

UNIVERSIDAD “JOSÉ MARTÍ PÉREZ” DE SANCTI SPÍRITUS  
FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA



**“Sistema automatizado para gestionar la información de los  
Esquemas Secundarios en las redes del Sistema  
Electroenergético Nacional”**

*Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniería en  
Informática*

**Autor:**

Yanet Clara Rodríguez Quintana

**Tutor:**

MSc. Yusmaikel Cabrera Marín

**Sancti Spíritus, Cuba**

**Curso 2009 – 2010**

# Pensamiento

*Invertir en conocimientos produce siempre*

*los mejores beneficios.*

**Benjamín Franklin**

*Dedicatoria*

*A mis padres Leticia y Julio por su infinito amor.*

*A mi familia, en especial a mi abuela Clarita.*

*A mi novio Alejandro por su paciencia y amor.*

## Agradecimientos

*A Dios, por su misericordia durante los años, pues sin él nada es posible.*

*A mis padres, a quienes todo les debo, por su constante preocupación y amor infinitos. Ningún agradecimiento será suficiente.*

*A Arley, por su apoyo y cooperación durante el desarrollo de este trabajo.*

*A mi tutor Yusmaikel por toda su dedicación y tiempo.*

*A Yisete, Maylín y Luz por brindarme su ayuda y amistad incondicionales.*

*A Thaymi, por brindarme su apoyo en la primera etapa de la carrera.*

*A todos los compañeros del grupo de desarrollo del SIGERE, en especial a María Ela.*

*A mi novio por su amor y preocupación.*

*A mis profesores Yandira y Lydia Rosa por apoyarme en todo momento.*

*A Magalis, Tereza, Ricardo y Gladis por acogerme como una hija.*

*A todos, muchas gracias.*

## *Resumen*

El presente trabajo investigativo abarca todas las etapas de la automatización del proceso de gestión de la información de los esquemas secundarios, que se encuentran en las redes del Sistema Electroenergético Nacional, integrado al Sistema Integral de Gestión de Redes de la Unión Eléctrica.

Para el desarrollo de la aplicación se llevaron a cabo las etapas del proceso de desarrollo de software, según lo especifica el Proceso Unificado de Desarrollo (RUP), utilizándose como herramienta de modelado para el análisis y diseño el *Enterprise Architect*.

El software se implementó en *Borland Developer Studio 2006*, el cual incluye facilidades de desarrollo para aplicaciones *desktop* con un diseño de interfaz adecuado a los requerimientos del cliente, donde se empleó *Object Pascal* como lenguaje de programación, lo que permitió un código eficiente. Para la persistencia de la información se utilizó como Gestor de Base de Datos *SQL Server 2000*.

## *Abstract*

The present investigative work includes all the stages of the management process automation of the information of the secondary schemes that are in the nets of the Electrical National Power System, integrated to the Integral System of Administration of Nets of the Electric Union.

For the development of the application they were carried out the stages of the process of software development, according to the specifications Rational Unified Process (RUP), using as a tool of modeling for the analysis and design: the Enterprise Architect.

The software was implemented in Borland Developer Studio 2006 which includes development facilities for Desktop applications, with an appropriate interface design to the client's requirements, using Object Pascal like programming language which allowed an efficient code and for the persistence of the information it was used as Data Base Management: SQL Server 2000.

# Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I: Fundamentación teórica de los esquemas secundarios y su gestión en el SIGERE.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 La Unión Eléctrica (UNE).....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Esquemas Secundarios .....</b>	<b>7</b>
1.3.1 Esquemas de Protección .....	7
1.3.2 Esquemas de Medición.....	8
1.3.3 Equipos de transformación.....	9
1.3.4 El proceso de gestión de la información de los Esquemas Secundarios .....	9
<b>1.4 Análisis de otra solución. Badet.....</b>	<b>11</b>
<b>1.5 Sistema Integral de Gestión de Redes (SIGERE).....</b>	<b>12</b>
1.5.1 Subsistema de Explotación .....	13
1.5.4.1 Módulo de Esquemas Secundarios .....	14
<b>1.6 Tendencia, metodologías y tecnologías utilizadas .....</b>	<b>15</b>
1.6.1 Lenguaje Unificado de Modelado (UML).....	15
1.6.2 Proceso Unificado de Desarrollo (RUP).....	16
1.6.3 Programación por capas .....	17
1.6.4 Lenguaje de Programación Object Pascal.....	19
1.6.5 Gestores de bases de datos.....	20
1.6.6 Herramientas de desarrollo .....	22
<b>1.7 Conclusiones .....</b>	<b>25</b>
<b>Capítulo II: Descripción del Módulo de Esquemas Secundarios .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Introducción.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Identificación de los procesos del negocio. Mejoras.....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Reglas del negocio .....</b>	<b>27</b>
<b>2.4 Modelo del negocio .....</b>	<b>28</b>
2.4.1 Actores y trabajadores del negocio.....	28
2.4.2 Diagrama de casos de uso del negocio .....	29
2.4.3 Descripción de los casos de uso del negocio .....	29
2.4.4 Diagramas de Actividades.....	31
2.4.5 Diagrama de clases del modelo de objetos .....	31
<b>2.5 Requerimientos funcionales .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6 Requerimientos no funcionales.....</b>	<b>37</b>

<b>2.7</b>	<b>Modelo del sistema</b> .....	<b>39</b>
2.7.1	Actores del sistema.....	39
2.7.2	Diagrama de casos de uso del sistema .....	40
2.7.3	Descripción de los casos de usos del sistema.....	42
<b>2.8</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>49</b>
<b>Capítulo III: Construcción del Módulo de Esquemas Secundarios.....</b>		<b>50</b>
<b>3.1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>50</b>
<b>3.2</b>	<b>Diagrama de clases de diseño</b> .....	<b>50</b>
<b>3.3</b>	<b>Diseño de la base de datos</b> .....	<b>58</b>
3.3.1	Diagrama de clases persistentes.....	58
3.3.2	Modelo de datos. ....	59
<b>3.4</b>	<b>Principios de diseño</b> .....	<b>59</b>
3.4.1	Estándares en la interfaz de la aplicación.....	59
3.4.2	Formato de reportes.....	60
3.4.3	Concepción general de la ayuda .....	60
3.4.4	Tratamiento de excepciones .....	60
3.4.5	Seguridad .....	61
<b>3.5</b>	<b>Estándares de codificación</b> .....	<b>61</b>
<b>3.6</b>	<b>Modelo de despliegue</b> .....	<b>62</b>
<b>3.7</b>	<b>Diagrama de componentes</b> .....	<b>62</b>
<b>3.8</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>63</b>
<b>Capítulo IV: Estudio de Factibilidad</b> .....		<b>65</b>
<b>4.1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>65</b>
<b>4.2</b>	<b>Planificación</b> .....	<b>65</b>
<b>4.3</b>	<b>Costos</b> .....	<b>71</b>
<b>4.4</b>	<b>Beneficios tangibles e intangibles</b> .....	<b>74</b>
<b>4.5</b>	<b>Análisis de costos y beneficios</b> .....	<b>75</b>
<b>4.6</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>75</b>
<b>Conclusiones</b> .....		<b>76</b>
<b>Recomendaciones</b> .....		<b>77</b>
<b>Bibliografía consultada y referenciada</b> .....		<b>78</b>
<b>Anexos</b> .....		<b>81</b>



## *Índice de Figuras*

Figura 1. Organigrama del SIGERE .....	13
Figura 2. Arquitectura Cliente/Servidor. ....	18
Figura 3. Diagrama de casos de uso del negocio. ....	29
Figura 4. Modelo de objetos.....	32
Figura 5. Diagrama de casos de uso por paquetes. ....	40
Figura 6. Diagrama de casos de uso del paquete Administración .....	40
Figura 7. Diagrama de casos de uso del paquete Gestión .....	41
Figura 8. Diagrama de casos de uso del paquete Reportes.....	42
Figura 9. Diagrama de casos de uso Gestionar plantillas de relevadores .....	51
Figura 10. Diagrama de casos de uso Gestionar plantillas de instrumentos de medición.....	52
Figura 11. Diagrama de casos de uso Gestionar plantillas de transformadores de corriente ....	53
Figura 12. Diagrama de casos de uso Gestionar plantillas de transformadores de potencial ....	54
Figura 13. Diagrama de casos de uso Gestionar relevadores.....	55
Figura 14. Diagrama de casos de uso Gestionar instrumentos de medición .....	55
Figura 15. Diagrama de casos de uso Gestionar transformadores de corriente .....	56
Figura 16. Diagrama de casos de uso Gestionar transformadores de potencial.....	56
Figura 17. Diagrama de casos de uso Gestionar esquemas de protección .....	57
Figura 18. Diagrama de casos de uso Gestionar esquemas de medición .....	58
Figura 19. Diagrama de clases persistentes .....	59
Figura 20. Diagrama de despliegue .....	62
Figura 21. Diagrama de componentes .....	63

## *Índice de Tablas*

Tabla 1. Diagramas soportados por Enterprise Architect. ....	24
Tabla 2. Actor del Negocio.....	28
Tabla 3. Trabajadores del Negocio. ....	29
Tabla 4. Descripción del caso de uso Crear Esquema Secundario. ....	30
Tabla 5. Descripción del caso de uso Confeccionar informe de equipos ubicados.....	31
Tabla 6. Actores del sistema.....	39
Tabla 7. Descripción del caso de uso Gestionar plantillas de relevadores. ....	42
Tabla 8. Descripción del caso de uso Gestionar plantillas de instrumentos de medición.....	43
Tabla 9. Descripción del caso de uso Gestionar plantillas de transformadores de corriente. ....	43
Tabla 10. Descripción del caso de uso Gestionar plantillas de transformadores de potencial. ...	43
Tabla 11. Descripción del caso de uso Gestionar relevadores. ....	44
Tabla 12. Descripción del caso de uso Gestionar instrumentos de medición. ....	44
Tabla 13. Descripción del caso de uso Gestionar transformadores de corriente. ....	44
Tabla 14. Descripción del caso de uso Gestionar transformadores de potencial.....	45
Tabla 15. Descripción del caso de uso Gestionar esquemas de protección.....	45
Tabla 16. Descripción del caso de uso Gestionar esquemas de medición. ....	46
Tabla 17. Descripción del caso de uso Autenticar usuario. ....	46
Tabla 18. Descripción del caso de uso Cambiar clave. ....	46
Tabla 19. Descripción del caso de uso Reporte de relevadores por subestación. ....	47
Tabla 20. Descripción del caso de uso Reporte de instrumentos de medición por subestación.	47
Tabla 21. Descripción del caso de uso Reporte de transformadores de corriente por subestación.....	47
Tabla 22. Descripción del caso de uso Reporte de transformadores de potencial por subestación.....	48
Tabla 23. Descripción del caso de uso Reporte de esquemas de protección por subestación. .	48

Tabla 24. Descripción del caso de uso Reporte de esquemas de medición por subestación. ...	48
Tabla 25. Entradas externas .....	65
Tabla 26. Salidas externas.....	68
Tabla 27. Peticiones .....	68
Tabla 28. Ficheros internos.....	69
Tabla 29. Interfaces externas.....	70
Tabla 30. Puntos de función desajustados.....	70
Tabla 31. Instrucciones fuentes .....	71
Tabla 32. Multiplicadores de esfuerzo (MEj) .....	72
Tabla 33. Factores de escala (SFi) .....	72
Tabla 34. Cálculo del esfuerzo, tiempo de desarrollo, cantidad de hombres y costo.....	74

## *Introducción*

La energía eléctrica es uno de los recursos más importantes para la industria y la sociedad actual y disponer de ella de forma instantánea, de la cantidad requerida en cada momento y a la tensión y frecuencia correctas, es una necesidad de todos que exige una planificación minuciosa y un diseño esmerado de las instalaciones de generación, transporte y distribución que integran el sistema de redes eléctricas.

La Unión Eléctrica (UNE) es la organización de servicio público que tiene como misión satisfacer adecuadamente las expectativas en el servicio eléctrico de sus clientes, para lo cual genera, transmite, distribuye y comercializa la energía eléctrica. La UNE cuenta a lo largo de todo el país, con las Organizaciones Básicas Eléctricas (OBE) las que, apoyadas en las redes del Sistema Electroenergético Nacional (SEN), se encargan de la distribución y comercialización de la energía eléctrica en cada territorio.

La red del SEN está compuesta por diversos equipos e instalaciones. Una de estas instalaciones son las subestaciones de transmisión, encargadas de convertir el voltaje primario de la transmisión, en voltajes asequibles a las redes de subtransmisión y primarias. Estos valores de voltajes de transmisión y, sus respectivas corrientes no son accesibles a los instrumentos de medición y relevadores que actúan sobre los equipos primarios (líneas, transformadores y barra), que realizan la función para lo cual está diseñada la subestación, sin los equipos diseñados para lograr esta transformación de potencial y corriente respectivamente. La conexión de estos dispositivos se denomina Esquemas Secundarios, que son circuitos de baja potencia, fundamentales para el buen funcionamiento de la subestación de transmisión.

Existen dos clasificaciones de Esquemas Secundarios: Esquemas de Protección y Esquemas de Medición. El primero, es el encargado de proteger al sistema eléctrico de los efectos nocivos que produce una falla sostenida, desconectando el elemento defectuoso del sistema lo más rápido posible, cuando éste sufre un cortocircuito o cuando empieza a funcionar en cualquier forma anormal que pueda originar daño o interfiera de otra manera con el funcionamiento eficaz del resto del sistema. El segundo, es el encargado de medir magnitudes eléctricas en un punto del sistema, además permite localizar las causas de una operación defectuosa en aparatos eléctricos en los cuales no es posible apreciar su funcionamiento en una forma visual.

Actualmente los datos que se almacenan de estos esquemas son: su tipo, la subestación donde está ubicado y el equipo primario asociado, conjuntamente con la cantidad de transformadores

de corriente, transformadores de potencial, relevadores e instrumentos de medición asociados. Esta información no se encuentra centralizada, y trae como consecuencia que en ocasiones ocurra su pérdida por mala manipulación. Por otra parte, debido a la cantidad y complejidad de los datos de chapa que caracterizan estos equipos, no se lleva un registro de los mismos, imposibilitando llevar un control cualitativo de los dispositivos en explotación. Esto provoca que no se puedan guardar las conexiones reales existentes entre los equipos de transformación y los equipos de protección y medición respectivamente de un esquema.

Además la confección de los informes solicitados por el Director de Protecciones de la UNE, con el objetivo de tener un control de todos los esquemas y equipos eléctricos asociados que se encuentran en explotación resulta trabajosa, ya que se realiza de forma manual lo cual lleva a cometer errores humanos que provocan la no confiabilidad de la información enviada. Por otra parte, si la información no está centralizada, la realización del informe consume una cantidad de tiempo y esfuerzo significativo por parte del personal de protecciones, lo que trae como consecuencia la entrega atrasada o el incumplimiento de la tarea.

Actualmente las OBEs provinciales no cuentan con un sistema automatizado que gestione la información de los esquemas secundarios, aunque sí se ha trabajado en este sentido. En los años 2002-2003 se desarrolló un sistema por parte de Desoft en Santa Clara a petición de la Empresa Constructora de la Industria Eléctrica (ECIE) llamado Badet, sin embargo, este sistema no está basado en la topología de la red, ya que no recoge la relación eléctrica entre los diferentes elementos de una subestación. Por otra parte, no registra todos los datos de los esquemas secundarios, los equipos asociados a los mismos ni las conexiones entre ellos; además de no brindar reportes que muestren la información almacenada. Este sistema se enmarca en las características de esta empresa y no está concebido para las OBEs provinciales, por lo que impide su generalización.

Debido a la alta complejidad y envergadura del SEN, se hace imprescindible contar con sistemas para automatizar todos los procesos que intervienen en la red, por tal motivo la UNE decidió, a partir del año 1998, comenzar el diseño de un sistema automatizado para gestionar toda la información que concierna la transmisión y distribución de energía en nuestro país, este es el Sistema Integral de Gestión de Redes (SIGERE), el cual está siendo desarrollado por la Empresa de Tecnologías de la Información y la Automática (ATI) de Sancti Spíritus.

El SIGERE está estructurado por cinco subsistemas y estos a su vez por módulos. Uno de los subsistemas es el de Explotación, el cual proporciona el acceso regulado, de acuerdo al puesto

de trabajo y a la actualización de las diferentes instalaciones a través de las acciones (levantamientos, nuevas instalaciones, mantenimientos, celajes) que se realizan según los procedimientos y registros establecidos por el Manual de Distribución. Este subsistema adquiere especial importancia al establecerse la Política de Mantenimiento que establece la necesidad de hacerlo por diagnóstico. Uno de los módulos concebidos para este subsistema es el de Esquemas Secundarios, el cual tendrá como objetivo gestionar la información de estos circuitos de baja potencia en la redes del SEN.

Todo ello ha dado lugar al siguiente *problema científico* ¿Cómo gestionar la información de los Esquemas Secundarios en las redes del Sistema Electroenergético Nacional desde el SIGERE?

Para darle respuesta al problema planteado se tomó como *objeto de estudio*: el proceso de gestión de la información de los esquemas secundarios y como *campo de acción*: el proceso de gestión de la información de los esquemas de protección y los esquemas de medición en las redes del SEN desde el SIGERE.

Esta investigación se propuso como *objetivo general* diseñar e implementar un software que gestione la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE.

La autora se formuló las siguientes Preguntas Científicas:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos y metodológicos relacionados con el proceso de gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE?
2. ¿Cómo diseñar un software que permita la gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE?
3. ¿Será factible implementar un software que permita la gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE?
4. ¿Cómo implementar un software que permita la gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE?

Para responder las preguntas científicas se plantearon las siguientes Tareas de Investigación:

1. Determinación de los fundamentos teóricos y metodológicos relacionados con el proceso de gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE.

2. Diseño de un software que permita la gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE.
3. Realización de un estudio acerca de la factibilidad de un software que permita la gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE.
4. Implementación de un software que permita la gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN desde el SIGERE.

La investigación está *justificada* por la necesidad de contar con un sistema único que gestione todo el cúmulo de información de los esquemas secundarios en las OBEs provinciales, lo cual constituye una fuente de consulta rápida y confiable.

Este trabajo resulta viable pues se inserta dentro del subsistema de explotación del SIGERE, asignado por la UNE al grupo de desarrollo de la UEB ATI Sancti Spíritus. Además se cuenta con toda la información necesaria para el estudio de la bibliografía sobre el tema, y con el soporte tecnológico y herramientas necesarias para el diseño, análisis e implementación del software, así como para su implantación y mantenimiento.

La iniciativa de presentar una aplicación automatizada para la gestión de la información de los esquemas secundarios resulta *novedosa* porque además de permitir el control, el almacenamiento y la recuperación de la información y garantizar el acceso a la misma con la calidad, confiabilidad y rapidez requerida; va a estar integrada al SIGERE, sistema encargado de actualizar las instalaciones existentes en el SEN.

El informe correspondiente a esta investigación se estructura de la siguiente manera:

**Capítulo I: Fundamentación teórica de los esquemas secundarios y su gestión en el SIGERE:** En este capítulo se analizan los conceptos relacionados a los Esquemas Secundarios y se describe el SIGERE. Se expone la problemática que dio origen a esta investigación, se hace un análisis del sistema existente y se presenta el sistema propuesto para solucionar el problema. Incluye una descripción de las tendencias y tecnologías actuales a utilizar, así como las metodologías y la justificación de las herramientas seleccionadas para el análisis, diseño, e implementación de la aplicación.

**Capítulo II: Descripción del Módulo de Esquemas Secundarios:** En este capítulo se determinan los procesos del negocio y se detalla el modelo del negocio. Además se representan los diagramas de actividad por cada uno de sus casos de uso, y su descripción; así

como el diagrama de clases del modelo de objetos. En este capítulo también se identifican los requerimientos funcionales y los no funcionales y se determina el modelo del sistema a través del diagrama de casos de uso del sistema con sus actores.

**Capítulo III: Construcción del Módulo de Esquemas Secundarios en el SIGERE:** En este capítulo se describe el diagrama de clases del diseño, el diagrama de clases persistentes, el modelo de datos, el diagrama de despliegue y el de componentes. Conjuntamente se exhiben los principios de diseño del sistema: estándares en la interfaz de la aplicación, formato de reportes, la concepción de la ayuda, el tratamiento de excepciones y la seguridad.

**Capítulo IV: Estudio de Factibilidad:** Se describe lo relacionado con la planificación, costo, beneficios tangibles e intangibles, análisis de costo y beneficios en el desarrollo de la aplicación a desarrollar.



# *Capítulo I: Fundamentación teórica de los esquemas secundarios y su gestión en el SIGERE*

## **1.1 Introducción**

El presente capítulo va encaminado a definir los conceptos relacionados con el proceso de gestión de la información de los esquemas secundarios, así como describir el desarrollo de este proceso actualmente. Además se describe el SIGERE así como el Módulo de Esquemas Secundarios contenido en él; permite observar claramente las facilidades que el mismo brinda en lo referente a la gestión de la información de estos circuitos eléctricos, el cual constituye una fuente primordial para la obtención de reportes. De igual modo se pretende argumentar la problemática que dio lugar a esta investigación y de manera breve las soluciones que se encontraron para afrontar la misma.

Se describen las tecnologías existentes y se explican las razones por las que se decide escoger una técnica específica para el desarrollo del sistema, se describe además la metodología RUP y la utilización de UML para preparar todos los esquemas de un sistema de software, necesarios para la modelación, diseño e implementación del trabajo.

## **1.2 La Unión Eléctrica (UNE)**

La UNE es una organización que tiene como misión satisfacer, adecuadamente, las expectativas en el servicio eléctrico de sus clientes, para lo cual genera, transmite, distribuye y comercializa la energía eléctrica. La UNE cuenta a lo largo de todo el país, con las Organizaciones Básicas Eléctricas (OBE), las que apoyadas en las redes del SEN se encargan de la distribución y comercialización de la energía eléctrica en cada territorio.

El SEN es el conjunto de todos los elementos que participan directamente en la generación, transformación, transmisión y distribución de la energía eléctrica formando un todo único de operación conjunta, que abarca todas las instalaciones que en condiciones normales, se encuentran conectadas a la red eléctrica nacional.

Una de estas instalaciones son las subestaciones de transmisión, que diseminadas por todo el país, se encargan de convertir el voltaje primario de la transmisión en voltajes asequibles a las redes de subtransmisión y primarias. Para lograr el buen funcionamiento de las mismas se encuentran inmersos en ellas circuitos de baja potencia denominados esquemas secundarios.

## 1.3 Esquemas Secundarios

Los Esquemas Secundarios son circuitos eléctricos de baja potencia que se encuentran ubicados en las subestaciones de transmisión, con el objetivo de lograr el buen funcionamiento de esta instalación (Simón, 2010).

Según el entrevistado, estos esquemas están formados por transformadores de corriente (TC) y transformadores de potencial (TP) conectados a los equipos de medición y protección respectivamente, ya que los valores de los parámetros que ellos transforman son muy altos y se necesitarían grandes equipos por su magnitud y nivel de aislamiento, haciendo imposible su uso.

Cuando un TC y/o TP se conectan al relevador se obtiene un circuito que se denomina Esquema de Protección, y cuando se conectan al instrumento de medición se conoce como Esquema de Medición. Estos constituyen las dos clasificaciones de Esquemas Secundarios.

### 1.3.1 Esquemas de Protección

Los circuitos antes mencionados deben su nombre, a que protegen al sistema eléctrico de los efectos nocivos que produce una falla sostenida. El objetivo principal del esquema de protección es desconectar un elemento defectuoso del sistema lo más rápido posible, cuando este sufre un cortocircuito o cuando empieza a funcionar en cualquier forma anormal que pueda originar daño o interfiera de otra manera en el funcionamiento eficaz del resto del sistema (Russel Mason, 2000).

Si algún elemento que integra el sistema eléctrico de potencia, tal como un transformador, una línea o las barras, en falla no se aísla rápidamente, puede constituir el preludio de una inestabilidad o el colapso del sistema. La detección de la falla debe ser rápida y dar la orden de disparo a los interruptores automáticos asociados a la misma, cortando todas las fuentes de corriente de alimentación al aparato ó a la parte de instalación en falta, aislándolo del sistema (Iriondo Barrenetxea, 1997).

El dispositivo que opera y da la orden de desconexión de la parte del sistema en falta es el relevador de protección. Un relevador, también conocido como relé, es un dispositivo que controla el estado de un interruptor mediante una entrada eléctrica. En su interior, posee comúnmente una bobina que al energizarse induce una fuerza magnética que cambia el estado del interruptor (Relevadores).

El relevador en el esquema de protección es muy importante porque este nos puede mostrar el sitio y tipo de falla. Estos datos no sólo ayudan en la reparación oportuna sino que también, por comparación con las observaciones humanas y con los registros de oscilógrafos automáticos, proporcionan medios para el análisis de la eficacia de la prevención de la falla (Russel Mason, 2000).

Otro elemento fundamental en el Esquema de Protección son los interruptores. Estos equipos, están localizados de tal manera que cada transformador, barra colectora, línea de transmisión, pueda desconectarse por completo del resto del sistema. Estos interruptores deben tener la capacidad suficiente para que puedan conducir momentáneamente la corriente máxima de cortocircuito que puede fluir a través de ellos, e interrumpir entonces esta corriente; deben soportar también el cierre de un cortocircuito semejante e interrumpirlo de acuerdo con ciertas normas prescritas (Russel Mason, 2000).

Los interruptores que son maniobrados automáticamente por los relevadores de protección se les conocen como interruptores automáticos.

### 1.3.2 Esquemas de Medición

Un Esquema de Medición es el circuito eléctrico utilizado para medir magnitudes eléctricas en un punto del sistema, ya sea la corriente que pasa por un interruptor, un transformador, una línea o una barra. El elemento fundamental en el Esquema de Medición es el instrumento de medición.

Un instrumento de Medición es el equipo que tiene como finalidad realizar un muestreo en tiempo real de parámetros como corriente, voltaje, frecuencia y temperatura del equipo primario que mide.

La importancia de los instrumentos eléctricos de medición es incalculable, porque además de medir o indicar magnitudes eléctricas o las características eléctricas de los circuitos, permiten localizar las causas de una operación defectuosa en aparatos eléctricos en los cuales no es posible apreciar su funcionamiento en una forma visual, como en el caso de un aparato mecánico. La información que suministran los instrumentos de medición eléctrica se da normalmente en una unidad eléctrica estándar: ohmios, voltios, amperios, culombios, henrios, faradios, vatios o julios (Jiménez).

### 1.3.3 Equipos de transformación

No se puede hablar de los esquemas secundarios sin mencionar los transformadores de corriente y los transformadores de potencial. Sin estos equipos los relevadores de protección y los instrumentos de medición no pudieran cumplir la función para los cuales están diseñados, ya que los valores de voltaje primarios y sus respectivas corrientes provenientes de la transmisión son tan elevados que provocaría su ruptura inmediatamente. A continuación se describen las características principales de estos equipos de transformación de corriente y de potencial.

*Transformador de Corriente:* Los transformadores de corriente son los equipos diseñados para suministrar la corriente adecuada a los instrumentos de medición (amperímetros, wáttmetros y wathhorímetros), así como a los aparatos de protección como los relevadores; en el cual la corriente secundaria es proporcional a la corriente primaria y desfasada respecto a ella un ángulo cercano a cero. El devanado primario del transformador de corriente se conecta en serie con el circuito donde circula la corriente que se desea medir, mientras que los aparatos de medición se conectan en serie a su devanado secundario (Russel Mason, 2000).

*Transformador de Potencial:* Un transformador de potencial es un transformador convencional que tiene arrollamientos primarios y secundarios. El arrollamiento primario está conectado directamente al circuito de potencia ya sea entre dos fases o entre fase y tierra, dependiendo de la capacidad del transformador y de las exigencias requeridas por la aplicación. Un dispositivo de potencial capacitivo es un equipo de transformación de tensión que utiliza un divisor de tensión capacitivo conectado entre fase y tierra de un circuito de potencia (Russel Mason, 2000).

### 1.3.4 El proceso de gestión de la información de los Esquemas Secundarios

La gestión de la información se puede definir como el conjunto de actividades realizadas con el fin de controlar, almacenar y, posteriormente, recuperar adecuadamente la información producida, recibida o retenida por cualquier organización en el desarrollo de sus actividades (Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo Americana, 1924).

Específicamente, la gestión de la información de los Esquemas Secundarios consiste en almacenar, actualizar y controlar los datos referentes a los circuitos de baja potencia y los

equipos asociados a ellos, es decir, los transformadores de corriente, los transformadores de potencial, los relevadores y los instrumentos de medición, así como las conexiones que existen entre ellos, para que posteriormente se puedan recuperar de forma rápida, cómoda y segura por parte del personal de protecciones.

Cuando el Director de Protecciones de la UNE le envía un correo al especialista en protecciones, solicitando la creación de un nuevo esquema en una subestación de transmisión, este define el tipo de esquema que se va a montar, dónde se va a ubicar y el equipo primario al que va a estar asociado. Con estos datos, unidos a la cantidad de equipos eléctricos que formarán parte del esquema, el especialista confecciona un modelo, para así llevar un control de los esquemas ubicados y equipos que se encuentran en explotación. Con estos datos confecciona el plano del esquema y se lo entrega al jefe de brigada para que efectúe el montaje. Finalizada la obra, el jefe de brigada le informa la culminación al especialista en protecciones, quien envía el plano del esquema montado al Director de Protecciones de la UNE.

Por otra parte, cada cierto tiempo, el Director de Protecciones de la UNE solicita información al especialista en protecciones de todos los equipos que se encuentran en explotación agrupados por subestación. Para dar cumplimiento a esta tarea el especialista en protecciones tiene que revisar todos los modelos con los datos de los esquemas para, poco a poco, ir obteniendo los equipos ubicados. Posteriormente confecciona el informe de equipos por subestación, para finalmente, enviárselo al Director de Protecciones de la UNE.

Todo este proceso de almacenamiento y recuperación de la información de los esquemas y sus respectivos equipos se realiza de forma manual, lo que lleva en ocasiones a cometer errores humanos. La información de los esquemas y la cantidad de equipos asociados a estos se almacena en tablas en Excel, documentos impresos o digitales, trayendo como consecuencia que en ocasiones ocurra su pérdida por mala manipulación. Además no se registran datos de interés como número de serie y características eléctricas de los transformadores de corriente, de potencial, los relevadores y los instrumentos de medición. Esto imposibilita el almacenamiento de las conexiones reales que existen entre los equipos de transformación y los equipos de protección y medición respectivamente.

Al mismo tiempo la confección del informe se hace engorrosa, ya que la información no se encuentra centralizada, por lo que lleva un gran consumo de tiempo y un esfuerzo significativo, y a su vez, trae como consecuencia la entrega atrasada o el incumplimiento de la tarea. Por otra

parte los informes de cada provincia recibidos por el Director de Protecciones de la UNE difieren en cuanto a la información enviada, lo cual crea inconformidades.

Estas deficiencias tienen lugar debido a la falta de un software que automatice toda la gestión de la información de los esquemas secundarios.

#### 1.4 Análisis de otra solución. Badet

Actualmente las OBEs provinciales no cuentan con un sistema que automatice la gestión de la información de los esquemas secundarios. Sin embargo, sí se ha trabajado en este sentido. La empresa Desoft de Santa Clara, a petición de la Empresa Constructora de la Industria Eléctrica (ECIE) llevó a cabo el diseño e implementación de Badet.

Badet fue desarrollado en los años 2002-2003, en la plataforma de desarrollo Visual Basic 6.0 sobre SQL Server 2000. Básicamente es un registro de las protecciones y esquemas, no cuenta con reportes desarrollados que faciliten estos datos. Este sistema se basa en las especificaciones de la ECIE, por lo que su uso en las OBES Provinciales no se hace viable por las razones siguientes:

- No está basado en la topología de la red, o sea, no se recoge la relación eléctrica entre la subestación y el esquema secundario.
- No se recogen todos los datos de chapa de los elementos tales como TC y TP, solo los más importantes.
- No se pueden recoger relevadores que tengan varias funciones de protecciones asociadas.
- No registra las conexiones entre los TC y/o TP y los relevadores de protección y los instrumentos de medición respectivamente.

Por tanto este sistema no satisface las necesidades actuales de las OBEs provinciales, en cuanto a la gestión de la información de los esquemas secundarios.

Por otra parte, la UNE, desde hace varios años, viene trabajando en la elaboración de un Sistema Integral de Gestión que automatice todas las instalaciones y procesos que tienen lugar en las redes del SEN, facilitando el trabajo de las Empresas Eléctricas de cada provincia. Este sistema se denomina Sistema Integral de Gestión de Redes (SIGERE).

## 1.5 Sistema Integral de Gestión de Redes (SIGERE)

El Sistema Integral de Gestión de Redes (SIGERE) es parte del Sistema de Gestión de la Unión Eléctrica (SIGE) y está integrado por todos los equipos, instalaciones, infraestructura y acciones que existen o se ejecutan sobre la red de Transmisión y Distribución. El Sistema debe recoger datos técnicos, económicos y de gestión que facilitan la operación, explotación, estudios, planificación y gestión de las redes en las Empresas Eléctricas (Fernández, 2007).

### ***Antecedentes y alcance***

Los Sistemas de Gestión evolucionan con los cambios estructurales y avances tecnológicos del dominio donde se aplican. El SIGERE es una evolución del Sistema de Gestión de Distribución (SIGEDI), cuyo alcance inicial era a partir de las barras de 33 kV y los Despachos de Distribución.

Desde la versión 4.0 se ha ampliado el SIGEDI de forma que abarque también la transmisión convirtiendo el SIGEDI en un Sistema de Gestión de Redes (SIGERE) que abarca desde las centrales generadoras hasta las instalaciones de medición del cliente, donde limitará respectivamente con los Sistemas Informáticos de Generación y Comercial. Desde la última versión ha habido importantes cambios, la revolución electroenergética impulsada por la máxima dirección del país ha tenido un serio impacto en el SEN, mediante la cocción con electricidad, introducción masiva de generación distribuida, aplicación de Sistemas SCADA y la rehabilitación de redes. Estructuralmente, el Sistema está concebido para ser aplicado en las Empresas Eléctricas Provinciales y sus dependencias, aunque variaciones del SIGERE pudieran desarrollarse en otras entidades que operen las redes (Fernández, 2007).

### ***Composición del SIGERE***

El SIGERE constará con dos modelos de las redes que componen el SEN, uno de distribución, que es esencialmente radial y que comprende básicamente las instalaciones concebidas dentro de la Red de Distribución de Energía y el otro que comprende todas las instalaciones y accesorios de la red de Transmisión, el cual es esencialmente en malla, o sea, pueden existir lazos en la interconexión de los elementos que conforman la Red (Lizano, 2007).

### ***Arquitectura del SIGERE***

Para un mejor control del desarrollo e implementación, el sistema se divide en Subsistemas y estos en Módulos. Esta división debe corresponder con los procesos generales que se siguen

en los puestos de trabajo que se encuentran en las estructuras administrativas o entidades reales. La interfaz común a estos tiene que ser alfanumérica y gráficas, y esta última contendrá representaciones esquemáticas monolineales y los datos necesarios para un soporte de un Sistema de Información Geográfico (conocido por sus siglas en inglés como GIS) en los Subsistemas que lo necesiten, así como planos de detalles, croquis e incluso fotos de los elementos e instalaciones que lo ameriten. Los subsistemas que componen el SIGERE son: Instalaciones, Operaciones, Explotación, Servicios, Planificación, Estudios y Dirección y Control (Fernández, 2007).

En la siguiente figura se muestra un organigrama que ilustra la estructura de alto nivel del sistema.

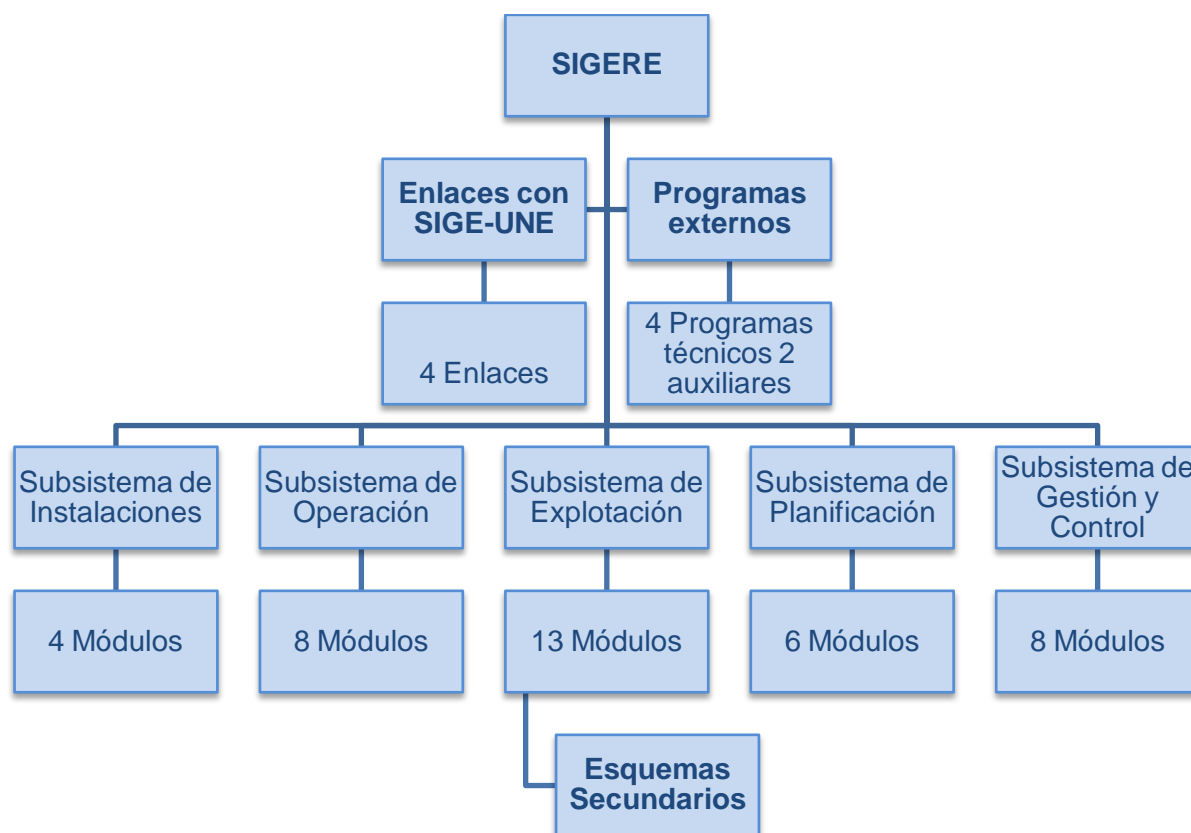


Figura 1. Organigrama del SIGERE

### 1.5.1 Subsistema de Explotación

Uno de los subsistemas que forman el SIGERE es el Subsistema de Explotación. Este constituye la interfaz entre el Subsistema de Instalaciones y los técnicos que lo explotan en OBEs territoriales y los diferentes Departamentos de la OBE Provincial. Debe proporcionar el



acceso regulado, de acuerdo al puesto de trabajo, a la actualización de las diferentes instalaciones a través de las acciones (levantamientos, nuevas instalaciones, mantenimientos, celajes, etc.) que se realizan según los procedimientos y registros establecidos por el Manual de Distribución. Este subsistema adquiere especial importancia al establecerse la Nueva Política de Mantenimiento que establece la necesidad de hacer el mantenimiento por diagnóstico, se compone de los siguientes módulos (Fernández, 2007).

- Subestaciones de Distribución
- Líneas
- Subestaciones de Transmisión
- Líneas de Transmisión
- Desconectivos
- Capacitares
- Transformadores de Distribución
- Generadores en Distribución
- Alumbrado Público
- Circuitos
- Apoyos
- Servicios
- Esquemas Secundarios

Actualmente este subsistema cuenta con dos módulos implantados: el de Transformadores de Distribución y el de Alumbrado público, y el módulo de Servicios está en proceso de implantación. Los restantes no han sido aún desarrollados. Sin embargo, atendiendo a las necesidades de las OBEs provinciales y como solución a los problemas existentes en cuanto al manejo de la información de los esquemas secundarios se procede al diseño e implementación del Módulo de Esquemas Secundarios.

#### *1.5.4.1 Módulo de Esquemas Secundarios*

El módulo de Esquemas Secundarios es la solución para las empresas eléctricas. Este permitirá gestionar, de manera adecuada, la información que se manipula de los esquemas de protección y los esquemas de medición, así como de los equipos eléctricos asociados a los mismos, que se encuentran en explotación en las redes del SEN.

El módulo de Esquemas Secundarios será el encargado de la clasificación, levantamiento, calibración y mantenimiento de los esquemas de protección, los esquemas de medición, los relevadores que operan los desconectivos en cualquier red, y los instrumentos de medición, además de incluir los aspectos del control de los transformadores de corriente y transformadores de potencial y otros transductores que forman los esquemas de medición y los esquemas de protección en líneas y subestaciones, así como el mantenimiento y calibración de este equipamiento (Fernández, 2007).

Con la implantación de este módulo se llevará un control de todos los equipos que se encuentran o no en explotación, así como de los esquemas secundarios ubicados en cada subestación de transmisión. Además se podrán almacenar todas las conexiones que tienen un relevador y un instrumento de medición en el esquema de protección o el esquema de medición respectivamente. Por otra parte, se contará con un registro actualizado de estos datos, lo que permitirá la generación de reportes con la calidad requerida por parte de la UNE.

## 1.6 Tendencia, metodologías y tecnologías utilizadas

El estudio de las tecnologías actuales se ha convertido en uno de los factores claves en el desarrollo de cualquier sistema informático por muy sencillo que este resulte. Se necesita realizar una correcta selección de las tecnologías a emplear, en dependencia de las necesidades y recursos propios con los que se cuenta.

A continuación se hace un análisis de las tecnologías requeridas para el desarrollo del sistema propuesto.

### 1.6.1 Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés) es un lenguaje estándar para escribir planos de software, que puede utilizarse para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2006).

UML no es una guía para realizar el análisis y diseño orientado a objetos, es decir, no es un proceso. UML es un lenguaje que permite la modelación de sistemas con tecnología orientada a objetos, permitiendo a los desarrolladores visualizar los resultados de su trabajo en esquemas o diagramas estandarizados.

Un modelo UML describe lo que supuestamente hará un sistema, pero no dice cómo implementar dicho sistema. Por tanto UML es solamente un lenguaje, por lo que es sólo una parte de un método de desarrollo software, es independiente del proceso aunque para que sea óptimo debe usarse en un proceso dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental (Jacobson et al., 2006). Este lenguaje ofrece diferentes ventajas, por ejemplo:

- Es un estándar abierto.
- Permite la modelación de sistemas con tecnología orientada a objetos
- Da soporte a todo el ciclo de vida de desarrollo del software.
- Es posible establecer correspondencias desde un modelo UML a un lenguaje de programación, permitiendo ingeniería directa o inversa.
- Está soportado por muchas herramientas.
- Modelos interpretados por personas que no participaron en su diseño (e incluso por herramientas) sin ninguna ambigüedad.

### 1.6.2 Proceso Unificado de Desarrollo (RUP)

“Un proceso define “quién” está haciendo “qué”, “cuándo” y “cómo” para alcanzar un determinado objetivo” (Jacobson et al., 2006, p. XVI).

El Proceso Unificado es un proceso de desarrollo de software formado por un conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un sistema de software. Otro de los aspectos que caracteriza el Proceso Unificado, es la utilización de UML para preparar todos los esquemas de un sistema de software, constituyendo una parte esencial del Proceso Unificado (Jacobson et al., 2006).

Los verdaderos aspectos definitorios del Proceso Unificado se resumen en tres frases claves – dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura, e iterativo e incremental. Esto es lo que hace único al Proceso Unificado (Jacobson et al., 2006).

Según estos autores, el Proceso Unificado se repite a lo largo de una serie de ciclos, cada uno consta de cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición. Cada ciclo produce una nueva versión del sistema, y cada versión es un producto preparado para su entrega.

Después del análisis realizado se escogió la metodología RUP para guiar paso a paso todo el desarrollo del producto propuesto.

### 1.6.3 Programación por capas

La programación por capas es un estilo, en la que el objetivo primordial es la separación de la lógica de negocios de la lógica de diseño, un ejemplo básico de esto es separar la capa de datos de la de presentación al usuario (Programación por capas, 2009).

A continuación se exponen las características de la Arquitectura Cliente/Servidor de tres capas y dos capas respectivamente. Se justifican las razones por las cuales ha sido seleccionada esta última para distribuir el trabajo de creación del sistema propuesto.

*Arquitectura Cliente/Servidor de Tres Capas:* consiste en una capa de la presentación, otra capa de la lógica de la aplicación y otra capa de la base de datos. Normalmente esta arquitectura se utiliza en las siguientes situaciones (Hurtado, 2005):

- Cuando se requiera mucho procesamiento de datos en la aplicación.
- En aplicaciones donde la funcionalidad esté en constante cambio.
- Cuando se requiera aislar la tecnología de la base de datos para que sea fácil de cambiar.

*Arquitectura Cliente/Servidor de Dos Capas:* consiste en una capa de presentación y lógica de la aplicación; y la otra de la base de datos.

*Capa de presentación:* se suele encargar de la parte lógica capturando la información del usuario en un mínimo de procesos y mostrando la información al usuario que realiza la petición (Pérez, 2009).

*Capa de datos:* Es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información (Pérez, 2009).

La figura 2 muestra este tipo de arquitectura.

Esta arquitectura se emplea en los entornos siguientes (Hurtado, 2005):

- Cuando se tiene una base de datos centralizada en un solo servidor.

- Cuando la base de datos es relativamente estática.
- Cuando se requiere un mantenimiento mínimo.



Figura 2. Arquitectura Cliente/Servidor.

Las desventajas principales de una arquitectura de 3 capas sobre una arquitectura de 2 capas son el costo y la complejidad.

El *costo* aumenta en el caso que se requiere un servidor adicional para hospedar los componentes desde donde se va a consumir toda la lógica de negocios, lo que trae consigo ítems adicionales que se deben tomar en cuenta, tales como: el costo de mantenimiento de servidor (Rojas, 2008).

La *complejidad* aumenta porque los componentes viven en su propio “ecosistema”, con lo cual se crea un punto extra de falla; es decir, existe un servidor más que mantener y monitorear. Además, se va a crear un “*brinco*” adicional cada vez que se hace una llamada a los componentes de negocio que residen en este servidor de aplicaciones, lo que lleva a tener una respuesta más lenta (a diferencia de una arquitectura 2 capas donde los componentes residen en el mismo servidor en el cual reside la aplicación) (Rojas, 2008).

Por otra parte, la arquitectura de tres capas pone más carga en la red, debido a una mayor cantidad de tráfico en la red y es mucho más difícil programar y probar el software que en arquitectura de dos niveles porque tienen que comunicarse más dispositivos para terminar la transacción de un usuario.

Teniendo en cuenta las características anteriores de las formas de implementar la arquitectura Cliente/Servidor, podemos llegar a la conclusión, que para el desarrollo de esta aplicación es más conveniente usar una arquitectura en dos capas. Esto está fundamentado en la estabilidad

de la base de datos del sistema en general, la cual luego de diseñada, no sufre cambios frecuentes. De igual forma, tanto la gestión como el almacenamiento de los datos, se realizan sin grandes procesamientos.

### 1.6.4 Lenguaje de Programación Object Pascal

Object Pascal es una versión avanzada y orientada a objetos del Pascal original creado a finales de los sesenta. Borland en los últimos años defendía que el nombre correcto del lenguaje es también *Delphi*, posiblemente debido a pretensiones de marca, aunque en sus mismos manuales el nombre del lenguaje aparecía como *Object Pascal*, por lo que la comunidad de programadores no ha adoptado mayoritariamente este cambio (Hernández, 2010).

Características:

- No sensible al contexto.
- Se puede implementar en distribuciones Linux.
- Soporte para varios tipos de bases de datos, MySQL, PostgreSQL, Access, SQL Server.
- Es un lenguaje fuertemente tipado de cuarta generación.
- Soporte para la programación orientada a objetos (habitualmente llamada POO) también existente desde Turbo Pascal 5.5, pero más evolucionada en cuanto a:
  - *Encapsulación*: declarando partes privadas, protegidas, públicas y publicadas de las clases
  - *Propiedades*: concepto nuevo que luego han adaptado muchos otros lenguajes. Las propiedades permiten usar la sintaxis de asignación para *setters* y *getters*.
  - Simplificación de la sintaxis de referencias a clases y punteros.
- Soporte para manejo escalonado de excepciones, mejorando sensiblemente el control de errores de usuario y del sistema.
- Programación activada por eventos (*event-driven*), posible gracias a la técnica de delegación de eventos. Esta técnica permite asignar el método de un objeto para responder a un evento lanzado sobre otro objeto. Fue adoptada por Niklaus Wirth, autor del Pascal Original, e incorporada a otros de sus lenguajes como Component Pascal.

Por todas estas características se decidió utilizar este lenguaje para la implementación del sistema propuesto.

### 1.6.5 Gestores de bases de datos

Las técnicas de Bases de Datos surgen vinculadas al aumento del volumen de información requerido o acumulado por las organizaciones. Su objetivo principal es unificar toda la información del sistema para evitar redundancias, sin perder las distintas perspectivas que de la misma tienen los diferentes usuarios.

Una base de datos es un “conjunto de datos interrelacionados entre sí, almacenados con carácter más o menos permanente en la computadora. O sea, que una BD puede considerarse una colección de datos variables en el tiempo” (Mato, 2006, p.10).

Con el objetivo de organizar y recuperar los datos almacenados en las Bases de Datos surgen los Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD). Un SGBD actúa como interfaz o intermediario entre el usuario y la BD, permitiéndole introducir información desde el teclado u otra fuente, organizarla, procesarla y obtener informes de cualquier tipo.

A continuación se describen tres SGBD, indicando el seleccionado para el desarrollo de este trabajo.

#### **MySQL**

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario, creado por la empresa sueca MySQL AB. El lenguaje de programación que utiliza MySQL es Structured Query Language (SQL).

Algunas ventajas de MySQL (MySQL):

- Velocidad al realizar las operaciones, lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento.
- Bajo costo en requerimientos para la elaboración de bases de datos, ya que debido a su bajo consumo puede ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema.
- Facilidad de configuración e instalación.
- Soporta gran variedad de Sistemas Operativos

- Baja probabilidad de corromper datos, incluso si los errores no se producen en el propio gestor, sino en el sistema en el que está.
- Conectividad y seguridad

Desventajas (Gifillan):

- Inexistencia de transacciones.
- Imposibilidad de haces subconsultas o consultas anidadas.
- Inexistencia de procesos almacenados.
- Sin soporte para la integridad referencial.

### **PostgreSQL**

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional, orientada a objetos y libre. Es un proyecto de código abierto y su desarrollo no es manejado por una sola empresa sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales las cuales trabajan en su desarrollo (PostgreSQL).

Dentro de sus características podemos encontrar:

- Corre en casi todos los sistemas operativos.
- Amplia variedad de tipos nativos: números de precisión arbitraria, arreglos, entre otros. Además los usuarios pueden crear sus propios tipos de datos.
- Soporte de todas las características de una base de datos profesional (disparadores, procedimientos almacenados – funciones, secuencias, relaciones, reglas, tipos de datos definidos por usuarios, vistas).
- Documentación muy bien organizada, pública y libre, con comentarios de los propios usuarios.
- Funciones: soporta funciones que retornan "filas", donde la salida puede tratarse como un conjunto de valores que pueden ser tratados igual a una fila retornada por una consulta.
- Aplicativos de comparación de bases de datos para testear replicaciones.

Inconvenientes



- Consume bastantes recursos y carga más el sistema

### **SQL Server 2000**

SQL Server 2000 es un sistema administrador para bases de datos relacionales basadas en la arquitectura Cliente/Servidor. Transact-SQL es el lenguaje que utiliza SQL Server 2000 para poder enviar peticiones tanto de consultas, inserciones, modificaciones, y de borrado a las tablas, así como otras peticiones que el usuario necesite sobre los datos, en definitiva, es el lenguaje que utiliza SQL Server 2000 para poder gestionar los datos que contienen las tablas. Es un lenguaje exclusivo de SQL Server, pero basado en el lenguaje SQL estándar, utilizado por casi todos los tipos de bases de datos relacionales que existen dentro de las cuales encontramos: Oracle, Access (Curso expertos SQL Server 2000, 2009).

SQL Server otorga a los administradores una herramienta potencialmente robusta, provista de las herramientas suficientes que le permiten mantener un óptimo nivel de seguridad en la utilización de los recursos del sistema y de la base de datos, que en este camino van cogidos de la mano (Flores, 2006).

La finalidad de SQL Server 2000 es analizar y administrar datos, dar mayor escalabilidad, disponibilidad y seguridad a las aplicaciones de análisis y los datos empresariales.

Luego de un análisis se decidió seleccionar como SGBD SQL Server 2000.

### **1.6.6 Herramientas de desarrollo**

Para llevar a cabo la implementación de la aplicación propuesta se utilizó el ambiente de desarrollo integrado Borland Developer Studio 2006. Se utilizó el *Caliber RM* para la gestión de requerimientos y el *Enterprise Architect* como herramienta CASE de modelado. A continuación se describen las características de estos programas.

#### ***Borland Developer Studio 2006***

Borland Developer Studio (BDS), es un entorno integrado completo (IDE) para el desarrollo visual, compilación y depuración de aplicaciones Windows y WEB. Los programas pueden ser ejecutados sobre plataformas Win32 y sobre Microsoft .NET Framework v1.1 a partir del mismo código fuente. Incluye en el mismo entorno de desarrollo los lenguajes: Delphi para Win32, Delphi para .NET, C++ (Preview Release) y C# para .NET (Unisolutions).

BDS contiene importantes herramientas que automatizan el proceso de desarrollo, incluyendo un nuevo sistema de Live Templates que ayudan a la escritura de código y sintaxis, Gestión de históricos, drivers nativos de conectividad a base de datos que simplifican el acceso a datos (MS SQL SERVER, ORACLE, IBM DB2, My SQL, ACCESS) y guías de diseño de VCL (Visual Component Library) para acelerar el desarrollo de entornos gráficos de usuario, Refactoring y otros más (Unisolutions).

*Características:*

- Posibilidad de desarrollar aplicaciones .NET y Win32 usando los lenguajes Delphi, C++ y C# todo ello en un mismo entorno.
- El entorno conserva un registro histórico de versiones de los archivos y permite compararlos y recuperarlos, todo ello sin necesidad de un servidor de trabajo en grupo.
- La paleta de herramientas ha renovado su configuración y las opciones de filtrado de los componentes que aparecen en ella.
- El editor facilita la modificación sincronizada de un mismo identificador en el bloque de código que se seleccione.
- El nuevo Error Insight subraya en el editor de código las partes del código que contiene errores.
- El nuevo Help Insight facilita ayuda inmediata sobre el identificador en el que se coloque el puntero del mouse.
- Mejora del proceso de depuración al integrar los depuradores Win32 y .NET en el mismo entorno y contemplar el depurado cruzado con selección automática del depurador que corresponda. También hay mejoras en el funcionamiento de varias de las ventanas relacionadas con la depuración.
- Nuevos controles DB Web para navegación, inclusión de sonido y vídeo y nuevo asistente para extender cualquier control DB Web.
- Se han añadido opciones al Explorador de datos (Data Explorer) que facilitan la transición de bases de datos de un proveedor a otro.
- Esta versión cuenta con versiones .NET de distintos grupos de componentes que en Delphi 2005 solamente estaban para Win32, como los de acceso a datos dbExpress,

dbGo y DataSnap, lo cual facilitará la conversión de aplicaciones Win32 a .NET. También hay versiones .NET de los componentes WebSnap e IntraWeb.

Para la implementación de la aplicación propuesta se determina utilizar Borland Developer Studio 2006, ya que este brinda nuevos recursos y capacidades. Lo más importante es que todos permiten al desarrollador crear nuevas aplicaciones: más rápidas, con mejor calidad, soportando las nuevas tecnologías para la creación de interfaces amenas, como la *Suite DevExpress*, que permite agilizar y estilizar el trabajo con los componentes de control y manipulación de datos.

### **Enterprise Architect**

Enterprise Architect (EA) es una herramienta comprensible de diseño y análisis UML, cubriendo el desarrollo de software desde el paso de los requerimientos a través de las etapas del análisis, modelos de diseño, pruebas y mantenimiento. EA es una herramienta multiusuario, basada en Windows, diseñada para ayudar a construir software robusto y fácil de mantener. Ofrece salida de documentación flexible y de alta calidad (Enterprise Architect - Herramienta de diseño UML).

El Lenguaje Unificado de Modelado provee beneficios significativos para ayudar a construir modelos de sistemas de software rigurosos y donde es posible mantener la trazabilidad de manera consistente. EA soporta este proceso en un ambiente fácil de usar, rápido y flexible, además provee trazabilidad completa desde el análisis de requerimientos hasta los artefactos de análisis y diseño, a través de la implementación y el despliegue (Enterprise Architect - Herramienta de diseño UML).

**Tabla 1. Diagramas soportados por Enterprise Architect.**

<b>Diagramas Estructurales</b>	<b>Diagramas de Comportamiento</b>	<b>Extendidos</b>
Clase	Casos de Uso	Análisis
Objeto	Comunicación	Personalizado
Compuesto	Secuencia	
Paquete	Descripción de la Interacción	
Componente	Actividad	
Despliegue	Estado	
	Tiempo	

## **Caliber RM**

CaliberRM desarrollado por *Borland*, Caliber-RM 2005 usa el enfoque de requerimientos en una base de datos central. Esta herramienta es líder en facilidades de uso, pues incluye muchas opciones que le permiten al usuario adecuar sus preferencias. Caliber-RM provee de una interfaz tipo explorador de Windows para la manipulación de un árbol de requerimientos jerárquico, con los detalles de los requerimientos en un diálogo de cuadro de textos tipo tabular a la derecha. También puede manipular las relaciones de rastreabilidad y atributos en forma de matriz, en la cual se puede fácilmente definir la dependencia o los dependientes de cada requerimiento, ya sean del mismo tipo o no. Caliber-RM se integra de forma completa con la herramienta de programación Borland Developer Studio 2006, incorporándose a la IDE y permitiendo el enlace con el código que se desarrolla facilitando controlar el estado del requerimiento contra el código que le da la funcionalidad (Caliber RM).

Caliber-RM es una herramienta poderosa, bien diseñada y fácil de usar que puede gestionar los requerimientos para pequeños o complejos proyectos.

## **1.7 Conclusiones**

El estudio realizado demostró la importancia de contar con un sistema automatizado que unido al SIGERE gestione la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN. Además la automatización de los esquemas secundarios será muy importante para el desarrollo de las actividades del personal de protecciones, ya que contarán con una herramienta robusta para registrar, actualizar y recuperar la información de estos circuitos.

Se propuso utilizar la metodología RUP para guiar el desarrollo del producto y el lenguaje UML para el modelado.

Además se hace un análisis de las tendencias y tecnologías actuales, fundamentando la utilización del lenguaje de programación Object Pascal para la implementación, el ambiente de desarrollo Borland Developer Studio, como sistema gestor de bases de datos SQL Server 2000, la herramienta CaliberRM para la gestión de requerimientos y como herramienta de modelado Enterprise Architect.

## Capítulo II: Descripción del Módulo de Esquemas Secundarios

### 2.1 Introducción

Para desarrollar un sistema informático es necesario comprender los procesos que tienen lugar en la organización a la cual se le está realizando el estudio, con el objetivo de lograr una mejor comprensión del problema a resolver. El modelado del negocio es la técnica que permite comprender los procesos del negocio de la organización.

En este capítulo se describen los procesos del negocio propuestos y se definen los casos de uso del negocio con su correspondiente diagrama de actividad. Se identifican los actores y los trabajadores del negocio, y se representa el diagrama de clases del modelo de objetos.

Con relación al sistema se listan los requerimientos funcionales y los no funcionales, se definen los casos de uso del sistema a automatizar, describiendo cada uno, se representa el diagrama de casos de uso y se identifican los actores.

### 2.2 Identificación de los procesos del negocio. Mejoras

A partir de un estudio realizado de la gestión de la información de los esquemas secundarios se determinaron dos procesos a modelar: Crear Esquemas Secundarios y Confeccionar informe de equipos ubicados. A continuación se describen estos procesos y se proponen mejoras, indicando cómo se solucionarían los problemas que originaron la situación problemática.

#### **Crear Esquema Secundario**

##### *Análisis*

Cuando el Director de Protecciones de la UNE le envía un correo al especialista en protecciones solicitando la creación de un nuevo esquema en una subestación de transmisión, este define el tipo de esquema que se va a montar, donde va a estar ubicado y el equipo primario al que va a estar asociado. Posteriormente determina la cantidad de equipos que formarán el esquema. Estos datos son almacenados en un modelo por el especialista en protecciones. Partiendo de ellos confecciona el plano del esquema y se lo entrega al jefe de brigada para que efectúe el montaje. Finalizada la obra, el jefe de brigada le informa la culminación al especialista en protecciones, el cual envía al Director de Protecciones de la UNE el plano del esquema.

### *Mejoras Propuestas*

Se podrán registrar todos los datos de chapa de los transformadores de corriente, transformadores de potencial, relevadores e instrumentos de medición, permitiendo así llevar un control, no solo cuantitativo, sino también cualitativo de estos equipos.

Se registrarán los datos de los esquemas secundarios, se le asociarán los equipos deseados y se guardarán las conexiones de los equipos de transformación con los relevadores y los instrumentos de medición respectivamente. Esto permitirá la confección de informes con un alto nivel de información.

Se verificará el hecho de que los datos no se hayan introducidos, verificando así la duplicidad de la información.

La información se encontrará centralizada y organizada, con facilidades de recuperación, facilitando el trabajo del personal de protecciones.

### **Confeccionar informe de equipos ubicados**

#### *Análisis*

Cada cierto tiempo, el Director de Protecciones de la UNE solicita información al especialista en protecciones de todos los equipos que se encuentran en explotación agrupados por subestación. Para dar cumplimiento a esta tarea el especialista en protecciones tiene que revisar todos los modelos que recogen la información de los esquemas secundarios, para de esa forma ir sumando la cantidad de equipos de cada modelo. Al finalizar confecciona el informe de equipos por subestación, para finalmente enviárselo al Director de Protecciones de la UNE.

#### *Mejoras*

Se eliminarán los cálculos, evitando así que se cometan errores humanos. Se emitirán en un formato único, en el momento deseado y con la calidad y presencia requeridas por el Director de Protecciones de la UNE, permitiendo la entrega a tiempo de los mismos. Además se podrán imprimir.

## **2.3 Reglas del negocio**

Las reglas de negocio describen políticas que deben cumplirse o condiciones que deben satisfacerse, por lo que regulan algún aspecto del negocio. A continuación se mencionan las reglas que rigen el negocio descrito anteriormente.

1. Cuando se crea un esquema siempre se almacenan sus datos junto con la cantidad de equipos asociados.
2. EL plano del esquema siempre debe confeccionarse.
3. Al concluir el montaje de un esquema se debe enviar el plano al Director de Protecciones de la UNE.
4. Los reportes, por su importancia, son elaborados solamente por el especialista en protecciones.
5. Para confeccionar los reportes deben existir en explotación equipos eléctricos asociados a los esquemas secundarios.
6. Cuando el Director de Protecciones de la UNE solicite alguna información al especialista en protecciones, esta se considera de carácter urgente y debe ser elaborada en un margen de tiempo relativamente corto.

## 2.4 Modelo del negocio

El modelado del negocio es una técnica para comprender los procesos del negocio de la organización, y está soportado por dos tipos de modelos de UML: el modelo de casos de uso y el modelo de objetos. La finalidad del modelo de negocio, es describir cada proceso del negocio, especificando sus datos, actividades (tareas), roles (agentes) y reglas de negocio (pautas).

### 2.4.1 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 es el rol que se juega cuando se interactúa con el negocio para beneficiarse de sus resultados. Seguidamente se presenta el actor del negocio.

Tabla 2. Actor del Negocio.

Nombre del Actor	Justificación
Director de Protecciones de la UNE	Solicita la creación de nuevos esquemas secundarios y recibe sus datos en un plano. Además solicita la información de los equipos eléctricos ubicados en las subestaciones.

Un trabajador del negocio es una abstracción de una persona (o grupo de personas), una máquina o un sistema automatizado; que actúa en el negocio realizando una o varias

actividades, interactuando con otros trabajadores del negocio y manipulando entidades del negocio. A continuación se muestran los trabajadores del negocio.

Tabla 3. Trabajadores del Negocio.

Nombre del Trabajador	Justificación
Especialista en Protecciones.	Confecciona el modelo con los datos del esquema a montar y el plano del mismo. Además elabora los reportes solicitados por el Director de Protecciones de la Unión Eléctrica.
Jefe de brigada	Es el encargado de montar el esquema en la subestación, y de notificar al especialista en protecciones cuando culmina el trabajo.

### 2.4.2 Diagrama de casos de uso del negocio

Un diagrama de casos de uso del negocio representa gráficamente a los procesos del negocio y su interacción con los actores del negocio.

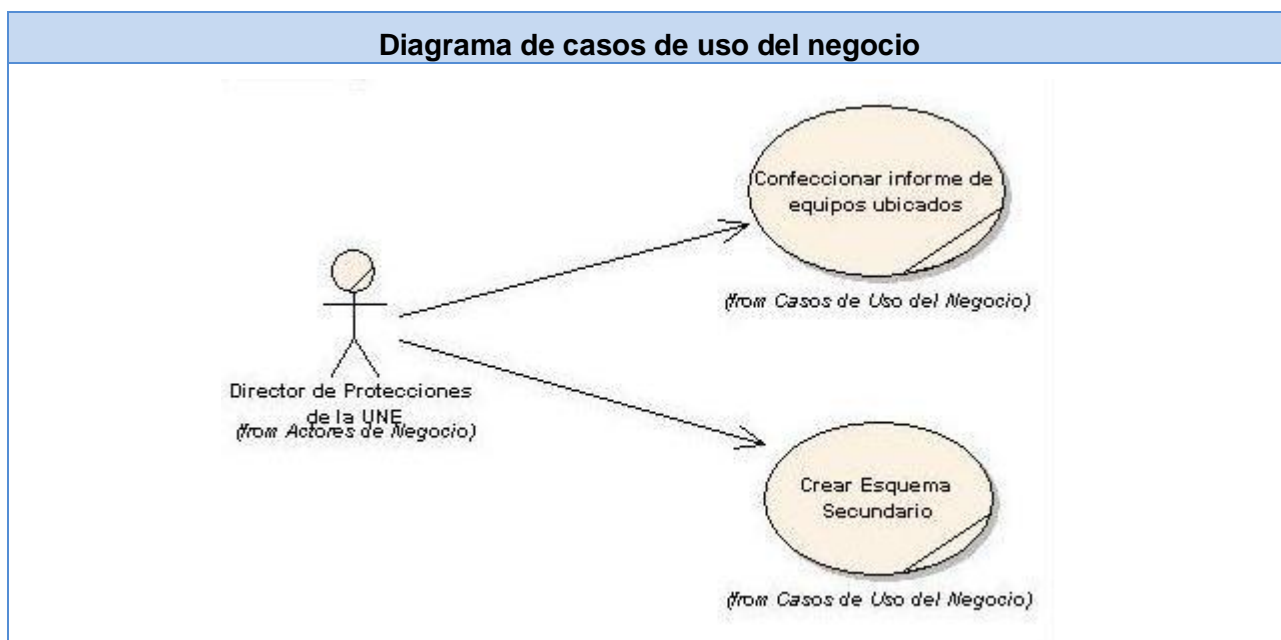


Figura 3. Diagrama de casos de uso del negocio.

### 2.4.3 Descripción de los casos de uso del negocio

A continuación se describen los casos de uso del negocio.



Tabla 4. Descripción del caso de uso Crear Esquema Secundario.

Caso de Uso		Crear Esquema Secundario	
<b>Actores</b>		Director de Protecciones de la UNE	
<b>Propósito</b>		Confeccionar el plano del esquema para posteriormente ubicarlo en la subestación.	
<p>Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Director de Protecciones de la UNE solicita al especialista en protecciones la creación de un esquema secundario. El especialista define las características del esquema y la cantidad de equipos que formarán parte del mismo. Confecciona el plano y se lo entrega al Jefe de brigada para que efectúe el montaje. El caso de uso finaliza cuando el Director de Protecciones de la UNE recibe el plano del esquema.</p>			
Acción del Actor		Respuesta del Proceso de Negocio	
1	El Director de Protecciones de la UNE solicita la creación de un esquema secundario.	2	El especialista en protecciones define el tipo de esquema, donde estará ubicado y el equipo primario asociado.
		3	El especialista en protecciones determina la cantidad de equipos eléctricos que formarán parte del esquema.
		4	El especialista en protecciones confecciona un modelo con estos datos.
		5	El especialista en protecciones confecciona el plano del esquema y se lo entrega al Jefe de brigada.
		6	El Jefe de brigada realiza el montaje del esquema secundario en la subestación.
		7	El Jefe de brigada al culminar la obra notifica al Especialista en protecciones.
		8	El Especialista en protecciones envía el plano del esquema al Director de Protecciones de la UNE.
9	Cuando el Director de Protecciones de la UNE recibe el plano finaliza el caso de uso.		
<b>Mejoras</b>		<p>Se podrán almacenar los datos de chapa de los equipos asociados al esquema secundario, así como las conexiones entre los equipos de transformación y los equipos de protección y medición respectivamente.</p> <p>Además con esta información se confeccionarán reportes con una alta calidad y un elevado nivel de información.</p>	

Tabla 5. Descripción del caso de uso Confeccionar informe de equipos ubicados.

Caso de Uso		Confeccionar informe de equipos ubicados	
<b>Actores</b>		Director de Protecciones de la UNE	
<b>Propósito</b>		Obtener informes con los equipos eléctricos que actualmente se encuentran en explotación.	
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Director de Protecciones de la UNE solicita información con relación a los equipos que actualmente están en explotación. El especialista consulta todos los modelos existentes con los datos de los esquemas y suma la cantidad obtenida en cada modelo para posteriormente confeccionar el informe. El caso de uso finaliza cuando el Director de Protecciones de la UNE recibe el informe con la cantidad de cada equipo ubicado.			
Acción del Actor		Respuesta del Proceso de Negocio	
1	El Director de Protecciones de la UNE solicita informe de equipos por subestación.	2	El especialista en protecciones consulta los modelos que almacenan los datos de los esquemas.
		3	Obtiene las cantidades existentes de cada equipo por modelo.
		4	Procesa la información obtenida.
		5	Confecciona el informe.
		6	El Especialista en protecciones envía el informe con la cantidad de equipos ubicados.
7	Cuando el Director de Protecciones de la UNE recibe la información finaliza el caso de uso.		
<b>Mejoras</b>		Se podrán imprimir, se eliminarán los cálculos y se emitirán en un formato único.	

### 2.4.4 Diagramas de Actividades.

Ver Anexos 1 y 2.

### 2.4.5 Diagrama de clases del modelo de objetos

Un modelo de objetos del negocio es un modelo interno a un negocio, que describe cómo cada caso de uso del negocio es llevado a cabo por parte de un conjunto de trabajadores que utilizan un conjunto de entidades del negocio y de unidades de trabajo (Jacobson et al., 2006).

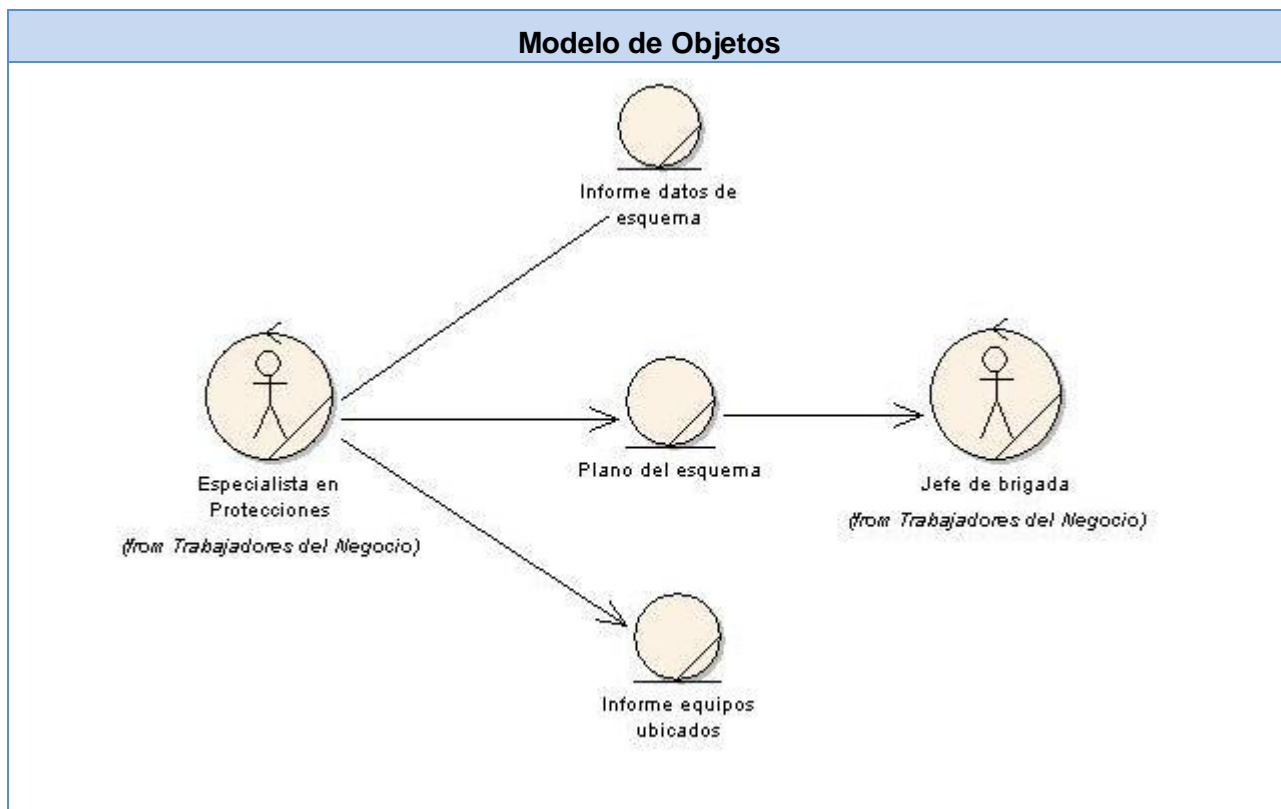


Figura 4. Modelo de objetos.

## 2.5 Requerimientos funcionales

Los requisitos funcionales son los requisitos que especifican una acción que debe ser capaz de realizar el sistema, sin considerar restricciones físicas. A continuación se listan estos requerimientos.

Después de un análisis minucioso para lo cual se efectuaron varias reuniones y se dedicaron semanas de intercambio, donde se contó con la participación de compañeros de varias provincias del país que laboran en el área de protecciones y automáticas de sus respectivas empresas eléctricas, se identificaron los requerimientos del software, clasificados en dos tipos: funcionales y los no funcionales.

A continuación se listan estos requerimientos.

### R.1 Gestionar Relevadores

- 1.1 Insertar un nuevo relevador
- 1.2 Obtener las funciones para un relevador dado
- 1.3 Asociar las funciones a un relevador

- 1.4 Eliminar las funciones de un relevador
- 1.5 Asociar los ajustes a cada función del relevador
- 1.6 Modificar datos de los relevadores
- 1.7 Eliminar relevadores
- 1.8 Conocer si un relevador está ubicado o no
- 1.9 Insertar una plantilla con los datos generales de los relevadores
- 1.10 Eliminar una plantilla de relevadores existentes
- 1.11 Modificar los datos de una plantilla de relevadores
- 1.12 Mostar plantillas de relevadores existentes
- 1.13 Mostrar todos los relevadores existentes

## **R.2 Gestionar Instrumentos de Medición**

- 2.1 Insertar un nuevo instrumento de medición
- 2.2 Modificar los datos de los instrumentos de medición
- 2.3 Eliminar instrumentos de medición
- 2.4 Conocer si un instrumento de medición está ubicado o no
- 2.5 Insertar una plantilla con los datos generales de los instrumentos de medición
- 2.6 Eliminar una plantilla de instrumentos de medición existente
- 2.7 Modificar los datos de una plantilla de instrumentos de medición
- 2.8 Mostar plantillas de instrumentos de medición existentes
- 2.9 Mostrar todos los instrumentos de medición existentes

## **R.3 Gestionar Transformadores**

- 3.1 Insertar un nuevo transformador de corriente
- 3.2 Insertar un nuevo transformador de potencial
- 3.3 Modificar los datos de los transformadores de corriente
- 3.4 Modificar los datos de los transformadores de potencial
- 3.5 Eliminar un transformador de corriente

- 3.6 Eliminar un transformador de potencial
- 3.7 Conocer si un transformador de corriente está ubicado o no
- 3.8 Conocer si un transformador de potencial está ubicado o no
- 3.9 Insertar una plantilla con los datos generales de los transformadores de corriente
- 3.10 Eliminar una plantilla de transformadores de corriente existente
- 3.11 Modificar los datos de una plantilla de transformadores de corriente
- 3.12 Mostrar todos los transformadores de corriente existentes
- 3.13 Insertar una plantilla con los datos generales de los transformadores de potencial
- 3.14 Eliminar una plantilla de transformadores de potencial existente
- 3.15 Modificar los datos de una plantilla de transformadores de potencial
- 3.16 Mostrar todos los transformadores de potencial existentes

#### **R.4 Gestionar Esquemas de Protección**

- 4.1 Crear el Esquema de Protección
  - 4.1.1 Obtener lista de subestaciones
  - 4.1.2 Asociar el esquema de protección al elemento primario que protege
- 4.2 Modificar datos del esquema de protección seleccionado
- 4.3 Eliminar esquema de protección seleccionado
- 4.4 Asociar equipos al Esquema de Protección
  - 4.4.1 Obtener los relevadores que no están ubicados o están en otro esquema de protección o de medición en la subestación del esquema de protección seleccionado
  - 4.4.2 Asociar los relevadores al esquema de protección seleccionado
  - 4.4.3 Eliminar los relevadores del esquema de protección seleccionado
  - 4.4.5 Obtener los transformadores de corriente que no están ubicados o están en otro esquema de protección o de medición en la subestación del esquema
  - 4.4.6 Asociar los transformadores de corriente al esquema de protección seleccionado

4.4.7 Eliminar los transformadores de corriente del esquema de protección seleccionado

4.4.8 Obtener los transformadores de potencial que no están ubicados o están en otro esquema de protección o de medición en la subestación del esquema de protección seleccionado

4.4.9 Asociar los transformadores de potencial al esquema de protección seleccionado

4.4.10 Eliminar los transformadores de potencial del esquema de protección seleccionado

4.4.11 Obtener los desconectivos que están ubicados en la subestación del esquema de protección seleccionado

4.4.12 Asociar al esquema de protección los desconectivos que son disparados por él

4.4.13 Eliminar los desconectivos del esquema de protección seleccionado

#### 4.5 Conexiones entre equipos

4.5.1 Obtener listado de relevadores del esquema de protección seleccionado

4.5.2 Obtener transformadores de corriente que no están conectados con el relevador seleccionado

4.5.3 Obtener transformadores de potencial que no están conectados con el relevador seleccionado

4.5.4 Obtener para cada tipo de transformador las posibles conexiones

### **R.5 Gestionar Esquemas de Medición**

#### 5.1 Crear el Esquema de Medición

5.1.1 Obtener lista de subestaciones

5.1.2 Asociar el esquema de medición al elemento primario que mide

#### 5.2 Modificar datos del esquema de medición seleccionado

#### 5.3 Eliminar esquema de medición seleccionado

#### 5.4 Asociar equipos al Esquema de Medición

5.4.1 Obtener los instrumentos de medición que no están ubicados o están en otro esquema de protección o de medición en la subestación del esquema de medición seleccionado

5.4.2 Asociar los instrumentos de medición al esquema de medición seleccionado

5.4.3 Eliminar los instrumentos de medición del esquema de medición seleccionado

5.4.4 Obtener los transformadores de corriente que no están ubicados o están en otro esquema de protección o de medición en la subestación del esquema de medición seleccionado

5.4.5 Asociar los transformadores de corriente al esquema de medición seleccionado

5.4.6 Eliminar los transformadores de corriente del esquema de medición seleccionado

5.4.7 Obtener los transformadores de potencial que no están ubicados o están en otro esquema de protección o de medición en la subestación del esquema de medición seleccionado

5.4.8 Asociar los transformadores de potencial al esquema de medición seleccionado

5.4.9 Eliminar los transformadores de potencial del esquema de medición seleccionado

## 5.5 Conexiones entre equipos

5.5.1 Obtener listado de los instrumentos de medición del esquema seleccionado

5.5.2 Obtener transformadores de corriente que no están conectados con el instrumento de medición seleccionado

5.5.3 Obtener transformadores de potencial que no están conectados con el instrumento de medición seleccionado

5.5.4 Obtener para cada tipo de transformador las posibles conexiones

## R.6 Gestionar Reportes

6.1 Emitir reporte de los relevadores existentes por subestación

6.2 Emitir reporte de los instrumentos de medición existentes por subestación

6.3 Emitir reporte de los transformadores de corriente existentes por subestación

6.4 Emitir reporte de los transformadores de potencial existentes por subestación

6.5 Emitir reporte de los esquemas de protección existentes por subestación

6.6 Emitir reporte de los esquemas de medición existentes por subestación

### **R.7 Validar usuario**

7.1 Validar el nombre de usuario y su clave de acceso

7.2 Validar que el usuario que se autentifica tenga permisos en el Módulo de Administración para introducir u obtener información del sistema

### **R.8 Cambiar contraseña**

8.1 Modificar la clave de acceso del usuario en el Módulo de Administración

## **2.6 Requerimientos no funcionales**

Los requerimientos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Debe pensarse en estas propiedades como las características que hacen al producto atractivo, usable, rápido o confiable.

### ***Apariencia o interfaz externa***

El software debe brindar una interfaz simple y de fácil uso para que el usuario no tenga dificultad al interactuar con el sistema. La interfaz del sistema se ajustará a los estándares establecidos para el desarrollo de un buen diseño. Deberá tener consistencia con el mundo real de manera que los conceptos manejados sean conocidos y familiares por los usuarios, para que les sea fácil su uso y aprendizaje. Estará diseñada de modo tal que el usuario pueda ir de un punto a otro dentro de ella con gran facilidad. Además debe cumplir con los estándares de interfaz de la UEB ATI de Sancti Spíritus y ser semejante a la interfaz de otros módulos del SIGERE.

### ***Usabilidad***

El sistema será utilizado por cualquier persona que tenga acceso al mismo, definiendo permisos que permitan controlar el acceso a la información. Debe contener un manual que guíe a los usuarios en el trabajo con la aplicación. El usuario requiere contar un ligero entrenamiento sobre el funcionamiento de los principales elementos de una interfaz estándar en el ambiente del sistema operativo Windows.

### ***Rendimiento***



La herramienta propuesta debe ser rápida y el tiempo de respuesta debe ser el mínimo posible, adecuado a la rapidez con que el cliente requiere la respuesta a su acción. Además la eficiencia del producto estará determinada, en gran medida por el aprovechamiento de los recursos que se disponen en el modelo Cliente/Servidor, y de la velocidad de las consultas en la Base de Datos.

### ***Soporte***

La aplicación en general deberá ser instalada por personal calificado, teniendo en cuenta las configuraciones necesarias para su funcionamiento. Las pruebas al sistema serán realizadas por los implementadores del grupo de desarrollo. Dichas pruebas permitirán evaluar en la práctica la funcionalidad y las ventajas del nuevo producto. El sistema brindará la posibilidad de futuras mejoras y nuevas opciones que se deseen incorporar.

### ***Portabilidad***

La herramienta propuesta podrá ser usada a través del Sistema Operativo Windows.

### ***Seguridad***

El sistema deberá controlar los diferentes niveles de acceso y funcionalidad de los usuarios, de forma que garantice la protección contra acciones no autorizadas o que puedan afectar la integridad de los datos. Para esto se deberá tener en cuenta:

- Establecer niveles de privilegio para los diferentes tipos de usuarios.
- El control de acceso permitirá la identificación y validación de cada usuario, garantizando que tenga disponible solamente las opciones asociadas a su nivel de privilegio.
- Los mecanismos utilizados para lograr la seguridad no ocultarán o retrasarán a los usuarios para obtener los datos deseados en un momento dado.

### ***Confiabilidad***

El sistema en casos de fallos debe garantizar que las pérdidas de información sean mínimas y deberá recuperarse en un corto período de tiempo.

### ***Ayuda y documentación en línea***

El sistema propuesto contará con una ayuda que describirá todas sus funcionalidades. Esta ayuda permitirá obtener los conocimientos generales y necesarios para un buen desempeño de los usuarios a la hora de interactuar con el sistema.

### Software

La computadora que haga función de servidor, debe tener sistema operativo Windows, y se necesitará Microsoft SQL Server.

### Hardware

Para el desarrollo y puesta en práctica del sistema se requerirá disponer de una computadora como servidor de base de datos con los requerimientos de hardware que necesita Microsoft SQL Server 2000. Para ejecutar la aplicación se sugiere un procesador Pentium II o superior y una memoria RAM como mínimo de 64 MB.

### Restricciones en el diseño y la implementación

Se utilizarán herramientas de desarrollo que garanticen la calidad de todo el ciclo de desarrollo del producto.

## 2.7 Modelo del sistema

Con el modelado del sistema se identifican los actores del sistema y se confeccionan los diagramas de casos de uso del sistema.

### 2.7.1 Actores del sistema

Un actor no es parte del sistema, es un rol de un usuario que puede intercambiar información o puede ser un recipiente pasivo de información. Representa a un ser humano, a un software o a una máquina que interactúa con el sistema. A continuación se definen los actores del sistema propuesto:

Tabla 6. Actores del sistema.

Actor	Descripción
Técnico	Encargado de registrar los datos de los equipos eléctricos: relevadores, instrumentos de medición, de los transformadores de corriente y de potencial, además de las plantillas asociadas a cada equipo. Esta información puede ser actualizada y eliminada por él. Está interesado en la obtención de reportes.
Jefe de Brigada	Este actor realiza las mismas actividades que el Técnico.
Especialista en Protecciones	Este actor realiza las mismas actividades que el Jefe de Brigada pero es el único que puede registrar los datos de los esquemas de medición y los esquemas de protección, así como modificar o eliminar esta información.

## 2.7.2 Diagrama de casos de uso del sistema

Un diagrama de casos de uso representa un conjunto de casos de uso para un sistema, los actores y sus relaciones. Este diagrama puede hacerse bastante grande si contiene un gran número de actores y/o casos de usos, por lo que es necesario introducir paquetes que agrupen estos últimos de acuerdo a algún criterio. Por tal motivo se realizaron tres paquetes: Administración, Gestión y Reportes. A continuación se muestra el diagrama de estos paquetes.

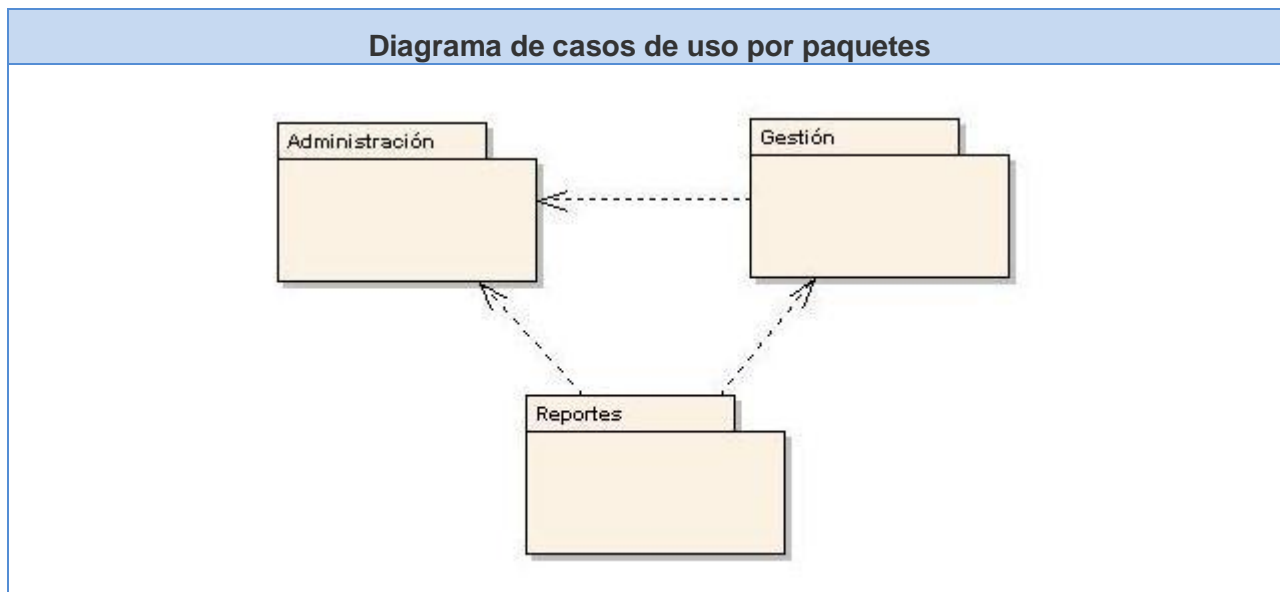


Figura 5. Diagrama de casos de uso por paquetes.

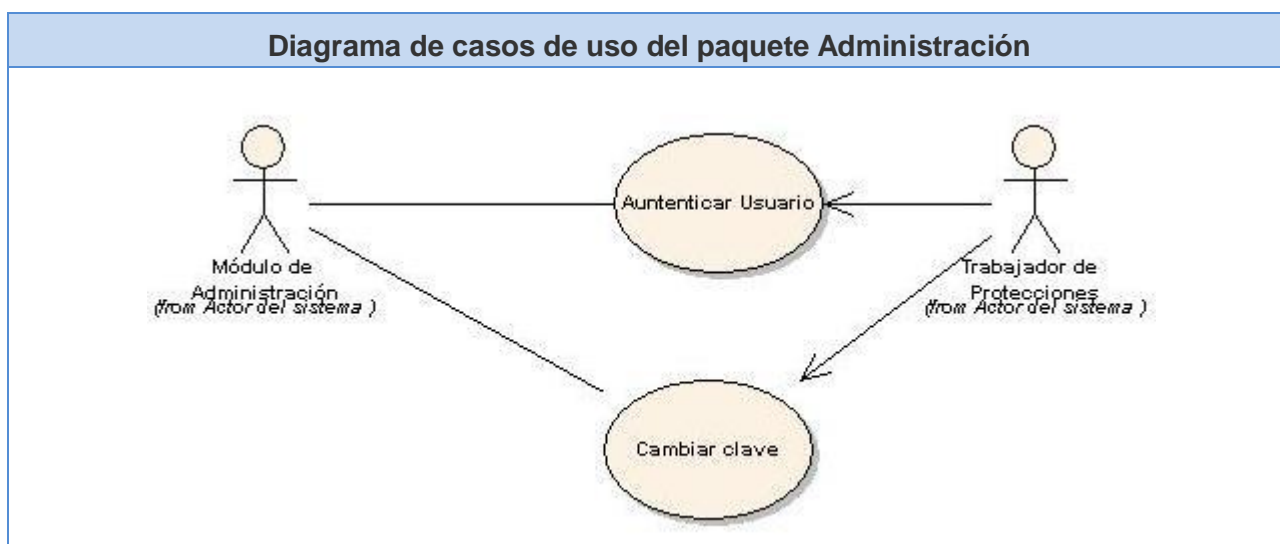


Figura 6. Diagrama de casos de uso del paquete Administración

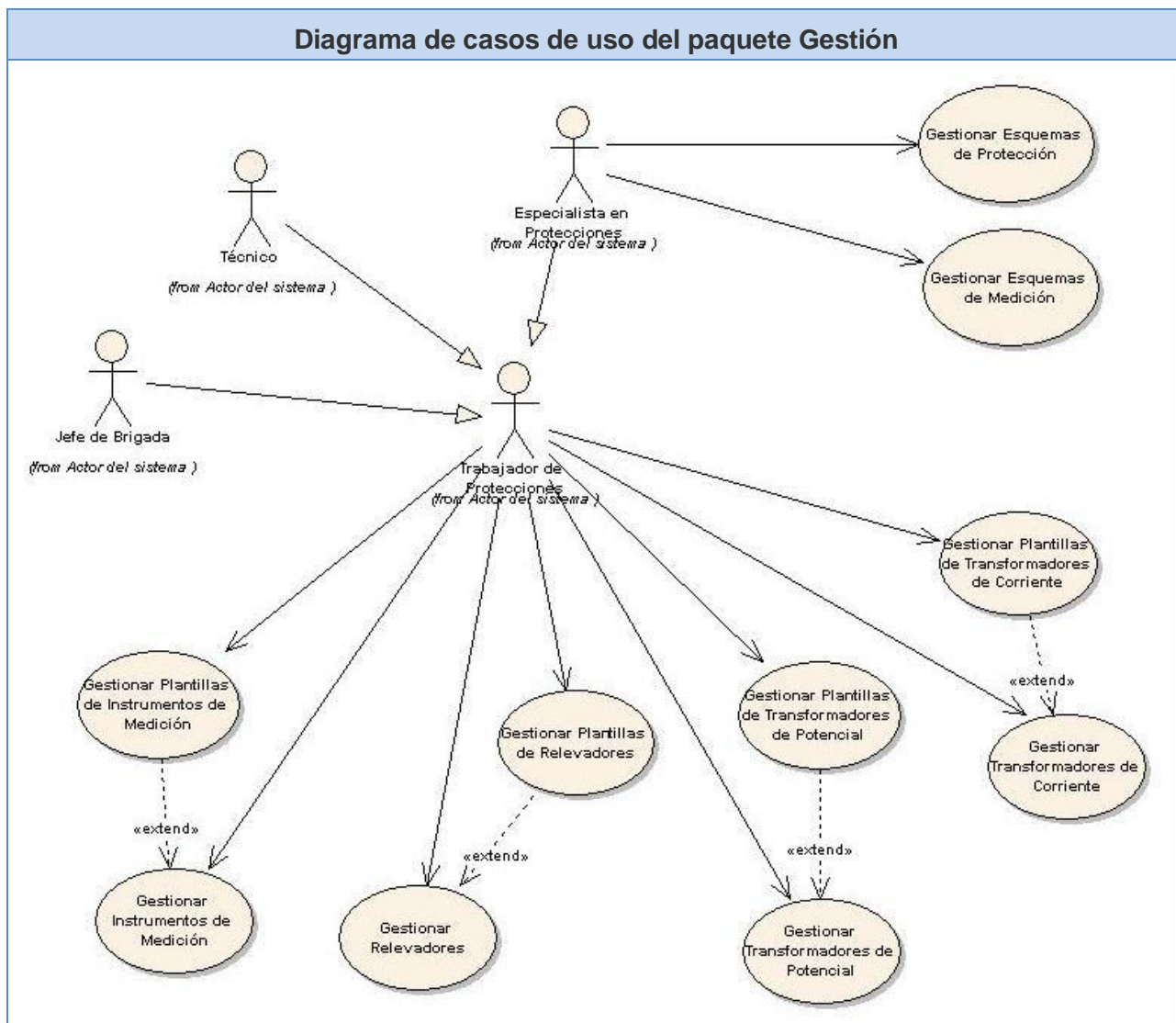


Figura 7. Diagrama de casos de uso del paquete Gestión

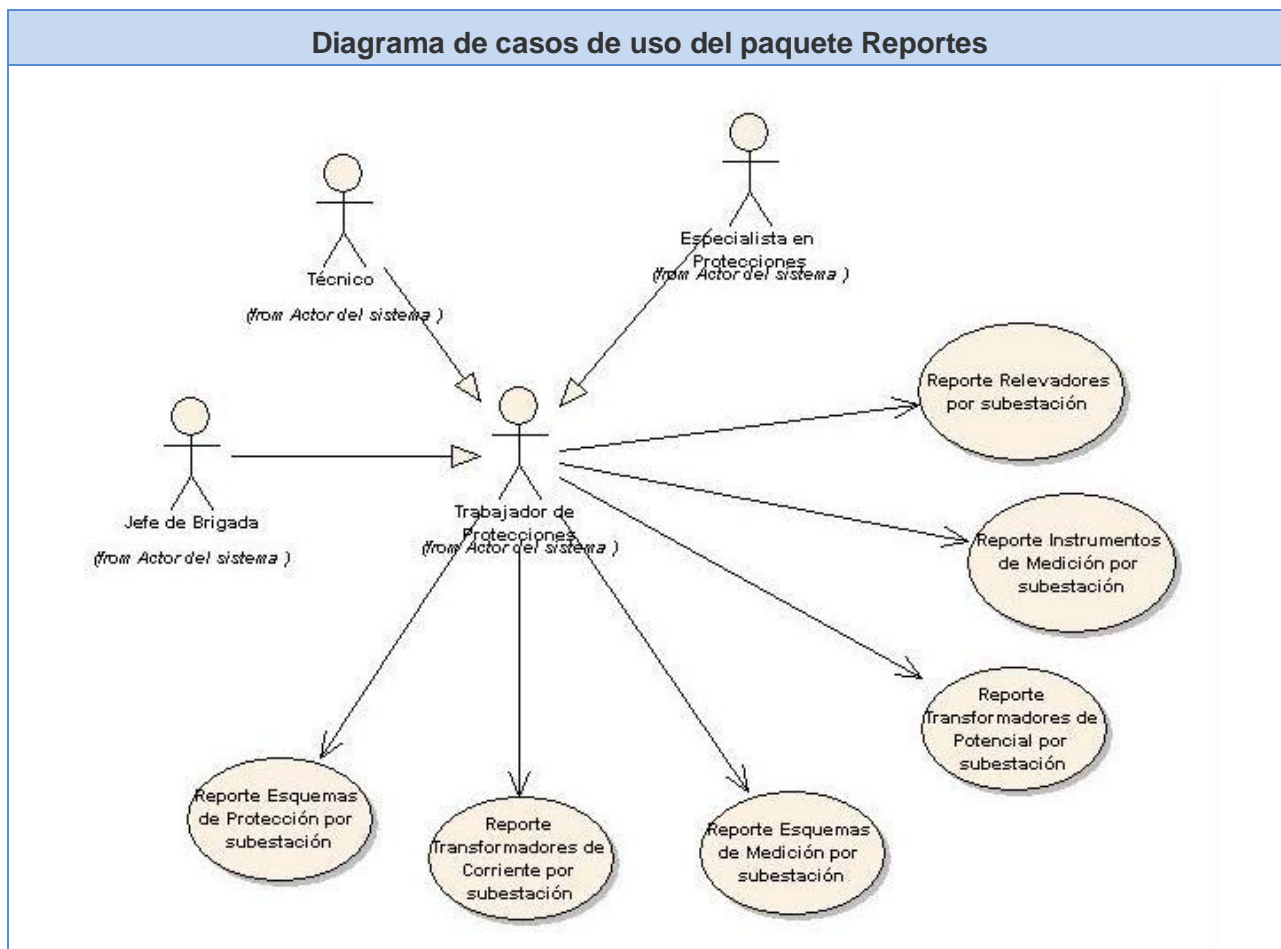


Figura 8. Diagrama de casos de uso del paquete Reportes

### 2.7.3 Descripción de los casos de usos del sistema

Tabla 7. Descripción del caso de uso Gestionar plantillas de relevadores.

CU-1	<b>Gestionar plantillas de relevadores</b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Almacenar, actualizar y recuperar los datos comunes de varios relevadores agrupados por plantillas.
<b>Referencias:</b>	1.9 - 1.12
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a introducir, modificar o eliminar una plantilla con los datos comunes de varios relevadores. Para cada plantilla se manipulan el nombre, el fabricante del relevador y el modelo del relevador.
<b>Interfaz</b>	Anexo 3

Tabla 8. Descripción del caso de uso Gestionar plantillas de instrumentos de medición.

<b>CU-2</b>	<b><i>Gestionar plantillas de instrumentos de medición</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Almacenar, actualizar y recuperar los datos comunes de varios instrumentos de medición agrupados por plantillas.
<b>Referencias:</b>	2.5 – 2.8
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a introducir, modificar o eliminar una plantilla con los datos comunes de varios instrumentos de medición. Para cada plantilla se manipulan el nombre, el fabricante del instrumento de medición y el número de empresa.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 4

Tabla 9. Descripción del caso de uso Gestionar plantillas de transformadores de corriente.

<b>CU-3</b>	<b><i>Gestionar plantillas de transformadores de corriente</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Almacenar, actualizar y recuperar los datos comunes de varios transformadores de corriente agrupados por plantillas.
<b>Referencias:</b>	3.9 – 3.11
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a introducir, modificar o eliminar una plantilla con los datos comunes de varios transformadores de corriente. Para cada plantilla se manipulan el nombre, el fabricante del transformador de corriente, el tipo y el modelo.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 5

Tabla 10. Descripción del caso de uso Gestionar plantillas de transformadores de potencial.

<b>CU-4</b>	<b><i>Gestionar plantillas de transformadores de potencial</i></b>
<b>Actores</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Almacenar, actualizar y recuperar los datos comunes de varios transformadores de potencial agrupados por plantillas.
<b>Referencias:</b>	3.13 – 3.15
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a introducir, modificar o eliminar una plantilla con los datos comunes de varios transformadores de potencial. Para cada plantilla se manipulan el nombre, el fabricante del transformador de potencial y el modelo. El caso de uso finaliza	
<b>Interfaz</b>	Anexo 6

Tabla 11. Descripción del caso de uso Gestionar relevadores.

<b>CU-5</b>	<b>Gestionar relevadores</b>
<b>Actores</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Almacenar, actualizar y recuperar toda la información de los relevadores que se encuentran en explotación o en el almacén. Además de llevar un control de las funciones de cada relevador y de sus ajustes.
<b>Referencias:</b>	1.1 – 1.8, 1.13
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a introducir, modificar o eliminar un relevador. Para captarla se deben introducir los datos de chapa del relevador y seleccionar la plantilla a asociar, si no existe la deseada, el caso de uso se extiende al <b>CU Gestionar plantillas de relevadores</b> . Si se desea asociar funciones y sus ajustes basta con seleccionar el relevador. Para modificar se realizan los cambios y la información se sobrescribe. Para eliminar se selecciona el relevador deseado. El caso de uso finaliza cuando se realiza alguna de las actividades antes descritas.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 7

Tabla 12. Descripción del caso de uso Gestionar instrumentos de medición.

<b>CU-6</b>	<b>Gestionar instrumentos de medición</b>
<b>Actores</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Almacenar, actualizar y recuperar toda la información de los instrumentos de medición que se encuentran en explotación o en el almacén.
<b>Referencias:</b>	2.1 – 2.4, 2.9
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a introducir, modificar o eliminar un instrumento de medición. Para captarla se deben introducir los datos de chapa del instrumento de medición y seleccionar la plantilla a asociar, si no existe la deseada, el caso de uso se extiende al <b>CU Gestionar plantillas de instrumentos de medición</b> . Para modificar se realizan los cambios y la información se sobrescribe. Para eliminar se selecciona el instrumento de medición deseado. El caso de uso finaliza cuando se realiza alguna de las actividades antes descritas.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 8

Tabla 13. Descripción del caso de uso Gestionar transformadores de corriente.

<b>CU-7</b>	<b>Gestionar transformadores de corriente</b>
<b>Actores</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Almacenar, actualizar y recuperar toda la información de los transformadores de corriente que se encuentran en explotación o en el almacén.

<b>Referencias:</b>	3.1, 3.3, 3.5, 3.7, 3.12
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a introducir, modificar o eliminar un transformador de corriente. Para captarla se deben introducir los datos de chapa del transformador de corriente y seleccionar la plantilla a asociar, si no existe la deseada, el caso de uso se extiende al <b>CU Gestionar plantillas de transformadores de corriente</b> . Para modificar se realizan los cambios y la información se sobrescribe. Para eliminar se selecciona el transformador de corriente deseado. El caso de uso finaliza cuando se realiza alguna de las actividades antes descritas.
<b>Interfaz</b>	Anexo 9

Tabla 14. Descripción del caso de uso Gestionar transformadores de potencial.

<b>CU-8</b>	<b><i>Gestionar transformadores de potencial</i></b>
<b>Actores</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Almacenar, actualizar y recuperar toda la información de los transformadores de potencial que se encuentran en explotación o en el almacén.
<b>Referencias:</b>	3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 3.16
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a introducir, modificar o eliminar un transformador de potencial. Para captarla se deben introducir los datos de chapa del transformador de potencial y seleccionar la plantilla a asociar, si no existe la deseada, el caso de uso se extiende al <b>CU Gestionar plantillas de transformadores de potencial</b> . Para modificar se realizan los cambios y la información se sobrescribe. Para eliminar se selecciona el transformador de potencial deseado. El caso de uso finaliza cuando se realiza alguna de las actividades antes descritas.
<b>Interfaz</b>	Anexo 10

Tabla 15. Descripción del caso de uso Gestionar esquemas de protección.

<b>CU-9</b>	<b><i>Gestionar esquemas de protección</i></b>
<b>Actores</b>	Especialista en Protecciones
<b>Propósito:</b>	Tener un control de todos los datos de los esquemas de protección permitiendo el almacenamiento y la actualización de la información de estos circuitos para una posterior recuperación.
<b>Referencias:</b>	R.4
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Especialista en Protecciones se dispone a introducir o modificar los datos del esquema de protección, o consultar todos los esquemas existentes. Para introducir la información debe seleccionar la subestación donde va a ser ubicado y posteriormente introducir los demás datos. Posteriormente puede asociarle equipos al esquema o eliminar dichas asociaciones cuando un equipo sufre una avería o es reemplazado. Si desea puede guardar las conexiones entre estos equipos. Para modificar los datos de un esquema basta con seleccionarlo y realizar los cambios, sobrescribiéndose así la información.



Para eliminarlo se selecciona el esquema. El caso de uso finaliza cuando se realiza alguna de las actividades antes descritas.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 11

Tabla 16. Descripción del caso de uso Gestionar esquemas de medición.

<b>CU-10</b>	<b><i>Gestionar esquemas de medición</i></b>
<b>Actores</b>	Especialista en Protecciones
<b>Propósito:</b>	Tener un control de todos los datos de los esquemas de medición permitiendo el almacenamiento y la actualización de la información de estos circuitos para una posterior recuperación.
<b>Referencias:</b>	R.5
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Especialista en Protecciones se dispone a introducir o modificar los datos del esquema de medición, o consultar todos los esquemas existentes. Para introducir la información debe seleccionar la subestación donde va a ser ubicado y posteriormente introducir los demás datos. Posteriormente puede asociarle equipos al esquema o eliminar dichas asociaciones cuando un equipo sufre una avería o es reemplazado. Si desea puede guardar las conexiones entre estos equipos. Para modificar los datos de un esquema basta con seleccionarlo y realizar los cambios, sobrescribiéndose así la información. Para eliminarlo se selecciona el esquema. El caso de uso finaliza cuando se realiza alguna de las actividades antes descritas.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 12

Tabla 17. Descripción del caso de uso Autenticar usuario.

<b>CU-11</b>	<b><i>Autenticar usuario</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones(inicia), Módulo de Administración
<b>Propósito:</b>	Proteger el acceso a la información.
<b>Referencias:</b>	R.7
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone entrar al sistema. El Módulo de Administración es el encargado de validar todo el acceso. El caso de uso finaliza cuando el usuario entra al sistema, o cuando se envía un mensaje de error, denegando el acceso.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 13

Tabla 18. Descripción del caso de uso Cambiar clave.

<b>CU-12</b>	<b><i>Cambiar clave</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones(inicia), Módulo de Administración
<b>Propósito:</b>	Cambiar la clave del usuario

<b>Referencias:</b>	R.8
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones se dispone a cambiar su clave. Si se cambia correctamente finaliza el caso de uso, de lo contrario se envía un mensaje de error indicando el fallo en la operación. El caso de uso finaliza.
<b>Interfaz</b>	Anexo 14

Tabla 19. Descripción del caso de uso Reporte de relevadores por subestación.

<b>CU-13</b>	<b><i>Reporte de relevadores por subestación</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Obtener los datos de los relevadores que se encuentran ubicados en todas las subestaciones
<b>Referencias:</b>	6.1
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones necesita conocer los datos de los relevadores que se encuentran en explotación en todas las subestaciones de transmisión. El caso de uso finaliza al recibir el reporte.
<b>Interfaz</b>	Anexo 15

Tabla 20. Descripción del caso de uso Reporte de instrumentos de medición por subestación.

<b>CU-14</b>	<b><i>Reporte de instrumentos de medición por subestación</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Obtener los datos de los instrumentos de medición que se encuentran ubicados en todas las subestaciones
<b>Referencias:</b>	6.2
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones necesita conocer los datos de los instrumentos de medición que se encuentran en explotación en todas las subestaciones de transmisión. El caso de uso finaliza al recibir el reporte.
<b>Interfaz</b>	Anexo 16

Tabla 21. Descripción del caso de uso Reporte de transformadores de corriente por subestación.

<b>CU-15</b>	<b><i>Reporte de transformadores de corriente por subestación</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Obtener los datos de los transformadores de corriente que se encuentran ubicados en todas las subestaciones
<b>Referencias:</b>	6.3
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones necesita conocer los

datos de los transformadores de corriente que se encuentran en explotación en todas las subestaciones de transmisión. El caso de uso finaliza al recibir el reporte.

<b>Interfaz</b>	Anexo 17
-----------------	----------

Tabla 22. Descripción del caso de uso Reporte de transformadores de potencial por subestación.

<b>CU-16</b>	<b><i>Reporte de transformadores de potencial por subestación</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Obtener los datos de los transformadores de potencial que se encuentran ubicados en todas las subestaciones
<b>Referencias:</b>	6.3
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones necesita conocer los datos de los transformadores de potencial que se encuentran en explotación en todas las subestaciones de transmisión. El caso de uso finaliza al recibir el reporte.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 18

Tabla 23. Descripción del caso de uso Reporte de esquemas de protección por subestación.

<b>CU-17</b>	<b><i>Reporte de esquemas de protección por subestación</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Obtener los datos de los esquemas de protección que se encuentran ubicados en todas las subestaciones
<b>Referencias:</b>	6.5
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones necesita conocer los datos de los esquemas de protección que se encuentran en todas las subestaciones de transmisión junto con las conexiones de los equipos que forman parte del mismo. El caso de uso finaliza al recibir el reporte.	
<b>Interfaz</b>	Anexo 19

Tabla 24. Descripción del caso de uso Reporte de esquemas de medición por subestación.

<b>CU-17</b>	<b><i>Reporte de esquemas de medición por subestación</i></b>
<b>Actores:</b>	Trabajador de Protecciones
<b>Propósito:</b>	Obtener los datos de los esquemas de medición que se encuentran ubicados en todas las subestaciones
<b>Referencias:</b>	6.5
<b>Resumen:</b> El caso de uso se inicia cuando el Trabajador de Protecciones necesita conocer los datos de los esquemas de medición que se encuentran en todas las subestaciones de transmisión junto con las conexiones de los equipos que forman parte del mismo. El caso de	

uso finaliza al recibir el reporte.	
-------------------------------------	--

<b>Interfaz</b>	Anexo 20
-----------------	----------

## 2.8 Conclusiones

En este capítulo se describieron los dos procesos del negocio identificados, se detallaron las mejoras propuestas y las reglas que lo regulan. A través del modelado del negocio se definieron los actores y trabajadores, los casos de usos del negocio y el diagrama de actividad por cada uno.

Por otra parte, se definieron los requerimientos funcionales que debe cumplir el sistema, así como los no funcionales. Se realizó el modelado del sistema identificando los actores y casos de usos, se confeccionaron los diagramas de casos de usos del sistema organizados por paquetes, y se describieron los casos de uso.

## *Capítulo III: Construcción del Módulo de Esquemas Secundarios*

### **3.1 Introducción.**

En el diseño modelamos el sistema y encontramos su forma (incluida la arquitectura) para que soporte todos los requisitos -incluyendo los requisitos no funcionales y otras restricciones que se le suponen. Es el centro de atención al final de la fase de elaboración y el comienzo de las iteraciones de construcción. Esto contribuye a una arquitectura estable y sólida y a crear un plano del modelo de implementación. Con él se le da respuesta a la pregunta de cómo hacer.

En este capítulo se plasman los resultados de la etapa de diseño del sistema, utilizando UML para su modelado. Se representan los diagramas de clases de diseño por paquetes y el diseño de la base de datos a través del diagrama de clases persistentes y del modelo de los datos. Además se definen los principios de diseño y los estándares de codificación y, por último se presenta el modelo de implementación mediante el diagrama de componente y el modelo de despliegue.

### **3.2 Diagrama de clases de diseño**

Los diagramas de clase de diseño se conectan a una realización de caso de uso, mostrando sus clases participantes, subsistemas y sus relaciones. De esta forma se puede guardar la pista de los elementos participantes en una realización del caso de uso.

Diagrama de clases de diseño del CU: Gestionar plantillas de relevadores

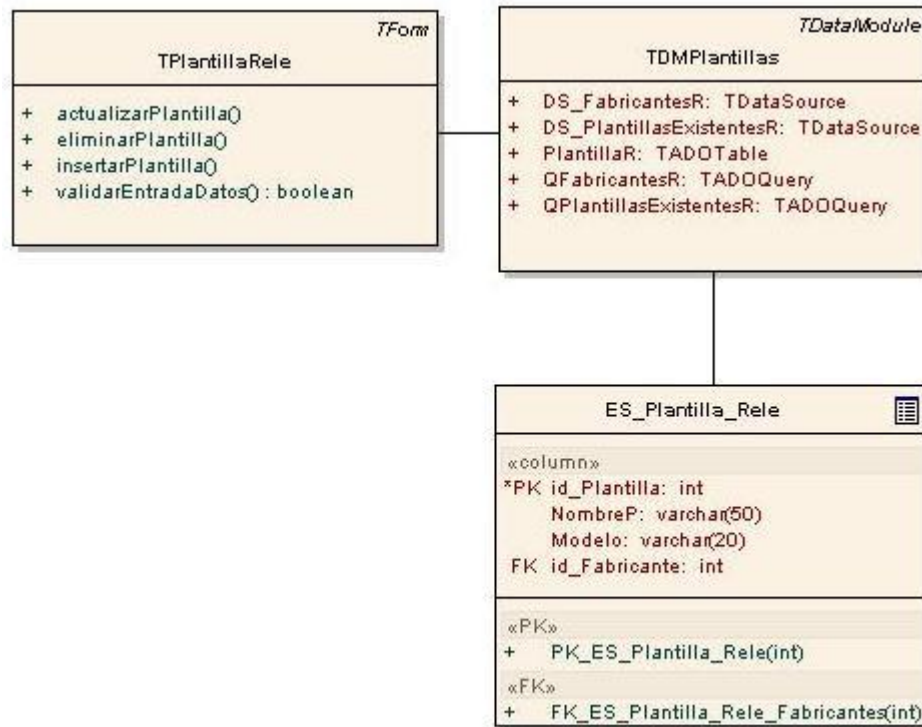


Figura 9. Diagrama de casos de uso Gestionar plantillas de relevadores

Diagrama de clases de diseño del CU: Gestionar plantillas de instrumentos de medición

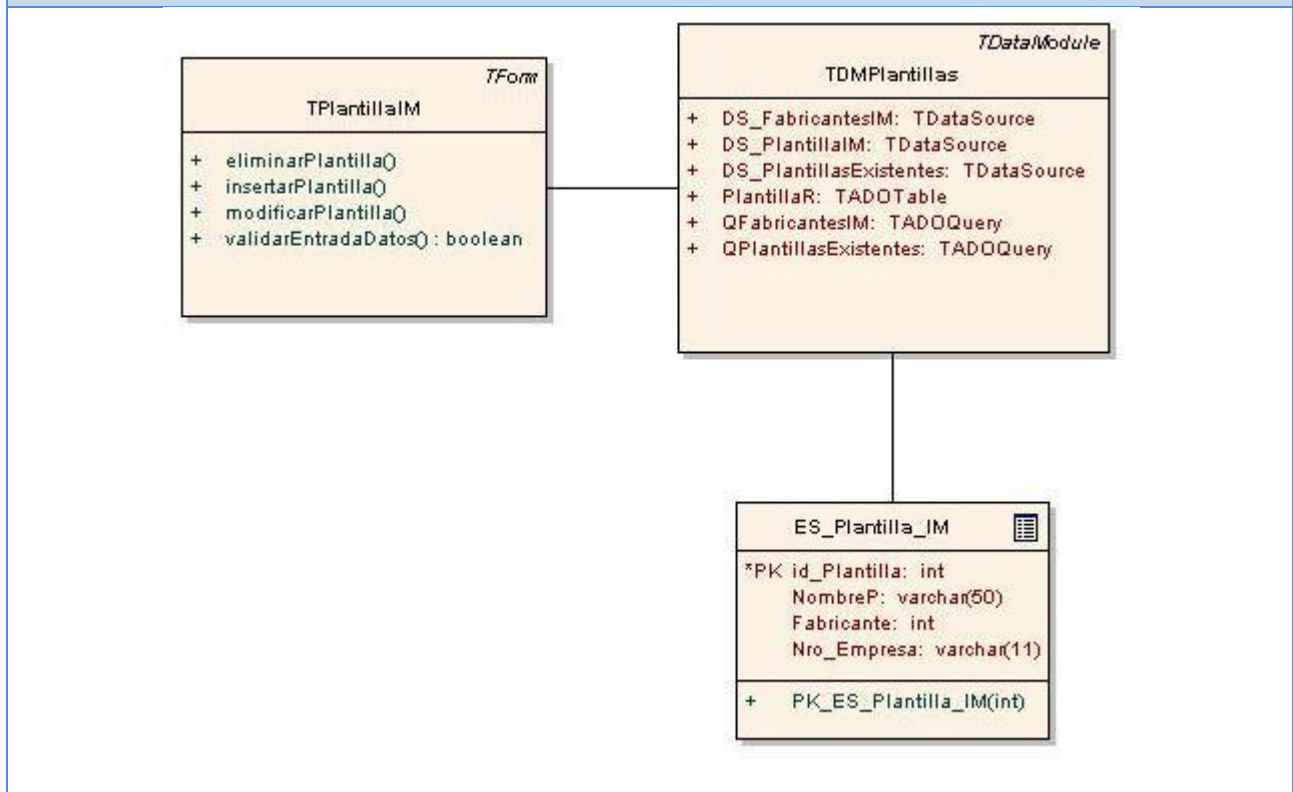


Figura 10. Diagrama de casos de uso Gestionar plantillas de instrumentos de medición

Diagrama de clases del diseño del CU: Gestionar plantillas de transformadores de corriente

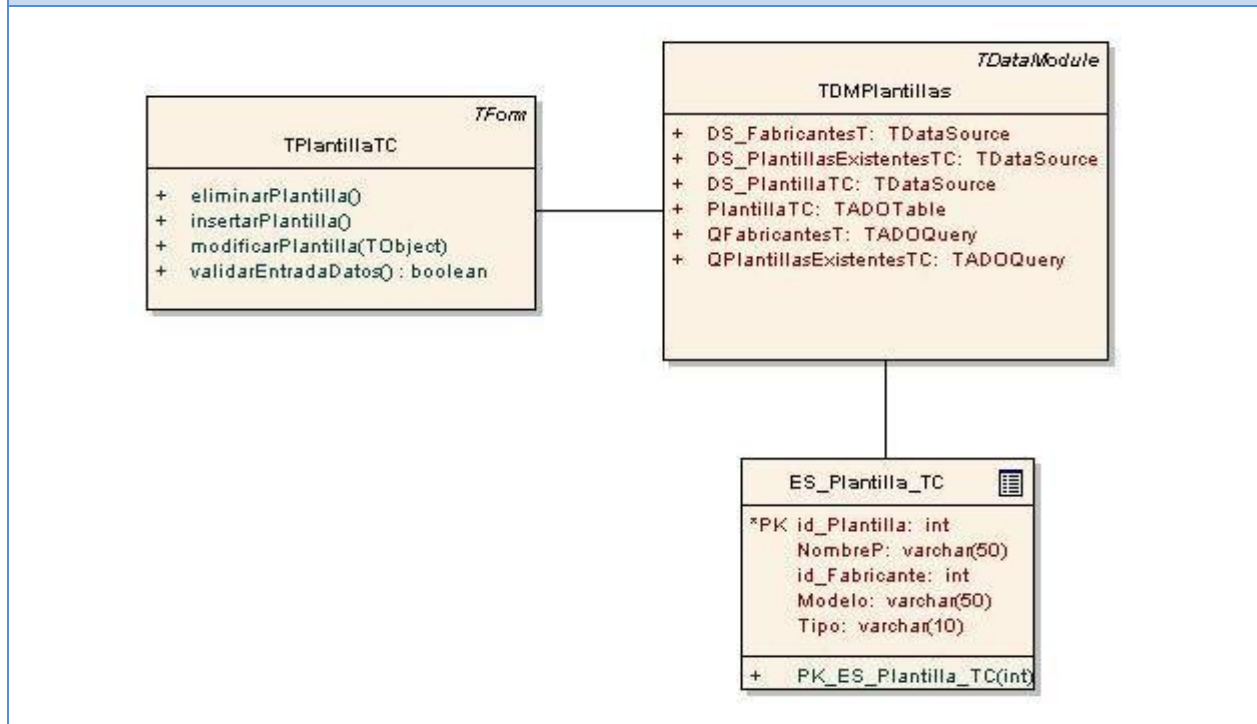


Figura 11. Diagrama de casos de uso Gestionar plantillas de transformadores de corriente



Diagrama de clases del diseño del CU: Gestionar plantillas de transformadores de potencial

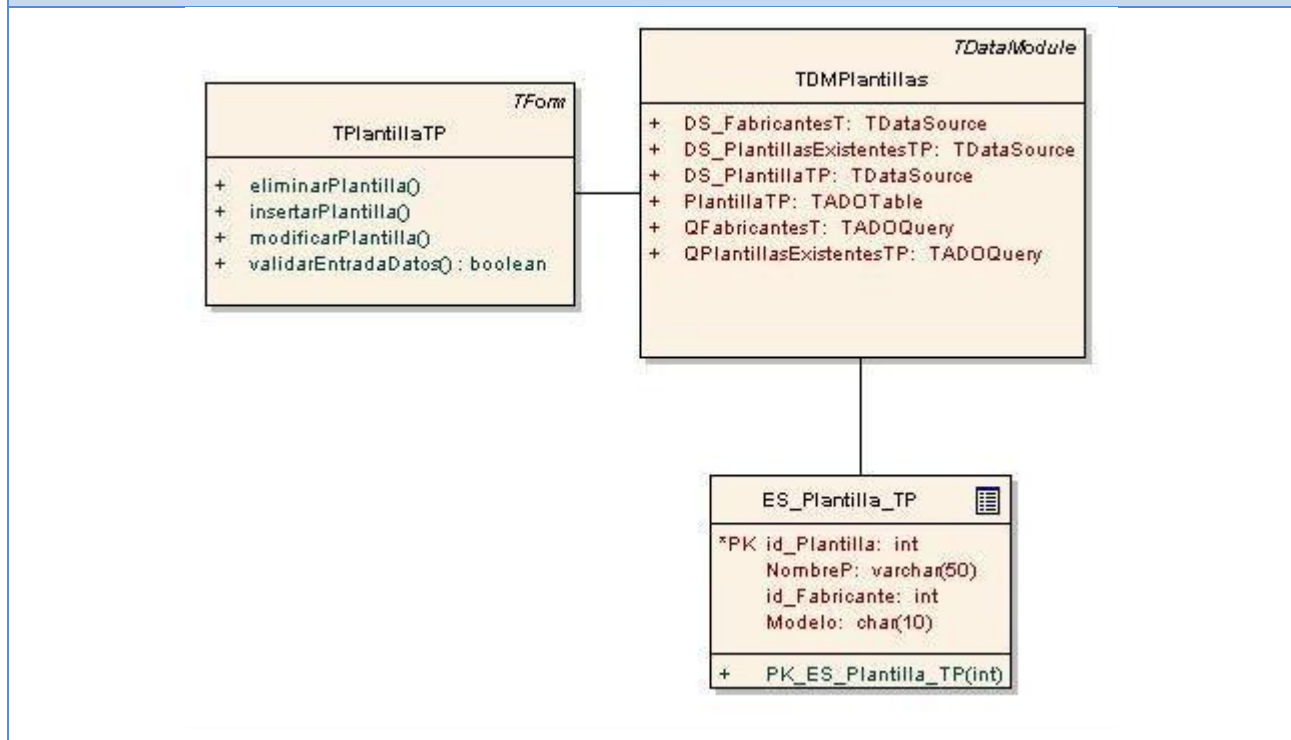


Figura 12. Diagrama de casos de uso Gestionar plantillas de transformadores de potencial

Diagrama de clases del diseño del CU: Gestionar relevadores

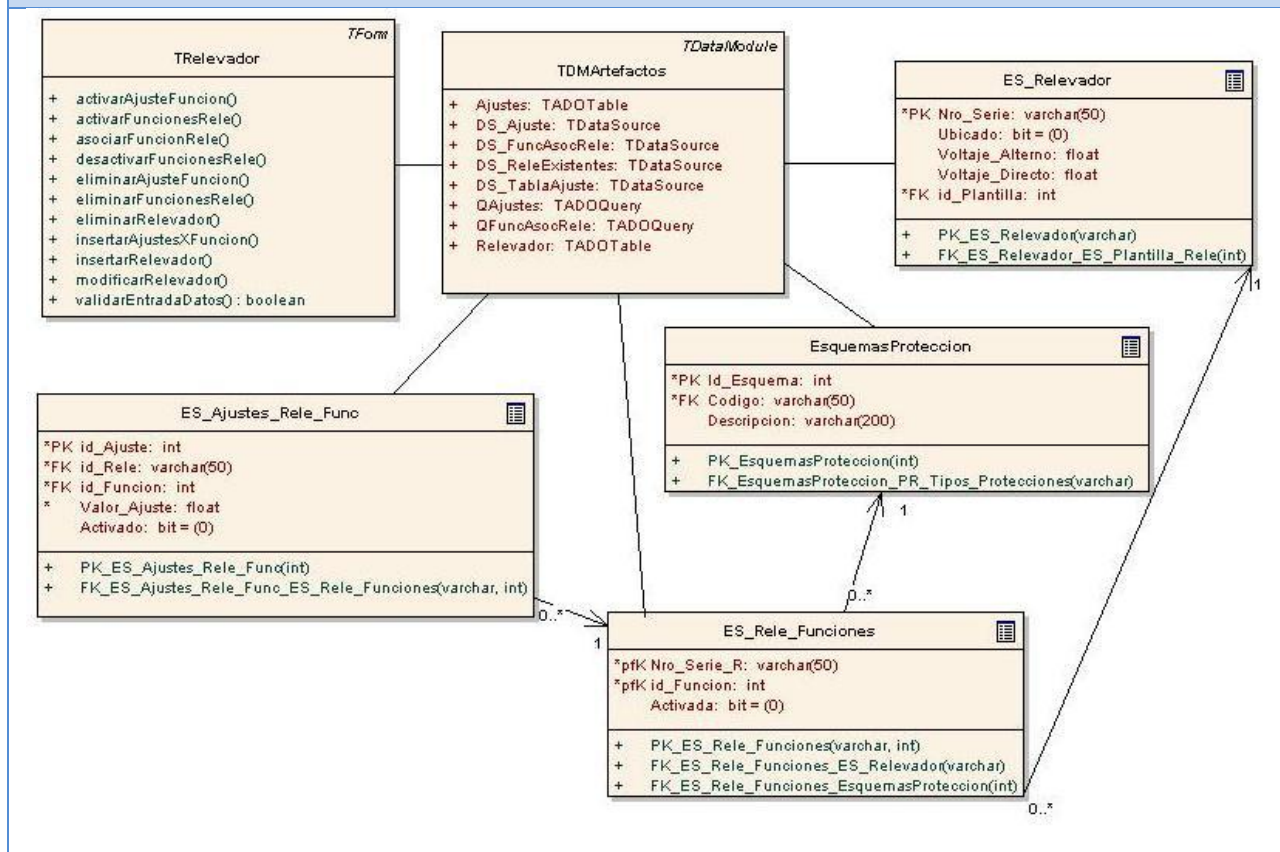


Figura 13. Diagrama de casos de uso Gestionar relevadores

Diagrama de clases del diseño del CU: Gestionar instrumentos de medición

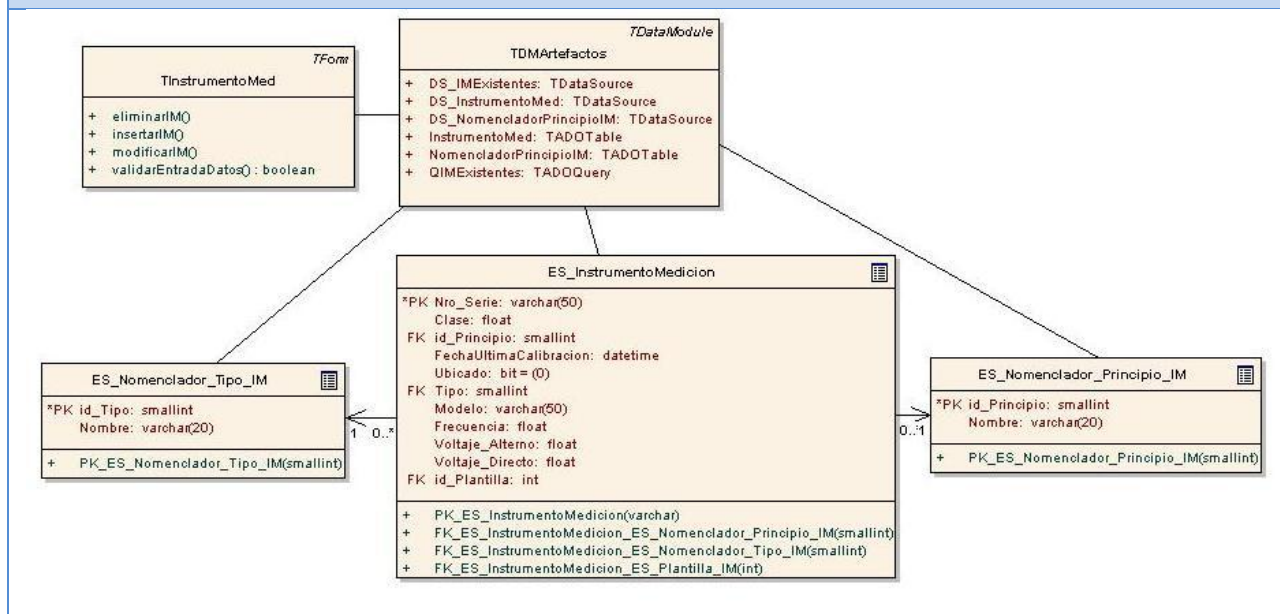


Figura 14. Diagrama de casos de uso Gestionar instrumentos de medición

Diagrama de clases del diseño del CU: Gestionar transformadores de corriente

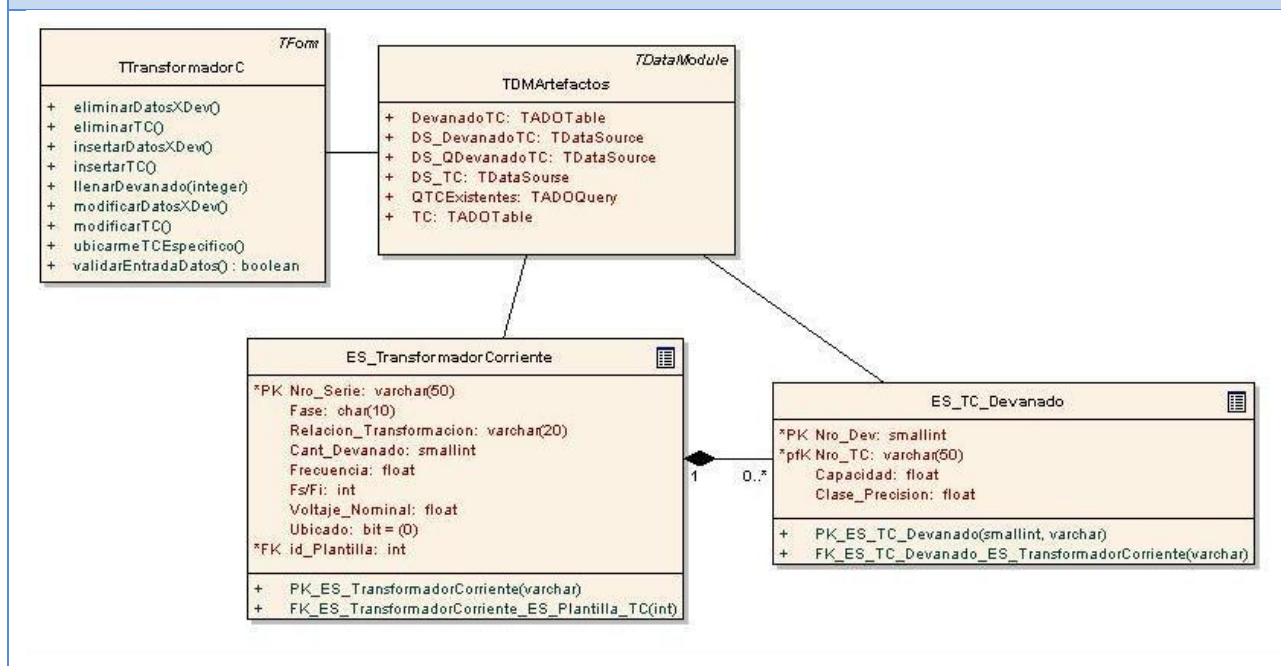


Figura 15. Diagrama de casos de uso Gestionar transformadores de corriente

Diagrama de clases del diseño del CU: Gestionar transformadores de potencial

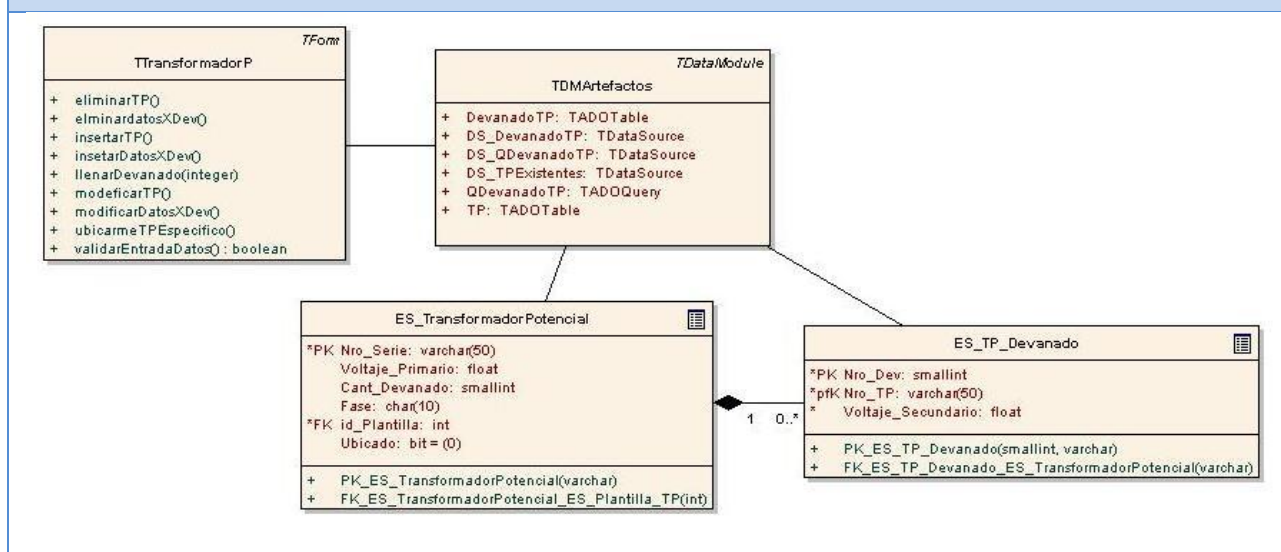


Figura 16. Diagrama de casos de uso Gestionar transformadores de potencial

Diagrama de clases del diseño del CU: Gestionar esquemas de protección

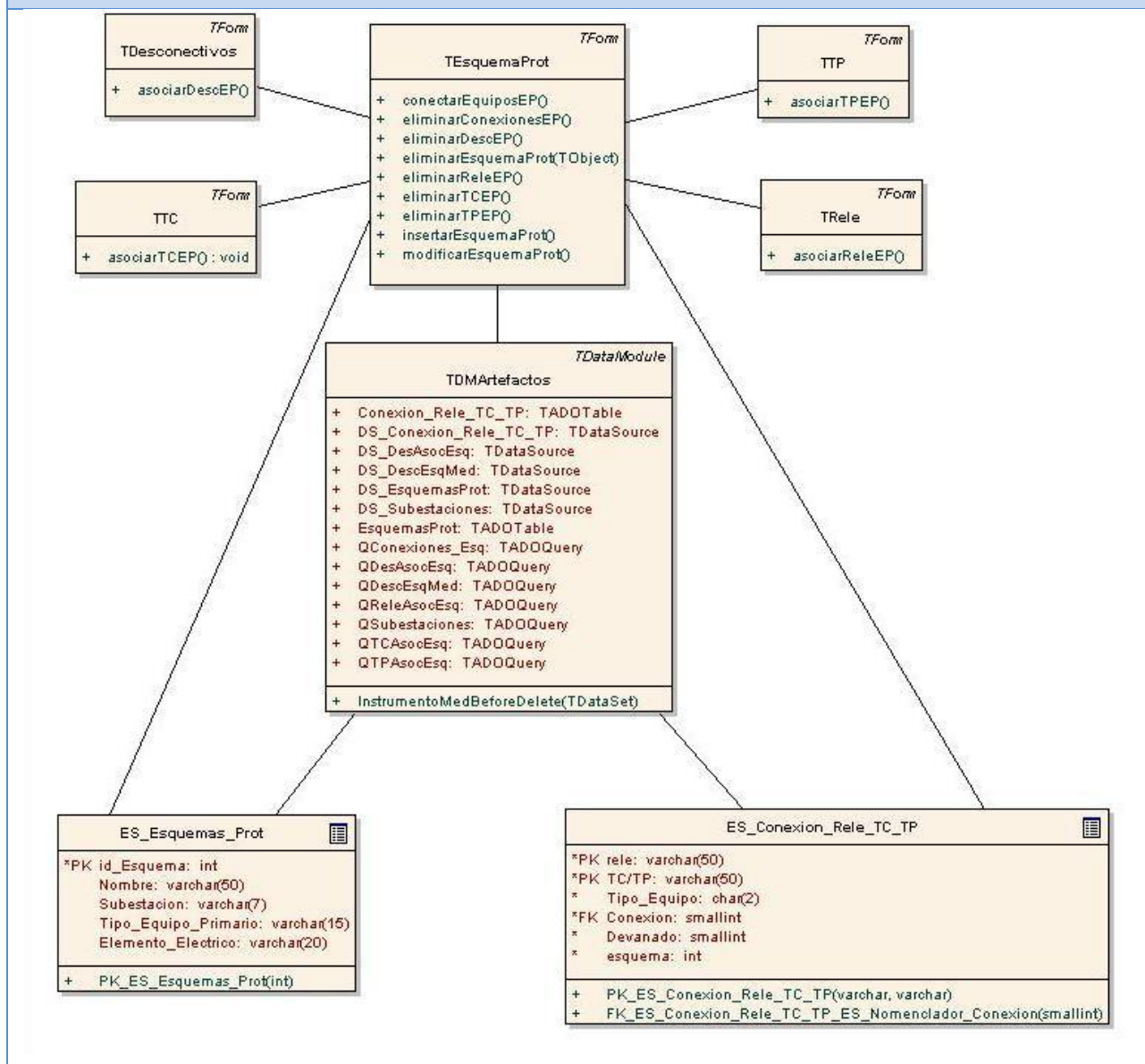


Figura 17. Diagrama de casos de uso Gestionar esquemas de protección

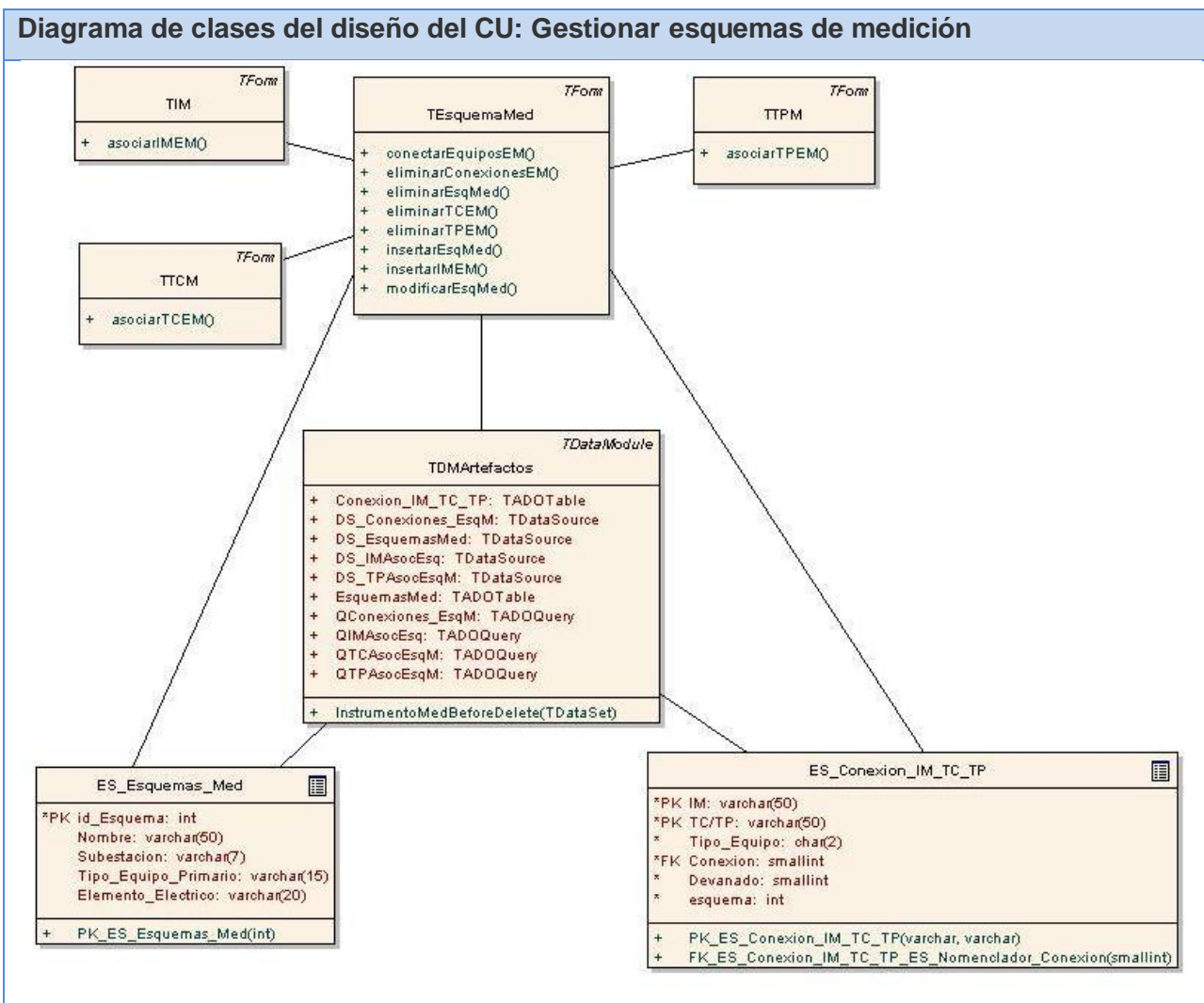


Figura 18. Diagrama de casos de uso Gestionar esquemas de medición

Los diagramas de casos de uso del paquete Reporte se pueden encontrar a partir del Anexo 21

### 3.3 Diseño de la base de datos.

#### 3.3.1 Diagrama de clases persistentes.

En el diagrama de clases persistentes sólo aparecen las clases persistentes. Estas son las clases capaces de mantener su valor en el espacio y en el tiempo.

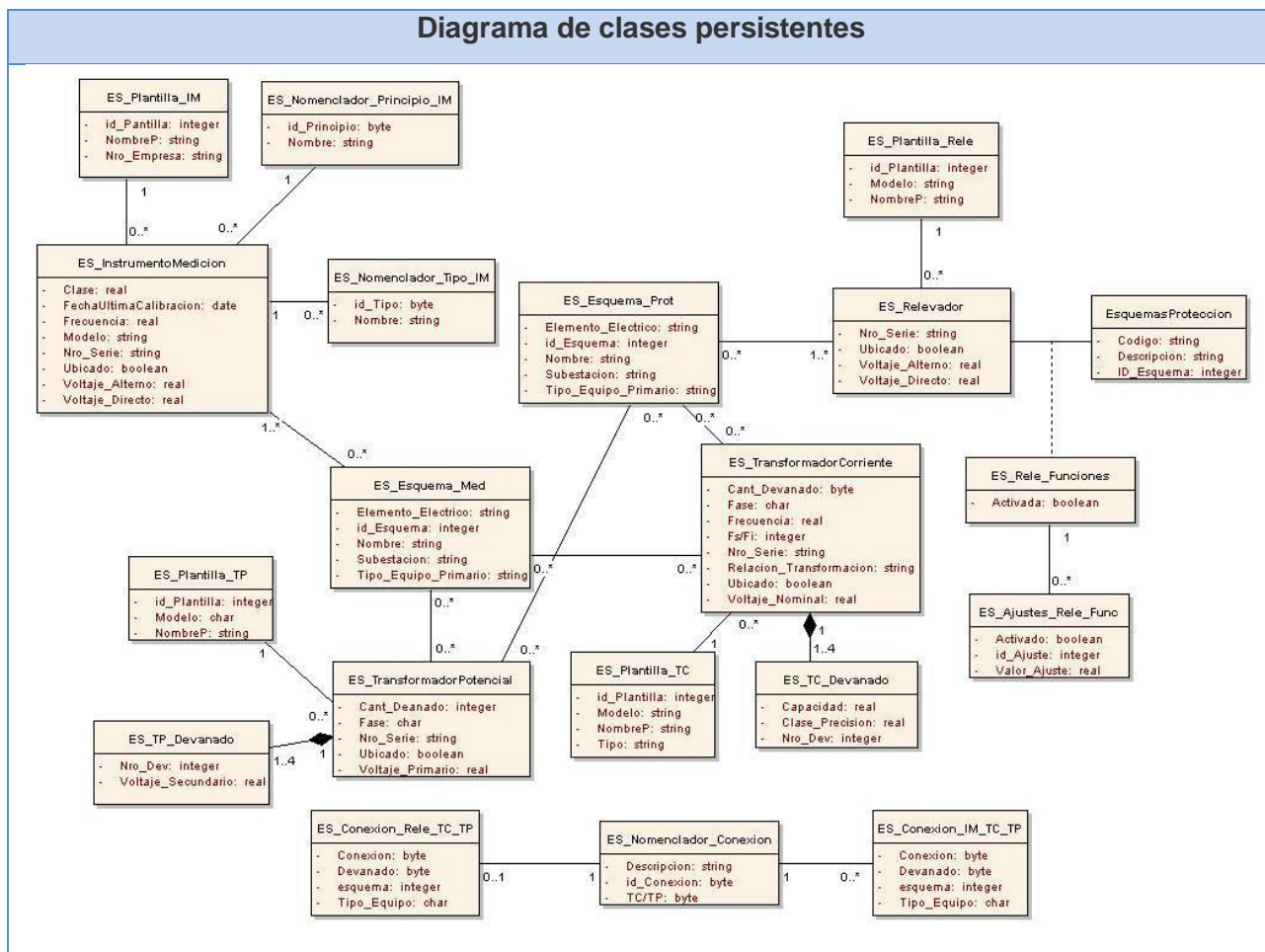


Figura 19. Diagrama de clases persistentes

### 3.3.2 Modelo de datos.

El modelo físico de datos es el almacén de los datos, es la base de datos en sí misma, el soporte donde se almacenan los datos y de donde se extraen para convertir los datos en información. Ver Anexo 27 para observar el modelo de datos.

## 3.4 Principios de diseño

A continuación se describen los principios de diseño a seguir para el desarrollo del sistema, los cuales influyen notablemente en el éxito o fracaso de la aplicación.

### 3.4.1 Estándares en la interfaz de la aplicación

El diseño de la interfaz de usuario es la categoría de diseño que crea un medio de comunicación entre el hombre y la máquina. El diseño identifica los objetos y acciones de la

interfaz y crea entonces un formato de pantalla que formará la base del prototipo de interfaz de usuario (Pressman, 2007).

Este diseño debe proporcionar al usuario un ambiente cómodo, legible, agradable, que permita una interacción flexible y el control del usuario sobre la aplicación.

Para esto se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- La aplicación contará con una barra de herramientas para proporcionar el acceso rápido a las pantallas de la aplicación, las que se identificarán dentro de esta barra, con un icono relacionado con el contenido de la misma.
- Cada pantalla contará con un encabezado que describirá su propósito.
- Se brindarán opciones de filtrado de datos, facilitando así la búsqueda de una información específica.
- Los mensajes de error e informativos que se mostrarán serán breves, pero aportando la información necesaria.

### 3.4.2 Formato de reportes

Los reportes han sido diseñados de forma tal que muestren una información clara y concisa al usuario. Para esto el formato de letra escogido es claro y legible, con colores agradables a la vista del usuario. Todos los reportes cuentan con un encabezado que lo identifica, seguido por la información. Además estos reportes se pueden imprimir.

### 3.4.3 Concepción general de la ayuda

La ayuda constituye una parte importante del sistema, que le posibilita al usuario aclarar sus dudas en caso de desconocimiento de alguna opción del mismo, guiándolo en la interacción con la aplicación, por tanto, debe estar bien definida y contar con la información necesaria enfocada a sus necesidades. Estará disponible en el menú principal garantizando su visibilidad. Además cada pantalla contará con un botón de Ayuda que accede al tópico relacionado con ella. Por otra parte, cada vez que el usuario posicione el mouse sobre algún botón de la aplicación o del menú, se mostrará un mensaje informando la acción que este realiza.

### 3.4.4 Tratamiento de excepciones

El tratamiento de errores y excepciones del sistema constituye una parte importante del mismo, ya que mediante este se minimizan la ocurrencia de errores cometidos por los usuarios. En el

sistema propuesto se tratan los posibles errores, con el fin de garantizar la integridad y confiabilidad de la información que se gestiona.

Las posibilidades de introducir información errónea por parte del usuario son mínimas, pues, aunque en muchas ocasiones el usuario teclea datos y en otras selecciona elementos de la pantalla (información de poca variabilidad), se mantiene un nivel de validación de la información y en caso de errores se le comunica al usuario a través de mensajes. Los mensajes de error que emite el sistema se muestran en un lenguaje de fácil comprensión para los usuarios. También se hace uso de los controles de selección como los `TDBRadioGroup` y los `TDBLookupComboBox`, de esta forma el usuario selecciona entre opciones predefinidas, lo que permite un mayor control sobre los errores.

### 3.4.5 Seguridad

La seguridad del sistema se controlará a través del Módulo Administración perteneciente al SIGERE. Para lograr un producto confiable se asignan permisos a los diferentes tipos de usuarios, garantizando de esta forma que cada usuario tenga disponibles solamente las opciones asociadas a sus permisos y además que no ocurra un acceso sin autorización al sistema.

El Módulo Administración incluye y controla centralmente los permisos para diferentes acciones. Permite establecer estos permisos por grupos y, personalizar los servicios que se le permite acceder a cada cliente en cada modulo. Eleva el grado de seguridad de las bases de datos y el sistema en general. Permitirá mediante el control selectivo de las acciones y ficheros de modificaciones facilitar la auditoria de las acciones.

## 3.5 Estándares de codificación

Establecer un estándar de codificación a usar es necesario para una mayor comprensión del sistema, en este trabajo se llega al siguiente consenso:

Existen varios aspectos que pueden hacer un código más legible; algunos de estos son el empleo de nombres descriptivos y el uso de comentarios informativos. Se describen a continuación algunas convenciones tomadas con relación a estos aspectos para el código escrito en Object Pascal en el sistema:

- Los inicios (`begin`) y cierre (`end`) se encuentran alineados debajo de la declaración a la que pertenecen y se evitan si hay sólo una instrucción.



- Los nombres de las variables, los procedimientos y funciones fueron adoptados lo más explicativos posibles en idioma español y siempre respondiendo a su propósito.
- Se tomó como regla, comentar los procedimientos y funciones que resulten complejos al principio de los mismos.
- Para comentar el código se utilizará el carácter “//” y seguido el comentario.

### 3.6 Modelo de despliegue

El diagrama de despliegue muestra las relaciones entre el hardware y el software en el sistema final, se indica la situación física de los componentes lógicos desarrollados. Se representa como un grafo de nodos unidos por conexiones de comunicación. Un nodo puede reflejar componentes los cuales pueden estar conectados por relaciones de dependencia a interfaces.

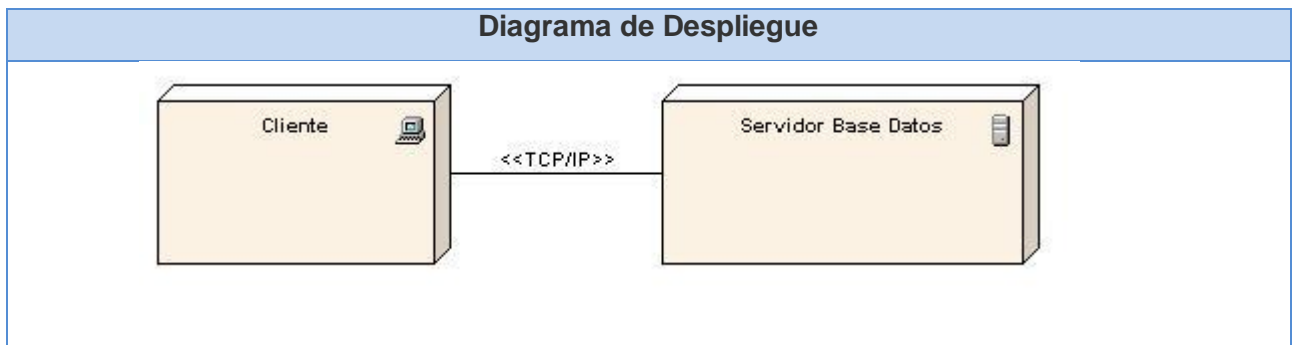
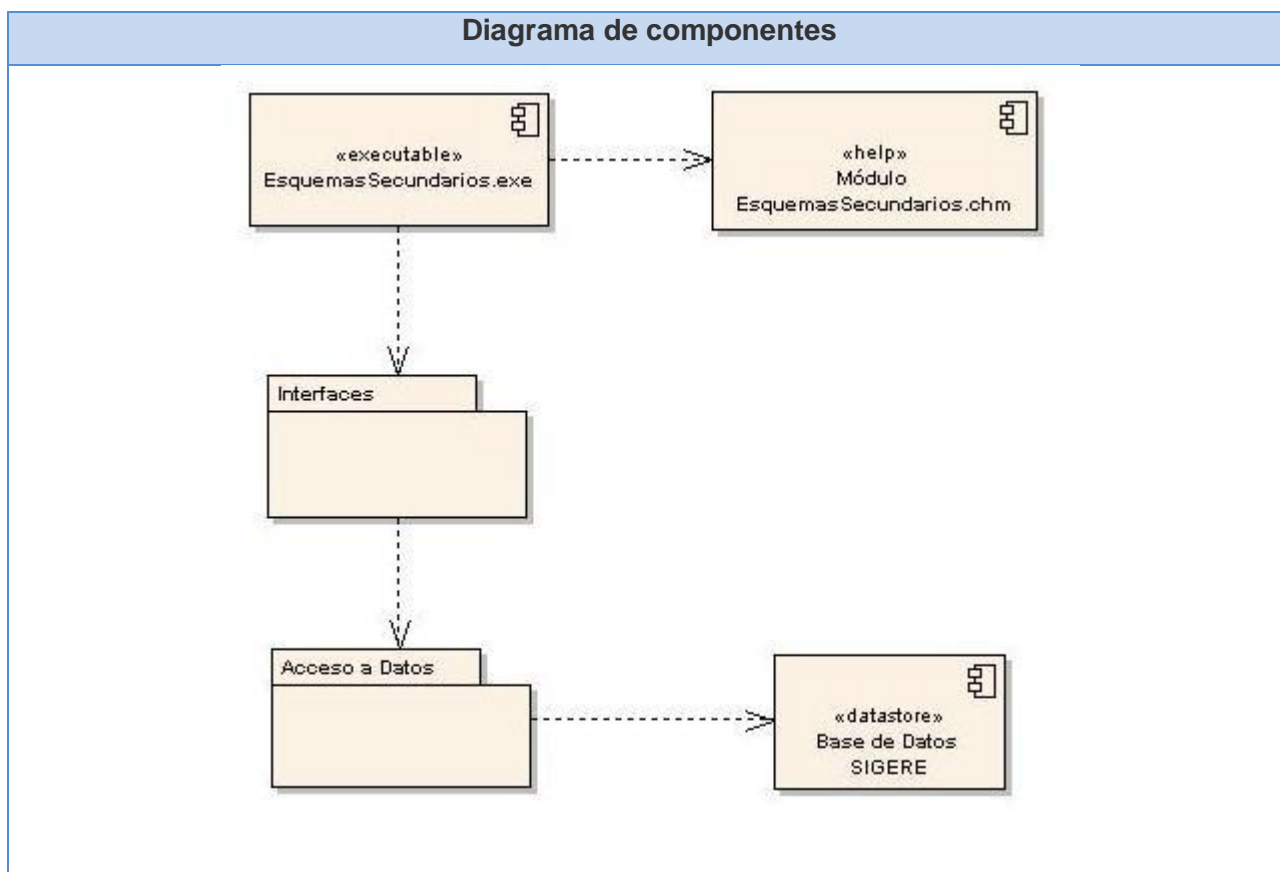


Figura 20. Diagrama de despliegue

### 3.7 Diagrama de componentes

Un diagrama de componentes muestra la organización y las dependencias entre un conjunto de componentes. Los diagramas de componentes cubren la vista de implementación estática de un sistema. Se relacionan con los diagramas de clases en que un componente se corresponde, por lo común, con una o más clases, interfaces o colaboraciones.



**Figura 21. Diagrama de componentes**

EsquemasSecundarios.exe: es el ejecutable de la aplicación.

Módulo EsquemasSecundarios.chm: es la ayuda de la aplicación.

Subsistema Interfaces: está formado por todos los ficheros de las clases de interfaz de la aplicación.

Subsistema Acceso a Datos: este subsistema contiene todas las consultas, tablas y procedimientos almacenados necesarios para obtener los datos contenidos en la base de datos.

### 3.8 Conclusiones.

En este capítulo se mostraron los resultados de la etapa de implementación del sistema, desarrollando los diagramas de clases de diseño, el diseño de la base de datos, el diagrama de componentes y el diagrama de despliegue. Además, se definieron una serie de políticas que tienen en cuenta el diseño de la interfaz, el tratamiento de errores, la concepción de la ayuda, la seguridad y protección de la aplicación, así como estándares de codificación para lograr una

mayor comprensión del sistema. Todo ello con el objetivo de lograr una herramienta automatizada que cumpla con las expectativas del cliente.

## Capítulo IV: Estudio de Factibilidad.

### 4.1 Introducción.

El estudio de factibilidad es una etapa del desarrollo del software que no debe faltar, pues es donde se decide si será factible o no seguir con el desarrollo de este, al estimar el esfuerzo humano, el tiempo de desarrollo que se requiere para la ejecución del mismo y también su costo.

### 4.2 Planificación

En la actualidad los sistemas informáticos se realizan con el objetivo de ahorrar recursos y esfuerzos, estos tienden a ser cada vez mayores y registrar un gran volumen de información, esto provoca que a veces se haga muy costoso su desarrollo, pero si los ahorros que se obtienen con la información registrada y procesada, no compensan su costo, pueden no ser rentables. Sin embargo, la rentabilidad de un sistema de este tipo a veces resulta difícil de estimar, pues el valor de la información no es fácilmente cuantificable. En este trabajo se realizará dicha estimación a través del método de puntos de función del modelo de COCOMO II.

Tabla 25. Entradas externas

Entrada externa	Ficheros	Elementos de Datos	Clasificación
Insertar plantilla de relevadores	1	4	S
Modificar plantilla de relevadores	1	3	S
Eliminar plantilla de relevadores	2	5	M
Insertar plantilla de instrumentos de medición	1	4	S
Modificar plantilla de instrumentos de medición	1	3	S
Eliminar plantilla de instrumentos de medición	2	5	M
Insertar plantilla de transformadores de corriente	1	5	S
Modificar plantilla de transformadores de corriente	1	4	S

Eliminar plantilla de transformadores de corriente	2	6	M
Insertar plantilla de transformadores de potencial	1	4	S
Modificar plantilla de transformadores de potencial	1	3	S
Eliminar plantilla de transformadores de potencial	2	5	M
Insertar relevador	1	5	S
Insertar funciones asociadas al relevador	1	3	S
Eliminar funciones asociadas al relevador	2	8	M
Insertar ajustes por función	1	5	S
Eliminar ajustes por función	2	5	M
Modificar ajustes de una función	1	2	S
Modificar relevador	1	4	S
Eliminar relevador	3	13	M
Insertar instrumento de medición	1	11	S
Modificar instrumento de medición	1	10	S
Eliminar instrumento de medición	1	11	S
Insertar transformador de corriente	1	9	S
Insertar datos por devanado del transformador de corriente	1	4	S
Modificar datos por devanado del transformador de corriente	1	3	S
Eliminar datos del devanado del transformador de corriente	1	4	S
Modificar transformador de corriente	1	8	S

Eliminar transformador de corriente	2	13	M
Insertar transformador de potencial	1	6	S
Insertar datos por devanado del transformador de potencial	1	3	S
Modificar datos del devanado del transformador de potencial	1	2	S
Eliminar datos del devanado del transformador de potencial	1	3	S
Modificar transformador de potencial	1	5	S
Eliminar transformador de potencial	2	9	M
Insertar esquema de protección	1	5	S
Modificar esquema de protección	1	4	S
Eliminar esquema de protección	5	19	C
Insertar esquema de medición	1	5	S
Modificar esquema de medición	1	4	S
Eliminar esquema de medición	4	17	C
Insertar asociación de equipos con el esquema	14	28	C
Eliminar asociaciones equipos-esquema	14	28	C
Insertar conexión de equipos en el esquema de protección	1	5	S
Eliminar conexión de equipos en el esquema de protección	1	5	S
Insertar conexión de equipos en el esquema de medición	1	5	S
Eliminar conexión de equipos en el esquema de medición	1	5	S
<b>TOTAL</b>	<b>Simple: 34, Media: 9, Compleja: 4.</b>		

Tabla 26. Salidas externas

Salida Externa	Ficheros	Elementos de datos	Clasificación
Listar Plantillas de Relevadores	2	3	S
Listar Plantillas de Instrumentos de Medición	2	3	S
Listar Plantillas de Transformadores de Corriente	2	4	S
Listar Plantillas de Transformadores de Potencial	2	3	S
Listar Relevadores	3	7	M
Listar Instrumentos de Medición	4	5	C
Listar Transformadores de Corriente	2	7	M
Listar Transformadores de Potencial	2	5	S
Listar Esquemas de Protección	1	4	S
Listar Esquemas de Medición	1	4	S
Listar conexiones del Esquema de Protección	1	5	S
Listar conexiones del Esquema de Medición	1	5	S
<b>TOTAL</b>	<b>Simple: 9, Media: 2, Compleja: 1.</b>		

Tabla 27. Peticiones

Petición	Ficheros	Elementos de datos	Clasificación
Listar relevadores por subestación	3	6	M
Listar instrumentos de medición por subestación	3	6	M

Listar transformadores de corriente por subestación	5	5	M
Listar transformadores de potencial por subestación	5	5	M
Listar esquemas de protección por subestación	2	8	M
Listar esquemas de medición por subestación	2	8	M
<b>TOTAL</b>	<b>Simple: 0, Media: 6, Compleja: 0.</b>		

Tabla 28. Ficheros internos

Fichero Interno	Records	Elementos de datos	Clasificación
ES_Relevador	1	5	S
ES_Rele_Funciones	1	3	S
ES_Ajustes_Rele_Func	1	5	S
ES_InstrumentoMedicion	1	11	S
ES_TransformadorCorriente	1	9	S
ES_TC_Devanado	1	4	S
ES_TransformadorPotencial	1	6	S
ES_TP_Devanado	1	3	S
ES_Plantilla_Rele	1	4	S
ES_Plantilla_IM	1	4	S
ES_Plantilla_TC	1	5	S
ES_Plantilla_TP	1	4	S
ES_Esquemas_Prot	1	5	S
ES_Esquemas_Med	1	5	S



ES_Conexion_IM_TC_TP	1	6	S
ES_Conexion_Rele_TC_TP	1	6	S
ES_Nomenclador_Conexion	1	3	S
ES_Nomenclador_Principio_IM	1	2	S
ES_Nomenclador_Tipo_IM	1	2	S
<b>TOTAL</b>	<b>Simple: 19, Media: 0, Compleja: 0.</b>		

Tabla 29. Interfaces externas

Nombre de la Interfaz Externa	Records	Elementos de datos	Clasificación
Buscar Fabricantes	1	2	S
Buscar Instalaciones Desconectivos	1	1	S
Buscar Subestaciones	1	2	S
Buscar Subestaciones Transmisión	1	2	S
<b>TOTAL</b>	<b>Simple: 4, Media: 0, Compleja: 0.</b>		

Tabla 30. Puntos de función desajustados

Elementos	S	X Peso	M	X Peso	C	X Peso	PF. Subtotal
Ficheros lógicos internos	19	(*7)	0	(*10)	0	(*15)	133
Ficheros de interfaces externas	4	(*5)	0	(*7)	0	(*10)	20
Entradas externas	34	(*3)	9	(*4)	4	(*6)	162
Salidas externas	9	(*4)	2	(*5)	1	(*7)	53
Peticiones	0	(*3)	6	(*4)	0	(*6)	20
<b>Total</b>							<b>388</b>

### Cálculo de las instrucciones fuentes

El cálculo de las instrucciones fuentes, según COCOMO II, se basa en la cantidad de instrucciones por punto de función que genera el lenguaje de programación empleado.

Tabla 31. Instrucciones fuentes

Características	Valor	
Puntos de función sin ajustar	388	
Lenguajes	<b>Object Pascal</b>	<b>SQL</b>
% de utilización en la aplicación	90% (≈ 349)	10% (≈ 39 )
Instrucciones fuentes por puntos de función	29	31
Instrucciones fuentes	10 121	1 209
<b>Total Instrucciones fuentes</b>	<b>LOC = 11 330</b>	

### 4.3 Costos

Según COCOMO II a pesar de existir 17 multiplicadores de esfuerzo no pueden estimarse en el diseño temprano, por lo que se reducen a 7 multiplicadores, estos son:

- RCPX: Confiabilidad y complejidad del producto. En cierto modo corresponde a una aproximación a lo que más tarde se desglosará en RELY, DATA, CPLX, DOCU.
- RUSE: Nivel de reusabilidad del desarrollo. Corresponde exactamente a su homólogo en el modelo de diseño post-arquitectura.
- PDIF: Dificultad de uso de la plataforma. Prefigura TIME, STOR y PVOL.
- PERS: Capacidad del personal de desarrollo. Prefigura ACAP, PCAP, PCON.
- PREX: Experiencia del personal de desarrollo. Prefigura APEX, PLEX, LTEX.
- FCIL: Facilidades de desarrollo. Prefigura TOOL y SITE.
- SCED: exigencias sobre el calendario. Corresponde exactamente a su homónimo en el modelo post-arquitectura.

Los factores de escala son los siguientes:

- PREC: variable de precedencia u orden secuencial del desarrollo
- FLEX: variable de flexibilidad del desarrollo

- RSEL: indica la fortaleza de la arquitectura y métodos de estimación y reducción de riesgos
- TEAM: esta variable refleja la cohesión y madurez del equipo de trabajo
- PMAT: relaciona el proceso de madurez del software

Tabla 32. Multiplicadores de esfuerzo (MEj)

Multiplicador	Descripción	Valor
RCPX	La complejidad del producto es media.	1.00
RUSE	Se implementa código para reutilizarlo en el propio proyecto.	1.00
PDIF	La plataforma es bastante estable.	1.00
PERS	Se tienen especialistas eficientes y con capacidad para trabajar en equipo.	0.83
PREX	Los especialistas tienen experiencias en este tipo de aplicación.	0.87
FCIL	Existen facilidades para desarrollar el proyecto con herramientas modernas.	1.00
SCED	Se requiere terminar el proyecto en el tiempo estimado.	1.00
$EM = \prod_{i=1}^7 Em_i$		0.72

$$EM = \prod_{i=1}^7 Em_i = RCPX * RUSE * PDIF * PERS * PREX * FCIL * SCED = 0.72$$

Tabla 33. Factores de escala (SF<sub>i</sub>)

Factor	Descripción	Valor
PREC	El sistema es familiar	2.48
FLEX	Relajación ocasional en cuanto a la flexibilidad del desarrollo	4.05
TEAM	La interacción del equipo es altamente cooperativa	1.10
RESL	La arquitectura es sólida y los riesgos generalmente se mitigan	1.41

PMAT	Relación con el proceso de madurez del software.	3.12
$SF = \sum_{i=1}^5 SF_i$		<b>12.16</b>

$$SF = \sum_{i=1}^5 SF_i = PREC + FLEX + TEAM + RESL + PMAT = 12.16$$

**Valores calibrados**

Definición de las constantes:

$$A = 2.94; B = 0.91; C = 3.67; D = 0.28$$

$$E = B + 0.01 * \sum SF_i = 0.91 + 0.01 * 12.16 = 1.03$$

$$F = D + 0.2 * (E - B) = 0.28 + 0.2 * (1.03 - 0.91) = 0.3$$

**Cálculo del esfuerzo (PM):**

$$PM = A * (MSLOC)^E * \prod Em_i = 2.94 * (11,330)^{1.03} * 0.72 = 25.79 \approx 26 \text{ hombres/mes}$$

**Cálculo del tiempo de desarrollo:**

$$TDEV = C * PM^F = 3.67 * 26^{0.3} = 9.75 \approx 10 \text{ meses (Estimado)}$$

**Cálculo de la cantidad de hombres:**

$$CH = PM/TDEV = 26/10 = 2.6 \approx 3 \text{ hombres}$$

Como el equipo de trabajo está formado realmente por 1 sola persona, se recalcula el tiempo de desarrollo para la cantidad real de hombres.

$$CH^* = 1 \text{ Hombre.}$$

$$TEDV = PM/CH^* = 26/1 = 26 \text{ meses.}$$

**Cálculo del costo:**

Asumiendo como salario promedio mensual (SP) \$275.00

$$CHM = CH * SP = 1 * \$275.00 = \$275.00$$

$$\text{Costo} = \text{CHM} * \text{PM} = \$275.00 * 26 = \$7\ 150.00$$

Tabla 34. Cálculo del esfuerzo, tiempo de desarrollo, cantidad de hombres y costo.

Cálculo de:	Valor
Esfuerzo (PM: hombres/mes)	26 hombres/mes
Tiempo de Desarrollo (Meses)	26 meses
Cantidad de Hombres	1
Costo	\$7 150.00
Salario medio	\$275.00

#### 4.4 Beneficios tangibles e intangibles

Con el desarrollo del sistema propuesto se obtendrán múltiples beneficios fundamentalmente intangibles, pues la aplicación permitirá principalmente guardar información detallada relacionada con los esquemas secundarios y con los equipos de transformación, los relevadores y los instrumentos de medición.

Esto permitirá tener un mejor control de todos los esquemas y equipos ubicados en el SEN, así como ahorrar el tiempo que se invierte en buscar esta información.

Los usuarios contarán con una herramienta que digitaliza la información necesaria para apoyar su trabajo diario, contando con búsquedas mucho más rápidas y seguras, además de eliminar los posibles errores humanos.

Al contar con un software que gestione de forma rápida y eficaz la información de los esquemas secundarios, el personal del departamento de protecciones mejorará sus condiciones de trabajo en buena medida, pues realizará el mismo con mayor calidad y fiabilidad, así como rapidez.

Por otra parte, la correcta manipulación de los datos brindará una mayor confiabilidad en los reportes que se generen. Este sistema será muy importante para la UNE ya que le permitirá llevar un control de todos los esquemas secundarios por provincia, así como de los equipos ubicados en las subestaciones de transmisión.

Al contar con una mejor y más fiable gestión de la información de los esquemas secundarios en las subestaciones eléctricas del país por medio de los departamentos de protecciones de las OBEs, los cambios y/o nuevas instalaciones de dichos circuitos eléctricos se pudieran llevar a cabo en un menor período de tiempo, lo que permitirá que la afectación del servicio eléctrico

sea menor, contribuyendo en el rendimiento económico de las empresas cubanas, así como la satisfacción de los clientes no estatales.

#### 4.5 Análisis de costos y beneficios.

La creación de cualquier producto informático produce un costo de desarrollo, pero este se puede justificar por los beneficios tangibles e intangibles que trae consigo.

La utilización de este sistema para la gestión de la información de los esquemas secundarios permitirá registrar los datos de chapa de los transformadores de corriente, transformadores de potencial, relevadores e instrumentos de medición. Esto permitirá llevar un control físico de todos los equipos que se encuentran o no en explotación. Además se podrá mantener un registro actualizado, brindando mayor confiabilidad en los reportes que se generen.

Por otra parte se almacenarán las conexiones de los equipos de transformación con los equipos de medición y protección respectivamente, que pertenecen a un esquema en una subestación de transmisión.

Se podrán obtener reportes con la información necesaria para controlar las cantidades existentes de equipos.

Analizando el costo del proyecto que es de \$7 150.00 contra los numerosos beneficios que reportará, detallados con anterioridad; y la necesidad de desarrollar una herramienta para automatizar el proceso de gestión de la información de los esquemas secundarios en las redes del SEN, para de esa forma mantener un control de los esquemas y equipos que se encuentran en las subestaciones de transmisión, se determinó que si es factible desarrollar la aplicación.

#### 4.6 Conclusiones.

La factibilidad de un proyecto es un paso muy importante en su desarrollo pues a partir de este punto se decide si se continuará el proyecto o no. En este capítulo se realizó el estudio de factibilidad mediante el método COCOMO II, el cual permite estimar el esfuerzo y costo del proyecto, concluyendo que el sistema es factible.

Una vez terminado el estudio de factibilidad del sistema, se estima que se requiere de un tiempo de 26 meses para ser realizado por un solo hombre con un costo que asciende a \$7 150.00.

## Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Se evidenció, a través de un estudio teórico y metodológico que se necesita gestionar la información de los esquemas secundarios en el SEN. Las herramientas Borland Developer Studio y Microsoft SQL Server 2000 resultan apropiadas para el desarrollo de la aplicación de escritorio integrada al SIGERE.
2. Se diseñó el Módulo de Esquemas Secundarios utilizando RUP por ser un proceso de desarrollo que junto a UML, constituye la metodología más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas con una programación orientada a objetos; además se empleó una arquitectura en dos capas, lo que permitió una mayor rapidez en el proceso de implementación del módulo.
3. El análisis de costos-beneficios permitió determinar que es factible la implementación del software para gestionar la información de los esquemas secundarios que se encuentran en las redes del SEN, ya que permitirá tener una rápida gestión de la información de estos circuitos en los departamentos de protecciones de las OBEs provinciales y con un costo de \$ 7 150.00.
4. Se implementó el Módulo de Esquemas Secundarios en el lenguaje de programación Object Pascal y el modelo de despliegue está basado en una arquitectura cliente/servidor en dos capas, pues esta ofrece las ventajas que: el servidor no necesita tanta potencia de procesamiento y además se reduce el tráfico de red considerable.

## *Recomendaciones*

Teniendo en cuenta todos los beneficios y conclusiones a las que se ha arribado con este trabajo, se propone las siguientes recomendaciones con el fin de continuar enriqueciendo el mismo, mejorando y/o agregando funcionalidades para satisfacer las futuras necesidades de los usuarios finales.

1. Realizarle pruebas inmediatas al módulo de Esquemas Secundarios en los Polígonos de verificación y certificación del SIGERE de Holguín y Villa Clara.
2. Incluir en una nueva versión del módulo de Esquemas Secundarios, la posibilidad de diseñar y visualizar los esquemas secundarios de forma gráfica.
3. Incluir en próximas versiones del módulo de Esquemas Secundarios la clasificación de la operación de los esquemas secundarios en las subestaciones eléctricas.
4. Diseñar e implementar nuevos reportes que agilicen la recuperación de nueva información por parte de los usuarios del módulo.



## *Bibliografía consultada y referenciada*

*Administración de SQL Server 2000, curso básico* (s.f.). Extraído el 8 de marzo, 2010, de [http://nuriagd.worldhostsoft.com/demos/M1\\_L1.html](http://nuriagd.worldhostsoft.com/demos/M1_L1.html)

*Bases de datos-SQL-Sentencias SQL-Introducción* (s.f.). Extraído el 15 de enero, 2010, de <http://personal.lobocom.es/claudio/sql001.htm>

C++ (2010). Extraído el 4 de mayo, 2010, de <http://es.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>

*Caliber RM* (s.f.). Extraído el 19 de febrero, 2010, de [http://www.ittoolsltda.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29:caliber-rm&catid=16:borland&Itemid=57](http://www.ittoolsltda.com/index.php?option=com_content&view=article&id=29:caliber-rm&catid=16:borland&Itemid=57)

*Definición de SQL* (s.f.). Extraído el 22 de enero, 2010, de [http://www.descargas.walkever.com/definiciones/definiciones\\_sql.htm](http://www.descargas.walkever.com/definiciones/definiciones_sql.htm)

*Enciclopedia universal ilustrada europeo America* (Tomo XXV), (1924). p. 1509.

*Enterprise Architect - Herramienta de diseño UML* (s.f.). Extraído el 5 de mayo, 2010, de [www.sparxsystems.com.ar/products/ea.html](http://www.sparxsystems.com.ar/products/ea.html)

*Esquemas de protección para generadores* (s.f.). Extraído el 5 de mayo, 2010, de <http://www.mitecnologico.com/iem/Main/EsquemasDeProteccionParaGeneradores>

Fernández, R. (2007). *Sistema integral de gestión de redes*. Sancti Spíritus, Cuba.

Flores, A. (2006). Extraído el 4 de mayo, 2010, de Formaselect: <http://www.formaselect.com/>

Gilfillan, I. (2002). *La biblia de MySQL*.

Hernández, F. (2010). *El lenguaje de programación Object Pascal*. Extraído el 4 de mayo, 2010, de Programando ideas: <http://programandoideas.com/2010/02/el-lenguaje-de-programacion-object-pascal-delphi/>

Hurtado, O. (2005). Extraído el 20 de mayo, 2010, de Monografías: <http://www.monografias.com/trabajos16/sistemas-distribuidos/sistemas-distribuidos.shtmls>.

Iriondo Barrenetxea, A. (1997). *Protección de sistemas de potencia*. País Vasco. pp. 10-16.

- Jacobson, I., Booch, G. & Rumbaugh, J. (2006). *El proceso unificado de desarrollo de software*. La Habana: Félix Varela.
- Jiménez, B. (s.f.). *Instrumentos eléctricos de medición*. Extraído el 16 de mayo, 2010, de Monografías: <http://www.monografias.com/trabajos/medielectricos/medielectricos.shtml>
- Lanusse, A. (2007). *Ventajas de migrar de Delphi 7 a Delphi 2006*. Extraído el 22 de enero, 2010, de <http://edn.embarcadero.com/print/33963>.
- Lenguaje Unificado de Modelado* (s.f.). Extraído el 15 de enero, 2010, de <http://es.wikipedia.org/wiki/UML>
- Lizano, N. (2007). *La gestión de incidencias en la toma de decisiones de una Empresa Eléctrica partiendo de un archivo histórico de fallas*. Trabajo presentado en opción al título de Master en ciencia de la computación, Facultad de Matemática, Física y Computación, Universidad Central Marta Abreu, Santa Clara, Cuba.
- Mato, R. M. (2006). *Sistema de base de datos*. La Habana: Editorial Félix Varela. pp. 6-10.
- Microsoft Access* (s.f.). Extraído el 15 de enero, 2010, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Access](http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Access)
- Microsoft SQL Server* (s.f.). Extraído el 15 de enero, 2010, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_SQL\\_Server](http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server)
- MySQL* (s.f.). Extraído el 20 de enero, 2010, de <http://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>
- Object Pascal* (s.f.). Extraído el 22 de enero, 2010, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Object\\_Pascal](http://es.wikipedia.org/wiki/Object_Pascal)
- Pérez, H. (2009). *Programación por capas*. Extraído el 5 de mayo, 2010, de MTY. Coders: <http://mtycoders.com/programacion-por-capas/>
- PostgreSQL* (s.f.). Extraído el 15 de enero, 2010, de <http://es.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>
- Pressman, R. (2007). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- Proceso Unificado de Rational* (s.f.). Extraído el 15 de enero, 2010, de <http://es.wikipedia.org/wiki/RUP>
- Programación por capas* (2009). Extraído el 20 de febrero, 2010, de Wikipedia: [http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n\\_por\\_capas](http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_por_capas).

*Programación por capas* (s. f.). Extraído el 18 de enero, 2010, de  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n\\_por\\_capas](http://es.wikipedia.org/wiki/Programaci%C3%B3n_por_capas)

*Qué es Oracle* (2002). Extraído el 27 de mayo, 2010, de  
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/840.php>

*Relevadores* (s.f.). Extraído el 12 de febrero, 2010, de Ampere:  
<http://www.ampere.com.mx/veris/relevador.php>

Rojas, L. (2008). *IComparable*. Extraído el 25 de febrero, 2010, de  
<http://icomparable.blogspot.com/2008/11/arquitecturas-n-tier-ventajas-y.html>

Rumbaugh, J., Jacobson, I & Booch, G. (2000). *El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia*. Boston, MA: Addison Wesley.

Russel Mason, C. (2000). *El arte y la ciencia de la protección por relevadores*. pp. 21-70.

Simón, L. (3 de Mayo de 2010). Definición de Esquema Secundario. (Y. Rodríguez, Entrevistador).

*Sistema de gestión de bases de datos* (s.f.). Extraído el 15 de enero, 2010, de  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_gesti%C3%B3n\\_de\\_base\\_de\\_datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gesti%C3%B3n_de_base_de_datos)

*Sistemas de protecciones eléctricas* (2004). Extraído el 4 de mayo, 2010, de  
<http://aesmexico.com/sistemas.html>

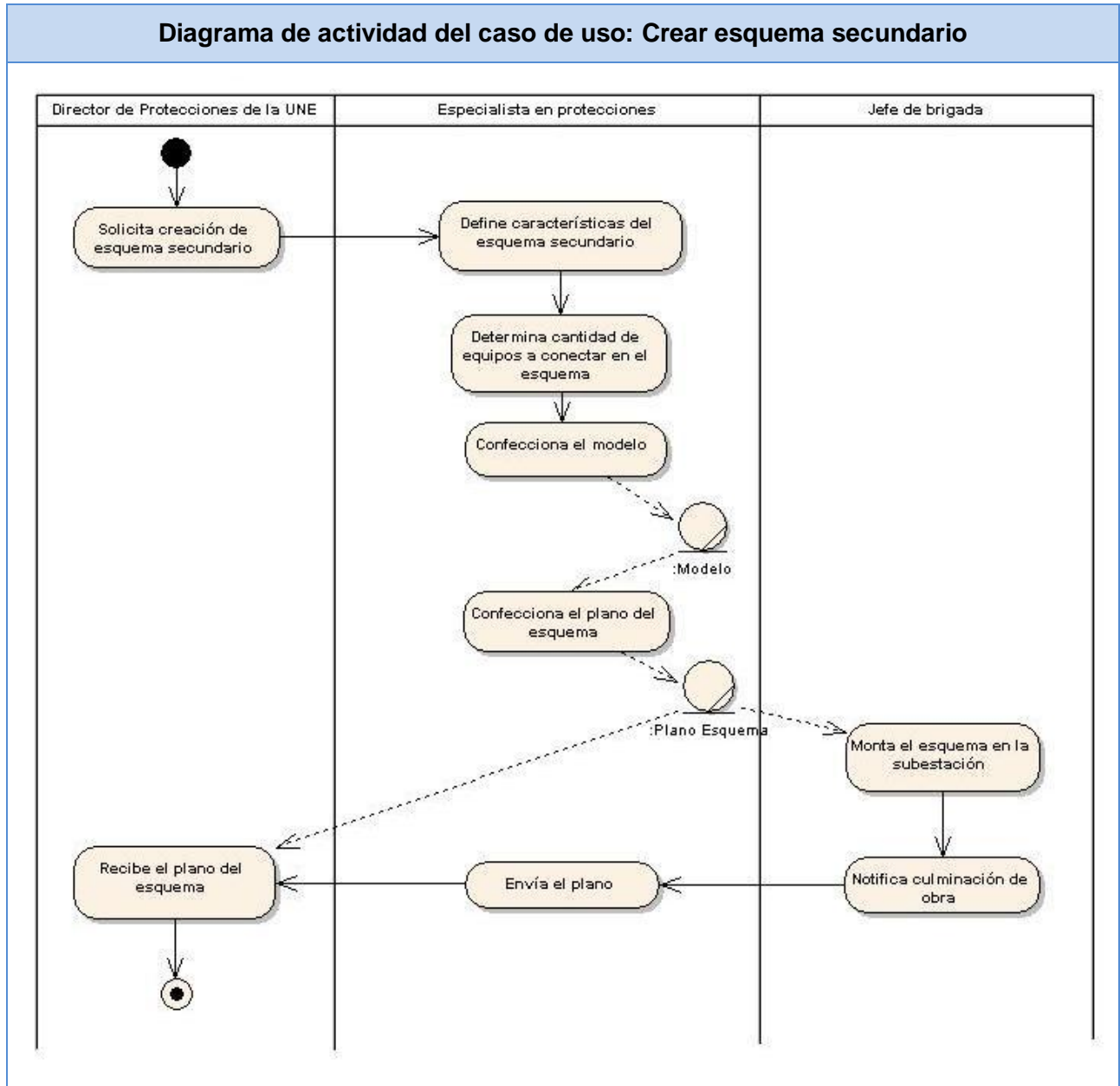
SQL (s.f.). Extraído el 22 de enero, 2010, de <http://www.scribd.com/doc/13105515/SQL>

*SQL Server 2000* (s.f.). Extraído el 4 de mayo, 2010, de Curso de expertos SQL Server 2000:  
<http://www.formaselect.com/curso/experto-en-sql-server-2000/presentacion.htm>

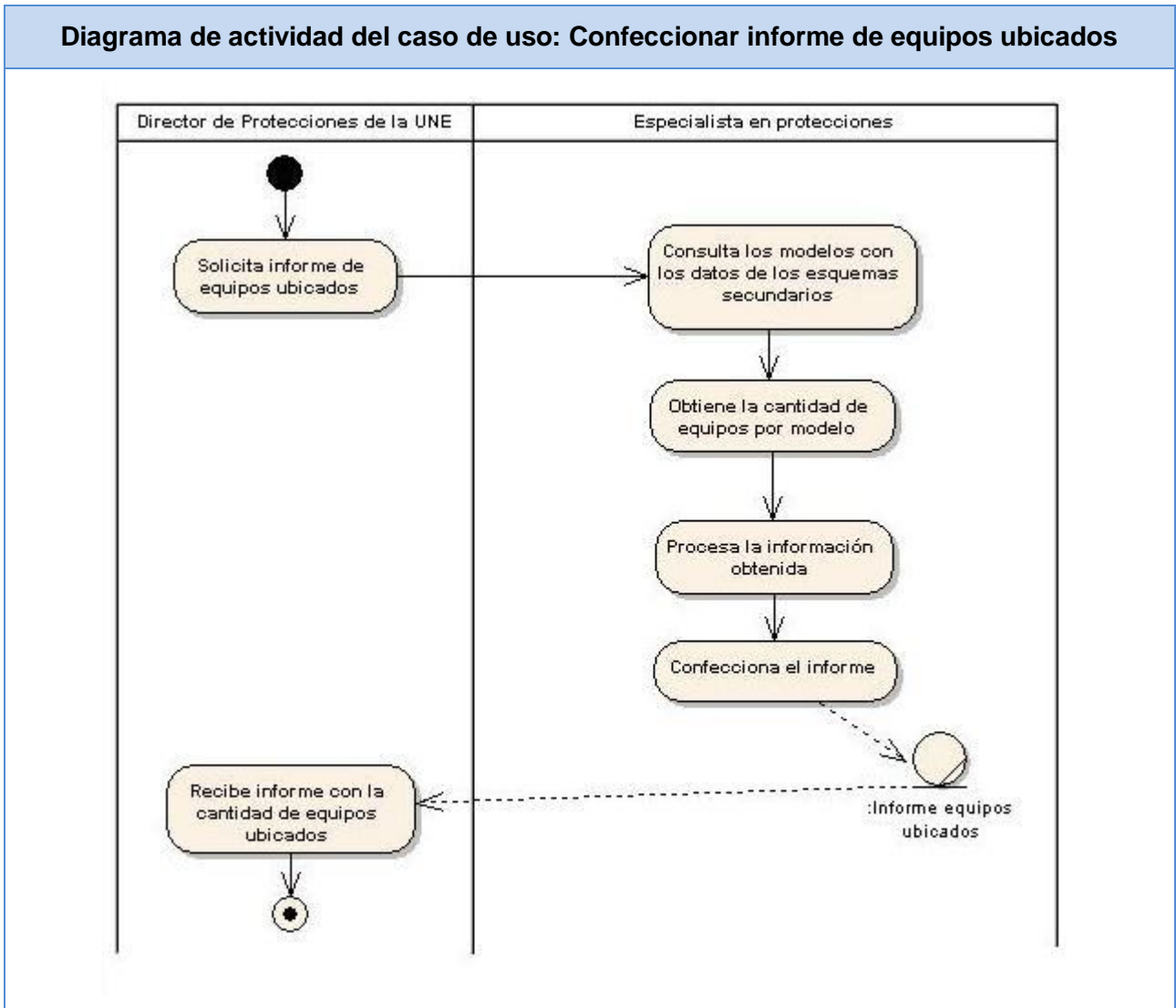
*Unisolutions* (s.f.). Extraído el 5 de mayo, 2010, de Borland Developer Studio de:  
[http://www.unisolutions.com.ar/borland\\_codegear\\_bds.asp](http://www.unisolutions.com.ar/borland_codegear_bds.asp)

## Anexos


### Anexo 1: Diagrama de actividad del caso de uso: Crear esquema secundario




Anexo 2: Diagrama de actividad del caso de uso: Confeccionar informe de equipos ubicados



## Anexo 3: Gestionar plantillas de relevadores


**Plantilla: Relevador** 

 **Plantilla de Relevadores (R)**  
Crea una plantilla con los datos generales de varios relevadores

**Introducir Plantilla**

Nombre de la Plantilla

Fabricante R  Modelo R





**Plantillas Existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Plantilla	Modelo R	Fabricante R
Sin plantilla		
Plantilla 1	SC1278M	Alsthom s.
Plantilla 2		Electroserbija
Plantilla 3	ME478L	General Electric

Cantidad de plantillas: 4

**Anexo 4:** Gestionar plantillas de instrumentos de medición

**Plantilla: Instrumento de Medición**

**Plantilla de Instrumentos de Medición (IM)**  
Crea una plantilla con los datos generales de varios instrumentos de medición

**Introducir Plantilla**

Nombre de la Plantilla

Fabricante IM  Número de Empresa IM

**Plantillas Existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Plantilla	Fabricante IM	Nro_Empresa
Sin plantilla		
Plantilla 1	Merlin Gerin	45
Plantilla 2	Merlin Gerin	8

Cantidad de plantillas: 3

Ayuda Salir

**Anexo 5:** Gestionar plantillas de transformadores de corriente

**Plantilla: Transformador de Corriente**

**Plantilla de Transformadores de Corriente (TC)**  
Crea una plantilla con los datos generales de varios transformadores de corriente

**Introducir Plantilla**

Nombre de la Plantilla

Tipo TC  Fabricante TC

Modelo TC

**Plantillas Existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Plantilla	Modelo TC	Tipo TC	Fabricante TC
Sin plantilla			
Plantilla 1	ML487M	T1	Allis Chalmers
Plantilla 2	NE145P	T2	

Cantidad de plantillas: 3

Ayuda Salir



**Anexo 6:** Gestionar plantillas de transformadores de potencial

**Plantilla: Transformador de Potencial**

**Plantilla de Transformadores de Potencial (TP)**  
Crea una plantilla con los datos generales de varios transformadores de potencial

**Insertar Plantilla**

Nombre de la Plantilla

Fabricante TP  Modelo TP

**Plantillas Existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Plantilla	Modelo TP	Fabricante TP
Sin plantilla		
Plantilla 1	AD41	Awsaw
Plantilla 2		Aichi
Plantilla 3	QE74	Awsaw

Cantidad de plantillas: 4

Ayuda Salir

## Anexo 7: Gestionar relevadores

Relevador
✖

**Relevador**

Insertar o modificar los datos de un Relevador así como asociar las funciones a dicho relevador e introducir los ajustes por función.

**Introducir Relevador**

**Datos de chapa**

Número de serie:

Voltaje Directo:  Voltaje Alternio:

Plantilla:

Modelo:  Fabricante:

**Funciones asociadas al relevador**

Codigo	Descripcion	Activada
18ª	Aceleracion Automatica	<input checked="" type="checkbox"/>
18º	Aceleracion Operativo	<input checked="" type="checkbox"/>
18f	Aceleración por Alta Frecue	<input type="checkbox"/>
18t	Aceleración Transversal	<input type="checkbox"/>
85	Actuación de la Protección	<input type="checkbox"/>
100	Actuación de la ACA.(Autor	<input checked="" type="checkbox"/>

**Insertar Ajustes por función**

Ajuste:

Valor_Ajuste	Activado
5	<input type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>

**Relevadores existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Nro_Serie	Voltaje Alternio	Voltaje Directo	Ubicado	Nombre Plantilla	Modelo	Fabricante
R14523K		47	25	<input type="checkbox"/>	Plantilla 2	Electroserbija
R14578P		32	12	<input checked="" type="checkbox"/>	Plantilla 1	SC1278M Alsthom s.
R45874O		52	14	<input checked="" type="checkbox"/>	Plantilla 1	SC1278M Alsthom s.
R45879L		45	41	<input checked="" type="checkbox"/>	Plantilla 3	ME478L General Electric
R51456P				<input type="checkbox"/>	Plantilla 3	ME478L General Electric
R56445K				<input type="checkbox"/>	Sin plantilla	
R78459P	25,5		36	<input type="checkbox"/>	Plantilla 3	ME478L General Electric


Cantidad de relevadores: 7

? Ayuda

➤ Salir

## Anexo 8: Gestionar instrumentos de medición

**Instrumento de Medición** ✕



**Instrumento de Medición**  
 Insertar o Modificar los datos de un Instrumento de Medición

**Introducir Instrumento de Medición**

**Datos de chapa**

Número de Serie  Principio   Clase

Tipo   Modelo  Voltaje Alterno

Frecuencia  Voltaje Directo  Última Calibración

Plantilla

Fabricante  Nro Empresa

**Instrumentos de Medición existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Nro_Serie <input type="button" value="v"/>	Última calibración <input type="button" value="v"/>	Ubicado <input type="button" value="v"/>	Principio <input type="button" value="v"/>	Tipo <input type="button" value="v"/>
IM1452L	19/02/2010	<input type="checkbox"/>	Digital	Voltmetro
IM1452P	18/02/2010	<input type="checkbox"/>	Digital	Voltmetro
IM4578I	04/02/2010	<input type="checkbox"/>	Digital	Amperimetro
IM7854I	04/02/2010	<input type="checkbox"/>		Amperimetro

Cantidad de IM: 4

Anexo 9: Gestionar transformadores de corriente

Transformador de Corriente
✕

**Transformador de Corriente**  
Insertar o modificar los datos de un Transformador de Corriente

**Introducir Transformador de Corriente**

**Datos Especificos**

Número de Serie  Cantidad de devanados

Relación de Transformación  Fase

Frecuencia  Voltaje Nominal  Fs/Fi

Plantilla  ▼ ...

Modelo  Tipo

Fabricante

**Introducir Clase y Capacidad por devanado**

Nro. del devanado  ▼

Clase Precisión

Capacidad

Devanado	Clase_Precision	Capacidad	
1	5	5	
2	55	5	
3	4	5	

**Transformadores de Corriente existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Nro_Serie	Relacion_Transformacio	Cant_Devanado	Frecuencia	Fs/Fi	Voltaje_Nominal	Ubicado
TC5415	200-300/4	4				<input checked="" type="checkbox"/>
TC54552J	400-600/5	1				<input type="checkbox"/>
TC5896L		5		4	25	<input type="checkbox"/>
TC7412M	200-300/5	2				<input type="checkbox"/>

Cantidad de TC:4

## Anexo 10: Gestionar transformadores de potencial

**Transformador de Potencial**
✕

**Transformador de Potencial**

Introducir o modificar los datos de un Transformador de Potencial

**Introducir Transformador de Potencial**

**Datos de chapa**

Número de Serie  Fase

Voltaje Primario  Cantidad de Devanados

Plantilla  ▼ ...

Fabricante  Modelo

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ + - ⬆ ⏹ ⏪ ⏩

**Voltaje secundario por devanado**

Número del Devanado

Voltaje secundario

Devanado	Voltaje_Secundario
1	5
4	55

**Transformadores de potencial existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Nro_Serie	Voltaje_Primary	Cant_Devanado	Ubicado	Nombre Plantilla
TP14564L	25	5	<input type="checkbox"/>	Plantilla 1
TP2356J	8	4	<input type="checkbox"/>	Plantilla 2
TP45123L	25	2	<input type="checkbox"/>	Plantilla 1
TP8755L	54	41	<input type="checkbox"/>	Plantilla 2

Cantidad de TP:4

? Ayuda

➤ Salir

## Anexo 11: Gestionar esquemas de protección

Esquemas de Protección
✖

**Esquemas de Protección**  
Insertar o modificar los datos de Esquemas de Protección

**Insertar Esquemas de Protección**

Subestación: SR1

Nombre del Esquema: Esquema diferencial de linea

Equipo primario protegido:

Linea

Barra

Transformador

Descripción del equipo: Linea 33Kv

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ⏶ ⏷ ⏸ ⏹ ⏺

**Esquemas de Protección existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Nombre	Subestacion	Equipo primario protegido	Descripción
Esquema 1	SR1	Linea	cv
Esquema 2	SR4	Transformador	Transf.
Esquema diferencial de linea	SE9	Linea	Linea 110 Kv
Esquema diferencial de linea	SR1	Linea	Linea 33Kv
Esquema proteccion barra	SE89	Barra	Barra 1
Esquema barra 1	SE91	Barra	Barra 1
Eaquema de prot barra 1	SR4	Barra	barra 1
Esq diferencia de barra 2	SE86	Barra	barra 110 Kv

Cantidad de esquemas: 10

**Instrumentos asociados al Esquema de Protección**

Desconectivos TC TP Relevadores

desconectivo

1140
1145
1148
1149
1150

+ ✖

Cantidad: 5

**Conexiones**

Relevadores:

Tipo de Conexion:

Transformador de Corriente  Transformador de Potencial

Devanado:

**Conexiones existentes en el Esquema**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Rele	Código del TC o TP	Tipo_Equipo	Conexión	Devanado
R14523K	TC54552J	TC	Estrella	1
R14523K	TC5896L	TC	Estrella	1
R14523K	TP145645L	TP	Estrella	1
R14523K	TP8755LM	TP	Estrella	1
R78459P	TP145645L	TP	Estrella	1

## Anexo 12: Gestionar esquemas de medición

Esquemas de Medición
✕

**Esquemas de Medición**  
Insertar o modificar los datos de Esquemas de Medición

**Insertar Esquemas de Medición**

Subestación SR4

Nombre Esquema 2

Equipo primario que mide

Línea

Barra

Transformador

Descripción del equipo barra 1

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ + - ↶ ↷ ↺ ↻

**Esquemas de Medición existentes**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

Nombre	Subestacion	Equipo primario que mide	Descripción
Esquema de línea	SR1	Línea	línea de 110
Esquema 2	SR4	Barra	barra 1
Esq 3 de barra	SR1	Barra	110
Esquema 1	AR1	Transformador	
Esquem 21	AR1	Barra	barra 2 110kv

Cantidad de esquemas: 5

**Instrumentos asociados al Esquema de Medición**

TC	TP	Instrumentos de Medición
Nro_Serie	Relacion_Transformacion	Devanados
TC5415	200-300/4	4
TC7412M	200-300/5	2

Cantidad: 2

**Conexiones**

Instrumento de Medición IM4578I Tipo de Conexión Delta

Transformador de Corriente  Transformador de Potencial Devanado 3

Conectar
Eliminar Conexión

**Conexiones existentes en el esquema**

Arrastre un encabezado de columna aquí para agrupar

IM	Código del TC o TP	Tipo_Equipo	Conexión	Devanado
IM4578I	TC5415	TC	Estrella	1
IM4578I	TC7412M	TC	Estrella	3
IM4578I	TP45123L	TP	Estrella	3

? Ayuda
Salir

**Anexo 13:** Autenticar Usuario





Anexo 14: Cambiar clave

**Cambiar Clave**  
Modificar la clave de acceso al SIGERE

Nombre de Usuario: Reinaldo Ponce Iglesias

Clave anterior: xxxxxxxxxxxx

Nueva clave: xxxxxxxxxxxx

Confirmar clave: xxxxxxxxxxxx

✓ Aceptar    ✗ Cancelar    ? Ayuda

## Anexo 15: Reporte de relevadores por subestación



 **Listado de relevadores por subestación**

---

**Subestación: SE89**

Relevador	Esquema	Código del TC o TP	Tipo de Equipo	Devanado
R45879L	Esquema proteccion barra			

---

**Subestación: SE9**

Relevador	Esquema	Código del TC o TP	Tipo de Equipo	Devanado
R56445K	Esquema diferencial de línea			

---

**Subestación: SR1**

Relevador	Esquema	Código del TC o TP	Tipo de Equipo	Devanado
R51456P	prueba			
R78459P	Esquema 1	TC54552J	TC	1

## Anexo 16: Reporte de instrumentos de medición por subestación



The screenshot shows a web browser window with a title bar containing navigation and utility icons. The main content area features the UNE logo (a red lightning bolt) and the title "Listado de instrumentos de medición por subestación". Below the title, there are two sections, each starting with "Subestación:" followed by a substation ID. Each section contains a table with five columns: "Instrumento de Medición", "Esquema", "Código del TC o TP", "Tipo de Equipo", and "Devanado".

<b>Subestación: SR1</b>				
Instrumento de Medición	Esquema	Código del TC o TP	Tipo de Equipo	Devanado
IM1452L	Esquema de linea			
IM1452P	Esquema de linea			

<b>Subestación: SR4</b>				
Instrumento de Medición	Esquema	Código del TC o TP	Tipo de Equipo	Devanado
IM4578I	Esquema 2	TC5415	TC	1
IM4578I	Esquema 2	TC7412M	TC	3
IM4578I	Esquema 2	TP45123L	TP	3

## Anexo 17: Reporte de transformadores de corriente por subestación



The screenshot shows a web browser window with a title bar containing navigation icons and a 'Close' button. The main content area displays the UNE logo (a red fist holding a lightning bolt) and the title 'Listado de transformadores de corriente por subestación'. Below the title, there are two tables of data, one for substation SR1 and one for substation SR4. Each table has four columns: 'Transformador de Corriente', 'Voltaje Nominal', 'Relación de Transformación', and 'Devanados'.

<b>Subestación: SR1</b>			
Transformador de Corriente	Voltaje Nominal	Relación de Transformación	Devanados
TC54552J		400-600/5	1
TC5896L	25		5

<b>Subestación: SR4</b>			
Transformador de Corriente	Voltaje Nominal	Relación de Transformación	Devanados
TC5415		200-300/4	4
TC7412M		200-300/5	2

**Anexo 18:** Reporte de transformadores de potencial por subestación

 **Listado de transformadores de potencial por subestación**

---

**Subestación:** SR1

Transformador de Potencial	Voltaje Primario	Fase	Devanados
TC1	1	A	2
TC784	8	B	4
TC85	89	B	2

## Anexo 19: Reporte de esquemas de medición por subestación

The screenshot shows a web browser window with the following content:

**UNE**  
UNIÓN ELÉCTRICA

## Esquemas de Protección por Subestación

**Subestación:** AR1

**Conexiones del Esquema:** Esq de ciego      **Equipo primario protegido:** Barra

Rele	Código del TC o TP	Tipo de equipo	Conexión	Nro. del devanado
------	--------------------	----------------	----------	-------------------

**Subestación:** SE86

**Conexiones del Esquema:** Esq diferencia de barra 2      **Equipo primario protegido:** Barra


Rele	Código del TC o TP	Tipo de equipo	Conexión	Nro. del devanado
------	--------------------	----------------	----------	-------------------

**Subestación:** SE89

**Conexiones del Esquema:** Esquema proteccion barra      **Equipo primario protegido:** Barra

**Anexo 20:** Reporte de esquemas de medición por subestación

The screenshot shows a web browser window with the following content:



## Esquemas de Medición por Subestación

**Subestación:** AR1

**Conexiones del Esquema:** Esquem 21

**Equipo primario que mide:** Barra

Instrumento de Medición	Código del TC o TP	Tipo de Equipo	Conexión	Devanado

**Subestación:** SR1

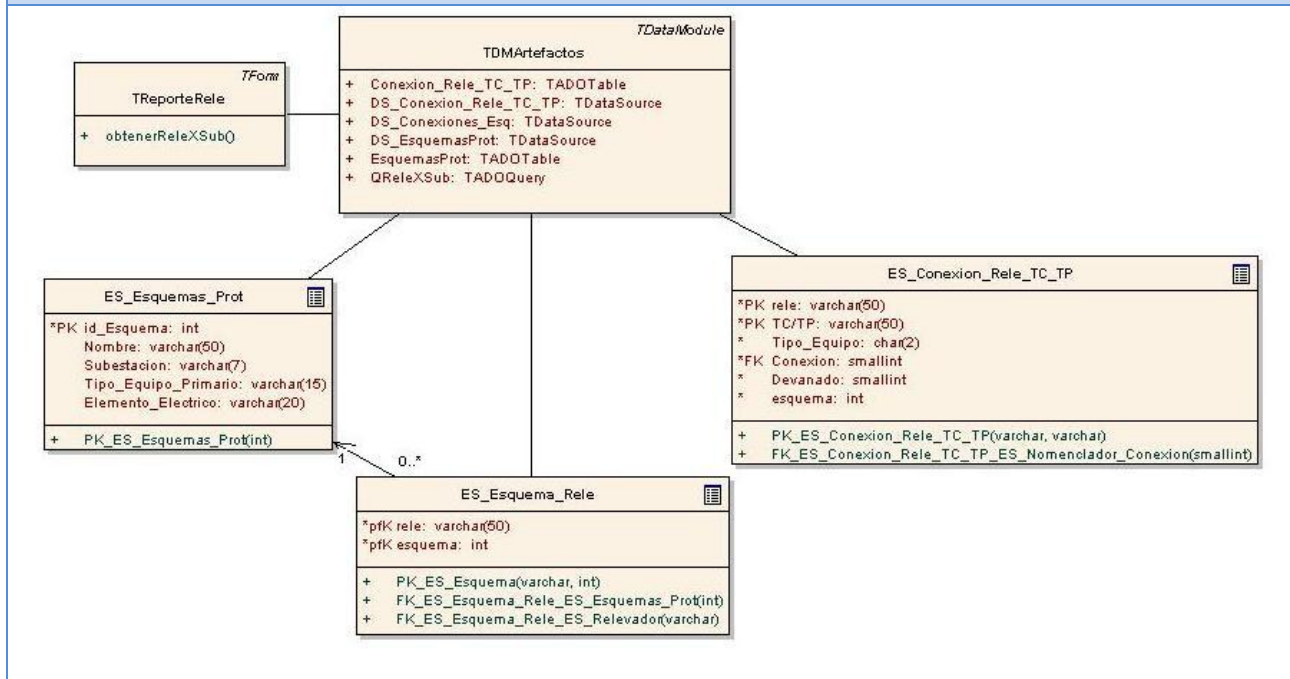
**Conexiones del Esquema:** Esquema de linea

**Equipo primario que mide:** Desconectivo

Instrumento de Medición	Código del TC o TP	Tipo de Equipo	Conexión	Devanado

Anexo 21: Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte relevadores por subestación

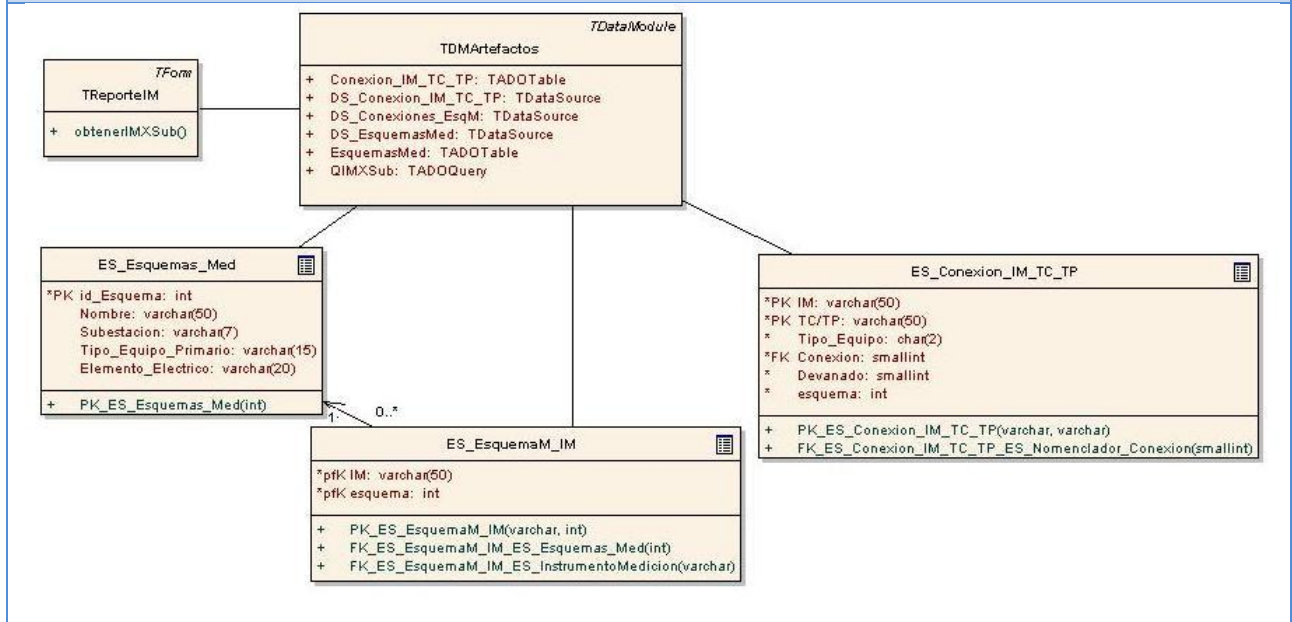
Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte relevadores por subestación





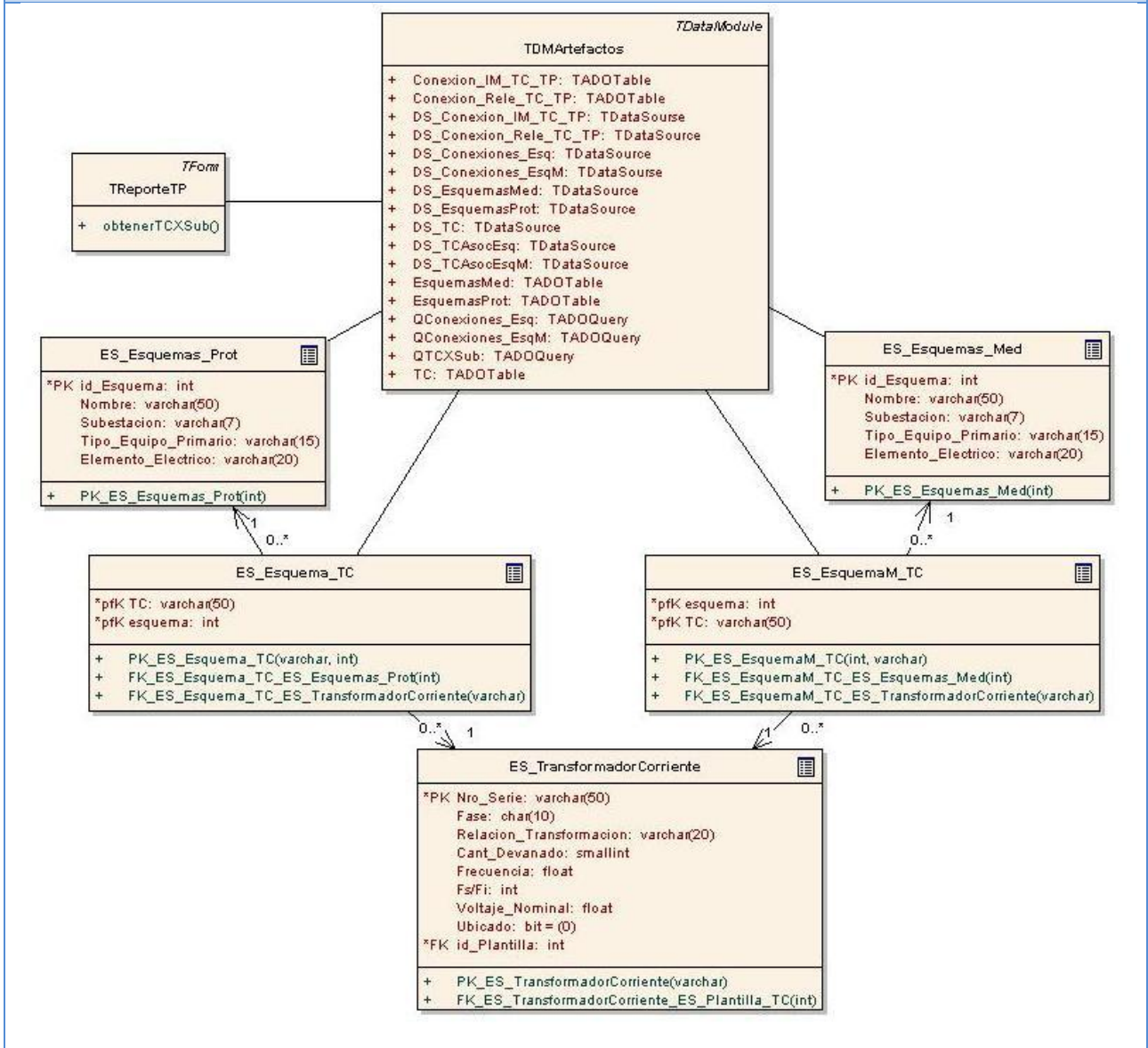
**Anexo 22:** Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte instrumentos de medición por subestación

**Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte instrumentos de medición por subestación**



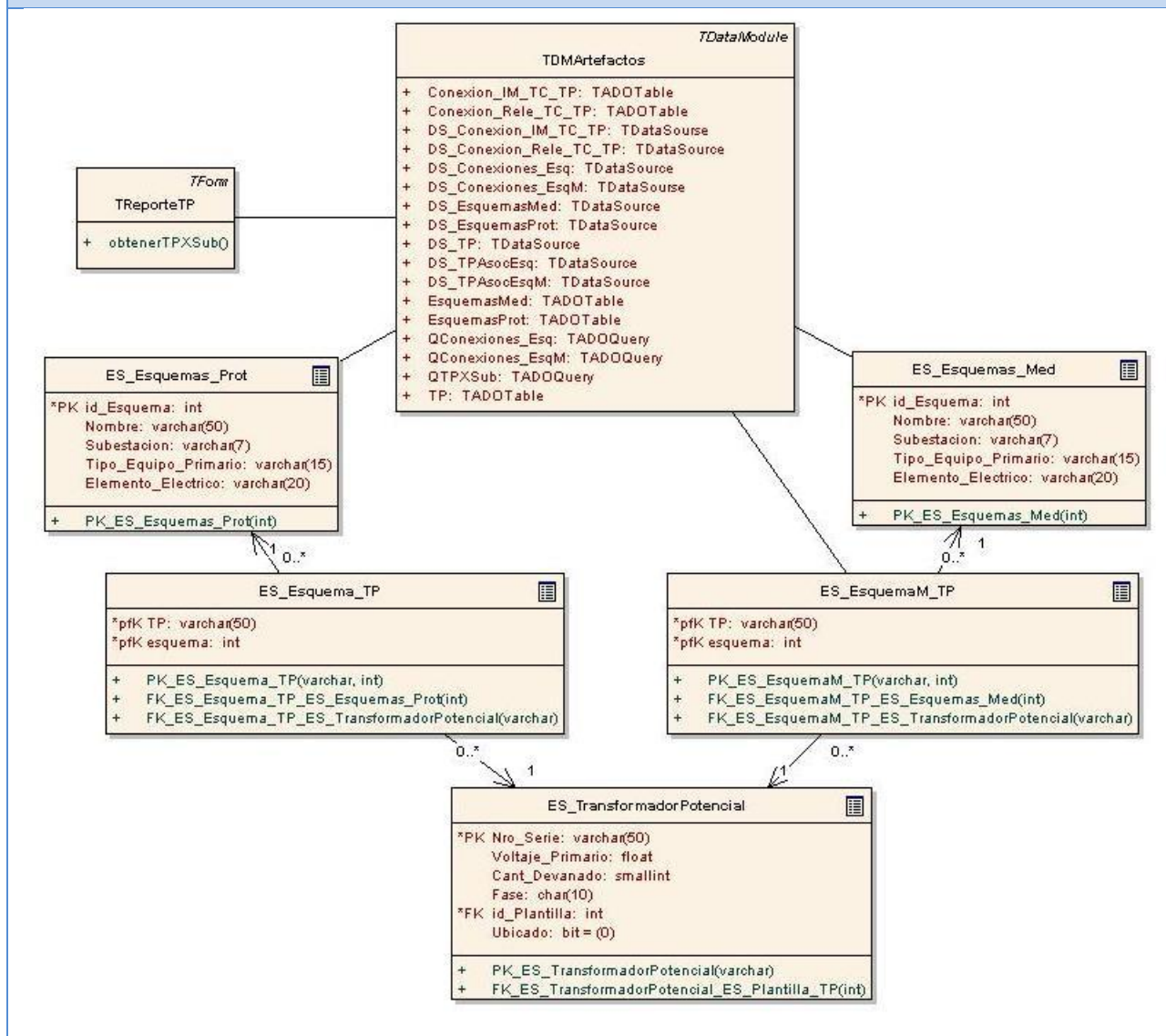
**Anexo 23:** Diagrama de clases del diseño del CU: Reportes transformadores de corriente por subestación

**Diagrama de clases del diseño del CU: Reportes transformadores de corriente por subestación**



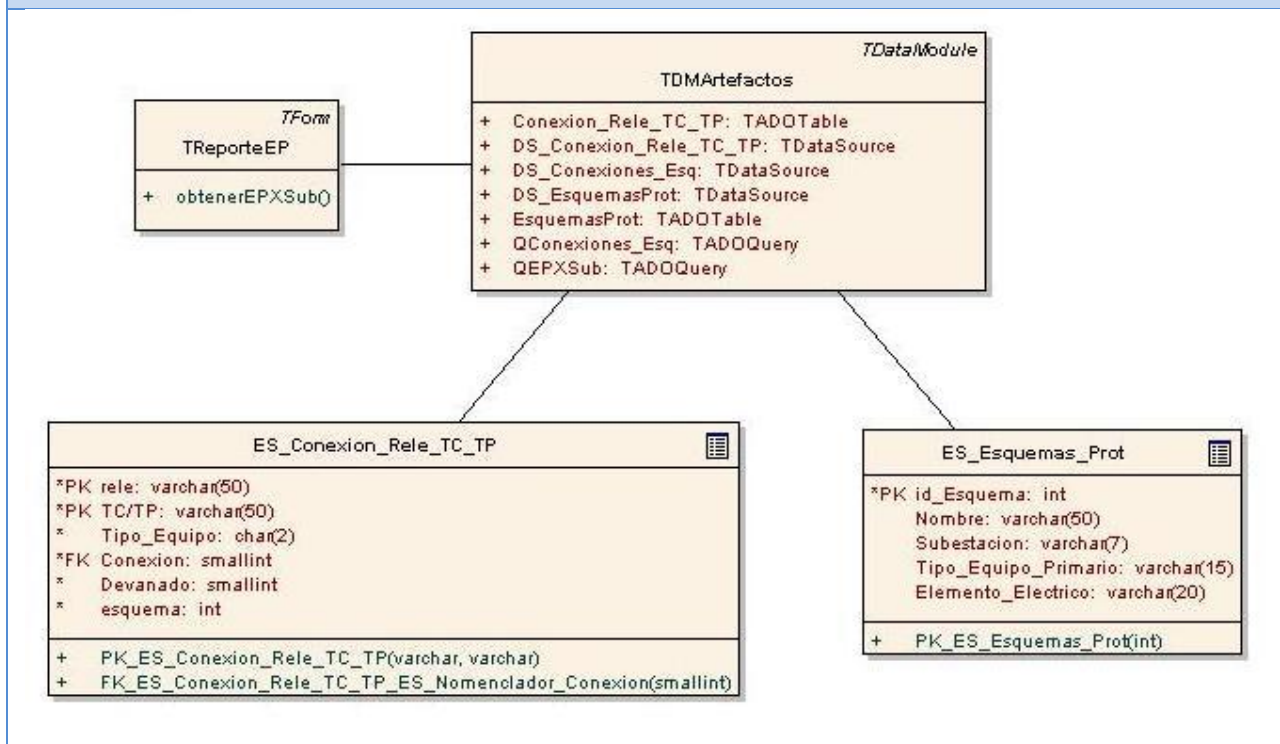
**Anexo 24:** Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte transformadores de potencial por subestación

**Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte transformadores de potencial por subestación**



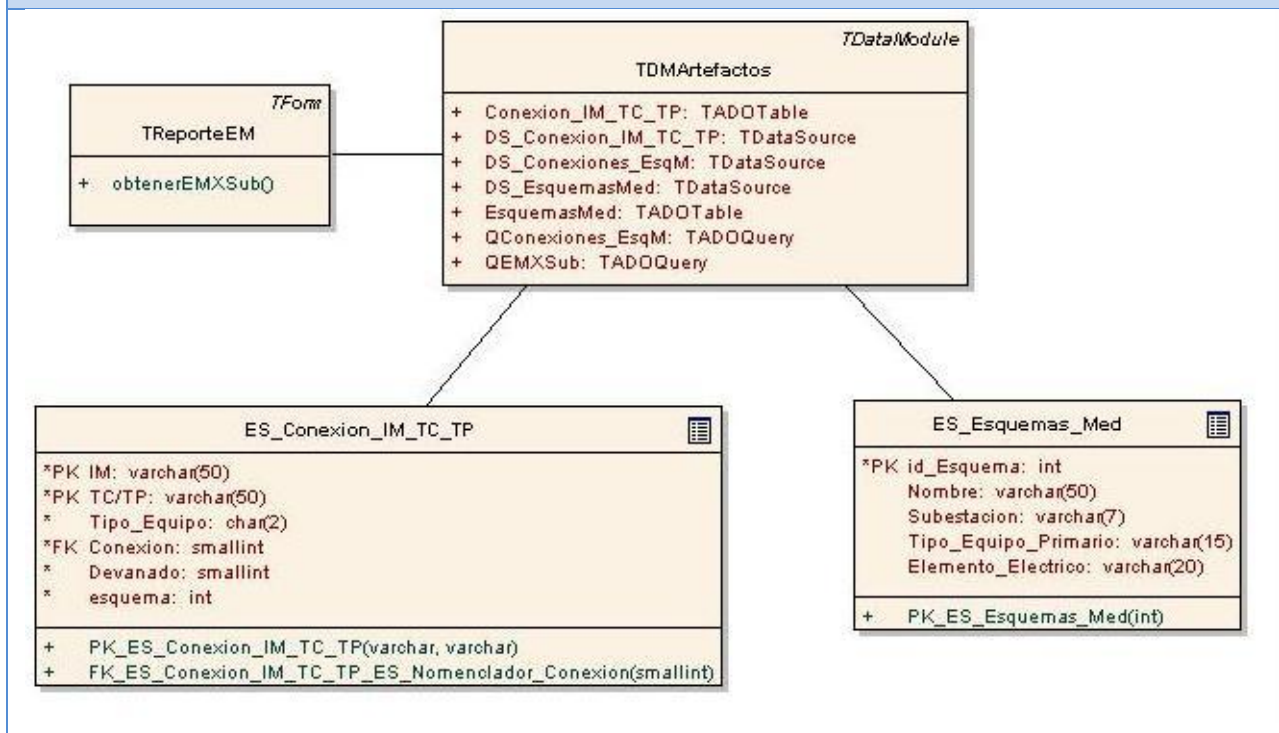
**Anexo 25:** Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte esquemas de protección por subestación

**Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte esquemas de protección por subestación**



**Anexo 26:** Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte esquemas de medición por subestación

**Diagrama de clases del diseño del CU: Reporte esquemas de medición por subestación**



Anexo 27: Modelo de datos

