



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

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

TÍTULO: LÍNEA BASE DE REQUISITOS COMUNES PARA LA LÍNEA DE PRODUCTO SISTEMAS
EMPOTRADOS DEL CENTRO DE INFORMÁTICA INDUSTRIAL.

AUTORA: MARICELA PEÑA JIMÉNEZ

TUTORA: ING. IRINA MARRERO BORGES

COTUTORA: ING. LISANDRA ZAYLÍN RADO NARANJO

LA HABANA, 2012



“LA ÚNICA LUCHA QUE SE PIERDE ES LA QUE SE ABANDONA”

ERNESTO CHE GUEVARA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy la única autora de este trabajo y autorizo a la tutora Irina Marrero Borges, a la cotutora Lisandra Zaylín Rado Naranjo y al Centro de Informática Industrial (CEDIN) de la Universidad de las Ciencias Informáticas, a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Maricela Peña Jiménez _____

Firma del Autor

Ing. Irina Marrero Borges _____

Firma del Tutor

Ing. Lisandra Zaylín Rado Naranjo _____

Firma del Tutor

AGRADECIMIENTOS:

A mi mamá por ser la fuerza que impulsa mis pasos, por ser mi amiga, mi padre, mis emociones cuando carecía de ellas, por ser mi protección, mi economía, mi aire, en fin, le agradezco todo lo que soy a ella, mi mamita linda.

A mi hermanita Heidy que ha estado siempre dándome la mano para que todo me salga bien y para que no me caiga en los momentos más tristes.

A todos los miembros de mi familia que me han apoyado cuando más lo he necesitado, en especial: a mis tías Maricel y Felicia, a mis primos Du Elvis, Danay, Jeisa, Carlos Alberto, Carlota y Braudis.

A mi hermano Leismel, por enseñarme a ser fuerte y a la vez femenina.

A mi abuelita María (que en paz descansa) por cuidarme como una hija, por su dedicación y amor todos estos años que vivió conmigo, por sus consejos y sobre todo por sus cariños.

A mi tía Kuqui (que en paz descansa) por cuidarme y educarme como si fuera una hija.

A mi mole por su tolerancia y apoyo en los momentos más tenso de mi carrera, por sus cariños, por su preocupación y sobre todo por su protección en todo momento.

A mis amistades les agradezco todo lo que me han soportado y el tiempo que me han dedicado, en especial a: Yanisbel, Danellys, Anabel, a campanita (Darlen), Gretter, Gadied, Aylen, Liliét, Jaquelin, Mario, Iván y por último pero muy especial a mi tutora de estos 5 años, Yirka Céspedes Boch (mi mamita); sin ella no estuviera aquí, ella siempre me llenaba de esperanzas cuando quería renunciar y por sus consejos he triunfado y llegado a la cima de mis conocimientos.

A mi nueva segunda familia; en especial a mi suegra Magalis y a mí cuñado Julio.

A mi costurera Ibelis, que sin ella no hubiera tenido mi ropa arreglada a tiempo para entrar aquí.

A mis profes de la primaria que sin su ayuda y tolerancia no hubiera podido llegar hasta aquí.

A mis profes de la UCI, que sin ellos no hubiera redactado estos agradecimientos, en especial a: Yirka, Belkis, Lidiexy, Zoraida, Zaida, Alexander y Lida.

A mi tutora por su ayuda brindada y especialmente a mi cotutora Lizandra por el tiempo dedicado en mi tesis.

DEDICATORIA:

A mi mamá por confiar en mí, por guiarme y por desear tanto como yo este momento.

A mi abuela María por haber esperado por mí cada día de estos 5 años, para estar a mi lado.

A mi hermano Leismel, para que sepa que sus pasos fueron una guía para mí.

A mi hermanita Heidy para que siga orgullosa de mi.

A mi tutora y amiga Yirka, para que nunca deje de comunicarse conmigo, a pesar de la distancia.

A mis amistades, que siempre estarán cuando más los necesite.

RESUMEN:

En la actualidad el aumento tecnológico sobre la diversidad de productos con características similares, ha propiciado el surgimiento de las Líneas de Productos de Software (LPS); las cuales permiten elaborar sistemas de software que comparten un conjunto común y gestionado de aspectos. En la Universidad de las Ciencias Informáticas, el Centro de Informática Industrial (CEDIN) tiene implícito una línea de producto Sistemas Empotrados (SE). En la línea la fase de especificación de requisitos se realiza de forma independiente para cada producto, sin tener en cuenta las similitudes de los mismos; esto ha provocado el aumento del esfuerzo humano y el tiempo de entrega del producto.

Este trabajo tiene como objetivo elaborar una “Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN”, la cual proporciona la reutilización de requisitos en productos venideros. Como parte de la identificación de requisitos se entrevistan a los trabajadores de la línea, con el propósito de caracterizar los productos existentes en la misma. A partir de los resultados de este proceso, se realiza cuatro de las actividades (identificación, análisis, especificación y validación) de la Ingeniería de Requisitos (IR); obteniendo requisitos estables y completos en el artefacto de especificación que se genera. Para la fase de identificación se aplica el método FODA; el cual recoge en modelos y diagramas, los requisitos (funcionales y no funcionales) comunes entre los productos de la línea SE. Estos requisitos son analizados mediante el criterio para validar requisitos del cliente que propone el programa de mejora; comprobando que no existan ambigüedades, que puedan ser probados, que estén correctos y que el resultado de la evaluación de impacto sea positivo. Luego del análisis se procede a la especificación de los requisitos mediante la técnica de plantilla; la que posteriormente se revisa con el cliente para contribuir en su validación.

Por último se utiliza el método de experto Delphi con el objetivo de validar la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN, a través de los criterios de los especialistas seleccionados.

Palabras clave: línea base de requisitos comunes, Sistemas Empotrados, requisitos, Ingeniería de Requisitos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
1.1 LÍNEAS DE PRODUCTOS DE SOFTWARE (LPS)	4
1.1.1 INGENIERÍA DE DOMINIO (ID).....	7
1.2 METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE DOMINIO.	8
1.2.1 FODA: ANÁLISIS DE DOMINIO ORIENTADO A FUNCIONES	8
1.2.2 FORM: MÉTODO DE REUTILIZACIÓN ORIENTADO A CARACTERÍSTICAS.	9
1.2.3 DARE: ANÁLISIS DE DOMINIO Y AMBIENTE DE REUTILIZACIÓN.	9
1.2.4 FORE: FAMILIA DE REQUISITOS.	10
1.3 INGENIERÍA DE REQUISITOS (IR)	10
1.3.1 IMPORTANCIA DE LA IR	12
1.4 TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA IR.....	12
1.4.1.1 ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS	13
1.4.1.2 OBSERVACIÓN DE SISTEMAS SEMEJANTES	13
1.4.1.3 CONSULTA A LOS EXPERTOS	13
1.4.2.1 PLANTILLAS O PATRONES	14
1.4.2.2 ESCENARIOS	14
1.4.3.1 PROTOTIPOS	14
1.4.3.2 REVISIÓN	15
1.4.3.3 AUDITORÍAS	15
1.4.3.4 MATRICES DE TRAZABILIDAD	15
1.5 HERRAMIENTAS CASE	15
1.5.1 RATIONAL ROSE	15
1.5.2 VISUAL PARADIGM.....	16
1.6 LÍNEA BASE DE REQUISITOS.....	16
1.6.1 TIPOS DE LÍNEA BASE.	17
1.7 SISTEMAS EMPOTRADOS.....	18
1.8 PRODUCTOS IDENTIFICADOS CON LA LÍNEA DE SE	21
1.9 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LÍNEAS BASES DE REQUISITOS EXISTENTES EN SE.	22

1.10 MÉTODOS POR EXPERTOS DELPHI	24
CAPÍTULO 2: CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE REQUISITOS.....	27
2.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN	27
2.1.1 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS.....	27
2.1.1.1 IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS DE LOS PRODUCTOS DE LA LÍNEA DE SE DEL CEDIN	27
2.1.1.2 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS COMUNES EN LOS PRODUCTOS DE LA LÍNEA DE SE	52
2.1.1.2.1 FODA (ANÁLISIS DE CONTEXTO).....	52
2.1.1.2.2 FODA (MODELADO DEL DOMINIO).....	55
2.1.2 ANÁLISIS DE REQUISITOS	69
2.1.3 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS	69
2.1.4 VALIDACIÓN DE REQUISITOS	80
CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN DE LA LÍNEA BASE	82
3.1 MÉTODO DELPHI	82
3.2 FASES DEL MÉTODO DELPHI	82
3.2.1 ELABORACIÓN DEL OBJETIVO	82
3.2.2 SELECCIÓN DE LOS EXPERTOS	82
3.2.3 ELABORACIÓN Y LANZAMIENTO DEL CUESTIONARIO.....	84
3.2.4 DESARROLLO PRÁCTICO Y EXPLOTACIÓN DE LOS RESULTADOS	85
3.3 LÍNEA BASE DE REQUISITOS APLICADA AL PRODUCTO ADQUISICIÓN DE DATOS.	87
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES.....	91
REFERENCIAS.....	92
ANEXOS.....	95
ANEXO 1. CUESTIONARIO DE POSIBLES ESPECIALISTAS.	95
ANEXO 2. CUESTIONARIO PARA EL CÁLCULO DEL GRADO DE ARGUMENTACIÓN DEL EXPERTO (KA).	96
ANEXO 3. CUESTIONARIO APLICADO A LOS EXPERTOS.....	96
ANEXO 4. ENTREVISTA A LOS INTEGRANTES DE LA LÍNEA DE PRODUCTO SE DEL CEDIN.	98
GLOSARIO DE TÉRMINOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. REQUISITOS DEL PRODUCTO CONVERTOR SERIE ETHERNET.	28
TABLA 2. REQUISITOS DEL PRODUCTO TETSCADA.	35
TABLA 3. REQUISITOS DEL PRODUCTO HMI.	48
TABLA 4. REQUISITOS FUNCIONALES.	70
TABLA 5. REQUISITOS NO FUNCIONALES.	72
TABLA 6. REQUISITOS FUNCIONALES.	75
TABLA 7. REQUISITOS NO FUNCIONALES.	79
TABLA 8. DATOS DE LOS EXPERTOS SELECCIONADOS EN LA LÍNEA BASE DE REQUISITOS.	84
TABLA 9. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES.	85
TABLA 10. RESULTADO DE LA CONCORDANCIA EN EL CRITERIO DE LOS EXPERTOS.	86
TABLA 11. NIVEL DE CONCORDANCIA PARA CADA INDICADOR.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ACTIVIDADES EN PARALELO DE LA LPS	5
FIGURA 2. MODELO BÁSICO DE UNA LPS.	5
FIGURA 3. EVOLUCIÓN DE LA REUTILIZACIÓN DE SOFTWARE.	8
FIGURA 4. FASES PARA LA CREACIÓN DE UNA LÍNEA BASE.	17
FIGURA 5. ARQUITECTURA DE LOS SE.	20
FIGURA 6. DIAGRAMA DE ESTRUCTURA DEL DOMINIO DE SISTEMA EMPOTRADO.	53
FIGURA 7. DIAGRAMA DE DATOS DEL SUB-DOMINIO PASARELA DE DATOS.	54
FIGURA 8. DIAGRAMA DE DATOS DEL SUB-DOMINIO SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.	55
FIGURA 9. MODELO DE CARACTERÍSTICA DEL CONVERTOR SERIE ETHERNET.	57
FIGURA 10. MODELO DE CARACTERÍSTICA DEL TETSCADA.	58
FIGURA 11. MODELO DE CARACTERÍSTICAS DEL HMI<EDITOR Y RUNTIME>.	60
FIGURA 12. MODELO DE CARACTERÍSTICAS DEL MANEJADOR<COMUNICACIÓN>.	61
FIGURA 13. MODELO ENTIDAD-RELACIÓN DEL CONVERTOR SERIE ETHERNET.	63
FIGURA 14. MODELO ENTIDAD-RELACIÓN DEL TETSCADA.	64
FIGURA 15. MODELO ENTIDAD-RELACIÓN DEL HMI.	65
FIGURA 16. MODELO FUNCIONAL DEL MÓDULO FIRMWARE.	66
FIGURA 17. MODELO FUNCIONAL DEL MÓDULO APLICACIÓN DE CONFIGURACIÓN.	67
FIGURA 18. MODELO FUNCIONAL DE LOS MÓDULOS DEL HMI.	68

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, para el proceso de desarrollo de software se utilizan numerosas metodologías, las cuales han evolucionado con el transcurso de los años. Las metodologías guían el desarrollo de un proyecto de software, centrando su gestión en las cuatro P: las personas (autores que gestionarán el proyecto), el producto (artefactos que se crean durante la vida del proyecto), el proyecto (elemento organizativo a través del cual se gestiona el desarrollo de software) y los procesos (definición del conjunto completo de actividades). Estos procesos se describen en términos de flujos de trabajo, donde un flujo de trabajo es un conjunto de actividades.

Como parte de estas actividades, se encuentra la especificación de requisitos, que permite marcar el punto de inicio del proceso de desarrollo de un producto determinado, proporcionando la planeación de las estimaciones de costos y tiempo, así como la definición de recursos necesarios y la elaboración de cronogramas del proyecto. Además es uno de los principales mecanismos de control, con los que se contará durante la etapa de desarrollo. Esta actividad permite comprobar el logro de los objetivos establecidos en el proyecto, o en las necesidades especificadas por los clientes o usuarios del sistema, mediante las metas trazadas en el inicio. En ocasiones cuando existen productos que manejen características comunes, se hace difícil realizar una correcta especificación de requisitos. Para minimizar tiempos de trabajos y esfuerzo humano, surgieron las Líneas de Productos de Software, que consiste en un conjunto de sistemas de software, que comparten un conjunto común y gestionado de aspectos.

En Cuba existen varias entidades que se dedican al desarrollo de software, entre ellas, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), que además de ser un instituto de educación superior tiene como misión el desarrollo productivo. La UCI está estructurada en centros de desarrollo, encontrándose el CEDIN que está conformado en departamentos que dividen sus trabajos en distintas LPS, dentro de ellas la de SE.

En la que se plantea la siguiente **situación problemática**: Los analistas que trabajan en la Línea de producto SE no tienen experiencia en la obtención de los requisitos para las aplicaciones que desarrollan. La captura de requisitos se realiza partiendo del estudio de documentación relacionada con el tema, información brindada por el cliente o características de otros productos que hayan utilizado SE. Al concluir esta etapa no se identifican todos los requisitos que exige el sistema para cumplir las expectativas del cliente. En ocasiones no se especifican correctamente los requisitos, provocando requisitos inestables y posibles errores en la etapa de desarrollo. Cuando se introduce un nuevo producto a la línea se comienza el levantamiento de requisitos desde cero, a pesar de existir productos con requisitos comunes. Estos

factores negativos provocan que se incremente el esfuerzo en la IR y se consuma más tiempo en el desarrollo de las actividades enmarcadas en esta etapa, extendiendo el tiempo de terminación de la fase y por ende la entrega del producto.

Partiendo de la situación antes expuesta se formula el siguiente **problema de investigación**: ¿Cómo proveer requisitos comunes para la línea de producto SE que permitan reducir el esfuerzo en la IR y el tiempo de desarrollo de las actividades enmarcadas en esta etapa?

Por lo cual, **el objeto de investigación es**: La IR en las LPS.

Para contribuir a la solución del problema planteado se define como **objetivo general** el siguiente: Elaborar la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN.

Por lo cual se precisa el siguiente **campo de acción**: Línea base de requisitos comunes para el desarrollo de productos de la línea SE.

Para darle cumplimiento a los objetivos propuestos se precisan las siguientes **tareas de investigación** a cumplir:

- Elaboración del marco teórico de la investigación a partir del estudio del estado del arte existente actualmente sobre el tema.
- Caracterización del desarrollo de requisitos en los productos de SE 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.
- Definición de la estructura de la línea base de requisitos.
- Definición de los artefactos que conformarán la línea base.
- Identificación y descripción de los requisitos comunes.
- Estructuración de la línea base.
- Validación de requisitos.
- Evaluación de los resultados.

Idea a defender: La elaboración de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN, proveerá la reutilización de requisitos en productos venideros.

En el progreso de la investigación científica se emplearon los siguientes métodos:

Métodos del nivel teórico:

- La inducción-deducción: es utilizado en la investigación para sintetizar información relacionada, con las líneas base de requisitos existentes, para SE.

- El analítico–sintético: es utilizado para extraer los elementos comunes; que conformarán la especificación de requisitos, de la línea SE del CEDIN.

Métodos del nivel empírico:

- Análisis de todas las fuentes de información relacionadas con el tema de línea de producto SE del CEDIN, para extraer información relacionada con los SE.
- La entrevista: es utilizada para obtener información, sobre los requisitos comunes en la línea de producto SE.
- Grupos de discusión: para la estructuración y validación de la línea base de requisitos comunes y para obtener información acerca de la efectividad de aplicar la línea base de requisitos comunes a la línea de producto SE.

Posibles resultados:

A partir de los resultados de la investigación realizada se espera elaborar una Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN.

Estructura del trabajo

El contenido del trabajo está estructurado en tres capítulos.

Capítulo 1. Fundamentación teórica

El lector podrá conocer los principales conceptos asociados con: la IR, LPS, SE y línea base de requisitos. Además se caracterizan las: metodologías de análisis de dominio, técnicas de captura y validación de requisitos, y posible herramienta a utilizar. También se describe los pasos a realizar en la IR, de los productos de la línea SE del CEDIN, para detectar incongruencias existentes en el proceso.

Capítulo 2. Estructuración de la línea base

En este capítulo el lector ampliará sus conocimientos, acerca de los elementos necesarios sobre la estructuración de una línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE; donde se selecciona la: metodología de análisis de dominio, herramienta y las técnicas de utilizar en las actividades de la IR. Se identifican además las características y requisitos (funcionales y no funcionales) de los productos existentes en la línea SE. Al concluir la identificación se realiza tres de las actividades (análisis, especificación y validación) de la IR; para obtener una correcta y completa especificación de requisitos.

Capítulo 3. Evaluación de la línea base

En el presente capítulo, se valida la línea base de requisitos comunes, con la realización del método por expertos Delphi. Este método proporciona la validación de la línea base de requisitos comunes a través de los criterios de los especialistas seleccionados; mostrando los resultados obtenidos en cada fase del método.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo mediante un estudio del arte se introducen conceptos asociados con las líneas de producto de software y principales aspectos relacionados con la problemática planteada en la introducción del trabajo. Se caracterizan: SE, líneas base de requisitos, herramientas CASE (Ingeniería de Software Asistida por Computadora), metodologías de análisis de dominio, y técnicas utilizadas en las actividades de la IR. Se realiza además un estudio de las líneas base de requisitos existentes en los SE.

1.1 LÍNEAS DE PRODUCTOS DE SOFTWARE (LPS)

El concepto de LPS, ha estado inspirado en los procesos de producción de la industrialización de los productos físicos, como es el hardware.

“Una LPS es un conjunto de sistemas de software, que comparten un conjunto común y gestionado de aspectos, que satisfacen las necesidades específicas de un segmento de mercado o misión, y que son desarrollados a partir de un conjunto común de activos fundamentales de software de una manera preescrita”. (1)

A partir de esta definición se define como LPS: un conjunto de productos o elementos que comparten características comunes y propias de ellos, las cuales son utilizados con un propósito específico y son unidos para desarrollar un sistema de software determinado.

Actividades para desarrollar una LPS:

Las dos actividades clave para desarrollar una línea de producto son la Ingeniería de Dominio y la Ingeniería de Aplicación.

La Ingeniería de Dominio y la Ingeniería de Aplicación son complementarias, interactúan en procesos paralelos. El modelo de procesos basado en componentes incorpora explícitamente la reutilización del software en el proceso de desarrollo de aplicaciones. Este modelo considera la reutilización desde las perspectivas de las dos ingenierías:

- Desarrollo de software *para* la reutilización: el propósito es producir componentes de software reutilizables. A este proceso se le denomina Ingeniería de Dominio.
- Desarrollo de software *con* reutilización: su propósito es desarrollar software reutilizando componentes existentes. Este proceso se llama Ingeniería de Aplicación.(1)

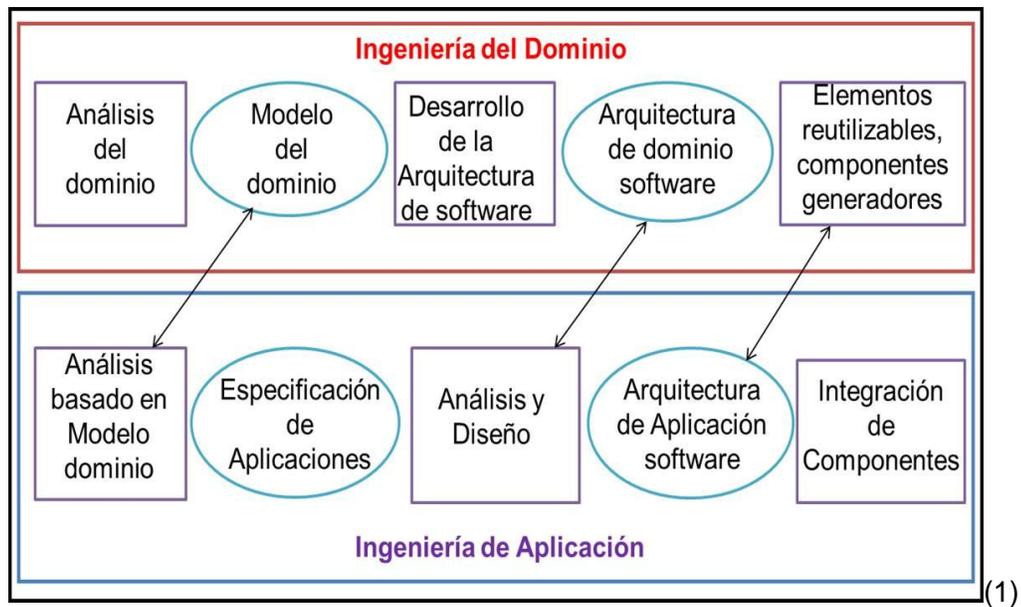


Figura 1. Actividades en paralelo de la LPS

Modelo Básico de una LPS



(2)

Figura 2. Modelo Básico de una LPS.

La entrada:
Activos de Software

- Una colección de partes de software (requisitos, diseños, componentes, casos de prueba, etc.) que se configuran y componen de una manera prescrita para producir los productos de la línea.

El control:

Modelos de Decisión y Decisiones de Productos

- Los Modelos de Decisiones describen los aspectos variables y opcionales de los productos de la línea.
- Cada producto de la línea es definido por un conjunto de decisiones (decisiones del producto).

El proceso de producción:

- Establece los mecanismos o pasos para componer y configurar productos a partir de los activos de entrada.
- Las decisiones del producto se usan para determinar que activos de entrada utilizar y como configurar los puntos de variación de esos activos.

La salida:

Productos de software

- Conjunto de todos los productos que pueden o son producidos por las líneas de productos. (2)

Enfoques de adopción de una LPS

En la actualidad existen tres enfoques de adopción de una LPS, que seguro han sido reportados con otros nombres, sin embargo, en esencia son lo mismo. Estos enfoques casi siempre son nombrados así:

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, además de que tienen niveles de madurez para predecir con gran certeza tal proceso y cuentan con los recursos económicos y humanos suficientes para realizar la inversión.

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.(2)

1.1.1 INGENIERÍA DE DOMINIO (ID)

La Ingeniería de Dominio se dirige a la creación sistemática de modelos de dominios, arquitecturas, componentes y artefactos de software, reutilizables en el desarrollo de cualquier nuevo producto de una LPS (1). La ID contempla los procesos necesarios, para desarrollar activos de software reutilizables en un dominio particular, un ejemplo de esos procesos, es el análisis de dominio.

Análisis de dominio

Firesmith, describe el análisis del dominio del software de la siguiente manera:

“El análisis del dominio del software es la identificación, análisis y especificación de requisitos comunes de un dominio de aplicación específico, normalmente para su reutilización en múltiples proyectos dentro del mismo dominio de aplicación ... (el análisis orientado a objetos del dominio es la identificación, análisis y especificación de capacidades comunes y reutilizables dentro de un dominio de aplicación específico, en términos de objetos, clases, sub-montajes y marcos de trabajo comunes”.(3)

En esencia el análisis de dominio investiga un área de interés específico, intentando extraer elementos claves que se puedan utilizar para el desarrollo de un sistema. Durante el análisis del dominio ocurre la extracción de objetos y clases, para la reutilización de los mismos en sistemas semejantes.

Una vez realizado el análisis de dominio se podrán extraer los elementos reutilizables. Razón por la cual se hace necesario investigar los beneficios que proporciona la reutilización para las LPS. *“La reutilización de software es el proceso de implementar o actualizar sistemas de software usando activos de software existentes”.*(2)

Beneficios de la reutilización

- Tiempo y costo: La reutilización de software es una excelente manera de ahorrar costos y esfuerzos de desarrollo. De forma ideal, el tiempo de desarrollo es reducido debido a que los componentes reutilizables pueden ser aplicables al proyecto dado en un marco de tiempo menor que re-desarrollar desde cero.
- Calidad: Cualquier optimización, refactorización y pruebas hechas en componentes reutilizables, servirán para obtener resultados satisfactorios, en posteriores productos.
- Estandarización: Los componentes dentro de un dominio dado (área de aplicación), requieren cierta clase de estandarización para hacerlos compatibles con otros componentes.
- Maneja estratégicamente la variación entre los productos de la línea.
- Elimina la duplicación de esfuerzos de ingeniería.
- La reutilización de activos se da en uno o más productos sobre una línea bien definida.(4)



Figura 3. Evolución de la Reutilización de Software.

1.2 METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE DOMINIO.

Para el análisis de dominio se aplican metodologías que permiten obtener información sobre un dominio o área determinada, en el que se completa el análisis, mediante la realización de métodos o técnicas. En los siguientes epígrafes se describen algunos métodos utilizados en el análisis de dominio, según el propósito determinado.

1.2.1 FODA: ANÁLISIS DE DOMINIO ORIENTADO A FUNCIONES

FODA es una metodología desarrollada por el SEI¹, para las aplicaciones de análisis de dominio, definiendo las etapas del método y los resultados obtenidos en cada una de ellas. A continuación se muestra una breve descripción de las etapas del método:

¹Instituto de Ingeniería del Software; fundación de investigación y desarrollo financiado por el Departamento de Defensa de EE.UU.

1. Análisis del contexto: el principal objetivo de esta etapa es la completa caracterización del dominio con la consecuente definición de las fronteras.

Como resultado se obtiene un modelo del contexto consistente en un diagrama de estructura y un flujo de datos. El diagrama de estructura establece la organización jerárquica entre los distintos módulos localizados en los dominios (superiores, inferiores o igual nivel); y el diagrama de flujo de datos establece las comunicaciones entre los módulos. El trabajo realizado en esta fase es crucial para la realización satisfactoria de las siguientes.

2. Modelado del dominio: una vez acotado el entorno de trabajo se procede a la localización de semejanzas y diferencias dentro de las aplicaciones pertenecientes al ámbito de trabajo:
 - Análisis de características
 - Modelado entidad-relación
 - Análisis funcional

3. Modelado de la arquitectura del dominio: esta fase proporcionará una base o modelo de arquitectura que será particularizada para cada una de las aplicaciones del dominio. Consistirá en un diseño de alto nivel donde se han identificado los componentes comunes y las relaciones entre ellos para poder ser reutilizado en la generación de diferentes sistemas del dominio.

1.2.2 FORM: MÉTODO DE REUTILIZACIÓN ORIENTADO A CARACTERÍSTICAS.

El FORM surge como una ampliación de FODA. La principal característica que añade FORM es una descripción exhaustiva del análisis de características, realizado sobre las aplicaciones ya existentes en el dominio, y cómo utilizar los resultados para la obtención de arquitecturas y componentes reutilizables.

1.2.3 DARE: ANÁLISIS DE DOMINIO Y AMBIENTE DE REUTILIZACIÓN.

DARE 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, y adquisición y almacenamiento de dicha información.

Las principales ventajas respecto al trabajo con FODA, es su elevada modularidad que la hace compatible con dichos entornos y un mayor esfuerzo en la automatización de estas actividades.

El objetivo de DARE es la consecución de una arquitectura genérica del dominio, compuesta por los componentes y su interrelación, 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.

1.2.4 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 e instanciables de un subtipo de sistemas dentro del ámbito FORE define los siguientes pasos:

1. *Establecimiento de los grupos de trabajo.* Normalmente estos grupos constarán de: especialistas del dominio, que contribuirán en los aspectos más técnicos del trabajo; 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.
3. *Estructuración de los requisitos.* Para cada producto genérico se identifican y formalizan los requisitos comunes y aquellos instanciables. Se almacenarán de forma jerárquica, donde se incluyen también aquellos requisitos opcionales para una aplicación concreta. En esta fase es necesario realizar un análisis de variabilidad que impida la explosión de estados en la jerarquía. Este análisis se basa, principalmente, en un estudio detallado de cada requisito de forma que las variaciones permitidas en el mismo sean propias exclusivamente de un alto nivel de definición.
4. *Generación de un sistema.* Una vez que se tienen los requisitos propios del producto genérico se realizará una instanciación para obtener los requisitos propios de un producto concreto.
5. *Análisis de cambios.* Teniendo en cuenta que los dominios son entes dinámicos puede ser preciso: redefinir un dominio, revisar las necesidades de los clientes, y reestructurar los requisitos obtenidos en la tercera fase para reflejar fielmente los cambios anteriores. (4)

1.3 INGENIERÍA DE REQUISITOS (IR)

En la actualidad no existe una herramienta o una técnica que permitan conocer: ¿Cómo se puede asegurar que se ha especificado un sistema, que recoge las necesidades del cliente y satisface sus expectativas?

Hasta estos momentos, para darle solución a esa pregunta, se tiene como objetivo principal, el sólido proceso de IR, que deben llevar a cabo todos los proyectos de software.

En el libro de Pressman, está reflejado el siguiente concepto de IR:

“IR ayuda a los ingenieros de software a entender mejor el problema en cuya solución trabajarán. Incluye el conjunto de tareas que conducen a comprender cuál será el impacto del software sobre el negocio, qué es lo que el cliente quiere y cómo interactuarán los usuarios finales con el software”.(3)

La IR, facilita el mecanismo apropiado para comprender lo que quiere el cliente, analizando necesidades, confirmando su viabilidad, especificando la solución sin ambigüedad y validando la especificación. El proceso de IR contiene algunos pasos para su desarrollo; en donde se encuentran los siguientes:

- Identificación de Requisitos.
- Análisis de Requisitos
- Especificación de Requisitos.
- Validación de Requisitos.

Identificación de Requisitos.

La identificación de requisitos parece fácil, pero cuando se une el día a día, las personas que participan en el mismo, se dan cuenta que lo que al principio resultaba obvio, se puede convertir en un grave problema. Especialistas del tema plantean que uno de los problemas a comprender que es lo que hace, que la obtención de requisitos sea costosa.

Problemas de alcance: El límite del sistema está mal definido o los detalles técnicos innecesarios, que han sido aportados por los clientes/usuarios, pueden confundir más que clarificar los objetivos del sistema.

Problemas de comprensión: Los clientes/usuarios no están completamente seguros de lo que necesitan, tienen una pobre comprensión de las capacidades y limitaciones de su entorno de computación y no existe un total entendimiento del dominio del problema.

Problemas de volatilidad: Los requisitos cambian con el tiempo.

Análisis de Requisitos.

Una vez recopilados los requisitos, el producto obtenido configura la base del análisis de requisitos. Los requisitos se agrupan por categorías y se organizan en subconjuntos, se estudia cada requisito en relación con el resto, se examinan los requisitos en su consistencia, completitud y ambigüedad, y se clasifican en base a las necesidades de los clientes/usuarios.

Especificación de Requisitos. (ER)

Una especificación de requisitos puede ser un documento escrito, un modelo gráfico, un modelo matemático formal, una colección de escenarios de uso, un prototipo o una combinación de lo anteriormente mencionado. Algunos de los especialistas del tema sugieren que debe desarrollarse una plantilla estándar y usarse en la ER, donde se conseguirían requisitos que sean presentados de una forma más consistente y comprensible.

Validación de Requisitos.

La validación de requisitos examina las especificaciones para asegurar que todos los requisitos del sistema han sido establecidos sin ambigüedad, sin inconsistencias, sin omisiones y que los errores detectados hayan sido corregidos, para que el resultado del trabajo se ajuste a los estándares establecidos para el proceso, el proyecto y el producto.(3)

En síntesis, la IR es uno de los procesos más imprescindibles, en el desarrollo de software de la actualidad. A continuación se muestran sus beneficios.

1.3.1 IMPORTANCIA DE LA IR

La IR ha proporcionado a nivel mundial beneficios en el ciclo de vida, de diversos proyectos de desarrollo de software. A continuación se mencionan algunos de los tantos beneficios que proporciona la IR:

- Permite gestionar las necesidades del proyecto en forma estructurada: Cada actividad de la IR consiste de una serie de pasos organizados y bien definidos.
- Mejora la capacidad de predecir cronogramas de proyectos, así como sus resultados: La IR proporciona un punto de partida para controles subsecuentes y actividades de mantenimiento, tales como estimación de costos, tiempo y recursos necesarios.
- Disminuye los costos y retrasos del proyecto: Muchos estudios han demostrado que reparar errores por un mal desarrollo no descubierto a tiempo, es sumamente caro; especialmente aquellas decisiones que se toman, cuando se ha implementado algunos de los requisitos
- Mejora la calidad del software: La calidad en el software tiene que ver con cumplir un conjunto de requisitos (funcionalidad, facilidad de uso, confiabilidad, desempeño, etc.).
- Mejora la comunicación entre equipos: La especificación de requisitos representa una forma de consenso entre clientes y desarrolladores. Si este consenso no ocurre, el proyecto no será exitoso.
- Evita rechazos de usuarios finales: La IR obliga al cliente a considerar sus requisitos cuidadosamente y revisarlos dentro del marco del problema, por lo que se le involucra durante todo el desarrollo del proyecto.(5)

1.4 TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA IR.

En la IR existen técnicas para la identificación, especificación y validación de los requisitos,

proporcionando que la obtención de requisitos quede formalmente estructurada y que los mismos estén correctamente definidos; evitando los posibles errores en la etapa de desarrollo de un proyecto determinado.

1.4.1 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS

1.4.1.1 ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS

Las entrevistas y cuestionarios se emplean para reunir información proveniente de personas o de grupos. Durante la entrevista, el analista conversa con el encuestado. Por lo común, son usuarios de los sistemas existentes o usuarios en potencia del sistema propuesto. En algunos casos, son gerentes o empleados que proporcionan datos para el sistema propuesto o que serán afectados por él. Las preguntas que deben realizarse en esta técnica, deben ser preguntas de alto nivel y abstractas que pueden realizarse al inicio del proyecto para obtener información sobre aspectos globales del problema del usuario y soluciones potenciales. Sin embargo el cuestionario consiste en una serie de preguntas relacionadas con varios aspectos de un sistema.

Con frecuencia, se utilizan preguntas abiertas para descubrir sentimientos, opiniones y experiencias generales, o para explorar un proceso o problema. Este tipo de preguntas son siempre apropiadas, además que ayudan a entender la perspectiva del afectado y no están influenciadas por el conocimiento de la solución. Las preguntas pueden ser enfocadas a un elemento del sistema, tales como usuarios y procesos.(6)

1.4.1.2 OBSERVACIÓN DE SISTEMAS SEMEJANTES

Una de las técnicas de extracción de requisitos es realizar el mismo proceso en otros entornos diferentes, quizás en otra organización a la que se tenga acceso. Probablemente no sea extrapolable directamente los requisitos obtenidos, pero si puede dar una buena base para saber qué se tiene que buscar y obtener una colección de requisitos de partida, que permita agilizar la toma de requisitos.(7)

1.4.1.3 CONSULTA A LOS EXPERTOS

Otra técnica de toma de requisitos es realizar una entrevista a un experto en la materia. Se puede identificar dos tipos de expertos: los que conocen la parte funcional del sistema y los que conocen la parte técnica del sistema. De los expertos se puede obtener no sólo requisitos, sino también un conjunto de recomendaciones y buenas prácticas que evitarán problemas en el desarrollo. También permitirán descubrir problemas y casos ocultos, que al tenerlos en cuenta se evitarán retrasos en posteriores desarrollos.(7)

1.4.2 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

1.4.2.1 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 asistiendo, 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 ésta, menos ambigüedad ofrece. Sin embargo, si el nivel de detalle elegido es demasiado estructurado, el trabajo de rellenar las plantillas y mantenerlas, puede ser demasiado tedioso.(8)

1.4.2.2 ESCENARIOS

La técnica de los escenarios consiste en describir las características del sistema a desarrollar mediante una secuencia de pasos. La representación del escenario puede variar dependiendo del autor. Esta representación puede ser casi textual o ir encaminada hacia una representación gráfica en forma de diagramas de flujo. El análisis de los escenarios, hechos de una forma u otra, pueden ofrecer información importante sobre las necesidades funcionales de sistema.(8)

1.4.3 VALIDACIÓN DE REQUISITOS

1.4.3.1 PROTOTIPOS

El paradigma de creación de prototipos es una de las técnicas de validación de requisitos, y los prototipos que se desarrollen, puede ser de dos tipos, cerrado o abierto.

El enfoque cerrado se denomina a menudo Prototipo desechable. Este prototipo sirve únicamente como una vasta demostración de los requisitos. Después se desecha y se hace una ingeniería del software con un paradigma diferente.

Un enfoque abierto, denominado Prototipo evolutivo, emplea el prototipo como primera parte de una actividad de análisis a la que seguirá el diseño y la construcción. El prototipo del software es la primera evolución del sistema terminado.

Antes de poder elegir un enfoque abierto o cerrado, es necesario determinar si se puede crear un prototipo del sistema a construir. Se pueden definir varios factores candidatos a la creación de prototipos: Área de aplicación, complejidad, características del cliente y del proyecto.

Como el cliente debe interactuar con el prototipo en fases posteriores, es esencial que:

- Se destinen recursos del cliente a la evaluación y refinamiento del prototipo.
- El cliente sea capaz de tomar decisiones inmediatas sobre los requisitos.

- La naturaleza del proyecto de desarrollo tendrá una gran influencia en la capacidad de crear un prototipo.(3)

1.4.3.2 REVISIÓN

Esta técnica consiste en la lectura y corrección de la completa documentación o modelado de la definición de requisitos. Con ello solamente se puede validar la correcta interpretación de la información transmitida.(8)

1.4.3.3 AUDITORÍAS

La revisión de la documentación con esta técnica consiste en un chequeo de los resultados contra una lista de chequeo predefinida o definida a comienzos del proceso, es decir sólo una muestra es revisada.(8)

1.4.3.4 MATRICES DE TRAZABILIDAD

Esta técnica consiste en marcar los objetivos del sistema y chequearlos contra los requisitos del mismo. Es necesario ir viendo qué objetivos cubre cada requisito, de esta forma se podrán detectar inconsistencias u objetivos no cubiertos.(8)

1.5 HERRAMIENTAS CASE

Se pueden definir a las herramientas CASE (Ingeniería de Software Asistida por Computadora) como un conjunto de programas que dan asistencia a los analistas, ingenieros de software y desarrolladores, durante todos los pasos del ciclo de vida de desarrollo de un software. Existen varias herramientas de este tipo, entre las más reconocidas y usadas se destacan Rational Rose y Visual Paradigm. A continuación se exponen sus principales características.

1.5.1 RATIONAL ROSE

Rational Rose es una herramienta CASE que auxilia los procesos de construcción de un software profesional. Actualmente esta herramienta tiene un peso en el mercado siendo usado por diversas profesionales y grandes empresas. Fue creada por la Rational, posteriormente adquirida por la IBM; siendo una herramienta no gratuita. Permite el modelado con los nueve diagramas de la UML (Diagramas de Casos de Uso, Diagramas de Clase, Diagrama de Componentes, Diagrama de Desarrollo, Diagrama de Objetos, Diagrama de Secuencia, Diagrama de Colaboración, Diagrama de Estados y Diagrama de actividades). Rational permite completar una gran parte de las disciplinas (flujos fundamentales) de RUP tales como:

- Captura de requisitos (parcialmente).
- Análisis y diseño (completamente).

- Implementación (como ayuda).
- Control de cambios y gestión de configuración (parcialmente).(9)

1.5.2 VISUAL PARADIGM

Visual Paradigm ha sido concebida para soportar el ciclo de vida completo del proceso de desarrollo del software a través de la representación de todo tipo de diagramas. Constituye una herramienta de software libre y de probada utilidad para el analista. Fue diseñado para la amplia gama de usuarios interesados en la construcción de sistemas de software de forma fiable, a través de la utilización de un enfoque Orientado a Objetos.

Esta herramienta se caracteriza por:

- Software libre.
- Disponibilidad en múltiples plataformas (Windows, Linux).
- Uso de un lenguaje estándar común a todo el equipo de desarrollo que facilita la comunicación.
- Capacidades de ingeniería directa e inversa.
- Disponibilidad de múltiples versiones, para cada necesidad.
- Licencia: gratuita y comercial.
- Fácil de instalar y actualizar.
- Diagramas de flujo de datos.
- Generación de bases de datos - Transformación de diagramas de Entidad-Relación en tablas de base de datos.
- Generador de informes.
- Editor de figuras.(10)

1.6 LÍNEA BASE DE REQUISITOS

Una línea base es uno de los elementos esenciales en el control de la evolución de un proyecto y constituye la base del sistema de gestión de la configuración. La IEEE (Estándar IEEE 610.12-1990) define una línea base de requisito como:

“Una especificación o producto que se ha revisado formalmente y sobre los que se ha llegado a un acuerdo, y que de ahí en adelante sirve como base para un desarrollo posterior y que puede cambiarse solamente a través de procedimientos formales de control de cambios.”(3)

Partiendo del concepto que propone la IEEE, se define como línea base de requisitos:

Una especificación de requisitos revisada formalmente, por un grupo de especialistas; la cual sirve como

base para la reutilización de requisitos y que puede ser modificada a través del proceso de control de cambios.

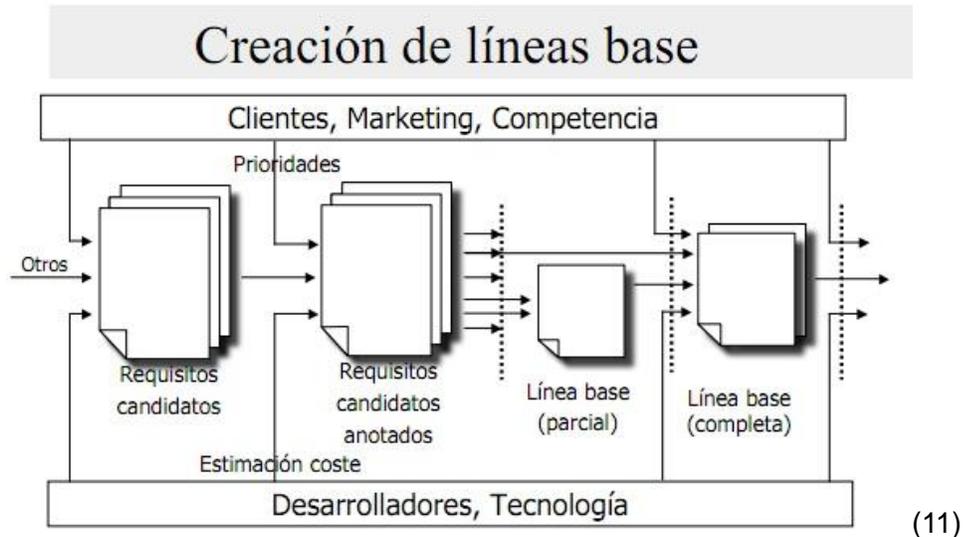


Figura 4. Fases para la creación de una línea base.

Objetivos de la línea base requisitos.

- Brinda requisitos confiables al grupo de desarrollo de un proyecto, logrando eficiencia en la gestión y en los procesos de desarrollo de un software.
- Contribuye con la consolidación de una cultura de uso y aprovechamiento de los requisitos, mediante el manejo permanente de indicadores seleccionados y de análisis de eficiencia comparativa en el seguimiento y la evaluación de las políticas de desarrollo de software.
- Facilita a los clientes/usuarios el acceso y uso de los requisitos, mediante un activo de software disponible.(12)

1.6.1 TIPOS DE LÍNEA BASE.

Existen nueve tipos diferentes de líneas base; dependiendo del objetivo general del trabajo investigativo, se identifica posteriormente la relacionada con la propuesta de solución. A continuación se muestra las clasificaciones de cada una.

1. *Línea base Asignada:* representa el registro de prestaciones actualmente aprobado para un elemento de configuración (CI) a desarrollar. La documentación incluida en la línea base debe describir las características funcionales y de interfaz, que se asignan desde el nivel más alto CI, y la certificación necesaria para demostrar el logro de esas características especificadas.
2. *Línea base de Diseño / Física:* es una colección de dibujos para los conjuntos y componentes. Este

tipo de línea base también puede incluir todos los documentos y versiones del software requerido, por los elementos físicos representados por los dibujos. La línea base de Diseño / Física es el punto de partida para todas las actividades en las fases posteriores del proyecto, lo que lleva a la fabricación y servicio, de operación de un sistema.

3. *Línea base de Desarrollo:* puede ser establecida para ayudar a controlar los procesos de desarrollo del ciclo de vida de un proyecto.
4. *Línea base de Ingeniería:* funciona igual que la línea base de Diseño / Física, pero se utiliza para programas que requieren específicamente la identificación de una línea base de Ingeniería.
5. *Línea base Operacional:* representa un producto o sistema que se encuentra actualmente en línea, y además el funcionamiento de la producción.
6. *Línea base Funcional:* consiste en la documentación aprobada, que describe el sistema, definiendo el primer nivel de productos o elementos de configuración, incluidos en la configuración funcional. Este tipo de línea base, normalmente incluye las características de rendimiento y los requisitos de verificación. La línea base Funcional también puede ser denominada como una línea base requisitos.
7. *Línea base de Producto:* se establece después de la finalización con éxito de la Auditoría de Configuración Física (PCA), hacia un elemento de configuración. En esta línea base se define los requisitos necesarios para los elementos de configuración, de elementos o productos finales. Esta línea base debe incluir datos suficientes sobre los elementos que contiene, para facilitar la adquisición de todas las partes incluidas en ella, en una fecha posterior.
8. *Línea base de Producción:* constituye un requisito derivado de una especificación del sistema, y es la base de referencia del producto que ha sido acordado por el comprador. Cualquier cambio en esta línea base, después de la aprobación del comprador, debe ser autorizado a través de un contrato.
9. *Línea base de Prueba:* es un punto de referencia temporal, que se utiliza para probar la viabilidad de la configuración, de una línea base.(13)

Después de las descripciones de los diferentes tipos de línea base existentes, se clasifica la Línea base de requisito para SE en una línea de tipo Funcional, según las características antes expuestas.

1.7 SISTEMAS EMPOTRADOS

No existe ninguna definición estándar de lo que se entiende por SE; es más, dependiendo del área en el que se pregunte, se darán respuestas diferentes, como las que se muestran a continuación.

- Es un sistema operativo ejecutándose en un micro de pocos recursos.
- Es un artefacto (hardware + software) no susceptible de modificación del algoritmo que define su comportamiento.
- Es un procesador, con sus elementos externos que desarrolla una función específica de manera autónoma.
- Es una mezcla de hardware y software que constituye un componente dentro de un sistema más complejo y se espera que funcione sin intervención humana.(14)

Partiendo de los conceptos expuestos para la investigación que se realiza, se define como SE:

Un sistema de cómputo de propósito especial, construido en un dispositivo con prestaciones de hardware generalmente inferiores a las de una PC convencional. Donde muchas veces este tipo de sistemas, se asocia al desarrollo sobre dispositivos basados en micro-controladores.

Características de los SE:

- Estos sistemas emplearán una combinación de recursos hardware y software para realizar una función específica.
- Estos sistemas realizan un conjunto muy limitado de funciones (no suelen ser de propósito general).
- La potencia y el coste, suelen ser los uno de los principales factores de coste.
- El diseño de micro-controladores de aplicación específicos suelen ser un componente significativo de estos sistemas.

Aunque todas las características anteriores son inherentes a cualquier Sistema Empotrado, para que el sistema sea útil, también deberá tener las siguientes:

- Concurrencia: Los componentes del sistema funcionan simultáneamente, por lo que el sistema deberá operar a la vez.
- Fiabilidad y seguridad: El sistema debe ser fiable y seguro frente a errores, ya que puede requerir un comportamiento autónomo. El manejo de estos errores puede ser vía hardware o software.
- Interacción con dispositivos físicos: Los SE interaccionan con el entorno a través de dispositivos E/S no usuales, por lo que suele ser necesario un acondicionamiento de las diferentes señales.
- Robustez: El Sistema Empotrado se le impondrá la necesidad de la máxima robustez ya que las condiciones de uso no tienen por qué ser “buenas”, sino que pueden tener diferentes condiciones de operación.

- Bajo consumo: El hecho de poder utilizar el sistema en ambientes hostiles puede implicar la necesidad de operaciones sin cables. Por lo tanto, un menor consumo implica una mayor autonomía de operación.
- Precio reducido. Esta característica es muy útil cuando se habla de características de mercado. Esta situación no es nada inusual en el campo de los SE ya que tienen una gran cantidad de aplicaciones comerciales, tanto industriales como de consumo.
- Pequeñas dimensiones: Las dimensiones de un Sistema Empotrado no dependen solo de sí mismo sino también del espacio disponible en el cual dicho sistema va a ser ubicado.(14)

Arquitectura de los SE:

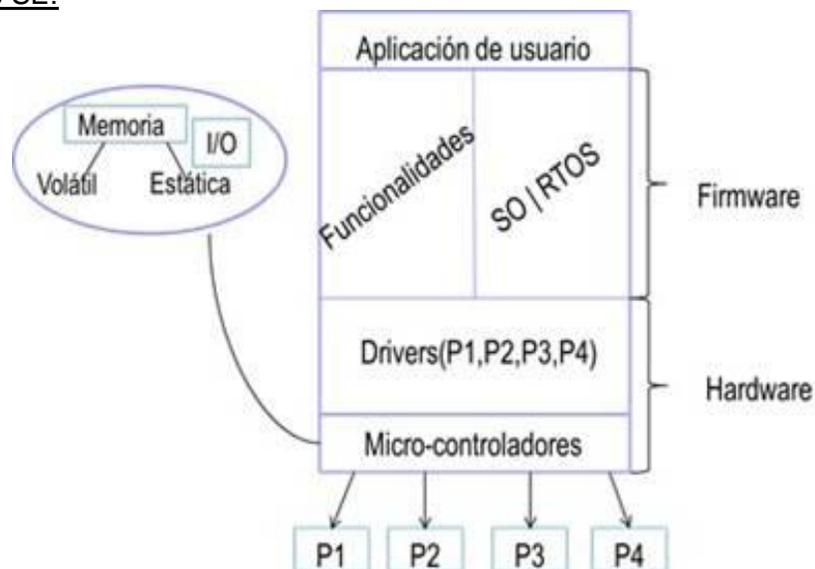


Figura 5. Arquitectura de los SE

Se describe las partes de la arquitectura en la siguiente leyenda.

SO: Sistemas Operativos

RTOS: Sistemas Operativos en tiempo Real

Firmware: Es un bloque de instrucciones de máquina, para propósitos específicos; que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.

I/O: Interfaces de entrada y salidas.

P: periféricos.

Aplicación de usuario: Tipo de software, que le permite a los usuarios realizar trabajos.

Memoria estática: Información memorizada de forma permanente, mientras se encuentre encendida la

computadora.

Memoria volátil: Es la información que se pierde después de interrumpido el fluido eléctrico.

Hardware: Componentes de una computadora.

Micro-controlador: Es un sistema completo, con prestaciones de forma autónoma.

1.8 PRODUCTOS IDENTIFICADOS CON LA LÍNEA DE SE

En la línea de SE existen varios productos desarrollados, y otros están en implementación. Para estructurar la línea base de requisitos comunes, se tuvieron en cuenta las características de los productos existentes en la línea SE, además de las informaciones que puedan brindar productos con características similares. A continuación se muestran algunos productos, que pueden verse identificados en esta línea de producto.

Sistemas de supervisión y control remoto:

Sistema de supervisión propio, integrable en sistemas de terceros vía SNMP y posibilita la supervisión de equipos vía RS-232 o RS-485. Es un sistema basado en estándares universales (PPP, TCP/IP, SNMP, http), que presenta una supervisión completa (Intrusiva y no intrusiva). También se comporta como un sistema modular (un simple transmisor de gestión de red completa, Redes analógicas y digitales). Es de acceso básico mediante página web o aplicación específica (consola de usuario), que permite un acceso total a todos los parámetros y alarmas de cada módulo del transmisor, para lograr una supervisión completa. Además contiene una conexión Local (RS232) o remota (TCP/IP).(15)

Sistema de Supervisión y Control para Infraestructuras del Agua:

Es un sistema para la supervisión y el control de todo tipo de infraestructuras del agua: redes de abastecimiento y saneamiento, plantas de tratamiento y depuración, estaciones de bombeo e impulsión, depósitos, canales. Permiten obtener una imagen más real y certera del estado de las infraestructuras y procesos, controla las instalaciones y operaciones que se realizan, facilita las labores de mantenimiento y ayuda a reducir el consumo de energía y agua mediante la observación y la vigilancia de fugas.(16)

Anybus-X Gateway de HMS Industrial Networks: Pasarela de datos para Redes Industriales:

Para interconectar:

- Bus de Campo a Bus de Campo
- Bus de Campo a Ethernet Industrial
- Ethernet Industrial a Bus de Campo

Las Pasarelas están diseñadas para usarse en plantas industriales, donde se utilizan en redes diferentes, con características diferentes. Las pasarelas Anybus-X ayudan a los Integradores de sistemas a

interconectar de manera fácil dos redes, permitiendo el flujo de información coherente en la planta entera.

Anybus Communicator de HMS Industrial Networks: Pasarela de datos para Redes Industriales.

Para conectar dispositivos con comunicación serie (RS232 / RS422 / RS485):

- A un Bus de Campo o a una Red Ethernet Industrial.

El Communicator es un "convertidor de protocolo" (pasarela de datos) inteligente que proporciona una conectividad instantánea a Profibus u otro Bus de Campo a Modbus RTU o a Allen Bradley DF1, o ASCII.

Modbus es un protocolo serie muy conocido y el mercado de la automatización industrial contiene una amplia oferta de dispositivos existentes con un interface Modbus como sensores de temperatura, lectores de código de barras, controladores de motores e instrumentos de medida. Mediante la utilización del Anybus Communicator todos estos dispositivos se pueden integrar fácilmente en sistemas modernos de automatización basados en Profibus y PLC, como es el caso de Siemens, Schneider y ABB.(17)

Convertidores RS232/485 a Ethernet:

Convertidor de un puerto RS232/422/485 a Ethernet de bajo coste configurable a través de panel web. Se puede seleccionar el tipo de puerto con el que se va a trabajar. Tiene funciones DHCP para fácil integración con el sistema.

- Procesador 8051
- Velocidad de la red 10/100Mbs
- Protocolos: ARP, IP, ICMP, UDP, TCP, HTTP, DHCP
- Modo: TCP Server/TCP Cliente ; UDP
- Configuración por web http
- Protección tanto de configuración como de acceso.(18)

Conversor de Ethernet a RS232 -RS485.

Es un sistema de protección para entornos industriales; convertidor de TCP/IP sobre ETHERNET a RS232/RS485. El mismo presenta una conexión RS232 mediante base telefónica RJ45. Compatible con múltiples protocolos. Es además un software actualizable, que incluye indicadores LEDS (diodo emisor de luz), transmisión RS485/RS232 y recepción RS485/RS232. Es configurable mediante software a través de la dirección

MAC. Permitiendo una conexión punto a punto a través del RS232, que permite conectar solo una pantalla.(19)

1.9 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LÍNEAS BASES DE REQUISITOS EXISTENTES EN SE.

Durante el desarrollo de la investigación, se encontraron varios productos de SE que han sido

desarrollados a nivel internacional, en países como: EEUU, Argentina, México, España, Australia e Italia. Algunos de los tantos productos desarrollados en el sector de la industria son: Conversor RS485 a Ethernet, Anybus Communicator de HMS, Anybus-X Gateway de HMS, Conversor RS485 a ModBus. De los productos industriales que se han encontrado en la investigación, solo existen artículos que contienen sus características; pero no existe constancia de alguna línea base de requisitos comunes, que pueda ser reutilizada. Si se ha realizado algún trabajo dirigido a la reutilización de requisito en SE no se encuentra publicado.

En el Instituto de Cibernética, Matemática y Física de La Habana, se desarrolló un proyecto internacional de *Sistemas ultrasónicos y computacionales para diagnóstico cardiovascular*, con la necesidad de desarrollar un Sistema Empotrado sobre hardware reconfigurable. Otro de los proyectos existente en el país es el *Procesado inteligente de información sensorial*, el cual tiene como objetivo el desarrollo de un sistema para el procesado de información sensorial mediante técnicas de inteligencia computacional, como lógica difusa y redes neuronales ratificales de alta velocidad. Existen además otros proyectos en Cuba como el: *Sistema Inteligente de Transporte y Desarrollo de sondas para procesamiento de señales telefónicas*; los que también nacieron bajo los criterios de SE.

En el país actualmente existen líneas de productos en diversas áreas de trabajo, pero no se ha llegado a publicar ningún artículo relacionado con línea base de requisitos comunes para SE.

En la universidad de las ciencias informáticas se construyó un sistema operativo embebido basado en Nova, el cual brinda las funcionalidades necesarias para crear el Cliente Ligero Cubano, utilizando como componente de hardware, la Computadora en una Tarjeta CID 300/9 diseñada por el Instituto Central de Investigación Digital.

Como parte de los centros de la universidad se encuentra el UCID (unidad de compatibilización, integración y desarrollo de software para la defensa), el cual contiene una línea de producto SE, nacida dos años atrás; pero hasta estos momentos no dispone de activos de software reutilizable, para la identificación de requisitos en productos industriales.

También se encuentra la línea de producto de SE del CEDIN, que ha desarrollado productos como: el Conversor Serie Ethernet, TetScada y HMI. La misma ha presentado problemas en la fase de identificación de requisitos de estos productos; consumiendo mucho tiempo en su realización y propiciando la duplicación del esfuerzo humano, que a su vez ha provocado un aumento en el tiempo de entrega de los productos e incumplimientos con las expectativas de los usuarios/clientes. Por esta

situación, nace la idea de realizar una Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN, que contribuya en la reutilización de requisitos de manera eficiente; disminuyendo el tiempo de entrega de los productos y el esfuerzo humano en la actividad de obtención de requisitos.

1.10 MÉTODOS POR EXPERTOS DELPHI

Para la validación de la línea base de requisitos, se investiga el método por experto Delphi, como parte de la misma. "Se define la técnica Delphi, como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal, que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo". (20)

El método Delphi consiste en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos, para obtener un consenso de opiniones informadas. Es decir, el método Delphi procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima (actualmente es habitual realizarla haciendo uso del correo electrónico o mediante cuestionarios web establecidos al efecto) para evitar los efectos de "líderes".

Ventajas del método:

El método Delphi utilizado como técnica de validación por expertos, proporciona grandes ventajas en los resultados de cada paso a seguir para su realización. A continuación se muestran algunas de las mismas.

- Es una forma rápida y relativamente eficiente en la adquisición de opiniones de expertos.
- Si está bien diseñado, el procedimiento requiere menos esfuerzo de los encuestados que una conferencia.
- Puede ser un ambiente altamente motivador.
- La retroalimentación sistemática puede ser novedosa e interesante.
- Los procedimientos sistemáticos ofrecen objetividad de los resultados.
- Existe un sentido de responsabilidad compartida entre los panelistas debido al anonimato, lo que disminuye la deseabilidad social.
- La información puede ser obtenida de un grupo importante de expertos que se encuentran

geográficamente muy disperso y que pueden ser de diversos orígenes o viven en lugares remotos.

- El investigador tienen una mayor capacidad para centrar la atención del grupo sobre el tema de interés.
- Es un medio relativamente barato para la recogida de opiniones de grupo.(21)

Características del método:

Este método presenta cinco características fundamentales:

Anonimato: Cada experto desconoce la identidad de los demás integrantes del panel. No debería haber contacto físico entre los participantes, pero el administrador de la encuesta sí puede identificar a cada participante y sus respuestas.

Iteración: Se pueden manejar tantas rondas como sean necesarias. Se extraen de los cuestionarios aquellos segmentos de información que son relevantes como insumos y se presentan al panel en la ronda posterior. La interacción de argumentos impersonales a favor o en contra de cada pronóstico contribuye a formar estados de consenso que hacen más transparentes los escenarios emergentes. Tanto las posturas minoritarias como las mayoritarias tienen presencia en el panel.

Heterogeneidad: Pueden participar expertos de diferentes ramas de actividad sobre las mismas bases o "reglas de juego".

Retroalimentación Controlada: Los resultados totales de la ronda previa no son entregados a los participantes, sólo una parte seleccionada de la información circula.

Resultados Estadísticos: La respuesta del grupo puede ser presentada estadísticamente (promedios y grado de dispersión).(22)

CONSIDERACIONES DEL CAPÍTULO

Con la conclusión del capítulo, se logró conformar un conjunto de conceptos y caracterizaciones, que permiten un mejor entendimiento del estado del arte y del contenido que se reflejará en próximos capítulos. Se caracterizaron las metodologías de análisis del dominio, con el propósito de seleccionar la más adecuada para obtener resultados satisfactorios en la propuesta de solución. Se realizó un estudio de algunas técnicas utilizadas en la IR, como son: Entrevistas y Cuestionarios, Lluvia de ideas, observación de sistemas semejante, consulta con los expertos, prototipos y revisión. Se profundizó también en los principales conceptos y características de las LPS, de las líneas base de requisitos y de los SE, proporcionando la adquisición de conocimientos sobre el objetivo a lograr con la realización de este trabajo. Además se realizó un estudio de productos y líneas bases de requisitos existentes para los SE.

CAPÍTULO 2: CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE REQUISITOS.

En el siguiente capítulo se selecciona la metodología de análisis de dominio a utilizar en el desarrollo de la solución propuesta. Se selecciona la herramienta CASE y las técnicas utilizadas en las actividades a desarrollar. Como parte de la solución propuesta se realizan cuatro actividades (identificación, análisis, especificación y validación) de la IR, mediante las que se obtienen los requisitos comunes de los productos existentes de la línea de SE; proporcionando el análisis, la especificación y validación de los mismos.

2.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Para la solución del problema investigativo se utiliza la Ingeniería de Dominio (ID), que proporciona un artefacto de requisitos reutilizable en el dominio de SE. Como parte de los procesos de la ID, se realiza el análisis de dominio mediante el método FODA; el cual permite identificar los requisitos comunes de los productos existentes en la línea SE. Posteriormente estos requisitos son analizados, especificados y validados a través de las técnicas que se seleccionan. Con los resultados obtenidos en cada una de estas actividades se conforma el artefacto de Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN; la cual propicia la reutilización de requisitos en productos venideros. Este artefacto obtenido provee una disminución de tiempo en la especificación de requisitos en nuevos productos de la línea SE; disminuyendo la duplicación de esfuerzo humano en la IR y evitando la demora en el tiempo de entrega de los productos.

2.1.1 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS

Como parte del proceso de identificación de requisitos, se utiliza el enfoque extractivo de las LPS, que permite seleccionar los productos existentes en la línea SE; logrando extraer sus características y requisitos, mediante una ingeniería inversa. Aplicando el enfoque seleccionado, se utiliza la técnica de la *entrevista* con el objetivo de obtener datos o informaciones específicas de los productos identificados. Otra técnica utilizada en la identificación, es la *observación de sistemas semejantes* que proporciona las características de productos desarrollados internacionalmente; identificándose con los productos existentes en la línea SE.

2.1.1.1 IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS DE LOS PRODUCTOS DE LA LÍNEA DE SE DEL CEDIN

Para realizar el análisis, la especificación y validación de los requisitos que conforman la línea base de requisitos comunes, se hizo imprescindible la correcta caracterización de los productos existentes en la

línea de producto SE. A continuación se muestra la captura de las características y requisitos (funcionales y no funcionales) de los productos.

Conversor Serie Ethernet: Está diseñado para permitir la transferencia de datos desde un puerto Serie a Ethernet y viceversa. Proporciona comunicación serie a través de Ethernet para conectar dispositivos, como módems, impresoras y equipo industrial a aplicaciones de puerto COM basadas en serie. Los datos Serie que son enviados y recibidos a través de los puertos serie del conversor Serie a Ethernet, son encapsulados en paquetes Ethernet de tal manera que se ajustan al tipo de dato que está siendo transportado. Presenta un conjunto de opciones de conectividad que resultan las más comunes en el ámbito de la automatización industrial como son las interfaces RS-232 y Ethernet.

La solución consta de tres partes fundamentales: 1) el hardware, 2) el firmware y 3) la aplicación de configuración que son descritas en la tabla a continuación.

Tabla 1. Requisitos del producto Conversor Serie Ethernet.

Requisitos Funcionales		
Módulo Aplicación de configuración		
#Requisito	Nombre	Descripción
RF1	Configurar parámetros	Los parámetros correspondientes a las interfaces Ethernet y Serie deben ser configurados, para ello el Firmware debe tener una rutina que permita recepcionar una trama con el nombre de los parámetros y los valores asociados de la forma que se especifica a continuación: [parámetro1=valor, parrámetro2=valor, ...,parámetros=valor] A partir de esta trama el Firmware debe configurar los parámetros con los valores indicados y por último reiniciar las actividades de transferencia con la nueva configuración.
RF2	Gestionar valores de configuración	Permite cargar y guardar los valores de la Aplicación de Configuración.

RF2.1	Cargar valores de configuración desde archivo.	Lee los valores configurados previamente desde un archivo en el sistema operativo. Al invocar la acción el sistema debe mostrar al usuario un diálogo de selección de ruta y nombre de archivo. Se debe mostrar un mensaje de confirmación debido a que al cargar los valores desde archivo se perderán los valores actuales que muestre la aplicación.
RF2.2	Guardar valores de configuración en archivo.	Persisten los valores configurados actuales de la aplicación en archivos del sistema. Los valores configurados no se toman del dispositivo sino de la estructura en memoria de la aplicación de configuración. Al invocar la acción el sistema le debe mostrar al usuario un diálogo de selección de ruta y nombre de archivo. En caso de existir un archivo con el mismo nombre en la ruta seleccionada se debe mostrar un mensaje de confirmación de la acción al usuario.
RF3	Restaurar valores de fábrica	Restablece en la memoria interna del dispositivo los valores iniciales de fábrica. Al invocar la acción el sistema debe mostrar al usuario una ventana de confirmación debido a que son cambios destructivos (no recuperables) los que se aplicarán. Establecer la conexión al dispositivo sin pedir al usuario introducir parámetros para la conexión. Mostrar una ventana de progreso de la operación mientras se realiza la restauración de los valores en el dispositivo para darle retroalimentación al usuario. Luego de finalizada la operación se debe liberar el puerto y cerrar la conexión.
	Leer datos del dispositivo	Lee los valores de la configuración que se encuentran en la memoria no volátil del dispositivo y se muestran en la aplicación. Para realizar la lectura de los datos se debe establecer la conexión al dispositivo sin pedir al usuario introducir parámetros para la conexión. Se debe mostrar al usuario una ventana de progreso de la operación mientras se

		realiza el proceso de lectura de los valores en el dispositivo para darle retroalimentación al usuario. Luego de finalizada la operación se debe liberar el puerto y cerrar la conexión.
RF6	Mostrar información del dispositivo	Muestra al usuario el código, versión del firmware y número de serie y versión del dispositivo.
RF7	Mostrar información de la aplicación de configuración	Muestra al usuario la versión, fecha y código de la Aplicación de Configuración.
RF8	Aplicar cambios	Envía los datos de configuración al dispositivo.
Módulo Firmware		
RF1	Configurar parámetros	Los parámetros correspondientes a las interfaces Ethernet y Serie deben ser configurados, para ello el Firmware debe tener una rutina que permita recepcionar una trama con el nombre de los parámetros y los valores asociados de la forma que se especifica a continuación: [parámetro1=valor, parámetro2=valor, ..., parámetros=valor] A partir de esta trama el Firmware debe configurar los parámetros con los valores indicados y por último reiniciar las actividades de transferencia con la nueva configuración.
RF2	Transportar datos Serie a Ethernet	El firmware debe tener la capacidad de direccionar los datos que recibe de la interfaz Serie a la interfaz Ethernet.
RF3	Modificar el comportamiento del LED	Si existe transferencia de datos el LED debe prender de color ámbar y estará parpadeando, sino el LED solo prende el color ámbar. En caso de ocurrir un error el LED prende de color rojo.
RF4	Transportar datos Ethernet a Serie	El firmware debe tener la capacidad de direccionar los datos que recibe de la interfaz Ethernet a la interfaz Serie.

Requisitos No funcionales		
Módulo Firmware		
RNF1	Capacidad de transferencia.	La tasa de transferencia debe estar acotada por la configuración del puerto serie.
RNF2	Capacidad de conexión.	La interfaz Ethernet solo soporta una conexión simultánea.
RNF3	Características del sistema	El sistema tendrá las características de un Sistema Empotrado.
RNF4	Ambiente de desarrollo.	El firmware será desarrollado utilizando el lenguaje de programación C, en el entorno de desarrollo Eclipse para una arquitectura RM, utilizando una pila TCP/IP y un el sistema operativo de tiempo real (FreeRTos).
RNF5	Características del dispositivo.	Se debe disponer de un dispositivo con micro-controlador STM32 con los siguientes periféricos: Puerto Ethernet y Serie, interfaz JTAG y un LED.
Módulo Aplicación de Configuración		
RNF1	Tipo de aplicación.	La aplicación debe ser multiplataforma y utilizar el enfoque de aplicación de escritorio para que se integre de forma natural en un sistema operativo de ambiente similar, por ejemplo una distribución de Linux o Microsoft Windows.
RNF2	Soporte	La aplicación debe brindar soporte para idioma inglés.
RNF3	Notificación al usuario.	El usuario debe ser notificado por el sistema cuando se va a realizar alguna operación destructiva (operación cuyo estado final pueda implicar un cambio no recuperable en los datos).
RNF4	Retroalimentación al	Las operaciones que requieren un tiempo significativo de respuesta deben tener asociado un elemento de información

	usuario	para el usuario a manera de retroalimentación.
RNF5	Interfaz física.	La aplicación de configuración debe soportar las siguientes interfaces: IEEE802.3i (Ethernet). RS232 (V24).
RNF6	Ambiente de desarrollo	La aplicación de realizarse haciendo uso del lenguaje de programación C++. Para la implementación de la aplicación se debe utilizar la herramienta de desarrollo QTCreator y el framework QT4.
RNF7	Manual de usuario	La aplicación contará con un manual de ayuda que describa cada uno de los servicios que brinda la aplicación.
RNF8	Desarrollo de la aplicación.	El desarrollo de la aplicación se basará en el Modelo OSI.
RNF9	Derechos de autor.	UCI, CEDIN, Línea de producto SE.
Módulo Hardware		
RNF1	Capacidad de reiniciar las operaciones	El dispositivo debe tener la capacidad de reiniciar (reset) las operaciones mediante un interruptor.
RNF2	Capacidad de AUTO-MDIX.	La interfaz Ethernet debe contar con la capacidad de AUTO-MDIX lo que posibilita la conexión con los dispositivos sin importar el tipo de cable que se utilice.
RNF3	Señalización de estado.	El dispositivo debe poseer un indicador LED que debe especificar el siguiente comportamiento: Si existe transferencia de datos el LED debe prender de color ámbar y estará parpadeando, sino el LED solo prende el color

		ámbar. En caso de ocurrir un error el LED prende de color rojo.
RNF4	Características del hardware.	El dispositivo debe estar orientado a tener robustez para ser instalado en ambientes de operación industrial y transporte. Para esto se debe prestar atención a temas como las emisiones electromagnéticas originadas por el circuito, la tolerancia a interferencia externa y la protección contra cortocircuito y sobre tensión aplicados a los terminales eléctricos expuestos hacia el campo de automatización. Se requiere además contar con una interfaz JTAG para realizar comprobaciones y mantenimiento sobre el dispositivo.
RNF5	Micro-controlador.	El MCU seleccionado debe poseer recursos de memoria de trabajo (RAM) y capacidad de procesamiento suficientes para albergar las tareas de comunicación y configuración, debe ser orientado a la conexión brindando la interfaz de la capa MAC permitiendo la interconexión con la capa física de la comunicación Ethernet, las tres primeras capas del modelo OSI (enlace, red y transporte, los valores de los parámetros de operación y tener un espacio adicional para las funcionalidades futuras previstas de actualización del firmware con la incorporación de protocolos de campo.
RNF6	Periféricos.	El MCU seleccionado debe poseer al menos cuatro unidades de comunicación seriales donde al menos dos de ellas brinden la posibilidad de realizar control de flujo.
RNF7	Memoria no volátil.	El MCU debe tener suficiente espacio en memoria no volátil (Flash) para alojar el código de todo el firmware. En caso de no ser posible se debe utilizar una unidad Flash externa.

RNF8	Conectores.	Se proveerán conectores independientes para las interfaces RS-232, RS-485/422 y Ethernet hacia el campo de automatización.	
RNF9	Acondicionamiento y protección.	Las interfaces seriales deben tener una etapa de acondicionamiento de señales RS-232, también para RS485/422 se cuenta con interfaces de acondicionamiento salvo que para este tipo de norma dichas interfaces serán seleccionadas mediante lógica. Todas las interfaces destinadas hacia la automatización deben poseer una etapa de protección contra cortocircuitos y sobre tensiones.	
RNF10	Rangos de tensión externos.	La fuente de energía debe operar con tensiones de entrada entre los 4.5V y los +40 VDC. Esta cualidad está enfocada a que el sistema sea compatible con los voltajes de alimentación más comunes para instalaciones en los sectores de automatización industrial y transporte.	
RNF11	Rangos de tensión internos.	Los componentes internos del dispositivo se alimentan con 3.3 +VDC.	
RNF12	Especificaciones de operación	Rango de temperatura de almacenaje	desde -40oC hasta 85oC
		Rango de temperatura de operación	desde -30oC hasta 70oC
		Rango de Humedad Relativa (HR)	entre 5 y 95 % sin condensación
		Altitud de operación	≤ 2000 m
		Vibraciones mecánicas	10 a 57 Hz = 0.0375mm 57 a

		continuas	150 Hz =aceleración cte. 0.5 g
		Vibraciones mecánicas ocasionales	10 a 57 Hz = 0.075mm 57 a 150 Hz = aceleración cte. 1.0 g.
		Grado de protección	IP4 (variantes externas).
		Dimensiones máximas aproximadas	50mm x 100mm.

El TetScada: es una pasarela (Gateway) de datos orientada a ser desplegada en aplicaciones de automatización (telemetría y telecontrol), con la particularidad de estar especializada para hacer un uso óptimo del medio de comunicaciones inalámbricas digitales de banda estrecha TETRA. Para esto, presenta un conjunto de opciones de conectividad que resultan las más comunes en el ámbito de la automatización industrial como son las interfaces RS-232, RS-485, RS-422 y Ethernet. Por otra parte, permite la conexión con terminales TETRA a través de una interfaz PEI. El TETSCADA sirve de intermediario entre los terminales TETRA y las redes de campo o los sistemas de supervisión (SCADA).

En cuanto a su forma de presentación existen dos variantes en las que puede ser utilizado el TETSCADA. La primera variante permite que el dispositivo sea empotrado dentro de un terminal MDT-400, valiéndose para esto del espacio reservado para la tarjeta GPS. Para una variante externa se valorarán tres formas de presentación del producto: 1) con una carcasa plástica, 2) con carcasa de aluminio extruso, y 3) una versión compatible con montaje en rack estándar. El dispositivo TETSCADA posee dos modos de funcionamiento principales: CONFIGURACIÓN y OPERACIONAL, y dos complementarios: TEST y JTAG. A continuación en la tabla 3, se describen sus módulos.

Tabla 2. Requisitos del producto TETSCADA.

Requisitos funcionales		
Módulo Aplicación de configuración		
#Requisito	Nombre	Descripción

RF1	Leer datos del dispositivo	<p>Los valores actuales de la configuración que se encuentran en la memoria no volátil del dispositivo son leídos para ser mostrados en la aplicación.</p> <p>Para realizar la lectura de los valores de la configuración la aplicación abre el puerto y se conecta al dispositivo sin necesidad de pedir al usuario introducir los parámetros luego de finalizada la operación libera el puerto y cierra la conexión. Luego de invocar la acción el sistema le muestra al usuario una ventana de progreso de la operación mientras se realiza el proceso de lectura de los valores en el dispositivo para darle retroalimentación al usuario.</p>
RF2	Actualizar firmware desde archivo	<p>Esta opción permite actualizar el firmware que se ejecuta en el dispositivo desde un archivo en el sistema operativo.</p> <p>Al invocar la acción el sistema le muestra al usuario un cuadro de diálogo de selección de ruta y nombre de archivo. Para actualizar el firmware la aplicación abre el puerto serial y se conecta al dispositivo sin necesidad de pedir al usuario introducir los parámetros para la conexión, luego de finalizada la operación se libera el puerto y cierra la conexión</p>
RF3	Restaurar valores de fábrica	<p>Esta opción permite restablecer en la memoria interna del dispositivo todos los valores iniciales de fábrica.</p> <p>Al invocar la acción el sistema le muestra al usuario una ventana de confirmación debido a que son cambios destructivos (no recuperables) los que se aplicarán, abre el puerto serial y se conecta al dispositivo sin necesidad de pedir al usuario introducir los parámetros para la conexión. Seguidamente se muestra una ventana de progreso de la</p>

		operación mientras se realiza la restauración de los valores en el dispositivo para darle retroalimentación al usuario. Luego de finalizada la operación se libera el puerto y cierra la conexión.
RF4	Aplicar Cambios	Permite aplicar los cambios realizados por el usuario a la configuración en la memoria interna del dispositivo. Luego de invocar la acción el sistema le muestra al usuario una ventana de confirmación debido a que son cambios destructivos (no recuperables) los que se aplicarán, se abre el puerto serial y se conecta al dispositivo sin necesidad de pedir al usuario introducir los parámetros para establecer la conexión. Seguidamente se muestra una ventana de progreso de la operación mientras se realiza el proceso de escritura de los valores en el dispositivo para darle retroalimentación al usuario. Luego de finalizada la operación se libera el puerto y cierra la conexión.
RF5	Establecer conexión	Esta opción permite al usuario leer y configurar los parámetros del puerto serie a través del cual se conecta la aplicación con el dispositivo pasarela TETRA.
RF6	Gestiona valores de configuración	Carga y salva los valores de configuración de un archivo
RF6.1	Cargar valores de configuración desde archivo	Esta opción permite leer los valores configurados previamente desde un archivo en el sistema operativo. Al invocar la acción el sistema le muestra al usuario un diálogo de selección de ruta y nombre de archivo. Se debe mostrar un mensaje de confirmación debido a que al cargar los valores desde archivo se perderán los valores actuales

		que muestra la aplicación.
RF6.2	Guardar valores de configuración en archivo	Esta opción permite persistir los valores configurados actuales de la aplicación en archivos del sistema. Es importante resaltar que los valores configurados no se toman del dispositivo sino de la estructura en memoria de la aplicación de configuración. Al invocar la acción el sistema le muestra al usuario un diálogo de selección de ruta y nombre de archivo. En caso de existir un archivo con el mismo nombre en la ruta seleccionada se debe mostrar un mensaje de confirmación de la acción al usuario.
RF7	Muestra información del dispositivo y de la aplicación de configuración	Muestra información del dispositivo y de la Aplicación de configuración.
RF7.1	Mostrar información del dispositivo.	Esta opción permite que el usuario conozca el código y versión del firmware y número de serie y versión del dispositivo.
RF7.2	Mostrar información de la Aplicación de configuración.	Esta opción permite que el usuario conozca la versión, fecha y código de la Aplicación de configuración
RF8	Modificar parámetros	Modifica parámetros, tipo de transporte, información del dispositivo y modo de la operación y de ingeniería.
RF8.1	Modificar parámetros del puerto serie para modo operacional	Esta opción permite leer y configurar los parámetros del puerto serie a través del cual se conecta el dispositivo con el Terminal TETRA (interfaz PEI).
RF8.2	Modificar el tipo de transporte a utilizar	Esta opción permite leer y configurar el parámetro Tipo de Transporte

RF8.3	Modificar parámetros para el tipo de transporte: Servicios de Datos Cortos	Esta opción permite leer y modificar los valores de los parámetros asociados al uso del Servicio de Datos Cortos como transporte
RF8.4	Modificar parámetros para el tipo de transporte: Modo Circuito	Esta opción permite leer y modificar los valores de los parámetros asociados al uso del Servicio de Datos Cortos como transporte
RF8.5	Modificar parámetros para el tipo de transporte: Datos por Paquetes	Esta opción permite leer y configurar los parámetros asociados al uso del modo de comunicación Datos por Paquetes como transporte
RF8.6	Modificar el modo de operación a utilizar	Esta opción permite modificar el parámetro Modo de operación
RF8.7	Modificar parámetros del puerto Ethernet	Esta opción permite leer y configurar los parámetros del puerto Ethernet a través del cual se envía y recibe información del campo. Si la opción seleccionada en el primer atributo es “Dinámico” entonces se debe impedir que el usuario defina los atributos restantes
RF8.8	Modificar parámetros del puerto serie hacia el campo	Esta opción permite leer y configurar los parámetros del puerto serie a través del cual se envía y recibe información del campo
RF8.9	Habilitar Modo Ingeniería	Esta opción permite enviar al puerto serie los logs del sistema en forma de eventos
RF8.10	Modificar información del dispositivo.	Si el usuario de la aplicación esta autenticado como usuario esta opción le permite modificar la dirección MAC del dispositivo. Si el usuario de la aplicación esta autenticado como administrador esta opción le permite modificar la dirección MAC del dispositivo, número de serie y versión.

RF9	Autenticar Usuario	Esta opción permite definir los niveles de acceso.
RF10	Modificar información del dispositivo.	Si el usuario de la aplicación esta autenticado como usuario esta opción le permite modificar la dirección MAC del dispositivo. Si el usuario de la aplicación esta autenticado como administrador esta opción le permite modificar la dirección MAC del dispositivo, número de serie y versión.
Módulo Firmware		
RF1	Modo operacional	El sistema activa la capacidad de transferencia de datos y no pueden ser modificados los valores de configuración.
RF2	Restablecer la configuración inicial de fábrica	El sistema debe permitir restablecer la configuración inicial de fábrica
RF3	Modificar el comportamiento del LED	El sistema debe mostrar el comportamiento de los indicadores LED
RF4	Transportar datos mediante el servicio (PDP)	Ambos extremos de la comunicación deben estar configurados para utilizar dicho servicio. El dispositivo debe ser capaz de detectar la inactividad por PEI, en el radio también se debe activar la capacidad de detectar la inactividad por PEI durante el enlace PPP.
RF5	Modo configuración	Las operaciones de transferencia de datos se desactivan a la hora de realizar una operación de configuración que pueden ser: leer o modificar los valores de configuración en la memoria no volátil, además de realizar una actualización del Firmware
RF6	Modo test	Es equivalente al modo OPERACIONAL con la adición de que utiliza la interfaz serie de configuración para transmitir hacia un software de PC valores de interés para la

		depuración
RF7	Transportar datos mediante el servicio de datos cortos y llamadas Modo Circuito	Una vez configurados estos servicios se considera que uno de ellos es “Primario”, el dispositivo tiene la capacidad de recibir datos por PEI de ambos servicios. Los datos provenientes de la interfaz SCADA serán enviados al destino configurado utilizando el servicio primario.
RF8	Capacidad de la transferencia de datos	El sistema debe permitir activar capacidad de transferencia de datos mediante la conexión con terminales TETRA a través de una interfaz PEI.
RF9	Configurar parámetros	Los parámetros correspondientes a las interfaces Ethernet y Serie deben ser configurados, para ello el Firmware debe tener una rutina que permita recepcionar una trama con el nombre de los parámetros y los valores asociados de la forma que se especifica a continuación: [parámetro1=valor, parámetro2=valor, ..., parámetros=valor] A partir de esta trama el Firmware debe configurar los parámetros con los valores indicados y por último reiniciar las actividades de transferencia con la nueva configuración.
RF10	Transportar datos Serie a Ethernet	El firmware debe tener la capacidad de direccionar los datos que recibe de la interfaz Serie a la interfaz Ethernet.
RF11	Modificar el comportamiento del LED	Si existe transferencia de datos el LED debe prender de color ámbar y estará parpadeando, sino el LED solo prende el color ámbar. En caso de ocurrir un error el LED prende de color rojo.
RF12	Transportar datos Ethernet a Serie	El firmware debe tener la capacidad de direccionar los datos que recibe de la interfaz Ethernet a la interfaz Serie.
Requisitos No Funcionales		
Módulo Hardware		

RNF1	Micro-controlador	El MCU seleccionado debe poseer recursos de memoria de trabajo (RAM) y capacidad de procesamiento suficientes para albergar las tareas de comunicación y configuración, debe ser orientado a la conexión brindando la interfaz de la capa MAC permitiendo la interconexión con la capa física de la comunicación Ethernet, las tres primeras capas del modelo OSI (enlace, red y transporte) para la interfaz PEI, los valores de los parámetros de operación y tener un espacio adicional para las funcionalidades futuras previstas de actualización del firmware con la incorporación de protocolos de campo
RNF2	Periféricos	Es deseable que el MCU seleccionado posea al menos cuatro unidades de comunicación seriales donde al menos dos de ellas brinden la posibilidad de realizar control de flujo
RNF3	Memoria no volátil	El MCU debe tener suficiente espacio en memoria no volátil (Flash) para alojar el código de todo el firmware. En caso de no ser posible se debe utilizar una unidad Flash externa
RNF4	Acondicionamiento y protección	Las interfaces seriales deben tener una etapa de acondicionamiento de señales RS-232, también para RS485/422 se cuenta con interfaces de acondicionamiento salvo que para este tipo de norma dichas interfaces serán seleccionadas mediante lógica. Todas las interfaces destinadas hacia la automatización deben poseer una etapa de protección contra cortocircuitos y sobre tensiones
RNF5	Rangos de tensión externos	La fuente de energía debe operar con tensiones de entrada entre los 4.5V y los +40 VDC. Esta cualidad está enfocada a que el sistema sea

		compatible con los voltajes de alimentación más comunes para instalaciones en los sectores de automatización industrial y transporte	
RNF6	Rangos de tensión internos	Los componentes internos del dispositivo se alimentan con 3.3 +VDC	
RNF7	Especificaciones de operación	Rango de temperatura de almacenaje	desde -40oC hasta 85oC
		Rango de temperatura de operación	desde -30oC hasta 70oC
		Rango de Humedad Relativa (HR)	entre 5 y 95 % sin condensación
		Altitud de operación	≤ 2000 m
		Vibraciones mecánicas continuas	10 a 57 Hz = 0.0375mm 57 a 150 Hz =aceleración cte. 0.5 g
		Vibraciones mecánicas ocasionales	10 a 57 Hz = 0.075mm 57 a 150 Hz = aceleración cte. 1.0 g.
		Grado de protección	IP4 (variantes externas).
		Dimensiones máximas aproximadas	50mm x 100mm.
RNF8	Conectores	<p>Para la variante interna al MDT-400 el TETSCADA brindara conectividad serie con el campo solamente a través de un cable múltiple haciendo uso del orificio destinado a la antena GPS.</p> <p>Este cable también proporciona la interfaz serie de mantenimiento y configuración para evitar la manipulación del terminal MDT-400 en caso de necesitarse configurar el TETSCADA. La conexión PEI y de alimentación se harán utilizando la opción del conector interno del MDT-400.</p>	

		Para la variante externa se proveerán conectores independientes para las interfaces RS-232, RS-485/422 y Ethernet hacia el campo de automatización y otros dos conectores para las interfaces serie hacia PEI y la de servicio
RNF9	Características del hardware	
Módulo Firmware		
RNF1	Capacidad de transferencia	La tasa de transferencia debe estar acotada por la configuración del puerto serie
RNF2	Capacidad de conexión	La interfaz Ethernet solo soporta una conexión simultánea
RNF3	Características del sistema	El sistema tendrá las características de un Sistema Empotrado
RNF4	Ambiente de desarrollo	El firmware será desarrollado utilizando el lenguaje de programación C, en el entorno de desarrollo Eclipse para una arquitectura RM, utilizando una pila TCP/IP y un el sistema operativo de tiempo real (FreeRTos)
RNF5	Características del dispositivo	Se debe disponer de un dispositivo con micro-controlador STM32 con los siguientes periféricos: Puerto Ethernet y Serie, interfaz JTAG y un LED
Módulo Aplicación de configuración		
RNF1	Tipo de aplicación.	La aplicación debe ser multiplataforma y utilizar el enfoque de aplicación de escritorio para que se integre de forma natural en un sistema operativo de ambiente similar, por ejemplo una distribución de Linux o Microsoft Windows.
RNF2	Soporte	La aplicación debe brindar soporte para idioma inglés.
RNF3	Notificación al usuario.	El usuario debe ser notificado por el sistema cuando se va a realizar alguna operación destructiva (operación cuyo estado final pueda implicar un cambio no recuperable en

		los datos).
RNF4	Retroalimentación al usuario	Las operaciones que requieren un tiempo significativo de respuesta deben tener asociado un elemento de información para el usuario a manera de retroalimentación.
RNF5	Interfaz física.	La aplicación de configuración debe soportar las siguientes interfaces: IEEE802.3i (Ethernet). RS232 (V24).
RNF6	Ambiente de desarrollo	La aplicación de realizarse haciendo uso del lenguaje de programación C++. Para la implementación de la aplicación se debe utilizar la herramienta de desarrollo QTCreator y el framework QT4.
RNF7	Manual de usuario	La aplicación contará con un manual de ayuda que describa cada uno de los servicios que brinda la aplicación.
RNF8	Desarrollo de la aplicación	Para el desarrollo de la aplicación se guiará por las herramientas T2Pro para la configuración del HTT-500 y TPS para el MDT-400.
RNF9	Herramienta de desarrollo	Para la implementación de la aplicación se utilizará la herramienta de desarrollo Microsoft Visual Studio 2005.
RNF10	Utilización del dispositivo	Al realizar las operaciones de lectura o escritura si el dispositivo no está programado (tiene boot loader pero no el firmware) el usuario solo dispondrá de 10 segundos para realizar una acción desde la aplicación de configuración al dispositivo
RNF11	Condiciones de uso	Para instalar la aplicación de configuración se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: La aplicación debe ejecutarse en los sistemas operativos Windows 2000/XP/W7, con procesador de 32 bits a 233

		MHz o más rápido, 128 MB de RAM y al menos 25 MB de espacio libre en el disco duro. Debe tener instalado en la computadora las actualizaciones para Windows 2000 Service Pack 4 (SP4), Microsoft .NET Framework 1.1 o superior y Microsoft Visual Studio 2005 para el buen funcionamiento de la aplicación de configuración. El usuario debe instalar y utilizar la aplicación de configuración desde una cuenta en el equipo con permisos de administrador.
RNF12	Derechos de autor	La aplicación solo puede ser utilizada por el equipo de Teltronic y no puede ser modificada por otro usuario que no pertenezca al equipo.
RNF13	Framework	Para la implementación de la aplicación se utilizará el framework .NET.
RNF14	Codificación	Para el desarrollo de la aplicación se guiará por el estándar de codificación especificado en el siguiente documento: TETSCADA_DDS02ed0101-TC-SC-DE0027.odt Una funcionalidad (FUN) se define en este documento como el conjunto de especificaciones que debe cumplir la aplicación para satisfacer con al menos uno o más requisitos funcionales y no funcionales. A las funcionalidades se les asociará un código para poder facilitar su trazabilidad durante el proceso de desarrollo y posterior. De forma resumida, se puede considerar a las funcionalidades como similares a los casos de uso pero con una sintaxis más liviana y dirigida a un interesado más familiarizado con el lenguaje técnico. A continuación se definen las funcionalidades de la aplicación haciendo referencia a los requisitos que responden.
RNF15	Protocolos	Para establecer la conexión con las terminales TETRA

		<p>debe soportar los siguientes protocolos:</p> <ul style="list-style-type: none"> IEC 61850 IEC 60870-5-101 IEC 60870-5-104 DNO3 MODBUS TRU MODBUS ASCII MODBUS TCP Ethernet-IP AB-Interchange MDT400 Htt500 TRM 300.
--	--	--

El HMI: es una aplicación que está conformada en dos sub-módulos, el HMI en tiempo de ejecución y el HMI en tiempo de edición.

El *HMI en tiempo de edición (HMI Editor)* se ejecutará sobre una PC, en la cual puede estar instalado tanto Windows como Linux. Este le permite al usuario crear y configurar los despliegues presentes en los proyectos contenidos de la aplicación (*HMI-Editor*); así como permite crear y configurar los dispositivos que incluyen las variables asociadas a estos despliegues. Estas variables estarán vinculadas a los elementos gráficos que están contenidos en los despliegues. Dichos elementos gráficos se ubicarán en cualquier posición determinada por el operador; además de ser reconfigurables en cuanto a tamaño, escalado, rotación y otros parámetros que contienen. El *HMI-Editor* exportará además toda la configuración antes descrita en un archivo XML, para que el *HMI en tiempo de ejecución (HMI Runtime)* proporcione la visualización de todos estos elementos del archivo. El *HMI-Runtime* actualizará además los componentes del mismo archivo; donde para eso se comunicará con el *Manejador<comunicación>*, el cual brinda los cambios ocurridos en cada una de las variables contenidas en los dispositivos de campo. Otra de las funcionalidades que tendrá el sub-módulo (*HMI Runtime*) es la de permitirle al usuario realizar acciones de control. Es importante mencionar que el *HMI Runtime* será ejecutado sobre una tarjeta (CID-300/9) basada en micro-controladores.

Tabla 3. Requisitos del producto HMI.

Requisitos funcionales		
Módulos HMI-Editor		
RF1	Crear proyecto	Crea un proyecto en la aplicación y lo muestra en el árbol semántico.
RF2	Gestionar elementos del árbol semántico	Permite adicionar, eliminar y modificar vista de despliegues, vista de variables y despliegues; todos ordenados de forma jerárquica.
	Adicionar elementos al árbol semántico	Adiciona vista de despliegues, vista de variables y despliegues, al árbol semántico; todos ordenados de forma jerárquica.
RF3	Eliminar elementos al árbol semántico	Elimina vista de despliegues, vista de variables y despliegues, del árbol semántico.
RF4	Modificar elementos	Modifica los nombres de las vistas de despliegues, vista de variables y despliegues del árbol semántico
RF5	Gestionar variables	Permite adicionar, eliminar y modificar variables.
RF6	Adicionar variables	Adiciona una variable a la vista de variable
RF7	Eliminar variables	Elimina una variable de la vista de variable
RF8	Modificar variables	Modifica el nombre y la dirección de una variable.
RF9	Mostrar las propiedades de los componentes.	Muestra las propiedades del elemento seleccionado, dígame: proyecto, vista de despliegues, vista de variables, despliegues, elementos gráficos y variables; en el inspector de propiedades.
RF10	Adicionar elementos gráficos a los despliegues.	Adiciona un gráfico al despliegue seleccionado.
RF11	Administrar proyectos	Permite salvar y cargar la configuración de un

		proyecto
RF12	Vincular los elementos gráficos con variables	Los elementos gráficos que se encuentran ubicados en un despliegue, deben mostrar la opción de vincular el mismo con una variable, perteneciente al proyecto. Para este objetivo se debe mostrar una ventana emergente con las variables disponibles; para que el usuario tenga la posibilidad de escoger una de ellas y vincularlas con el elemento gráfico seleccionado.
RF13	Salvar configuración de proyecto	Se crea un archivo XML con la información correspondiente a los diferentes elementos que componen el árbol semántico (proyecto, vista de despliegues y vistas de variables). El archivo se guarda en una dirección en el sistema, especificada por el usuario.
RF14	Editar los elementos gráficos de un despliegue.	Permite rotar, reposicionar y escalar los elementos gráficos dentro de un despliegue.
RF15	Escalar los elementos gráficos dentro de un despliegue.	Modifica el tamaño del gráfico seleccionado.
RF16	Rotar los elementos gráficos dentro de un despliegue.	Modifica la posición del elemento gráfico seleccionado con respecto a al eje seleccionado.
RF17	Reposicionar los elementos gráficos dentro de un despliegue.	Modifica la posición del elemento gráfico en el despliegue.
RF18	Gestión de alarmas	Permitir la adición, eliminación y edición de las alarmas vinculadas a una variable; determinando el

		comportamiento de las variables.
RF19	Adicionar alarmas	Adiciona las alarmas que estarán vinculadas a una variable.
RF20	Eliminar alarmas	Elimina las alarmas vinculadas a una variable.
RF21	Editar alarmas	Edita las alarmas vinculadas a una variable.
RF22	Manual de usuario	
Módulo HMI-Runtime		
RF23	Cargar configuración de proyecto	Localiza el fichero que contiene la configuración de un proyecto, creado por el HMI editor, visualizando sus datos.
RF24	Cargar los despliegues en el HMI en tiempo de ejecución.	Al iniciar el HMI en tiempo de ejecución se deben cargar los despliegues configurados pertenecientes a un proyecto. La información de la configuración de un proyecto se obtiene a través de un fichero en formato XML que exporta el editor.
RF25	Representar los valores de las variables en los elementos gráficos.	Establece la comunicación con el manejador, obteniendo los valores de las variables para ser visualizados en los elementos gráficos del HMI Runtime.
RF26	Enviar tarea de escritura.	Actualiza los valores de las variables, brindados por el HMI en ejecución.
RF28	Actualizar el estado de las alarmas.	Permitir la manipulación de las alarmas; mediante la modificación de su estado.
RF29	Representar las alarmas gráficamente	Se le debe presentar al operador del HMI ejecución, las alarmas que se disparen en el sistema, con los datos necesarios para su reconocimiento.
Módulos Manejador <comunicación>		
RF30	Configurar	Configurar parámetros de comunicación para la

	comunicación	transferencia de datos.
RF31	Adicionar variables al manejador.	Adiciona variables al manejador; estas variables son las contenedoras de los datos a transferir en la comunicación.
RF32	Comunicar	Si es un caso de escritura se escribe el valor de la variable en la dirección que esta especifica. Si es un caso de lectura se lee de la dirección especificada en la variable, el valor de la misma.
RF33	leer	Leer el valor a partir de una dirección especificada.
RF34	Escribir	Escribir el valor a partir de una dirección especificada.
RF35	Eliminar Variable	Se elimina una variable del manejador.
Requisitos no funcionales del HMI		
Módulo HMI-Editor		
RNF1	Características del software	Este módulo debe poseer un sistema operativo GNU/Linux que cuente con el módulo Qt 4.7.*.
RNF2	Características del Hardware	Para la ejecución del módulo se debe disponer de un ordenador que tenga como mínimo las siguientes prestaciones: Micro-procesador, frecuencia del CPU, memoria estática y una memoria dinámica.
RNF3	Restricciones en el diseño e implementación	Se utiliza el lenguaje de programación C++, en el entorno integrado de desarrollo Qt Creator y el framework Qt 4.7.4.
Módulos HMI-Runtime y Manejador<comunicación>		
RNF4		Para estos módulos, el sistema debe cumplir con las siguientes propiedades: tamaño del sistema comprimido, tamaño del sistema descomprimido, RAM consumida en consola, RAM consumida con Qt, RAM consumida con XServer, tiempo de arranque y tamaño de la caché.

RNF5	Características del Hardware	Para la ejecución de estos módulos se debe poseer una tarjeta (CID-300/9) basada en micro-controladores que posea como mínimo las siguientes prestaciones: micro-controlador, frecuencia del CPU, memoria estática, memoria dinámica (RAM), puertos: 1 Serie, 2 USB, 1 Ethernet y 1 SD, audio y video: pantalla táctil y puerto LVDS
RNF6	Restricciones en el diseño e implementación	Para el desarrollo de estos módulos se utiliza el RNF3.
RNF7	Disponibilidad	Los mecanismos utilizados para lograr la seguridad no deben ser un obstáculo para obtener los servicios deseados en cada momento.
RNF8	Integridad	La información manejada por el sistema durante todo el proceso debe ser objeto de una cuidadosa protección.

2.1.1.2 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS COMUNES EN LOS PRODUCTOS DE LA LÍNEA DE SE.

Se selecciona la metodología de análisis de dominio (método FODA), para identificar las características y requisitos (funcionales y no funcionales) comunes de los productos existentes, a través del desarrollo de las actividades que contiene. Se selecciona la herramienta Visual Paradim, para representar los diagramas o modelos que contiene dicho método.

2.1.1.2.1 FODA (ANÁLISIS DE CONTEXTO)

El análisis de contexto define el alcance del dominio de SE como línea de producto del CEDIN. Esta fase analiza los sub-dominios que componen al dominio definido, estableciendo semejanzas y diferencias entre los productos que lo componen.

Como primer paso del análisis del contexto se realiza la representación de los sub-dominios que contiene el dominio de SE, mediante el diagrama de estructura. A continuación se muestra la relación de los sub-dominio asociados a los productos existentes.

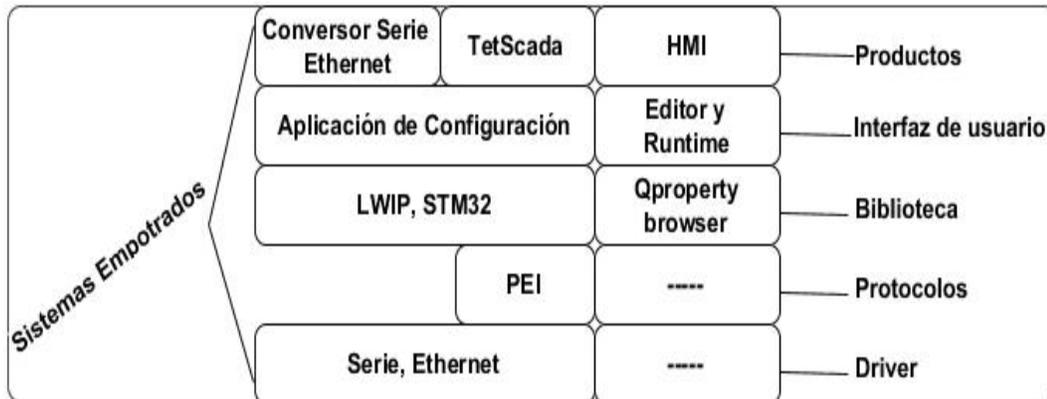


Figura 6. Diagrama de estructura del dominio de Sistema Empotrado.

En la figura anterior se muestra el diagrama de estructura, donde se representan los productos (Conversor serie Ethernet, TetScada y HMI) y los sub-dominios (las librerías, los protocolos, las interfaces y los drivers) que integran al dominio SE.

A partir de los sub-dominios identificados en cada producto, se observa que el Conversor Serie Ethernet y TetScada comparten algunos sub-dominio (Interfaz de usuario, Bibliotecas y Driver) inferiores; hecho que permite definir el nombre de “Pasarela de datos” como sub-dominio que incluye a estos productos, debido a que los mismos permiten transferir datos de un dispositivos a otro. A partir de la definición anterior se propone como segundo sub-dominio el “Sistemas de Supervisión y control”, el cual tiene como objetivo supervisar y controlar los procesos industriales; lo que marca la diferencia entre productos y sub-dominios definidos. Es preciso aclarar que hasta el momento, solo existe el producto HMI en este sub-dominio “Sistemas de Supervisión”.

Como segundo paso en el análisis del contexto se representan los diagramas de flujos de datos para cada sub-dominio definido.

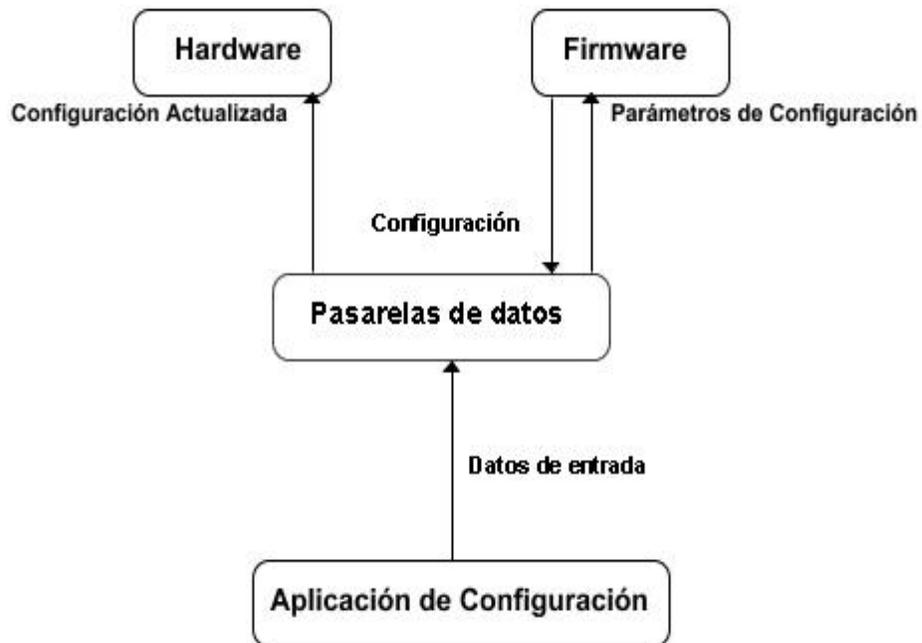


Figura 7. Diagrama de datos del sub-dominio Pasarela de datos.

En la figura anterior se muestra el comportamiento de los módulos contenido en el sub-dominio “Pasarela de datos”. Se puede observar que la aplicación de configuración envía datos de configuración al módulo firmware donde este lo recibe, y lo envía al hardware para su actualización.

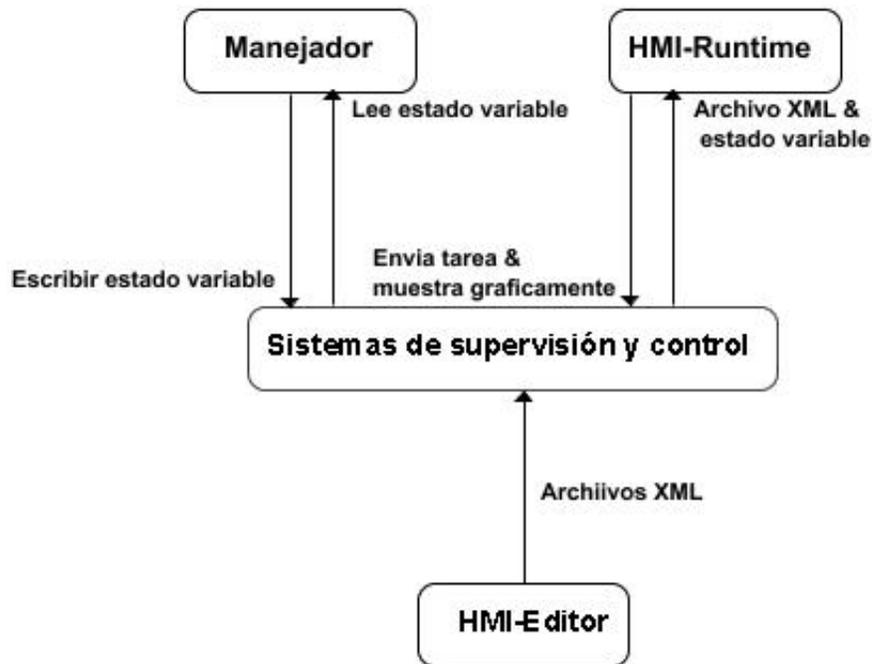


Figura 8. Diagrama de datos del sub-dominio Sistemas de Supervisión y control.

En la figura 9 se muestra el comportamiento de los módulos contenido en el sub-dominio “Sistemas de Supervisión y control”. Se puede observar que HMI-Editor exporta archivos XML al módulo HMI-Runtime, para que el mismo muestre en su aplicación, los datos de las variables del archivo. El módulo HMI-Runtime para poder mostrar los datos, le envía tareas de lectura o escritura al módulo manejador; el cual le proporciona los valores.

En la fase de análisis del contexto, mediante la observación de los diagramas (datos y estructura) realizados para el dominio de SE; se logró identificar los sub-dominios (Pasarelas de datos y Sistemas de supervisión de control) y los módulos de cada sub-dominio, con sus flujos de datos. Estos resultados alcanzados, permiten el paso a la siguiente fase (modelado del dominio) del método FODA, en la que se realiza un análisis de las características y requisitos, de cada uno de los módulos identificados en los sub-dominios.

2.1.1.2.2 FODA (MODELADO DEL DOMINIO)

En la actividad de análisis del contexto se identificó los sub-dominios y módulos que contiene la línea Sistema Empotrado. Estos resultados proporcionan el paso a la fase de modelado del dominio, que permite crear modelos de características, entidades y funcionalidades; logrando establecer similitudes

y diferencias. La fase del modelado del dominio consiste en tres actividades (análisis de las características, modelo de entidad-relación y análisis funcional) fundamentales. Cada una brinda resultados diferentes; pero su agrupación ayuda a estructurar la línea base de requisitos.

Análisis de las características

El objetivo que se persigue en el análisis de las características, es la captura y modelo de características similares y diferentes en los productos de cada sub-dominio. Los modelos que se muestran a continuación, brindan la representación de las características y requisitos no funcionales de los productos Conversor Serie Ethernet, TetScada y HMI.

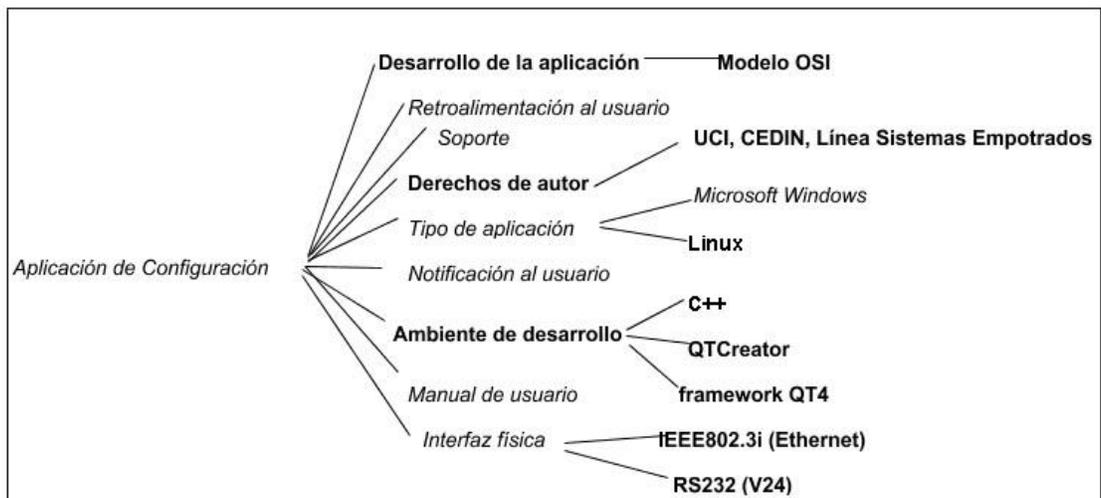
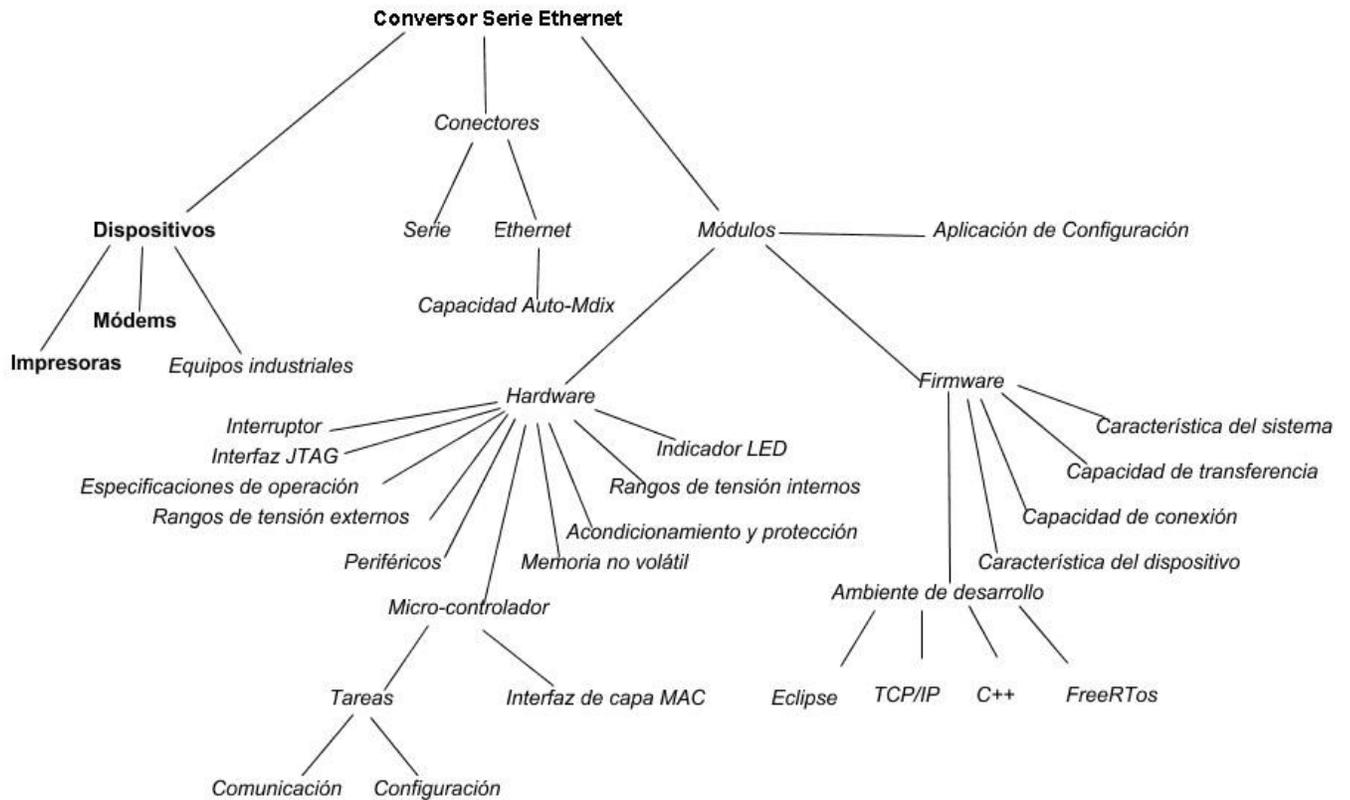


Figura 9. Modelo de característica del Convertor Serie Ethernet.

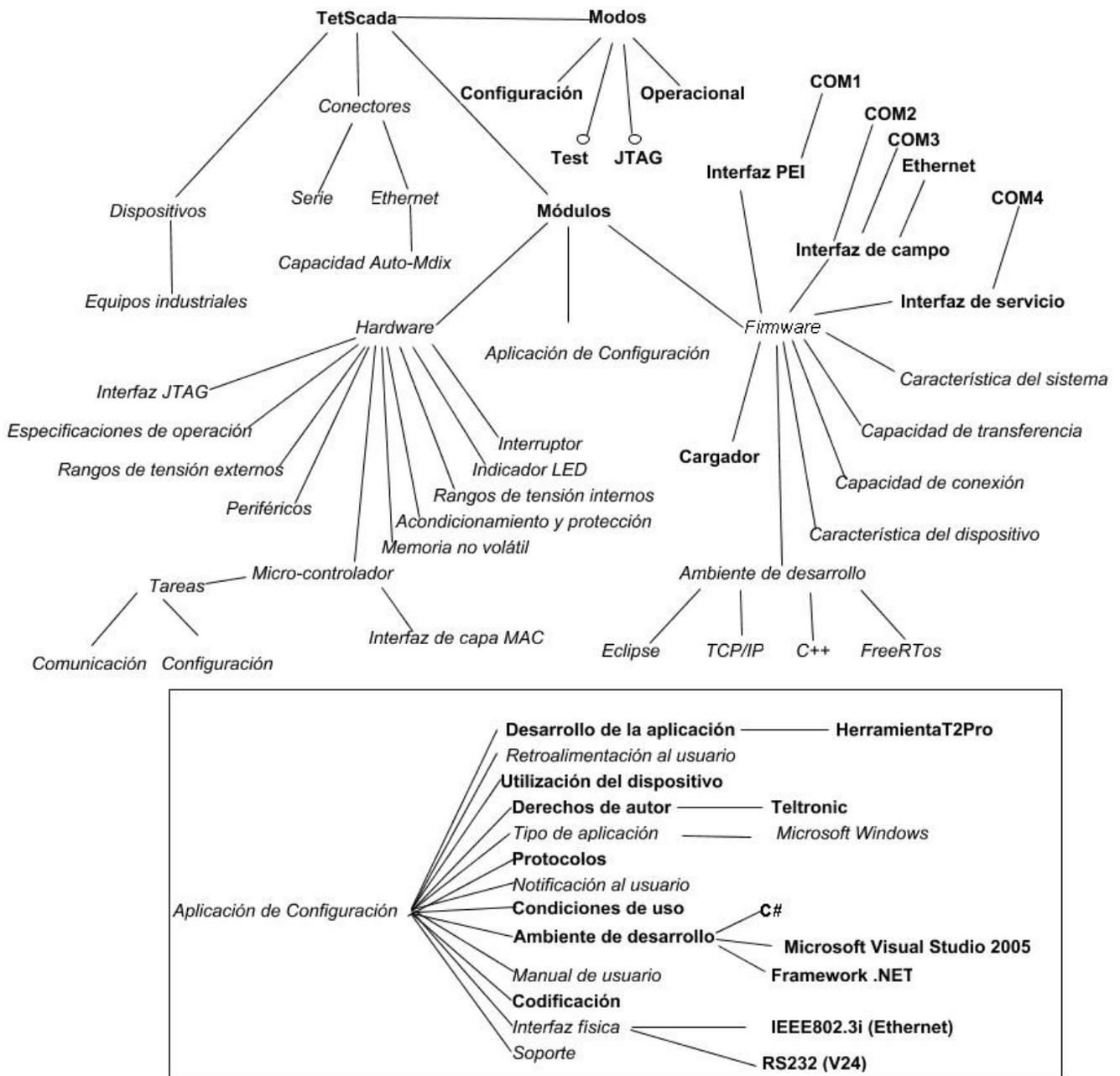


Figura 10. Modelo de característica del TetScada.

Nota: Se aprecia una ampliación del módulo Aplicación de configuración, con el objetivo de mejorar su visualización en el gráfico.

Los modelos de características representados anteriormente para los productos Conversor Serie Ethernet y TetScada, muestran las características semejantes en formato de letra cursiva y las diferentes en formato de negrita.

En estos modelos se aprecian los módulos (firmware, hardware y aplicación de configuración) comunes de los dos productos, los cuales tienen asociado un conjunto de características similares. Según la observación y comparación, se logra obtener las semejanzas y diferencias de las características y requisitos no funcionales en cada producto. A continuación se muestra el resultado de las similitudes presentes.

- *Conectores: serie y ethernet*
- *Dispositivos: dispositivos industriales.*
- *Módulo Firmware: característica del sistema, capacidad de transferencia, capacidad de conexión, característica del dispositivo y ambiente de desarrollo.*
- *Módulo Aplicación de configuración: soporte, tipo de aplicación, retroalimentación al usuario, notificación al usuario, manual de usuario e una interfaz física.*
- *Módulo Hardware: interruptor, interfaz JTAG, especificaciones de operación, rangos de tensión externos, periféricos, micro-controlador, memoria no volátil, acondicionamiento y protección, rangos de tensión internos e indicador LED.*

A continuación se muestran las características del producto HMI, el cual está dividido en dos figuras, para mejorar su visualización.

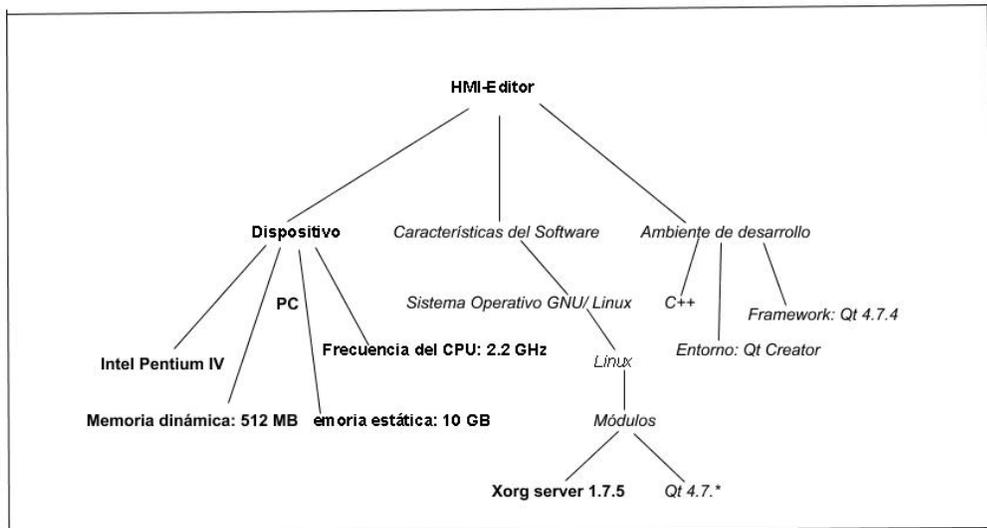
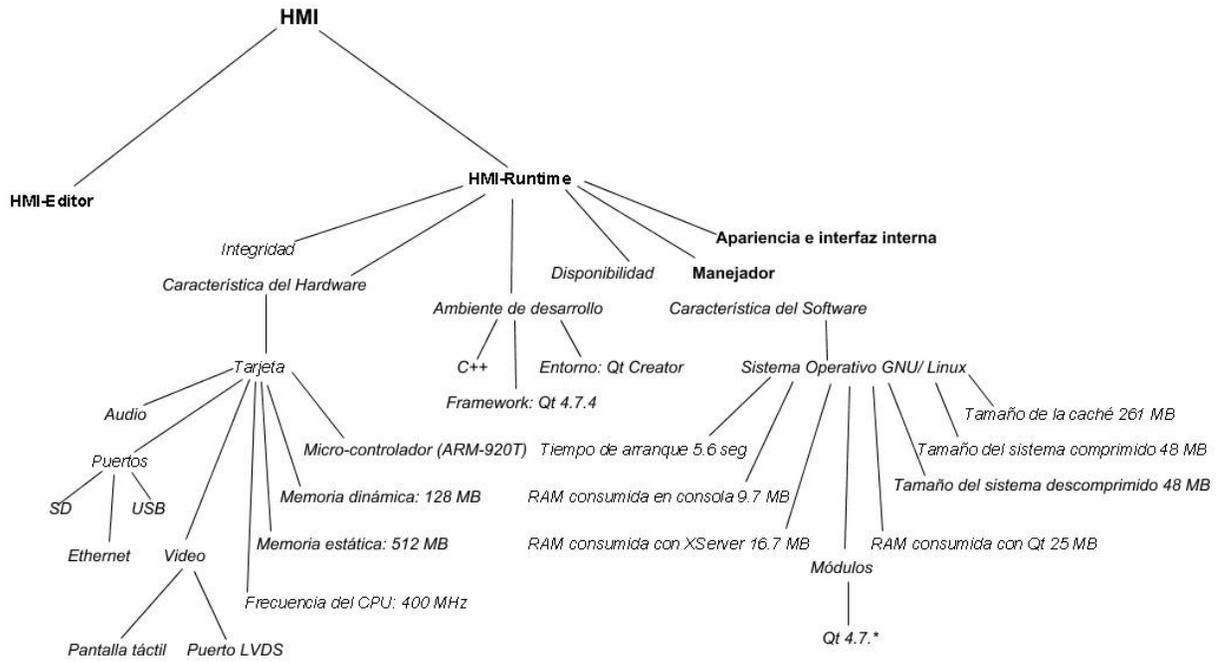


Figura 11. Modelo de características del HMI<Editor y Runtime>.

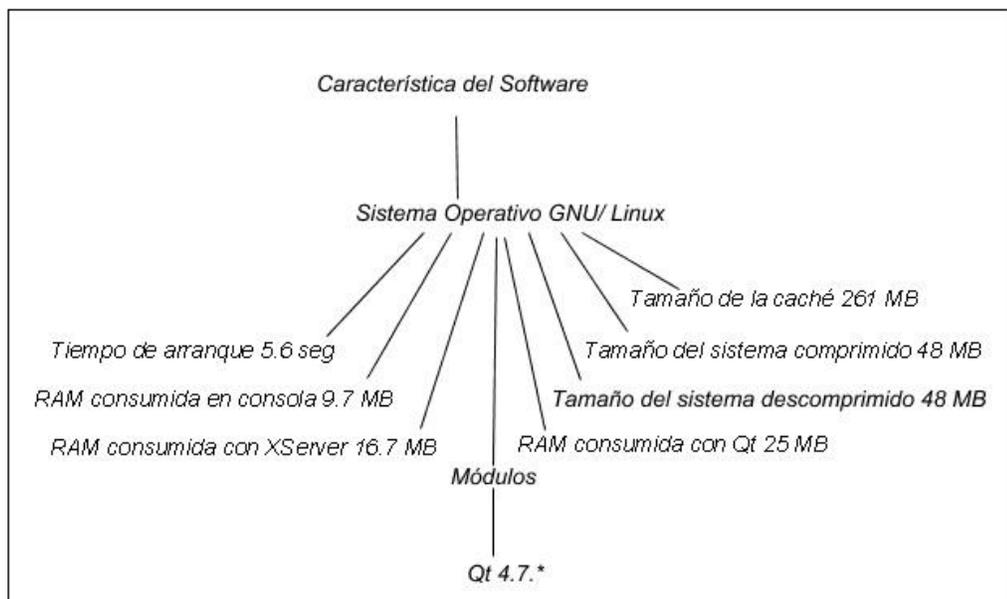
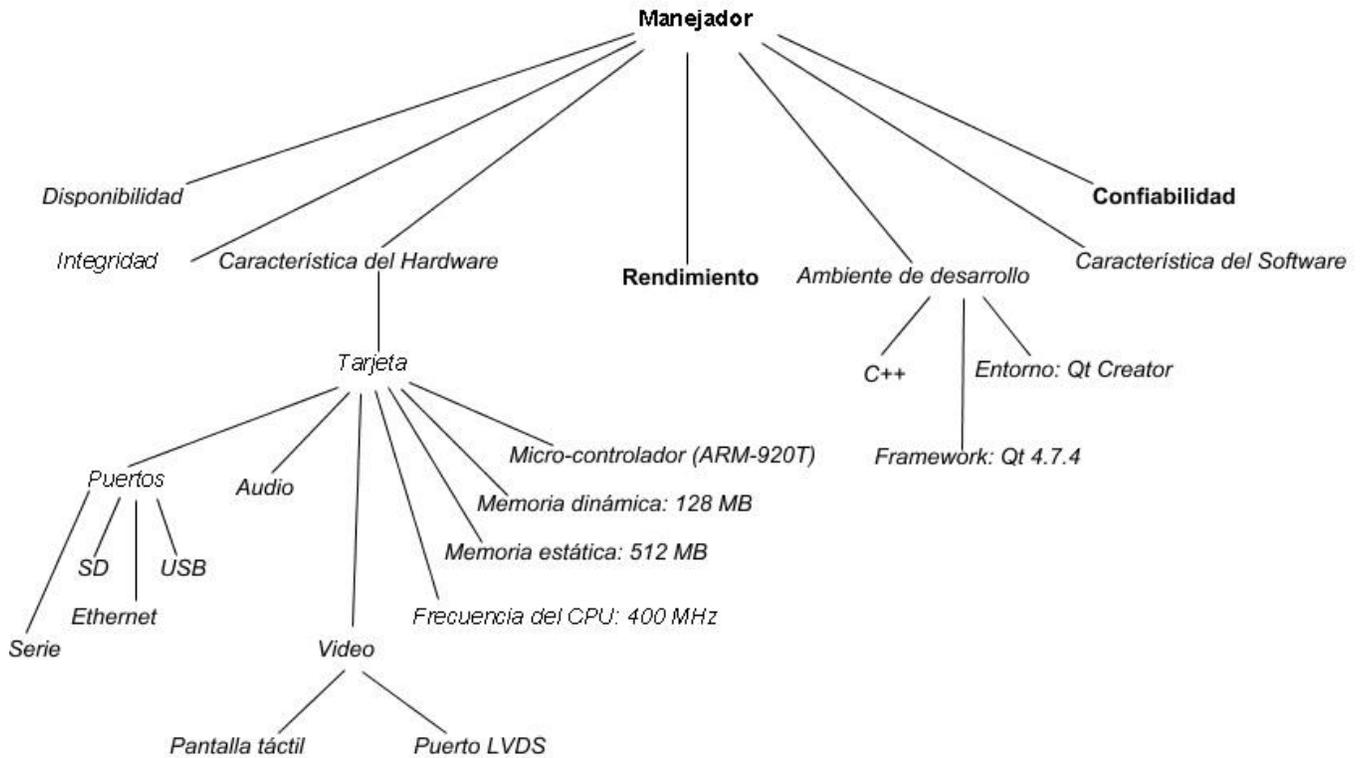


Figura 12. Modelo de características del Manejador<comunicación>.

Nota: Las similitudes en los tres módulos se representan en formato de letra cursiva.

Las figuras anteriores muestran una representación de los requisitos no funcionales del producto HMI, compuesto por tres módulos (Editor, Runtime y Manejador) principales. Debido a la no existencia de otro producto en el sub-dominio definido como “Sistema de Supervisión y control”, no se logró establecer una comparación entre productos; pero se obtiene resultados acerca de las similitudes de los requisitos no funcionales de los módulos. A continuación se evidencian los mismos.

- *Módulos Runtime y Manejador: características del software, características del hardware, disponibilidad e Integridad.*
- *Módulos Runtime, Editor y Manejador: restricciones en el diseño e implementación. Otra característica que tienen en común, es que se integran en un sistema operativo GNU/Linux, que utiliza el módulo Qt 4.7.*.*

Después de los resultados obtenidos en los modelos de características para los productos Conversor Serie Ethernet, TetScada y HMI, se procede a la siguiente actividad (modelado de entidad-relación), en la que se representan las entidades de los módulos, y sus relaciones.

Modelo de entidad-relación

En el modelo entidad-relación se captura y se define el conocimiento del dominio en cada producto, esencia para la implementación de los mismos. El conocimiento del dominio es información contextual que se pierde luego del desarrollo o que está profundamente arraigada en el software, y que es a menudo difícil de rastrear.

La técnica del modelado de entidad-relación en el método FODA es usado con los conceptos de generalización y agregación del modelado semántico de datos, que son usados como tipos de relación predefinidas. Por lo tanto la construcción de los bloques del modelo son clases de entidades y sus relaciones.(23)

Las relaciones de “es un” y “tiene un” fueron usadas para identificar las composiciones de las entidades en cada producto. Además se muestra otros tipos de relación establecidas entre ellas. A continuación se muestran los modelos de entidad-relación para los productos Conversor Serie Ethernet, TetScada y HMI.

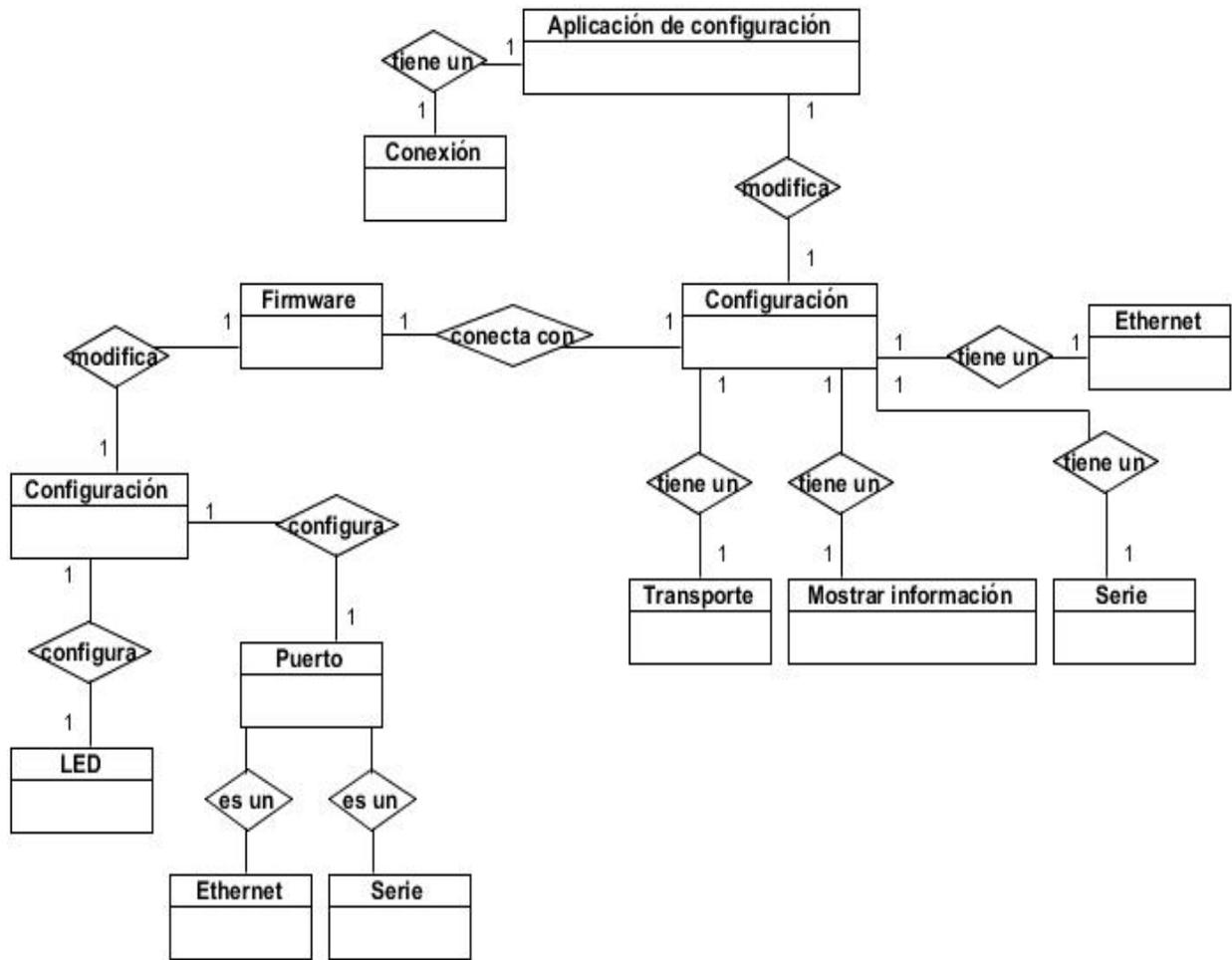


Figura 13. Modelo entidad-relación del Conversor Serie Ethernet.

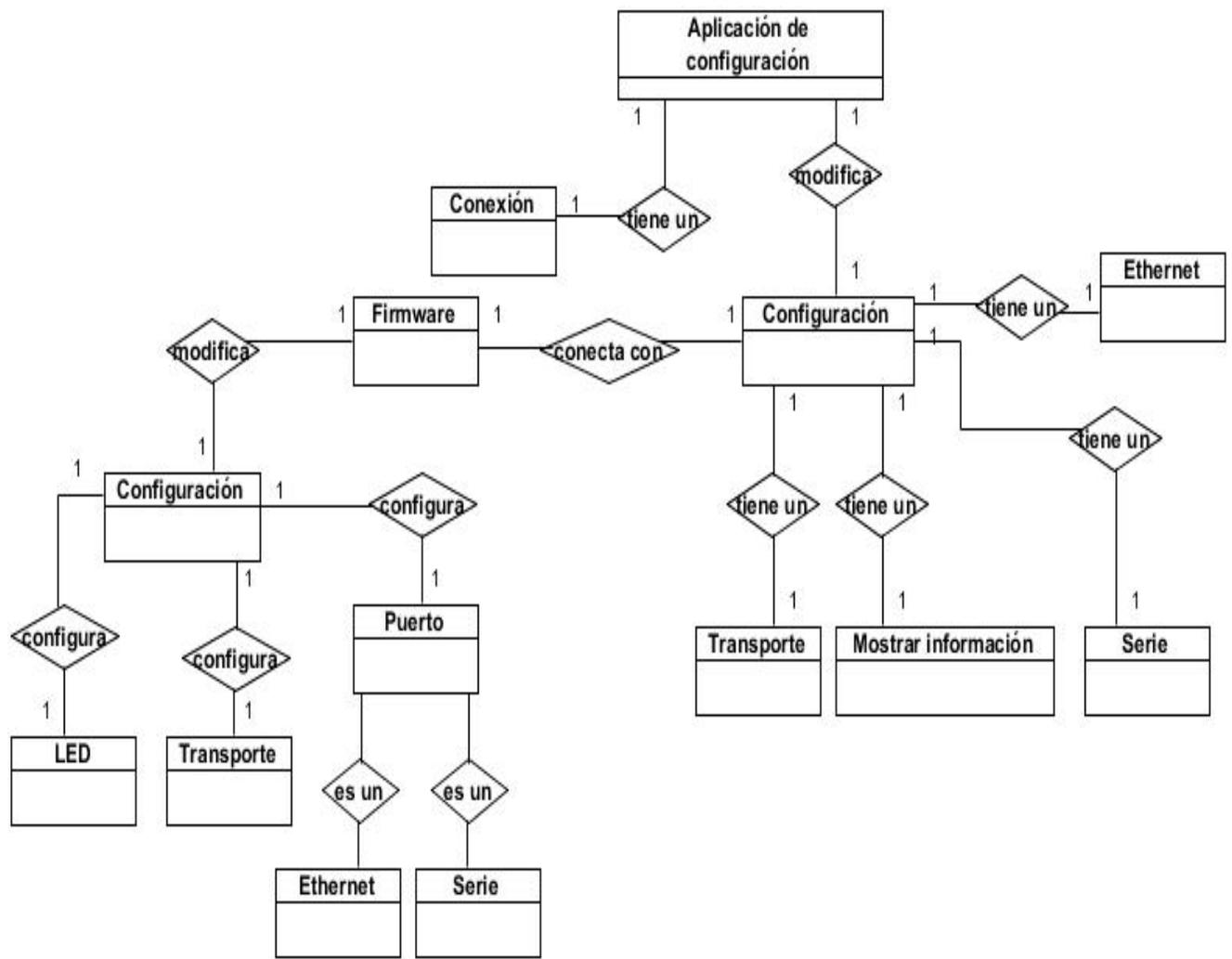


Figura 14. Modelo entidad-relación del TetScada.

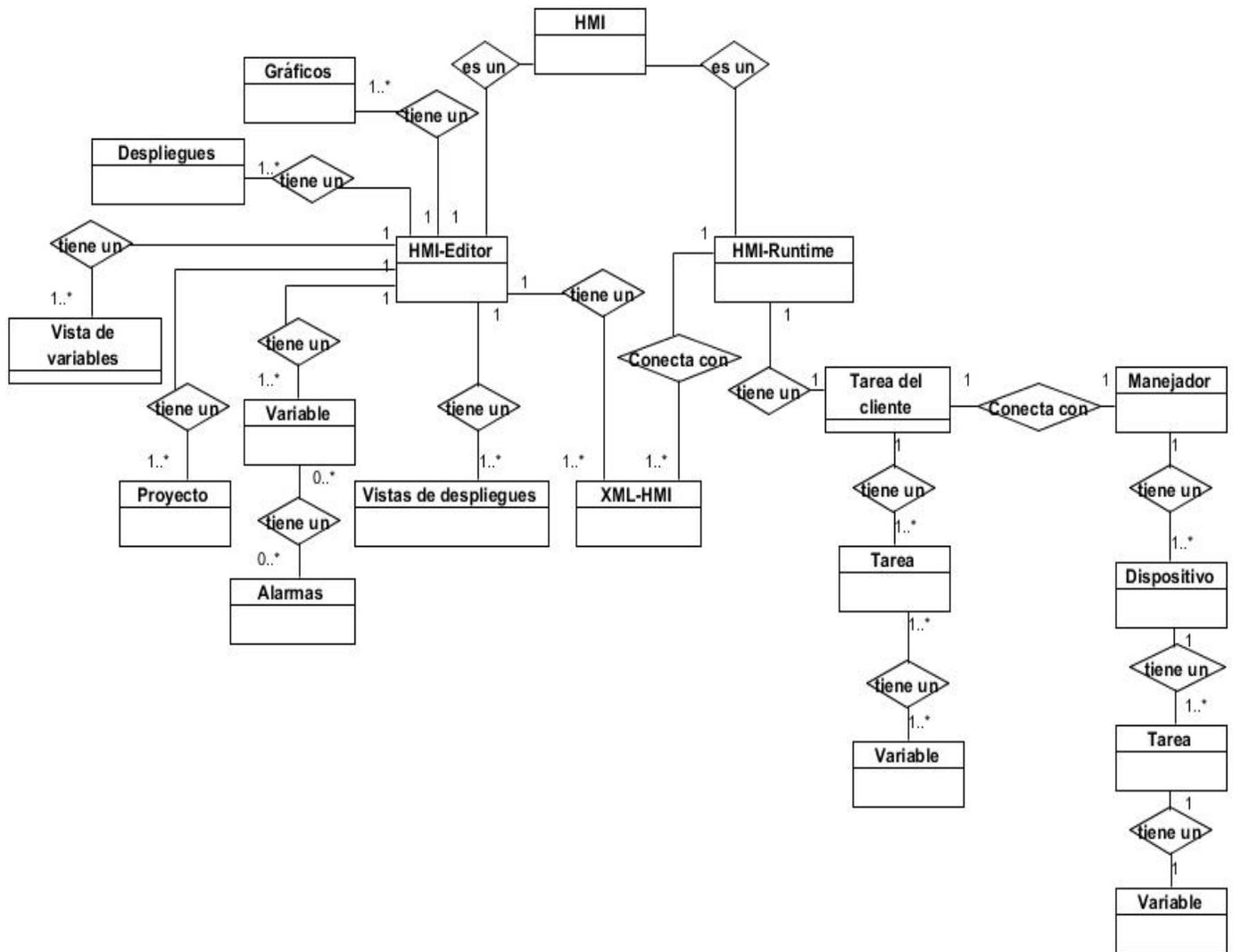


Figura 15. Modelo entidad-relación del HMI.

Luego de la representación del modelo entidad-relación para cada producto, se reafirma que los productos Conversor serie Ethernet y TetScada, contienen similitudes. A continuación se muestran los resultados del modelo entidad-relación para el sub-dominio “Pasarelas de datos”.

Entidades comunes: aplicación de configuración, firmware, configuración, puerto (serie y ethernet), LED, conexión y mostrar información.

Debido a la presencia de un solo producto en el sub-dominio “Sistema de Supervisión y control”, no se establece una comparación entre sus entidades. Por lo tanto, el resultado que se obtiene es el

conjunto de entidades mostradas en el modelo entidad-relación del HMI.

Análisis funcional

El análisis funcional es la actividad que permite modelar las funcionalidades identificadas. A continuación se representan los modelos funcionales para los módulos (Firmware, Hardware, Aplicación de configuración, Editor, Runtime y Manejador) que componen a los productos del dominio SE.

Nota: Para identificar los requisitos funcionales no comunes en cada módulo, se decidió encerrar a los mismos en recuadros; como se muestra en las siguientes figuras.

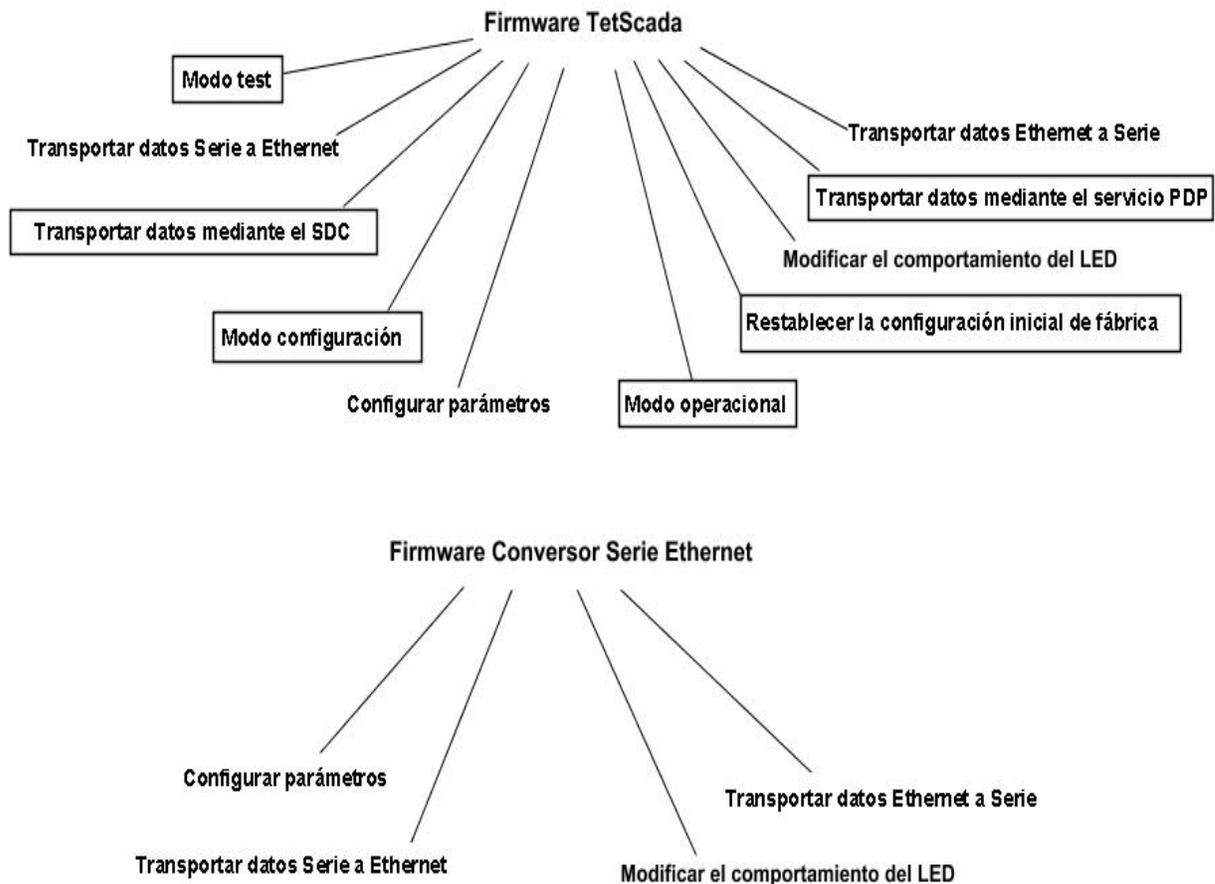


Figura 16. Modelo funcional del módulo Firmware.

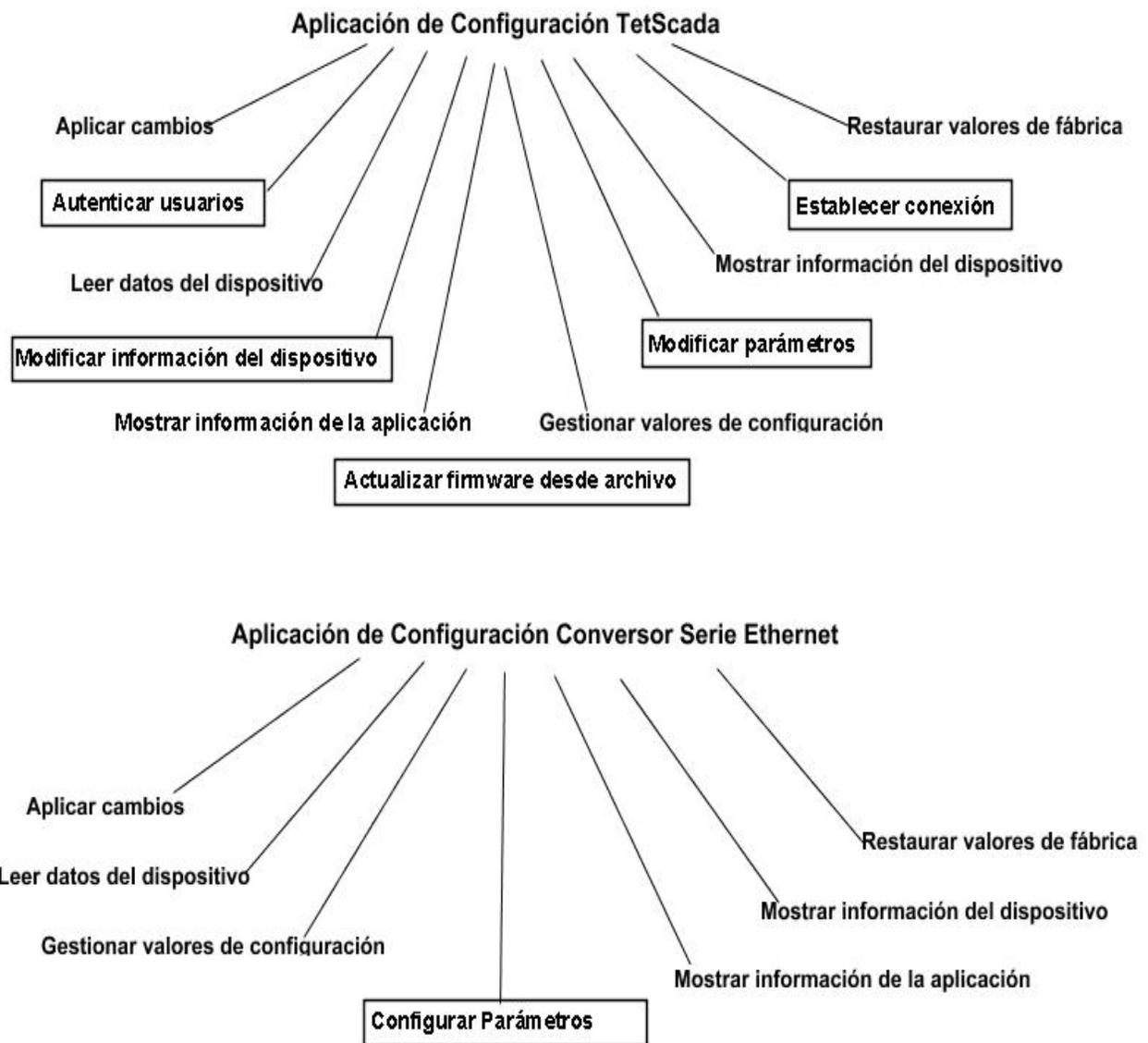


Figura 17. Modelo funcional del módulo Aplicación de Configuración.

Estos modelos funcionales mostrados en la figura 17 y 18, permiten establecer una comparación sobre las funcionalidades de los módulos (Firmware y Aplicación de configuración) contenidos en los productos Conversor Serie Ethernet y TetScada. Como resultado a la comparación de funcionalidades, se obtuvo semejanzas entre sus módulos. A continuación se muestran los resultados de cada semejanza, entre los módulos firmware y Aplicación de configuración.

Módulo Aplicación de Configuración: mostrar información de la aplicación, gestionar valores de

configuración, restaurar valores de fábrica, mostrar información del dispositivo, leer datos del dispositivo y aplicar cambios.

Módulo Firmware: configurar parámetros, transportar datos Ethernet a Serie, transportar datos Serie a Ethernet, modificar el comportamiento del LED. La figura 19 muestra el modelo funcional del producto HMI, donde se representan las funcionalidades de cada módulo.

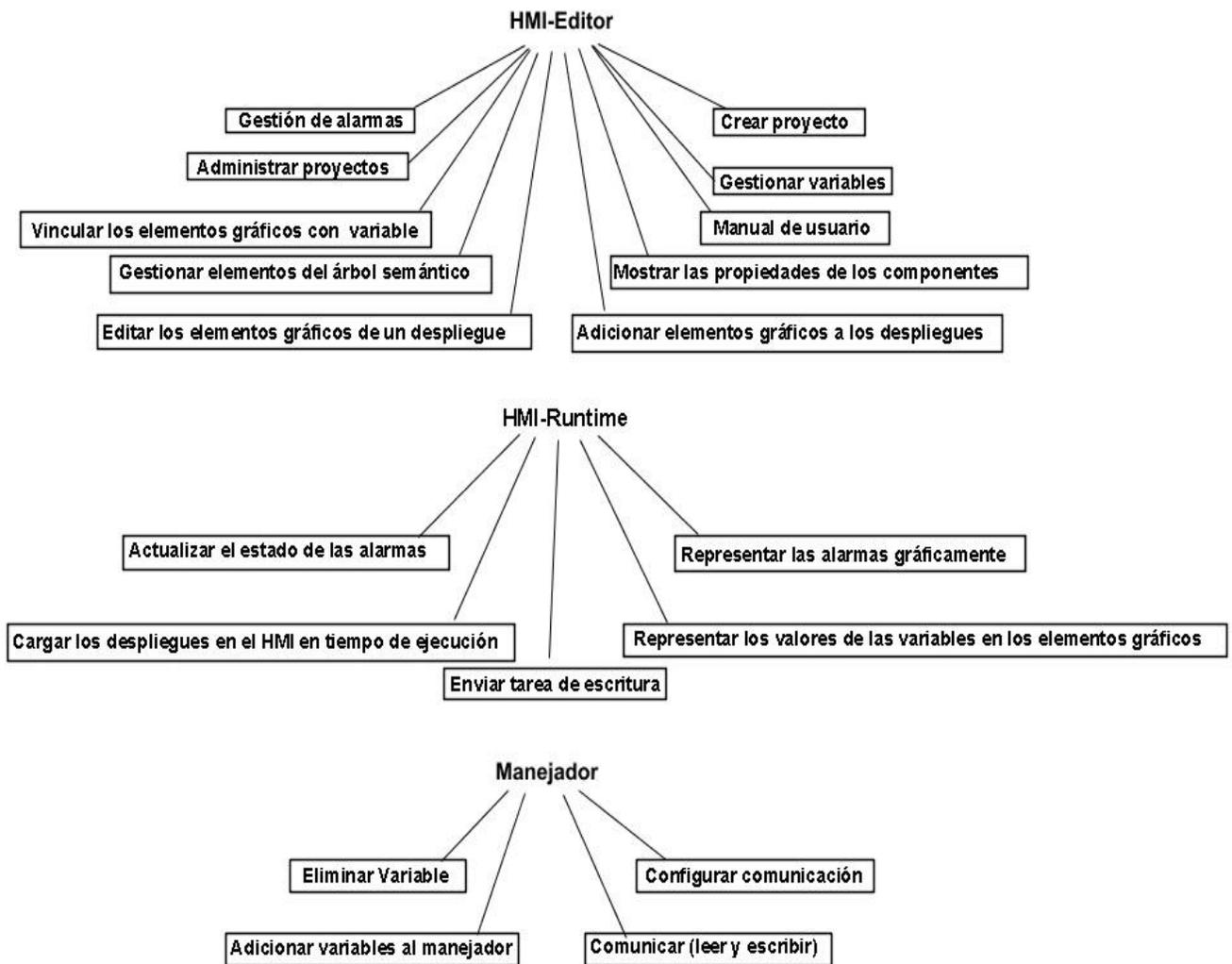


Figura 18. Modelo funcional de los módulos del HMI.

Mediante la observación del modelo funcional de los módulos del producto HMI, se obtiene como resultado, todas las funcionalidades que ahí se muestran. Este hecho es provocado por la existencia de un solo producto en el sub-dominio de “Sistemas de Supervisión y Control”.

Mediante la realización del método FODA se identificaron los requisitos comunes en los productos existentes de la línea de producto SE del CEDIN. En la siguiente fase se analizan estos requisitos, comprobando que los mismos estén correctos y entendibles para futuros proyectos.

2.1.2 ANÁLISIS DE REQUISITOS

A partir de la identificación de requisitos realizada, se analizan los mismos mediante los criterios para validar requisitos del cliente, documento Excel que propone el programa de mejora de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Este documento permite analizar los requisitos (funcionales y no funcionales) mediante los parámetros (no ambiguos, completos, proveedor válido, modificables, correctos y resultado de la evaluación de impacto positivo) que deben resultar aprobados. El resultado del análisis de los requisitos comunes, es un entregable unido a la especificación de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN.

2.1.3 ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

Después de analizado los requisitos comunes se especifican los mismos, mediante la técnica “Plantilla” que permite describir los requisitos mediante el lenguaje natural pero de una forma estructurada. A continuación en la tabla 4 se muestra los requisitos funcionales y no funcionales que conforman el artefacto entregable de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN.

A partir del dominio definido como SE se definen los sub-dominios “Pasarela de datos” y “Sistemas de supervisión y control”. El dominio de SE se encuentra dividido en dos sub-dominios, debido a que no todos los productos existentes, cumplen los mismos objetivos.

A continuación se muestra en dos epígrafes los requisitos que contribuyen en la reutilización de los mismos, con el objetivo de ayudar a los analistas o desarrolladores de la línea, en la captura de requisitos de nuevos productos con características similares a los productos identificado en cada sub-dominio.

En el *epígrafe 2.3.2.1*, se encuentra el sub-dominio definido como “Pasarela de datos”, en el que se muestra los requisitos funcionales y no funcionales comunes, de los módulos incluidos en los

productos Conversor Serie Ethernet y TetScada.

En el *epígrafe* 2.3.2.2, se encuentra el sub-dominio definido como Sistemas de supervisión y control, en el que se muestra los requisitos funcionales y no funcionales del producto HMI, como único producto hasta este momento en dicho sub-dominio.

2.3.2.1 PASARELA DE DATOS

Tabla 4. Requisitos Funcionales.

Módulo de Aplicación de Configuración		
#Requisitos	Nombre	Descripción
RF1	Mostrar información de la aplicación	Muestra al usuario la versión, fecha y código de la Aplicación de Configuración.
RF2	Gestionar valores de configuración	Permite cargar y guardar los valores de la Aplicación de Configuración.
RF2.1	Cargar valores de configuración	Lee los valores configurados previamente desde un archivo en el sistema operativo. Al invocar la acción el sistema debe mostrar al usuario un diálogo de selección de ruta y nombre de archivo. Se debe mostrar un mensaje de confirmación debido a que al cargar los valores desde archivo se perderán los valores actuales que muestre la aplicación.
RF2.2	Guardar valores de configuración	Persisten los valores configurados actuales de la aplicación en archivos del sistema. Los valores configurados no se toman del dispositivo sino de la estructura en memoria de la aplicación de configuración. Al invocar la acción el sistema le debe mostrar al usuario un diálogo de selección de ruta y nombre de archivo. En caso de existir un archivo con el mismo nombre en la ruta seleccionada se debe mostrar un mensaje de confirmación de la acción al usuario.

RF3	Restaurar valores de fábrica	<p>Restablece en la memoria interna del dispositivo los valores iniciales de fábrica.</p> <p>Al invocar la acción el sistema debe mostrar al usuario una ventana de confirmación debido a que son cambios destructivos (no recuperables) los que se aplicarán. Establecer la conexión al dispositivo sin pedir al usuario introducir parámetros para la conexión. Mostrar una ventana de progreso de la operación mientras se realiza la restauración de los valores en el dispositivo para darle retroalimentación al usuario. Luego de finalizada la operación se debe liberar el puerto y cerrar la conexión.</p>
RF4	Mostrar información del dispositivo	<p>Si el usuario de la aplicación tiene permiso para modificar la dirección MAC del dispositivo, esta opción se lo permite.</p> <p>Si el usuario es administrador de la aplicación, esta opción le permite modificar la dirección MAC del dispositivo, el número de serie y la versión del hardware.</p>
RF5	Leer datos del dispositivo	<p>Lee los valores de la configuración que se encuentran en la memoria no volátil del dispositivo y se muestran en la aplicación. Para realizar la lectura de los datos se debe establecer la conexión sin pedir al usuario introducir parámetros para la misma. Se debe mostrar al usuario una ventana de progreso de la operación mientras se realiza el proceso de lectura de los valores en el dispositivo, para darle retroalimentación al usuario.</p>
RF6	Aplicar cambios	Permite aplicar los cambios realizados por el usuario a

		la configuración en la memoria interna del dispositivo. Luego de invocar la acción, el sistema debe mostrar al usuario una ventana de confirmación debido a que son cambios destructivos (no recuperables) los que se aplicarán. Seguido a este proceso, se abre el puerto serial y se establece la conexión.
Módulo Firmware		
RF7	Modificar el comportamiento del LED	El sistema debe permitir modificar el estado del o de los Indicadores LED, para identificar el tipo de comportamiento que representa.
RF8	Configurar parámetros	Permite configurar los parámetros correspondientes a las interfaces Ethernet y Serie.
RF9	Transportar datos Ethernet a Serie	El firmware debe tener la capacidad de direccionar los datos que recibe de la interfaz Ethernet a la interfaz Serie.
RF10	Transportar datos Serie a Ethernet	El firmware debe tener la capacidad de direccionar los datos que recibe de la interfaz Serie a la interfaz Ethernet.

Tabla 5. Requisitos No Funcionales.

Módulo Aplicación de Configuración		
RNF11	Retroalimentación al usuario	Las operaciones que requieren un tiempo significativo de respuesta deben tener asociado un elemento de información para el usuario a manera de retroalimentación.
RNF12	Notificación al usuario	El usuario debe ser notificado por el sistema cuando se va a realizar alguna operación destructiva (operación cuyo estado final pueda implicar un cambio no recuperable en los datos).
RNF13	Tipo de aplicación	La aplicación debe utilizar el enfoque de aplicación de

		escritorio para que se integre de forma natural en un sistema operativo de ambiente similar, por ejemplo Windows de Microsoft.
RNF14	Manual de usuario	La aplicación contará con un manual de ayuda que describa cada uno de los servicios que brinda la aplicación.
RNF15	Interfaz física	Interfaz física. La aplicación de configuración debe soportar las siguientes interfaces: -IEEE802.3i (Ethernet). -RS232 (V24).
RNF16	Soporte	La aplicación debe brindar soporte para idioma inglés.
Módulo Firmware		
RNF17	Capacidad de transferencia	La tasa de transferencia debe estar acotada por la configuración del puerto serie.
RNF18	Características del sistema	El sistema tendrá las características de un Sistema Empotrado.
RNF19	Ambiente de desarrollo	El firmware será desarrollado utilizando el lenguaje de programación C, en el entorno de desarrollo Eclipse para una arquitectura ARM, utilizando la pila TCP/IP lwIP y un el sistema operativo de tiempo real (FreeRTos).
RNF20	Capacidad de conexión	La interfaz Ethernet solo soporta una conexión simultánea
RNF21	Características del dispositivo	Se debe disponer de un dispositivo con micro-controlador (STM32) con los siguientes periféricos: Puerto Ethernet y Serie, interfaz JTAG e Indicador LED.
Módulo Hardware		
RNF22	Características del hardware	El dispositivo debe estar orientado a tener robustez para ser instalado en ambientes de operación

		industrial y transporte. Para esto se debe prestar atención a temas como las emisiones electromagnéticas originadas por el circuito, la tolerancia a interferencia externa y la protección contra cortocircuito y sobre tensión aplicados a los terminales eléctricos expuestos hacia el campo de automatización. Se requiere además contar con una interfaz JTAG para realizar comprobaciones y mantenimiento sobre el dispositivo.
RNF23	Capacidad de AUTO-MDIX	La interfaz Ethernet debe contar con la capacidad de AUTO-MDIX, lo que posibilita la conexión con los dispositivos sin importar el tipo de cable que se utilice.
RNF24	Micro-controlador	El MCU seleccionado debe poseer recursos de memoria de trabajo (RAM) y capacidad de procesamiento suficientes para albergar las tareas de comunicación y configuración, debe ser orientado a la conexión brindando la interfaz de la capa MAC permitiendo la interconexión con la capa física de la comunicación Ethernet y Serie, las tres primeras capas del modelo OSI (enlace, red y transporte), los valores de los parámetros de operación y tener un espacio adicional para las funcionalidades futuras previstas de actualización del firmware con la incorporación de protocolos de campo.
RNF25	Conectores	Se proveerán conectores independientes para las interfaces RS-232, RS-485/422 y Ethernet hacia el campo de automatización.
RNF26	Interruptor	El dispositivo debe tener la capacidad de reiniciar las operaciones mediante un interruptor.
RNF27	Periféricos	Es deseable que el MCU seleccionado posea al

		menos cuatro(al menos una) unidades de comunicación seriales donde al menos dos de ellas brinden la posibilidad de realizar control de flujo.
RNF28	Memoria no volátil	El MCU debe tener suficiente espacio en memoria no volátil (Flash) para alojar el código de todo el firmware. En caso de no ser posible se debe utilizar una unidad Flash externa.
RNF29	Acondicionamiento y protección	Las interfaces seriales deben tener una etapa de acondicionamiento de señales RS-232, también para RS485/422 se cuenta con interfaces de acondicionamiento salvo que para este tipo de norma dichas interfaces serán seleccionadas mediante lógica. Todas las interfaces destinadas hacia la automatización deben poseer una etapa de protección contra cortocircuitos y sobre tensiones.
RNF30	Rangos de tensión internos	Los componentes internos del dispositivo se alimentan con 3.3 +VDC.
RNF31	Rangos de tensión externos	La fuente de energía debe operar con tensiones de entrada entre los 4.5V y los +40 VDC. Esta cualidad está enfocada a que el sistema sea compatible con los voltajes de alimentación más comunes para instalaciones en los sectores de automatización industrial y transporte.
RNF32	Especificaciones de operación	Rango de temperatura de almacenaje

2.3.2.2 SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

Tabla 6. Requisitos funcionales

Módulos HMI-Editor

RF33	Crear proyecto	Crea un proyecto en la aplicación y lo muestra en el árbol semántico.
RF33.1	Gestionar elementos del árbol semántico	Permite adicionar, eliminar y modificar vista de despliegues, vista de variables y despliegues; todos ordenados de forma jerárquica.
	Adicionar elementos al árbol semántico	Adiciona vista de despliegues, vista de variables y despliegues, al árbol semántico; todos ordenados de forma jerárquica.
RF33.2	Eliminar elementos al árbol semántico	Elimina vista de despliegues, vista de variables y despliegues, del árbol semántico.
RF33.3	Modificar elementos	Modifica los nombres de las vistas de despliegues, vista de variables y despliegues del árbol semántico
RF34	Gestionar variables	Permite adicionar, eliminar y modificar variables.
RF34.1	Adicionar variables	Adiciona una variable a la vista de variable
RF34.2	Eliminar variables	Elimina una variable de la vista de variable
RF34.3	Modificar variables	Modifica el nombre y la dirección de una variable.
RF35	Mostrar las propiedades de los componentes.	Muestra las propiedades del elemento seleccionado, dígase: proyecto, vista de despliegues, vista de variables, despliegues, elementos gráficos y variables; en el inspector de propiedades.
RF36	Adicionar elementos gráficos a los despliegues.	Adiciona un gráfico al despliegue seleccionado.
RF37	Administrar proyectos	Permite salvar y cargar la configuración de un proyecto
RF38	Vincular los elementos gráficos con variables	Los elementos gráficos que se encuentran ubicados en un despliegue, deben mostrar la opción de vincular

		el mismo con una variable, perteneciente al proyecto. Para este objetivo se debe mostrar una ventana emergente con las variables disponibles; para que el usuario tenga la posibilidad de escoger una de ellas y vincularlas con el elemento gráfico seleccionado.
RF39	Salvar configuración de proyecto	Se crea un archivo XML con la información correspondiente a los diferentes elementos que componen el árbol semántico (proyecto, vista de despliegues y vistas de variables). El archivo se guarda en una dirección en el sistema, especificada por el usuario.
RF40	Editar los elementos gráficos de un despliegue.	Permite rotar, reposicionar y escalar los elementos gráficos dentro de un despliegue.
RF40.1	Escalar los elementos gráficos dentro de un despliegue.	Modifica el tamaño del gráfico seleccionado.
RF40.2	Rotar los elementos gráficos dentro de un despliegue.	Modifica la posición del elemento gráfico seleccionado con respecto a al eje seleccionado.
RF40.3	Reposicionar los elementos gráficos dentro de un despliegue.	Modifica la posición del elemento gráfico en el despliegue.
RF41	Gestión de alarmas	Permitir la adición, eliminación y edición de las alarmas vinculadas a una variable; determinando el comportamiento de las variables.
RF41.1	Adicionar alarmas	Adiciona las alarmas que estarán vinculadas a una variable.
RF42.2	Eliminar alarmas	Elimina las alarmas vinculadas a una variable.

RF42.3	Editar alarmas	Edita las alarmas vinculadas a una variable.
RF43	Manual de usuario	
Módulo HMI-Runtime		
RF44	Cargar configuración de proyecto	Localiza el fichero que contiene la configuración de un proyecto, creado por el HMI editor, visualizando sus datos.
RF45	Cargar los despliegues en el HMI en tiempo de ejecución.	Al iniciar el HMI en tiempo de ejecución se deben cargar los despliegues configurados pertenecientes a un proyecto. La información de la configuración de un proyecto se obtiene a través de un fichero en formato XML que exporta el editor.
RF46	Representar los valores de las variables en los elementos gráficos.	Establece la comunicación con el manejador, obteniendo los valores de las variables para ser visualizados en los elementos gráficos del HMI Runtime.
RF47	Enviar tarea de escritura.	Actualiza los valores de las variables, brindados por el HMI en ejecución.
RF48	Actualizar el estado de las alarmas.	Permitir la manipulación de las alarmas; mediante la modificación de su estado.
RF49	Representar las alarmas gráficamente	Se le debe presentar al operador del HMI ejecución, las alarmas que se disparen en el sistema, con los datos necesarios para su reconocimiento.
Módulos Manejador <comunicación>		
RF50	Configurar comunicación.	Configurar parámetros de comunicación para la transferencia de datos.
RF51	Adicionar variables al manejador.	Adiciona variables al manejador; estas variables son las contenedoras de los datos a transferir en la comunicación.

RF52	Comunicar	Si es un caso de escritura se escribe el valor de la variable en la dirección que esta especifica. Si es un caso de lectura se lee de la dirección especificada en la variable, el valor de la misma.
RF53	leer	Leer el valor a partir de una dirección especificada.
RF54	Escribir	Escribir el valor a partir de una dirección especificada.
RF55	Eliminar Variable	Se elimina una variable del manejador.

Tabla 7. Requisitos no funcionales

Módulos HMI-Editor		
RNF56	Características del software	Este módulo debe poseer un sistema operativo GNU/Linux que cuente con el módulo Qt 4.7.*.
RNF57	Características del Hardware	Para la ejecución del módulo se debe disponer de un ordenador que tenga como mínimo las siguientes prestaciones: Micro-procesador, frecuencia del CPU, memoria estática y una memoria dinámica.
RNF58	Restricciones en el diseño e implementación	Se utiliza el lenguaje de programación C++, en el entorno integrado de desarrollo Qt Creator y el framework Qt 4.7.4.
Módulos HMI-Runtime y Manejador<comunicación>		
RNF59		Para estos módulos, el sistema debe cumplir con las siguientes propiedades: tamaño del sistema comprimido, tamaño del sistema descomprimido, RAM consumida en consola, RAM consumida con Qt, RAM consumida con XServer, tiempo de arranque y tamaño de la caché.
RNF60	Características del Hardware	Para la ejecución de estos módulos se debe poseer una tarjeta (CID-300/9) basada en micro-controladores que posea como mínimo las siguientes prestaciones:

		micro-controlador, frecuencia del CPU, memoria estática, memoria dinámica (RAM), puertos: 1 Serie, 2 USB, 1 Ethernet y 1 SD, audio y video: pantalla táctil y puerto LVDS
RNF61	Restricciones en el diseño e implementación	Para el desarrollo de estos módulos se utiliza el RNF32.
RNF62	Disponibilidad	Los mecanismos utilizados para lograr la seguridad no deben ser un obstáculo para obtener los servicios deseados en cada momento.
RNF63	Integridad	La información manejada por el sistema durante todo el proceso debe ser objeto de una cuidadosa protección.

2.1.4 VALIDACIÓN DE REQUISITOS

Luego de la especificación de los requisitos comunes en el dominio de SE, se selecciona la técnica *Revisión*, que permite la validación de los requisitos por parte los clientes/usuarios. Donde se realiza un análisis de los requisitos que conforman la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN; comprobando que los requisitos estén correctamente estructurados, que no existan ambigüedades en los mismos, que sean aplicables en posibles desarrollos de productos, que la descripción sea entendible y que sean efectivos en su reutilización.

CONSIDERACIONES DEL CAPÍTULO

Con la conclusión del capítulo, se logró seleccionar la herramienta, la metodología de análisis de dominio y las técnicas a utilizar para el desarrollo de la propuesta de solución. Se identificaron los productos existentes en la línea SE; de los cuales se obtuvo los requisitos comunes, a partir de la realización del método FODA; propiciando el paso del análisis, especificación y validación de los mismos. El resultado obtenido en cada una de estas actividades propicia la creación del artefacto de Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN.

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN DE LA LÍNEA BASE

En el capítulo 3 se valida la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN; mediante el método de expertos Delphi, que permite comprobar si el resultado de los cuestionarios de cada experto seleccionado en dicho proceso, es válido. Además se aplica la línea base al nuevo producto Adquisición de Datos de la línea SE; contribuyendo en la realización de la actividad identificación de requisitos del mismo; hecho que corrobora la importancia de la línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE.

3.1 MÉTODO DELPHI

Una vez terminada la propuesta de la línea base de requisitos comunes, se hizo necesario aplicar un método que permita evaluar la completitud, eficacia e importancia de la misma; para este proceso se selecciona el método de expertos Delphi, que proporciona resultados satisfactorios para la validación de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN. En la investigación realizada en el capítulo 1, se manifiestan las características y ventajas de este método. En los siguientes epígrafes son mostrados los cuatros pasos a seguir para desarrollar el mismo.

3.2 FASES DEL MÉTODO DELPHI

3.2.1 ELABORACIÓN DEL OBJETIVO

El objetivo de utilización del método Delphi en este trabajo de diploma, es la validación de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN.

3.2.2 SELECCIÓN DE LOS EXPERTOS

Para la selección de los expertos que participaron en la validación de la línea base de requisitos comunes se tomaron en cuenta varios criterios, estos son expuestos a continuación:

1. Poseer grado de ingeniero o superior.
2. Tener conocimiento y experiencia en el tema.
3. Pertenecer a la UCI y conocer el modelo de producción de la universidad, para valorar correctamente el ajuste a las necesidades de la línea base de requisitos.

De los especialistas seleccionados se hizo necesario conocer sus características en pos de confirmar el cumplimiento con lo establecido, para participar en la validación. Para llevar este proceso se aplicó un cuestionario (*Ver Anexo 1*) que permitió su evaluación; determinando el coeficiente de competencia de cada uno de los especialistas precandidatos.

Para determinar el coeficiente de competencia (K), referente a los especialistas anteriormente encuestados, se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$K = \frac{K_c + K_a}{2}$$

Donde:

K_c : Es el coeficiente de conocimientos.

K_a : Es el coeficiente de argumentación.

K_c : Se obtiene pidiéndole al especialista su criterio acerca de los conocimientos que posee sobre el problema, dándole una puntuación del 0 al 10, teniendo en cuenta que 0 significa no poseer ningún conocimiento sobre el problema y 10 tener pleno conocimiento del mismo. Luego esta puntuación es multiplicada por 0.1 para obtener el coeficiente en un rango de 0 a 1.

K_a : Se obtiene cuando el candidato clasifica en alto, medio o bajo su grado de competencia sobre los aspectos o fuentes de argumentación sometidos a su consideración. Cada nivel de clasificación posee un valor y la suma de los valores marcados por cada criterio será el coeficiente de argumentación del candidato a experto.

Para realizar el cálculo K_a se hace uso de un cuestionario (Ver Anexo 2) definido por el autor Armín González Almaguer en su trabajo "El Método Delphi y el procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos".(24)

Una vez calculado el valor de K para cada experto, se debe valorar los resultados según los siguientes criterios:

Si $0.8 < K < 1.0$, el coeficiente de competencia es alto.

Si $0.5 < K < 0.8$, el coeficiente de competencia es medio.

Si $K < 0.5$ el coeficiente de competencia es bajo.

A continuación se muestran las tablas que recogen un resumen de los datos a tener en cuenta para comprobar que los expertos seleccionados, cumplen con las condiciones solicitadas. Aquí se puede

comprobar la precisión con que fue realizado el proceso, con el objetivo de demostrar con mayor exactitud el trabajo realizado en la presente investigación.

Tabla 8. Datos de los expertos seleccionados en la línea base de requisitos.

No	Graduado de	Años de Experiencia	K_c	K_a	K	Nivel de competencia
1	Ingeniero	5	0.8	0.89	0.84	Alto
2	Ingeniero	4	0.9	0.77	0.83	Alto
3	Ingeniero	4	0.8	0.87	0.83	Alto
4	Ingeniero	6	0.9	0.88	0.89	Alto
5	Ingeniero	6	0.9	0.97	0.93	Alto
6	Ingeniero	4	0.8	0.88	0.84	Alto

De la tabla 5 sobre los especialistas seleccionados, se puede observar que se le asignó un número a cada experto; mostrando además el graduado de, los años de experiencia y los coeficientes (K_a , K_c , K) de cada uno de ellos.

De los 6 expertos escogidos para validar la línea base de requisitos, todos ellos presentaron niveles de competencias por encima del mínimo aceptable, el que presentó el menor índice fue de 83% y el que presentó el mayor índice de competencia fue de 93%.

3.2.3 ELABORACIÓN Y LANZAMIENTO DEL CUESTIONARIO

Con el objetivo de recoger las opiniones de los expertos, se realizó un cuestionario compuesto por varios enunciados (*Ver Anexo 3*), donde se muestran los aspectos más relevantes a medir para la evaluación de la línea base de requisitos. Cada uno de estos indicadores debía ser evaluado por los expertos mediante una escala del 1 al 5, donde: 5 es muy adecuado, 4 bastante adecuado, 3 adecuado, 2 poco adecuado y 1 es inadecuado.

Este cuestionario se realizó de forma anónima e individual. El nivel de consenso o nivel de concordancia C, se determinó, según el método Delphi, aplicándose la expresión:

$$C = 100 * (1 - \frac{D_f}{D_s})$$

Donde:

$$D_f = D_s / X_m$$

D_s : Desviación estándar, se calcula a través de la fórmula: $\sqrt{(1/N - 1) \sum_{i=1}^{n=5} (X_i - X_m)^2}$

N : Número de expertos.

X_m : Valor medio o promedio de los expertos por indicador.

X_i : Indicador de cada pregunta.

3.2.4 DESARROLLO PRÁCTICO Y EXPLOTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se procedió al lanzamiento del cuestionario a los expertos, naturalmente acompañado por una nota de presentación que precisa las finalidades, el espíritu del Delphi, las condiciones prácticas del desarrollo de la encuesta (plazo de respuesta, garantía de anonimato), así como la propuesta elaborada de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN. A continuación se muestran los resultados.

Tabla 9. Evaluación de los indicadores.

Expertos	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
1	5	4	5	4	5	5
2	5	4	4	4	4	4
3	5	5	4	5	5	5
4	5	5	4	4	4	5
5	5	4	4	4	4	4
6	5	5	5	4	4	5

En la tabla 6 se muestra la evaluación de cada experto seleccionado, sobre los indicadores definidos para

validar la línea base de requisitos comunes.

Para el cálculo de la concordancia en los indicadores se utilizó el Excel desarrollado por Dr. en ciencias Edistio Yoel Verdecia Martínez, los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a los expertos (Tabla No. 6) constituyen la entrada para este cálculo. El Excel arrojó los siguientes resultados:

Tabla 10. Resultado de la concordancia en el criterio de los expertos.

A	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
A ₁	6	5.00	0	5	5
A ₂	6	4.50	0.548	4	5
A ₃	6	4.33	0.516	4	5
A ₄	6	4.17	0.408	4	5
A ₅	6	4.33	0.516	4	5
A ₆	6	4.67	0.516	4	5

A: Indicadores a evaluar.

N: se corresponde al tamaño de la muestra.

Media: indica la tendencia central de la distribución o conjunto de respuestas de los expertos.

Desviación Típica o Estándar: señala el grado de dispersión en las respuestas.

Máximo y Mínimo: indican las respuestas extremas.

A partir de los resultados anteriores del análisis de concordancia del criterio de los expertos, se estableció que de acuerdo al criterio de los 6 expertos encuestados; los 6 aspectos evaluados con las puntuaciones antes descritas, alcanzan un nivel de concordancia superior al 75% establecido por el método Delphi (Ver Tabla No. 8), por lo que se considera que los resultados obtenidos son válidos y fundamentan los criterios dados por los expertos.

Tabla 11. Nivel de concordancia para cada indicador.

Indicadores	Nivel de Concordancia (C)
Importancia de la línea base de requisitos comunes	100.00 %
Eficacia de la línea base de requisitos comunes	87.83 %

Compleitud de línea base de requisitos comunes	88.08 %
Adaptabilidad de la línea base de requisitos comunes	90.20 %
Posibilidades de reutilización de la línea base de requisitos comunes	88.08 %
Validez de la línea base de requisitos comunes	88.93 %

No alcanza con que el coeficiente de concordancia (C) esté por encima del 75 %, sino que además se debe calcular el coeficiente de concordancia total (Ct); rechazando la hipótesis de que este valor sea resultado de una concordancia casual.

Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$C_t = 100 \cdot \left(1 - \frac{V_d}{V_t}\right)$$

Donde:

C_t : Coeficiente de concordancia total.

V_d : Votos negativos (son aquellos votos con puntuaciones de inadecuado (valor 1) o poco adecuado (valor 2)).

V_t : Votos totales.

El C_t fue calculado a partir de los resultados presentados en la Tabla No. 6, donde se aprecia que V_d tiene valor 0, al no existir votos con valores de poco adecuado (2) o inadecuado (1) y V_t tiene valor 36, pues es la cantidad de votos totales, dando como resultado que $C_t = 100\%$. Con lo que se puede concluir que el nivel de consenso entre los expertos con relación a los indicadores planteados fue total, es decir, fue de 100%.

Después de realizado el método Delphi y de obtener resultados satisfactorios en cada fase del mismo, se concluye con la aprobación de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN, mediante la validación por expertos.

3.3 LÍNEA BASE DE REQUISITOS COMUNES APLICADA AL PRODUCTO ADQUISICIÓN DE DATOS.

Se le aplicó la línea base de requisitos comunes al nuevo producto Adquisición de Datos de la línea de

producto SE del CEDIN, donde se identifica la similitud del mismo con los productos del sub-dominio "Pasarela de datos". Los resultados obtenidos después del proceso fueron satisfactorios, pues todos los requisitos contenidos en el subdominio "Pasarela de datos" de la línea base de requisitos comunes, resultaron reutilizables en el producto Adquisición de Datos; lo que sugiere la reducción de esfuerzo en la IR y del tiempo de desarrollo de las actividades enmarcadas en esta etapa. A continuación se muestran los requisitos funcionales y no funcionales reutilizados por el producto antes mencionado.

Requisitos funcionales aplicados al producto Adquisición de Datos:

Módulo de Aplicación de Configuración: Mostrar información de la aplicación, Gestionar valores de configuración, Restaurar valores de fábrica, Mostrar información del dispositivo, Leer datos del dispositivo, Aplicar cambios

Módulo de Firmware: Modificar el comportamiento del LED, Configurar parámetros, Transportar datos Ethernet a Serie, Transportar datos Serie a Ethernet.

Requisitos no funcionales aplicados al producto Adquisición de Datos:

Módulo de Aplicación de Configuración: Retroalimentación al usuario, Notificación al usuario, Tipo de aplicación, Manual de usuario, Interfaz física y Soporte.

Módulo de Firmware: Características del sistema, Ambiente de desarrollo, Capacidad de conexión y Características del dispositivo

Módulo de Hardware: Características del hardware, Capacidad de AUTO-MDIX, Micro-controlador, Conectores, Interruptor, Periféricos, Memoria no volátil, Acondicionamiento y protección, Rangos de tensión internos, Especificaciones de operación y Rangos de tensión externos.

CONSIDERACIONES DEL CAPÍTULO

Con la conclusión del capítulo, se logró validar la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN; mediante el método experto Delphi aplicado a los criterios de cada especialista seleccionado. Después de validada la línea base se puso en práctica la reutilización de los requisitos que contiene, en el producto Adquisición de Datos; propiciando una identificación de requisitos rápida y efectiva en el nuevo producto.

CONCLUSIONES

Con la conclusión del trabajo realizado se demuestra que el objetivo de la investigación se alcanzó satisfactoriamente. Se logró obtener los requisitos comunes entre los productos de la línea SE, mediante la realización del método FODA y de las actividades (identificación, análisis, especificación y validación) de la IR. Se logró realizar el método experto Delphi, que proporcionó la validación de la línea base de requisitos comunes a través de los criterios de los especialistas; los cuales coincidieron en la importancia y adaptabilidad de la línea base de requisitos comunes estructurada. Estos resultados alcanzados permitirán la reutilización de requisitos en productos venideros; lo cual contribuye en la disminución del tiempo, en el desarrollo de las actividades de la IR y en la entrega de los productos a los clientes/usuarios.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuros trabajos:

- Aplicar la línea base de requisitos comunes a los nuevos productos de la línea de producto SE.
- Mantener la investigación sobre SE, para identificar nuevos sub-dominios de productos que puedan enriquecer la documentación de requisitos de la línea.

REFERENCIAS

1. SERRANO, M. Á. L. *Desarrollo y Configuración de una Línea de Producto Software de Comercio Electrónico*. nº Disponible en: [<http://www.giro.infor.uva.es/proyectos/memLP2.pdf>].
2. MONTILV, J. A. *Desarrollo de Software Basado en Líneas de Productos de Software*. 2006, Disponible en: [<http://www.ieee.org.ar/downloads/2006-montilva-productos.pdf>].
3. PRESSMAN, R. S. *Ingeniería del software. Un enfoque practico*. Quinta ed. España: 2001.
4. REDONDO, R. P. D. *REUTILIZACIÓN DE REQUISITOS FUNCIONALES DE SISTEMAS DISTRIBUIDOS UTILIZANDO TÉCNICAS DE DESCRIPCIÓN FORMAL*. Doctoral, Dpto. de Enxeñería Telemática ETSE de Telecomunicación. Universidad de VIGO, 2002.
5. J, L. J. H. *Ingeniería De Requerimientos. Ingeniería De Software*. 2001, Disponible en: [<http://www.monografias.com/trabajos6/resof/resof.shtml>].
6. J, L. J. H. *La ingeniería de requerimientos y sus principales actividades* Disponible en: [<http://www.monografias.com/trabajos6/resof/resof2.shtml#teec>].
7. ALMIRÓN, C. G. *Gestión de los requisitos*. 2010, Disponible en: [http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=RM#_Toc260742361].
8. KOCH, M. J. E. Y. N. *Ingeniería de Requisitos*. Sevilla: 2002, 26 p.
9. *Rational Rose Enterprise Edition*. de 20 de enero del 2012]. Disponible en: [http://www.ecured.cu/index.php/Rational_Rose_Enterprise_Edition].
10. *Visual Paradigm*. de 20 de enero del 2012]. Disponible en: [http://www.ecured.cu/index.php/Visual_Paradigm].

11. SILVA, A. *Ingeniería de Requisitos*. Disponible en: [\[http://is.ls.fi.upm.es/docencia/swcritico/Requisitos.pdf\]](http://is.ls.fi.upm.es/docencia/swcritico/Requisitos.pdf).
12. ESTADÍSTICA, D. A. N. D. *LÍNEA BASE ASPECTOS METODOLÓGICOS*. Bogotá: julio,2004, Disponible en: [\[http://www.dane.gov.co/files/planif_estadistica/Linea_Metodologica.pdf\]](http://www.dane.gov.co/files/planif_estadistica/Linea_Metodologica.pdf).
13. PROFESSIONAL SYSTEMS ASSOCIATES, I. *Baseline Types* Panamá: de 2012]. Disponible en: [\[http://www.psysys.com/newsletter/Baselines3.html\]](http://www.psysys.com/newsletter/Baselines3.html).
14. AUTOMÁTICA., D. D. I. E. D. S. I. Y. *Introducción a Sistemas Empotrados*. nº Disponible en: [\[http://www.uhu.es/raul.jimenez/EMPOTRADO/introduccion.pdf\]](http://www.uhu.es/raul.jimenez/EMPOTRADO/introduccion.pdf).
15. *BROAD TELECOM S.A.* de 2012]. Disponible en: [\[http://www.btesa.com/productos_supervision.html\]](http://www.btesa.com/productos_supervision.html).
16. *Emilco, Productos*. Disponible en: [\[http://www.elimco.com/empresa.php\]](http://www.elimco.com/empresa.php).
17. ANDREASEN, A. N. Y. R. *Anybus-X: Pasarela de datos para Redes Industriales: Bus de Campo y/o Ethernet Industrial* Disponible en: [\[http://www.er-soft.com/es/noticias/anybus-x-pasarela-de-datos-para-redes-industriales-bus-de-campo-yo-ethernet-industrial\]](http://www.er-soft.com/es/noticias/anybus-x-pasarela-de-datos-para-redes-industriales-bus-de-campo-yo-ethernet-industrial).
18. DESIGN, D. *CONVERTIDORES RS232 / RS422 / RS485 / CAN*. España: Disponible en: [\[http://www.ditecom.com/adaptadores/conversores-rs232.shtml\]](http://www.ditecom.com/adaptadores/conversores-rs232.shtml).
19. COMERCIAL, I. *CONVERSION DE ETHERNET A RS232 -RS485*. 2005, Disponible en: [\[http://www.integracom.cl/pdf/accesorios/ethernet.pdf\]](http://www.integracom.cl/pdf/accesorios/ethernet.pdf).
20. H. LINSTONE, M. T. *The Delphi Method. Techniques and Applications*. . 1975, Disponible en: [\[http://is.njit.edu/pubs/delphibook/\]](http://is.njit.edu/pubs/delphibook/).
21. *Herramientas de Análisis y Gestión de Requisitos*. Disponible en:

[\[http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=Herramientas+de+An%C3%A1lisis+y+Gesti%C3%B3n+de+Requisitos&source=web&cd=2&ved=0CC0QFjAB&url=http%3A%2F%2Fpetra.euitio.uniovi.es%2F~i1667065%2FHHD%2Fdocumentos%2FHerramientas.doc&ei=QKJPT6PtC4i3hQeVzIzPCw&usq=AFQjCNFf1AaQJVrKnFi_ZCRizgOfjuozgg&cad=rja\]](http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=Herramientas+de+An%C3%A1lisis+y+Gesti%C3%B3n+de+Requisitos&source=web&cd=2&ved=0CC0QFjAB&url=http%3A%2F%2Fpetra.euitio.uniovi.es%2F~i1667065%2FHHD%2Fdocumentos%2FHerramientas.doc&ei=QKJPT6PtC4i3hQeVzIzPCw&usq=AFQjCNFf1AaQJVrKnFi_ZCRizgOfjuozgg&cad=rja).

22. CASTRO RIVERA, V. D., ROMERO LAINEZ, BALMORE OSMAR. *PRONOSTICO DELPHI*. EI Salvador: 2005,
23. KYO C. KANG, S. G. C., JAMES A. HESS, WILLIAM E. NOVAK Y A. SPENCER PETERSON. *Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study*. November 1990, 161 p.
24. ALMAGUER, A. G. *El Método Delphi y el procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos*. Disponible en: [\[http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=metodo+delphi+ARM%C3%8DN+GONZ%C3%81LEZ+ALMAGUER+articulo+La+experimentaci%C3%B3n+constituye+&source=web&cd=1&ved=0CEM_QFjAA&url=http%3A%2F%2Fdavinci22.tach.ula.ve%2Fdocuments%2Fvermig%2FSobre%2520el%2520m%25E9todo%2520DELPHI.doc&ei=MEbNT_yjGIWpgweXrfyJAw&usq=AFQjCNGog-jamqx8-l8udk367UcHtXcC3g&cad=rja\]](http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=metodo+delphi+ARM%C3%8DN+GONZ%C3%81LEZ+ALMAGUER+articulo+La+experimentaci%C3%B3n+constituye+&source=web&cd=1&ved=0CEM_QFjAA&url=http%3A%2F%2Fdavinci22.tach.ula.ve%2Fdocuments%2Fvermig%2FSobre%2520el%2520m%25E9todo%2520DELPHI.doc&ei=MEbNT_yjGIWpgweXrfyJAw&usq=AFQjCNGog-jamqx8-l8udk367UcHtXcC3g&cad=rja).

ANEXOS

ANEXO 1. CUESTIONARIO DE POSIBLES ESPECIALISTAS.

Cuestionario para la recopilación de datos de los posibles especialistas que participarán en la validación de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN.

- Área de trabajo:
- Institución o proyecto:
- Grado Científico:
- Ocupación:
- Años de experiencia:

Como parte del método de procesamiento de los datos obtenidos por medio de la presente encuesta, se necesita caracterizar estadísticamente las competencias del conjunto de expertos del cual usted podría formar parte, por lo que finalmente se le solicita su ayuda, dándole respuesta lo más fielmente posible al siguiente *test* de autovaloración.

- 1- Evalúe su nivel de dominio acerca de la esfera de la realización de gráficos digitales, marcando con una cruz sobre la siguiente escala (1: dominio mínimo; 10: dominio máximo).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 2- Evalúe el grado de influencia de las siguientes fuentes de argumentación en los criterios valorativos aportados por usted, donde este grado puede ser: Alto, Medio, Bajo.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de las fuentes de argumentación.		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			

Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema			
Su intuición			

ANEXO 2. CUESTIONARIO PARA EL CÁLCULO DEL GRADO DE ARGUMENTACIÓN DEL EXPERTO (K_a).

Tabla para el cálculo del grado de argumentación del experto (K_a).

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida	0.5	0.4	0.3
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.04	0.03
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.04	0.03
Su propio conocimiento del estado del problema	0.05	0.04	0.03
Su intuición	0.05	0.04	0.03
	1	0.76	0.52

ANEXO 3. CUESTIONARIO APLICADO A LOS EXPERTOS.

Cuestionario aplicado a los expertos para la validación de la Línea base de requisitos comunes para la línea de producto SE del CEDIN.

Usted a ha sido seleccionado por su conocimiento de los productos existentes en la línea de producto SE, por sus años de experiencia y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto a evaluar los resultados teóricos de esta investigación. Por lo que está convenido que sus valoraciones acerca de los asuntos que se someten a su consideración, servirán de considerable ayuda, se le solicita la más responsable atención a esta consulta.

Datos generales del encuestado:

Institución o proyecto: _____

Título universitario: _____

Categoría científica: _____

Años de experiencia: _____

1. El objetivo del presente cuestionario consiste en que usted evalúe cada uno de los indicadores que se le presentarán. Para expresar su evaluación, se le sugiere que analice cuidadosamente el documento que se le adjunta y luego evalúe a cada uno de los argumentos que se le presentan en la siguiente tabla, marcando con una cruz en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta para ello el siguiente código de categorías de clasificación:

- 5: muy adecuado
- 4: bastante adecuado
- 3: adecuado
- 2: poco adecuado
- 1: inadecuado

No	Indicador	5	4	3	2	1
1	Importancia de la línea base de requisitos comunes.					
2	Eficacia de la línea base de requisitos comunes.					
3	Complejidad de la línea base de requisitos comunes.					
4	Adaptabilidad de la línea base de requisitos comunes.					
5	Posibilidades de reutilización de la línea base de requisitos comunes.					
6	Validez de la línea base de requisitos comunes					

Para finalizar, expresarle que sus criterios y opiniones se manejarán de forma anónima, además se le agradece por anticipado su valiosa colaboración, asegurando que sus sugerencias contribuirán a

perfeccionar el trabajo propuesto. Muchas gracias por su cooperación.

ANEXO 4. ENTREVISTA A LOS INTEGRANTES DE LA LÍNEA DE PRODUCTO SE DEL CEDIN.

Usted ha sido escogido para ser entrevistado, por sus conocimientos sobre los productos existentes en la línea SE del CEDIN.

Por favor responda las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los productos de la línea que usted conoce?
- ¿Cree usted que una línea base de requisitos comunes resolverá los problemas que existen en la identificación de requisitos?
- ¿Ha participado usted en el desarrollo de algún producto de la línea?
- ¿Qué características presenta ese producto?
- ¿Cuáles son los requisitos funcionales que se identificaron en el producto?
- ¿Qué requisitos no funcionales se ponen de manifiesto?
- ¿Cree usted que los requisitos funcionales están definidos correctamente?
- ¿Cree usted que el producto no requiere otros requisitos no funcionales?

Gracias por la atención prestada.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Sistema Empotrado: Sistemas de computación diseñado para realizar funciones en un sistema de tiempo real.

Línea base: Se describe como un producto que acaba de ser aprobado.

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 relaciona 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.