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación, así como los actores del sistema y su interacción con este, lo cual quedó plasmado en el diagrama de casos de uso del sistema y en la descripción textual de los mismos; haciendo evidente la forma en la que queda estructurado el sistema a desarrollar, el cual será soportado por la mayoría de las computadoras existentes en nuestro país.

## **CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA**

### **4.1 Introducción**

El presente capítulo describe el proceso de implementación de la solución propuesta, teniendo como premisa fundamental la correspondencia entre el diseño de los requisitos y su implementación. En el mismo se presenta el diagrama de clases del diseño correspondiente a cada caso de uso, así como los diagramas entidad-relación y el de clases persistentes, los cuales representan el diseño de la base de datos correspondiente a la aplicación; se muestra además la relación hardware-software mediante el modelo de despliegue.

### **4.2 Patrones GRASP**

Un patrón es una descripción de un problema y la solución a la que se le da un nombre, y que además se puede aplicar a nuevos contextos. Los patrones de diseño GRASP (patrones generales de software para asignar responsabilidades) tienen como objetivo diseñar eficazmente el software orientado a objetos, a la vez que se describen los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades. (26)

**Patrón experto:** Plantea que cada objeto realiza la funcionalidad de acuerdo a la información que domina, es decir, asignar responsabilidades a la clase que mayor información posee para cumplir con dicha tarea, esto permite que se conserve el encapsulamiento, soportando un bajo acoplamiento y una alta cohesión.

**Patrón creador:** Su propósito fundamental es identificar quién debe ser el responsable de la creación de nuevos objetos, indicando que la nueva instancia deberá ser creada por la clase que agrega o contiene sus objetos, registra las instancias de sus objetos, utiliza específicamente sus objetos o tiene los datos de inicialización necesarios para crearla; este patrón brinda soporte de bajo acoplamiento.

**Patrón bajo acoplamiento:** Soporta el diseño de clases más independientes, que reducen el impacto de los cambios, y también más reutilizables, que acrecientan la oportunidad de una mayor productividad. Un grado moderado de acoplamiento entre las clases es normal y necesario si quiere crearse un sistema orientado a objetos, donde las tareas se realicen por colaboración entre objetos conectados.

**Patrón alta cohesión:** Propone asignar la responsabilidad de manera que la complejidad se mantenga dentro de límites manejables, logrando que las clases asuman solamente las responsabilidades que deben manejar, evadiendo un trabajo excesivo. Su utilización mejora la claridad y facilidad con que se entiende el diseño, simplifica el mantenimiento y las mejoras de funcionalidad, generan bajo acoplamiento y soporta mayor capacidad de reutilización.

### 4.3 Principios de diseño

Durante el desarrollo de un sistema es necesario tener en cuenta algunos elementos que garantizarán en gran medida su aceptación por parte de los usuarios finales. Definir principios de diseño permite que una aplicación se convierta en una herramienta útil y atractiva para todo el que la use, como principios del sistema propuesto se tienen:

- Brindar una interfaz fácil de utilizar incluso para usuarios con niveles no muy altos de conocimientos en computación.
- Los menús para realizar las acciones deben estar situados en lugares fáciles de localizar dentro de la aplicación.
- Los menús botones para realizar las acciones deben tener nombres claros y sugerentes con la acción que realizan.
- Los mensajes mostrados a los usuarios deben ser legibles, precisos y de fácil comprensión.
- Se debe pedir confirmación al usuario cuando intente realizar alguna acción de importancia sobre el sistema.
- Los textos mostrados deben ser legibles; así como existir correspondencia entre su color, tamaño y color de fondo.

### 4.4 Modelo de diseño

El modelo de diseño es un plano de la implementación, es una realización del diseño que permite describir la realización física de los casos de uso, procurando lograr una mejor comprensión de los aspectos relacionados con los requisitos funcionales, los no funcionales y las restricciones de los lenguajes de programación, sistemas operativos y tecnologías de distribución. Este constituyen punto de partida para las actividades de implementación del sistema y debe ser mantenido durante todo el ciclo de vida del software. (24)

El modelo de diseño está compuesto por los artefactos clases del diseño, realización de casos de uso del diseño, diagramas de clases, diagramas de interacción, subsistemas del diseño, interfaz, descripción de la arquitectura (vista del modelo de diseño), modelo de despliegue, descripción de la arquitectura (vista del modelo de despliegue).

## 4.4.1 Diagramas de clases del diseño

Los diagramas de clases se utilizan para modelar la vista de diseño estática de un sistema, permitiendo visualizar, especificar y documentar modelos estructurales; en ellos se muestran las clases del sistema así como las relaciones existentes entre ellas; estos son los más utilizados en el modelado de sistemas orientados a objetos. A continuación se muestra el diagrama de clases del diseño correspondiente al caso de uso Gestionar interrupción, los restantes pueden ser consultados en el Anexo II.

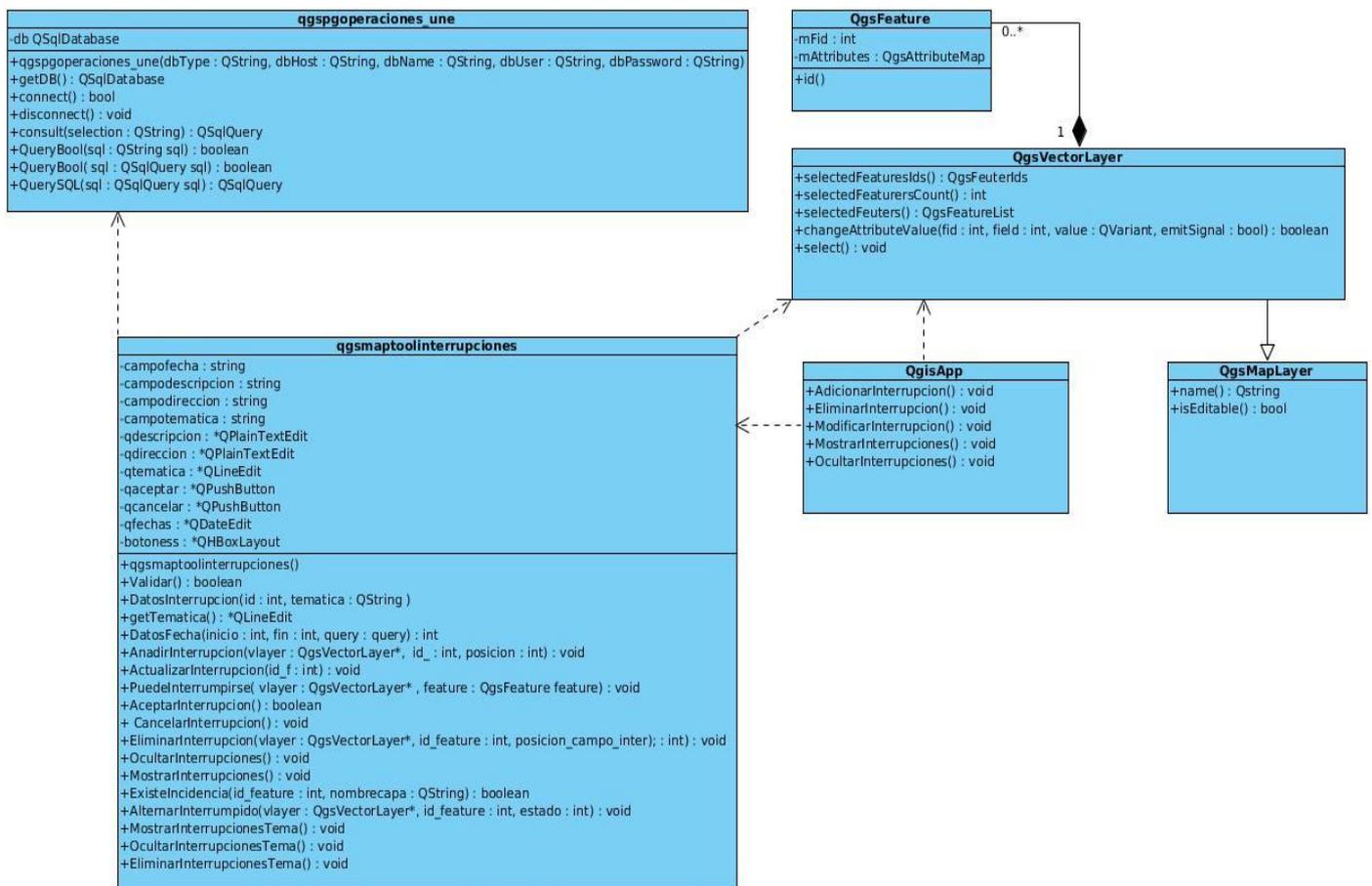


Figura 5: Diagrama de clases del diseño: Gestionar interrupción

### 4.5 Diseño de la base de datos

Mediante el uso de bases de datos es posible lograr la persistencia de la información en el tiempo. El primer paso para el diseño de una base de datos es definir las clases persistentes, luego refinarlas y clasificarlas junto con sus atributos, para más tarde realizar el diagrama de clases persistentes. Un correcto diseño de una base de datos permitirá reducir la probabilidad de errores y dotará a los usuarios de un adecuado mecanismo para almacenar y recuperar los datos, los que estarán centralizados y actualizados.

#### 4.5.1 Diagrama de clases persistentes

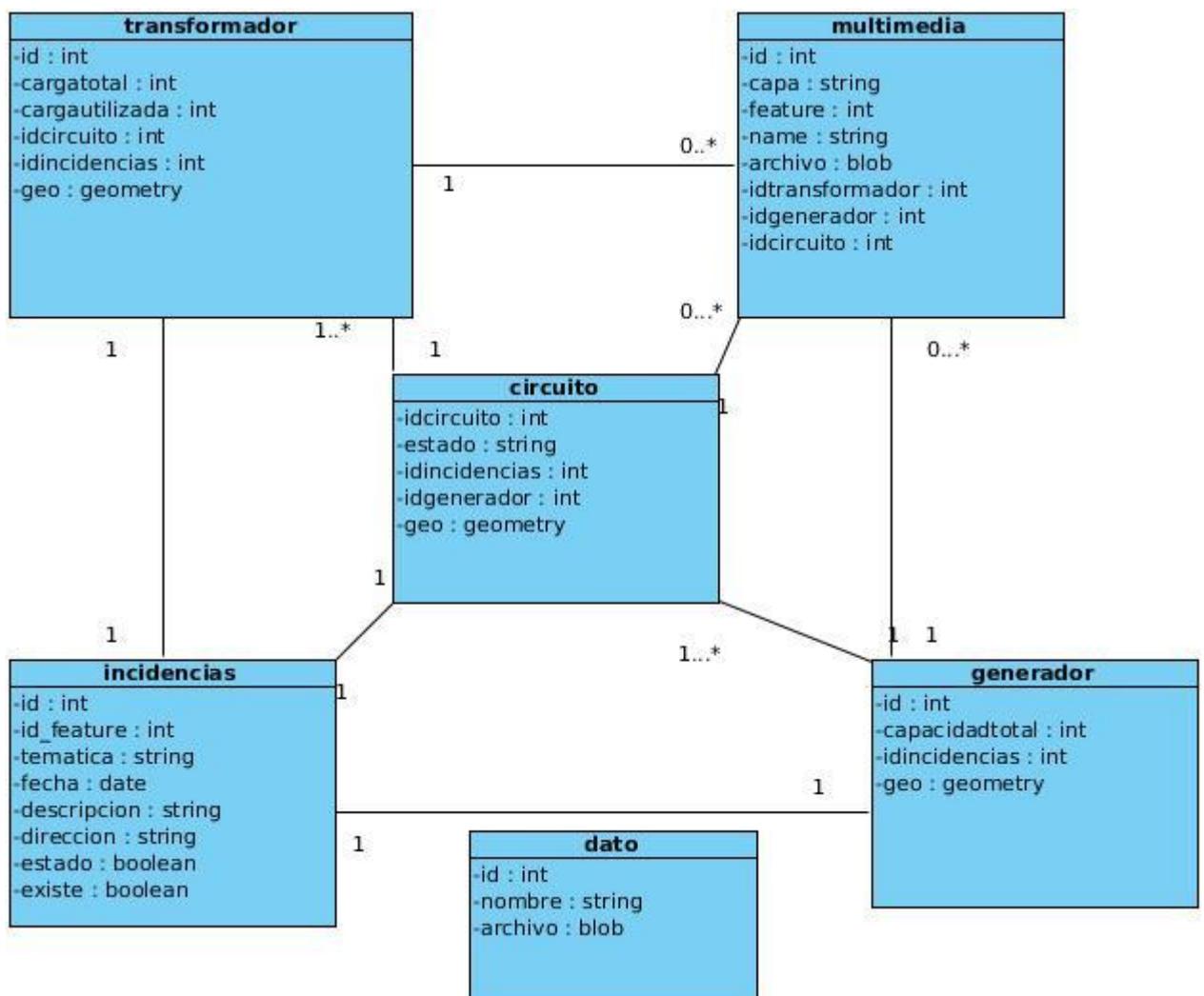


Figura 6: Diagrama de clases persistentes

### 4.5.2 Modelo entidad-relación

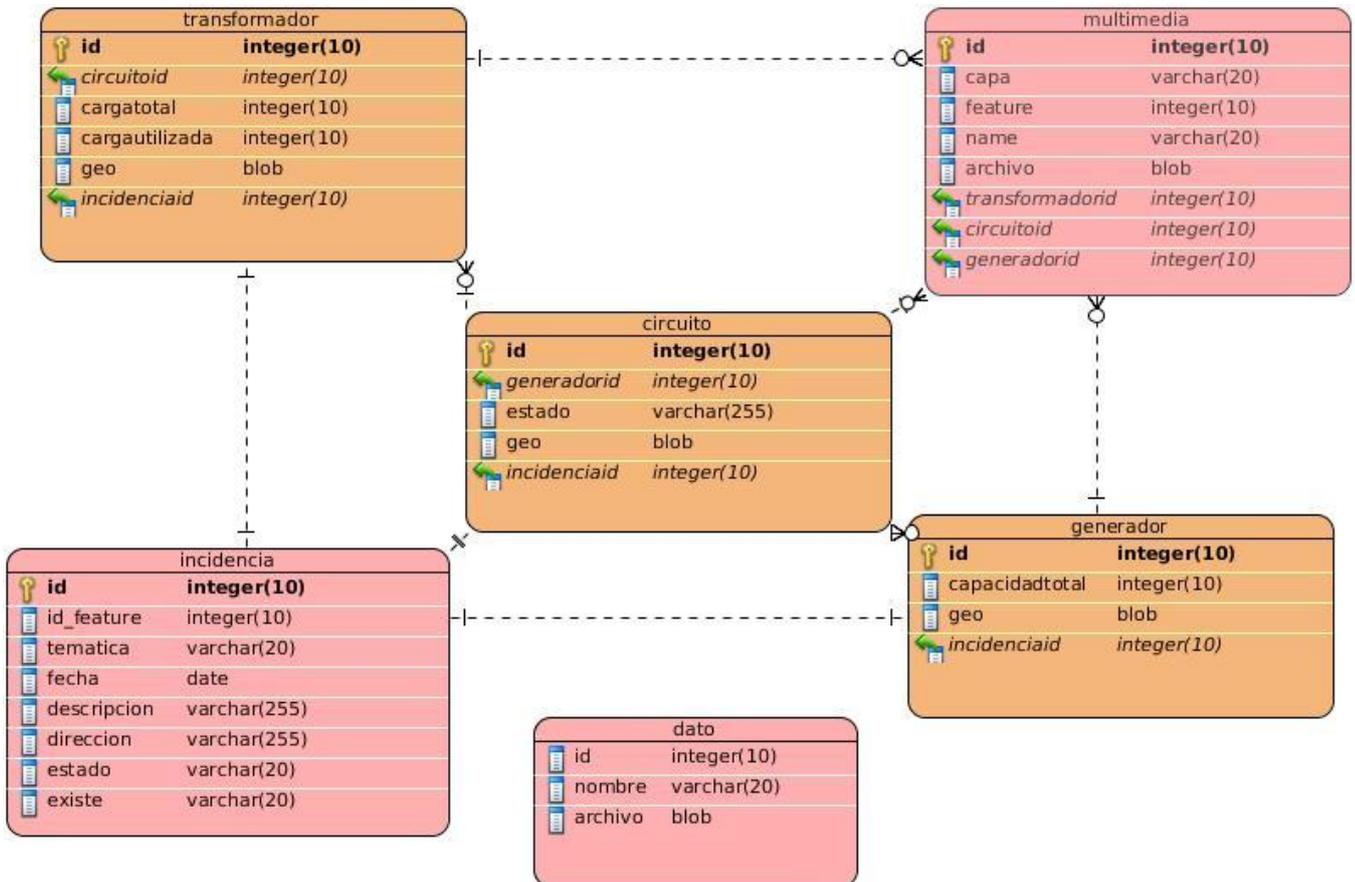


Figura 7: Modelo entidad-relación

Las entidades que se muestran en el modelo entidad-relación en color naranja; en la base de datos representan los objetos espaciales asociados a las capas de la cartografía de la red; y las representadas en el color rosado son simplemente entidades comunes.

### 4.6 Generalidades de la implementación

El modelo de implementación describe cómo los elementos del modelo del diseño se implementan en términos de componentes y cómo estos se organizan de acuerdo a los nodos específicos en el modelo de despliegue; a su vez permite planificar las integraciones de sistemas necesarias en cada iteración y posibilita probar los componentes individualmente para después integrarlos.

## 4.6.1 Modelo de despliegue

El modelo de despliegue describe la arquitectura en tiempo de ejecución de un sistema; el mismo se representa por un grafo de nodos unidos por conexiones de comunicación, cada nodo puede contener instancias de componentes software, es decir, en él se muestra la distribución física de los recursos computacionales sobre los que se va a instalar el sistema, se sitúa el software en el hardware que lo contiene. (24)

Elementos que lo componen:

- Procesadores: Nodos que tienen capacidad de procesamiento (computadoras por lo general).
- Dispositivos: Nodos que no tienen capacidad de procesamiento.
- Protocolos: Estándares que deben estar implementados en la red, para efectuar la comunicación entre los diferentes elementos.

En la siguiente figura se muestra el modelo de despliegue para el sistema planteado.



Figura 8: Modelo de despliegue

## 4.6.2 Modelo de componentes

Los componentes encapsulan funcionalidades expuestas a través de interfaces estándares, las cuales pueden ser de código fuente, librerías, tablas, archivos, ejecutables y documentos que formen parte del sistema. Un diagrama de componentes se representa como un grafo que muestra un conjunto de elementos del modelo tales como componentes, subsistemas de implementación y sus relaciones; estos se utilizan para modelar la vista estática de un sistema y por lo general cada diagrama describe un apartado del mismo.

A continuación se muestra el diagrama de componentes perteneciente al caso de uso Gestionar Interrupción, los restantes pueden ser consultados en el Anexo III.

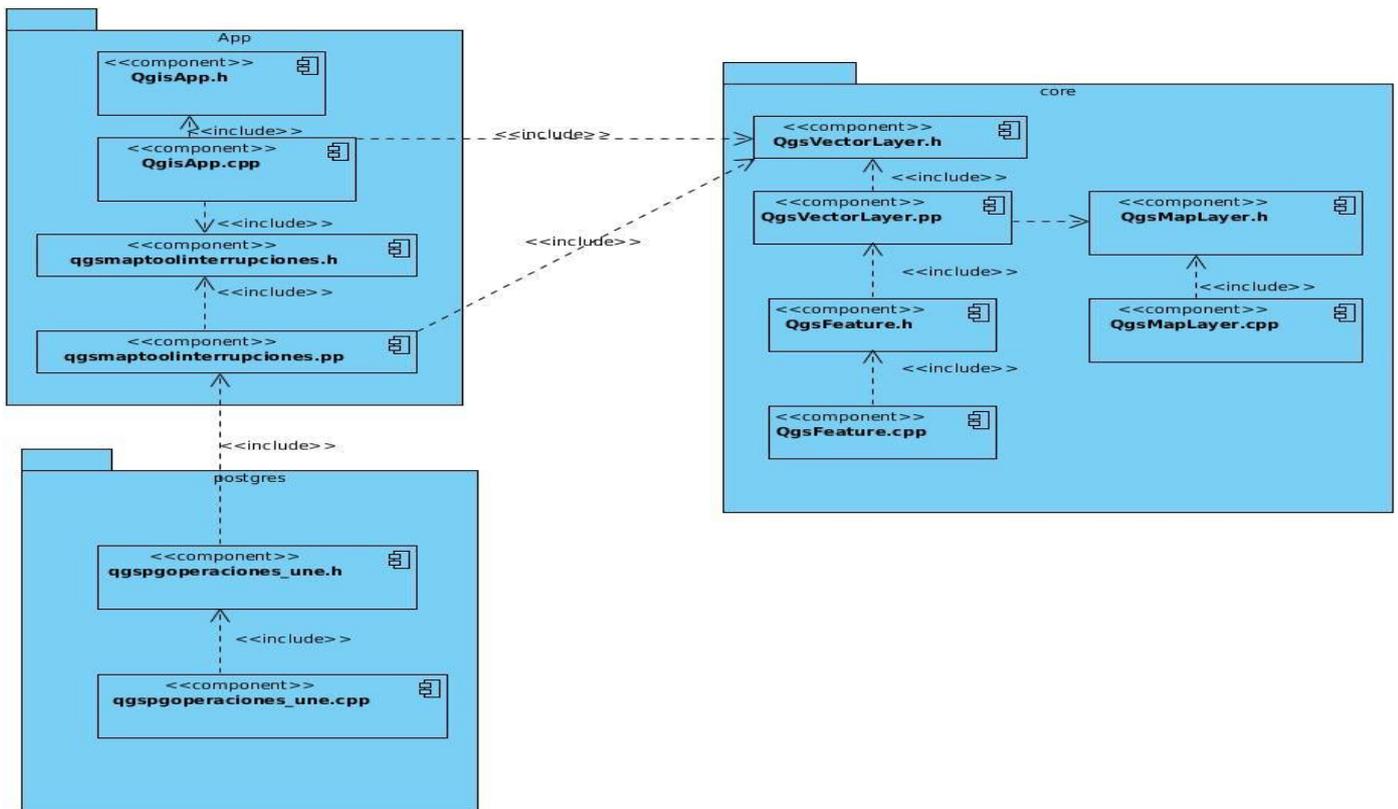


Figura 9: Diagrama de componentes: Gestionar interrupción

#### 4.7 Pruebas del sistema propuesto

El proceso de pruebas es un elemento fundamental para determinar el grado de la calidad de un producto de software. Desde la fase de inicio hasta la fase de implementación se pueden ejecutar pruebas dirigidas a componentes del software o al sistema en su totalidad, con el objetivo de descubrir efectos secundarios adversos o errores que aún no han sido descubiertos, encontrar el mayor número de errores con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo posibles, mostrar hasta qué punto las funciones del software operan de acuerdo con las especificaciones y requisitos del cliente, así como identificar posibles fallos de implementación, calidad, o usabilidad. (25)

Algunos de las clasificaciones de las pruebas son: (27)

- **Pruebas de caja negra:** Se aplican a la interfaz del software; examina algún aspecto funcional de un sistema que tiene poca relación con la estructura lógica interna del software.

- **Pruebas de caja blanca:** Se basa en un examen cercano al detalle procedimental; se prueban las rutas lógicas del software y la colaboración entre componentes, al proporcionar casos de prueba que ejerciten conjuntos específicos de condiciones, bucles o ambos.
- **Pruebas de verificación:** Se comprueba el cumplimiento de las especificaciones del diseño.
- **Pruebas de validación:** Se encargan de velar por el cumplimiento de los requisitos del análisis.

### 4.7.1 Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra, también denominadas pruebas de comportamiento, son aquellas que se realizan sobre la interfaz de la aplicación. Los casos de prueba intentan demostrar que las funciones del software son operativas, que la entrada se acepta de forma adecuada y que los resultados producidos son los idóneos. Son examinados algunos aspectos del modelo fundamental del sistema sin tener mucho en cuenta la estructura lógica interna del software.

Estas pruebas permiten encontrar: (25)

- Funciones incorrectas o ausentes.
- Errores de interfaz.
- Errores en estructuras de datos o en accesos a las bases de datos externas.
- Errores de rendimiento.
- Errores de inicialización y terminación.

Para realizar estas pruebas son necesarios un gran número de datos que se utilizan con el único fin de verificar que el sistema hace lo que debe hacer en todas sus variantes, y es completamente indiferente el comportamiento interno y la estructura del programa.

Para desarrollar las pruebas de caja negra existen diferentes técnicas, entre ellas: (25)

- **Técnica de la partición de equivalencia:** Esta técnica divide el campo de entrada en clases de datos que tienden a ejercitar determinadas funciones del sistema.
- **Técnica del análisis de valores límites:** Esta técnica prueba la habilidad del sistema para manejar datos que se encuentran en los límites aceptables.
- **Técnica de grafos de causa-efecto:** Es una técnica que permite al encargado de la prueba validar complejos conjuntos de acciones y condiciones.

El diseño de casos de prueba para la partición equivalente se basa en una evaluación de las clases de equivalencia para una condición de entrada. Una clase de equivalencia representa un conjunto de estados válidos o inválidos para condiciones de entrada. Regularmente, una condición de entrada es un valor numérico específico, un rango de valores, un conjunto de valores relacionados o una condición lógica. (27)

Las clases de equivalencia se pueden definir de acuerdo con las siguientes directrices: (27)

- Si un parámetro de entrada debe estar comprendido en un cierto rango, aparecen tres clases de equivalencia: por debajo, en y por encima del rango.
- Si una entrada requiere un valor concreto, aparecen tres clases de equivalencia: por debajo, en y por encima del rango.
- Si una entrada requiere un valor presente en un conjunto de valores, aparecen dos clases de equivalencia: en el conjunto o fuera de él.
- Si una entrada es booleana, hay dos clases: si o no.

Aplicando estas directrices se ejecutan casos de pruebas para cada elemento de datos del campo de entrada a desarrollar. Los casos se seleccionan de forma que ejerciten el mayor número de atributos de cada clase de equivalencia a la vez.

A continuación se muestra el caso de prueba del CU Gestionar interrupción utilizando la técnica de equivalencia, los restantes pueden ser vistos en el Anexo IV.

**Caso de uso: Gestionar interrupción**

**1 - Descripción general del caso de uso:** El caso de uso se inicia cuando el despachador decide gestionar la información correspondiente a una interrupción, pudiendo registrar nuevas o editar y eliminar una interrupción existente. Adicionalmente se pueden ocultar o mostrar las interrupciones registradas en el sistema. El caso de uso finaliza con la modificación de alguna de las interrupciones existente o la creación de nuevas interrupciones.

**2 - Condiciones de ejecución:** Para lograr gestionar las interrupciones debe tener cargada la cartografía de la red.

**3 - Secciones a probar en el caso de uso**

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad	Flujo Central
SC 1: Adicionar interrupción	EC 1.1: Adicionar correctamente una interrupción	Una vez que el despachador selecciona el objeto eléctrico y presiona la opción Adicionar interrupción, se muestra una ventana en la cual es posible introducir los datos de la nueva interrupción, la cual posteriormente es almacenada en el sistema. Para finalizar el sistema muestra un mensaje confirmando que la interrupción fue adicionada satisfactoriamente.	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Adicionar Interrupción Botón "Aceptar"
	EC 1.2: Dejar campos obligatorios vacíos.	En la ventana para introducir los datos de la nueva interrupción el despachador deja campos obligatorios vacíos, luego el sistema muestra un mensaje de error indicando que existen campos vacíos y no adiciona la interrupción.	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Adicionar Interrupción Botón "Aceptar"

	EC1.3: Cancelar opción de adicionar interrupción	El despachador escoge la opción cancelar en la ventana para introducir los datos de la nueva interrupción, luego el sistema regresa a la vista de la red y no adiciona dicha interrupción.	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Adicionar interrupción Botón “Cancelar”
SC 2: Modificar interrupción	EC 2.1: Modificar correctamente una interrupción.	Una vez que el despachador escoge el objeto eléctrico interrumpido y la opción modificar introducción, se muestra una ventana en la cual es posible modificar los datos actuales de dicha interrupción, luego de ser presionado el botón “Aceptar”, el sistema muestra un mensaje de confirmación para realizar la acción, y, de ser aceptada, los datos son posteriormente actualizados.	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Modificar interrupción Botón “Aceptar”
	EC 2.2: Dejar campos obligatorios vacíos.	En la ventana para modificar los datos de la nueva interrupción el despachador deja campos obligatorios vacíos , luego el sistema muestra un mensaje de error indicando que existen campos vacíos y no modifica la interrupción	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Modificar Interrupción Botón “Aceptar”
	EC 2.3: Cancelar opción de modificar una interrupción	El despachador escoge la opción cancelar en la ventana para modificar los datos de la interrupción, luego el sistema regresa a la vista de la red y no modifica dicha interrupción.	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Modificar Interrupción Botón “Cancelar”
	EC 2.4: Confirmación no aceptada	Una vez que el despachador escoge el objeto eléctrico interrumpido y la opción modificar introducción, se	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Modificar Interrupción

		muestra una ventana en la cual es posible modificar los datos actuales de dicha interrupción, luego de ser presionado el botón "Aceptar", el sistema muestra un mensaje de confirmación para realizar la acción, y, de ser cancelada, se retorna a la ventana anterior y no se actualizan los datos.	Botón "Aceptar" Botón "Cancelar" del mensaje de confirmación.
SC 3: Eliminar Interrupción	EC 3.1: Eliminar correctamente una interrupción.	Luego del despachador seleccionar el objeto eléctrico interrumpido al cual desea eliminarle la interrupción y escoger la opción Eliminar Interrupción, el sistema muestra un mensaje de confirmación para realizar la acción, y, si es presionado el botón "Aceptar", se retorna el objeto eléctrico a su estado original	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Elimina Interrupción Botón "Aceptar"
	EC 3.2: Cancelar opción de eliminar interrupción.	Luego del despachador seleccionar el objeto eléctrico interrumpido al cual desea eliminarle la interrupción y escoger la opción Eliminar Interrupción, el sistema muestra un mensaje de confirmación para realizar la acción, y, si es presionado el botón "Cancelar", la interrupción no es eliminada.	Seleccionar objeto eléctrico Menú Operaciones de Control Opción Elimina Interrupción Botón "Cancelar"
SC 4: Mostrar interrupciones	EC 4.1: Mostrar correctamente las interrupciones.	Luego del despachador escoger la opción de mostrar interrupciones, el sistema visualiza todas las interrupciones asociadas a los objetos eléctricos que estén ocultas en la cartografía de la red	Menú Operaciones de Control Opción Mostrar Interrupciones

SC 5:Ocultar interrupciones	EC 5.1: Ocultar correctamente las interrupciones.	Luego del despachador escoger la opción de ocultar interrupciones, el sistema oculta todas las interrupciones asociadas a los objetos eléctricos que estén visibles en la red	Menú Operaciones de Control Opción Ocultar Interrupciones
-----------------------------	---	---	--

Tabla 6: Secciones a probar en el caso de uso: Gestionar interrupción

#### 4 - Descripción de variable.

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Fecha	QdateEdit	No	En este campo se admite solamente el formato de fecha que se especifica en la aplicación, el cual es escogido en este campo.
2	Descripción	QplainTextEdit	Si	Permite especificar información asociada a la interrupción, admite cualquier combinación de caracteres.
3	Dirección	QplainTextEdit	No	Indica la dirección del objeto eléctrico que a continuación se encuentra interrumpido.

Tabla 7: Descripción de las variables: Gestionar interrupción

#### 5 – Matriz de datos

##### 5.1 – SC 1: Adicionar interrupción

ID del Escenario	Escenario	Fecha	Dirección	Descripción	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 1.1	Adicionar correctamente una	V (2012-04-03)	V (La Habana)	V (La capital)	El sistema adiciona la interrupción al objeto	

	interrupción	V (2012-04-10)	V (La UCI)	V (probando)	eléctrico, así como la información asociada a esta; el sistema muestra además un mensaje indicando que la operación fue satisfactoria.	
		V (2012-05-06)	V (La Lisa)	V (prueba 2)		
		V (2012-05-15)	V (Manticore)	V (aquí)		
		V (2012-05-22)	V (Matanzas)	V (05)		
<b>EC 1.2</b>	Dejar campos obligatorios vacíos.	V (2012-05-15)	I (Vacío)	V (aquí)	El sistema muestra un mensaje indicando que existen campos obligatorios vacíos y no adiciona la interrupción.	
<b>EC 1.3</b>	Cancelar opción de adicionar interrupción	NA	NA	NA	El sistema regresa a la vista de la cartografía de la red y no adiciona la interrupción.	

Tabla 8: Matriz de datos en escenario adicionar interrupción

## 5.2 – SC 2: Modificar interrupción

ID del Escenari	Escenario	Fecha	Dirección	Descripción	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
<b>EC 2.1</b>	Modificar correctamente una interrupción.	V (2010-04-03)	V (UCI)	V (prueba)	El sistema modifica los datos asociados a la interrupción del objeto eléctrico seleccionado.	
		V (1998-04-10)	V (La isla)	V (prueba1)		

		V (2000-01-06)	V (Ciego)	V (prueba 2)		
		V (2012-05-15)	V (Pinar)	V (prueba 3)		
		V (2011-08-22)	V (Tunas)	V (1234765)		
<b>EC 2.2</b>	Dejar campos obligatorios vacíos.	V (2000-02-25)	I (Vacío)	V (prueba)	El sistema muestra un mensaje indicando que existen campos obligatorios vacíos y no modifica la interrupción.	
<b>EC 2.3</b>	Cancelar opción de modificar una interrupción	NA	NA	NA	El sistema regresa a la vista de la cartografía de la red y no modifica la interrupción.	
<b>EC 2.4</b>	Confirmación no aceptada	NA	NA	NA	El sistema regresa a la ventana para modificar los datos de la interrupción y no modifica sus datos.	

Tabla 9: Matriz de datos en escenario Modificar interrupción

5.3– SC 3: Eliminar interrupción

ID del Escenario	Escenario	Fecha	Dirección	Descripción	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 3.1	Eliminar correctamente una interrupción	NA	NA	NA	El sistema elimina la interrupción asociada al objeto eléctrico y regresa el mismo a su estado original.	
EC 3.2	Cancelar opción de eliminar interrupción	NA	NA	NA	El sistema regresa a la vista de la cartografía de la red y no elimina la interrupción.	

Tabla 10: Matriz de datos en escenario Eliminar interrupción

5.4– SC 4: Mostrar interrupciones

ID del Escenario	Escenario	Fecha	Dirección	Descripción	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 4.1	Mostrar correctamente las interrupciones.	NA	NA	NA	El sistema visualiza todas las interrupciones asociadas a los objetos eléctricos que estén ocultas en la cartografía de la red	

Tabla 11: Matriz de datos en escenario Mostrar interrupciones

**5.5-SC 5: Ocultar interrupciones**

ID del Escenario	Escenario	Fecha	Dirección	Descripción	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 5.1	Ocultar correctamente las interrupciones.	NA	NA	NA	El sistema oculta todas las interrupciones asociadas a los objetos eléctricos que estén visibles en la red.	

Tabla 12: Matriz de datos en escenario Ocultar interrupciones

**4.8 Conclusiones parciales**

En el presente capítulo se mostraron los resultados obtenidos durante las distintas etapas del desarrollo de la aplicación; se arribó a un sistema completamente diseñado y construido en términos de clases del diseño. Se generaron los artefactos y diagramas correspondientes al flujo de trabajo de implementación, terminando de esta manera la modelación completa del SIG destinado para la UNE. Se puede afirmar que se cuenta con el fundamento para apoyar el desarrollo del sistema.

## **CONCLUSIONES**

Una vez terminada la investigación y obtenido los resultados esperados, es posible mencionar un conjunto de conclusiones que se plantean a continuación:

1. Las tecnologías, herramientas, lenguajes y framework utilizados para el desarrollo de la solución propuesta en la investigación, fueron seleccionados por ser tecnologías libres y multiplataforma, garantizando que no exista ningún tipo de dependencia en cuanto a licencias en el desarrollo de la aplicación.
2. El sistema desarrollado proporcionará mayor calidad y rapidez, en el proceso de realización de las operaciones de control de las redes eléctricas en la Unión Nacional Eléctrica, eliminando errores en los resultados de análisis.
3. La aplicación desarrollada cuenta con un diseño sencillo con colores que proporcionan un entorno agradable al usuario final, fácil de usar, intuitiva y puede ejecutarse desde cualquier sistema operativo.
4. Los requisitos funcionales y no funcionales capturados fueron debidamente implementados.
5. El sistema cuenta con una ayuda general, que da la posibilidad de conocer cualquier información referente a cada una de las funcionalidades con que cuenta la aplicación.
6. Se cuenta con la documentación técnica asociada a la solución propuesta que describe detalladamente todos los artefactos generados, garantizando de esta manera que los procesos automatizados puedan ser entendidos con claridad.

## **RECOMENDACIONES**

El autor de la presente investigación recomienda:

1. Crear un periodo para la capacitación de cada uno de los usuarios que van a hacer uso del sistema garantizando que realicen de forma óptima sus actividades.
2. Identificar nuevos requisitos funcionales que puedan ser integrados a la aplicación con el fin de ampliar las posibilidades de trabajo con el sistema.
3. Probar la aplicación con cartografías más amplias que la de Cuba y realizarle pruebas de estrés para ver cómo reacciona el sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y BIBLIOGRAFÍAS

1. **Rhind, David.** *GIS*. California : s.n., 1989.
2. **Dr. Murayama, Yuji and C. Estoque, Ronald.** *Fundamentals of Geographic Information System*. 2010.
3. **Morón, Juan Antonio Yebra.** *Sistemas Eléctricos de Distribución*. México : s.n., 2009.
4. **Zayas, DR. Cs. Carlos Alvarez de.** *Metodología de la Investigación Científica*. Santiago de Cuba : s.n., 1995.
5. **Freysenet, Michel.** *Dos formas sociales de automatización*. París : s.n., 1990.
6. **García, Hilario López.** *Control por computador: Diseño y realización práctica*. 1993.
7. **Fayol, Henri.** *14 Principles of Management*. 1916.
8. **Sanabria, Javier Manrique.** *Conceptos de SIG y Cartografía*. Bogotá : s.n., 2011.
9. **Olaya, Víctor.** *Sistemas de Información Geográfica*. Girona : s.n., 2010.
10. **Willmer La Cruz, Eli Casariego.** *Las herramientas tecnológicas en la enseñanza del diseño industrial*. Zulia, Venezuela : s.n., 2007.
11. **Cogollor, José Luis.** *AutoCad 2010*. Madrid, España : s.n., 2010.
12. **Castro López, Alfredo y Meneses Acosta, Boris.** *Sistema de Información Geográfico para el control y operación de las Redes Eléctricas de Sancti Spíritus*. Sancti Spíritus : s.n., 2003.
13. GESE UTN. *GESE UTN*. [Online] [Cited: junio 2, 2012.]  
<http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/gese/>.
14. **Carrillo Pérez, Isaias y Pérez Gonzáles, Rodrigo.** *Metodología de Desarrollo de Software*. Mexico : s.n., 2008.
15. **Tobarra Narro, Manuel.** *CMM y RUP:Una perspectiva común*. Albacete : s.n., 2003.
16. **Pockin.** *Modelado de Sistemas con UML*. 2008.
17. **Rumbaugh, J., Booch, G. y Jacobson, L.** *El Proceso Unificado de Desarrollo*. 2000.
18. **Chaves Pérez, Juan Manuel.** *GESTION INFORMÁTICA CON SOFTWARE LIBRE*. Cádiz : s.n., 2010.
19. **Nicanor, Lisandro Damián.** *Introducción al desarrollo con Qt*. 2007.

20. **García de Jalón, Javier y Brazales, Alfonso.** *Aprenda C++ como si estuviera en primero.* España : s.n., 1998.
21. **Reynoso, Carlos.** *Introducción a la arquitectura de software.* Buenos Aires : s.n., 2004.
22. **Group, The PostgreSQL Global Development.** PostgreSQL. *PostgreSQL.* [Online] [Cited: mayo 15, 2012.] <http://www.postgresql.org/about/>.
23. PostGIS. *PostGIS.* [Online] [Cited: mayo 10, 2012.] <http://postgis.refractor.net/>.
24. **Jacobson, I. Booch, G. Rumbaugh.** *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.* Edición en español. Madrid : Pearson Educación S.A, 2000.
25. **Pressman, Roger S.** *Software Engineering.* New York : The MacGraw-Hill, 2005. 978-0-07-337598-7.
26. **Larman, Craig.** *UML y Patrones.* 2003.
27. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico.* 2005.
28. **Terry, George R. Y Stephen G. Franklin.** *Principios de Administración.* 2000.
29. Curso PostgreSQL, SQL avanzado y PHP. *Curso PostgreSQL, SQL avanzado y PHP.* [Online] 2010. <http://www.usabilidadweb.com.ar/postgre.php>.
30. MyperSQL, HSQLDB - 100% Java Database. *MyperSQL, HSQLDB - 100% Java Database.* [Online] 2010. <http://hsqldb.org/>.
31. **García de Jalón, Javier y Brazales, Alfonso.** *Aprenda C++ como si estuviera en primero.* España : s.n., 1998.
32. **Garlan, David y Shaw, Mary.** *An Introduction to Software Architecture.* New Jersey : World Scientific, 1994. 15213-3890..

**ANEXO I: DESCRIPCIÓN TEXTUAL DE LOS CASOS DE USO DEL SISTEMA**

**Tabla 1: Descripción textual del caso de uso “Gestionar interrupción por temática”**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Gestionar interrupción por temática</b>	
<b>Actores</b>	Despachador	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando el despachador selecciona una de las acciones de Gestionar interrupción por temática. El sistema permitirá al usuario ocultar, mostrar, así como poder eliminar las interrupciones correspondientes un conjunto de temáticas. El caso de uso finaliza con la eliminación de interrupciones según la temática o las mismas serán visualizadas u ocultadas.	
<b>Precondiciones</b>	Se debe tener cargada la cartografía de la red.	
<b>Referencia</b>	RF 6, RF 7 y RF 8	
<b>Prioridad</b>	Normal	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona una de las opciones que le brinda el sistema para Gestionar interrupción por temática.	2- Según la opción seleccionada por el despachador el sistema procede a ejecutar de la siguiente manera. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Si selecciona Mostrar interrupciones por temática ver Sección “Mostrar interrupciones por temática”.</li> <li>✓ Si selecciona Ocultar interrupciones por temática ver Sección “Ocultar interrupciones por temática”.</li> <li>✓ Si selecciona Eliminar interrupciones por temática ver Sección “Eliminar</li> </ul>	

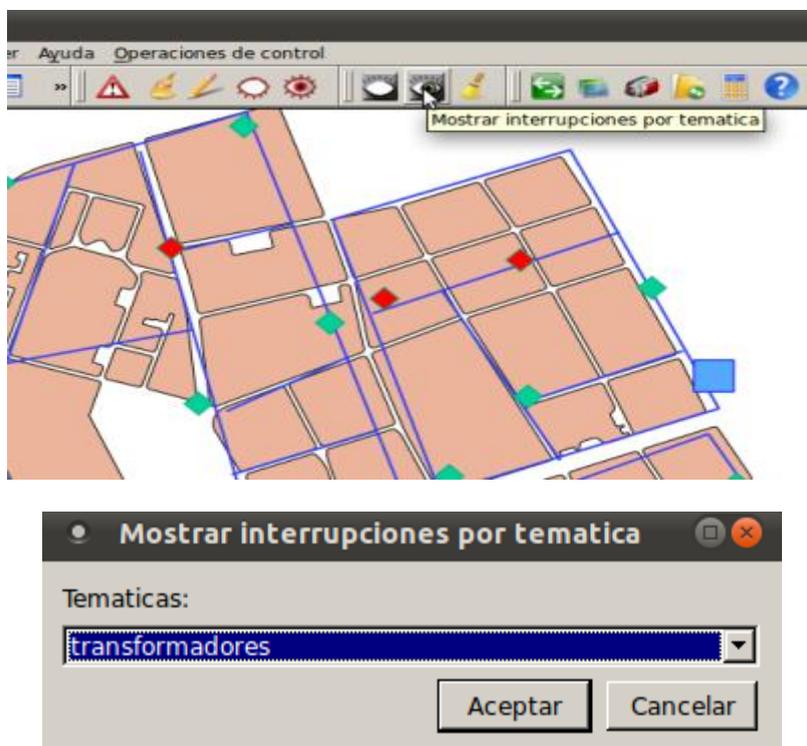
interrupciones por temática”.

**Prototipo de Interfaz**

**Sección “Mostrar interrupciones por temática”**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción Mostrar interrupciones por temática.	2- El sistema muestra un formulario para que el usuario seleccione la temática de las interrupciones que desea visualizar.
3- El actor selecciona la temática y presiona el botón aceptar.	4- El sistema busca las interrupciones según la temática indicada. 5- El sistema muestra las interrupciones correspondientes y finaliza el caso de uso.

**Prototipo de Interfaz**



<b>Flujo Alternativo de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	4.1- El sistema no realiza ninguna acción en caso de que el usuario presione el botón cancelar.
<b>Prototipo de Interfaz</b>	
<b>Sección "Ocultar interrupciones por temática"</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción Ocultar interrupciones por temática.	2- El sistema muestra un formulario para que el usuario seleccione la temática de las interrupciones que desea ocultar.
3- El actor selecciona la temática y presiona el botón aceptar.	4- El sistema busca las interrupciones según la temática indicada. 5- El sistema oculta las interrupciones y finaliza el caso de uso.
<b>Prototipo de Interfaz</b>	



**Flujo Alternativo de Eventos**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1- El sistema no realiza ninguna acción en caso de que el usuario presione el botón cancelar.

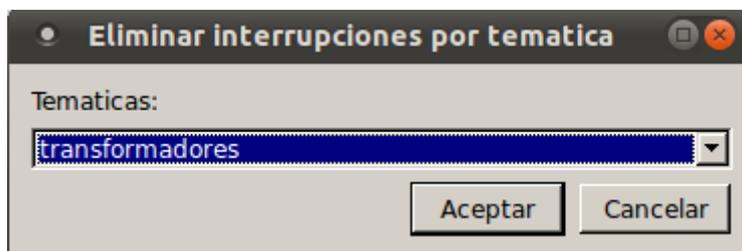
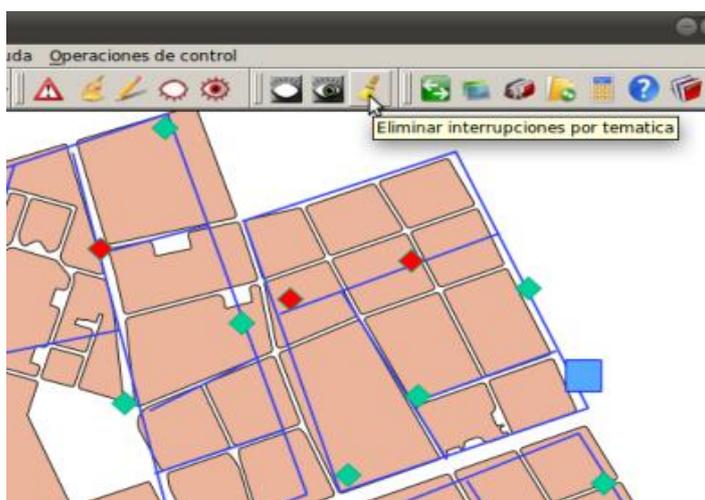
**Prototipo de Interfaz**

**Sección “Eliminar interrupciones por temática”**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción Eliminar interrupciones por temática.	2- El sistema muestra un formulario para que el usuario seleccione la temática de las interrupciones que desea eliminar

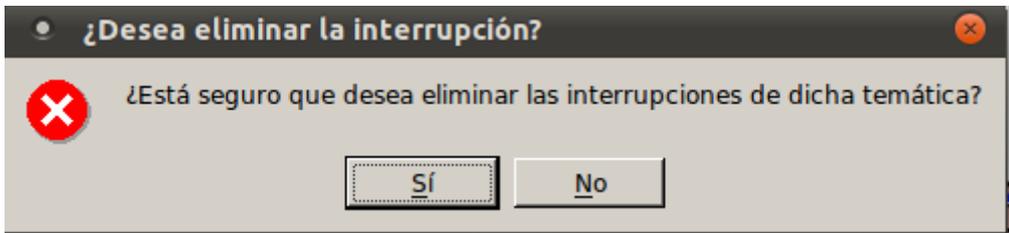
3- El actor selecciona la temática y presiona el botón aceptar	4- El sistema muestra un mensaje de confirmación para eliminar las interrupciones según la temática.
5- El actor selecciona la temática y presiona el botón aceptar	6- El sistema elimina las interrupciones y finaliza el caso de uso.

**Prototipo de Interfaz**



**Flujo Alternativo de Eventos**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1- El sistema no realiza ninguna acción en caso de que el usuario presione el botón cancelar.  6.1- El sistema no realiza ninguna acción en caso de que el usuario presione el botón

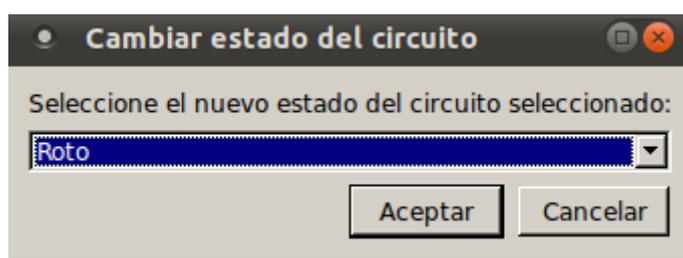
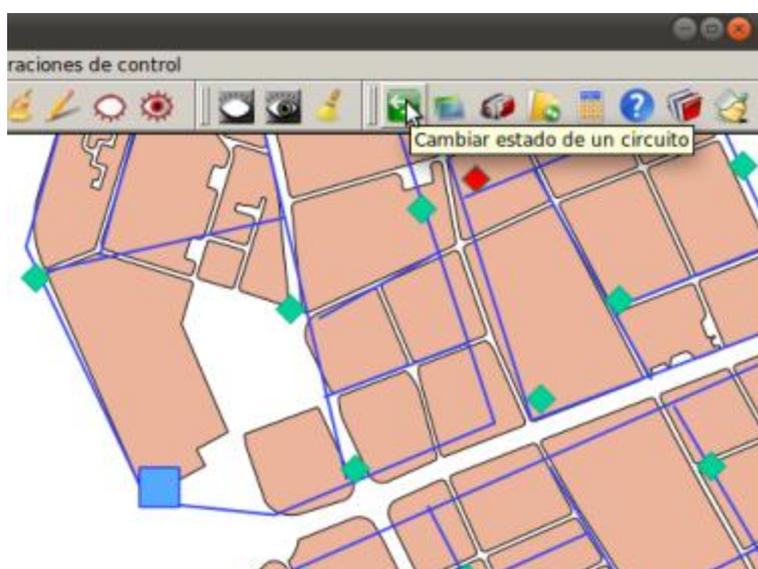
	cancelar.
<b>Prototipo de Interfaz</b>	
	
<b>Pos condiciones</b>	La información referente a las interrupciones por temáticas ha sido gestionada (eliminada, ocultadas y mostradas).

**Tabla 2: Descripción textual del caso de uso “Cambiar estado de circuito”**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Cambiar estado de circuito</b>	
<b>Actores</b>	Despachador	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando el despachador selecciona la acción Cambiar estado de circuito, con lo que será posible actualizar el estado de un circuito a normal, roto en reparación. El caso de uso finaliza cambiando el estado del circuito.	
<b>Precondiciones</b>	Se debe tener cargada la cartografía de la red y activa la capa de circuitos.	
<b>Referencia</b>	RF 9	
<b>Prioridad</b>	Normal	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
	<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona el circuito al cual desea cambiar el estado.	2- El sistema resalta en otro color el circuito seleccionado.

<p>3- El actor selecciona la opción Cambiar estado de circuito.</p>	<p>4- El sistema muestra un formulario para seleccionar el nuevo estado del circuito (normal, roto, o en reparación).</p>
<p>5- El actor selecciona el nuevo estado del circuito y presiona el botón aceptar.</p>	<p>6- El sistema cambia el estado del circuito y finaliza el caso de uso.</p>

**Prototipo de Interfaz**



**Flujo Alternativo de Eventos**

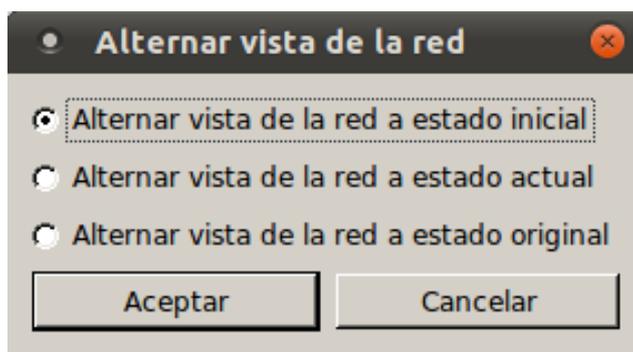
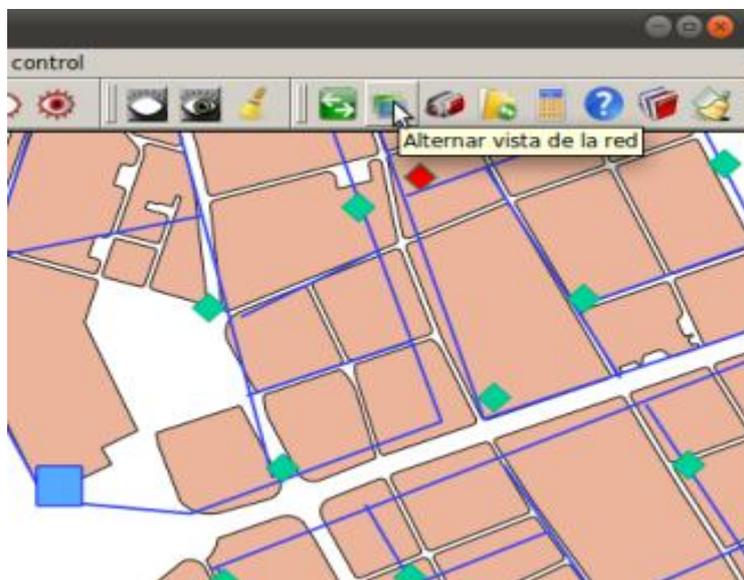
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	<p>6.1- El sistema no cambia el estado del circuito en caso de que el usuario presione el botón</p>

	cancelar.
<b>Prototipo de Interfaz</b>	
<b>Pos condiciones</b>	El estado de un circuito ha sido cambiado.

**Tabla 3: Descripción textual del caso de uso “Alternar vista de la red”**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Alternar vista de la red</b>	
<b>Actores</b>	Despachador	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando el despachador selecciona la acción Alternar vista de la red. El sistema permite seleccionar cuál vista desea visualizar, mostrando la red de la vista seleccionada en la pantalla, finalizando así el caso de uso.	
<b>Precondiciones</b>	Se debe tener cargada a cartografía de la red	
<b>Referencia</b>	RF 10	
<b>Prioridad</b>	Normal	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
	<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción Alternar estado de la red.	2- El sistema muestra un formulario para escoger la vista de la cartografía que se desea visualizar (vista original del mapa, vista inicio y vista actual).
	3- El usuario escoge la vista de la cartografía y presiona el botón aceptar.	4- El sistema muestra la cartografía correspondiente, finalizando el caso de uso.

**Prototipo de Interfaz**



**Flujo Alternativo de Eventos**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1- El sistema mantiene la cartografía actual en caso de que el usuario presione el botón cancelar.

**Prototipo de Interfaz**

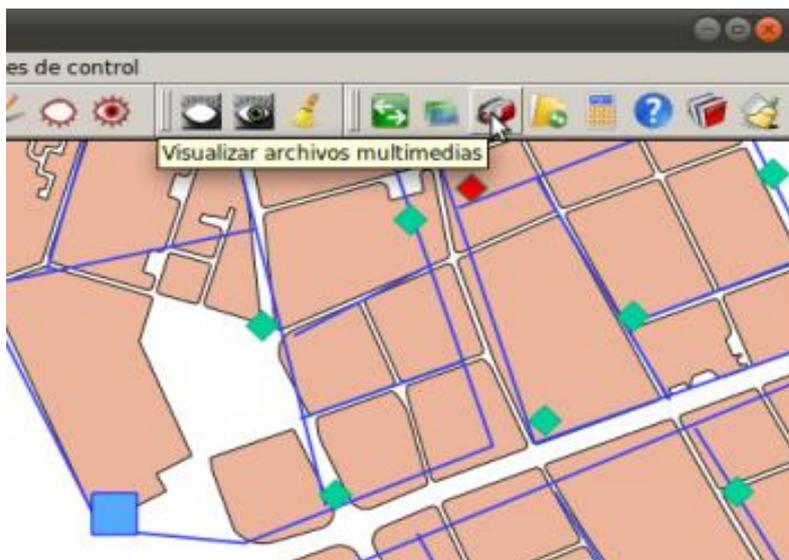
<b>Pos condiciones</b>	La vista de la red ha sido alternada (Vista original del mapa, Vista inicio y Vista actual).
------------------------	--

**Tabla 4: Descripción textual del caso de uso “Visualizar archivo multimedia”**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Visualizar archivo multimedia</b>	
<b>Actores</b>	Despachador	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando el despachador selecciona la acción Visualizar archivo multimedia, permitiendo tener acceso a los archivos multimedia (fotos, videos, pdf) de un objeto determinado de la red. El caso de uso finaliza con la visualización de un archivo asociado a un objeto.	
<b>Precondiciones</b>	Se debe tener cargada la cartografía de la red	
<b>Referencia</b>	RF 11	
<b>Prioridad</b>	Normal	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
	<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción Visualizar archivo multimedia	2- El sistema da la posibilidad de seleccionar en el mapa el objeto del cual se desean visualizar los archivos multimedia (fotos, videos, pdf)
	3- El usuario selecciona el objeto.	4- El sistema muestra un formulario listando los archivos multimedia asociados al objeto seleccionado.
	5- El usuario selecciona el archivo multimedia que desea visualizar.	6- El sistema resalta en color azul el archivo multimedia especificado.

7- El usuario selecciona la opción Visualizar.	8- El sistema visualiza el archivo multimedia, finalizando el caso de uso.
--	--

**Prototipo de Interfaz**



**Flujo Alternativo de Eventos**

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	6.1- El sistema no realiza ninguna acción en

	<p>caso de que el usuario presione el botón Cerrar.</p> <p>8.1- El sistema no realiza ninguna acción en caso de no existir archivos multimedia.</p>
<b>Prototipo de Interfaz</b>	
<b>Pos condiciones</b>	Los archivos multimedia de los objetos de la red han sido visualizados.

**Tabla 5: Descripción textual del caso de uso “Calcular nivel de voltaje”**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Calcular nivel de voltaje</b>	
<b>Actores</b>	Despachador	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando el despachador selecciona la acción Calcular nivel de voltaje, con lo que será posible conocer el nivel de voltaje de un circuito determinado. El caso de uso finaliza con el cálculo de los voltajes y distribución de carga de la red.	
<b>Precondiciones</b>	Se debe tener cargada la cartografía de la red y activa la capa correspondiente a los circuitos.	
<b>Referencia</b>	RF 12	
<b>Prioridad</b>	Normal	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
	<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona el circuito al cual desea calcularle el nivel de voltaje.	2- El sistema resalta en otro color el circuito seleccionado.
	3- El actor selecciona la opción Calcular nivel	4- El sistema calcula el nivel de voltaje del

de voltaje.

circuito seleccionado.

- 5- El sistema muestra un mensaje indicando el nivel de voltaje del circuito.

**Prototipo de Interfaz**

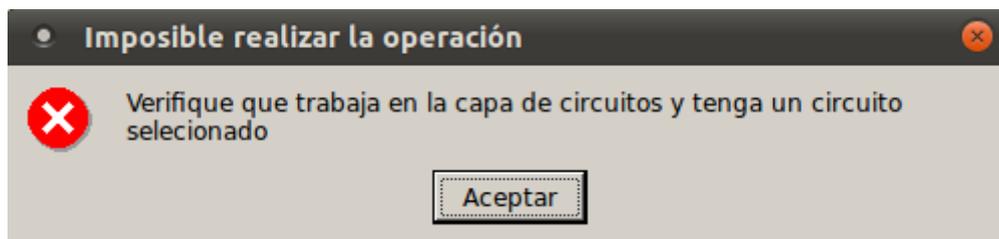


**Flujo Alterno de Eventos**

**Acción del Actor**

**Respuesta del Sistema**

- 4.1- El sistema muestra un mensaje de error en caso de que el usuario no tenga seleccionado ningún circuito.



<b>Pos condiciones</b>	El nivel de voltaje para un circuito determinado ha sido calculado.
------------------------	---

**Tabla 6: Descripción textual del caso de uso “Determinar generador capacitado”**

<b>Caso de Uso</b>	<b>Determinar generador capacitado</b>	
<b>Actores</b>	Despachador	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando el despachador selecciona la acción Determinar generador capacitado, con lo que se determinará cuál generador puede asumir un circuito determinado de la cartografía de la red en dependencia del voltaje de dicho circuito.	
<b>Precondiciones</b>	Se debe tener cargada la cartografía de la red y activa la capa de circuitos.	
<b>Referencia</b>	RF 13	
<b>Prioridad</b>	Normal	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
	<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
	1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona un circuito para ver que generador puede hacerse cargo de este.	2- El sistema resalta en otro color el circuito seleccionado.
	3- El actor selecciona la opción Determinar generador capacitado.	4- El sistema resalta en otro color los generadores que pueden asumir dicho circuito, finalizando el caso de uso.

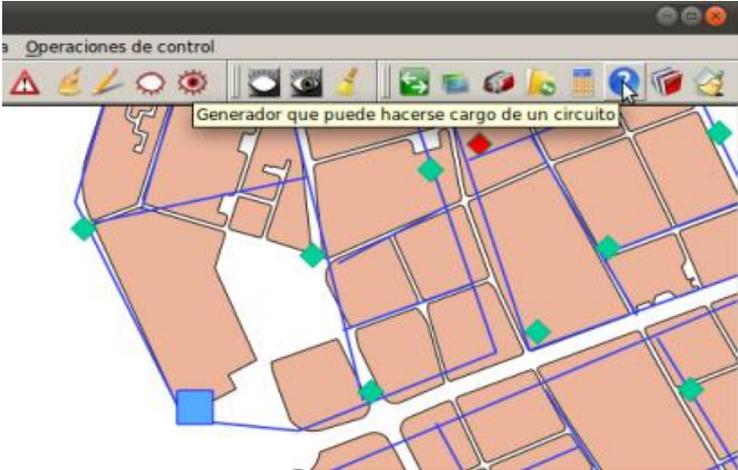
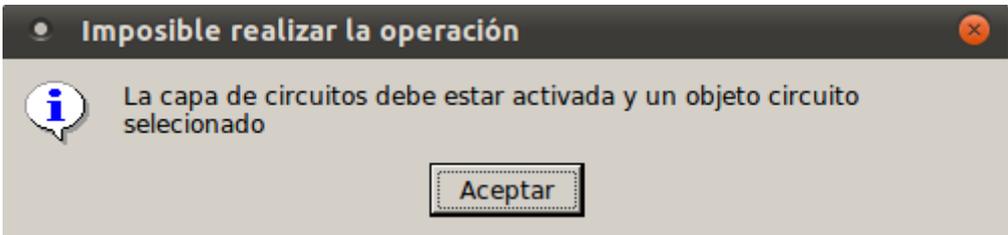
Prototipo de Interfaz	
	
Flujo Alternativo de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	4.1- El sistema muestra un mensaje indicando que debe seleccionar un circuito.
	
Prototipo de Interfaz	
<b>Pos condiciones</b>	El generador capacitado ha sido determinado.

Tabla 7: Descripción textual del caso de uso “Crear reporte de incidencia”

<b>Caso de Uso</b>	<b>Crear reportes de incidencia</b>
--------------------	-------------------------------------

<b>Actores</b>	Despachador	
<b>Resumen</b>	El caso de uso se inicia cuando el despachador selecciona la acción de Generar reporte de incidencias; el sistema debe permitir seleccionar los criterios que se tendrán presente en el reporte (fecha, rango de fecha, tipo de objeto, interrupción existente, no existente, etc.). El caso de uso finaliza con la generación y muestra del reporte.	
<b>Precondiciones</b>	Se debe tener cargada la cartografía de la red.	
<b>Referencia</b>	RF 14	
<b>Prioridad</b>	Normal	
<b>Flujo Normal de Eventos</b>		
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>	
1- El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona la opción Generar reportes de incidencias.	2- El sistema muestra un formulario para que el actor seleccione los diferentes criterios del reporte.	
3- El actor selecciona los diferentes criterios y presiona el botón aceptar.	4- El sistema muestra un listado con las incidencias según los criterios seleccionados, finalizando el caso de uso.	
<b>Prototipo de Interfaz</b>		



**ANEXO II: DIAGRAMAS DE CLASES DEL DISEÑO**

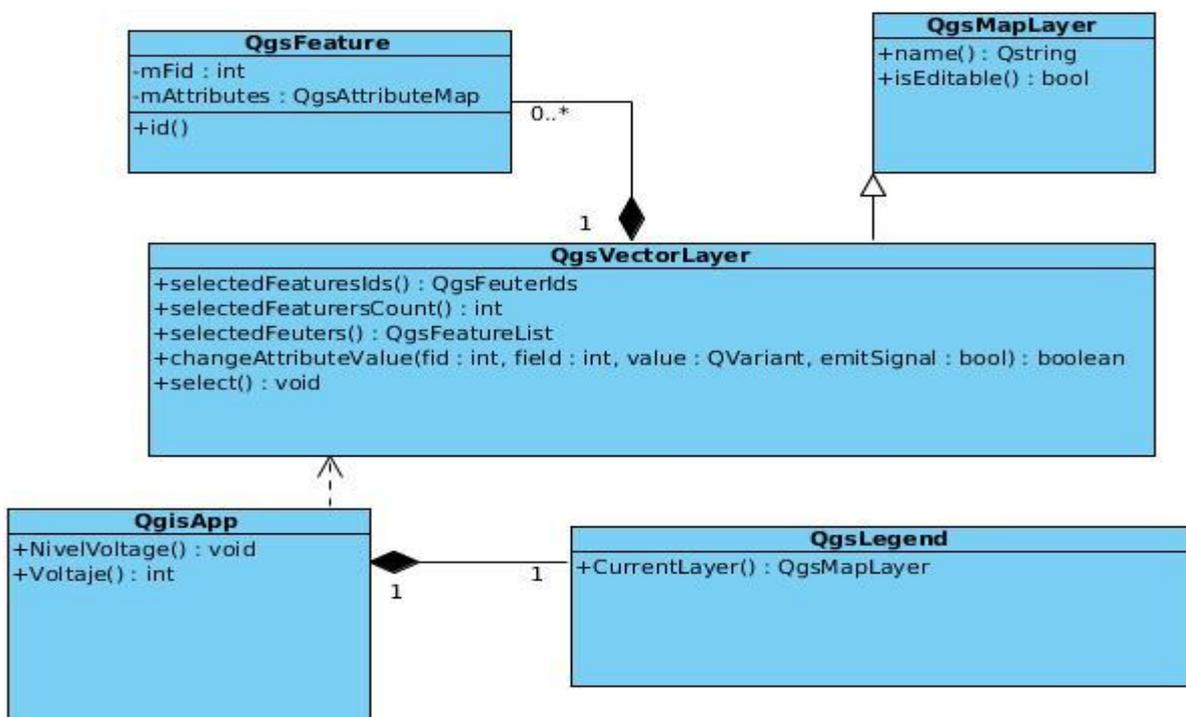


Figura 1: Diagrama del CU Calcular nivel de voltaje

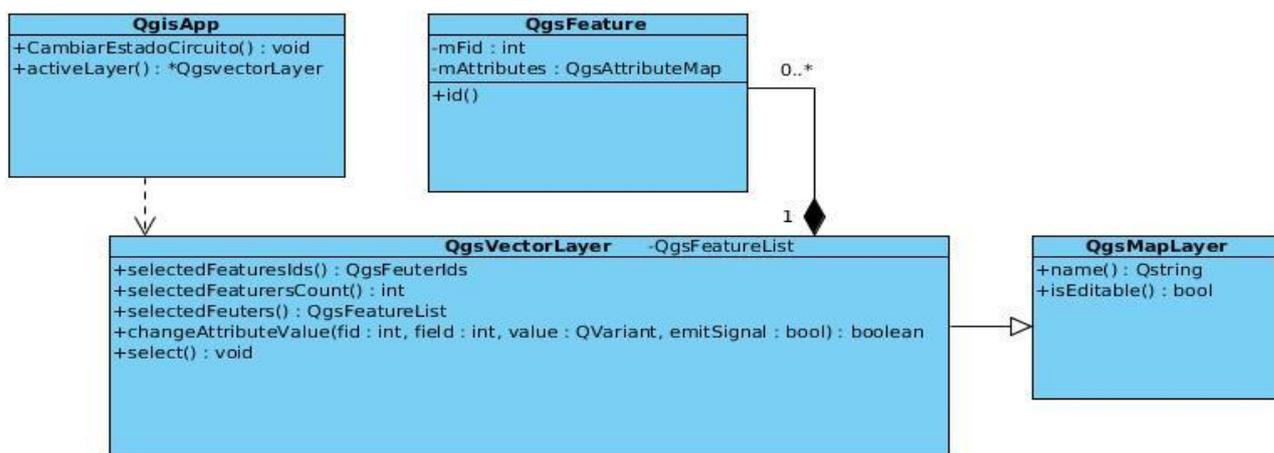


Figura 2: Diagrama del CU Cambiar estado de circuito

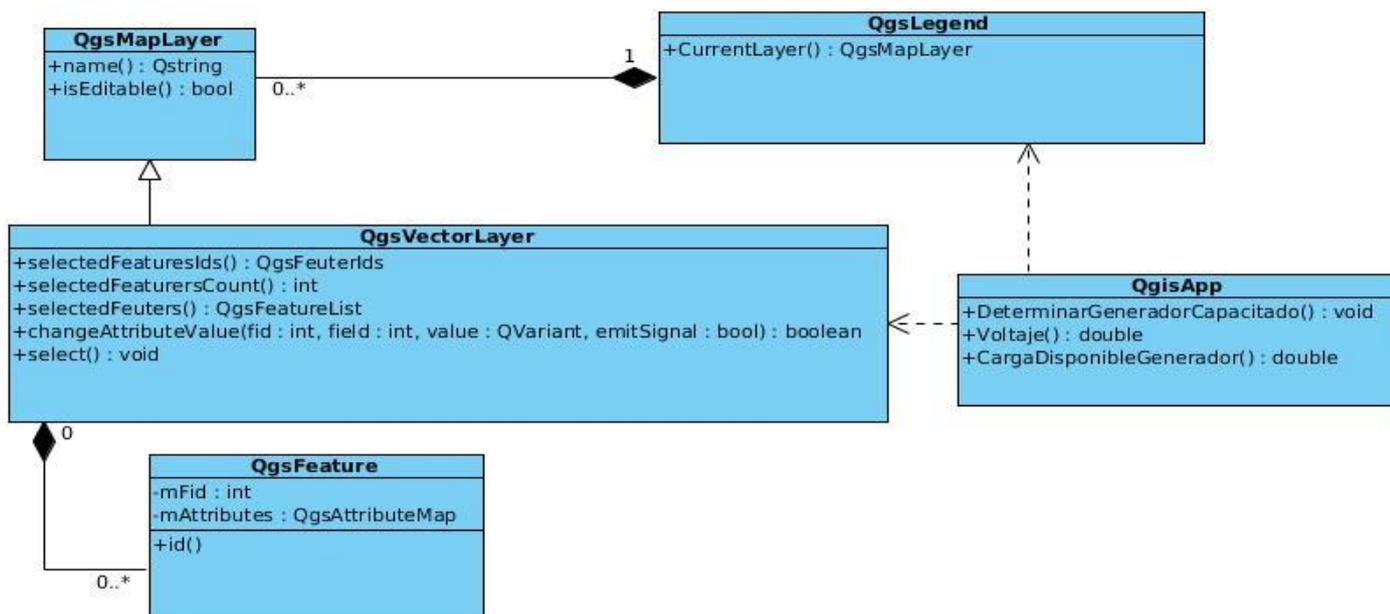


Figura 3: Diagrama del CU Determinar generador capacitado

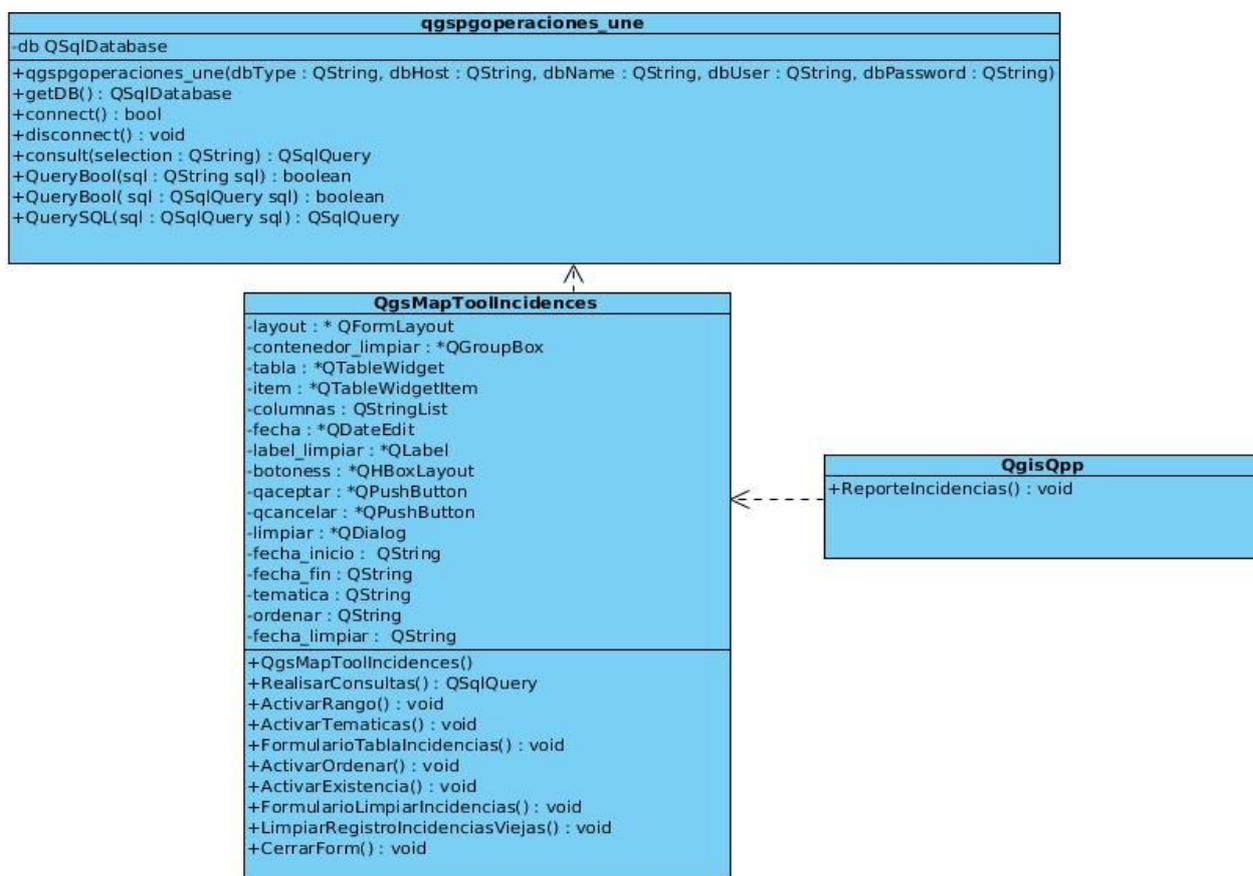


Figura 4: Diagrama del CU Crear reporte de incidencias

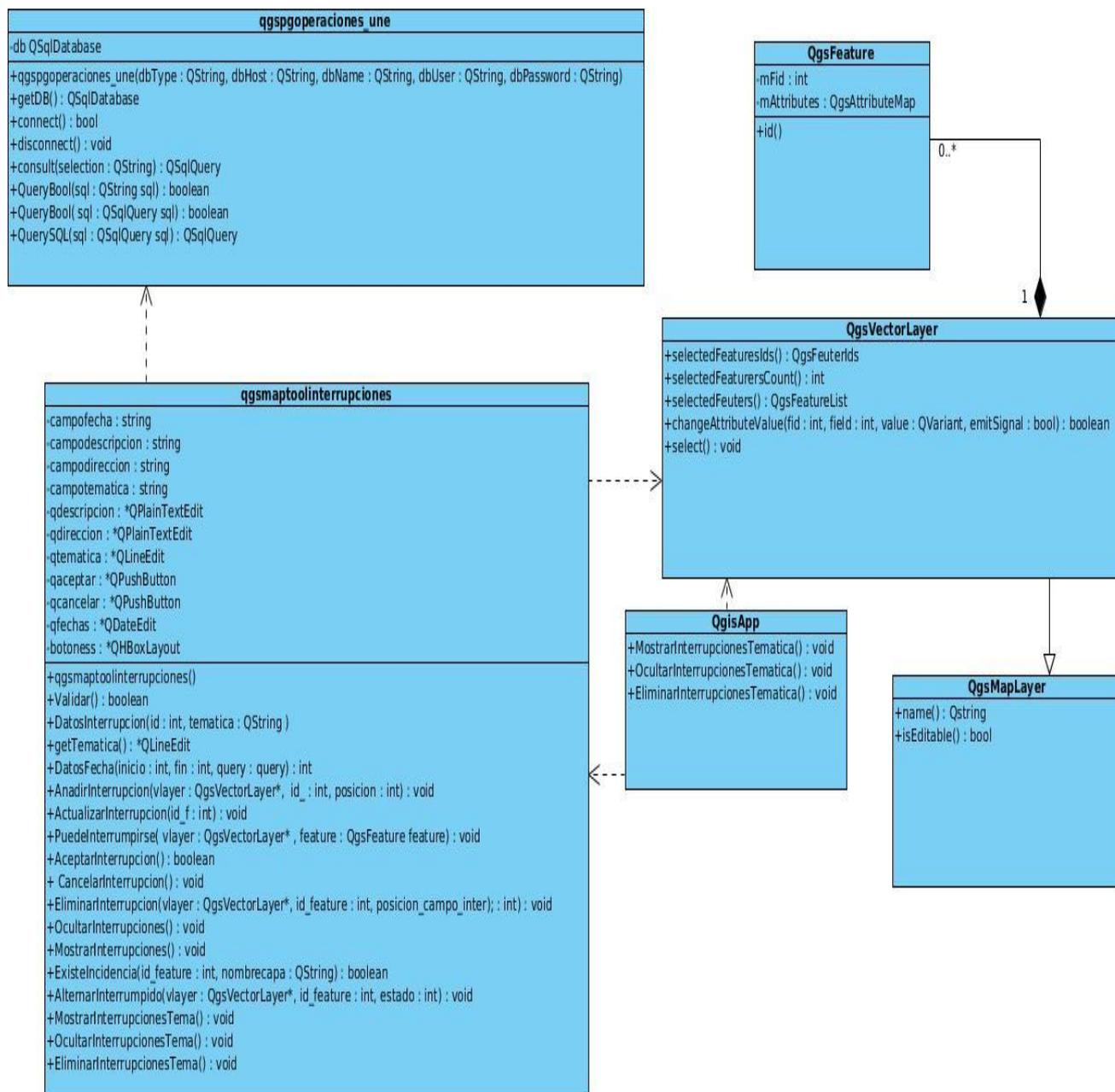


Figura 5: Diagrama del CU Gestionar Interrupción por temática

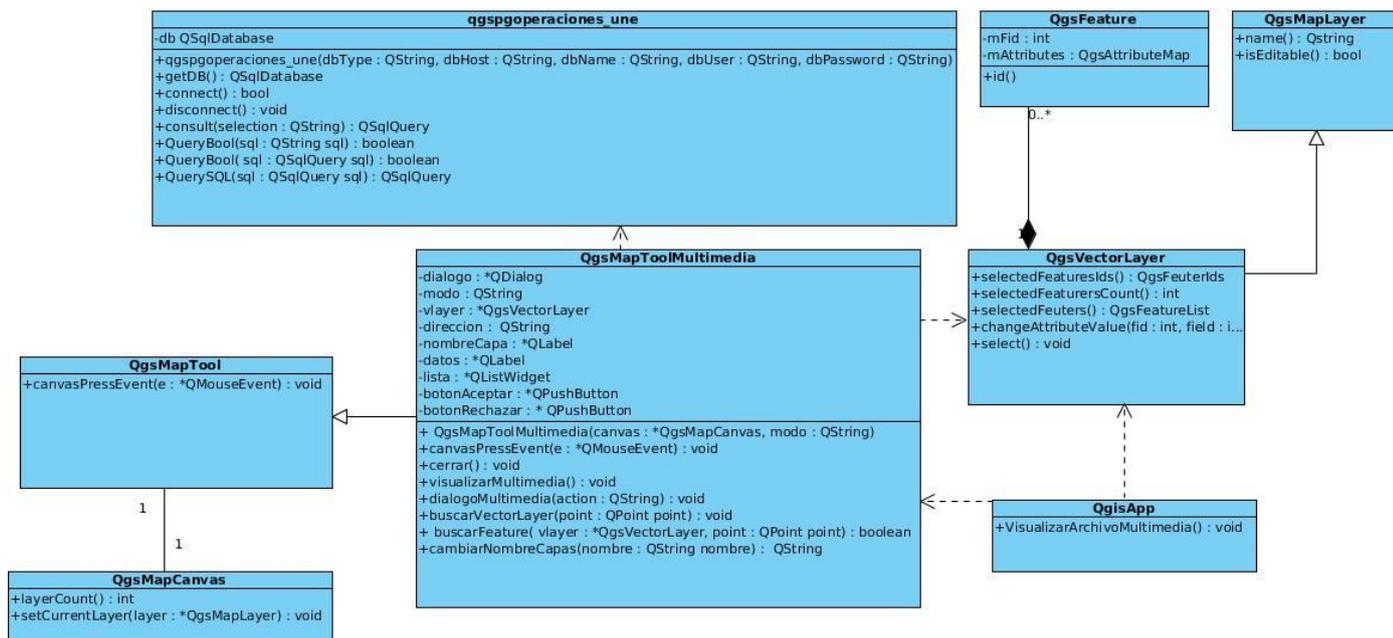


Figura 6: Diagrama del CU Visualizar archivo multimedia

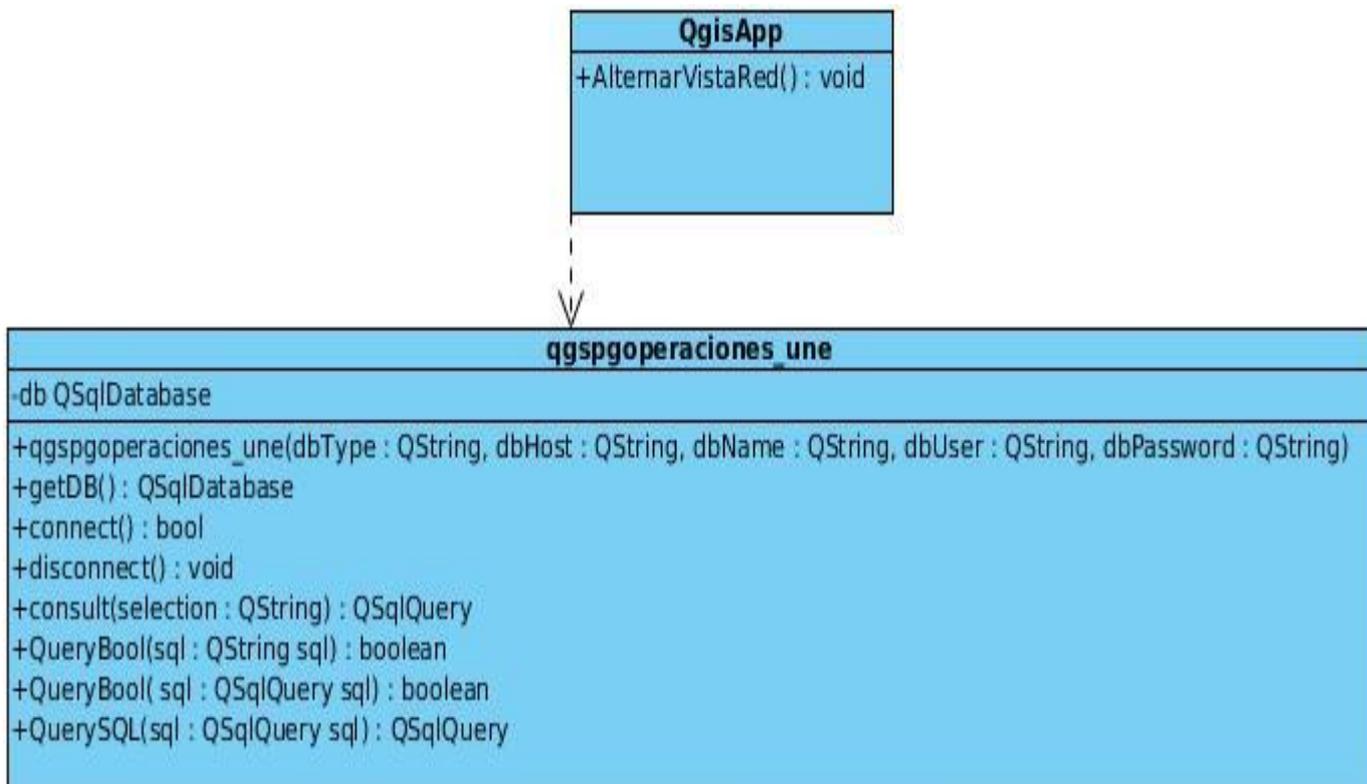


Figura 7: Diagrama del CU Alternar vista de la red