



*Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas*

*Título: Propuesta de una línea base de requisitos  
genéricos para la Línea de Productos  
de Software SCADA del Centro de Desarrollo de  
Informática Industrial.*

*Autor(a): Alianna Rivero Soria.*

*Tutor(a): Ing. Belkis Grissel González Rodríguez.*

*La Habana, 2011*

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Declaro ser autor de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

\_\_\_\_\_  
Alianna Rivero Soria

\_\_\_\_\_  
Ing. Belkis Grissel González Rodríguez.

**DATOS DE CONTACTO**

**Nombre y apellidos:** Belkis Grissel González Rodríguez.

**Institución:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

**Título:** Ingeniero en Ciencias Informáticas.

**e-mail:** bgonzalez@uci.cu

Ingeniero en Ciencias Informáticas, en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) en el 2007, Profesor Instructor de la UCI, con 4 años de experiencia en su desempeño laboral.

## AGRADECIMIENTOS

*A mi Madre:* A quien me dio dos grandes regalos, el primero, la vida y el segundo, la libertad para vivirla. A quien, con compromiso y entrega permanente estuvo presente, tanto en mis deseos como en mis acciones para superarme y consolidarme como ser humano. A quien me hizo aprender que el amor, el trabajo y el conocimiento deben de ser manantiales de mi existencia y el reflejo fiel del ejercicio de mi decisión. A quien me ha enseñado a combatir a diario la mediocridad, haciendo de esto la batalla más difícil y la victoria más hermosa. A quien me mostró que la consumación plena de mi existencia solo se logra con la fe puesta en lo que soy, puedo y hago. A quien me ha enseñado con sus hechos y convicciones que existir es cambiar, que cambiar es madurar y que madurar es crearse uno así mismo constantemente.

*A quien me ha heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: Amor.*

*A quien sin escatimar esfuerzo alguno ha sacrificado por mí gran parte de su vida, me ha formado y educado. A quien la ilusión de su existencia ha sido él haberme convertido en persona de provecho. A quien nunca podré pagar todos sus desvelos ni con las riquezas más grandes del mundo. Al ser universalmente más querido. Dios la bendiga por siempre.*

*Mamá gracias, a ti debo lo que soy hoy, una vez más por ti una meta más en mi vida se ha cumplido. Mil palabras no bastarían para agradecerte tu apoyo y tu comprensión en los momentos difíciles. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida, por compartir mis penas y mis alegrías, mis pequeñas victorias y dolorosos fracasos, siempre recibiendo de ti la palabra de aliento que me dio la fuerza para seguir luchando. Hoy, que me he convertido en una ingeniera, me dispongo a conquistar nuevas metas y a lograr mi realización personal. Por todo esto, te ofrezco todo mi agradecimiento mi respeto y mi amor. A ti debo este logro, y contigo lo comparto. Con todo mi cariño:*

*A mi papá:* Papi ante todo darte las gracias por tus palabras de aliento en mis momentos más tristes. Por tus silencios elocuentes que me calman dulcemente, por tu mirada sabia y profunda, por tu expresión tan serena, por tu paciencia. Gracias por haberme educado así, estoy orgullosa de ser como soy y eso te lo debo a ti, cuando me equivoco me ayudas, cuando dudo me aconsejas y siempre que te llamo estás a mi lado. Te quiero papá, gracias.

*A mi hermano:* A ti por ser el motivo por el cual vivo cada día, porque directa e indirectamente has contribuido al cumplimiento de mis más importantes metas, y porque has sido también una fuente de estímulo y dedicación a esta mi

carrera como ingeniera. Recibe este reconocimiento a cambio de lo mucho que me has apoyado durante toda las etapas de mi vida.

**A Islema:** Quien durante años ha sido mi amiga, confidente, hermana y me ha brindado un gran apoyo en todo momento, significas mucho en mi vida, te debo gran parte de cuanto he aprendido durante los años que hemos estado compartiendo en la universidad, gracias por todo amiga mía, te quiero mucho.

**A mi familia:** Mi tía Berta, Catalina, a Marta, a mi abuela Zenaida, a la que quiero con toda mi vida, a mis tíos, a todos mis primos aquí presentes, a mi otra mamá Amarilis que es también muy importante para mí, a mi nana, al novio gracias por estar aquí y compartir conmigo en este gran momento, Nelsito, Odalys, Fidel, Migdalys. Agradecerles por todo el apoyo que me han brindado durante el transcurso de mi carrera, gracias por ello y por creer en mí.

**A Yadira:** Mis fuerzas, mi sustento aquí en la escuela cada vez que no me siento bien, la que comparte conmigo mis penas así como mis alegrías, a ti también te agradezco gran parte de lo que has hecho, muchas gracias.

**A Annia, a Sindy:** Con las cuales he compartido muchísimo a pesar de que nos conocimos en 3er año, he aprendido mucho de ustedes para no decir demasiado, las quiero mucho y muchas gracias por siempre estar ahí y por tenerme siempre presente.

**A mi tutora Belkis:** A quien debo todo mis agradecimientos, por su esfuerzo, empeño y dedicación, eres la mejor tutora del mundo, gracias por tener siempre un tiempo para mí a pesar de todo el trabajo que siempre tenías, por tu amor y comprensión, por tu paciencia, gracias por ser como eres, estoy orgullosa de tenerte como tutora, realmente cuando hablo de ti lo hago con tremendo orgullo, porque te lo mereces.

**Mis compañeros:** A Mailin, gracias por tu ayuda, a todos mis amigos de 1er año, a quienes nunca olvidaré y siempre tendré presente, gracias por todos los momentos que pasamos juntos, a los que he conocido con el paso del tiempo, la Muñi, a Rudny Rangel, gracias a ti que también me has enseñado mucho y un sin fin más, a los cuales también adoro.

A las muchachas del 90103, 90104, 90105 a Yasmina, Loraima las cuales jugaron un papel muy importante en mi vida, a Amaya, Wilma y a masita que no están pero que no las olvido, gracias por haber formado parte de mi vida.

### DEDICATORIA

*Quiero dedicar mi trabajo final primero que todo a mi familia, a mis padres, mi hermano y principalmente a las personas que hoy no pueden compartir conmigo este gran momento.*

*A mi abuela Caridad por la cual trato de enlazar las palabras que con lágrimas salen de mi alma, palabras que en este momento no quisiera decir, palabras que acompañan ésta tristeza por una ausencia que no esperaba, la nostalgia me visita otra vez trayendo a la memoria recuerdos de esa gran mujer, una mujer maravillosa, llena de fuerza, llena de vitalidad, llena de vida, tengo tanto que decir pero su ausencia enmudece mi voz y sencillamente no puedo. **Abuela**, esto te quiero decir, y sé que me escucharás porque no te has ido y nunca te irás porque estás en cada latido en cada lágrima en cada suspiro. Ahora mismo estás viva, pues tu esencia sigue, tu recuerdo, tu ejemplo, tu valor y tu esfuerzo han quedado plasmados en nuestra memoria y escritos con letras doradas en el corazón. Mujer admirable, no has muerto, y nunca lo harás porque no se muere cuando el corazón deja de latir se muere cuando en los recuerdos se deja de existir y tu estas presente, estas aquí, estas viva, para todos, para mí. Te amo abuela, y cuando llegue a tu lado enséñame a volar.*

*A mi tío **Andrés**, que aunque no esté presente físicamente, sé que está orgulloso de mi y que anhelaba esto tanto como yo. Lo quiero mucho.*

*A mis **amigos**, y a todas aquellas personas que de una forma u otra aportaron su granito de arena para poder hacer un sueño realidad.*

## **RESUMEN**

El trabajo de diploma “Propuesta de una línea base de requisitos genéricos para la Línea de productos de software en los sistemas de automatización, control y adquisición de datos del Centro de Informática Industrial”, tiene como objetivo fundamental la creación de una línea base de requisitos genéricos de manera que contribuya a mejorar el tiempo de entrega del producto y a reducir las tasas de defectos en los mismos. Para obtener los requisitos de esta Línea de Producto de Software se hizo necesario elaborar el marco teórico de la investigación a través del estudio y análisis de los conceptos fundamentales, las diferentes técnicas, metodologías de análisis de dominio que se ponen en práctica durante la etapa de la ingeniería de requisitos, la cual es una de las más relevantes durante la fase de construcción de un producto software, y a su vez es la etapa donde más problemas se presentan, debido a la falta de experiencia de los analistas como máximos responsables de llevarla a cabo.

Como resultado de esta propuesta se obtuvo una especificación de requisitos comunes lo más correcta y completa posible, de manera que satisfaga las necesidades del cliente, y sirva de repositorio en el que, en función de la necesidades del usuario, se obtuvieran los requisitos seleccionándolos de esta serie de requisitos estandarizados, los cuales mediante relaciones de rastreabilidad, indicarán que componentes de software deberían ensamblarse para implementar un sistema que diera al cliente la solución a sus problemas.

**Palabras claves:** *línea base, requisitos, SCADA.*

## INDICE

<b>INTRODUCCION</b> -----	<b>1</b>
<b>Capítulo 1 “Fundamentación Teórica”</b> -----	<b>7</b>
<b>1.1 Definición de Línea Base</b> -----	<b>7</b>
1.1.1 Línea base de requisitos-----	7
<b>1.2 LPS</b> -----	<b>7</b>
<b>1.3 Metodologías de análisis de dominio</b> -----	<b>11</b>
1.3.1 FODA (Análisis de dominio orientado a funciones)-----	11
1.3.2 DARE: Análisis del ámbito y el medio ambiente de la reutilización-----	12
1.3.3 FORE: Familia de requisitos-----	12
1.3.4 Impacto de la ingeniería de dominio en el ciclo de vida del software-----	13
1.3.5 Pilares para una LPS-----	14
1.3.7 Enfoques de adopción de una LPS-----	15
<b>1.4 Requisitos</b> -----	<b>15</b>
1.4.1 Clasificación de requisitos funcionales del software en función del grado de detalle-----	16
1.4.2 Ingeniería de Requisitos-----	16
1.4.3 Técnicas utilizadas en los distintos procesos de la etapa de la IR-----	17
<b>1.5 Estudio y análisis de líneas bases existentes de requisitos comunes en sistemas SCADA</b> -----	<b>19</b>
<b>Capítulo 2: “Propuesta de Solución”</b> -----	<b>22</b>
<b>2.1 Situación actual de los proyectos de la facultad 5 en la IR</b> -----	<b>22</b>
<b>2.3 Metodología de análisis de dominio a utilizar</b> -----	<b>24</b>
2.3.1 Aplicación de la metodología seleccionada para la obtención de la línea base de requisitos-----	24
<b>2.4 Selección y aplicación de las técnicas utilizadas en la fase de obtención de requisitos</b> ---	<b>27</b>
<b>2.5 Selección y aplicación de las técnicas utilizadas en la fase de análisis de requisitos</b> -----	<b>53</b>
<b>2.6 Selección y aplicación de las técnicas utilizadas en la fase de especificación de requisitos.</b> -----	<b>54</b>
<b>2.7 Selección y aplicación de las técnicas utilizadas en la fase de validación de requisitos</b> ---	<b>59</b>
<b>Capítulo 3: “Validación de la propuesta de la línea base definida”</b> -----	<b>61</b>
<b>3.1 Método seleccionado para validar la línea base definida</b> -----	<b>61</b>
<b>3.2 Criterios de evaluación para la selección de los especialistas</b> -----	<b>61</b>
3.2.1 Especialistas seleccionados. Características-----	62
<b>3.3 Diseño del cuestionario</b> -----	<b>67</b>
3.3.1 Criterios de evaluación para el cuestionario referente a la propuesta de la línea base-----	67
3.3.2 Resultados de los cuestionarios-----	68
<b>3.4 Análisis de la concordancia en la valoración de aspectos (coeficiente de Kendall)</b> -----	<b>71</b>
<b>Consideraciones parciales</b> -----	<b>74</b>

<b>Conclusiones Generales</b> -----	<b>75</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> -----	<b>76</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> -----	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b> -----	<b>80</b>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Dominios de Aplicación de la línea de productos de SCADA. ....2  
Figura 2: Resultados tras un análisis de dominio. .... 10  
Figura 3: Modelo de proceso de software incluyendo actividades propias de la ingeniería de dominio. .... 13

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Proyectos SCADA. ....22

Tabla 2: Valores para evaluar cuantitativamente. ....70

Tabla 3: Resultados de las evaluaciones de los especialistas. ....71

## INTRODUCCION

La ingeniería de software es un área muy extensa de la computación que proporciona a los desarrolladores y creadores de software, un conjunto de procedimientos y técnicas para el buen desarrollo, implementación e incluso mantenimiento de software.

La disciplina, dentro de la Ingeniería de software encargada de lidiar con los deseos y necesidades de los usuarios, es la Ingeniería de Requisitos (IR). Tradicionalmente, la IR se ha extendido como una parte borrosa del ciclo de vida del software, en la que se obtiene una especificación formal de unas ideas informales.

Esta etapa es determinante para el logro de un producto de calidad, pues los errores relacionados con los requisitos son los más caros de corregir durante la construcción del software. Su importancia estriba en que, de la definición de los requisitos dependerá la definición de las etapas subsecuentes del desarrollo de software, es decir, que si no se descubren los requisitos que se encuentran en el ambiente del sistema o son encontrados en una etapa avanzada del desarrollo del mismo, se tendrá que retroceder nuevamente a la etapa de requisitos y esto provocaría cambios en el sistema, retraso en la entrega del producto o entrega de un producto de software incompleto o poco funcional.

La IR está compuesta por dos procesos: el Desarrollo de Requisitos (DR) que abarca las actividades de obtención, análisis, especificación y validación de los requisitos y el proceso de Gestión de Requisitos (GR) que consiste en administrar los cambios de requisitos, las relaciones entre ellos, las dependencias entre las especificaciones de requisitos y otros documentos producidos en el proceso de desarrollo de software.

El DR cumple un papel primordial en el proceso de producción de software, ya que se enfoca en un área fundamental: la definición de lo que se desea producir. Su principal tarea consiste en la generación de especificaciones correctas que describan con claridad, sin ambigüedades, en forma consistente y compacta, las necesidades de los usuarios o clientes, minimizando de esta manera, los problemas relacionados al desarrollo de sistemas.

Con el fin de obtener buenos resultados después de haber aplicado varios procesos al producto de software en cuanto a la automatización de los sistemas, muchas empresas, compañías e instalaciones aplican programas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), estos sistemas son una

aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores (computadores), se extienden sobre una gran distancia (kilómetros / millas)., proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios.

Actualmente los SCADA son empleados en una gran variedad de aplicaciones de diversas industrias: pesadas, ligeras o de bienes; ver figura.1.



**Figura 1: Dominios de Aplicación de la línea de productos de SCADA.**

El DR en estos sistemas es un proceso complicado atendiendo a la complejidad de los mismos. En las entrevistas realizadas a los analistas de los Productos de Software SCADA del CEDIN, que son los encargados de lograr una visión de conjunto y componer una especificación de requisitos completa, correcta y consistente, se evidenció la existencia de una serie de problemas (en algunos casos comunes) durante la etapa de Desarrollo de Requisitos, entre los cuales se identificaron los siguientes:

- Los analistas no tienen una idea clara de lo que se desea construir debido a la complejidad de estos sistemas.
- Actualmente existen requisitos en la LPS SCADA que presentan problemas: no son estables y además están escritos a un nivel de detalle del sistema (requisitos del sistema o a nivel de equipo de desarrollo), que no permiten que los mismos sean utilizados para la validación con el cliente y para que sean entendidos por cualquier usuario sin conocimiento técnico del tema, que se interese en el producto.
- Los analistas se basan para la obtención de los requisitos del cliente en el estudio de documentación relacionada con el tema, información brindada por el cliente y en algunas características de otros sistemas SCADA existentes.

- Una vez obtenidos estos requisitos no son traceados con los requisitos del sistema, por lo que existe el riesgo de que se quede alguno sin desarrollar y por tanto no se cumplan las expectativas del cliente.
- Una vez especificados estos requisitos (con problemas), los analistas se intercambian estos documentos, reutilizando la información de los mismos, lo que conlleva a la repetición de errores.
- Debido a esto las especificaciones de requisitos que existen actualmente en los productos SCADA del CEDIN no incluyen todas las funcionalidades que debe tener el sistema, excluyendo así algunas características importantes, por lo que se está trabajando con especificaciones que no están correctas.
- Los analistas no tienen experiencias y habilidades en la IR de sistemas industriales por lo que se aplican en los mejores casos pocas técnicas de IR.
- No existe una estrecha relación de trabajo entre automáticos, analistas y el especialista del dominio (en algunos casos este último no existe), esto trae consigo que no se entienda bien el dominio del problema y que se use un lenguaje técnico que conlleve al no entendimiento de las partes involucradas.
- Inestabilidad en los requisitos solicitados por el cliente.
- Demoras en informaciones pedidas al cliente.

Todas estas anomalías han contribuido en algunos productos a que aumente el número de errores existentes en la etapa de requisitos, a que la misma se extienda un poco más de lo planificado y en otros casos a que se tenga que retroceder a la etapa inicial por la aparición de nuevos requisitos, lo que ha conllevado a un alto nivel de reproceso de actividades que deben realizarse para corregir dichas fallas, todo esto junto a otros factores ha ocasionado retrasos en el cronograma, aumento en el costo de los productos, y por ende demoras en la entrega a tiempo de los productos a los clientes.

A partir de esta situación se define como **Problema Científico**:

Los métodos que actualmente se utilizan para el Desarrollo de Requisitos en los productos de Software SCADA no contribuyen a una eficiente reutilización de los requisitos.

De ahí que el **objeto de estudio** de la presente investigación se centre en la disciplina de IR en la LPS.

Teniendo como **Campo de Acción** IR en la LPS SCADA del CEDIN.

Para responder al problema científico se definió como **Objetivo General**:

Desarrollar una Propuesta de línea base de requisitos genéricos en las LPS SCADA en el CEDIN.

De acuerdo con el problema científico la **Idea a Defender** de la investigación se plantea de la siguiente manera:

Si se propone una línea base de requisitos genéricos en las LPS SCADA, habrá un mejoramiento en el tiempo de entrega del producto, reduciendo así las tasas de defectos del mismo.

Para lograr los objetivos trazados se realizaron las siguientes **Tareas Investigativas**:

- Estudio de los principales conceptos relacionados con el marco teórico de la investigación para fundamentar teóricamente la misma.
  - Estudio de conceptos y características relacionados con la IR.
  - Identificación de conceptos y características de la Línea de Productos de Software.
  - Estudio de las características fundamentales de los SCADA como LPS.
  - Análisis de las metodologías de análisis de dominio a utilizar en la etapa de la IR.
- Estudio del estado del arte sobre las líneas bases de requisitos comunes en la LPS SCADA para justificar el desarrollo de la investigación.
- Análisis a través de entrevistas de la situación actual en el DR en los productos SCADA del CEDIN para detectar incongruencias existentes en el proceso.
- Selección de la metodología de análisis de dominio a utilizar para obtener el activo de software identificado.

- Desarrollo de las etapas de obtención, análisis, especificación y validación de requisitos en la LPS SCADA del CEDIN, así como las técnicas a utilizar en cada una de estas para mejorar el proceso de DR en estos productos.
- Obtención de la línea base de requisitos comunes de las LPS SCADA para contribuir a la reutilización en el CEDIN.
- Validación de la línea base propuesta a través del método seleccionado.

Para el cumplimiento de estas Tareas Investigativas se ponen en práctica varios métodos y técnicas en la búsqueda y procesamiento de la información como son:

El método que se utilizó en la investigación fue el **histórico-lógico** y el **dialéctico** para el estudio crítico de los antecedentes utilizando estos como punto de referencia y comparación de los resultados alcanzados.

Además se evidenció el **analítico-sintético** al descomponer el problema de investigación en elementos por separado y profundizar en el estudio de cada uno de ellos, para luego sintetizarlos en la solución la propuesta.

### **Métodos empíricos:**

Se puso en práctica el método de **la entrevista** para obtener los principales problemas que existen en productos SCADA a la hora de desarrollar los requisitos.

La **Novedad Científica** de la tesis se expresa en el aporte fundamental de la misma que es una Propuesta de línea base de requisitos genéricos que sirva de referencia para el DR en LPS en productos SCADA del CEDIN. Una vez que surja un nuevo producto SCADA, en función de las necesidades del usuario, se obtendrían los requisitos seleccionándolos de esta línea base de requisitos genéricos, los cuales mediante relaciones de rastreabilidad, indicarían que componentes de software deberían ensamblarse para implementar un sistema que diera al cliente la solución a sus problemas.

### **Descripción de los Capítulos**

**Capítulo 1:** “Fundamentación teórica”, enfocado en el basamento teórico de las LPS, LPS SCADA,

Ingeniería de Requisitos y metodologías de análisis de dominio. Se desarrolla el estado del arte de la investigación analizándose las tendencias actuales de los temas a estudiar.

**Capítulo 2:** “Propuesta de Solución”, sección donde se abordarán las problemáticas presentes durante el proceso de DR en productos SCADA del CEDIN. Se expondrán todas las técnicas que se seleccionaron para llevar a cabo el DR y posteriormente ofrecer una propuesta de solución para dar respuesta a la situación representada.

**Capítulo 3:** “Validación de la propuesta de la línea base definida”, esta sección se centra en la validación de la solución propuesta, se define el método utilizado para proceder con la validación para verificar que la propuesta sea eficiente y que cuente con la calidad requerida.

## Capítulo 1 “Fundamentación Teórica”

### Introducción

El presente capítulo pretende brindar el marco teórico en el que se desarrolla el trabajo, el cual ofrece un fundamento sólido a la solución que se propone. Es vital realizar este estudio preliminar para enmarcar la investigación y arrojar los primeros resultados.

#### 1.1 Definición de Línea Base

Una **línea base** es una especificación o producto que ha sido revisado formalmente, sobre el que se ha llegado a un acuerdo, y que de ahí en adelante servirá como base para un desarrollo posterior que puede cambiarse solamente a través de procedimientos formales de control de cambios.

Actualmente existen muchos proyectos que ponen en práctica la creación de las líneas bases ya que las mismas hacen que estos sean terminados con la calidad y eficiencia requerida debido a su capacidad de evaluar el desempeño y la estimación exacta del futuro mejorado. Esta investigación se centrará específicamente en el estudio de la línea base de requisitos.

##### 1.1.1 Línea base de requisitos

Es el conjunto de requisitos funcionales que el equipo del proyecto se ha comprometido a implementar en una etapa específica durante el proceso de desarrollo del software. Es una versión aprobada de la especificación de requisitos del software.

Debido a la introducción sistemática de la reutilización en ingeniería de requisitos se puede llegar a un cambio radical en estos planteamientos habituales sobre el proceso a seguir, conduciendo hacia una ingeniería de requisitos basada en líneas de productos.

#### 1.2 LPS

Según el **Instituto de Ingeniería de Software (SEI)**: “Una LPS es un conjunto de sistemas de software compartiendo características comunes y administradas que satisfacen las necesidades específicas de un segmento de mercado particular o misión y que son desarrolladas de forma prescrita a partir de un conjunto común de elementos clave”. (1)

"...Se refieren a técnicas de ingeniería para crear un portafolio de sistemas de software similares, a partir de un conjunto compartido de activos de software, usando un medio común de producción".(2)

De manera general las LPS se refiere a un conjunto de elementos claves para producir sistemas de software que comparten características comunes pero al mismo tiempo mantienen sus particularidades.

Las LPS basan su funcionamiento principal en la reutilización, garantizando que al utilizar este concepto un elemento de software libre de defectos, implicará que el sistema que lo use no tendrá problema alguno en lo que respecta a dicho elemento.

Las mismas prometen beneficios tales como disminución en el esfuerzo de desarrollo y mantenimiento, tiempo en llegar al mercado más corto y mejoras de calidad. Todo ello como consecuencia de una reutilización planificada y sistemática de activos software.

### **LPS SCADA**

Es por ello que hoy en día la construcción de las LPS constituye uno de los más grandes avances para el futuro de grandes empresas y para la realización de varios sistemas de software como los sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), en los cuales se centrará el estudio de este trabajo.

Las principales funcionalidades de estos productos se centran básicamente en las siguientes características:

- Tratamiento de alarmas (información visual, sonora, texto).
- Tratamiento histórico de la información (mediante su incorporación en bases de datos), procesamiento en tiempo real, manejo masivo de datos (miles de variables) y persistencia de los mismos.
- Infraestructura de comunicación en tiempo real entre diferentes aplicaciones y dispositivos de control: PLC's (Controladores lógicos programables), PACs (Controlador de automatización programable), RTU o DRIVER's (Variadores de velocidad de motores), incluyendo las normas para diagramación de procesos e instrumentación.
- Desarrollo de manejadores (drivers) para la comunicación con los dispositivos de control, requiere que el equipo necesite cierta especialización y conocimiento sobre los actuadores que van a programar.

- Las operaciones y cálculos que debe realizar el sistema en tiempo real con los datos adquiridos.
- Amplio campo de acción donde se pueden implementar estos sistemas.
- Relaciones estrechas de trabajo entre automáticos, ingenieros de software y el especialista del dominio donde se vaya a instalar el sistema: este último posee una cantidad significativa de conocimiento especializado en forma de conocimiento tácito que los ingenieros de software deben obtener y modelar.
- Sistemas distribuidos geográficamente.

Las dos principales etapas que deben ser desarrolladas en la construcción de una línea de producto son la ingeniería del dominio y la ingeniería de la aplicación. En las siguientes secciones se describe el proceso llevado a cabo en cada una de las fases y los correspondientes entregables construidos.

## 1.2.1 Fases o etapas para implementar una LPS

En una LPS se propicia una reutilización a alto nivel, desarrollando los elementos comunes que servirán como base para la generación de cada miembro de la familia. Las etapas esenciales a ejecutar son tres:

1. De **ingeniería de dominios**, en la cual se desarrollan los elementos comunes, abarca todas las actividades para la construcción de los activos básicos de una LPS. Estas actividades incluyen identificar uno o más dominios, capturar las partes variables y comunes dentro de un dominio (análisis de dominio), y definir los mecanismos para traducir requisitos en sistemas creados a partir de los activos base.
2. De **ingeniería de aplicaciones**, la misma se encarga del desarrollo de los productos de la LPS a través de la reutilización e integración de los activos de software y los planes de producción.
3. Un conjunto de actividades que orquestrarán las dos etapas anteriores., que asegurarán que se puedan ejecutar de manera ordenada la ingeniería de dominios y la ingeniería de aplicaciones.

El presente trabajo se centrará en la etapa de Ingeniería de dominio ya que en la misma se definen artefactos con características comunes, como lo es el documento de especificación de requisitos comunes de un software, entre otros.

### Ingeniería del dominio

Dentro de este proceso se han diferenciado dos etapas: *análisis de dominio* e implementación del dominio, durante el desarrollo de la presente investigación se hará énfasis en el estudio de la primera etapa cuyo propósito es crear y almacenar los activos de software que se emplearán para desarrollar los productos de software.

## Análisis de Dominio

Los elementos (o activos de software) generados en estas actividades son los requisitos, modelo(s) del dominio, modelo(s) de diseño, lenguajes de dominio específico, generadores de código, componentes de código, casos de prueba, entre otros. El alcance de este trabajo está dirigido hacia el estudio y formalización de las características comunes de los sistemas de software SCADA (requisitos comunes).

A continuación se muestran los resultados que se obtienen al aplicar el análisis de dominio.



**Figura 2: Resultados tras un análisis de dominio.**

Las fuentes de información sobre el dominio consistirán en todo el conocimiento disponible de las aplicaciones existentes para el área de actividad: documentación de diseño, de operaciones, de usuario, estándares, normas aplicables, modelos, código fuente, y las aplicaciones propiamente dichas, también se

incluirá en este grupo los usuarios y las personas con conocimiento experto en el área. Las entradas del análisis de dominio no se limitan exclusivamente a fuentes documentales.

Los resultados de la actividad de análisis, en los que se plasmará el modelo de dominio obtenido como resultado, incluirán un glosario o terminología con los conceptos significativos del dominio, las normas o estándares aplicables (en los casos en que aplique) y los llamados modelos de características que reflejan los aspectos comunes del activo de software definido.

Es necesario notar que el análisis de dominio es un proceso que itera continuamente ya que tanto los requisitos como el ámbito de aplicación de un producto de software no suelen ser estáticos.

El análisis de dominio utiliza una serie de metodologías que tienen como finalidad la captura y adquisición del conocimiento como entradas del proceso y son las encargadas de procesar esta información y transformarla en las salidas del mismo. Ver figura 2.

## 1.3 Metodologías de análisis de dominio

### 1.3.1 FODA (Análisis de dominio orientado a funciones)

FODA es una es una metodología desarrollada para la aplicación del análisis de dominio, la misma define las etapas del método y los resultados obtenidos en cada una de ellas. A continuación se describen brevemente las etapas del método:

**Análisis del contexto:** el principal objetivo de esta etapa es la completa caracterización del dominio, debido a esto se obtiene un modelo de la información consistente en un diagrama de estructura y un flujo de datos.

**Modelado del dominio:** una vez preparado el entorno de trabajo se procede a la localización de semejanzas y diferencias dentro de las aplicaciones que forman parte del ámbito de trabajo:

- análisis de características.
- modelado entidad-relación.
- análisis funcional.

**Modelado de la arquitectura del dominio:** esta fase proporcionará una base o modelo de arquitectura que será independiente para cada una de las aplicaciones del dominio.

## 1.3.2 DARE: Análisis del ámbito y el medio ambiente de la reutilización

Es una herramienta CASE que proporciona un entorno de trabajo y una metodología que facilita las tareas propias del análisis de dominio: extracción de información sobre el ámbito de aplicación, adquisición y almacenamiento de dicha información.

El objetivo de DARE es realizar de forma consecutiva una arquitectura genérica del dominio, compuesta por los componentes y la relación que hay entre ellos, de forma que se destaquen sus parecidos y diferencias en funcionalidad. Como resultado del análisis de dominio se obtendrá, también, documentación sobre éste y un sistema de clasificación automatizado organizado por facetas.

## 1.3.3 FORE: Familia de requisitos

FORE establece una metodología para el análisis de requisitos dentro de un ámbito de aplicación o área con el objetivo de crear requisitos generales que puedan ser instanciados para la obtención de aplicaciones concretas dentro del dominio. Es decir, se trabaja con la idea de productos o aplicaciones genéricos que engloben los rasgos comunes que sean instanciables de un subtipo de sistemas dentro del ámbito. FORE define los pasos siguientes: (Redondo, 2002).

- 1. Establecimiento de los grupos de trabajo.** Normalmente estos grupos constarán de: especialistas del dominio que lo componen el experto de dominio (experto informático) y por otro lado el experto por el dominio en cuestión llamados por algunos especialistas el analista del dominio, que contribuirán en los aspectos más técnicos del trabajo, además de los diseñadores que colaboran en la obtención de productos genéricos; gestores para la administración del trabajo entre los grupos y clientes que, aportando su punto de vista, colaboren en el análisis de los productos.
- 2. Análisis del producto.** Se define un producto genérico que sea común para un conjunto de clientes o usuarios dentro del dominio. La fuente de información sobre el dominio consistirá en todo el conocimiento disponible de las aplicaciones, de usuario, estándares y normas aplicables, modelos, código fuente, y las aplicaciones propiamente dichas. También se incluirá en este grupo los usuarios y las personas con conocimiento experto en el área.
- 3. Estructuración de los requisitos.** Para cada producto genérico se identifican y formalizan los requisitos comunes. Se almacenarán de forma jerárquica, donde se incluyen también aquellos

requisitos que se derivan de los comunes, y se han obtenido del estudio sobre los distintos sistemas de información sobre los que se ha realizado el análisis de dominio.

## 1.3.4 Impacto de la ingeniería de dominio en el ciclo de vida del software

Una vez que se ha decidido reutilizar elementos de software, el proceso de creación de los sistemas se ve radicalmente modificado. Hoy en día, sin embargo, no es factible enfocar la inclusión de un proceso de reutilización sistemático sin la inclusión de las actividades propias de la ingeniería de dominio.

A continuación se muestra uno de los modelos propuestos para adaptar el proceso de software a estas nuevas necesidades. En esta investigación se estudiará la zona que se encuentra sombreada en el modelo, ya que el objetivo de la misma es llevar a cabo el proceso de análisis de dominio y reutilización de los requisitos comunes como resultado de esta etapa y punto de partida para los requisitos de la futura aplicación.

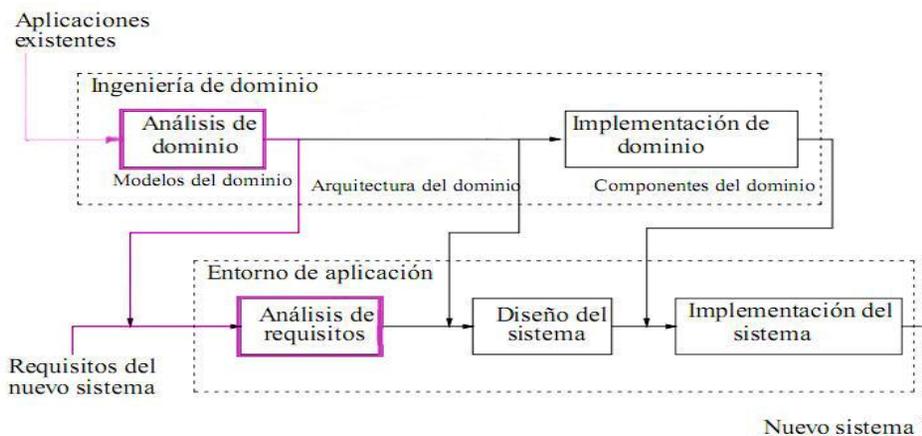


Figura 3: Modelo de proceso de software incluyendo actividades propias de la ingeniería de dominio.

Las actividades asociadas a este proceso se dividen en dos fases o ciclos diferentes:

**Actividades propias de la ingeniería de dominio:** Es en esta fase donde se analiza el ámbito de aplicación, es decir se analiza y se crean los componentes reutilizables propios del mismo.

**Actividades propias de la creación de un sistema software:** En esta fase es donde se realiza la obtención de una nueva aplicación propia del dominio, parte de un conjunto de requisitos, aquellos que sean propios del nuevo sistema se desarrollarán partiendo de cero, en caso de que sean requisitos comunes de la aplicación pueden ser reutilizados solamente aprovechando el trabajo realizado en la fase anterior.

La efectividad de las LPS se basa fundamentalmente en la reutilización, en donde se hace uso de un mismo conjunto de activos de software durante la fase de desarrollo de cada producto. Esta estrategia forma parte de uno de los pilares en los que se sustentan las LPS los cuales se analizan a continuación.

### 1.3.5 Pilares para una LPS

Según el Maestro en Ingeniería de Software las LPS se apoyan sobre distintos pilares:

1. **Desarrollo de productos y la gestión:** son fundamentales para conseguir que la política de reutilización intensiva de software que implica una LPS se lleve a cabo.
2. **Desarrollo de activos básicos:** tiene como resultados la definición del alcance de la LPS, la arquitectura de la LPS y el resto de los activos básicos (todo aquello que sea común a varios miembros de la familia de productos), junto al plan de producción de los miembros de la familia de productos a partir de los activos básicos. (3)

El presente trabajo se enfocará en el estudio del pilar desarrollo de activos básicos, específicamente en los requisitos de software como activos básicos de la LPS obtenidos de la etapa de DR de la IR.

### 1.3.6 Definición de Activos Básicos de software

Para implantar una LPS tienen que existir partes de software previamente elaboradas, estas son denominadas activos básicos.

Julio Mellado Torio define un activo básico como:

“Todo aquello que constituyen la base de la LPS, ejemplos de ellos son la arquitectura, los componentes

reutilizables, los modelos del dominio, los requisitos, la documentación, las especificaciones, los modelos de rendimiento, la planificación, los presupuestos, los planes de prueba, los casos de prueba, los planes de trabajo y las descripciones de procesos”. (4)

Después de haber hecho un breve análisis acerca de los activos de software, se llegó a la conclusión de que no son más que una colección de partes de software que se configuran y componen para producir los productos de la línea que se utilizan como base para todos los miembros que conforman la LPS.

El estudio de este trabajo se centra en los requisitos de software como activos básicos de una LPS SCADA debido a la importancia que representa la IR en el desarrollo de una LPS. Para obtener los activos básicos que conformarán la LPS se realizó un estudio sobre los diferentes enfoques de adopción de una LPS los cuales serán mencionados a continuación.

### 1.3.7 Enfoques de adopción de una LPS

Se han planteado varios enfoques como estrategia para realizar la adopción de una LPS:

**Proactivo:** Funciona cuando la implantación de la LPS se hace desde cero, es decir que aún no se cuenta con sistemas de software que pertenecerán a la familia. Debido a la complejidad y al enorme esfuerzo que demanda este enfoque, es apropiado para las empresas que tienen una visión muy clara de los productos que conformarán la familia.

**Extractivo:** Inicia con la selección de uno o más sistemas ya existentes, que serán parte de la familia de productos; efectuando un tipo de ingeniería inversa para extraer los artefactos de software comunes para establecerlos como elementos comunes y modelar la variabilidad que existe entre ellos.

**Reactivo:** Toma la esencia del proceso de espiral o iterativo para efectuar la transición poco a poco. Se realizan los pasos como en el enfoque proactivo, pero para cada ciclo o espiral, de esta manera se van eliminando riesgos y se va aclarando la visión de las similitudes y variabilidades de los productos que serán miembros de la familia.

## 1.4 Requisitos

A través de los años se ha podido constatar que los requisitos son la pieza fundamental en un producto de desarrollo de software, según Roger S. Pressman en el libro de ISW “Un enfoque práctico”, “los requisitos comprenden necesidades de información y control, funcionalidad del producto y comportamiento,

rendimiento general del producto, diseño, restricciones de la interfaz y otras necesidades especiales. (5)

“Una condición o necesidad de un usuario para resolver un determinado problema o alcanzar un determinado objetivo. (6)

Analizando las definiciones anteriores se puede partir del concepto de que un requisito es una capacidad, condición, necesidad de un usuario, estipulada por un contrato formal impuesto al inicio del proceso que debe cumplir un sistema para alcanzar un objetivo específico.

Estos se pueden clasificar en funcionales y no funcionales, de los cuales interesan inicialmente los requisitos funcionales (requisitos de usuario) ya que representan el nivel más abstracto de conocimiento sobre un dominio particular por lo que al reutilizar a partir de los requisitos se incrementa el nivel de abstracción de los elementos reutilizables. Por otra parte no se dispone de experiencias sistemáticas de reutilización de requisitos en la LPS SCADA, en consecuencia, la investigación relacionada con los requisitos como activos básicos de la LPS SCADA está justificada.

## 1.4.1 Clasificación de requisitos funcionales del software en función del grado de detalle

- **Requisitos de usuario/cliente:** Son declaraciones en lenguaje natural y en diagramas de los servicios que se espera que el sistema proporcione y de las restricciones bajo las cuales debe operar. Deben describir los requisitos funcionales de tal forma que sean comprensibles para los usuarios, sin conocimiento técnico detallado y deben redactarse en un lenguaje sencillo, utilizando tablas y formularios sencillos y diagramas intuitivos.
- **Requisitos de sistema/software:** descripción detallada de las funciones, servicios y restricciones del sistema. Debe definir exactamente QUÉ es lo que se va a implementar. Puede ser parte del contrato entre el cliente y los desarrolladores.

## 1.4.2 Ingeniería de Requisitos

El término Ingeniería de Requisitos ha surgido para englobar los procesos de desarrollo y gestión de requisitos en el ciclo de vida de un producto determinado, el primero enfocado a las actividades de obtención, análisis, especificación y validación de los requisitos que permitirá definir correctamente lo que se desea producir y el segundo centrado en la administración de los mismos, que tiene como propósito la gestión de los cambios y la trazabilidad.

A continuación se brinda una breve explicación acerca de los distintos procesos que se llevan a cabo durante la etapa de la IR y las diferentes técnicas que se utilizan para poder realizar una mejor obtención, análisis, especificación y validación de los requisitos y que ayudan al analista a entender mejor el problema en cuya solución trabajarán.

## **1.4.3 Técnicas utilizadas en los distintos procesos de la etapa de la IR**

### **1.4.3.1 Obtención de los requisitos del software y técnicas utilizadas en el proceso**

El proceso de obtención describe y propone algunas de las técnicas que se utilizan para obtener los productos con la calidad requerida, este es muy importante, debe de ser muy efectivo ya que la aceptación del producto dependerá de cuanto este satisfaga las necesidades del cliente. Las técnicas más habituales en la obtención de requisitos son las entrevistas, la tormenta de ideas, los Sistemas existentes, los Cuestionarios y listas de verificación. (7)

#### La Entrevista.

Resulta una técnica muy aceptada dentro de la Ingeniería de Requisitos y su uso está ampliamente extendido. Las entrevistas le permiten al analista tomar conocimiento del problema y comprender los objetivos de la solución buscada.

#### Tormenta de ideas.

La tormenta de ideas es una técnica de reuniones en grupo cuyo objetivo es la generación de ideas en un ambiente libre de críticas o juicios.

#### Sistemas existentes

Esta técnica consiste en analizar distintos sistemas ya desarrollados que estén relacionados con el sistema a ser construido.

#### Cuestionarios y lista de verificación

Esta técnica requiere que el analista conozca el ámbito del problema en el que está trabajando. Consiste en redactar un documento con preguntas cuyas respuestas sean cortas y concretas, o incluso cerradas por unas cuantas opciones en el propio cuestionario.

### **1.4.3.2 Análisis de los requisitos de software y técnicas utilizadas en el proceso**

Los métodos de análisis de requisitos del software, facilitan al analista aplicar principios de análisis fundamentales, dentro del contexto de un método bien definido. La mayoría de los métodos de análisis de requisitos son conducidos por la información, de esta etapa depende en gran mayoría el logro de los objetivos finales del producto de software. (7)

### Orientada a puntos de vista.

Toma en cuenta la existencia de varias perspectivas y provee de un marco de trabajo para descubrir conflictos. Un "punto de vista" puede significar:

- Una fuente o consumidor de datos.
- Un marco de trabajo de la representación (un tipo de modelo).
- Un receptor de servicios.

### Etnografía.

Técnica de observación para entender requisitos sociales y organizacionales, es especialmente efectiva para descubrir requisitos derivados de la cooperación y conocimiento de las actividades de la gente.

### **1.4.3.3 Especificación de los requisitos del software y técnicas utilizadas en el proceso**

La Especificación de Requisitos define de forma precisa el producto de software que se va a construir, se procede a llevar dichos requisitos al lenguaje del cliente de la forma más clara y concisa posible para el buen entendimiento del mismo. Entre las técnicas utilizadas para la especificación de requisitos se encuentran. (7)

### Plantillas o patrones.

Esta técnica, recomendada por varios autores, tiene por objetivo el describir los requisitos mediante el lenguaje natural pero de una forma estructurada. Una plantilla es una tabla con una serie de campos y una estructura predefinida que el equipo de desarrollo va cumplimentando usando para ello el lenguaje del usuario. Las plantillas eliminan parte de la ambigüedad del lenguaje natural al estructurar la información. Cuanto más estructurada sea esta menos ambigüedad ofrece.

### Lenguajes Formales.

Otro grupo de técnicas que merece la pena resaltar como extremo opuesto al lenguaje natural, es la utilización de lenguajes formales para describir los requisitos de un sistema.

## Glosario y ontologías.

La diversidad de personas que forman parte de un proyecto de software hace que sea necesario establecer un marco de terminología común. Por esta razón son muchas las propuestas que abogan por desarrollar un glosario de términos en el que se recojan y definan los conceptos más relevantes y críticos para el sistema.

### **1.4.3.4 Validación de los requisitos del software y técnicas utilizadas en el proceso**

La validación de requisitos es una actividad muy importante, pues un levantamiento de requisitos con errores que no se detecten a tiempo, además de no conducir a resultados inesperados provoca costos excesivos y gran pérdida de tiempo. (7)

## Construcción de prototipos.

Un prototipo es una versión inicial de un sistema de software que se utiliza para demostrar los conceptos, probar las opciones de diseño y entender mejor el problema y su solución, puede revelar errores u omisiones en los requisitos propuestos, favorece la comunicación entre clientes y desarrolladores, da una primera visión del producto.

## Revisión.

Esta técnica consiste en la lectura y corrección de la documentación o modelado de la definición de requisitos. Con ello solamente se puede validar la correcta interpretación de la información transmitida.

## Auditorías.

La revisión de la documentación con esta técnica consiste en el chequeo de los resultados contra una lista de chequeo predefinida o definida a comienzos del proceso, es decir, sólo una muestra es revisada.

## **1.5 Estudio y análisis de líneas bases existentes de requisitos comunes en sistemas SCADA**

Durante el desarrollo de la investigación se encontraron varios productos SCADA desarrollados internacionalmente: en Australia, el mayor sistema SCADA en el mundo basado en Windows, estrechamente relacionado con yacimientos minerales llamado Olympic Dam; en Dinamarca y Suecia

existe otra instalación que controla y automatiza el tráfico; en Madrid un SCADA para el telecontrol, así como otros SCADA como el Movicom y el WinCC, entre otros, de ellos solo se encontró algunos artículos a nivel internacional donde se plantean las características de los mismos, pero no en términos de línea base de requisitos comunes que puedan ser reutilizados, si han realizado algún trabajo dirigido a la reutilización los mismos no se conocen pues no han sido publicados.

En Cuba actualmente se encuentran instalados algunos sistemas SCADA, específicamente en algunas provincias del país como Villa Clara y Holguín donde se encuentra el sistema SCADA EROS, enfocado más bien a la supervisión, control y monitoreo en tiempo real de la energía consumida por cada uno de los 169 municipios que contiene el país, dicho sistema al igual que los otros contiene una línea base propia del producto desarrollado.

En los proyectos productivos del CEDIN se está comenzando a utilizar el enfoque de la reutilización, este es un proceso nuevo dentro del centro ya que hay poca experiencia en el tema, se está organizando la estructura del mismo en LPS para contribuir a una mejora en la calidad de los productos y el tiempo de entrega de los mismos. Por la situación antes mencionada en el CEDIN surge como una necesidad desarrollar un mecanismo que viabilice el proceso de reutilización de requisitos, debido a que los analistas no tienen experiencias y habilidades en la IR de sistemas industriales, actualmente existen requisitos en la LPS SCADA que presentan problemas: no son estables y además están escrito a un nivel de desarrollador los cuales no son entendidos por los clientes. Los requisitos del cliente una vez que son obtenidos no son traceados con los requisitos del sistema, por lo que existe el riesgo de que se quede alguno sin desarrollar, por tanto los analistas se intercambian los documentos (con problemas), reutilizando la información de los mismos, lo que conlleva a la repetición de errores.

Debido a esto las especificaciones de requisitos que existen actualmente en los productos SCADA del CEDIN no incluyen todas las funcionalidades que debe tener el sistema, por tanto, surge la idea de realizar una línea base de requisitos comunes para las LPS que contribuya a reutilizar los requisitos de manera eficiente, mejorando el tiempo de entrega del producto y reduciendo las tasas de defectos.

Por tanto, surge la idea de realizar una línea base de requisitos comunes para las LPS en los sistemas SCADA del CEDIN que contribuya a reutilizar los requisitos de manera eficiente, mejorando el tiempo de entrega del producto y reduciendo las tasas de defectos.

### **Consideraciones parciales**

Luego de realizar un estudio de los principales conceptos relacionados con el tema de investigación se descubrió que existen pilares y enfoques para crear una LPS, que existen técnicas para llevar a cabo el desarrollo de la línea base propuesta de forma estructurada y organizada, lo que da una noción de cómo conformar la línea base que se propondrá en el siguiente capítulo.

.

Capítulo 2: “Propuesta de Solución”

Introducción

En este capítulo se brindará una propuesta de solución para dar respuesta al problema científico planteado, sección donde se abordarán las problemáticas presentes durante el proceso de DR en productos SCADA del CEDIN, se selecciona la metodología de análisis de dominio que se utilizará para obtener los requisitos comunes de la LPS SCADA, así como las técnicas que utilizadas para llevar a cabo el DR de forma que se contribuya a obtener una especificación de requisitos lo más correcta posible.

2.1 Situación actual de los proyectos de la facultad 5 en la IR

Se realizó una investigación en seis proyectos productivos de la facultad, con el objetivo de comprobar la situación actual que existe en la IR. Se realizó una entrevista basándose en algunas inquietudes sobre este tema (**Anexo1**), aplicada a un grupo de analistas de los proyectos de la facultad 5, entre los que se encuentran estudiantes y profesores.

A continuación en la **Tabla.1** se muestra los nombres de los proyectos SCADA donde fueron entrevistados los analistas, la categoría según el tipo de cliente (nacional e internacional) y la cantidad de analistas a los que se le realizó dicha entrevista.

Producto	Categoría	Cantidad de Personas entrevistadas
SCADA Guardián Alba	Internacional	2
SCADA ETECSA	Nacional	2
SCADA OH	Nacional	3
SCADA Aguas Santiago	Nacional	4
SCADA Meteorología	Nacional	2
SCADA CIM	Nacional	2

Tabla 1: Proyectos SCADA.

El personal afirma que:

- Se han dado talleres que abarcan los temas de recopilación de requisitos pero los analistas no tienen una idea clara de lo que se desea construir debido a la complejidad de estos sistemas, esto trae consigo que no se haga una captura correcta y completa de los requisitos.
- Hay complejidad a la hora de desarrollar las etapas de IR, pues no tienen experiencias y habilidades en el trabajo con sistemas industriales por lo que se aplican en los mejores casos pocas técnicas de IR, todo esto trae consigo que las informaciones dadas por los usuarios o recopiladas por los mismos analistas de otros sistemas no llegan a ser suficientes.
- Existen requisitos en la LPS SCADA que presentan problemas: no son estables y además están escrito a un nivel de detalle del sistema (a nivel de equipo de desarrollo), que no permiten que los mismos sean utilizados para la validación con el cliente y para que sean entendidos por cualquier usuario sin conocimiento técnico del tema, que se interese en el producto.
- Se basan para la obtención de los requisitos del cliente en el estudio de documentación relacionada con el tema, información brindada por el cliente y en algunas características de otros sistemas SCADA existentes.
- Una vez obtenidos estos requisitos del cliente no son traceados con los requisitos del sistema, por lo que existe el riesgo de que se quede alguno sin desarrollar y por tanto no se cumplan las expectativas del cliente, los analistas se intercambian estos documentos (con problemas), reutilizando la información de los mismos, lo que conlleva a la repetición de errores.
- Los requisitos no son analizados, no se tiene conocimiento sobre las técnicas usadas para desarrollar esta actividad.

### 2.2 Enfoque de adopción de una LPS a utilizar

Después de analizar los enfoques anteriores se decidió escoger el extractivo, pues para el estudio de la disciplina de IR en LPS se utilizarán las especificaciones de requisitos de una familia de productos SCADA ya existentes. Este enfoque permitirá obtener todas las similitudes que existan en la familia de los productos SCADA que conformará la línea de productos.

### 2.3 Metodología de análisis de dominio a utilizar

Después de haber hecho un estudio de cada una de las metodologías que se utilizan para el proceso de análisis de dominio, se ha llegado a la conclusión de que la más adecuada para dar solución al problema planteado debido a sus características y funcionalidades es la metodología FORE que a diferencia de las demás posee una bibliografía explícita y entendible, brinda una mejor explicación acerca de cómo llevar a cabo la misma, ha sido la metodología más relevante en la breve historia del análisis de dominio y contribuye de una forma eficaz a una mejor estructuración y organización de la información.

#### 2.3.1 Aplicación de la metodología seleccionada para la obtención de la línea base de requisitos

##### 1. Establecimiento de los grupos de trabajo

Se consideran como parte del grupo de trabajo a los jefes de línea de los productos SCADA, algunos automáticos como especialistas del dominio en el tema referente a estos sistemas, los analistas de los proyectos SCADA que contribuirán en los aspectos más técnicos del trabajo aportando su punto de vista y colaborando en el análisis de los productos.

##### 2. Análisis del producto

Se definió un producto común para un conjunto de clientes o usuarios dentro del CEDIN que son los sistemas SCADA. La fuente de información fue extraída de la documentación referente al tema, a través del estudio de sistemas existentes dentro de la universidad (los mencionados en la Tabla.1 que se encuentra en el epígrafe 2.1) y fuera de la misma, como por ejemplo el SCADA Movicom y el SCADA WinCC.

Después del estudio realizado sobre el análisis del producto se determinó que dentro de las funcionalidades básicas de un sistema SCADA están las siguientes:

- Adquisición de datos, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.

- Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideran normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.
- Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

Para poder obtener las características y prestaciones propias de un sistema SCADA se debe conocer el entorno del mismo.

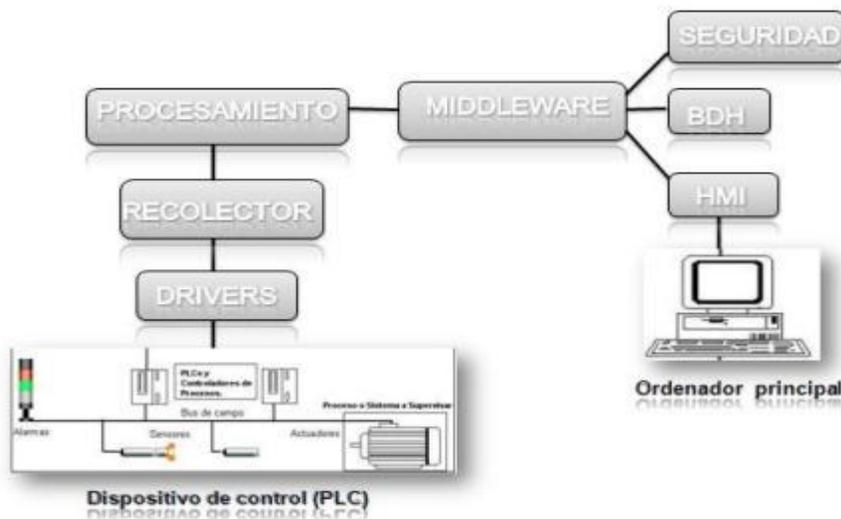


Figura 4. Entorno de un sistema SCADA

**PLC (dispositivo de control):** Son aquellos que permiten la automatización, control del sistema y captación de control del sistema.

**Ordenador principal:** Supervisa y recoge la información de todo el sistema.

Luego de realizar un estudio acerca de las distintas funcionalidades de los diferentes sistemas SCADA, se definen como módulos básicos los que aparecen a continuación:

### Módulos.

- **Configuración:** permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.

- **Interfaz gráfica del operador:** proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta.
- **Módulo de proceso:** ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.
- **Gestión y archivo de datos:** se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- **Comunicaciones:** se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.
- **Servicios:** interoperatividad y gestión del SCADA como son: mensajería, seguridad, balance de carga, etc.

El objetivo de este trabajo va enfocado hacia los productos que se desarrollan dentro de la universidad, específicamente en el CEDIN, el cual define como módulo de los sistemas SCADA los siguientes:

El módulo de HMI-QT, Procesamiento, Recolector, Base de Dato Histórico, Drivers, Seguridad, Configuración y Middleware. Estos módulos debido a sus funcionalidades se ven reflejados en los módulos básicos que conforman los sistemas SCADA de la siguiente manera:

- El módulo básico de **Interfaz gráfica del operador** comprende los módulos de HMI-QT.
  - HMI-QT comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo, de forma amena y evita tener que instalar software adicional para que el sistema funcione. La calidad del funcionamiento del sistema depende en gran medida del abarrotamiento y velocidad de la red.
- El módulo de **Proceso** comprende los módulos de Procesamiento y Recolector.
  - Procesamiento: que ejecuta las acciones de mando preprogramadas, y procesa toda la información recibida así como la detección de alarmas.
  - Recolector cuya función es recolectar toda la información obtenida a través de los drivers y enviarla al módulo de procesamiento para que de esa forma pueda ser procesada.
- El módulo de **Gestión y Archivo de Datos** que contienen el módulo de Base de dato Histórico (BDH), el cual tiene como función principal almacenar todos los datos recolectados y generados en el sistema para que puedan acceder a ellos.

- El de **Comunicaciones** que tiene los módulos Middleware y Drivers.
  - Middleware: es una capa que ofrece un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas.
  - Drivers: en este módulo se encuentran los controladores que permiten al sistema operativo interactuar, controlar y comunicarse con un dispositivo en particular, posibilitando así la transmisión de datos entre redes de computadoras.
- El módulo de **Servicios** que contiene el módulo de Seguridad, dicho módulo provee las funcionalidades necesarias para garantizar el trabajo autorizado por usuarios, además brinda las herramientas para la protección contra ataques maliciosos o involuntarios al sistema por parte de personas o recursos tales como fallas de corriente, problemas de red o servidores, entre otros.
- Además se encuentra también el módulo de **Configuración** que contiene al módulo de igual nombre Configuración, el mismo permite al usuario crear el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación que se desea desarrollar.

### 3. Estructuración de los requisitos

Como resultado de este paso se identificarán, se almacenarán de forma jerárquica y formalizarán los requisitos comunes y se incluirán aquellos requisitos que se derivan de los comunes añadiéndole las dependencias de unos con otros.

Para ello es necesario que se atravesase por las cuatro actividades del DR que son fundamentales para poder lograr así una buena obtención, análisis, especificación y validación de los mismos, el resultado de cada una de ellas contribuirá al cumplimiento de los objetivos generales de esta actividad de Estructuración de los requisitos.

A continuación se hace una selección de las técnicas aplicadas en cada una de las fases del DR.

#### 2.4 Selección y aplicación de las técnicas utilizadas en la fase de obtención de requisitos

La fase de obtención es muy importante, la misma debe de ser muy efectiva ya que la aceptación del producto dependerá de cuanto este satisfaga las necesidades del cliente. Para realizar la obtención de requisitos se utilizaron varias técnicas:

La **técnica de la entrevista**, se utilizó con el fin de reunir toda la información pertinente referente al objetivo central de la investigación, otra de las técnicas escogidas para la realización de este proceso durante la presente investigación fue la **tormenta de ideas** ya que promueven la creatividad y el entendimiento, para utilizar la siguiente técnica se puso en práctica el **enfoque reactivo** que al igual que la técnica de los **sistemas existentes** permitirá obtener todas las similitudes que existan en la familia de dichos productos que conformarán la línea base de requisitos de software.

Después de haber efectuado el proceso de obtención a los requisitos de los productos SCADA y de aplicar las técnicas correspondientes a dicho proceso se obtuvo como resultado, los requisitos funcionales básicos de cada módulo a nivel del equipo de desarrollo que conforman el sistema SCADA.

#### 2.4.1 Resultados adquiridos después de aplicar la fase de Obtención en la etapa de la IR en los productos de software SCADA del CEDIN

##### Requisitos básicos del Módulo de Base de Dato Histórico (BDH)

RF	Requisitos	Descripción
RFT1	El sistema será capaz de coleccionar en tiempo real de los datos del proceso.	El sistema será capaz de coleccionar en tiempo real los datos históricos del proceso. Estos estarán disponibles en diversos rangos de frecuencias y promedio, permitiendo el acceso de datos históricos en un tiempo configurable.
RFT2	El sistema será capaz de almacenar las variables de campo, de memoria, calculadas o por excepción, a partir de la configuración recibida.	El sistema debe permitir que se almacenen las variables periódicamente. Se requiere por cada variable la siguiente información: <ol style="list-style-type: none"><li>1. VariableID. Identificador de la variable en el Sistema.</li><li>2. Value. Estado (valor) de la variable en un instante de tiempo.</li><li>3. Quality. Calidad de la variable en un instante de tiempo (Buena, Mala o Incierta).</li><li>4. TimeStamp. Estampa de tiempo que marca el instante en que se capturó el dato.</li></ol>

RFT3	El sistema será capaz de conectar con todos los módulos, proveedores de alarmas.	El sistema debe ser capaz de conectarse a todos los módulos, proveedores de alarmas (Actualmente Procesamiento).
RFT4	El sistema será capaz de almacenar la ocurrencia de Alarmas como eventos.	<p>El sistema debe recibir la ocurrencia de las alarmas con los siguientes atributos: y a partir de la información recibida almacenarla como un evento. Los estados por los que transitaría las alarmas solo serían los siguientes: activa, reconocida y retorno a normal. Dentro de los campos de la alarma se pueden mencionar los siguientes.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>AlarmID:</b> Identificador de la alarma activada.</li> <li>2. <b>AlarmZone:</b> Área a la cual pertenece la alarma (Nota: no es necesario transmitir este dato siempre, es definido por configuración y su relación con AlarmID).</li> <li>3. <b>AlarmType:</b> Tipo de Alarma asociada (Nota: no es necesario transmitir este dato siempre, es definido por configuración y su relación con AlarmID).</li> <li>4. <b>Description:</b> Descripción de la alarma asociada (Nota: no es necesario transmitir este dato siempre, es definido por configuración y su relación con AlarmID).</li> <li>5. <b>Condition:</b> Condición que fue cumplida para activar la alarma (Nota: no es necesario transmitir este dato siempre, es definido por configuración y su relación con AlarmID).</li> <li>6. <b>AsocResorcelID:</b> Identificador del punto, dispositivo, módulo, etc relacionado con la alarma activada.</li> </ol>

		<p>7. <b>AsocResorceType:</b> Identifica si es un punto, dispositivo, módulo, etc, lo que está relacionado con la alarma activada. Este campo se utiliza para realizar las búsquedas.</p> <p>8. <b>Cause:</b> Define el valor del punto, rata de cambio o trama de calidad que causó la alarma.</p> <p>El significado de este atributo está directamente asociado al tipo de alarma que se generó, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el caso de una alarma de nivel, este campo indica el valor del punto en el instante que se produjo el disparo de la alarma.</li> <li>- En el caso de una alarma de falla de comunicación, el campo indica el valor del punto en el instante que se produjo el disparo de la alarma.</li> <li>- En el caso de una alarma de rata de cambio, el campo indica el valor de la rata de cambio del punto, calculada en el instante que se produjo el disparo de la alarma.</li> <li>- En el caso de una alarma de fallo del instrumento, a pesar de estar marcada en la calidad del dato, es importante que se guarde el valor del punto en el instante en que se generó la alarma.</li> <li>- Como el tipo de datos manejado para la calidad (usualmente WORD) y el valor (usualmente DOUBLE), son diferentes; se sugiere transmitir una UNION de ambos tipos.</li> </ul> <p>9. <b>Severity:</b> Severidad de la alarma activada (Nota: no es necesario transmitir este dato</p>
--	--	---

		<p>siempre, es definido por configuración y su relación con AlarmID).</p> <p>10. <b>ONTimeStamp:</b> Estampa de tiempo del instante en que se generó la alarma.</p> <p>11. <b>OFFTimeStamp:</b> Estampa de tiempo del instante que cesó la alarma.</p> <p>12. <b>ACKTimeStamp:</b> Estampa de tiempo del instante en que se reconoció la alarma.</p> <p>13. <b>RESETTimeStamp:</b> Estampa de tiempo del instante que se hizo la acción de RESET a la alarma.</p> <p>14. <b>State:</b> Si la alarma está activa, reconocida, etc.</p> <p>15. <b>OcurrenceNumber:</b> Número de ocurrencias de la alarma.</p>
RFT5	El sistema será capaz de almacenar las ocurrencias de todos los cambios realizados en las variables (evento) configuradas.	<p>El sistema debe almacenar los eventos con los siguientes atributos:</p> <p>1. <b>EventDescription:</b> Cadena que contiene la información del evento ocurrido (por ejemplo “Módulo de BDTR fuera de operación”).</p> <p>2. <b>EventType:</b> Identificador único del tipo de evento.</p> <p>3. <b>AsocResourceID:</b> ID del recurso asociado al evento (por ejemplo Id del punto, dispositivo, etc).</p> <p>4. <b>ResourceType:</b> Tipo de recurso asociado el evento, esto se utiliza porque en muchos sistemas los ID de los recursos pueden ser repetidos en categorías diferentes (por ejemplo un punto puede tener el mismo ID de una alarma)</p> <p>5. <b>UserID:</b> Identificador del usuario que produjo</p>

		<p>el evento.</p> <p><b>6. SourceID:</b> Identificador de la fuente del evento (por ejemplo Consola1. Despliege2).</p> <p><b>7. TimeStamp:</b> Instante en que se produjo el evento.</p> <p><b>8. OldValue:</b> Valor anterior del punto modificado</p> <p><b>9. NewValue:</b> Valor nuevo del punto</p>
RFT6	El sistema será capaz de proveer información sobre eventos, variables.	El sistema debe proveer a los usuarios, como consolas o interfaz de reportes la entrega de los datos solicitados por los mismos, los cuales podrán ser filtrados, por cualquiera de los campos existentes.
RFT7	El sistema será capaz de proveer los datos requeridos para la generación de tendencias.	El sistema debe proveer al módulo HMI los valores de los datos requeridos para la generación de tendencias. Estos valores son solicitados entre determinados períodos de tiempo y dicha solicitud puede pedirlos tal y como fueron registrados o aplicándoles algoritmos de filtrado de señales.

**Requisitos básicos del Módulo Interfaz Hombre - Máquina (HMI)**

RF	Requisitos	Descripción
RFT8	El sistema será capaz de almacenar una fábrica de Extensiones	El sistema debe proporcionar un mecanismo que permita almacenar la fábrica las diferentes extensiones.
RFT9	El sistema será capaz de incorporar una fábrica de Extensiones	El sistema debe proporcionar un mecanismo que permita incorporar la fábrica las diferentes extensiones.
RFT10	El sistema será capaz de eliminar una fábrica de Extensiones	El sistema debe proporcionar un mecanismo que permita eliminar la fábrica las diferentes extensiones.

RFT11	El sistema será capaz de modificar una fábrica de Extensiones	El sistema debe proporcionar un mecanismo que permita modificar la fábrica las diferentes extensiones.
RFT12	El sistema permitirá la conexión entre las extensiones.	El sistema debe proveer conexión entre las diferentes extensiones.
RFT13	El sistema debe ser capaz de crear extensiones.	En el sistema se podrán desarrollar dos tipos de extensiones: las extensiones que pueden embeber componentes de la fábrica de objetos o las extensiones para la creación de vistas. (Dichas vistas pueden ser propias de cada extensión y podrían estar contenidas dentro de la extensión de componentes de la fábrica que gestionaría el modelo de datos).
RFT14	El sistema debe ser capaz de buscar dependencias entre extensiones.	El sistema permitirá la búsqueda de dependencias existentes entre las extensiones en el mecanismo de carga de las mismas
RFT15	El sistema debe ser capaz de definir los tipos de extensiones.	El sistema debe definir agrupaciones de extensiones por interfaces.
RFT16	El sistema debe ser capaz actualizar vistas.	La aplicación permitirá actualizar las diferentes vistas que sean registradas.
RFT17	El sistema debe ser capaz de extender las funcionalidades.	El sistema permitirá extender las funcionalidades de los componentes mediante la interfaz que se provee de cada uno de estos.
RFT18	El sistema debe ser capaz de crear vistas	El sistema proveerá un mecanismo para la creación de vistas que permita mostrar la información en forma de árbol, lista o tabla.
RFT19	El sistema debe ser capaz de comunicar las extensiones	El sistema debe posibilitar un mecanismo de comunicación entre extensiones.

RFT20	El sistema debe ser capaz de administrar los cambios entre las extensiones.	Se debe proveer la posibilidad de administrar los cambios entre las extensiones, donde si una extensión base cambia su interfaz entonces se debe notificar a quienes dependen de ella para en consecuencia cambien su interfaz también.
RFT21	El sistema debe permitir que se guarden los recursos de las extensiones.	El sistema debe permitir que las extensiones guarden o exporten los recursos que puedan compartir.
RFT22	El sistema debe permitir que se agrupen los recursos.	Se debe permitir agrupar los recursos a compartir por tópicos.
RFT23	El sistema debe permitir el uso de tópicos.	El sistema debe facilitar el uso de los tópicos por quien lo registró.
RFT24	El sistema debe permitir que se eliminen recursos compartidos.	El sistema debe permitir eliminar recursos compartidos solo a aquellas extensiones que fueron los que compartieron dichos recursos para que fueran utilizados por las demás extensiones y se debe enviar notificación a la clase manejadora de recursos para la retroalimentación con los demás módulos.
RFT25	El sistema debe proveer un mecanismo para establecer la comunicación entre las extensiones de los recursos compartidos por cada uno de estos	El sistema debe proveer un mecanismo para establecer la comunicación entre las extensiones de los recursos compartidos por cada uno de estos. (El mecanismo consiste en compartir los recursos que se intercambian entre los diferentes módulos de un SCADA, los recursos serán asociados a un tópico o Id, además se proveerá una interfaz para los recursos compartidos).

**Editor de HMI.**

RF	Requisitos	Descripción
----	------------	-------------

RFT26	El sistema debe permitir el soporte de widgets	El sistema debe poseer soporte a widgets, que puede contener gráficos vectoriales y/o imágenes Raster. Cada objeto presenta un conjunto de propiedades que pueden ser editadas y asociadas a puntos (variables) del SCADA, por medio de los objetos gráficos se pueden crear animaciones en función de los valores de los puntos asociados. Los widgets pueden agruparse para formar nuevos objetos gráficos más complejos. Un ejemplo de widgets puede ser un contenedor de textos
RFT27	El sistema debe asociar variables de tipo estructura al widget.	El sistema debe facilitar la asociación de las propiedades de los widgets con los miembros de las variables tipo estructura. Este punto ofrece una gran flexibilidad para la reutilización de los widgets, ya que no será necesario aplicar variable por variable a cada propiedad, en su lugar se asocia solo un datos tipo estructura.
RFT28	El sistema debe mostrar las variables disponibles.	El sistema debe Disponer de paletas de interfaz que muestren todas las variables disponibles y faciliten la selección de ellas para cuando se requiera asignar variables a propiedades de los widgets.
RFT29	El sistema debe permitir el manejo de Pantallas.	El sistema proveerá pantallas, concebido como el modelo encargado de manejar los componentes gráficos que le pertenecen.
RFT30	El sistema debe insertar un conjunto de objetos a las pantallas.	La pantalla permitirá insertar el conjunto de objetos que pertenecen a ella.
RFT31	El sistema debe modificar un conjunto de objetos a	La pantalla permitirá modificar el conjunto de objetos que pertenecen a ella.

	las pantallas	
RFT32	El sistema debe eliminar un conjunto de objetos a las pantallas	La pantalla permitirá eliminar el conjunto de objetos que pertenecen a ella.
RFT33	El sistema debe permitir el manejo de vistas.	El sistema proveerá vistas, este concepto se encarga de visualizar el comportamiento que sucede en una pantalla. Debe ser capaz de manejar las capas, las pantallas, permitir realizar acciones, actualizar o renderizar visualizada en ese momento.
RFT33.1	El sistema debe permitir que una pantalla pueda ser visualizada por varias vistas.	El sistema debe permitir que una pantalla pueda ser visualizada por varias vistas a la misma vez y una vista solamente pueda visualizar una pantalla. La pantalla tendrá las propiedades básicas como ancho, alto, entre otras.
RFT34	El sistema debe permitir la creación de pantallas o despliegues.	El sistema debe permitir la creación de nuevas pantallas o despliegues en el proyecto.
RFT34.1	El sistema debe permitir que se definan las propiedades	<p>El sistema debe definir las propiedades generales de la pantalla.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Definir el nombre de la pantalla.</li> <li>✓ Adicionar identificador para la pantalla.</li> <li>✓ Definir el ancho por defecto de la pantalla.</li> <li>✓ Definir la altura por defecto de la pantalla.</li> </ul>
RFT34.2	El sistema debe permitir que se definan las propiedades de la pantalla.	<p>El sistema debe definir las propiedades referentes al estilo de la pantalla.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Permitir escalabilidad del despliegue a la resolución de la pantalla que la contiene (resolución mínima de 1024x768 y 24 bit).</li> <li>✓ Readaptar los objetos gráficos a la página según la resolución de la pantalla. Como</li> </ul>

		<p>consecuencia el tamaño de los dibujos vectoriales y mandos contenidos en la pantalla se readaptarán a la página completa según la resolución de la pantalla.</p> <p>✓ Permitir tener esta pantalla siempre disponible, que no sea destruida aunque se cierre, siempre se quedará ocupando memoria. Esto mejora la velocidad de respuesta en los despliegues que lo requieran.</p>
RFT35	El sistema debe permitir la creación de despliegue.	El sistema debe permitir la creación de despliegues con herramientas de dibujo estándares, además debe contar con su propia herramienta de dibujo para hacer cualquier despliegue.

**Funcionalidades de widgets (objetos gráficos).**

RF	Requisitos	Descripción
RFT36	El sistema debe tener widgets vectoriales y widgets de tipo control para el diseño de los despliegues.	El sistema debe contar con una serie de objetos gráficos que abarquen desde una forma básica hasta un control que facilite la ejecución de comandos o la visualización de datos.
RFT37	El sistema debe permitir que los widgets básicos tengan Funcionalidades.	<p>El sistema debe definir la posición del widget.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definir posición en X.</li> <li>▪ Definir posición en Y.</li> <li>▪ Definir ancho.</li> <li>▪ Definir alto.</li> </ul>
RFT37.1	El sistema debe asociar el estado de calidad de una variable al widget.	El sistema debe asociar el estado de calidad de una variable al widget. El widget tendrá una serie de estados en su color que corresponderán a los distintos estados de

		calidad de una variable. O sea en dependencia de si la calidad de la variable es buena, incierta, mala o no conectada así será la textura y el color que mostrará el objeto gráfico.
--	--	--

**Funcionalidades que el sistema debe proporcionar a los Widgets tipo Control.**

RF	Requisitos	Descripción
RFT38	El sistema debe permitir la selección de controles	El sistema debe permitir la selección de controles entre los cuales se debe incluir Checkbox, Radio Button, botón pulsable, zona caliente, botón en 3D, LED que se iluminará en un color determinado, botón de emergencia, interruptor, selectores para la pantalla de despliegue. Estos controles presentarán las mismas propiedades de las widgets básicos sin embargo ofrecerán especificaciones avanzadas que permiten asociar funcionalidades más orientadas a los SCADA como son apariencia de componentes físicos y la ejecución de comandos.
RFT38.1	El sistema debe permitir que se defina el estilo.	El sistema debe permitir definir el estilo. Elegir el tipo de control, Indicador, Botón, etc. Estos controles estarán asociados a variables o comandos que se activarán en función de las acciones de cada uno de ellos. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Definir las propiedades del borde.</li> <li>✓ Definir la posibilidad de que el control responda al evento onclick (poder hacer clic sobre el botón o no).</li> </ul>
RFT38.2	El sistema debe permitir que se seleccionen las variables.	El sistema debe posibilitar la selección de la variable sobre la cual actuará el control, teniendo en cuenta las siguientes funcionalidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Permitir decidir si la acción sobre el valor de la variable sólo se mantendrá por un tiempo determinado,</li> </ul>

		<p>después del clic sobre el widget.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Establecer el tiempo que se va a mantener la acción sobre el valor de la variable.</li> </ul>
RFT38.3	El sistema debe permitir que se seleccionen comandos.	El sistema debe permitir seleccionar el comando que será asociado al clic del widget. Esto solo si se trata de controles tipo botón, selector o conmutador.
RFT39	El sistema debe permitir que se seleccionen componentes visuales.	El sistema debe brindar la posibilidad de seleccionar y posicionar en los despliegues componentes visuales tipo medidores, barras de desplazamiento, etc.
RFT39.1	El sistema debe permitir que se definan aspectos relacionados con la variable asociada a este tipo de control.	<p>El sistema debe brindar la posibilidad de definir aspectos relacionados con la variable asociada a este tipo de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Posibilitar al Mantenedor seleccionar la variable asociada al widget, cuyo valor se mostrará o se variará a través de la barra de deslizamiento.</li> <li>✓ Posibilitar al Mantenedor seleccionar una variable que contendrá el valor mínimo que podrá tomar la variable asociada al widget.</li> <li>✓ Posibilitar al Mantenedor seleccionar una variable que contendrá el valor máximo que podrá tomar la variable asociada al widget.</li> <li>✓ Posibilitar al Mantenedor establecer la tasa máxima de cambio en por ciento y así definir la dimensión del cambio que se puede lograr en la variable realizando acciones de Mouse o cursor sin tener que arrastrar la barra hasta el valor deseado. Incrementos pequeños por cada evento.</li> <li>✓ Posibilitar al Mantenedor decidir si habilitar la actualización del valor de la variable mientras se arrastra la barra o sólo al soltarla.</li> </ul>

RFT39.2	El sistema debe permitir que se configure la escala del control.	<p>El sistema debe permitir que se configure la escala del control.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Escoger el mínimo valor de la escala.</li> <li>✓ Escoger el máximo valor de la escala.</li> <li>✓ Escoger la división mínima de la escala.</li> <li>✓ Escoger la división máxima de la escala.</li> <li>✓ Escoger cada qué intervalo de la escala se mostrará la etiqueta numérica de la escala.</li> <li>✓ Escoger las unidades de ingeniería para la escala del instrumento.</li> <li>✓ Escoger el formato de número para las etiquetas de la escala (cuantas cifras decimales, etc)</li> </ul>
RFT40	El sistema debe insertar cuadro de edición y visualización de texto.	<p>El sistema debe insertar cuadro de edición y visualización de texto en los despliegues. Estos controles presentan una zona de edición de valores y controles tipo Spin para incrementar o decrementar el valor de la variable asociada. Se deben proporcionar las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Definir variable cuyo valor será variado y mostrado mediante las cajas de edición y visualización.</li> <li>✓ Definir el valor en el cual se incrementará y decrementará cada vez que el Mouse se presione en los botones de incremento y decremento.</li> <li>✓ Definir el valor máximo el cual no podrá sobrepasar al incrementar el valor de la variable.</li> <li>✓ Definir el valor mínimo que tomará la variable al ser decrementada.</li> <li>✓ Definir la posibilidad de que la variable sea de solo lectura.</li> <li>✓ Definir la unidad de ingeniería que será visualizada al lado del valor.</li> </ul>

		✓ Definir el formato de los números (si es decimal entero, etc).
--	--	--

**Funcionalidades que el sistema debe soportar para las Interfaces gráficas de configuración de Scripts y Comandos.**

RF	Requisitos	Descripción
RFT41	El sistema debe permitir la selección de comandos.	El sistema debe definir la interfaz de selección de comandos para asociar su ejecución a recursos y controles. O sea, el sistema debe permitir elegir visualmente comandos determinados y sus parámetros, que puedan ser asignados a un recurso o control y en dependencia de los estados de los recursos se ejecuten.
RFT41.1	El sistema debe definir comandos de variables.	El sistema debe definir comandos de variables. Que permitan asignarle un valor por un tiempo determinado o definitivamente, incrementar o decrementar la variable elegida.

**Runtime**

RF	Requisitos	Descripción
RFT42	El sistema debe mostrar sumario de alarmas.	El sistema debe presentar una interfaz gráfica que concentra las condiciones de procesos críticas, medias y bajas presentes en el sistema y cuyo objetivo primordial es guiar al operador a la detección del origen de la falla y supervisar la ejecución de las medidas de corrección automatizada o manual.
RFT43	El sistema debe tratar las alarmas según los tipos.	El sistema debe permitir la gestión y el tratamiento para los diferentes tipos de alarmas que existen: <b>Momentánea:</b> Alarma que desaparece del sumario, al

		<p>retornar la variable al estado normal independientemente de si ha sido reconocida o no.</p> <p><b>Mantenida:</b> Alarma que desaparece del sumario, solo cuando la variable retorna al estado normal “y” la misma ha sido reconocida.</p>
RFT44	<p>El sistema debe visualizar y manipular el nivel de severidad de las alarmas según su jerarquía.</p>	<p>El sistema debe gestionar el nivel de severidad de las alarmas. Según su nivel de severidad las alarmas pueden ser de tres tipos.</p> <p><b>Severidad 1 (Alarmas críticas):</b> aquellas que requieren acción inmediata del operador:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Después que la acción correctiva automática ha sido activada.</li> <li>2. Cuando la acción correctiva automática no está disponible.</li> </ol> <p>El retardo o el fracaso de la acción correctiva pueden causar heridas al personal, producir daños ambientales o afectar las instalaciones, dañar y/o causar otras pérdidas sustanciales.</p> <p><b>Severidad 2 (Media):</b> tienen como objetivo advertir al operador que es necesario tomar medidas a fin de eliminar la desviación que activó la alarma y evitar la ejecución de alguna acción correctiva automática o manual.</p> <p><b>Severidad 3 (Advertencia de Alarmas):</b> usado para objetivos de información relacionados con desviaciones de proceso.</p>
RFT45	<p>El sistema debe visualizar el grupo de alarmas que se encuentran dentro de la clasificación según el tipo</p>	<p>El sistema debe gestionar las alarmas de tipo <b>momentáneas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alarmas de Nivel</li> <li>▪ Alarmas de Falla de Comunicación en dispositivos o sub-canales.</li> </ul>

	de comportamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alarmas de Falla de Instrumento.</li> <li>▪ Alarma de No Variación.</li> <li>▪ Alarma de Falla en Sistema.</li> </ul> <p>El sistema debe gestionar las alarmas de tipo <b>mantenidas</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alarmas de Falla de envío de comando.</li> <li>▪ Alarmas de Falla de ejecución de comando.</li> <li>▪ Alarmas de Cambio de estado no comandado</li> <li>▪ Alarmas de Tasa de Cambio.</li> <li>▪ Alarma de Desviación.</li> </ul>
RFT46	El sistema debe representar el sumario de alarmas contraído	El sistema garantizará que cada consola de operación cuente con un despliegue que muestre al operador una descripción de las cinco (5) alarmas más recientes que ocurran en un momento determinado, de acuerdo a su perfil. Debe ofrecer barra de desplazamiento para visualizar las alarmas en su orden de aparición.
RFT47	El sistema debe posibilitar la representación del sumario de las alarmas expandido.	El sistema debe ser capaz de gestionar el despliegue "Sumario de Alarmas", en modo de lista expandida, debe representar las alarmas ordenadas de acuerdo a la relación severidad, prioridad, reconocimiento. Debe permitir sobre este sumario la opción de "Filtrar"
RFT48	El sistema debe permitir acciones dentro de sumario.	<p>El sistema debe permitir que dentro del sumario de alarmas se puedan ejecutar las acciones que se enuncian.</p> <p><b>Reconocer:</b> Ejecuta la acción de reconocimiento de la o las alarmas seccionadas.</p> <p><b>Reconocer Todas:</b> Ejecuta la acción de reconocimiento de todas las alarmas en el sumario, visible o no excepto las alarmas de severidad 1.</p> <p><b>Silenciar Alarma:</b> Ejecuta la acción de silenciado de todas las alarmas en el sumario, en caso de que se</p>

		<p>genere una nueva alarma posterior a la acción, la misma no será afectada.</p> <p><b>Silenciar Todas:</b> Ejecuta la acción de silenciado de la o las alarmas seleccionadas en el sumario, en caso de que se genere una nueva alarma posterior a la acción, la misma no será afectada.</p>
RFT49	El sistema debe mostrar detalles del sumario de alarmas.	<p>El sistema debe mostrar las variables a presentar en el sumario de alarmas:</p> <p><b>Fecha y Hora:</b> Fecha y hora de ocurrencia de la alarma.</p> <p><b>Recurso:</b> Recurso que genera la alarma.</p> <p><b>Causa y Tipo:</b> La causa y tipo de alarma generada.</p> <p><b>Descripción:</b> Descripción del evento que genero la alarma, debe incluir el valor que genero la alarma en los caso que aplique.</p> <p><b>Nro. De Ocurrencias:</b> Número de ocurrencias de la alarma sin haber sido reconocida.</p> <p><b>Prioridad:</b> Prioridad configurada a la Alarma, para las alarmas de falla de comunicación y falla de instrumento su prioridad es fija y es igual a la más baja que maneje el sistema.</p> <p><b>Grupo:</b> Grupo operacional al cual pertenece el recurso que genero la alarma.</p>
RFT50	El sistema debe monitorear los dispositivos de control.	El Sistema debe llevar registro (a través de logs, por ejemplo) del estado de operatividad de los dispositivos de control que a él estén conectados.
RFT51	El sistema debe mostrar despliegues específicos.	El sistema debe ser capaz de mostrar los despliegues "Sumario de Eventos" y el despliegue "Estadísticas de Comunicaciones".
RFT52	El sistema debe refrescar los datos en las consolas.	El sistema debe garantizar que el tiempo para el refrescamiento de datos en los despliegues de las consolas esté comprendido entre 1 y 2 segundos.

RFT53	El sistema debe refrescar los datos históricos en las consolas.	El sistema debe garantizar que el tiempo de refrescamiento de datos históricos en los despliegues de las consolas tenga como valor máximo 5 segundos.
RFT54	El sistema debe proveer opciones de navegación	El sistema debe proveer opciones de navegación como: acercamiento, alejamiento, paneo entre otras.
RFT55	El sistema debe mostrar interfaz para que se autenticuen los usuarios.	El módulo de visualización debe permitir la integración con el módulo de seguridad, y la seguridad será basada en la autenticación por clientes y control de acceso a los recursos del sistema.
RFT56	El sistema debe garantizar el control de acceso a los datos.	El sistema debe garantizar la observación autorizada a los elementos de datos (alarmas, analógicos, estados, entre otros) entre los diferentes operadores.
RFT57	El sistema debe permitir el filtraje de alarmas por control de acceso.	El sistema debe permitir que el operador solo tenga acceso a las alarmas que su perfil de acceso le permita mostrar, tanto por los dispositivos que debe mostrar como por el nivel de seguridad asociado.

**Requisitos básicos del módulo de Procesamiento.**

RF	Requisitos	Descripción
RFT58	El sistema debe cargar configuración.	El sistema debe ser capaz de cargar la configuración necesaria a partir de un archivo de configuración (XML) generado por el módulo visualización.
RFT59	El sistema debe recibir puntos.	El sistema debe ser capaz de recibir los puntos del módulo de recolección.
RFT60	El sistema debe procesar punto.	El sistema debe ser capaz de procesar los puntos analógicos y digitales.

RFT61	El sistema debe linealizar punto.	El sistema debe ser capaz de mantener el valor de los datos recolectados según los valores cargados del archivo de configuración. Sea X1: valor anterior del punto. X2: valor que debe tener el punto linealizado. M, N: Dos constantes establecidas por configuración. El sistema debe linealizar el punto a partir de: $x2 = m \cdot x1 + n$
RFT62	El sistema debe procesar alarmas.	El sistema debe ser capaz de procesar las alarmas de Nivel (Alto, Alto-Alto, Bajo y Bajo-Bajo), Tasa de cambio y de Estado.
RFT63	El sistema debe publicar alarmas.	El sistema debe ser capaz de publicar las alarmas, en la interfaz de comunicaciones.
RFT64	El sistema debe publicar puntos.	El sistema debe ser capaz de publicar los puntos procesados, utilizando la interfaz del módulo de comunicación.
RFT65	El sistema debe procesar Comandos	El sistema debe ser capaz de recibir y procesar comandos de sincronización, comandos de operación de alarmas y comando de escritura de punto.

**Requisitos básicos del módulo de Seguridad.**

RF	Requisitos	Descripción
RFT66	El sistema debe autenticar usuario.	El sistema permite la identificación del Usuario en el Sistema basado en este caso mediante su contraseña.
RFT67	El sistema debe controlar el acceso de	El sistema debe verificar los permisos de cada usuario sobre los recursos asociados.

	los usuarios.	
--	---------------	--

**Requisitos básicos del módulo de Middleware.**

RF	Requisitos	Descripción
RFT68	El sistema debe permitir la transmisión de datos complejos del tipo punto de forma desacoplada.	El generador de puntos a través de una interfaz proporcionada por el Middleware, envía información sobre los puntos o variables, el sistema a su vez viabiliza este envío mediante la publicación de esta información en un canal de comunicación (canal de puntos).
RFT69	El sistema debe propiciar la recepción de datos complejos del tipo punto de forma desacoplada.	El receptor de puntos (módulos interesados en la información sobre variables o puntos) realiza la solicitud de suscripción al canal de puntos, mediante una interfaz que provee el Middleware, para recibir los puntos que sean publicados en el mismo. Los módulos pueden conectarse a más de un servicio y a más de un canal para recibir el punto
RFT70	El sistema debe posibilitar el envío de datos complejos del tipo secuencia de puntos de manera desacoplada.	El generador de puntos a través de una interfaz proporcionada por la capa de comunicación (Middleware), envía información sobre una secuencia de puntos, el sistema a su vez posibilita el envío de una secuencia de puntos mediante la publicación de los mismos en el canal de puntos.
RFT71	El sistema debe permitir la recepción de una secuencia de puntos de manera desacoplada.	El receptor de puntos realiza la solicitud de suscripción al canal de puntos, a través de una interfaz que provee el Middleware, para recibir los puntos que hayan sido publicados en el mismo. Los módulos pueden conectarse a más de un servicio y a más de un canal para recibir una secuencia puntos.

RFT72	El sistema debe posibilitar la transmisión de datos complejos de tipo alarmas de forma desacoplada.	El generador de alarmas solicita por medio de una interfaz que provee el Middleware, enviar información sobre las alarmas, el sistema permite este envío a través de la publicación de estas alarmas en el canal de comunicación asociado (canal de alarmas).
RFT73	El sistema debe propiciar la recepción de datos complejos de tipo alarma de manera desacoplada.	El receptor de alarmas solicita mediante una interfaz que provee el Middleware suscribirse al canal de alarmas para recibir información sobre las alarmas publicadas por el sistema, una vez el receptor se haya suscrito al canal de comunicación el sistema le permitirá capturar las alarmas existentes en el mismo.
RFT74	El sistema debe posibilitar la transmisión de comandos de forma desacoplada.	El cliente de comandos solicita, mediante una interfaz que proporciona el Middleware, realizar el envío de comandos a través de un canal de comunicación. El sistema publica el comando en el canal de comunicación definido para el mismo.
RFT75	El sistema debe ofrecer el servicio de recepción de comandos de forma desacoplada.	El servidor de comandos (subsistemas) solicita recibir comandos a través una interfaz que proporciona el Middleware y ejecutar la orden que especifica el comando en su contexto, por lo que estos subsistemas solicitan suscribirse al canal definido para los comandos, para recibir los comandos publicados en los mismos.
RFT76	El sistema debe ofrecer el servicio de envío de respuestas de comandos de manera desacoplada.	El cliente de comandos a través una interfaz que proporciona el Middleware solicita realizar el envío de comandos a través de un canal de comunicación. El sistema publica el comando en el canal de comunicación definido para ello. Si la respuesta es válida se elimina el comando de la lista de pendientes , no es válida la

		respuesta o no llega dentro del intervalo de tiempo definido cuando se envió el comando, se envía para un registro (log), el resultado.
RFT77	El sistema debe ofrecer el servicio de recepción de respuestas de comandos de forma desacoplada.	El servidor de comandos (subsistemas) solicita recibir comandos a través del Middleware, ejecutar la orden que especifica el comando en su contexto, y enviar una respuesta con el resultado, por lo que estos subsistemas solicitan subscribirse al canal definido para los comandos, para enviar una respuesta de comando según el comando recibido, para que la misma sea enviada posteriormente al cliente, Si el comando recibido no es implementado o soportado por el servidor, esta información también se envía como respuesta al cliente.
RFT78	El sistema debe permitir la transmisión de eventos de manera desacoplada.	El generador de eventos solicita el envío de eventos, una vez haya sido generado un evento de un hecho que amerite ser registrado (por ejemplo, problemas de seguridad, fallos en la conexión, etc.) se envía al sistema y este lo publica en el canal establecido.
RFT79	El sistema debe posibilitar la recepción de eventos de forma desacoplada.	El receptor de eventos solicita la subscripción al canal de eventos, mediante una interfaz que provee el Middleware, para captar todos los eventos que hayan sido publicados, el sistema le posibilita la recepción de eventos publicados por todos los servicios o por uno en específico.
RFT80	El sistema debe posibilitar la transmisión de datos complejos de tipo Estado de Comunicación de manera desacoplada.	El módulo de Base de Datos en Tiempo Real (BDTR) realiza la solicitud de suscripción al canal de estados de comunicación para enviar un estado de comunicación (información de dispositivos y sub - canales) a través del Middleware y a un servicio determinado. El sistema

		permite enviar un estado de comunicación mediante la publicación del mismo en el canal asociado.
RFT81	El sistema debe permitir la recepción de datos complejos de tipo Estado de Comunicación de forma desacoplada.	Los módulos interesados en recibir información sobre el estado de comunicación se subscriben al canal identificado para ello, y de esta manera podrán recibir un estado de comunicación de todos los servicios o de uno en específico.
RFT82	El sistema debe permitir la invocación de los métodos implementados por objetos remotos.	Un módulo invoca un método contenido (implementado) por un objeto remoto residente en otro nodo del SCADA Nacional. Por ejemplo: el módulo de HMI le puede pedir al servidor de Seguridad autenticar un usuario con una contraseña. En este caso, HMI se queda en espera hasta que recibe la respuesta, es el ejemplo de Autenticar Usuario. Este requisito engloba las funcionalidades relacionadas con invocaciones remotas al servidor de Seguridad.

**Requisitos básicos del módulo Recolector.**

RF	Requisitos	Descripción
RFT83	El sistema debe permitir la configuración del recolector.	El sistema debe ser capaz de permitir la configuración en caliente (configurarse mientras esté funcionamiento).
RFT84	El sistema debe controlar acceso a los manejadores.	El sistema debe ser capaz de controlar el acceso de los dispositivos a los canales exclusivos y compartidos. Los canales exclusivos no pueden ser usados por más de un dispositivo a la vez, a diferencia de los compartidos.

RFT85	El sistema debe leer las variables configuradas.	El sistema debe ser capaz de leer las variables configuradas de forma periódica o aperiódica con los siguientes atributos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificador.</li> <li>• Valor</li> <li>• Marco de tiempo</li> <li>• Calidad</li> </ul>
RFT86	El sistema debe escribir variables a petición del usuario.	El sistema debe ser capaz de ofrecer un mecanismo que le permita al usuario realizar la escritura de las variables de manera no planificada.

**Requisitos básicos del módulo de Drivers.**

RF	Requisitos	Descripción
RFT87	El sistema debe adquirir información de campo	Permite adquirir (obtener y almacenar) los datos de los dispositivos de control (PLC, remoto, etc.) conectados al SCADA. El sistema controlará cuando y con qué frecuencia se obtendrán los datos de los dispositivos de campo de acuerdo a los parámetros configurados.
RFT88	El sistema debe admitir la lectura de secuencias de variables.	Deberá admitir la lectura de una secuencia de valores de una variable $\{(t_1, v_1), (t_2, v_2), \dots, (t_n, v_n)\}$ con su correspondiente marca de tiempo con el objetivo de acoplar dispositivos que realizan mediciones a una velocidad mayor que la velocidad de encuesta del manejador y que tienen una memoria interna para almacenar los datos obtenidos o de dispositivos que se conectan sólo ocasionalmente al sistema.

RFT89	El sistema debe permitir la escritura de valores en el dispositivo.	Permite conocer las capacidades del dispositivo en cuanto a la escritura de valores en el mismo. En este sentido, en dependencia de la capacidad y de la eficiencia, puede escribir una variable (solicitud tipo mando), modificar un bloque de variables con direcciones consecutivas o modificar un bloque de variables arbitrario.
RFT90	El sistema debe ofrecer funciones para obtener y modificar la configuración de sus parámetros y de los parámetros de los dispositivos y redes	Debe ofrecer funciones para obtener y modificar la configuración de sus parámetros y de los parámetros de los dispositivos y redes. La configuración debe intercambiarse en formato texto preferiblemente en la forma <parámetro = valor> o en XML para permitir el traspaso de estructuras complejas. Esta funcionalidad debe posibilitar que la configuración de los manejadores, de las redes y de los dispositivos se almacene en la misma base de datos de configuración del SCADA.

**Requisitos básicos del módulo de Configuración**

RF	Requisitos	Descripción
RFT91	El sistema debe validar Información	El sistema debe ser capaz verificar la información recibida del editor de configuración. Enviada desde el servidor de configuración.
RFT92	El sistema debe “Serializar” Datos	El sistema debe ser capaz de almacenar en un fichero la información que está en memoria y el módulo de configuración la envía al módulo que la solicitó.
RFT93	El sistema debe	El sistema debe permitir al módulo de configuración

	Deserializar Datos.	recibir un archivo con la información que fue serializada por el editor, y deserializarla, o sea, transmite esta información para la memoria de la máquina, para a partir de ahí luego validarla, y salvarla en la BD.
RFT94	El sistema debe convertir información serializada al formato XML	El sistema debe permitir crear biblioteca para convertir la información serializada a formato XML para que esta información pueda ser interpretada por el editor.
RFT95	El sistema debe permitir la comunicación con otros módulos	El sistema debe permitir enviar la información que se haya pedido por algún módulo (incluyendo el editor de configuración) o recibir la información desde el editor de configuración, y los pedidos que hacen los módulos.
RFT96	El sistema debe almacenar Información en la Base de Datos	El sistema debe permitir almacenar en la Base de Datos la información persistente recibida desde el editor de configuración.

## 2.5 Selección y aplicación de las técnicas utilizadas en la fase de análisis de requisitos

En el proceso de análisis de requisitos se realizó un estudio íntegro de los mismos teniendo en cuenta que aquí, es donde se pretende abstraer y organizar los aspectos que describen y caracterizan los sistemas SCADA.

Una de las técnicas utilizadas en este proceso fue la técnica **Orientada a puntos de vista** ya que para poder realizar el análisis a los distintos requisitos hubo que apoyarse en los diferentes puntos de vistas de los analistas y expertos en el desarrollo del sistema.

Como resultado de esta técnica se identificaron, estructuraron, verificaron y tracearon los requisitos extraídos en la fase anterior, además se obtuvieron los requisitos del cliente partiendo del análisis de las principales funcionalidades de los sistemas SCADA, de manera que los mismos satisficieran las necesidades de los mismos. Estos requisitos se encuentran especificados formalmente en la fase de especificación.

**2.6 Selección y aplicación de las técnicas utilizadas en la fase de especificación de requisitos.**

Para llevar a cabo la fase de especificación de requisitos se utilizó la combinación de las técnicas **Plantillas o patrones, construcción de prototipos y glosario de términos**, con el fin de documentar, organizar los requisitos, establecer un marco de términos comunes entre el cliente y el equipo de desarrollo y garantizar un buen entendimiento de las funcionalidades del sistema a desarrollar.

En la siguiente plantilla se muestra el catálogo de los requisitos funcionales del sistema y algunas características a tener en cuenta de los mismos. El significado de los campos específicos de esta plantilla se encuentra a continuación:

Nº requisito: Cada requisito se debe identificar con un código único (RF#), con el objeto de conseguir una rápida identificación.

Nombre del requisito: Suele coincidir con el objetivo que se espera alcanzar al realizar el requisito.

Requisitos asociados: En este campo se indican otros requisitos que estén asociados por algún motivo con el requisito que se está describiendo.

Prioridad cliente: Indica la importancia del cumplimiento de este requisito para el cliente.

Prototipo: Incluir prototipo de interfaz de usuario.

No requisito	Nombre del Requisito	Requisitos asociados	Prioridad cliente
<b>Prototipo:</b>			

**Figura: Plantilla para requisitos funcionales**

**Leyenda**

**RFT**: Requisitos funcionales técnicos, es decir a nivel del equipo de desarrollo.

**RFC**: Requisitos funcionales a nivel del cliente.

A continuación se especificarán los requisitos funcionales haciendo uso de la plantilla definida y luego una lista de conceptos que pueden resultar incomprensibles como parte del glosario de términos

No requisito	Nombre del Requisito	Requisitos asociados	Prioridad cliente
RFC1	El sistema debe permitir el almacenamiento en tiempo real de los datos recolectados del proceso: variables calculadas, valores manuales, alarmas generadas.	<b><u>Módulo de Procesamiento.</u></b> RFT59, RFT60, RFT61, RFT62, RFT63, RFT64. <b><u>Módulo de BDH.</u></b> RFT1, RFT2, RFT3, RFT4.	Alta
<b><u>Prototipo: No aplica</u></b>			
RFC2	Se debe permitir el almacenamiento de eventos tanto del sistema como los generados por los usuarios.	<b><u>Módulo de BDH.</u></b> RFT5.	Alta
<b><u>Prototipo: No aplica</u></b>			
RFC3	El sistema debe permitir que toda la información almacenada pueda ser consultada por los usuarios	<b><u>Módulo de BDH.</u></b> RFT6.	Alta
<b><u>Prototipo: _ Ver Anexo5, Prototipo 1 de RFC 3</u></b>			
RFC4	El sistema debe permitir la supervisión de los equipos, es decir el estado en que se encuentra el mismo o la comunicación en él .	<b><u>Módulo de Recolector.</u></b> RFT83, RFT84, RFT85. <b><u>Módulo de HMI.</u></b> RFT50. <b><u>Módulo de Middleware.</u></b> RFT80, RFT81.	Alta
<b><u>Prototipo: _ Ver Anexo5, Prototipo 2 de RFC 4</u></b>			
RFC5	El sistema debe permitir que se generen alarmas debido al surgimiento de condiciones anormales.	<b><u>Módulo de Procesamiento.</u></b> RFT62. <b><u>Módulo de Middleware.</u></b> RFT72, RFT73.	Alta
<b><u>Prototipo: No aplica</u></b>			
RFC6	El sistema debe permitir que se realicen acciones sobre las alarmas generadas.	<b><u>Módulo de Procesamiento.</u></b> RFT65 <b><u>Módulo de Seguridad.</u></b>	Alta

		RFT66, RFT67.	
<b>Prototipo: Ver Anexo5, Protipo 3 de RFC 6</b>			
<b>RFC7</b>	El sistema debe permitir visualizar las alarmas generadas.	<b><u>Módulo de Procesamiento.</u></b> RFT65. <b><u>Módulo de Seguridad.</u></b> RFT66, RFT67. <b><u>Módulo de HMI</u></b> RFT42, RFT49.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: Ver Anexo5, Protipo 4 de RFC 7</b>			
<b>RFC8</b>	El sistema debe mostrar de forma gráfica (despliegue) la actualización periódica de los parámetros de cada equipo.	<b><u>Módulo de Recolector.</u></b> RFT83, RFT84, RFT85. <b><u>Módulo de Seguridad.</u></b> RFT66, RFT67. <b><u>Módulo de HMI.</u></b> RFT51, RFT54, RFT57.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: Ver Anexo5, Protipo 5 de RFC 8</b>			
<b>RFC9</b>	El sistema debe permitir asociar una variable y acciones sobre ellas a un componente gráfico.	<b><u>Módulo de HMI.</u></b> RFT26, RFT41.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: Ver Anexo5, Protipo 6 de RFC 9</b>			
<b>RFC10</b>	El sistema debe permitir la supervisión de los eventos como por ejemplo (que se genere una alarma, fallo en algún equipo entre otros).	<b><u>Módulo de Seguridad.</u></b> RFT66, RFT67. <b><u>Módulo de Middleware.</u></b> RFT78, RFT79.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: Ver Anexo5, Protipo 7 de RFC 10</b>			
<b>RFC11</b>	El sistema debe permitir que se muestre el comportamiento de una variable en el tiempo.	<b><u>Módulo de Seguridad.</u></b> RFT66, RFT67.	<b>Alta</b>

<b>Prototipo: Ver Anexo 5, Protipo 8 de RFC 11</b>			
<b>RFC12</b>	El sistema debe permitir la autenticación de usuarios como un mecanismo de seguridad.	<b><u>Módulo de Seguridad.</u></b> RFT66. <b><u>Módulo de HMI.</u></b> RFT55, RFT56.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: Ver Anexo 5, Protipo 9 de RFC 12</b>			
<b>RFC13</b>	El sistema debe permitir que se controle el acceso de los usuarios a los recursos del sistema.	<b><u>Módulo de Seguridad.</u></b> RFT67.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: No aplica</b>			
<b>RFC14</b>	Se debe permitir cambiar valores de los parámetros de los dispositivos. Por ejemplo: establecer un valor de temperatura distinto al que ya existe, cerrar una válvula.	<b><u>Módulo de Recolector.</u></b> RFT86. <b><u>Módulo de Procesamiento.</u></b> RFT65. <b><u>Módulo de Seguridad.</u></b> RFT66, RFT67.	<b>Alta</b>
<b>Ver Anexo 5, Protipo 10 de RFC 14</b>			
<b>RFC15</b>	El sistema debe permitir la transferencia de datos hacia y desde otros sistemas corporativos.	<b><u>Módulo de Recolector.</u></b> RFT83, RFT84, RFT85.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: No aplica</b>			
<b>RFC16</b>	El sistema poseerá mecanismos para su instalación distribuida	<b><u>Módulo de Procesamiento.</u></b> RFT63, RFT65.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: No aplica</b>			
<b>RFC17</b>	El sistema debe permitir la ejecución de acciones ordenadas por el usuario.	<b><u>Módulo de Procesamiento.</u></b> RFT63, RFT65. <b><u>Módulo de Middleware.</u></b> RFT74, RFT72. <b><u>Módulo de Drivers.</u></b> RFT89.	<b>Alta</b>

<b>Prototipo: No aplica</b>			
<b>RFC18</b>	El sistema debe permitir la recolección y procesamiento de los valores tomados de los dispositivos (equipos).	<u><b>Módulo de Procesamiento.</b></u> RFT58, RFT60. <u><b>Módulo de Middleware.</b></u> RFT79. <u><b>Módulo de Recolector.</b></u> RFT83, RFT86. <u><b>Módulo de Drivers.</b></u> RFT87, RFT88.	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: Ver Anexo5, Protipo 11 de RFC 18</b>			
<b>RFC19</b>	El sistema deberá configurar gráficamente los parámetros de los diferentes servicios.	<u><b>Módulo de Drivers.</b></u> RFT90. <u><b>Módulo de Configuración.</b></u> RFT96. <u><b>Módulo de Procesamiento.</b></u> RFT58. <u><b>Módulo de Recolector.</b></u> RFT83, RFT85. <u><b>Módulo de BDH.</b></u> RFT2	<b>Alta</b>
<b>Prototipo: No aplica</b>			

**Glosario de términos:**

**Eventos:** Sucesos, hechos.

**Reportes:** Informes.

**Objetos gráficos:** Son aquellas imágenes, ilustraciones a las que se les puede realizar cambios o transformaciones.

**Autenticación de usuarios:** La autenticación de usuarios consiste en verificar la identidad de una persona, en este caso la del cliente u operario que trabajan u operan el sistema.

**Supervisión:** Inspeccionar el sistema.

**Variable:** Capacidad que tienen los objetos y las cosas de modificar su estado actual, es decir, de variar y asumir valores diferentes.

**Variables calculadas:** Son aquellas que se utilizan para almacenar un determinado proceso.

**Valores manuales:** Son aquellos que se introducen manualmente.

**Componente gráfico:** Un componente es un elemento de la interfaz gráfica del usuario, el cual muestra información al usuario mediante ventanas o cuadros de texto.

**Transferencia de datos:** No es más que un conjunto de instrucciones de entrada y salida de la información de un lugar a otro.

Para llevar a cabo la etapa del análisis en los requisitos genéricos de la LPS de los sistemas SCADA se estudiaron una serie de sistemas ya desarrollados en el CEDIN como por ejemplo:

**SCADA Centro de Inmunología Molecular (CIM)** para más información ver bibliografía [20].

**SCADA Oficina del Historiador (OH)**, para más información ver bibliografía [21].

**SCADA Meteorología**, para más información ver bibliografía [22].

**SCADA ETECSA**, para más información ver bibliografía, [23].

### 2.7 Selección y aplicación de las técnicas utilizadas en la fase de validación de requisitos

También para medir la calidad de la propuesta de solución y validar la misma se puso en práctica la técnica de **Revisión** ya que con esta se puede demostrar que con la especificación de requisitos hecha anteriormente se define el sistema que el usuario o cliente necesita o desea, se prioriza que queden con la calidad requerida, y que sean entendidos por el cliente que los revisa.

Como resultado de esta fase se validan los requisitos obtenidos por el cliente, los cuales transmiten de forma coherente las funcionalidades que debe cumplir el sistema o el producto de software.

### Consideraciones parciales

La utilización de las técnicas de desarrollo de requisitos garantiza una amplia visión de los requisitos para los clientes y el equipo de desarrollo. En el documento se proponen las técnicas más adecuadas para llevar a cabo el desarrollo de requisitos lo que permitirá que los analistas puedan capturar mejor la información de las necesidades de los clientes. La propuesta brindará beneficios a los analistas, permitirá disminuir el tiempo de desarrollo de requisitos pues está basado en la reutilización de requisitos mediante LPS SCADA del CEDIN.

## **Capítulo 3: “Validación de la propuesta de la línea base definida”**

### **Introducción**

En el presente capítulo se llevará a cabo la validación de la línea base de requisitos comunes en las LPS SCADA antes definida. Para la validación de la propuesta de solución descrita anteriormente se emplearán los criterios de especialista con el objetivo de identificar fortalezas, debilidades y contrastar la efectividad de la misma. En los siguientes epígrafes se describirán y analizarán los pasos del método seleccionado y se obtendrán los resultados luego de su ejecución

### **3.1 Método seleccionado para validar la línea base definida**

Para validar la línea base definida se decidió realizar la evaluación por el método de consulta a especialistas debido a que el procedimiento no se pudo validar de forma práctica ya que no se logró aplicar en varios proyectos y así establecer una comparación entre los resultados, pues es el que más se ajusta a las necesidades y oportunidades de esta investigación.

Con el objetivo de validar la solución propuesta y de conocer el criterio de especialistas en el tema, que de alguna forma u otra han participado y adquirido conocimientos sobre la etapa de IR se aplicaron cuestionarios que permitieron conocer dichos criterios y analizar los resultados de forma cuantitativa, generando estadísticas que pueden ilustrar de forma general la aceptación, adaptabilidad, importancia, necesidad, eficiencia, entre otros parámetros de evaluación definidos y evaluados por los especialistas.

Para dar comienzo al procedimiento se procede a la elaboración de un cuestionario para a través del mismo efectuar la selección de los especialistas que validarán la línea base definida atendiendo a una serie de características específicas. **(Ver Anexo 4)**

### **3.2 Criterios de evaluación para la selección de los especialistas**

Para seleccionar los especialistas que participarán en la validación se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Poseer grado científico de ingeniero o superior.
- Tener conocimiento y experiencia en el tema de los sistemas SCADA.

## *Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”*

---

---

- Tener conocimiento y experiencia en la aplicación de una línea base en varios proyectos del centro.
- Ser jefe de proyecto, analista, administrador de configuración u otro rol importante, a través del cual hayan tenido participación en la etapa de IR durante el desarrollo de un producto obteniendo resultados satisfactorios.
- Conocer el modelo de producción de la universidad, para valorar correctamente el ajuste a las necesidades de esta, que contiene la línea base.

### **3.2.1 Especialistas seleccionados. Características**

De los especialistas seleccionados se hace necesario conocer a fondo sus características, una serie de datos personales y de conocimientos adquiridos que nos brindó la información que se cita a continuación en pos de corroborar que cumplieran con lo establecido para participar en la validación por lo que se les aplicó un cuestionario. **(Ver Anexo 2)**.

#### **Especialista # 1.**

Nombre y Apellidos: Maikel Pérez Javier.

Ocupación. Subdirector de Investigación y Postgrado, CEDIN.

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. Líneas de Comunicación de todos los SCADA desarrollados en CEDIN.

Rol desempeñado. Jefe de Línea.

Años de experiencia docente. 4

Breve currículum: Varias publicaciones relacionadas con temas de Comunicación Distribuida en Eventos como: FORDES, UCIENCIA en varias ediciones, Informática 2009 y 2011 y CIE2011.

## Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”

### **Especialista # 2.**

Nombre y Apellidos: Yunior Peralta González.

Ocupación. Líder de la línea de Modelación y Procesamiento.

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. Línea de Drivers, Línea de Recolección, TETSCADA.

Rol desempeñado. Líder del componente de recolección.

Años de experiencia docente. 6

Breve currículum:

### **Especialista # 3.**

Nombre y Apellidos: Adrian Carlos Moreno Borges.

Ocupación. Desarrollador

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. He participado en el desarrollo de GEFanuc, BsapIP, DNP 3.0 y en el soporte de varios productos dentro de la línea.

Rol desempeñado. Arquitecto.

Años de experiencia docente. 3

Breve currículum: UCIENCIA 2008 y UCIENCIA 2010, Informática 2011.

### **Especialista # 4.**

Nombre y Apellidos: Enrique Reyes Bermúdez.

Ocupación. Jefe de la Línea de Seguridad.

## Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. Guardián del ALBA

Rol desempeñado. Desarrollador

Años de experiencia docente. 4

Breve currículum: Sistema de Seguridad en las comunicaciones, herramienta para administrar el servidor de Seguridad e investigación sobre diferentes métodos de autenticación biométrica.

### **Especialista # 5.**

Nombre y Apellidos: José Antonio Aragón Cáceres.

Ocupación. Jefe de la Línea de los módulos de OPC y Comunicación con 3ros.

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. Guardián del ALBA

Rol desempeñado. Desarrollador

Años de experiencia docente. 4

Breve currículum:

### **Especialista # 6.**

Nombre y Apellidos: Bernardo Zaragoza Hijuelos.

Ocupación. Profesor.

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. Interfaz Hombre Máquina, SCADA AS.

Rol desempeñado. Jefe de la línea de desarrollo del módulo de Reportes.

Años de experiencia docente. 3

## Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”

- Breve currículo: Relación de los proyectos de investigación, innovación, producción o servicios ejecutados:
  - Módulo de Generación de Reportes para el SCADA Guardián del Alba.
  - Módulo de Generación de Reportes para el SCADA ETECSA.
  - Módulo de Generación de Reportes para el SCADA UX.
  - Módulo de Generación de Reportes para el SCADA Meteorología.
  - Módulo de Generación de Reportes el proyecto SCIA.

### Publicaciones:

- ✓ Artículo: “Política de Cuidado Integral del Activos del Sistema Confiabilidad Integral del Activos”. Memorias del a Décima Semana Tecnológica de Fordes. Cuba 2010.
- ✓ Artículo: “Metodología Optimización costo Riesgo de Frecuencias de Mantenimiento Basado en Historial de Fallas del SCIA”. Taller Temático en la Décima Semana Tecnológica de Fordes. Cuba 2010.

Artículo: “Metodología Análisis de Criticidad integral de Activos del sistema confiabilidad integral de Activos”. Taller Temático de la Décima Semana Tecnológica de Fordes. Cuba 2010.

### **Especialista # 7.**

Nombre y Apellidos: Miguel Sancho Fernández.

Ocupación. Director CEDIN

Grado Científico. Licenciado.

Vinculación a Proyecto. No

Rol desempeñado. No

Años de experiencia docente. 6

## Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”

Breve currículum: Miembro del Consejo Científico de la UCI, coordinador de las Escuelas de Verano de Realidad Virtual, se desempeñó como vicedecano de Investigación- Producción de la Facultad 5 y es actualmente director del Centro de Informática Industrial (CEDIN).

### **Especialista # 8.**

Nombre y Apellidos: Luis Enrique García

Ocupación. Gerente del proyecto “Desarrollo SCADA Guardián del ALBA”

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. He participado en el desarrollo de componentes de la Línea Drivers del Sistema SCADA Guardián del ALBA

Rol desempeñado. Líder de Proyecto.

Años de experiencia docente. 2

Breve currículum: Ingeniero en Ciencias Informáticas en el año 2009. Posee 4 años de experiencia en el desarrollo de sistemas SCADA. Ha desarrollado manejadores para varios protocolos industriales (Modbus, AB Ethernet, etc.) Ha participado en los eventos internacionales Informática-2011 y FIE-08, publicando 4 artículos en dichos eventos.

### **Especialista # 9.**

Nombre y Apellidos: Ariel Guerra Garayta.

Ocupación. Jefe de Línea del módulo HMI en el sistema SCADA.

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. SCADA Guardián del ALBA

Rol desempeñado. Jefe de línea

Años de experiencia docente. 3

Breve currículum:

## *Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”*

---

---

### **Especialista # 10.**

Nombre y Apellidos: Alejandro Manuel Rubinos Carvajal

Ocupación. Arquitecto Línea de Construcción de componentes.

Grado Científico. Ing.

Vinculación a Proyecto. SCADA UX

Rol desempeñado. Arquitecto Línea de Construcción de componentes.

Años de experiencia docente. 2

Breve currículum: 5 publicaciones internacionales, 8 nacionales, participación en evento de FORDES, FCT UCI.

Una vez seleccionados los mismos, se realizó otro cuestionario que sirviera como base de apoyo, para los especialistas que realizaron dicha validación referente al tema investigado.

### **3.3 Diseño del cuestionario**

Se diseñó un cuestionario que tuviera en cuenta los criterios siguientes y que sirviera de guía para la evaluación por parte de los especialistas (**Ver anexo 3**).

#### **3.3.1 Criterios de evaluación para el cuestionario referente a la propuesta de la línea base**

Para realizar la validación del procedimiento se tuvo en cuenta primeramente los aspectos que serían evaluados por los especialistas. Estos son:

- Importancia y necesidad de la propuesta de la línea base de requisitos genéricos para los productos de software SCADA del CEDIN.
- Posibilidad de aplicación de la propuesta de la línea base en los proyectos nuevos que surjan.
- Eficacia de la misma una vez aplicada, o sea, que cumpla con los objetivos por los cuales fue creada.
- Nivel de complejidad de la misma en los proyectos una vez puesta en práctica.

## *Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”*

---

---

- Grado de completitud de la propuesta de la línea base definida.
- Orden lógico y estructura de las actividades definidas.
- Adaptabilidad de la propuesta de la línea base creada a las características de la UCI.
- Satisfacción de las necesidades de los proyectos.

Luego de una revisión y de realizar un análisis sobre las características de dichos especialistas se seleccionaron los criterios a evaluar referentes al tema de investigación, posteriormente se procede a la entrega de dicho cuestionario para que se realice la validación requerida.

### **3.3.2 Resultados de los cuestionarios**

Una vez que los especialistas analizaron a fondo el cuestionario referente al tema (Ver Anexo 5), evaluaron el mismo emitiendo los siguientes criterios:

#### **Especialista #1**

En mi opinión, pienso que la propuesta de la línea base de requisitos genéricos para las LPS SCADA del CEDIN es importante y necesario para la universidad. Cumple con todas las actividades necesarias para proceder con su aplicación. Todas las actividades están dispuestas correctamente, es decir orden lógico y estructural satisfactorio. Es aplicable a todos los proyectos SCADA que se desarrollen dentro de la universidad, aunque se debe profundizar más en algunos elementos.

#### **Especialista #2**

La Propuesta de la línea base en la presente investigación logra la correcta planificación, el procedimiento no es complejo, es bastante abarcador. En general es un excelente trabajo, con alto nivel técnico y profundidad tanto en definición, como en el desarrollo de dicha propuesta y su aplicación en los nuevos proyectos sería de gran ayuda para los mismos ya que actualmente no se cuenta con los requisitos a nivel de cliente.

#### **Especialista #3**

La propuesta es importante y necesaria durante el proceso de construcción de los productos de software en la UCI, muestra la importancia y necesidad de la misma a la hora de enfrentarse a un nuevo producto con estas características, así como el orden lógico de las actividades, y su aplicabilidad. La propuesta

## Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”

de forma general se considera bastante completa y abarcadora.

### **Especialista #4**

La propuesta de la Línea base de requisitos genéricos para las LPS SCADA del CEDIN es importante y necesaria para los proyectos de la universidad. Cumple con las actividades a desarrollar dentro de la etapa de elaboración y construcción de los productos de software y están organizadas satisfactoriamente, no se omite ninguna importante. Es aplicable a todos los proyectos que se desarrollan en la universidad.

### **Especialista #5**

Es importante que se establezca o que se aplique la línea base propuesta. La definición, orden y estructura de las actividades que se realizan para llevar a cabo la misma es correcta para su ejecución, no es un procedimiento complejo y es aplicable a los proyectos de la universidad.

### **Especialista #6**

El procedimiento está muy bueno, bastante completo y bien estructurado. Puede ser un trabajo muy valioso para ser utilizado en cualquier proyecto de la universidad. Es importante y necesario para estandarizar y mejorar los requisitos de los futuros productos de software. De forma general debe tener bastante aceptación por parte de los proyectos y no es complejo en cuanto a su posibilidad de aplicación.

### **Especialista #7**

La propuesta de la línea base de requisitos genéricos para las LPS SCADA del CEDIN recorre de manera general los principales aspectos a tener en cuenta en las áreas donde se debería de aplicar la misma. Pienso que podría aplicarse en varios proyectos, así sería de gran ayuda y las posibilidades de terminar el software en tiempo y con la calidad requerida serían mucho mayores de las que hay hasta el momento, Creo que será un aporte importante para consolidar el trabajo de la LPS SCADA, con impacto en la productividad y calidad en las soluciones finales.

### **Especialista #8**

La propuesta está lo suficientemente completa para dar solución a los proyectos que se sigan desarrollando en el CEDIN, abarca las actividades fundamentales, además de incluir actividades que brindan flexibilidad y capacidad de mejora. Es importante que se siga optimizando dicha propuesta y que se ponga en práctica en los posteriores proyectos, de forma general me parece que es una tesis

## Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”

excelente, se ha desarrollado una buena investigación, que aportará beneficios inmediatos al desarrollo de sistemas SCADA en el CEDIN.

### **Especialista #9**

Creo que la propuesta está bastante completa y suficiente para el área o escenario en que está definida. Es bastante compleja de aplicar atendiendo a las características de los proyectos que se desarrollen en la Universidad. Se han alcanzado los objetivos de la investigación, es un excelente trabajo y debería ser divulgado entre el resto de los especialistas del centro.

### **Especialista #10**

La propuesta de la línea base es muy buena, creo que ha sido una investigación profunda y que sin duda alguna contribuirá al mejoramiento de la calidad de los productos de software, es abarcadora, fácil de aplicar en los proyectos SCADA del CEDIN.

### **Análisis de los resultados.**

Luego de obtener los resultados de los cuestionarios, es necesario hacer un análisis de los mismos desde el punto de vista estadístico, para determinar el nivel de aceptación del procedimiento y la consistencia de las evaluaciones emitidas por los especialistas, para esto se utilizó el Coeficiente de Concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ).

<b>Criterio</b>	<b>Valores</b>
<b>Muy Alta</b>	5 puntos
<b>Alta</b>	4 puntos
<b>Media</b>	3 puntos
<b>Baja</b>	2 puntos
<b>Muy baja</b>	1 punto

Tabla 2: Valores para evaluar cuantitativamente.

<b>Parámetro/Especialistas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>Promedio</b>
<b>Importancia</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	<b>5.00</b>
<b>Adaptabilidad</b>	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	<b>4.6</b>

## *Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”*

<b>Posibilidades de aplicación.</b>	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	<b>4.8</b>
<b>Eficacia</b>	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	<b>4.6</b>
<b>Sencillez</b>	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	<b>4.7</b>
<b>Compleitud</b>	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	<b>4.9</b>
<b>Orden y estructura</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	<b>5.00</b>
<b>Satisfacción de necesidades</b>	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	<b>4.9</b>
<b>Promedio</b>	4.8	5.00	5.00	4.7	4.6	4.8	4.7	4.5	5.00	5.00	<b>4.80</b>

**Tabla 3: Resultados de las evaluaciones de los especialistas.**

### **3.4 Análisis de la concordancia en la valoración de aspectos (coeficiente de Kendall)**

Después de obtener los resultados de las evaluaciones en la consulta a los especialistas se necesita demostrar su confiabilidad, se debe probar el nivel de acuerdo entre ellos para otorgar mayor autenticidad al estudio, es preciso comprobar el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas. Se puede utilizar entonces el Coeficiente de Concordancia de Kendall, que constituye un estadígrafo muy útil en estudios de confiabilidad entre expertos y/o especialistas de una materia, al determinar la asociación entre distintas variables. Es una medida de coincidencia entre ordenaciones que pueden ser objetos o individuos. En este caso el coeficiente de concordancia (W) será un índice de la divergencia o del acuerdo efectivo entre los especialistas, mostrado en los datos del máximo acuerdo posible (perfecto) (Hurtado de Mendoza, y otros). Para la aplicación del Coeficiente de Concordancia de Kendall (W), se utilizan los valores de la **tabla 2**.

<b>Criterios/ Especialistas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Ti</b>
<b>1</b>	5	5	5	5	4	5	5	5	<b>28</b>
<b>2</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	<b>42</b>
<b>3</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	<b>42</b>
<b>4</b>	5	5	5	4	4	5	5	5	<b>18</b>
<b>5</b>	5	4	5	4	4	5	5	5	<b>12</b>
<b>6</b>	5	4	5	5	5	5	5	5	<b>28</b>
<b>7</b>	5	5	5	4	5	5	5	4	<b>18</b>

### Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”

<b>8</b>	5	4	3	4	5	5	5	5	<b>16</b>
<b>9</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	<b>42</b>
<b>10</b>	5	4	5	5	5	5	5	5	<b>28</b>
<b>Sj</b>	<b>50</b>	<b>46</b>	<b>50</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>49</b>	<b>273</b>

$\bar{S}$	<b>48.5</b>
S	<b>24.0</b>
W	<b>0.006</b>
$\chi^2$	<b>0.42</b>

Siendo:

**m:** cantidad de especialistas = 10

**n:** cantidad de criterios a evaluar = 8.

**R<sub>j</sub>:** rango de valoración.

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \text{ Sumatoria de los rangos de valoración.}$$

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_j}{n} \text{ Media de los rangos de valoración.}$$

$$S = \sum_{i=1}^n (\bar{S} - S_j)^2 \text{ Suma de cuadrados de las desviaciones de la sumatoria de rangos de valoración.}$$

$$T_i = \frac{\sum_{i=1}^n (t^3 - t)}{12} \text{ Factor de correlación.}$$

Donde t son las veces que se repiten los números en la tabla de rangos de derecha a izquierda. Los valores que no se repiten no se tienen en cuenta.

Se realiza la misma operación para todos los expertos y se calcula el valor total de **T<sub>i</sub>**.

Con todos los datos obtenidos se procede a determinar el Coeficiente de Concordancia de Kendall.

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \text{ Coeficiente de Concordancia de Kendall.}$$

El Coeficiente de Concordancia de Kendall permite calcular el Chi-cuadrado real ( $\chi^2$ ), para determinar la prueba de significación de hipótesis, planteándose la hipótesis nula y la alternativa de la siguiente forma:

## Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”

- ✓  $H_0$ : no existe concordancia entre los especialistas.
- ✓  $H_1$ : existe concordancia entre los especialistas.

Se determina Chi-cuadrado real calculado como:

$$\chi^2 = m(n - 1)W = 0.42$$

Se determina Chi-cuadrado tabulado, con el diferencial calculado y con un nivel de significación de 0.05, se busca en la tabla de probabilidad (**Anexo 4**), obteniéndose:

$$df = n - 1 = 7$$

$$\chi^2_{(0.05, 7)} = 14.07$$

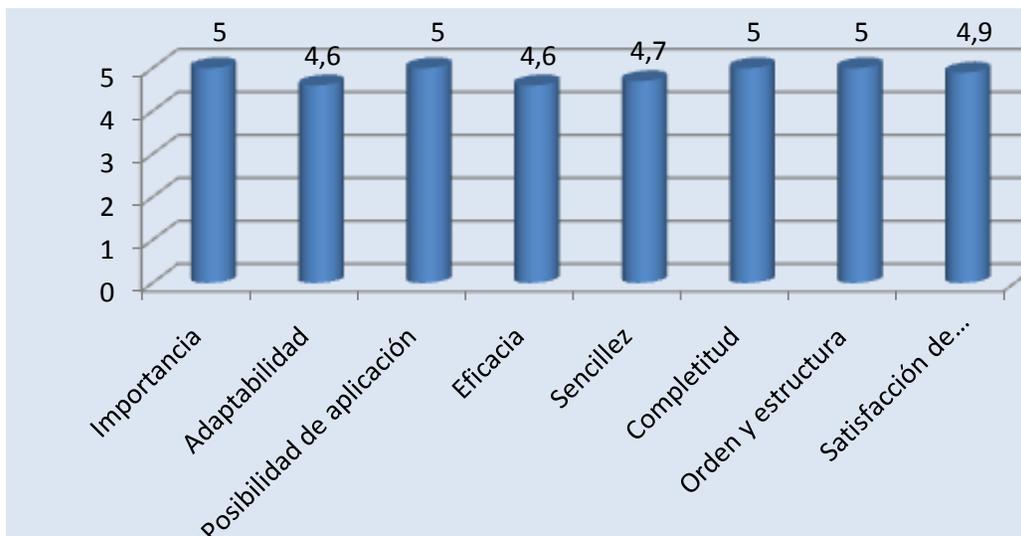
Como:

$$\chi^2_{\text{real}} < \chi^2_{(\alpha, c-1)} \quad 0.42 < 14.07$$

Se rechaza la hipótesis nula y se infiere que sí existe concordancia entre los especialistas.

Como  $0.42 < 14.07$  se puede concluir que el resultado de la evaluación de la propuesta de la línea base de requisitos genéricos para la LPS SCADA del CEDIN, realizada por los especialistas, es de significación estadística, es decir, queda evidenciado que existe concordancia entre estos, siendo aceptada dicha propuesta con un promedio de **4.85**.

### 3.5 Gráficas estadísticas de resultados de las evaluaciones.



## *Capítulo 3 “Validación de la propuesta de la línea base definida”*

---

---

### **Consideraciones parciales**

Durante la validación de la propuesta de la línea base de requisitos genéricos se pudo obtener como resultado mediante los criterios de especialistas que la misma presenta las técnicas suficientes para desarrollar una correcta IR; proporcionará una mejoría si es aplicada correctamente. La propuesta de la línea base conformada y expuesta es correcta y facilitará el manejo de requisitos en los productos de software SCADA del CEDIN. El resultado final de esta valoración, dada por los especialistas en el tema, arrojó que la misma dará un cambio favorable en la calidad de los productos de software.

### **Conclusiones Generales**

Se realizó un estudio de los principales conceptos y metodologías a utilizar, además se realizaron entrevistas para detectar las incongruencias existentes en el DR en los proyectos actuales del CEDIN, con el fin de detectar los problemas existentes y fundamentar teóricamente la investigación.

Se seleccionó la metodología de análisis de dominio a utilizar y se desarrollaron las etapas de obtención, análisis, especificación y validación de requisitos en la LPS SCADA del CEDIN, para obtener el activo de software requisitos lo más correcto y completo posible.

Se obtuvo la propuesta de la línea base de requisitos genéricos de la LPS SCADA, que servirá como pilar básico en la etapa de desarrollo de requisitos; facilitará funcionalidades básicas de la LPS al analista, que le ayudarán a disminuir el tiempo de desarrollo de esta etapa.

La propuesta desarrollada fue evaluada por un comité de especialistas con experiencia en el tema, los cuales resaltaron su importancia y destacaron sobre todo la necesidad de la puesta en práctica de la misma, en nuevos proyectos del CEDIN.

### **RECOMENDACIONES**

Cumplidos los objetivos del presente trabajo, se recomienda para investigaciones futuras:

- Obtener los requisitos variables de la LPS SCADA, atendiendo a los dominios específicos donde estos puedan aplicarse.
- Se recomienda preparar un curso de capacitación en Ingeniería de requisitos aplicados a la Línea de productos SCADA. Esto permitirá que el resto de las analistas vinculadas a estas labores, aprendan las técnicas empleadas para la realización de esta tesis, así como también que dominen los requisitos de todos los componentes del sistema SCADA y la relaciones entre ellos.
- Que se aplique dicha propuesta en nuevos proyectos que surjan en el CEDIN.

**BIBLIOGRAFIA**

1. **Jaume Romagosa Cabús, David Gallego Navarrete, Raúl Pacheco Porras.** Sistemas SCADA. s.l. : Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial, 2007.
2. **Carlos de Castro Lozano, Cristóbal Romero Morales.** Introducción a SCADA. 2007.
3. **Dairelis Pérez González, Grenia Hernández Pérez.** “Guía para realizar Ingeniería de Requisitos a la línea de productos informáticos que utilizan tecnología multimedia”. Habana : s.n., 2010.
4. **A. Durán Toro, A. Ruiz Cortés, R. Corchuelo Gil y M. Toro Bonilla.**
5. **Redondo, Rebeca P. Díaz.** REUTILIZACIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES DE SISTEMAS DISTRIBUIDOS UTILIZANDO TÉCNICAS DE DESCRIPCIÓN FORMAL. 2006.
6. **Daniel Mellado, Eduardo Fernández-Medina, Mario Piattini.** Gestión Integral de Requisitos de Seguridad en Líneas de Producto Software. Madrid : s.n., 2006.
7. **Montse Ereño, Rebeca Cortazar.** Eficacia del método ELVIRA – Relato de un experimento. Bilbao, Mondragon : s.n., 2007.
9. **Enrique P. Latorres, Pedro Salvetto, Uruguay Larre Borges, Juan C. Nogueira.** Una herramienta de apoyo a la gestión del proceso de desarrollo de software. 2007.
10. **González, MSc. Guillermo.** Ingeniería de Requerimientos. 2008.
11. **Garzás, Dr. Javier.** Introducción a las Líneas de Productos. 2008.
12. **Ambrosio Toval.** Gestión de Requisitos: hacia la mejora de la calidad y la productividad en proyectos software. s.l. : Dep. Informática y Sistemas. Universidad de Murcia, 2006.
13. Aplicando un Proceso de Ingeniería de Requisitos de Seguridad de Dominio para Líneas de Producto Software. **D. Mellado, E. Fernández-Medina y M. Piattini.** 3, 2008, Vol. 6.
14. **Laguna, Miguel A.** Desarrollo de Líneas de Productos: un Caso de Estudio en Comercio Electrónico. San Cristobal, Venezuela. : Universidad de Valladolid, Valladolid, España, 2009.
15. **Ros, Joaquin Nicolas.** Una propuesta de gestion integrada de modelos y requisitos en Lineas de Productos de Software. 2009.

16. **Orlando Avila-García, Antonio Estévez García, E. Victor Sánchez Rebull, José Luis Roda García.** Combinando Modelos de Procesos y Activos Reutilizables en una Transición poco Invasiva hacia las Líneas de Producto de Software. 2009.
17. **Jonás A. Montilva C., Ph.D.** Desarrollo de Software Basado en Líneas de Productos de Software. 2006.
18. **Toro, Amador Duran.** Un entorno metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Informatización . 2006.
19. **Toro, Amador Duran.** Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software. 2006.
20. alfresco.cedin.prod.uci.cu. alfresco.cedin.prod.uci.cu. [Online] 2010. [Cited: 6 14, 2011.] [http://alfresco.cedin.prod.uci.cu/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6b92d68a-602e-4969-b4b6-73c1386255e0/CEDIN\\_SC\\_0113\\_ERS.doc](http://alfresco.cedin.prod.uci.cu/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6b92d68a-602e-4969-b4b6-73c1386255e0/CEDIN_SC_0113_ERS.doc).
21. alfresco.cedin.prod.uci.cu. alfresco.cedin.prod.uci.cu. [Online] 2010. [Cited: 6 14, 2010.] [http://alfresco.cedin.prod.uci.cu/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/f7023df0-74bd-4009-8433-cde2f06d8dde/SCADA\\_OH.tar.gz](http://alfresco.cedin.prod.uci.cu/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/f7023df0-74bd-4009-8433-cde2f06d8dde/SCADA_OH.tar.gz).
22. alfresco.cedin.prod.uci.cu. alfresco.cedin.prod.uci.cu. [Online] 2010. [Cited: 6 14, 2010.] [http://alfresco.cedin.prod.uci.cu/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/8bcaeec1-ba22-4974-8780-692969825d51/SCADA\\_METEOROLOGIA.tar.gz](http://alfresco.cedin.prod.uci.cu/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/8bcaeec1-ba22-4974-8780-692969825d51/SCADA_METEOROLOGIA.tar.gz).
23. alfresco.cedin.prod.uci.cu. alfresco.cedin.prod.uci.cu. [Online] 2010. [Cited: 6 14, 2011.] [http://alfresco.cedin.prod.uci.cu/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6b92d68a-602e-4969-b4b6-73c1386255e0/CEDIN\\_SC\\_0113\\_ERS.doc](http://alfresco.cedin.prod.uci.cu/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6b92d68a-602e-4969-b4b6-73c1386255e0/CEDIN_SC_0113_ERS.doc).

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **(SEI):, Instituto de Ingeniería de Software.** Definición de una LPS. 2009.[1]
2. **Krueger.** Las Líneas de Productos de Software. 2006. [2]
3. **Grajales, Gilberto.** Las Lineas de Productos de Software (LPS). 2006.[3]
4. **Torio, Julio Mellado.** Definición de activos básicos de software. 2006.[4]
5. **Pressman, Roger S.** Definición de Requisitos de software. 2007.[5]
6. **(Std 610.12-1900, IEEE: 62)”.** Requisitos del Software. 2008.[6]
7. **Pérez., Dairelis Pérez González y Grenia Hernández.** “Guía para realizar Ingeniería de Requisitos a la línea de productos . Habana : s.n., 2010. [7]

**ANEXOS**

**ANEXO1 Entrevista realizada a los analistas de los proyectos productivos de la facultad 5**

**Entrevista**

Usted ha sido escogido para ser entrevistado por su desempeño en el rol de analista en su proyecto, por favor sea lo más sincero posible.

Gracias.

- Responda las siguientes preguntas:
- ¿Cree usted que la Ingeniería de Requisitos se desarrolla de una forma correcta en su proyecto?
- ¿Reciben preparación para ejercer el rol de analista?
- ¿Qué técnicas usted conoce para Extraer Requisitos y cuáles se aplican en su proyecto?
- ¿Qué técnicas usted conoce para Analizar Requisitos y cuáles se aplican en su proyecto?
- ¿Qué técnicas usted conoce para Especificar Requisitos y cuáles se aplican en su proyecto?
- ¿Qué técnicas usted conoce para Validar Requisitos y cuáles se aplican en su proyecto?
- Problemas generales que observa sobre el proceso de desarrollo.
- Si desea opinar algo más por favor póngalo después de las preguntas.
- Gracias.

---



---

**ANEXO 2. Cuestionario aplicado a los especialistas para analizar sus características.**

Datos personales necesarios sobre los especialistas que participan en el proceso de desarrollo de la línea base de requisitos comunes en las LPS para los sistemas SCADA del CEDIN.

Estimado(a) compañero(a): En la realización de la presente tesis, **Desarrollo de una línea base de requisitos comunes en LPS para los sistemas SCADA del CEDIN**, usted fue seleccionado como posible especialista teniendo en cuenta su experiencia en el campo de estudio. Se le solicita que llene la siguiente tabla con el objetivo de poder llevar a cabo la presente investigación. Se le agradece de antemano su colaboración.

Muchas Gracias.

**Temática que se investiga:** Desarrollo de la línea base de requisitos comunes en LPS para los sistemas SCADA del CEDIN.

<b>Nombre y apellidos</b>	<b>Nombre y Apellido del especialista.</b>
<b>Ocupación.</b>	Ocupación actual, y/o que tenía en el momento en que se desarrolló la línea base en dicho proyecto.
<b>Grado Científico.</b>	Ing., Máster, Doctor.
<b>Vinculación a Proyecto.</b>	Proyecto actual y/o en los que ha participado durante la elaboración de la línea base.
<b>Rol desempeñado.</b>	Rol dentro del proyecto actual y/o que tenía cuando se desarrolló la línea base.
<b>Años de experiencia docente.</b>	En total
<b>Breve currículum</b>	Trabajos importantes, publicaciones.
<b>Coeficiente de conocimiento respecto al tema de los sistemas SCADA.</b>	Con un número del 0 al 1 dar la autoevaluación personal que se otorga respecto al conocimiento del tema.
<b>Coeficiente de argumentación.</b>	Con un número del 0 al 1 dar la Valoración del grado de argumentación adquirido por diversas fuentes que pueden ser análisis teóricos, experiencia obtenida, trabajos de autores nacionales e internacionales.

Se le solicita a usted que valore su nivel de competencia sobre la temática que se investiga en una

escala del 1 al 5 y marque con una cruz (X) el valor en que considere su nivel, teniendo en cuenta que la máxima se corresponde con el #5.

1	2	3	4	5

Tabla coeficiente de conocimientos.

Fuentes de Argumentación	Grado de Influencia		
	Alta(A)	Media(M)	Baja(B)
Análisis teóricos realizados acerca de la Ingeniería de Requisitos (IR).	5	4	2
Su experiencia en la IR.	5	4	2
Trabajos internacionales acerca de la IR consultado por usted.		4	2
Sus conocimientos sobre Línea de Producto de Software.	5	4	2
Sus conocimientos sobre la aplicación de una línea base.	5	4	2
Su experiencia en la aplicación de la línea base en algún proyecto.	5	4	2

De la tabla anterior, indique con una cruz (X) en cada fila, el grado de influencia (alto, medio o bajo), que tiene en sus criterios cada fuente de argumentación.

**ANEXO 3 Cuestionario para validar el proceso de desarrollo de la línea base.*****Evaluación del proceso desarrollo de la línea base:******Desarrollo de la línea base de requisitos comunes en la LPS para los sistemas SCADA del CEDIN.******Cuestionario aplicable a los especialistas seleccionados.***

Usted ha sido seleccionado para validar el trabajo de diploma **Desarrollo de una línea base de requisitos comunes en LPS para los sistemas SCADA del CEDIN**, por sus conocimientos y experiencia en el tema de investigación.

*Preguntas sobre el proceso de desarrollo de la línea base de requisitos.*

¿Considera importante o necesario el desarrollo de la línea base de requisitos comunes propuesta para las LPS para los sistemas SCADA del CEDIN?

Sí \_\_\_ No\_\_\_

¿Cree usted que exista un orden lógico en cuanto al desarrollo de requisitos propuesto en la propuesta?

Sí \_\_\_ No\_\_\_

¿Considera que el desarrollo de la misma reduce el tiempo de duración de la etapa de ingeniería de requisitos?

Sí \_\_\_ No\_\_\_

¿Las actividades planteadas para llevar a cabo la propuesta responden al tratamiento por el que deben transitar los requisitos?

Sí \_\_\_ No\_\_\_

¿Considera usted que son suficientes las técnicas que se plantean en el trabajo de diploma para llevar a cabo el desarrollo de la línea base de requisitos en los sistemas SCADA del CEDIN?

Sí \_\_\_ No\_\_\_

¿Se logrará durante la etapa de IR un correcto DR en los productos que se desarrollen aplicando dicha propuesta?

Sí \_\_\_ No\_\_\_

¿Cree usted que con el desarrollo de la línea base se reduzcan los defectos habidos hasta el momento?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

¿Cree que esta correcta la línea base de requisitos comunes que se desarrolla para los sistemas SCADA?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

¿Considera usted que están bien redactados los requisitos de los módulos que conforman los sistemas SCADA en la propuesta definida?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

¿Cree que están bien definidos los requisitos en dicha propuesta?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

¿Falta alguna actividad importante?

Sí \_\_\_ No \_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_.

¿Detecta algo incorrecto?

Sí \_\_\_ No \_\_\_ ¿Qué? \_\_\_\_\_.

¿Es complejo el proceso que se lleva a cabo para la creación de la línea base de requisitos en las LPS para los sistemas SCADA del CEDIN?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

¿Cree que el modelo presentado contribuirá a mejorar el proceso de desarrollo de requisitos?

Sí \_\_\_ No \_\_\_

Emita brevemente su opinión acerca del desarrollo de la línea base de forma general.

**Gracias.**

## ANEXO 4 Tabla de valores críticos de Chi-cuadrado.

Df	PROBABILIDAD			
	0,10	0,05	0,01	0,001
4	7,78	9,49	13,28	18,46
5	9,24	11,07	15,09	20,52
6	10,64	12,59	16,81	22,46
7	12,02	14,07	18,48	24,32
8	13,36	15,51	20,09	26,12
9	14,68	16,92	21,67	27,88
10	15,99	18,31	23,21	29,59
11	17,28	19,68	24,72	31,36
12	18,55	21,03	26,22	32,91
13	19,81	22,36	27,69	34,53
14	21,06	23,68	29,14	36,12
15	22,31	25,00	30,58	37,70
16	23,54	26,30	32,00	39,29
17	24,77	27,59	33,41	40,75
18	25,99	28,87	34,80	42,31
19	27,20	30,14	36,19	43,82
20	28,41	31,41	37,57	45,32
24	33,20	36,42	42,98	51,18
25	34,38	37,65	44,31	52,65

ANEXO5 Prototipos

Prototipo1 de RFC 3

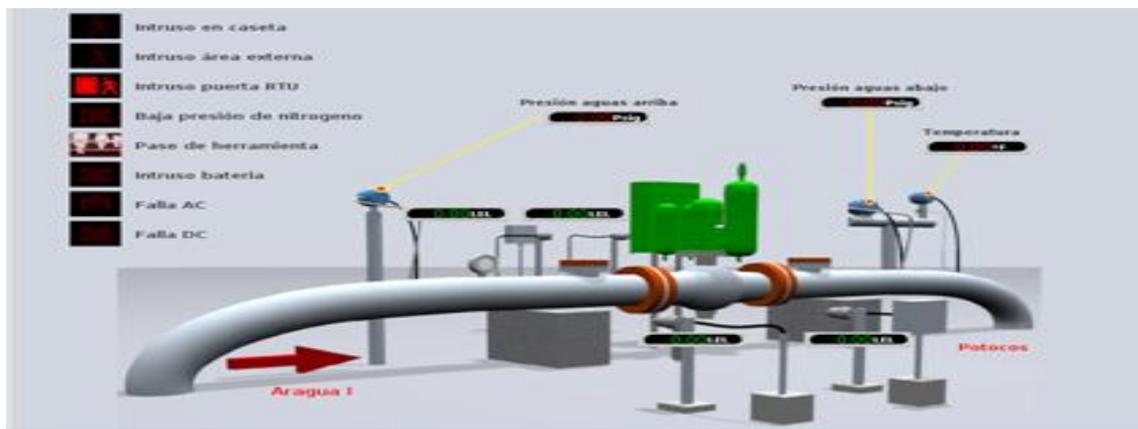


*Patio de Tanques Silvestre  
Alarmas mas Frecuentes*

Miércoles, 28 de Noviembre de 2007 9:42:58 AM

Tag	Descripción de Tag	Tipo	Descripción de Alarma	Severidad	Prioridad	Frecuencia
PTS VAR9 B0M1	SENSOR DE VELOCIDAD #2 MOTOR1	HH	MUY ALTA SENSOR DE VELOCIDAD #2 MOTOR1	Baja	5	15
PTS VAR7 B0M1	PRESION DESCARGA CABEZAL SALA DE BOMBAS	HH	MUY ALTA PRESION DESCARGA CABEZAL SALA DE BOMBAS	Baja	5	15
PTS VAR8 B0M1	SENSOR DE VELOCIDAD #1 MOTOR1	HH	MUY ALTA SENSOR DE VELOCIDAD #1 MOTOR1	Baja	5	15
PTS VAR15 B0M3	TEMPERATURA CILINDRO #5 MOTOR3	L	BAJA TEMPERATURA CILINDRO #5 MOTOR3	Baja	5	14
PTS VAR13 B0M3	TEMPERATURA CILINDRO #3 MOTOR3	L	BAJA TEMPERATURA CILINDRO #3 MOTOR3	Baja	5	14
PTS VAR14 B0M3	TEMPERATURA CILINDRO #4 MOTOR3	L	BAJA TEMPERATURA CILINDRO #4 MOTOR3	Baja	5	14
PTS VAR16 B0M3	TEMPERATURA CILINDRO #6 MOTOR3	L	BAJA TEMPERATURA CILINDRO #6 MOTOR3	Baja	5	13
PTS VAR17 B0M3	TEMPERATURA CILINDRO #7 MOTOR3	L	BAJA TEMPERATURA CILINDRO #7 MOTOR3	Baja	5	12
PTQ PTS PE 210102	PRESION DE ACEITE DEL MOTOR1	HH	MUY ALTA PRESION DE ACEITE DEL MOTOR1	Alta	5	11
PTS VAR20 B0M3	TEMPERATURA CILINDRO #10 MOTOR3	L	BAJA TEMPERATURA CILINDRO #10 MOTOR3	Baja	5	9

Prototipo 2 de RFC 4



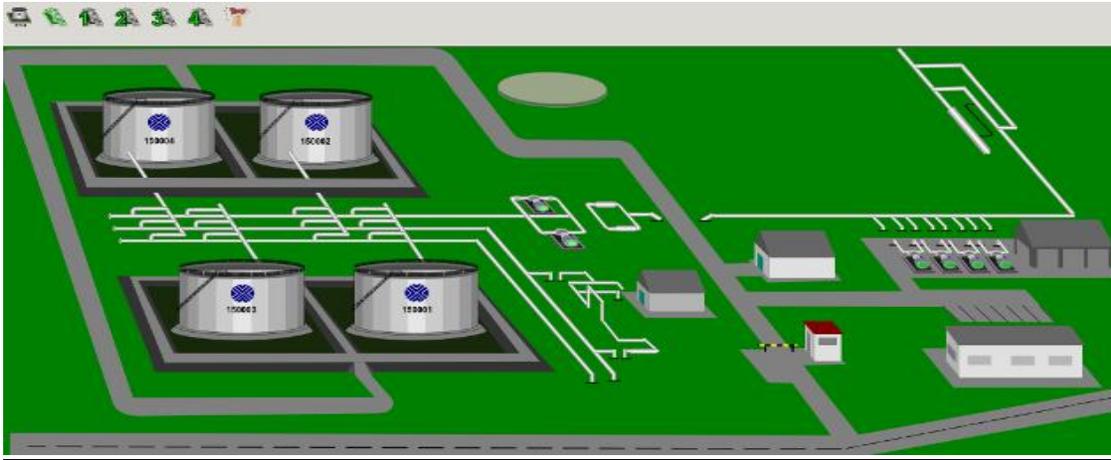
Prototipo 3 de RFC 6



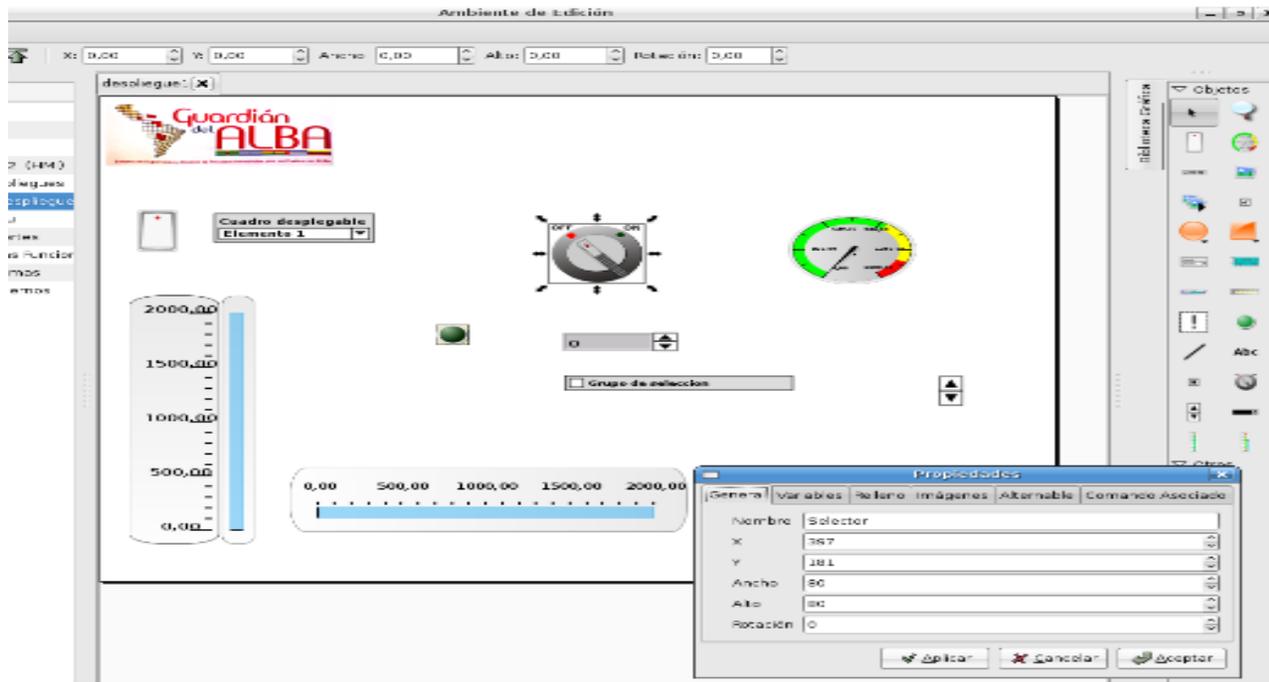
**Prototipo 4 de RFC 7**

Fecha y hora	Recurso	Causa	Tipo alarma	Descripción	Número ocur
2007-12-19 16:14:56.177	PTQ_PTS_TE_210405	165	ALTO	ALTA TEMPERATURA DE AGUA SALIDA MOTORA4	1
2007-12-19 16:11:19.242	PTQ_PTS_PE_010103	169.84	BAJO-BAJO	MUY BAJA PRESION AIRE ARRANQUE BOMBA 1	1

**Prototipo 5 de RFC 8**



**Prototipo 6 de RFC 9**



**Prototipo 7 de RFC 10**



**Prototipo 8 de RFC 11**



**Prototipo 9 de RFC 12**



**Prototipo 10 de RFC 14**



**Prototipo 11 de RFC 18**

**Información de campo**

Buscar campo    Almacenar información

Almacenar campo    Mostrar información

Mostrar información

PLC	Remoto
*	

Almacenar información

PLC	Remoto
*	

## GLOSARIO DE TERMINOS

**Ad-hoc:** Algo que es adecuado solo para un determinado fin.

**Jerga informática:** Uso de palabras técnicas en la rama de la informática.

**Proceso:** Un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden bajo ciertas circunstancias con un fin determinado.

**Disciplina:** Conjunto de instrucciones y actividades a seguir con cierto rigor.

**Producto:** Representa el ofrecimiento de toda empresa u organización con la finalidad de satisfacer sus necesidades y deseos, y de esa manera, lograr también los objetivos de la empresa en cuanto a (utilidades o beneficios).

**Ciclo de vida:** Es la evolución que tiene un producto o artículo mientras permanece en el mercado.

**Usuario:** Un usuario es quien usa ordinariamente algo.

**Trazabilidad:** La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde este pueda estar relacionado con referencias especificadas

**Automatización:** Uso de sistemas o elementos computarizados.

**Sistema:** Objeto compuesto cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente.

**Implementación:** Instalación y puesta en marcha, en una computadora, de un sistema de explotación o de un conjunto de programas de utilidad, destinados a usuarios.

**Reutilización:** Reutilizar es la acción de volver a utilizar los bienes o productos.

**Genéricos:** Que es común o se refiere a un conjunto de elementos del mismo género.

**Validación:** proceso de comprobar la precisión de los datos; conjunto de reglas que se pueden aplicar a un control para especificar el tipo y el intervalo de datos que los usuarios pueden especificar.