

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5



**Propuesta de Arquitectura de Información para el HMI
en el ambiente de configuración de los sistemas
SCADA**



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

Autores: Lisandra Ortega González

Richard Abel Ravelo Tabet

Tutor: MSc. Enrique Carreras Paz

Co-Tutor: Ing. Yoandys Hernández Alvarez

La Habana, Cuba

Junio 2014



*"El camino es el que nos enseña la mejor forma de llegar y nos
enriquece mientras lo estamos cruzando".*

Paulo Coelho

Declaración de autoría

Declaramos ser los únicos autores del presente trabajo “Propuesta de Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA” y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los ___ días del mes de _____ del año _____.

Firma del Autor

Lisandra Ortega González

Firma del Autor

Richard Abel Ravelo Tabet

Firma del Tutor

MSc. Enrique Carreas Paz

Firma del Co-tutor

Ing. Yoandys Hernández Álvarez



Datos del contacto

Tutor: MSc.Enrique Carreras Paz.

Edad: 34

Ciudadanía: cubana.

Institución: Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Título: Ing. Automático, MSc. Informática y Telecomunicaciones

E-mail: enriquec@uci.cu

Síntesis del tutor: Graduado de ingeniería en automática en la Universidad de Oriente, lleva 10 años trabajando en la Universidad como profesor y como especialista en diferentes proyectos productivos, realizó la maestría en Informática y Telecomunicaciones en la Universidad Autónoma de Madrid y estuvo de misión en Venezuela como especialista para el proyecto SCADA – Guardián del Alba.

Co-Tutor: Ing. Yoandys Hernández Álvarez.

Edad: 25

Ciudadanía: Cubana.

Institución: Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Título: Ingeniero en Ciencias Informáticas.

E-mail: yalavrez@uci.cu

Síntesis del tutor: Graduado en la Universidad de las Ciencias Informáticas en el año 2012 con 5 años de experiencia en trabajos productivos reales de carácter nacional e internacional y analista de software del proyecto SCADA – Guardián del Alba.



Dedicatoria

Dedico este trabajo de diploma a las personas que más amo en el mundo, a mi madre linda que ha sido mi ejemplo a seguir en cada paso que he dado en la vida, a mi papito que ha dedicado su vida a mí, complaciéndome todos los gustos, a mi hermano que lo es todo para mí y que sin su amor no lo hubiese logrado, a mi abuela Caridad que me supo inculcar las cosas buenas de la vida y en general a toda mi familia que me han apoyado para lograr llegar a la cima y tener este triunfo.

Lisandra

Dedico este trabajo de diploma a un ser especial que llevo en mi corazón: mi madre, una mujer que ha entregado su vida a sus hijos y lucha interminablemente por ellos, en mi caso me educó, me enseñó que a pesar de los reveses debemos seguir luchando, me encamino en la vida y me dio todo lo bueno y bello de sí, a ella y a mi hermano Víctor, la luz de mis ojos y dueño de mi vida, dedico este triunfo de mi vida.

Richard



Agradecimientos

Le agradezco a mi mami y mi papi por darme todo el amor del mundo y una educación maravillosa, por ser ellos mi fuente de inspiración, por apoyarme en cada momento, guiarme por el buen camino, por tener tanta fe en mí, por hacerme entender que sin esforzarme no lograría nunca este gran sueño de hacerme ingeniera y por todo el amor y el cariño que siempre me han brindado, los amo mucho. A mi hermano por creer en mí, por comprenderme y por ser yo ese espejo en el que mirará algún día.

A mi abuela por estar ahí en cada momento de mi vida, a Tata que lo quiero con la vida, a mis padrinos Michel y Bárbara por apoyarme en cada paso de mi carrera, a Alietty y Lisanky que más que amigas son las hermanas mayores que nunca tuve, a Anaelys por su amistad durante tantos años, a mi tías Elisa, Teresita, Graciela y Celina por estar cuando necesitaba un consejo, a mi prima Yanneris que ha formado parte de mi vida en todo momento, a mi familia en general que de una forma o de otra me han inculcado lo bueno, gracias a todos.

A Beby, por estar junto a mí desde el comienzo de nuestro amor. Por su fidelidad, lealtad, confianza y dedicación. Por estar presente en cada uno de mis momentos difíciles desde que nos conocimos y no dejarme caer, gracias por todo.

A Richard mi compañero de tesis por apoyarme incondicionalmente, por su amistad, por aguantar mi boberías y malcriadeces, gracias porque sin ti este sueño no se hubiese logrado.

A mis tutores, Yoandys y Enrique por estar cuando los necesitaba y apoyarnos en todo momento.

A Silva por su apoyo durante mi carrera para hacerme profesional.

A una persona especial Susej que a pesar del poco tiempo que nos conocemos es una amiga incondicional, gracias por tu cariño, comprensión y ayuda.

A Rau por ser amigo, compañero y hermano, gracias por preocuparte por mí.

A Wendy Laura, Mario, Katy, Odeysi, Dayani, Leisa, por los momentos que hemos compartido.

A mis compañeros de aula del 3107, 3203 y 5503 por acompañarme durante mi carrera como profesional y en los momentos felices que compartimos.

A otros amigos que a pesar del poco tiempo que nos conocemos, los aprecio y los quiero mucho, en especial a los niños que me llaman pura Hayron, el Nino, Handy y Rey, al Jimmy, Parra, Elizabet, Tanya, Liz, Yamila, por darme muchos días felices y llenos de risa, por permitirme entrar en sus vidas y compartir conmigo un poquito, gracias a todos.

A todo aquel que de una forma u otra ayudaron y contribuyeron a cumplir este sueño.

Agradecimientos

A todos los que directa o indirectamente contribuyeron en la realización de este trabajo.

A mi mamá, que ha sido la promotora de que pudiera llegar donde estoy, por guiarme y hacerme la persona que soy hoy, por su entrega, dedicación y amor incondicional.

A mi dúo de tesis por aguantarme este año entero, por su amistad y por todo el trabajo que pasamos juntos para lograr estar hoy aquí.

A mi familia en general, a mi hermano gracias por existir, lo eres todo para mí, a mi tía Yamilé y mi tío Julio, por todos sus consejos, por darme fuerzas para seguir adelante y confiar en mí, a mi abuelo Arístides por ser ejemplo y guía de la familia, a mis primos Nimia, Neisa y Neiser porque siempre han estado ahí dándome su apoyo, por quererme, consentirme y ser mis compañeros de batalla en todo momento, a mi padrastro Eulicer, por saber llegar a la familia con sabiduría y cariño.

A mis tutores, Yoandys y Enrique, por poder contar con ellos siempre que los necesité, por esclarecerme mis preocupaciones y dudas, por ser mis ejemplos como profesionales y dedicarme horas de su tiempo.

A una persona en especial que sin ella no estuviera hoy aquí: Susej por su ayuda, consejos y cariño incondicional.

A mis amigos Roberto, Yerandy, Henry, Titi, Gerandys (el puro), Yoandy (el pichú), Daimar, Leandro, y Leo por permitirme contar con su amistad incondicional en todo momento, por aconsejarme cuando lo necesité. Por ser sencillamente geniales.

A amistades que vienen conmigo desde el preuniversitario y otros desde antes, a compañeros de cuarto y de grupo, equipo de pelota y cubalón en especial a Marcos, Yordaika, Roberto Calaña, Elvis (el bárbaro), Fernando, Dannier, Yordan, Enier (flash), Leisa, José Carlos, Yudiel, Samuel, Luis Ángel, Yaneisi (watdu), Yoel, Carlos, Etián, Karel, Bauta, Cotorro, Carmona, Pepe, Henry de laosa, Koki, Leandro (bófil), Ernesto y Alonso. Y a todas las amistades que compartieron conmigo estos 5 años.

A todos los que de una forma u otra me ayudaron a llegar hasta aquí.

A todos ¡Gracias!



Resumen

El inminente avance de las ciencias informáticas en el desarrollo industrial y económico, ha provocado el crecimiento de la industria cubana del software. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) promueve el desarrollo de la informática mediante la realización de proyectos de software pertenecientes a los centros de desarrollo, ejemplo de ello es el Centro de Informática Industrial (CEDIN) de la Facultad 5.

La inserción de la disciplina Arquitectura de Información (AI) dentro del proceso de desarrollo de software es importante para lograr un producto de alta calidad y la satisfacción del usuario final del sistema.

En el presente trabajo se hace un estudio de aspectos generales de la AI y las características de los sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA). Se presenta lo referente al estado del arte del tema de investigación y se confecciona la propuesta de AI para la Interfaz Hombre Máquina (HMI, cuyas siglas en inglés lo describen como *Interface Human Machine*) en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA que se desarrollan en el CEDIN, utilizando las técnicas, fases y actividades definidas. Como parte de la propuesta se realiza un prototipo de interfaz de usuario certificado por una Carta de Aceptación del cliente. Posteriormente se valida la propuesta de solución mediante el criterio de especialistas a través de una encuesta.

Palabras claves:

Accesibilidad, Arquitectura de Información, Calidad, Interfaz Hombre Máquina, Prototipo de Interfaz de Usuario, Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

Tabla de contenido

Introducción	1
Capítulo 1 Fundamentación teórica	5
1.1 Introducción	5
1.2 Surgimiento de la Arquitectura de Información.	5
1.3 Definiciones de Arquitectura de Información.....	5
1.4 Importancia de la Arquitectura de Información.....	6
1.5 Técnicas usadas en la Arquitectura de Información.....	7
1.5.1 Técnicas de interacción con el usuario	7
1.5.2 Técnicas de interacción con el contexto	8
1.5.3 Técnicas matemáticas	9
1.5.4 Técnicas de representación de información.....	9
1.6 Etapas de desarrollo de la Arquitectura de Información.....	12
1.6.1 Fase de Inicio	12
1.6.2 Fase de Consolidación	13
1.6.3 Fase de Validación	14
1.7 Prototipos	15
1.7.1 Clases de prototipos.....	15
1.8 Arquitectura de Información en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)	15
1.9 Sistemas SCADA.....	16
1.9.1 Descripción general de un SCADA	16
1.9.2 Funcionalidades principales de un SCADA.....	18
1.9.3 Aplicaciones de los sistemas SCADA.....	19
1.9.4 Sistemas SCADA existentes en Cuba y en el mundo	19
1.10 Módulo Interfaz-Hombre-Máquina (HMI).....	21
1.11 Estudio de Homología.	22
1.11.1 SCADA Intouch	22
1.11.2 SCADA Movicom.....	26
1.12 Conclusiones parciales.....	28
Capítulo 2 Propuesta de solución	29
2.1 Introducción.....	29
2.2 Fase de Inicio	29

2.2.1	Levantamiento de la Información	29
2.2.2	Definición de la audiencia	30
2.2.3	Inventario de los contenidos	32
2.3	Fase de Consolidación	33
2.3.1	Taxonomía	33
2.3.2	Sistema de etiquetado	35
2.3.3	Sistema de Navegación	36
2.3.4	Definición de la pantallas base (componentes visuales)	38
2.4	Definición de Pautas de la Arquitectura de Información	42
2.5	Conclusiones parciales	42
Capítulo 3 Validación de la propuesta.....		43
3.1	Introducción.....	43
3.2	Fase de Validación	43
3.2.1	Aceptación de la propuesta elaborada por parte del cliente	45
3.3	Comparación de los elementos de AI en el CEDIN antes y después de la propuesta de AI realizada	45
3.4	El método Delphi	46
3.4.1	Validación por especialistas.....	46
3.4.2	Proceso de selección de los especialistas	47
3.4.3	Análisis y procesamiento de los resultados	48
3.4.4	Establecimiento de la concordancia de los especialistas mediante el coeficiente de Kendall	49
3.5	Conclusiones parciales.....	53
Conclusiones		54
Recomendaciones		55
Referencias Bibliográficas		56
Bibliografía.....		58
Anexos		60

Índice de figura

Figura 1 Ejemplo de diagrama de estructura organizacional del producto.....	10
Figura 2 Ejemplo diagrama de funcionamiento del producto.....	10
Figura 3 Ejemplo de diagrama de organización visual.....	11
Figura 4 Ejemplo de un diagrama con la representación del etiquetado.....	11
Figura 5 Fragmento 1 de la taxonomía propuesta.....	34
Figura 6 Fragmento 2 de la taxonomía propuesta.....	34
Figura 7 Fragmento 3 de la taxonomía propuesta.....	35
Figura 8 Etiquetas de cabecera.....	35
Figura 9 Etiqueta de indización.....	36
Figura 10 Etiqueta de navegación Acerca de.....	36
Figura 11 Mapa de navegación general del SCADA.....	37
Figura 12 Pantalla principal del sistema SCADA.....	41
Figura 13 Pantalla nuevo proyecto.....	43
Figura 14 Pantalla ventana de edición.....	44
Figura 15 Pantalla Acerca de.....	45
Figura 16 Gráfica de adecuación de preguntas.....	52
Figura 17 Porcentaje del nivel de adecuación.....	52

Índice de tabla

Tabla 1 Sistemas SCADA en el mundo(15).....	20
Tabla 2 Inventario de actividades de los usuarios.....	31
Tabla 3 Inventario de contenidos.....	33
Tabla 4 Colores para elementos de mando.....	41
Tabla 5 Comparación de elementos de AI en el CEDIN.....	46
Tabla 6 Criterio selección de los especialistas.....	47
Tabla 7 Puntuación de respuesta en base a 5 puntos.....	48
Tabla 8 Número de observaciones dentro de cada uno de los grupos para los especialistas.....	50



Introducción

En la actualidad existe un crecimiento en la demanda de los productos de software y los servicios de información tecnológica. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) juegan un papel relevante en la economía mundial, por lo que pueden influir en cualquier esfera de la sociedad, dígase cultura, deporte, política, educación, informática, entre otras. La industria del Software y Servicios Informáticos (SSI) ha sido una de las más dinámicas a escala global en los últimos años. Esto no es sorprendente, considerando que ha aportado significativos avances en las distintas áreas como la economía, la socialización del conocimiento y las herramientas para manejar la información.

Por su parte la Informática Industrial se enfoca en la aplicación de métodos y técnicas de las ciencias informáticas a los distintos ámbitos de la industria, mediante el tratamiento automático de la información proveniente de los procesos industriales, utilizando ordenadores o computadoras que hacen más eficiente y precisa la toma de decisiones. Dentro de esta área han proliferado los llamados sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA, cuyas siglas en inglés lo describen como *Supervisory Control and Data Acquisition*), los cuales son aplicaciones de software diseñadas especialmente para controlar las actividades productivas de automatización, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (sensores, actuadores, controladores) para controlar el proceso desde la pantalla del ordenador. En el desarrollo de estos sistemas así como para el resto de los productos de software es importante prestarle atención a la información que contenga la aplicación, de modo que sea entendible y aprovechable para los usuarios.

En el Centro de Informática Industrial (CEDIN), perteneciente a la Facultad 5 de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se desarrollan sistemas SCADA, donde se emplean tecnologías de software libre, constituyendo una alternativa a las soluciones privativas y un paso más en el camino a la soberanía tecnológica en correspondencia con las normativas de la universidad, promovidas también en el ámbito nacional. Dentro de estos SCADA la Interfaz-Hombre-Máquina (HMI por sus siglas en inglés) permiten el monitoreo de la información del proceso en tiempo real, utilizando para ello interfaces gráficas que modelen o simulen de forma simple y accesible el proceso.

El cómo estructurar la información es uno de los inconvenientes a los que se enfrenta un grupo de especialistas en este tipo de aplicaciones, ya que actualmente estos sistemas no presentan una correcta organización de los elementos básicos de comunicabilidad entre las interfaces de usuarios,

no están completamente definidas las estructuras de sus contenidos, careciendo en gran medida de una correcta recuperación y navegación de la información entre las mismas, trayendo consigo problemas en el acceso a los datos a los operadores, así como un aumento considerable en el mantenimiento y capacitación de los mismos en el proceso de despliegue. Además presentan poca uniformidad entre los subsistemas por los que están compuestos, debido a que los especialistas encargados del diseño e implementación trabajan de forma aislada, guiándose solamente por criterios propios. En ocasiones, producto al gran cúmulo de información y servicios que brindan los sistemas, es difícil recordar los caminos que existen para realizar ciertas tareas, lo que evidencia la poca usabilidad y un diseño que no está centrado en las necesidades del usuario. Además no existe por parte de los analistas y desarrolladores un conocimiento previo en cuanto a las pautas de diseño para un modelo, provocando que no se confeccionen exitosamente los prototipos de interfaz de usuario, creados con el objetivo de representar y validar los requisitos de la aplicación antes de la construcción de las interfaces gráficas, trayendo como resultado un mayor esfuerzo en las fases de elaboración y construcción del sistema.

Debido a la situación existente se plantea como **problema de la investigación** a resolver: ¿Cómo representar la información del HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA del CEDIN, cumpliendo con los estándares de interfaz gráfica para aplicaciones de escritorio?

Teniendo en cuenta el problema anterior se determina como **objeto de estudio** la Arquitectura de Información para los sistemas SCADA, por lo que se formula como **objetivo general** de este trabajo: Definir la Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA del CEDIN.

Enmarcado en el **campo de acción** la Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA del CEDIN.

Para dar cumplimiento al objetivo general se definieron las siguientes **tareas de investigación**:

- ✚ Elaboración del marco teórico conceptual a partir del estado del arte referente al tema.
- ✚ Definición de las características y funcionalidades generales para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA a partir de un estudio de homólogos.
- ✚ Definición de los objetivos del producto involucrados con la AI para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA del CEDIN.

- ✚ Elaboración de la propuesta de Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración.
- ✚ Confección del prototipo de interfaz de usuario y su iconografía correspondiente.
- ✚ Validación de la solución propuesta de Arquitectura de Información mediante el criterio de especialistas y una Carta de Aceptación del cliente.

Como métodos de la investigación se emplearon:

Métodos teóricos:

Análisis-histórico lógico: Este método se utiliza para realizar el análisis del estado del arte relacionado con la Arquitectura de la Información de un sistema informático, sus principales conceptos, ventajas y desventajas, elementos que definen una buena organización y estructuración de la información.

Analítico-sintético: Este método se emplea para analizar la información encontrada sobre los distintos rasgos de la Arquitectura de la Información, específicamente de los diferentes SCADA, además brinda la posibilidad de extraer elementos generales y específicos tratando de establecer una relación entre los diferentes criterios que puedan existir y tributen a la elaboración de una correcta Arquitectura de Información.

Método empírico:

Entrevista: El empleo de este método constituye un medio para el conocimiento de manera tal que se obtenga información de los principales elementos que se definen en el procedimiento de la Arquitectura de Información, permitiendo realizar el levantamiento de información teniendo un mayor entendimiento de los procesos, servicios y necesidades de los clientes.

Estructura capitular:

Capítulo 1: En el Capítulo #1 denominado Fundamentación Teórica se abordan aspectos generales de la disciplina Arquitectura de Información y las características de los sistemas SCADA. Se presenta lo referente al estado del arte de la investigación, tales como definiciones, funcionalidades, beneficios que brindan al emplearlos y las normas internacionales referente al diseño de interfaz gráfica. También se realiza un estudio de homólogos para definir características comunes y proponer la solución más adecuada.

Capítulo 2: En el Capítulo #2 denominado Propuesta de la Arquitectura de Información se confecciona la propuesta de Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración de los SCADA que se desarrollan en el CEDIN, utilizando las técnicas, fases y actividades descritos en el capítulo anterior, además de realizar un prototipo no funcional y se genera el artefacto Pautas para el Desarrollo de la Arquitectura de Información.

Capítulo 3: El Capítulo #3 denominado Validación de la propuesta se refiere a la certificación de un prototipo en la tercera fase o Fase de Validación de la AI propuesta y la validación mediante especialistas. El prototipo se utiliza para evidenciar los elementos que se definieron en la propuesta de Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración de los SCADA en el CEDIN, expresando el aval del mismo a través de una Carta de Aceptación del cliente y los especialistas medirán la calidad y efectividad de la propuesta de solución.

Capítulo 1 Fundamentación teórica

1.1 Introducción

En el presente capítulo se aborda acerca del estado del arte, tendencias actuales y los principales elementos que se tienen en cuenta para el desarrollo de la Arquitectura de Información (AI), exponiendo conceptos y definiciones de diferentes autores, así como la aplicación del término en la Universidad de la Ciencias Informáticas. Se relacionan además las características y funcionalidades de los sistemas SCADA y se realiza un estudio de productos similares, factor importante para que el desarrollo de la propuesta a presentar obtenga una mayor calidad, facilidad de uso y acceso a la información cumpliendo con las necesidades de los clientes y usuarios finales.

1.2 Surgimiento de la Arquitectura de Información.

El término Arquitectura empieza a utilizarse por primera vez en el ámbito de la informática en el año 1959 en el trabajo de Lyle R. Jonson y Frederick P. Brook de IBM. Pero no fue hasta 1970 cuando la empresa Xerox (desarrollo de tecnología de punta) reunió a un grupo de científicos del ámbito de las Ciencias de la Información y las Ciencias Naturales a los que encargó la creación de una "Arquitectura de la Información".[\(1\)](#)

La segunda evidencia de la utilización del término "Arquitectura de la Información" se encuentra en los trabajos de Richard Saul Wurman, en la conferencia del Instituto Americano de Arquitectos. Mientras que la tercera vez fue utilizado el término de AI en la estructura terminológica "*Information Architecture*" encontrado en artículos publicados en la década de los 80 y se ve como una herramienta para el diseño de sistemas de información.[\(2\)](#)

1.3 Definiciones de Arquitectura de Información.

La información de los trabajos de R.S.Wurman de 1976 fue reconocida en 1996 cuando publica su libro "*Information Architects*" donde define la AI como: el estudio de la organización de la información con el objetivo de permitir al usuario encontrar su vía de navegación hacia el conocimiento y la comprensión de la información. [\(3\)](#)

En relación con la *World Wide Web*, el *Information Architecture Institute* define la Arquitectura de la Información como:

- ✚ El diseño estructural en entornos de información compartida.

✚ El arte y la ciencia de organizar y rotular sitios web, intranets, comunidades en línea y software para promover la usabilidad y la comunicabilidad (la característica de ser encontrado a través de las búsquedas en Internet).

✚ Una comunidad emergente orientada a aplicar al entorno digital los principios del diseño y la arquitectura.(4)

La organización Instituto Asilomar para la Arquitectura de Información (AifIA) lo define como: "El diseño estructural de ambientes de información compartidos. Es el arte y la ciencia de organizar y etiquetar sitios Web, Intranets, comunidades en línea y programas computacionales, para apoyar las capacidades de uso y búsqueda".(5)

La definición Steve Toub plantea:

✚ "...el arte y la ciencia de organizar espacios de información con el fin de ayudar a los usuarios a satisfacer sus necesidades de información..."(5)

La Arquitectura de Información trata indistintamente del diseño de: sitios web, interfaces de dispositivos móviles o *gadgets* (como los lectores de mp3), CD interactivos, videoclips digitales, relojes, tableros de instrumentos de aviones de combate o civiles, interfaces de máquinas dispensadoras, interfaces de juegos electrónicos.(5)

Después de estudiadas las diferentes bibliografías los autores de la presente investigación consideran que la Arquitectura de Información es el arte, ciencia o disciplina que se encarga de estudiar y realizar el diseño de la estructura y organización de los contenidos, teniendo como base las necesidades de información de los usuarios.

1.4 Importancia de la Arquitectura de Información

La importancia de la Arquitectura de Información está sustentada en el hecho, de que su correcta aplicación posibilita la satisfacción de toda las necesidades del usuario, de que se pueda observar y tener una idea de cómo va a quedar el producto final y no tener que esperar que el sistema esté realizado para enseñarlo al cliente, esto propicia que los sistemas sean más simples, entendibles y baratos. En el proceso de la AI se organiza, se etiqueta y se estructura la información permitiéndoles a los usuarios una mayor navegabilidad y descripción del contexto para los contenidos. Esta disciplina aporta varias ventajas y valores:

✚ Reduce el coste de encontrar información.

- ✚ Ofrece una ventaja respecto a la competencia.
- ✚ Incrementa el conocimiento del producto.
- ✚ Aumenta la fidelidad de la marca.
- ✚ Reduce la dependencia de la documentación.
- ✚ Reduce los costes de mantenimiento.
- ✚ Reduce el desorden organizativo.
- ✚ Facilita el intercambio de información.
- ✚ Reduce la duplicación de esfuerzos.
- ✚ Hace más sólida la estrategia de la empresa.[\(6\)](#)

1.5 Técnicas usadas en la Arquitectura de Información

1.5.1 Técnicas de interacción con el usuario

Técnicas mediante las que se obtiene información relacionada con los usuarios del producto final. Esta información constituye la base para lograr un diseño centrado en el usuario, sobre la que sustentan las posteriores etapas de producción.

✚ **Reunión:** Encuentros que se hacen durante diferentes etapas del proceso de producción. Se aconseja realizarlas con un moderador, o un representante de las partes implicadas (los productores y los usuarios del producto).

✚ **Entrevista y encuesta:** Contactos personalizados con usuarios, ya sea de manera oral o escrita. Con cada una se obtiene información que puede ser analizada.

✚ **Diseño de escenarios:** Es la aplicación de encuestas a usuarios donde se les pide que definan el orden de las acciones que realizan para lograr un objetivo y poderlo representar metafóricamente en el producto electrónico. El objetivo de esta técnica es obtener las secuencias lógicas definidas directamente por los usuarios. Sirve, igualmente, para crear las metáforas funcionales y visuales que se incluirán en el producto. La forma de recoger los datos de cada escenario es a través de una plantilla que se entrega al usuario, al que se pide que complete los siguientes datos:

- Usuario (nombre, apellidos, tipo de usuario).
- Nombre del proceso a describir.
- Orden y descripción de acciones a realizar.

- Acciones alternativas.

✚ **Diseño participativo:** Se realiza una reunión entre los productores y una muestra de usuarios potenciales del producto final. Con el objetivo de que los usuarios participen en el diseño del producto. Se les muestra a los usuarios la información recogida según sus necesidades y se debaten las ideas básicas que tienen los productores de lo que será el producto final. Luego los usuarios plantean sus criterios y que aporten todas las ideas y necesidades que tengan del producto. Para esta reunión es importante que exista un moderador que medie entre todas las partes implicadas.

También se puede usar la técnica de la tormenta de ideas para solucionar algún conflicto de diseño. Los elementos que se aconsejan en esta reunión son: una mesa redonda (para mantener un concepto de igualdad entre todos los implicados), una pizarra (para hacer anotaciones de interés general), y no más de 10 personas.[\(7\)](#)

1.5.2 Técnicas de interacción con el contexto

Técnicas que buscan información de productos similares o productos que le hacen competencia al que se está realizando. El objetivo principal de esta técnica es conocer qué cualidades tienen los productos similares o de la competencia, para poderlos mejorar y superar; o qué dificultades tienen estos productos revisados, para no repetirlos en el producto a realizar, dándole solución y obteniendo una ventaja competitiva.

✚ **Evaluación de productos similares:** Se realizan revisiones a productos similares en correspondencia con el sistema a desarrollar, similitud que puede estar sustentada en aspectos de contenido, diseño o programación. Para realizar esta tarea es importante tener claros los objetivos del producto, que deben haber sido determinados en las primeras etapas del ciclo de desarrollo. Con estos objetivos claros, se localizan productos que cumplan objetivos similares o que tengan semejanzas al sistema a desarrollar. Luego se definen que indicadores serán evaluados sobre los mismos. Ejemplos de indicadores pueden ser: mantenimiento de la imagen de diseño en todo el producto. Finalmente se evalúan estos indicadores en cada producto escogido y se tabulan los resultados para una mejor comprensión de los mismos.

✚ **Análisis de la competencia:** El análisis de la competencia no comprende solamente a los productos sino también a las instituciones. Por ejemplo, entre la competencia pueden existir instituciones que no tengan productos como el que se va a realizar, y es importante conocer la razón de esto, porque la competencia puede haber fracasado en un proyecto similar y es conveniente conocer las razones para que no ocurra lo mismo en la implementación del sistema.[\(7\)](#)

1.5.3 Técnicas matemáticas

Consiste en la aplicación del análisis de concurrencia para cuantificar resultados y hacer precisa la toma de decisiones. Con la aplicación de estas técnicas se logran definir grupos y crear secuencias que se correspondan con el modelo mental de los usuarios.

✚ **Organización de tarjetas (*cardsorting*):** Tiene como objetivo definir grupos de elementos. En esta técnica se confeccionan un grupo de tarjetas que contengan, cada una, un término que haya salido del estudio de usuario y del contexto, con la descripción del término. Cada tarjeta debe tener una numeración que será invisible al usuario, con el objetivo de que el arquitecto pueda organizarlas posteriormente. Se le entregan las tarjetas a una muestra representativa de los usuarios y se les pide que las organicen según su criterio.[\(8\)](#)

✚ **Análisis de Secuencia:** Es una técnica muy similar a la de Organización de Tarjetas. La diferencia radica en que los resultados tienen otro objetivo: forma una secuencia de elementos para ser usada en el producto, como por ejemplo la secuencia de términos de una barra de un menú desplegable, o de un listado de productos, funciones, entre otros.[\(7\)](#)

1.5.4 Técnicas de representación de información

Son las técnicas que contribuyen a concretar las propuestas de diseño establecidas por los productores de manera abstracta. Consiste en la creación de modelos y prototipos de lo que debe ser el producto final. Los modelos nos facilitan la retroalimentación de los criterios y necesidades de los usuarios en cuanto a las soluciones de diseño del producto.

Este grupo de técnicas se realizan a partir de la información que se obtiene de las técnicas anteriores.

✚ **Diagramación:** Consiste en la realización de diagramas que concreten las propuestas de diseño realizadas por los arquitectos de información. Estos diagramas ayudan tanto a las personas implicadas en la producción como a los usuarios. Se usan con el objetivo de que todas las personas conozcan y comprendan la estructura y funcionamiento del producto a realizar. Se aconsejan tres tipos de diagramas:

- **Los que describen la estructura organizacional del producto:** Será el esquema de organización general que tendrá el producto. Estos esquemas deberán ser lo más cercanos posible al modelo mental de sus usuarios.

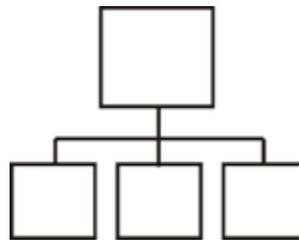


Figura 1 Ejemplo de diagrama de estructura organizacional del producto

- **Los que describen el funcionamiento del producto:** Como va a funcionar el producto en cuanto a la navegación e interacción. En este tipo de diagrama se definen los tipos de navegación que tendrá el producto.

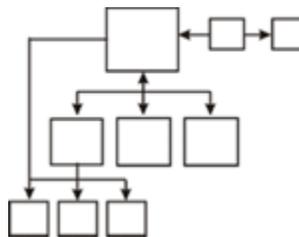


Figura 2 Ejemplo diagrama de funcionamiento del producto

- **Los que describen la organización visual:** La presentación de los elementos de la interfaz: orden que tendrán los elementos incorporados en cada pantalla. Este orden se establece según la lógica organizacional de los usuarios del producto.

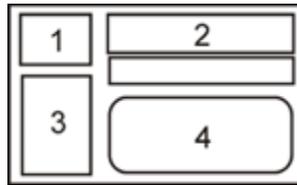


Figura 3 Ejemplo de diagrama de organización visual

Según la práctica, los diagramas se hacen manuscritos o en computadora, usando diferentes aplicaciones software para su realización. La diagramación deviene del análisis de sistema y como tal existen diferentes notaciones para la misma.

✚ **Representación de etiquetas:** Esta técnica está estrechamente relacionada con la diagramación, hasta el punto de que es posible mezclar ambas. Se basa en la representación de las etiquetas obtenidas durante el proceso de etiquetado (los textos que se usarán en los títulos, subtítulos, hipervínculos del producto, eslogan, metadatos de los recursos, entre otros.) los cuales se representan en cada uno de los diagramas realizados, con el objetivo de que se observen los términos en el contexto de uso. El etiquetado lleva una labor previa más extensa. Al representar las etiquetas se logran eliminar errores como por ejemplo, que al definir una etiqueta durante el proceso de producción sea cambiada una vez esté ubicada en el producto terminado, porque siempre se analizó de manera aislada y no en su contexto de uso.

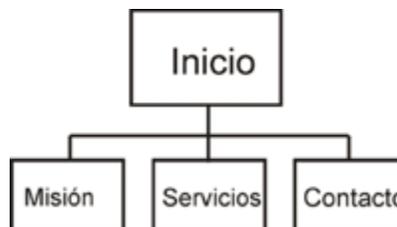


Figura 4 Ejemplo de un diagrama con la representación del etiquetado

✚ **Prototipado (creación de maquetas):** Se simula el producto a través de prototipos. Generalmente se realiza como una propuesta de lo que será el resultado final, pero sin acabar el diseño o programación, lo que se llamaría "en blanco y negro". Estos prototipos tienen que tener relación directa con los diagramas realizados anteriormente y con la representación de las etiquetas. Las maquetas son evaluadas por los usuarios y los productores de manera que se puedan detectar los errores en la concepción del producto y

así establecer un proceso cíclico de evaluación y solución de problemas, hasta llegar a una propuesta más acertada del producto final.[\(7\)](#)

1.6 Etapas de desarrollo de la Arquitectura de Información

1.6.1 Fase de Inicio

La Fase de Inicio del proceso de AI está compuesta por diferentes actividades: levantamiento de información, definición de la audiencia y el inventario de contenidos.

Levantamiento de Información

Se pretende comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar un sistema, identificar las mejoras potenciales y asegurar un entendimiento común entre clientes, usuarios finales y desarrolladores. Además de definir objetivos tanto generales como específicos que debe cumplir el desarrollo de la aplicación.

Definición de los objetivos: Se definen cuáles son los objetivos tanto generales como específicos que persigue la construcción del software, permitiendo con ellos que se realicen evaluaciones o chequeos en el transcurso del desarrollo del producto para conocer el avance del proyecto. No existe un número específico de objetivos que se puedan definir porque estos estarán en dependencia del alcance del producto a desarrollar.

Definición de la audiencia

Se determina específicamente hacia quién va dirigido el software, se define quiénes son los clientes y el público objetivo que interactuará con el mismo, se clasifica la audiencia y se estudian sus necesidades y expectativas.

- **Clasificación de la audiencia:** En esta actividad se clasifica la audiencia atendiendo a los criterios:

Capacidad Física: La audiencia puede incluir personas con discapacidades físicas, valorando si son significativas o no, de forma tal que puedan tener acceso al producto.

Ubicación Geográfica: Dentro de la audiencia siempre habrá personas que ingresan desde lugares diferentes, por lo que los contenidos deben responder también a esta diversidad.

Capacidad Técnica: La audiencia se dividirá de acuerdo a la experiencia técnica que tenga.

- **Necesidades de la audiencia:** Se definen las necesidades de información que tiene la audiencia, para lograr que el software cumpla con las expectativas de cada uno de los usuarios potenciales. Para ello se tiene que hacer un inventario de las actividades que realizan los diferentes usuarios, conociendo de esta forma el nivel de acceso que tienen a la información.
- **Expectativas de la audiencia:** Con la clasificación y necesidades de la audiencia se realiza un estudio para definir lo que espera la audiencia del producto.

Inventario de contenidos

Es un proceso donde se dispone y ordena la secuencia de los elementos que integran el contenido en un sistema de software. Se selecciona la información adecuada para colocar en la aplicación y el nivel de acceso a la información para los grupos de contenidos.[\(11\)](#)

1.6.2 Fase de Consolidación

La fase de Consolidación se compone de cuatro actividades fundamentales: estructura o taxonomía, sistema de etiquetado, sistema de navegación y diseño de las pantallas base.

Estructura o Taxonomía

La taxonomía es una representación simple y ordenada de la estructura que tendrá la aplicación utilizando el inventario de los contenidos, dada por los niveles de acceso a la información y los grupos de contenido. Refleja la relación entre los contenidos y la ubicación exacta de los mismos dentro de las secciones de la aplicación.[\(11\)](#)

Definir el sistema de etiquetado

Se definen las etiquetas que tendrá la aplicación con el propósito de observar los términos en el contexto de uso. Un etiquetado basándose en los objetivos del cliente y las características de los usuarios. Las etiquetas deben ser de fácil identificación e interpretación, utilizando para ello un vocabulario comprensible por los usuarios.

Etiquetas:

- **Etiquetas de navegación (EN):** Acciones (Salir, Siguiente, Atrás).

- **Etiquetas de enlaces (EE):** Son aquellas que aparecen en el cuerpo de los párrafos y se enlazan con otros textos en función del contexto y su significado.
- **Etiquetas del sistema de cabeceras o títulos (ET):** Se utilizan para encabezar o titular los bloques de información. Hacen el papel de títulos o subtítulos, su significado está condicionado por el contexto.
- **Etiquetas del sistema de indización:** Son invisibles para el usuario, pueden utilizarse para facilitar la búsqueda sobre un contenido determinado.[\(9\)](#)

Definir el sistema de navegación (SN)

Tiene como propósito definir los elementos de cada interfaz que faciliten la navegación por las diferentes secciones que componen la aplicación. Existen diferentes tipos de sistemas de navegación:

- **Sistemas de Navegación Jerárquicos:** Es entre todos el más usado. Partiendo de la página principal de la aplicación o del sitio web se accede a los diferentes niveles jerárquicos inferiores.
- **Sistemas de Navegación Globales:** Brinda la posibilidad de navegar a través de la aplicación o sitio tanto de forma vertical como horizontal. Este sistema de navegación sirve de complemento al sistema de navegación jerárquico.
- **Sistemas de Navegación Locales:** Se emplea cuando se está en presencia de un sitio muy grande que presenta páginas con un estilo de navegación diferente de todas las demás.
- **Sistemas de Navegación Específicos:** Se utiliza principalmente cuando se está en presencia de un sitio donde no se pueden clasificar las relaciones entre las páginas web en algunos de los sistemas de navegación anteriores.[\(10\)](#)

Definir las pantallas base

Se definen las características visuales del producto. Diagramación, consiste en realizar diagramas con la información organizada, representando la estructura y funcionamiento de la aplicación.

1.6.3 Fase de Validación

Terminado todo el trabajo de arquitectura de información, una vez que el equipo desarrollador genera el primer prototipo del proyecto, por lo general un prototipo no funcional previo al

producto final, éste es sometido a una revisión minuciosa, para evaluar que efectivamente cumplirá con las expectativas creadas. El equipo de AI revisa si efectivamente se están cumpliendo los objetivos, haciendo para ello pruebas con usuarios que permiten, además, anticipar el comportamiento real del producto y el nivel de satisfacción del usuario. En esta fase el equipo de AI implementa las actividades y los artefactos.[\(11\)](#)

1.7 Prototipos

En la fase de validación se realiza un prototipo, el cual es considerado un modelo de representación extensible y modificable de un sistema informático, además que representa una versión sencilla inicial del sistema confines de demostración. Su base fundamental está en presentar un conjunto de características que deberán reflejarse en las interfaces de comunicación que se diseñen para dicho sistema.[\(20\)](#)

1.7.1 Clases de prototipos

Existen varias clases de prototipos, a continuación se presentan sus principales características:

- ✚ Prototipo corregido: Representa la construcción de un sistema que funciona. Este refiere a una tabla experimental en donde el mismo sistema es quien presenta la capacidad de auto corrección de errores.
- ✚ Prototipo no funcional: Representa un modelo que se utiliza fundamentalmente para probar algunos elementos de diseño.
- ✚ Primer prototipo de una serie: Representa una especie de modelo de prueba para la experimentación de los demás prototipos en relación con la interacción con el sistema.
- ✚ Prototipo de características seleccionadas: Representa un modelo con algunas características que funcionan similares a las del producto final.[\(20\)](#)

1.8 Arquitectura de Información en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)

En la UCI se ha insertado el término AI para el estudio y su posterior desarrollo como disciplina, vinculándose al proceso de desarrollo de software con el objetivo de producir aplicaciones menos complejas, en cuanto a estructura de sus contenidos, así como la accesibilidad y organización de la información. Se han realizado varios trabajos de diploma sobre la AI para algunos productos, dentro de ellos se encuentran:

- ✚ Trabajo de Diploma: Propuesta y Análisis de la Arquitectura de Información para el proyecto Cuerpo de Investigaciones Científicas, Penales y Criminalísticas (CICPC), de la

autora Mailin Carballosa Infante, donde plantea que la AI tiene varios procesos en diferentes actividades dentro del desarrollo de un software y se unifica con algunas fases del Proceso Unificado del *Rational* (RUP) teniendo en cuenta actividades, artefactos, procesos y roles de esta metodología.

✚ Trabajos de diploma: Arquitectura de Información del Módulo Dirección Técnica para el “Sistema de Gestión de la Producción” del autor Anolandy Díaz Amador, Arquitectura de Información del Sistema para la Gestión de la Calidad en la Facultad 8, del autor Andrés Iglesias Iglesias y Propuesta de la Arquitectura de la Información para el Software de Gestión Empresarial ERP CEDRUX v1.0, de la autora Yaillet Leyva Pupo, aun cuando se realizaron en diferentes períodos, en todas se definieron las fases de la AI sobre la base de:

1. Estudio de las características del entorno al que se le iba a desarrollar la AI.
2. Definición de los objetivos del producto.
3. Definición de la audiencia.
4. Definición de los contenidos.
5. Estudio de trabajos similares.
6. La taxonomía.
7. Sistema de etiquetado.
8. Sistema de navegación.
9. Realización del prototipo de la AI.
10. Validación de la AI.

1.9 Sistemas SCADA

1.9.1 Descripción general de un SCADA

SCADA es el acrónimo de *Supervisory Control and Data Acquisition* (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos. Es una aplicación de software diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de la producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, entre otros.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores

dentro de la empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, entre otros.[\(13\)](#)

En los SCADA, el operador puede visualizar en la pantalla del computador de cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de ésta, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, entre otros. Además permiten controlar el proceso desde una estación remota, para ello el software brinda una interfaz gráfica que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real.[\(14\)](#)

El sistema SCADA está distribuido en módulos que trabajan de manera conjunta posibilitando el funcionamiento del sistema como un todo. Estos módulos se encuentran interconectados a través de un software para la distribución de los servicios en la red, conocido como “*middleware*” o software de comunicación entre aplicaciones.[\(18\)](#)

La distribución de los mismos en el SCADA permite obtener configuraciones escalables en dependencia de los requisitos que presente cada aplicación. Es un sistema en tiempo real y presenta una arquitectura distribuida. Está compuesto por varios módulos entre los que se encuentran:

- ✚ **Driver:** En este módulo se encuentran los controladores que se encargarán de interactuar con los dispositivos de campo en cualquier industria para la lectura de los valores que proporcionan los mismos así como la escritura en algunos casos que se requiera, el objetivo principal es que provean las funcionalidades necesarias para que sirvan de intermediarios entre los dispositivos y el SCADA.
- ✚ **Middleware:** Es una capa que se encarga de la comunicación entre los diferentes módulos que forman parte de un sistema distribuido, y con otros sistemas externos al mismo, para lo que se desarrollan componentes de comunicación distribuida basados en tecnologías existentes.

- ✚ **Configuración:** Éste es el encargado de almacenar y suministrar la información base para el funcionamiento de los demás módulos del SCADA.
- ✚ **Base de dato Histórico (BDH):** Tiene como función principal almacenar todos los datos recolectados y generados en el sistema para que puedan acceder a ellos. Se encarga de gestionar el trabajo con los registros históricos de los cambios de estados del proceso industrial monitoreado por el sistema y almacenar la información persistente de todos los demás módulos, la cual es generada en el editor de la configuración del SCADA.
- ✚ **Procesamiento:** Ejecuta las acciones de mando pre programadas, y procesa toda la información recibida del recolector, así como la detección de alarmas.
- ✚ **Recolector:** Tiene como función recolectar toda la información obtenida a través de los drivers y enviarla al módulo de procesamiento para que de esa forma pueda ser procesada. Es un entorno de trabajo (Biblioteca) que trabaja orientada a *plugin*, para garantizar la ejecución en tiempo real, y se encarga de la planificación de los procesos de lectura y escritura sobre los dispositivos dentro del sistema. El objetivo que persigue el módulo es recolectar los datos a través de los driver.[\(19\)](#)

1.9.2 Funcionalidades principales de un SCADA

- ✚ **Supervisión remota de instalaciones y equipos:** Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.
- ✚ **Control remoto de instalaciones y equipos:** Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores, prender motores, entre otros.), de manera automática y también manual. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, entre otros.
- ✚ **Procesamiento de datos:** El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.
- ✚ **Visualización gráfica dinámica:** El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la

impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.

✚ **Generación de reportes:** El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.

✚ **Representación de señales de alarma:** A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.

✚ **Almacenamiento de información histórica:** Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.

✚ **Programación de eventos:** Está referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, entre otros.[\(15\)](#)

1.9.3 Aplicaciones de los sistemas SCADA

Los sistemas SCADA pueden ser aplicados en diferentes esferas de la vida:

✚ Supervisión, control, calidad, mantenimiento, control de producción, almacenamiento de datos durante los procesos de fabricación de sólidos y líquidos con una cierta complejidad.

✚ Términos de rentabilidad, calidad y seguridad en su sentido amplio, los nuevos requisitos de control ambiental y ahorro energético, o la necesidad de gestión flexible de fórmulas y recetas.

✚ SCADA para Iphone, Ipad, Ipod, entre otros, dispositivos que son capaces de controlar y modificar los datos de forma inalámbrica, con la función de código de barras, son capaces de escanear la información de cualquier tipo de productos y permite varios enlaces con diferentes controladores lógicos programables, más conocido por sus siglas en inglés PLC(*Programmable Logic Controller*) y para cada enlace definir los puntos de diferentes tipos de datos como *Boolean*, *byte*, un entero de palabras, y de punto flotante, y leer los valores reales.[\(16\)](#)

1.9.4 Sistemas SCADA existentes en Cuba y en el mundo

En el mundo existen varios SCADA como son:

SCADA	Fabricantes
Mirage	CONTROLES S.A
Likindoy	Axaragua
FactorySuite 2000	Wonderware
Génesis	Iconics
SCADA Eléctrico	Kyber
WinCC	Siemens
RS-VIEM32	Rockwell
Factory Link 7	USDATA
Intouch	Wonderware
Movicom	Progea
TELENUL	Empresa de Ingeniería y Proyectos para la Electricidad (INEL), Cuba
Eros	División de Automatización, SERCONI

Tabla 1 Sistemas SCADA en el mundo⁽¹⁵⁾

WinCC

El paquete de software WinCC constituye el entorno de desarrollo de Siemens en el marco de los sistemas SCADA para visualización y control de procesos industriales. Sus características más importantes se pueden resumir en:

- Arquitectura de desarrollo abierta (programación en C).
- Soporte de tecnologías *Active X*.
- Comunicación con otras aplicaciones vía OPC.
- Comunicación sencilla mediante *drivers* (código que implementa el protocolo de comunicaciones con un determinado equipo inteligente) implementados.
- Programación *online*: no es necesaria detener la *runtime* del desarrollo para poder actualizar las modificaciones en la misma.⁽¹⁷⁾

1.10 Módulo Interfaz-Hombre-Máquina (HMI)

El módulo de HMI del SCADA, se encarga de representar en un ordenador, los procesos que ocurren en el campo en tiempo real, muestra los componentes implicados, los sensores, las estaciones remotas, y el sistema de comunicación dándole al operador diferentes niveles de control en dependencia de sus niveles de privilegios. Este módulo es el que permite al operador estar en contacto directo con el sistema y realizar la supervisión y el control del proceso en general.

Está compuesto por dos partes fundamentales:

- ✚ El ambiente de configuración editor donde se configuran varios procesos o partes de ellos, aquí se definen y gestionan las variables, los *drivers*, los comandos, las alarmas y variadas opciones adicionales.
- ✚ El ambiente de ejecución se encarga de visualizar las animaciones y los objetos definidos en el editor, muestra lo que está ocurriendo en el campo en tiempo real, es quien envía los comandos a las estaciones remotas, recibe los valores de las variables, e interactúa con la mayoría de los operadores, pues se emplea para supervisar el proceso de manera directa. Se puede comparar con un reproductor multimedia.

Desde el punto de vista de configuración existe una interfaz gráfica que permite la administración de los recursos del sistema en su conjunto. Las funcionalidades generales que brinda se mostrarán a continuación:

- ✚ Permitir el monitoreo de la información del proceso, en tiempo real, utilizando para ello interfaces gráficas que modelen o simulen de forma simple y accesible el proceso.
- ✚ Permitir a los operadores el envío de comandos para hacer modificaciones de los parámetros de control o configuración del proceso.
- ✚ Visualizar los datos históricos y en tiempo real en forma de gráficos de tendencia.
- ✚ Visualización, filtrado y manejo de alarmas y eventos.
- ✚ Configuración de los recursos del sistema, módulos, puntos, alarmas, recetas, entre otros.

El editor gráfico o ambiente de configuración, permite configurar los procesos, definir y gestionar las variables, editar los controladores, los comandos, las alarmas y variadas opciones adicionales. Detalladamente, el editor es el que permite a un mantenedor definir el ambiente de trabajo del SCADA, adaptándolo mejor a la aplicación particular que se desea desarrollar. Por otra parte, la edición gráfica proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la

planta. El proceso se representa mediante sinópticos, almacenados en el ordenador en el SCADA o bien importados desde otras aplicaciones durante la configuración del paquete de software. (14)

1.11 Estudio de Homología.

El estudio de homólogos consiste en la búsqueda y análisis de productos similares al que se le quiere realizar la AI, para identificar elementos comunes que puedan caracterizan este tipo de producto y para proporcionar además una nueva visión al arquitecto de información.

Para realizar una propuesta de Arquitectura de Información a sistemas SCADA se hace necesario estudiar los elementos de la AI de otros sistemas similares como es el caso del SCADA Intouch y del SCADA Movicom.

1.11.1 SCADA Intouch

Intouch consiste en tres aplicaciones básicas:

- ✚ Intouch *Application Manager* que permite administrar los proyectos.
- ✚ *Window Maker* que permite realizar y editar todo el tema de gráfico.
- ✚ *Window Viewer* que permite compilar y visualizar el proyecto, y ponerlo en operación.

Window Maker. Entorno de desarrollo donde se crean, editan, animan y configuran los objetos. Además, se realizan conexiones con los datos externos (PLC).

Desde la ventana de edición, se podrá acceder a todas las opciones de configuración mediante menús desplegados o botones de acceso directo.

La ventana estará dividida en varias partes:

1. Barra de menús desplegados. Contiene los menús habituales de *Windows* más algunos específicos de cada fabricante.
2. Barra de general de herramientas.
3. Barra de iconos de formato.
4. Barra de herramientas de dibujo
5. Zona del explorador de la aplicación
6. Pantalla de dibujo y animación.
7. Barra de tratamiento de objetos agrupados.
8. Barra de estado. (**Ver Anexo 1**)

Todas las barras de la aplicación se pueden desplazar a comodidad del usuario. Para acceder a las propiedades y acciones que se pueden realizar con las etiquetas y objetos se puede dar doble clic o clic derecho encima.

Barras de menús y cajas de herramientas

Todos los sistemas SCADA incorporan una herramienta de dibujo, mediante la cual se puede dibujar cualquier objeto. Estos objetos, mediante las barras de herramientas, se podrán modificar, cambiar tamaño, color, grosor de líneas y textos. Se podrán agrupar, alinear, colocar, delante, entre otros, y una vez dibujados y configurados, guardarlos para su posterior utilización todas las veces que se desee. También se dispone de objetos complejos ya dibujados, tales como botones, gráficas, alarmas, incluso de la opción de insertar imágenes de un archivo ya creado (*BITMAP*). Se encuentra posicionada en la parte superior izquierda, brindando además las siguientes funcionalidades:

Opción **File**: Permite crear, abrir, guardar, cerrar, eliminar, exportar, importar e imprimir ventanas y salir de la aplicación. Además de la opción de *Window Viewer* que permite ejecutar la ventana creada.

Opción **Edit**: Permite editar los objetos que se añadan a la ventana de trabajo, dígame copiar, eliminar, duplicar y seleccionar todos los elementos creados. Tiene la opción de adicionar objetos fabricados en el sistema, además de pegar del portapapeles, importar desde una carpeta y crea una nueva categoría.

Opción **View**: Permite visualizar las barras o componentes a utilizar en el área de trabajo para comodidad del usuario.

Opción **Arrange**: Permite la organización de los objetos en la ventana de trabajo, dígame girar, rotar, traer al frente, pasar a un segundo plano, alinear y de forma general ajustar la ventana a cuadrícula.

Opción **Text**: Permite dar formato ya sea tipo de letra, tamaño, colores, justificada, centrada, entre otras. Además se ve reflejada en la barra de iconos de formatos, en el lateral izquierdo.

Opción **Line**: Permite colocar o eliminar bordes en forma de línea a los objetos de diferente grosor y tamaño.

Opción **Special**: Permite sustituir una etiqueta y el nombre de la misma, opciones de seguridad como poner usuario y contraseña al cerrar o abrir la aplicación, tipo de seguridad, acceso al diccionario de etiquetas”, en el cual habrá que definir su tipo, sus valores límite, si se va a utilizar en un histórico, si se va a configurar como alarma. (**Ver Anexo 2**)

Los enlaces de animación pueden ser de dos tipos, por visualización (informar el estado de los parámetros) y contacto (permite entrar datos al sistema), esta acción se puede realizar de igual forma dando doble clic encima del objeto. Los *scripts* permiten ejecutar comandos y operaciones lógicas basadas en criterios especificados. Pueden ser de varias clases: aplicación, ventana, tecla, condición y cambio de datos. En todos ellos el *scripts* será leído y por lo tanto ejecutado cuando se cumpla la condición previa del mismo (según la clase de *script*). (Ver Anexo 3)

Opción **Window**: Permite visualizar las propiedades de una ventana y muestra todas las ventanas, señalando sobre la que se está trabajando.

Opción **Help**: Permite obtener la ayuda necesaria de toda la aplicación, referente a etiquetas, funciones, alarmas, eventos, *scripts*, entre otros.

Wizards y barra de herramientas

Cuenta con una barra de herramientas que está situada debajo de la barra de menús desplegados, en la misma se realizan iguales acciones que los menús *File* y algunas de *Edit*. Además de los asistentes (*wizards*), que disponen de una serie de objetos de uso más frecuente ya dibujado y semi editados (Elementos inteligentes), de forma que configurando un número mínimo de parámetros se consigue su funcionamiento. Estos objetos aparecen agrupados por temas: pulsadores, lámparas, gráficas, interruptores y relojes, una vez seleccionados. (Ver Anexo 4 y 5)

Barra de herramientas de dibujo

En esta barra se puede dibujar cualquier objeto, la opción de insertar imágenes de un archivo ya creado (*BITMAP*), adición de gráficas de tendencias que la configuración puede ser en tiempo real (los cambios se visualizan y actualizan inmediatamente) e históricos (los cambios son almacenados en un fichero y se pueden visualizar e imprimir cuando se quiera, incluso durante el *RUNTIME*). (Ver Anexo 6)

Alarmas

Todo SCADA proporciona un sistema de notificación para informar al operador de las condiciones del proceso y del sistema. Este sistema permite la visualización, registro e impresión de alarmas de proceso y eventos del sistema. Para visualizar dichas alarmas es preciso disponer de un VISOR en el cual, cuando se active la alarma, aparecerá toda la información relativa a la misma (hora y fecha, tipo de alarma, nombre, grupo, valores límites) en dicho visor. Será necesario disponer de pulsadores de “enterado” para que el color del texto

cambie indicando dicho reconocimiento de la alarma. Cuando se normalice el estado el mensaje dejará de visualizarse. Los visores se podrán editar desde las respectivas tarjetas de configuración, en ellas se podrá modificar la apariencia (colores de texto y líneas), se indicará si es un histórico de alarmas, grupo al que pertenecen, prioridad, columnas a visualizar (pulsando el botón “formato del mensaje de alarmas”). **(Ver Anexo 7)**

Zona del explorador de la aplicación

La ventana de propiedades presente en el lateral izquierdo de la aplicación es capaz de reflejar en forma de árbol cada uno de los proyectos nuevos que sean creados, brindando la posibilidad al usuario de poder editar cada uno de sus valores en todo momento, ya sea el nombre, comentarios generales, color, dimensiones, así como su posicionamiento dentro de la escena.

La estructura jerárquica mostrada, es la típica estructura de árbol, en el que la raíz es la hoja de bienvenida, esta hoja se puede también sustituir por la hoja de contenido, en la que se exponen las diferentes secciones que contendrá la aplicación. La selección de una sección nos conduce de esta misma forma a una lista de subtemas que pueden o no dividirse. Las subdivisiones excluyentes y las relaciones entre los niveles superiores y los hijos son tópicos con los que se está estrechamente relacionado.

Es importante atender a la amplitud y profundidad en el diseño de la jerarquía. La amplitud se refiere a la cantidad de elementos presentes en una categoría y la profundidad al número de niveles en la jerarquía. Si la jerarquía es muy estrecha y profunda, los usuarios necesitarán un número elevado de clic para acceder al contenido; por el contrario, si es amplia y superficial implicaría que el usuario se viera frente a un número elevado de opciones en el menú principal y ello acabaría por desconcertarlo. **(Ver Anexo 8)**

Barra de tratamiento de objetos agrupados

Permite tener o no visible las ventanas ubicadas en el lateral izquierdo de la zona del explorador de la aplicación, además de maximizar y restaurar a su vista inicial la pantalla de dibujo y animación, ajusta la ventana a cuadrícula y sitúa en el borde lateral izquierdo y el superior una regla que permite ubicar de forma simétrica todos los objetos y etiquetas. Por otra parte, se puede alinear hacia todos los lados, rotar hacia todos los ángulos, trabajar en el eje vertical y horizontal, llevar al fondo o traer al frente, acercar o alejar, disminuir o aumentar, mantener en tamaño normal y rediseñar los elementos seleccionados. **(Ver Anexo 9)**

Barra de estado

Define las dimensiones de la ventana de dibujo y animación. **(Ver Anexo 10)**

Pantalla de dibujo y animación

Área de visualización donde se crean, editan y diseñan los objetos de un despliegue.

Window Viewer

Ventana o aplicativo que nos permite visualizar y operar las pantallas realizadas en el proyecto. En este aplicativo se ejecutan las animaciones, script y configuraciones en cuanto históricos, alarmas, reportes y comunicaciones. Se puede llegar a ella de dos maneras, mediante el botón *Runtime* ubicado en la parte superior derecha de la aplicación o a través de la opción *Window Viewer* que se encuentra en la función *File* de la barra de menús desplegables. Al ejecutar un despliegue bajo las configuraciones realizadas se ponen de manifiesto la generación de alarmas en caso de alguna anomalía y se pueden observar los valores a través de histogramas, ejemplo de ello es en el reactor al aumentar o disminuir el nivel de agua y/o la temperatura, en los *wizards* del producto afectado se notará la alarma con un cambio de color, en este caso de negro a rojo. (Ver Anexo 11)

1.11.2 SCADA Movicom

SCADA Movicom es una plataforma de software para crear y ejecutar cualquier tipo de aplicación de supervisión, adquisición de datos, análisis y control, en cualquier contexto de automatización industrial y de edificios. Es innovador y abierto a las tecnologías, totalmente basado en la arquitectura XML y garantiza que las inversiones sean bien salvaguardadas.

Para crear un nuevo proyecto aparecerá un asistente que permitirá escoger el tipo de plataforma y sus configuraciones (controladores, alarmas, entre otros) en la que se trabajará.

Posee al igual que el SCADA Intouch una barra de menús desplegables con las opciones habituales de *Windows* y las propias del fabricante, una barra de herramientas con iconos de acceso directo con las funciones básicas (copiar, pegar, guardar, entre otras), donde se puede compilar el proyecto mediante *alt+f12* o el botón *startProject*. Estas barras son desplazables y con doble clic retornan a su lugar y estado inicial.

El espacio de trabajo utiliza la desaparición moderna para las ventanas y, por tanto, con sólo un clic en la pestaña que se necesita, esta aparece o desaparece del área de trabajo y con clic derecho sobre el área de trabajo se pueden activar las ventanas elegidas para que permanezcan visibles. Las configuraciones de los recursos y variables de un proyecto se realizan a través del inspector de propiedades.

El espacio de trabajo cuenta con:

Ventana de proyecto: Presenta en forma de árbol jerárquico las funciones del proyecto creado, dígame alarmas, controladores, variables, grupos de estos, entre otros, las cuales se pueden configurar y animar a través de la ventana de propiedades. Siendo de esta forma todos los recursos del proyecto accesibles de manera clara e intuitiva. (**Ver Anexo 12**)

Pantalla de edición del área gráfica (Screen): En esta ventana es donde se realiza el despliegue del proyecto.

Ventana de propiedades: Presenta todas las propiedades de los objetos agrupadas de forma clara y sencilla para el trabajo y configuración de los mismos y en su parte inferior una descripción de la propiedad señalada.

Panel de comando: En esta ventana están los comandos y las funciones relacionadas con los recursos seleccionados de la ventana de proyecto.

Pestaña *IL Logic Explorer*: Está ubicada en la parte inferior, posee los códigos lógicos y disponibles con base en el recurso seleccionado. (**Ver Anexo 13**)

Cajas de herramientas de área: La caja de herramienta permite el acceso rápido a los símbolos y objetos básicos, avanzados, botones y medidores.

Librería de símbolos: En la misma se pueden escoger símbolos u objetos predeterminados por el software y animarlos en el inspector de propiedades, agrupados según su tipo: flechas, edificios, audio y TV, disipadores de aire, contenedores, refrigeradores, transportador, conductos, mezcladores, entre otros.

Pestaña *Output*: Muestra las salidas en la parte inferior del área de trabajo que se obtienen mediante un despliegue según la configuración que se le realice al proyecto creado. (**Ver Anexo 14**)

Pestaña *Script Explorer*: Se encuentra en la parte inferior y permite la creación de variables a través de ventanas de diálogos, pero también se pueden configurar una vez creadas en la ventana de propiedades. (**Ver Anexo 15**)

En ambos sistemas SCADA los elementos de la AI cumplen con los estándares y normas internacionales de interfaz gráfica, ya que los íconos presentan los colores definidos y son sugerentes a la acción que le corresponde, el tipo de la letra es Arial con un tamaño de 9 px, el interlineado es de 1.5, los textos comienzan con la primera letra en mayúscula y existe contraste entre el fondo claro y los textos oscuros, los nombres de las etiquetas son sencillos y en lenguaje natural para que el usuario se sienta identificado con las mismas, el sistema de

navegación permite accesibilidad entre sus interfaces y presentan poco niveles de acceso a la información con una estructura jerárquica para que el producto sea fácil de usar por el usuario.

1.12 Conclusiones parciales

La Arquitectura de Información es una disciplina que permite garantizar el desarrollo de una aplicación simple, de alta calidad y con una accesibilidad, etiquetado y navegación más entendible y aprovechable para los usuarios que van a trabajar con el producto. Con el estudio de homólogos realizado se pudo conocer los elementos comunes de la AI en los sistemas SCADA, para poder tenerlos en cuenta en la propuesta a elaborar.

Capítulo 2 Propuesta de solución

2.1 Introducción

En este capítulo se presentan dos de las fases de la solución propuesta definidas por la AI para el proceso de desarrollo de software, mostradas en el capítulo anterior. Para ello se describen las actividades por cada fase y las técnicas que se emplearon para realizarlas.

2.2 Fase de Inicio

En esta fase se definen los objetivos del producto, se identifican los usuarios potenciales a partir de sus características, necesidades y expectativas, así como se clasifican y organizan los contenidos de información.

2.2.1 Levantamiento de la Información

La Fase de Inicio comienza con el Levantamiento de la Información, en esta actividad se utiliza como técnicas de interacción con el usuario: reuniones y encuestas. Para su realización se estudia todo el material disponible asociado al proyecto y se definen los objetivos del producto.

Objetivos del producto

En esta actividad se definen los objetivos tanto generales como específicos que tendrá el producto, permitiendo con ellos que se realicen evaluaciones o chequeos en el transcurso del desarrollo del producto para conocer el avance del proyecto.

A continuación se definen el objetivo general y los objetivos específicos del producto

Objetivo general: Definir un producto encargado de funcionar sobre ordenadores en el control de la producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo, generando información para la entidad y que responda a los intereses de los usuarios finales.

Objetivos específicos:

-  Identificar y modelar los procesos que realizan las entidades.
-  Desarrollar el sistema informático de forma que permita:
 - Administrar la configuración de los módulos del sistema y crear en un proyecto los módulos Seguridad, Base de datos, HMI, Comunicaciones y Adquisición.

- Gestionar los despliegues que se visualizarán y un proyecto que contenga los despliegues sobre los cuales se configuran los componentes gráficos necesarios para representar la información al operador.
- Cargar y salvar despliegues localmente, contando con una amplia librería de símbolos gráficos o paleta de componentes para la creación de los mismos.
- ✚ Liberar la solución desarrollada con el Centro Nacional de Calidad y Software (CALISOFT).
- ✚ Desplegar la solución en las entidades presupuestadas y empresariales del país.

2.2.2 Definición de la audiencia

Teniendo en cuenta que el CEDIN es el cliente de la solución propuesta y que la audiencia es el grupo de personas (Usuarios reales o potenciales, Públicos) a los que está dirigido el producto, divididos por categorías o características similares, a través de las reuniones como técnica de interacción con el usuario se define como audiencia una muestra de 5 especialistas con experiencias en despliegues de productos similares. Luego de definida la audiencia se realizan tres actividades fundamentales: la identificación de las necesidades de la audiencia, expectativas y su clasificación.

✚ Clasificación de la audiencia

Para la clasificación de la audiencia se utilizan los criterios de capacidad física, ocupación geográfica y capacidad técnica, para ello se realiza un estudio a través de la aplicación de encuestas a la muestra seleccionada (**Ver Anexo 18**), arrojando los resultados siguientes:

- ✚ En cuanto a la capacidad física la audiencia no puede incluir personas con discapacidades tales como: carecer de ambas manos o problemas graves en la vista (ciegos o daltonismo). Otro tipo de impedimento será tomado como no significativo para tener acceso y hacer uso del producto.
- ✚ Atendiendo a la ubicación geográfica, los usuarios de la aplicación que accederán y trabajarán con la misma no pueden realizar ni configurar un mismo despliegue si se muestra una alarma de que se está utilizando en la entidad donde está implantado el sistema desde diferentes estaciones de trabajo al unísono.
- ✚ Teniendo en cuenta la capacidad técnica, los usuarios deben clasificarse por un rol de acuerdo a la experiencia en el trabajo con el producto. En este caso solo existirá el rol de

Mantenedor, que puede ser desempeñado por un técnico, ingeniero o ingeniero automático con conocimientos básicos sobre sistemas SCADA y experiencias en el trabajo con los mismos. Si la audiencia no cumple con estos requisitos, para poder desempeñar este rol debe recibir una capacitación donde sea entrenado para el trabajo con el producto.

✚ Necesidades de la Audiencia

Al clasificar la audiencia por los criterios antes mencionados, se debe indagar en sus necesidades, para lograr que el sistema cumpla con las expectativas de cada uno de los usuarios potenciales. Para ello se elabora un inventario de las actividades que realizan los diferentes usuarios y el nivel de acceso que tienen a la información. En este caso existe un solo rol, por lo que tendrá acceso a todos los niveles de información y lo puede desempeñar cualquier usuario con experiencia en el trabajo con los sistemas SCADA. En la siguiente tabla se muestra el rol con las actividades que realiza:

Rol	Actividades
Mantenedor	Desarrollar despliegues. Actualizar datos en los despliegues. Revisar alarmas. Levantar servicios. Configurar variables. Eliminar variables. Levantar módulos.

Tabla 2 Inventario de actividades de los usuarios

✚ Expectativas de la audiencia

Una vez que se define la audiencia y sus necesidades, se logra en gran medida conocer lo que espera el cliente con la construcción del producto. Primeramente, el mismo debe ser capaz de cumplir todas las acciones que actualmente se realizan en la institución además de brindar un valor agregado, para que los usuarios lo acepten por lo novedoso y las ventajas que puede ofrecer con respecto a otros sistemas, las cuales se exponen a continuación:

- **Información actualizada:** Actualización de la información sobre la documentación que genera el sistema, en cuanto a alarmas, reportes y demás procesos realizados.

- **Información de fácil acceso:** La información estará distribuida de una manera coherente y ordenada, permitiendo que el sistema sea accesible y usable para cada uno de los usuarios del producto, no debe sobrar ni faltar ningún vínculo, ni botón, todo debe estar al alcance de los usuarios de la manera más sencilla, de forma que el esfuerzo visual sea cada vez menor.
- **Buen diseño visual:** Cada una de las interfaces debe ser sencilla, entendible para los usuarios, capaz de guiar y brindar la información necesaria y suficiente para realizar cualquier acción. El contenido debe estar bien estructurado y no deben existir errores gramaticales. Los textos deben tener un tamaño adecuado, fácil de leer y comprender por todos.
- Se debe evidenciar en el producto a desarrollar las ventajas que presentaban sus versiones anteriores, para que tenga una buena aceptación y los usuarios no hagan rechazo ante los nuevos cambios.

2.2.3 Inventario de los contenidos

Una vez definido el objetivo del producto y aplicada la técnica de interacción con el contexto: estudio de productos similares, se procede a seleccionar la información adecuada para colocar en el mismo y el nivel de acceso a la información para los grupos de contenidos, ayudando a la elaboración de la taxonomía y el prototipo de interfaz de usuario.

En la **tabla 4** que se muestra a continuación se pueden observar los diferentes niveles de acceso a la información para los grupos de contenidos definidos.

Categoría	Descripción	Nivel de acceso
Pantalla de bienvenida	Muestra un mensaje de bienvenida con el nombre del proyecto y dos funcionalidades generales.	1
Menú Principal	Es el menú desplegable de la aplicación. Archivo, Ver, Editar, Opciones y Ayuda	2
Subsistemas	Son los grupos por lo que está dividido el sistema. Ejemplo: Paleta de componentes, Explorador de proyecto, entre otros.	2
Módulos	Son los grupos que dividen a los	2

	subsistemas. Ejemplo: Seguridad, Comunicaciones, Medidores.	
Funcionalidades generales	Aparecen en el menú permitiendo realizar acciones generales del sistema. Ejemplo: Traducción del lenguaje, rehacer, deshacer, entre otros.	3
Funcionalidades	Son las pantallas que permiten realizar acciones del negocio.	3

Tabla 3 *Inventario de contenidos*

2.3 Fase de Consolidación

Luego de terminadas las actividades de la fase de inicio, se procede a realizar la fase de consolidación, la cual cuenta de cuatro actividades fundamentales: estructura o taxonomía, sistema de etiquetado, sistema de navegación y diseño de las pantallas base, además se genera un artefacto como guía para el desarrollo de la AI. A continuación se describen dichas actividades:

2.3.1 Taxonomía

La taxonomía es una representación simple y ordenada de la estructura que tendrá la aplicación utilizando el inventario de los contenidos. La estructura está dada por los niveles de acceso a la información y los grupos de contenido.

En esta actividad se utilizó el estudio de productos similares como técnica de interacción con el contexto y el análisis de secuencia de las técnicas matemáticas, obteniendo como resultado que en este tipo de sistemas se emplea una estructura jerárquica que posibilita la flexibilidad y escalabilidad entre las interfaces y representa una forma de organizar la información muy fácil de entender y de seguir por el usuario. Es importante atender a la amplitud y profundidad en este tipo de estructuras. La amplitud se refiere a la cantidad de elementos presentes en una categoría y la profundidad al número de niveles en la jerarquía.

- 1 Abrir Proyecto
- 2 Crear Proyecto
 - 2.1 Barra de Herramienta
 - 2.1.1 Abrir proyecto desde el servidor
 - 2.1.2 Salvar proyecto desde el servidor
 - 2.1.3 Salvar proyecto
 - 2.1.4 Salvar como
 - 2.1.5 Exportar proyecto
 - 2.1.6 Importar proyecto
 - 2.1.7 Imprimir
 - 2.1.8 Compilar
 - 2.1.9 Eliminar proyecto
 - 2.2 Explorador de proyecto
 - 2.2.1 Agregar recursos
 - 2.2.2 Importar recursos
 - 2.2.3 Exportar recursos
 - 2.2.4 Eliminar recursos
 - 2.2.5 Propiedades

Figura 5 Fragmento 1 de la taxonomía propuesta

- 2.3 Barra de Herramienta de Dibujo
 - 2.3.1 Construir gráficos
 - 2.3.2 Eliminar objeto
 - 2.3.3 Copiar
 - 2.3.4 Cortar
 - 2.3.5 Pegar
 - 2.3.6 Dibujar línea
- 2.4 Inspector de Propiedades
- 2.5 Paleta de Componente
- 2.6 Archivo
 - 2.6.1 Crear proyecto
 - 2.6.2 Abrir proyecto
 - 2.6.3 Salvar proyecto
 - 2.6.4 Salvar como
 - 2.6.5 Exportar proyecto
 - 2.6.6 Importar proyecto

Figura 6 Fragmento 2 de la taxonomía propuesta

- 2.6.7 Imprimir
- 2.6.8 Compilar
- 2.6.9 Cerrar
- 2.7 Ver
 - 2.7.1 Explorador de proyecto
 - 2.7.2 Inspector de Propiedades
 - 2.7.3 Paleta de componentes
 - 2.7.4 Barra de herramientas
 - 2.7.5 Barra de herramientas de dibujo
 - 2.7.6 Ventana de edición
- 2.8 Editar
 - 2.8.1 Rehacer
 - 2.8.2 Deshacer
 - 2.8.3 Cortar
 - 2.8.4 Copiar
 - 2.8.5 Pegar
- 2.9 Opciones
 - 2.9.1 Traducción de lenguaje
- 2.10 Ayuda
 - 2.10.1 Mostrar ayuda
 - 2.10.2 Acerca de

Figura 7 Fragmento 3 de la taxonomía propuesta

2.3.2 Sistema de etiquetado

Las etiquetas constituyen una forma de representar un conjunto de información, estas describen o designan los elementos que integran el sistema de navegación. Para definir las etiquetas a utilizar se agrupan y explican las mismas teniendo en cuenta la clasificación más correcta a utilizar en estas aplicaciones de software. Se definió como las clasificaciones de etiquetado a emplear: las etiquetas de navegación, las etiquetas de cabeceras y las etiquetas de indización, luego de haber aplicado la técnica de interacción con el contexto: estudio de productos similares.

Las **etiquetas de cabeceras** representan los títulos de los bloques de información y se utilizan para mostrar un significado previo de la información que se tratará. Este tipo de etiquetas estarán situadas de forma horizontal en menú general como se muestra a continuación:

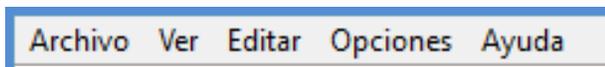


Figura 8 Etiquetas de cabecera

Las **etiquetas de indización** juegan un papel de suma importancia en la representación del contenido en los motores de búsqueda. Este tipo de etiquetado se evidencia con una lupa como

símbolo de la palabra Búsqueda, permitiendo al usuario encontrar algún elemento relacionado con las herramientas que desee usar y que no tenga a la vista.

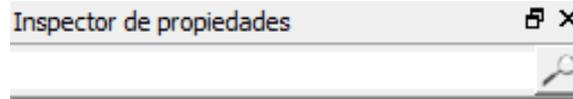


Figura 9 Etiqueta de indización

Las **etiquetas de navegación** pueden utilizarse para indicar o señalar acciones de desplazamiento entre varias interfaces o formularios. Para reflejar esta etiquetación también se pudieran emplear botones, símbolos e íconos que representen estas indicaciones de movimiento como: "Inicio", "Regresar" y "Siguiete". En este caso se puede encontrar en la Ayuda un formulario con la información del sistema que no se puede abarcar en un solo formulario, por lo que se deben emplear otros, utilizando botones para lograr estas acciones de desplazamiento.

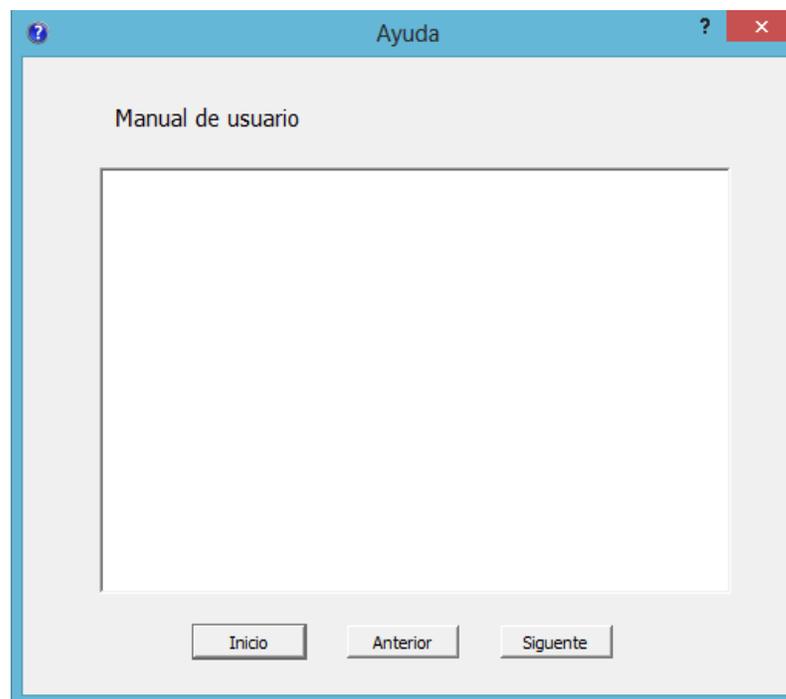


Figura 10 Etiqueta de navegación Acerca de

2.3.3 Sistema de Navegación

El diseño de un Sistema de Navegación (SN) es necesario para brindar un sentido del entorno y dar flexibilidad al movimiento dentro del producto informático, es todo lo referido a cómo se presenta la

información, utilizando para ello elementos basados en texto, gráficos o bien de entorno. Los elementos relevantes en este caso, serán todos aquellos que permiten mostrar la navegación en la pantalla. Se definió el sistema de navegación global (SNG), el cual brinda la posibilidad de navegación, tanto a lo profundo como a lo largo de la aplicación, desde y hacia todos los elementos del software. En este caso se utilizó como técnica de interacción con el contexto: estudio de productos similares.

Mapas de Navegación

El mapa de navegación es una representación gráfica que se utiliza con el fin de ver cómo estará organizada la información dentro del producto. Para que los usuarios comprendan la estructura de los sistemas SCADA se realizó un mapa de navegación general como parte de la propuesta de Arquitectura de Información. Para la realización del mapa se utilizó la técnica de representación de la información: diagramación, específicamente los diagramas que describen la estructura organizacional del producto.

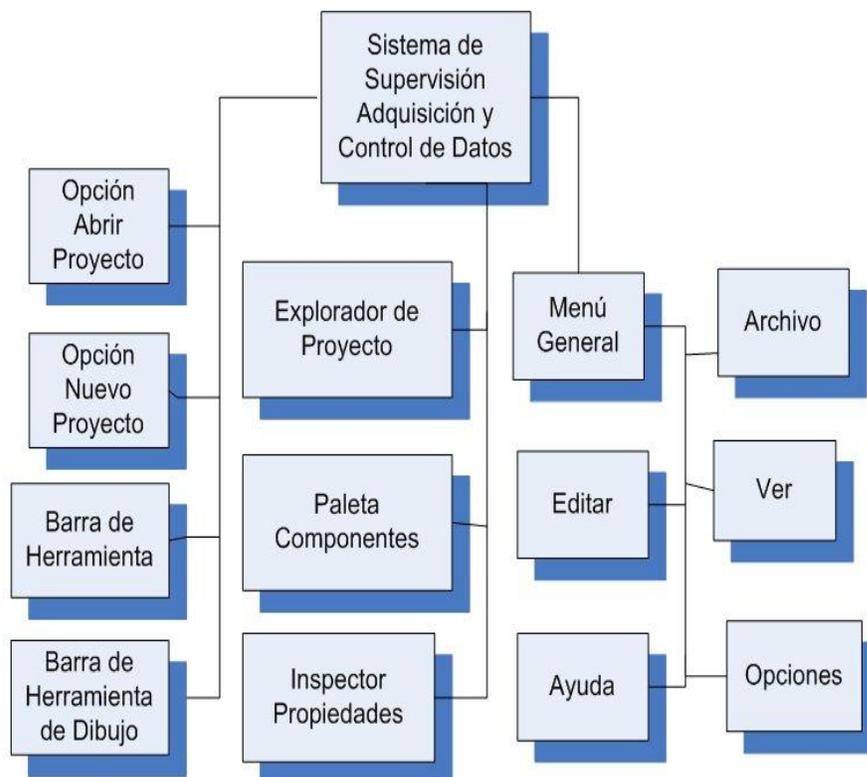


Figura 11 Mapa de navegación general del SCADA

✚ Elementos del Sistema de Navegación

Los elementos que conformarán el sistema de navegación de la aplicación son los siguientes:

Menú General: Menú desplegable compuesto por las opciones Archivo, Ver, Editar, Opciones y Ayuda, cada una con sus funciones generales.

Barras de desplazamiento: Las barras de desplazamiento facilitan la visualización de la información en caso de que el contenido a mostrar sea mayor que el espacio en pantalla.

Buscador: Facilita la búsqueda de un contenido determinado.

Botones: Indican una acción al usuario.

2.3.4 Definición de la pantallas base (componentes visuales)

Para la elaboración de las pantallas base se tuvo en cuenta los objetivos del producto, el inventario de los contenidos, taxonomía, sistema de etiquetado, sistema de navegación y sus elementos, teniendo como base las normas y estándares de interfaz gráfica: ISO/IECTR19766: 2007, ISO 9241-16:1999, ISO 9241-171:2008, ISA 18.1 2004, las cuales proporcionan directrices para el diseño de software de sistemas interactivos con el fin de alcanzar el máximo nivel posible de accesibilidad y usabilidad.

En esta actividad se empleó como técnica de interacción con el contexto, estudio de productos similares y como técnica de representación de la información: diagramación, específicamente los que describen la organización visual del producto, utilizando para la creación de las pantallas base la herramienta Qt-Creator. Estas pantallas mostrarán cómo estará organizada la información de las principales interfaces gráficas de la aplicación, así como también se podrán observar las prioridades organizativas y los elementos visuales más importantes del sistema.

Se muestran a continuación las características visuales del producto:

- ✚ Cualquier texto de los componentes de la aplicación se presenta capitalizado, es decir, con la primera letra en mayúscula.
- ✚ El tipo de fuente facilita la lectura, recomendado utilizar Arial o Sans Serif, dos o tres tamaños de letra, coherente, en toda la aplicación (cada jerarquía de presentación siempre el mismo tipo y tamaño: cabeceras, etiquetas, textos o unidades, con un tamaño propio).
- ✚ Cualquier texto aparece con la tipografía Arial con el siguiente puntaje: Menú 9px, módulos: Etiquetas: 9px, normal. Encabezados: 9px, normal. Texto Pantalla Inicio: 16px, normal, interlineado 1.5.

- ✚ Los colores de fondo proporcionan el contraste adecuado para una cómoda visualización de los textos, por lo que se usan contrastes altos entre el fondo y la letra, el fondo de color claro y la letra de color oscuro.
- ✚ Logo: El logo del producto se visualiza en la parte superior izquierda de la pantalla.
- ✚ Ubicación del menú: El menú se visualiza en la parte superior izquierda y estará visible desde todas las pantallas que componen el sistema.
- ✚ Nombre de pantalla: El nombre de la pantalla es el mismo que se muestra en las funcionalidades.
- ✚ Nombre de etiquetas: Los nombres de las etiquetas son sencillos, usando las palabras cercanas a su vocabulario, es decir, en lenguaje natural.
- ✚ Abreviaturas: Se emplean abreviaturas de conceptos de los sistemas SCADA reconocidas internacionalmente como: Base Datos Históricas (BDH) y se pueden emplear además solamente abreviaturas reconocidas internacionalmente, como en el caso de la palabra “Número” que se mostrará siempre como “No.”, entre otros.
- ✚ Tablas sin contenido: Las tablas o campos que muestran o se les inserta información, no deben estar nunca vacías, en caso de que lo estén, se muestra un mensaje “Existen campos vacíos”.
- ✚ Los mensajes y sus botones: Los mensajes se visualizarán con el mismo formato de los demás textos y los botones que aparezcan deben visualizarse en el centro inferior. En el caso de los mensajes de información y error solo aparecerá el botón “Aceptar” marcado por defecto y en el de confirmación primero el “Aceptar” y seguido el “Cancelar”, donde este último estará marcado por defecto, para si el usuario acciona la tecla “Enter”, se cerciore de la acción que desea realizar.
- ✚ Íconos de los mensajes: Los íconos de los mensajes deben representar qué tipo de mensaje se efectuó y estos deben estar en la parte izquierda de la información de dicho mensaje.
- ✚ Barras de desplazamiento: Las barras de desplazamiento se muestran solo en el caso de que el contenido sea mayor al espacio en la pantalla. Las horizontales se sitúan en la parte inferior y las verticales en la parte derecha.
- ✚ Ayuda de la pantalla: Se visualiza en el menú con información detallada de la aplicación y explicando cómo realizar las acciones o funcionalidades (manual de usuario).

Capítulo II. Propuesta de solución

- ✚ Ubicación de los botones de las funcionalidades: Los botones de las funcionalidades como son “Adicionar”, “Modificar”, “Eliminar”, “Imprimir”, entre otros, deben visualizarse debajo del nombre de la pantalla de izquierda a derecha.
- ✚ Ubicación de los botones en las pantallas: En las pantallas los botones “Aceptar” y “Cancelar” deben visualizarse en la parte inferior derecha de la pantalla. En todas las pantallas base debe aparecer primero el botón “Aceptar” y luego “Cancelar”.
- ✚ *Hot Keys*: Para realizar las funcionalidades generales de la aplicación como, “Cerrar”, “Eliminar”, “Imprimir”, entre otros, existen las “*hotkeys*” (teclas de acceso rápido).
- ✚ Error en campos: Los campos que se comporten de manera errónea, se deben mostrar con bordes rojos.
- ✚ Ortografía: En todo lugar que se presenta un texto, ya sea en etiquetas de navegación, botones, enlaces, contenido, entre otros, no existen errores gramaticales ni ortográficos.
- ✚ Se utilizan colores que se emplean en productos similares, de forma que las diferencias de interpretación sean mínimas, además no se utilizan colores innecesarios para no convertir las pantallas en ejercicios de diseño gráfico, consiguiendo pantallas vistosas pero poco prácticas.
- ✚ En la siguiente tabla se muestran los colores que se pueden utilizar:

Color	Significado	Descripción
Rojo	Emergencia	Utilización en emergencia, condiciones peligrosas o paro. Prohibido en funciones de ARRANQUE.
Amarillo	Anomalía	Utilización en condiciones anormales.
Verde	Normal	Utilización para inicio de condiciones normales. En arranque o marcha, se recomienda utilizar BLANCO, GRIS, NEGRO (preferentemente BLANCO), prohibido para funciones de REARME.
Azul	Obligatorio	Utilización en acciones que requieren una acción obligatoria.
Blanco	Libre	Sin función específica.
Gris	Libre	Pueden utilizarse para arranque o

Negro	Libre	puesta en tensión (preferentemente BLANCO) Funciones ON/OFF y de marcha retenida (mientras se pulsa).
-------	-------	--

Tabla 4 Colores para elementos de mando

A continuación se propone una pantalla base genérica y su descripción para sistemas SCADA, basados en aplicaciones de escritorio que cumplen con todos los indicadores que han sido descritos con anterioridad:

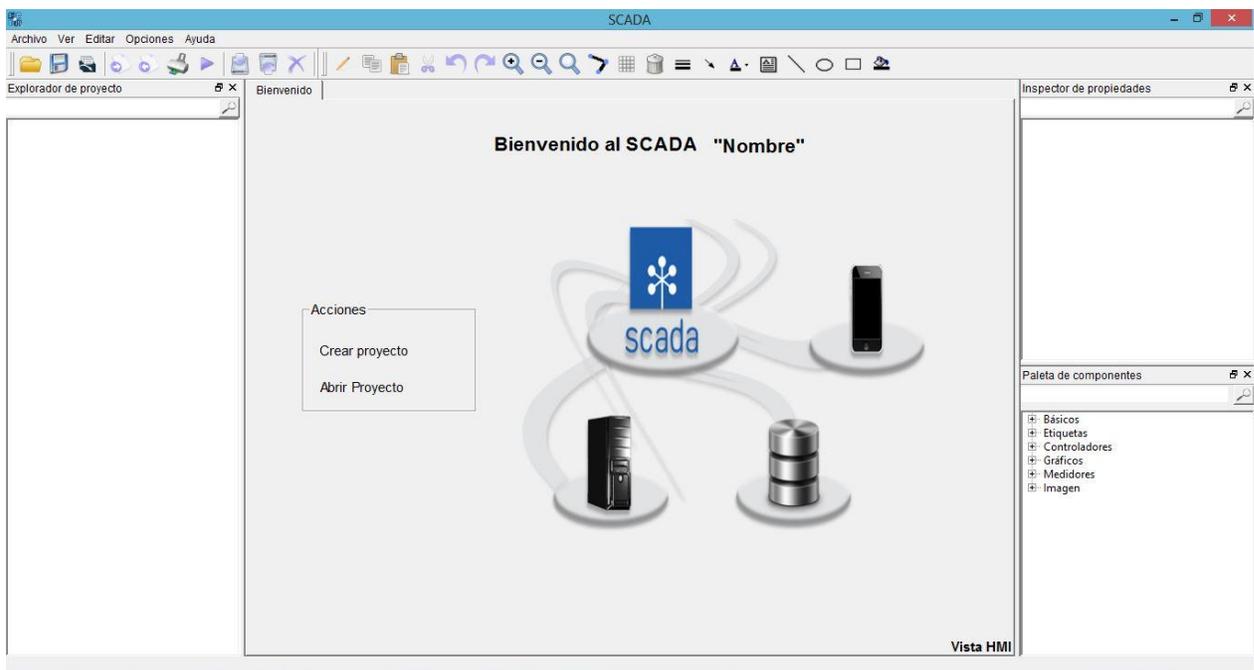


Figura 12 Pantalla principal del sistema SCADA

Descripción: La pantalla principal del sistema SCADA está dividida en diferentes áreas, donde primeramente se muestra un mensaje de bienvenida con el nombre del proyecto y dos funcionalidades generales. En la parte superior izquierda se encuentra el logo de la aplicación y centrado el nombre de la misma, cuenta con una barra de menús desplegables que permite realizar diferentes acciones generales del sistema, debajo de este menú están situadas la barra de herramientas con las funcionalidades presentes en el menú “Archivo” visibles y de acceso rápido y la barra de herramientas de dibujo, la cual permite dibujar y editar un objeto. Se encuentra presente en el lateral izquierdo el Explorador de proyecto, vista que refleja en forma

de árbol cada uno de los proyectos nuevos que sean creados con sus módulos. La ventana de edición es donde se podrán crear los despliegues, seleccionando los elementos gráficos que se brindan en la paleta de componentes situada en el lateral derecho de la aplicación, en la parte superior de la misma se visualiza el inspector de propiedades permitiendo acceder y configurar las propiedades de los objetos que ayudarán a construir las pantallas que se mostrarán a los operadores en tiempo de ejecución del sistema.

2.4 Definición de Pautas de la Arquitectura de Información

Una vez terminadas las actividades de la fase de consolidación se genera el artefacto denominado Pautas para el Desarrollo de la Arquitectura de Información, que tiene como objetivo establecer una guía para el desarrollo de la AI del producto, logrando que presente concordancia, lógica, sentido y uniformidad a la hora de visualizar la información y sea totalmente funcional para el usuario. Este documento se rige por la plantilla Arquitectura de Información v1.0 del Expediente de Proyecto definido por la Dirección de Calidad de la UCI. **(Ver Anexo 19).**

2.5 Conclusiones parciales

En este capítulo se definieron las dos primeras fases de la propuesta de Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA a desarrollar en el CEDIN. Se definió la audiencia, la cual se clasificó y se determinaron sus expectativas y necesidades, así como se realizó la definición de los contenidos del producto a través de las diferentes técnicas estudiadas. Utilizando las técnicas estudio de homólogos y la diagramación, junto a las normas y estándares de interfaz gráfica, se definió la taxonomía, sistema de etiquetado, los elementos del sistema de navegación y los mapas de navegación. Por último, se elaboraron las pantallas base con la estructura y organización visual de la propuesta.

Capítulo 3 Validación de la propuesta

3.1 Introducción

En este capítulo, como parte de la propuesta elaborada, se realiza la fase de validación que define la AI, a través de la realización de un prototipo, del que se presentan las características e interfaces y la aceptación del mismo por el cliente. Finalmente se realizó una validación de la propuesta de solución a través del criterio de una muestra de especialistas con experiencia en los temas de AI y en el trabajo con los sistemas SCADA.

3.2 Fase de Validación

En la fundamentación teórica se mencionan los diferentes prototipos que se pueden diseñar, en este caso se utiliza para evidenciar la AI propuesta el prototipo no funcional, ya que mediante su realización se podrá validar los elementos de la AI que se manejan en los sistemas SCADA.

A continuación se muestran imágenes del prototipo que fue construido para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA del CEDIN teniendo en cuenta las diferentes características que se exponen en el procedimiento de construcción de la AI.

En la **Figura 11** se muestra una interfaz donde se crea un proyecto con el ingreso de los datos.

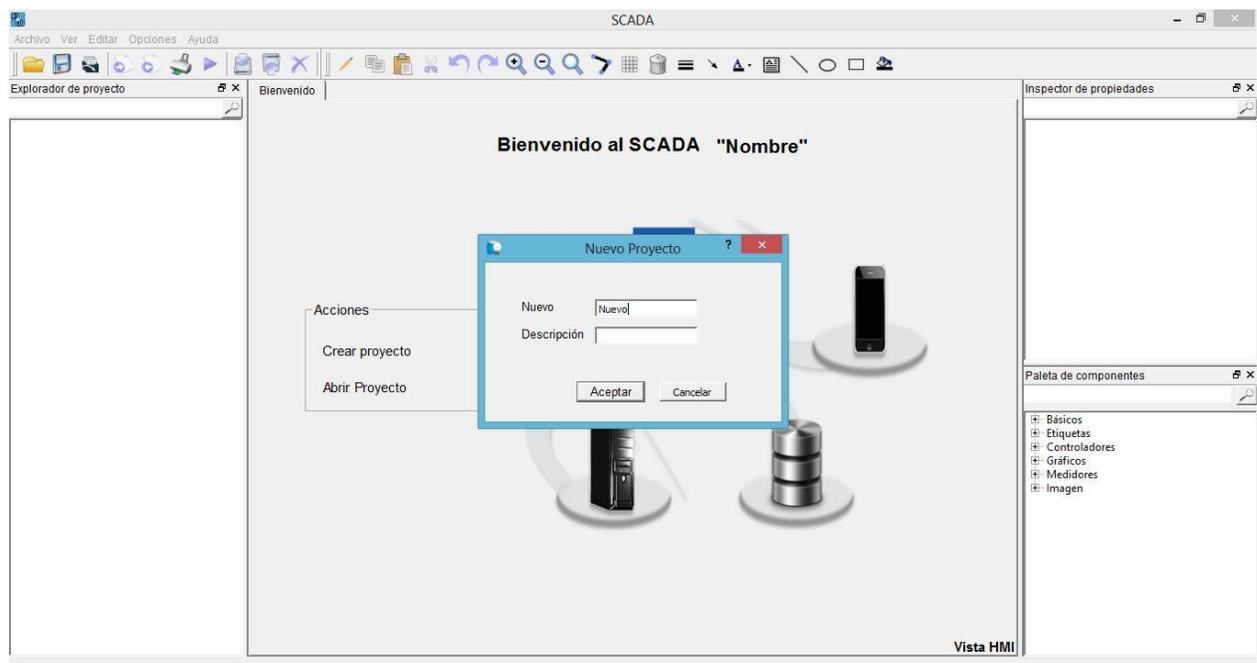


Figura 13 Pantalla nuevo proyecto

Capítulo III. Validación de la propuesta

En la **Figura 12** se muestra un despliegue, luego de haberse creado un proyecto. En dicho despliegue se pueden configurar los objetos y visualizar sus características.

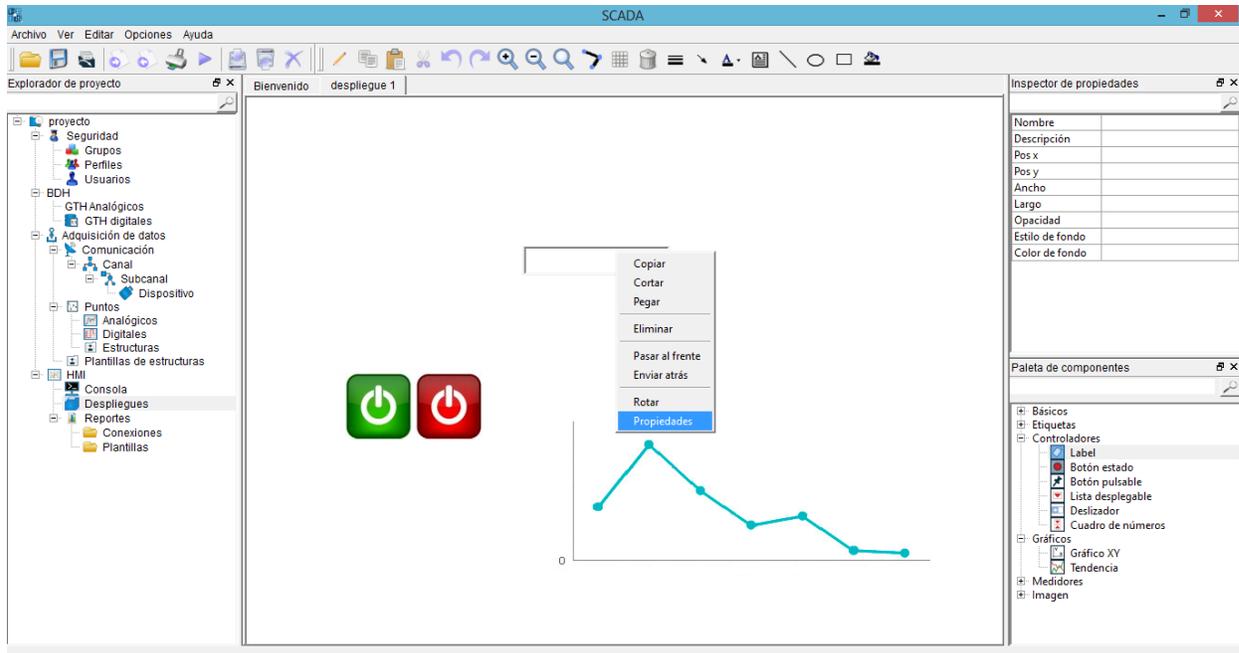


Figura 14 Pantalla ventana de edición

En la **Figura 13** se muestra la opción "Acerca de" a través de una ventana con la información del producto.

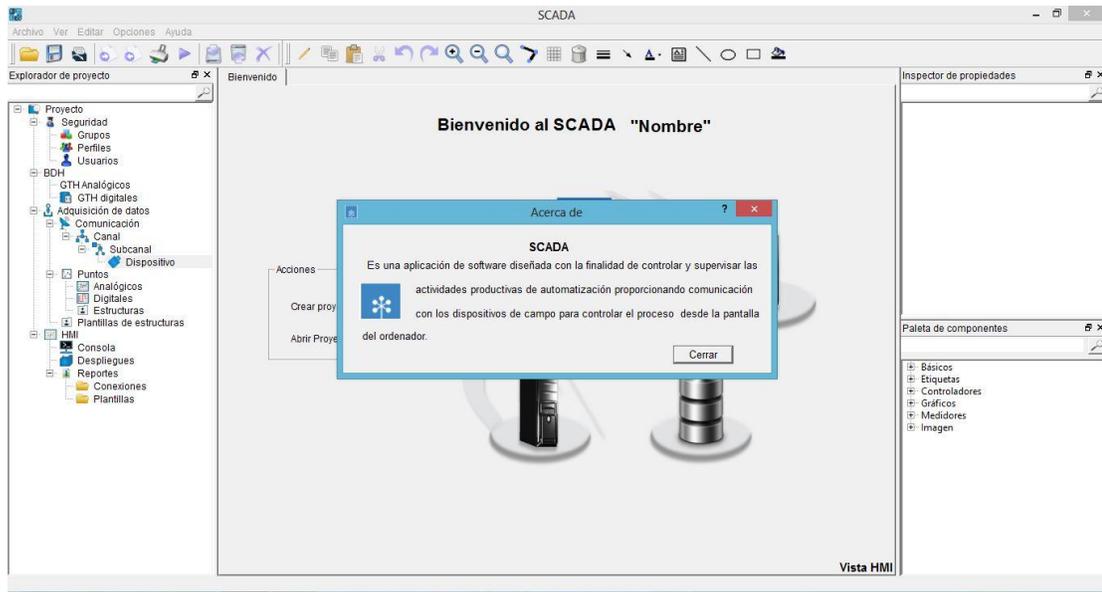


Figura 15 Pantalla Acerca de

3.2.1 Aceptación de la propuesta elaborada por parte del cliente

Se obtuvo la conformidad de la propuesta de AI mediante una Carta de Aceptación del cliente, certificando el prototipo elaborado con los aspectos definidos en el mismo, en este caso: diseño, etiquetado, navegación, así como la estructura y organización de los contenidos del HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA. El aval expresa además la consideración del uso de la propuesta de AI para futuros desarrollos. **(Ver Anexo 20)**.

3.3 Comparación de los elementos de AI en el CEDIN antes y después de la propuesta de AI realizada

Al finalizar la fase de validación se realiza una comparación, atendiendo a los elementos de AI para el desarrollo de los sistemas SCADA del CEDIN, antes de la propuesta realizada y después de la misma. En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Características/CEDIN	Antes de la propuesta	Luego de la propuesta
Iconografía sugerente		X
Colores según las normas		X
Tipo de letra	X	X
Tamaño de letra		X

Interlineado	X	X
Estructuración de los textos		X
Contraste fondo-texto		X
Estructura jerárquica	X	X
Pocos niveles de acceso a la información	X	X
Correcto uso del Sistema de Navegación (SN)		X
Adecuada organización de las interfaces según el SN		X

Tabla 5 Comparación de elementos de AI en el CEDIN

En la tabla presentada anteriormente se muestra como el CEDIN antes de la propuesta realizada al no contar con una guía de AI para el correcto desarrollo de los sistemas SCADA, algunos de sus elementos no seguían los estándares y normas internacionales de interfaz gráfica, por ejemplo: iconografía, colores y tamaño de letra. Presentaba una inadecuada estructuración de los textos, así como con un bajo contraste entre los textos y el fondo. Existían además incongruencias en la utilización, diseño e implementación del SN, tanto con el SNG como con el SNJ, provocando una incorrecta organización de las interfaces. Al realizar este trabajo se cuenta con una propuesta de AI basada en el estudio de productos similares y las normas internacionales de interfaz gráfica, la que resuelve las deficiencias antes mencionadas y potencia los elementos que habían sido usados correctamente.

3.4 El método Delphi

3.4.1 Validación por especialistas

Luego de concluida la propuesta de AI se utilizó el criterio de especialistas como técnica de validación y aceptación de la misma. Esta muestra se conformó con especialistas que poseen experiencia en el tema relacionado ya sea tanto en el trabajo con los sistemas SCADA como con la AI.

En este método las respuestas de los especialistas son medidas numéricas tanto para reflejar una respuesta promedio como para determinar el grado de acuerdo del grupo. La correcta elección de estas personas, propicia la obtención de resultados exitosos. En el presente acápite

se hará la descripción de los pasos utilizados en la respectiva selección del Panel de Especialistas y los resultados que se obtuvieron.

3.4.2 Proceso de selección de los especialistas

Se entiende por especialista en una materia a una persona con una vasta experiencia o habilidad en una actividad, capaz de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones al respecto, dedicado a una rama de determinada ciencia de la que tiene especiales conocimientos o habilidades.

Para la selección de los especialistas se siguieron los criterios siguientes:

No.	Criterios de selección de los especialistas	Nivel de importancia
1	Graduado de nivel superior.	5
2	Experiencia en el trabajo como arquitecto en el desarrollo de software del centro o la Universidad.	4
3	Conocimientos previos de arquitectura de información en el desarrollo de sistemas informáticos.	5
4	Conocimiento y participación en el desarrollo de los sistemas SCADA del centro.	3
5	Capacidad de trabajo en equipo donde se garantice siempre su volumen de análisis y pensamiento lógico.	4
6	Disposición a participar en la encuesta.	5

Tabla 6 Criterio selección de los especialistas

La selección de especialistas atendiendo a estos criterios, proporciona la obtención de resultados con calidad, junto a otras cualidades propias que son: la honestidad, la sinceridad y responsabilidad, haciendo que las opiniones brindadas sean confiables y válidas para el objetivo propuesto.

Los especialistas elegidos fueron:

1. Belkis Grissel González Rodríguez.
2. Yolanda Sardiñas Suárez.
3. Yenieris Moyares Norchales.

4. Riolvi Acosta González.
5. Yunier Alexander Pimienta Fernández.
6. Osmany Pérez Fera.
7. José Antonio Aragón Cáceres.

Una vez seleccionados los especialistas, se prosigue con la elaboración de la encuesta de validación. La misma está integrada por 6 preguntas en las cuales se recoge toda la valoración respecto a la propuesta creada, resaltando lo positivo, negativo e interesante con el objetivo de lograr una propuesta lo más completa posible, sin error alguno. El cuestionario fue creado de forma tal que las respuestas se categorizaran en (Muy adecuado (A1), Bastante adecuado (A2), Adecuado (A3), Poco adecuado (A4) y No adecuado (A5)). Todos son equivalentes a un peso numérico de 5, 4, 3, 2, 1 respectivamente. Consultar el **Anexo 17**, para conocer en detalle el cuestionario de validación.

3.4.3 Análisis y procesamiento de los resultados

En la prueba estadística el Coeficiente de Concordancia de Kendall (W), se ofrece el valor que posibilita decidir el nivel de concordancia entre los especialistas. Por lo que un perfecto acuerdo entre ellos dará mayor validez a la propuesta.

Se muestra a continuación la tabla que refleja la puntuación de las respuestas en base a 5 puntos, dadas por los especialistas encuestados:

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Rj
Pregunta 1	5	5	4	5	5	4	5	33
Pregunta 2	4	5	4	4	4	4	4	29
Pregunta 3	5	5	4	5	5	5	5	34
Pregunta 4	5	4	4	5	5	5	5	33
Pregunta 5	4	5	4	4	4	5	4	29
Pregunta 6	5	5	3	5	5	4	5	32
								190

Tabla 7 Puntuación de respuesta en base a 5 puntos

3.4.4 Establecimiento de la concordancia de los especialistas mediante el coeficiente de Kendall

Una vez establecida la puntuación de las respuestas dadas por los especialistas encuestados, se hace uso de la fórmula para el cálculo del Coeficiente de Kendall (W), la cual plantea que:

$$W = \frac{12s}{k^2(N^3 - N) - k * Li}$$

K: Es el número de especialistas que intervienen en el proceso de validación, K = 7.

N: Cantidad de aspectos a validar. En este caso N = 6.

S: Es la suma de los cuadrados de las desviaciones y se calcula de la siguiente forma.

Li: Sumatoria de las ligas o empates entre los rangos.

$$S = \sum_{j-i}^n (R_j - \bar{R}_j)^2$$

R_j : Es la suma de los rangos asignados a cada pregunta por parte de los especialistas.

\bar{R}_j : Es la media de los rangos y se determina mediante la fórmula:

$$\bar{R}_j = \frac{\sum_{j-i}^n R_j}{N}; \bar{R}_j = \frac{190}{6} = 31,67$$

$$S = \sum_{j-i}^n (R_j - \bar{R}_j)^2$$

$$S = (33 - 31,67)^2 + (29 - 31,67)^2 + (34 - 31,67)^2 + (33 - 31,67)^2 + (29 - 31,67)^2 + (32 - 31,67)^2$$

$$S = 1,77 + 7,13 + 5,43 + 1,77 + 7,13 + 0,11$$

$$S = 23,34$$

Rangos	Especialistas						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
5	4	5	0	4	4	3	4
4	2	1	5	2	2	3	2
3	0	0	1	0	0	0	0

Tabla 8 Número de observaciones dentro de cada uno de los grupos para los especialistas

$$Li = \frac{\sum_{i=1}^m (l^3 - l)}{12}$$

m: Número de grupos con rangos iguales para el experto "i".

l: Número de observaciones dentro de cada uno de los grupos para el experto "i".

$$Li = \frac{(4^3 - 4) + (5^3 - 5) + (4^3 - 4) + (4^3 - 4) + (3^3 - 3) + (4^3 - 4) + (4^3 - 4) +$$

$$(2^3 - 2) + (1^3 - 1) + (5^3 - 5) + (2^3 - 2) + (3^3 - 3) + (2^3 - 2) + (1^3 - 1)}{12}$$

$$Li = \frac{60 + 120 + 60 + 60 + 24 + 60 + 6 + 120 + 6 + 6 + 24 + 6}{12}$$

$$Li = \frac{552}{12} = 46$$

Una vez que obtenidos los datos, es posible entonces calcular el Coeficiente de Kendall (W) a través de la fórmula:

$$W = \frac{12s}{k^2(N^3 - N) - k * Li}$$

$$W = \frac{12 * 23,34}{7^2(6^3 - 6) - 7 * 46}$$

$$w = \frac{280,08}{49(216 - 6) - 322} = \frac{280,08}{9968} = 0,03$$

El valor obtenido 0.03 expresa el grado de acuerdo entre los 7 especialistas al dar un orden evaluativo a las preguntas sometidas a valoración.

Luego se aplica la Prueba de Significación de Hipótesis, planteándose la hipótesis nula y la alternativa de la siguiente forma:

H_0 : No existe concordancia entre los resultados de los especialistas.

H_1 : Existe concordancia entre los resultados de los especialistas.

Luego se procede con el cálculo del Chi-Cuadrado para poder ver si existe concordancia entre los especialistas encuestados:

$$X^2 = K (N - 1)W$$

$$X^2 = 7 (6 - 1) * 0,03$$

$$X^2 = 1,05$$

El Chi cuadrado calculado se compara con el de las tablas estadísticas. Este se compara con el de la tabla inversa de la función de distribución de la variable Chi-Cuadrado con una probabilidad de error de 0,01.

Si $x_{real}^2 < x_{\alpha, N-1}^2$, entonces hay concordancia entre los especialistas. $x_{real}^2 = 1,05$ es menor que $x_{(0,01;5)}^2 = 15,9$. Por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que corrobora el

cumplimiento de la comparación y por tanto, existe concordancia entre los especialistas.

Se muestra a continuación una gráfica que refleja el resultado de la superioridad de las opciones Muy adecuado y Bastante adecuado sobre las demás, donde se demuestra además la validez de la propuesta presentada.

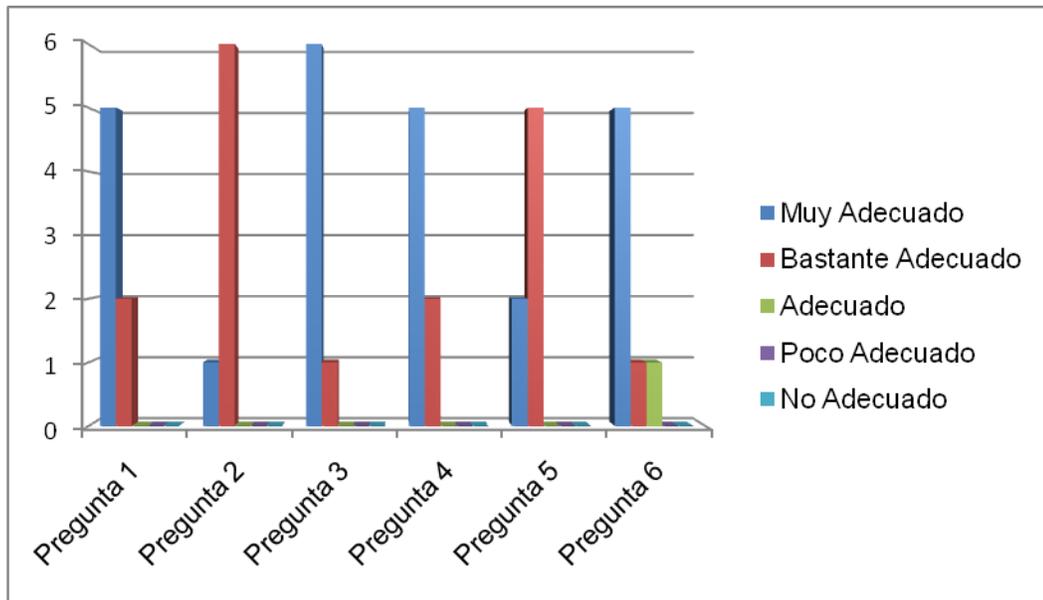


Figura 16 Gráfica de adecuación de preguntas

Una vez concluido el proceso de validación y registrado cada uno de los datos se llega a la conclusión de que el 57,13 % de las respuestas fueron categorizadas de Muy adecuado, el 40,47 % de Bastante adecuado, el 2,4 % de Adecuado y no se obtuvieron respuestas de Poco adecuado ni No adecuado. En la siguiente gráfica se muestra la tabulación de los porcentajes.

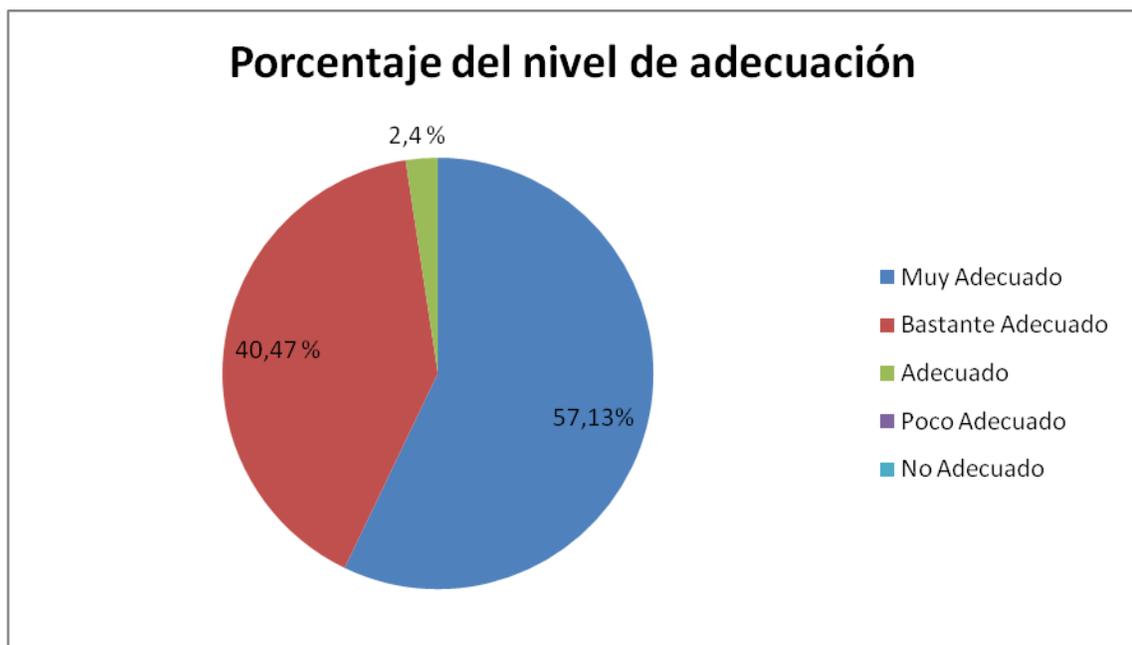


Figura 17 Porcentaje del nivel de adecuación

3.5 Conclusiones parciales

Mediante la realización de este capítulo, se realizó la fase de validación de la propuesta diseñada, mediante la realización de un prototipo de interfaz de usuario, en el que se pueden apreciar de forma visual el sistema de etiquetado, de navegación, la iconografía y cómo quedará el producto final. Se mostró además la ubicación correcta de los principales elementos que componen la aplicación: la barra de herramientas, de herramientas de dibujo, el menú desplegable, la paleta de componentes, explorador de proyecto y el inspector de propiedades, cada uno con sus funcionalidades y características. El prototipo finalmente fue certificado a través de una carta de aceptación del cliente. Para la validación de la propuesta se aplicó la evaluación por especialistas, a través de encuestas realizadas a los mismos, arrojando resultados satisfactorios y mostrando el cumplimiento del objetivo de la investigación.

Conclusiones

La realización de este trabajo posibilitó el cumplimiento del objetivo para el cual se desarrolló la investigación, por lo que se arriba a las siguientes conclusiones:

- ✚ Se obtuvo una propuesta de Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA, logrando una correcta organización y estructura de la información.
- ✚ Se generó un documento de Pautas de AI que incluye cada uno de los elementos para el desarrollo de la Arquitectura de Información.
- ✚ Se implementó un prototipo no funcional con las características visuales definidos en la propuesta de AI.

Recomendaciones

Debido a las ventajas que ofrece la propuesta de AI para los sistemas SCADA, se sugiere el seguimiento de la solución propuesta. Por tal razón se hacen las siguientes recomendaciones:

- ✚ Aplicar la propuesta de AI a proyectos informáticos reales del CEDIN.
- ✚ Realizar la propuesta de AI para el HMI de los sistemas SCADA del CEDIN en el ambiente de ejecución.

Referencias Bibliográficas

1. **Davis, James C. Wtherbe y Gordon B.** Desarrollando arquitectura de información de largo alcance. 1983.
2. **León, Rodrigo Ronda.** Arquitectura de Información: análisis histórico-conceptual. [En línea] http://www.nosolousabilidad.com/articulos/historia_arquitectura_informacion.htm.
3. **Wetherbe, Douglas R. Vogel y James C.** Planificación de universidades: Desarrollando arquitectura de información de largo alcance. 1984.
4. **Morville, L. Rosenfeld P.** Information Architecture for the World Wide Web. 1998.
5. **León, Rodrigo Ronda.** La Arquitectura de la Información y las Ciencias de la Información. [En línea] abril 25, 2005. http://www.nosolousabilidad.com/articulos/ai_cc_informacion.htm.
6. **Arquitectura de Información.** [En línea] <http://www.maismedia.com/blog/optimizacion/arquitectura-informacion-i>.
7. **León, Rodrigo Ronda.** Revisión técnica de la Arquitectura de Información. [En línea] enero 5, 2007. http://www.nosolousabilidad.com/articulos/tecnicas_ai.htm.
8. **Robertson, J.** Information design using card sorting. [En línea] febrero 2001. <http://www.steptwo.com.au/papers/cardsorting/>.
9. **Tramullas, Jesús.** Sistema de etiquetado: el nombre de las cosas. 2000.
10. **González, Luis A.** Tipos de sistemas de navegación. [En línea] 2002. http://cientec.com.uy/webdesign_course/pg004-2.php.
11. **Yusel Sablón Fernández, Denny Hernández Aballe.** Arquitectura de Información en proyectos de desarrollo de software. [En línea] abril 29, 2013. http://www.nosolousabilidad.com/articulos/ai_rup.htm.
12. **Qt Project.** [En línea] mayo 19, 2012. http://qt-project.org/wiki/QtCreatorWhitepaper_Spanish.
13. **Meza, Luis Eduardo Chavarría.** SCADA System's & Telemetry. 2007.
14. **Sehara, Yosell Luis.** Herramienta de configuración para sistemas SCADA. 2012.
15. **Díaz, Ing. Henry Mendiburu.** Sistemas SCADA.
16. **InfoPLC.** Top 5 de aplicaciones SCADA para iPhone y iPad. [En línea] <http://www.infopl.net/documentacion/10-hmi-scada/993-top-5-de-apllicaciones-scada-y-automatizacion-para-iphone-y-ipad>.
17. **SCADA, Dpto. Ing. Electrónica. ETSE Entornos.** Introducción a WinCC.
18. **Lozano, Carlos de Castro.** Introducción SCADA.

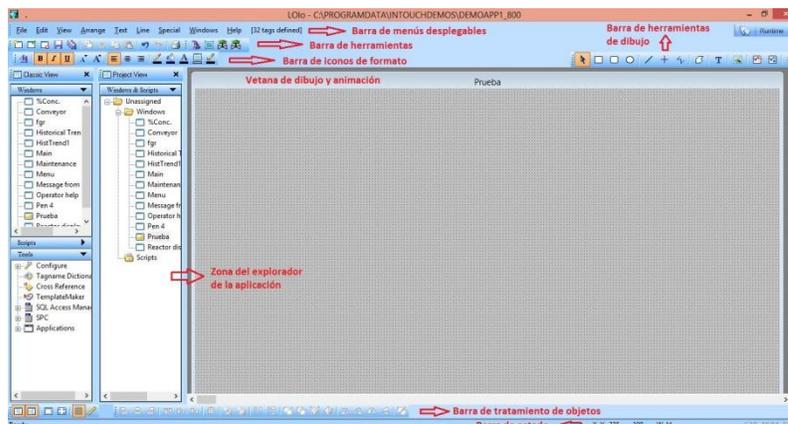
19. **Industrial, Centro de Informática.** Sistemas SCADA desarrollados por el CEDIN.
20. **Bankinter, Fundación Innovación.** Prototipo. [En línea]
<http://emprendedores.fundacionbankinter.org/Asesoramiento/Indice/InformaciónparaEmprendedores/Prototipo>.

Bibliografía

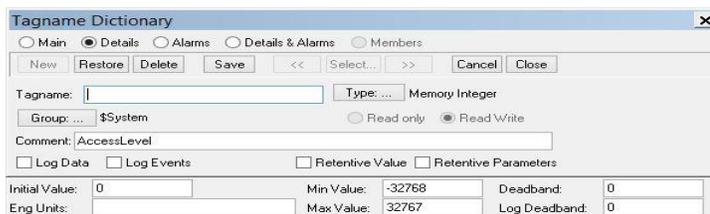
1. Tabla Distribución Chi-Cuadrado. [En línea] <http://www.famaf.unc.edu.ar/~ames/proba2011/tablachicuadrado.pdf>.
2. **Albán, Oscar Andrés Vivas.** Introducción al Qt y al Qt-Creator. [En línea] <http://www.unicauca.edu.co/deic/Documentos/INTRODUCCI%D3N%20AL%20QT%20CREATOR.pdf>.
3. **Álvarez, Larisa González.** *Propuesta de arquitectura para el Sistema de Gestión de Información de los Recursos de la Facultad 3.* 2008.
4. **Amador, Anolandy Díaz.** *Arquitectura de Información del Módulo Dirección Técnica para el Sistema de Gestión de la Producción.* 2009.
5. **Artigos, Centro de.** Coeficiente Kendall. [En línea] http://centrodeartigos.com/articulos-enciclopedicos/article_93380.html.
6. **Aquillino Rodríguez Penin,** *Sistemas SCADA 2da edición. Capítulo 3 Guía de diseño HMI.* 2007.
7. **Ayala, Raúl Gustavo Eid.** *Ponencia: El planteamiento del problema de investigación.* 2007.
8. **Bankinter, Fundación Innovación.** Prototipo. [En línea] <http://emprendedores.fundacionbankinter.org/Asesoramiento/Indice/InformaciónparaEmprendedores/Prototipo>.
9. **Barchini, Graciela Elisa.** *Métodos "I + D" de la Informática.*
10. **Bustamante, Lic. Antonio Montes de Oca Sánchez de.** *Arquitectura de información y usabilidad: nociones básicas para los profesionales de la información.* [En línea] http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12_6_04/aci04604.htm.
11. **Garrido, Salvador Alemany.** *Introducción a Qt: Programación gráfica en C++ con Qt4.* 2009.
12. **González, Tania Rosa Ruiz.** Utilización del Método de los expertos (Delfos) para la validación de una estrategia pedagógica. [En línea] noviembre 2012. http://www.revistaorbita.rimed.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=488&Itemid=70.
13. **Infante, Mailin Carballosa.** *PROPUESTA Y ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN EN EL PROYECTO CICPC.* 2008.
14. **ISO-9241-171.** *Ergonomía de interacción persona-sistema: Directrices de accesibilidad del software.* 2008.

15. **ISO-9241-16.***Requisitos ergonómicos para trabajos de oficinas con pantallas de visualización de datos: Diálogos mediante manipulación directa.* 1999.
16. **ISO/IECTR19766.***Tecnología de la información - Directrices para el diseño de íconos y símbolos que sean accesibles a todos los usuarios.* 2007.
17. **ISA-18.1.***Annunciator Sequences and Specifications.* 2004.
18. **Iglesias, Andrés Iglesias.***Arquitectura de Información del Sistema para la Gestión de la Calidad en la Facultad 8.* 2009.
19. **Jaders Lezcano, Briam Jimenez, Sebastian Ramirez.** CONCORDANCIA DE KENDALL.
20. **María de Lourdes Bravo Estévez, José Joaquín Arrieta Gallastegui.***EL MÉTODO DELPHI. SU IMPLEMENTACIÓN EN UNA ESTRATEGIA .*
21. **Muñoz, Anaidy de la Torre.***Desarrollo de una Ontología en apoyo a las áreas de procesos del nivel 2 de CMMI.* 2013.
22. **NTI, Master.***Procesamiento de imágenes: Programación visual con Qt Creator.*
23. **Pupo, Yaillet Leyva.***Propuesta de la Arquitectura de la Información para el Software de Gestión Empresarial ERP CEDRUX v1.0.* 2012.

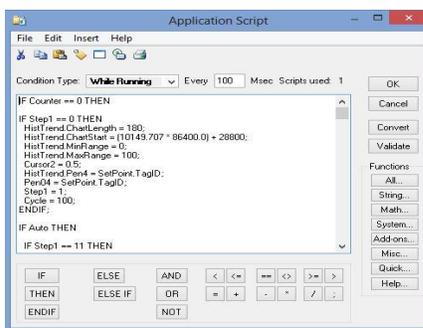
Anexos



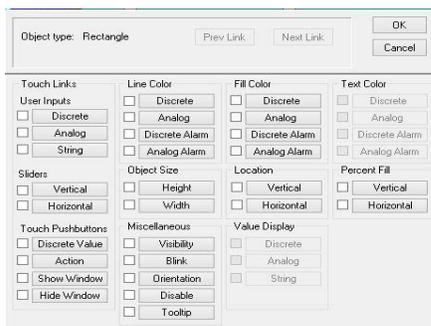
Anexo 1 Ventana de edición Intouch



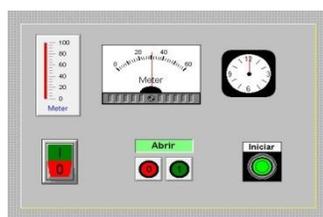
Anexo 2 Diccionario de etiquetas



Anexo 3 Ventana de diálogo Aplicación de Script



Anexo 4 Ventana de diálogo Enlaces de animación



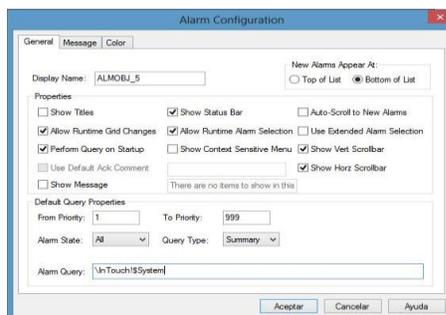
Anexo 5 Wirzards Intouch



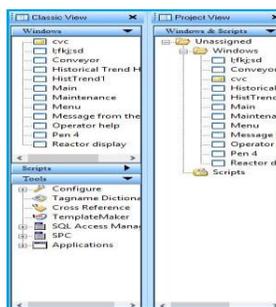
Anexo 6 Barra de herramienta Intouch



Anexo 7 Barra de herramienta de dibujo Intouch



Anexo 8 Ventana de dialogo Alarma de Configuración Intouch



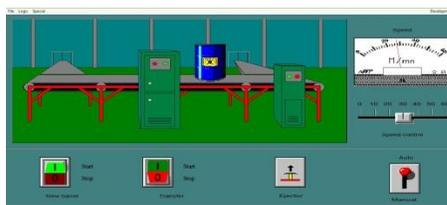
Anexo 9 Ventana Zona del explorador de la aplicación Intouch



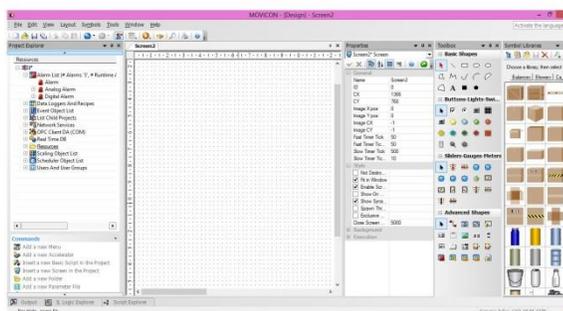
Anexo 10 Barra de tratamiento de objetos agrupados Intouch



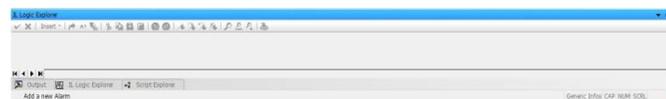
Anexo 11 Barra de estado Intouch



Anexo 12 Ventana de visualización Window Viewer Intouch



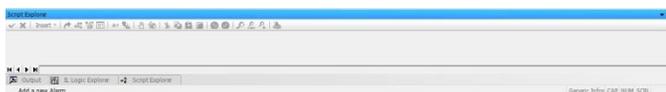
Anexo 13 Ventana de edición y configuración Movicom



Anexo 14 Pestaña IL Logic Explorer Movicom



Anexo 15 Pestaña Output Movicom



Anexo 16 Pestaña Script Explorer Movicom

Anexo 17 Encuesta de Validación de la propuesta de arquitectura de información para los sistemas SCADA del Centro CEDIN.

Estimado compañero/a: Nos dirigimos a usted con el objetivo de desarrollar una encuesta que forma parte de la aplicación del Método de Valoración por Especialistas, que se estará desarrollando en el trabajo de diploma: *Propuesta de la Arquitectura de Información para el HMI en el ambiente de configuración de los sistemas SCADA*. En la cual mediremos con su ayuda y profesionalidad el correcto desarrollo y funcionamiento de la idea presentada. De antemano se le asegura que nadie podrá saber quién es el encuestado. Valore el grado de factibilidad de cada

pregunta o afirmación de acuerdo a la siguiente escala: Muy Adecuado (A1); Bastante Adecuado (A2); Adecuado (A3); Poco Adecuado (A4) y No adecuado (A5).

Gracias de antemano.

Atentamente, Lisandra Ortega González y Richard Abel Ravelo Tabet

Preguntas	Criterios del especialista				
	A1	A2	A3	A4	A5
¿Considera usted que la propuesta elaborada posibilita el entendimiento y rápido acceso a la información?					
¿Considera usted que la estructura y organización de la información que ofrece la propuesta cumple con los estándares y normas internacionales de interfaz gráfica?					
¿Considera usted que los elementos de la arquitectura de información definidos son importantes para los usuarios finales?					
¿Considera usted que la propuesta contiene los requerimientos mínimos para garantizar la demanda y satisfacción de los usuarios finales?					
¿Considera usted útil la propuesta para las áreas que trabajan con los sistemas SCADA?					
¿Considera usted que se ha realizado, para los sistemas SCADA, una adecuada propuesta de Arquitectura de Información?					

Anexo 18 Encuesta a especialistas del centro CEDIN (cliente) con experiencia en los despliegues de sistemas SCADA con el objetivo de clasificar la audiencia e identificar sus necesidades.

Estimado compañero/a: Nos dirigimos a usted con el objetivo de desarrollar una encuesta que forma parte de la propuesta de solución con el objetivo de clasificar la audiencia e identificar sus necesidades.

Gracias de antemano.

Atentamente, Lisandra Ortega González y Richard Abel Ravelo Tabet

Clasificación de la audiencia

Atendiendo a las clasificaciones:

Capacidad Física:

¿Todos los usuarios con impedimentos físicos pueden trabajar en la configuración de un despliegue?

Si la respuesta no es afirmativa.

¿Cuáles son los impedimentos físicos por los que el usuario no puede trabajar?

Ubicación Geográfica:

¿Cómo es el trabajo de los usuarios con los despliegues desde diferentes áreas?

Capacidad Técnica:

¿Cuáles son los roles de los usuarios que interactúan con el producto?

Inventario de actividades

¿Qué actividades realiza los roles en la interacción con el producto?

Anexo 19 Plantilla Arquitectura de Información v1.0 del Expediente de Proyecto definido por la Gestión de la Calidad.



Arquitectura de Información
Interno

<Nombre del Proyecto>
<Nombre del producto>
<Versión>

Control de versiones

Fecha	Versión	Descripción	Autor
<dd/mm/yyyy>	<x.x>	<detalles>	<nombre>

Reglas de Confidencialidad

Clasificación: <<Clasificación>>

Tabla de Contenidos

1.	Introducción.....	1
1.1	Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas.....	1
1.2	Referencias.....	1
2.	Esbozo de la estructura o taxonomía.....	1
2.1	Descripción de los elementos de la estructura.....	2
3.	Definición de la estructura.....	2
3.1	Mapa de Navegación.....	2
3.1.1	Elementos del Sistema de Navegación.....	3
3.2	Diseño de la estructura de las pantallas tipo.....	4
3.2.1	Descripción de los elementos que componen las pantallas.....	4
3.2.2	Iconografía.....	4

1. Introducción

1.1 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

1.2 Referencias

[Lista de documentos a los que se hace referencia en el Plan]

Código	Título
[1]	Documento 1
[2]	Documento 2
[3]	Modelo de Diseño - Módulo de Administración v0.0

2. Esbozo de la estructura o taxonomía

[Representación simple de la estructura del portal en cuanto a etiquetas y jerarquía de los contenidos]

1.0 Inicio

1.1 Quiénes somos

1.1.1 Nuestra historia

1.1.2. Nuestro Personal

1.1.2.1 Biografías del personal

1.2 Qué hacemos

1.2.1 Productos

1.2.2 Servicios

2.1 Descripción de los elementos de la estructura

[Descripción textual de cada uno de los elementos de la estructura, características, comportamiento, etc.]

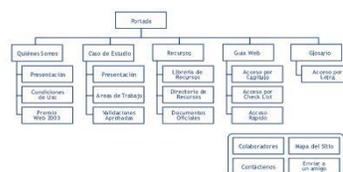
-
-
-

3. Definición de la estructura

3.1 Mapa de Navegación

[Representación en forma de árbol de secciones, niveles y contenidos relacionados]

Ejemplo:



3.1.1 Elementos del Sistema de Navegación

[Listado de los elementos del Sistema de Navegación]

Ejemplo:

- **Menú General:** siempre presente en todo el sitio, permite el acceso a cada una de las áreas del sitio.
- **Plié de Página:** usualmente ubicado en la parte inferior de cada página, indica el nombre de la institución, teléfonos, dirección física y de correo electrónico.
- **Barra Corporativa:** ofrece diversas opciones de información respecto del sitio y tal como el anterior, se muestra en todas las páginas.
- **Ruta de Acceso:** listado que aparece en la parte superior de cada página y que muestra el trazado de páginas que hay entre la Portada del sitio hasta la página actual que se esté revisando; cada una de ellas debe tener un enlace, para acceder al área de la cual depende la página. Cada uno de los elementos que conforman este «camino» debe tener un enlace que permita el acceso a esas áreas. En la literatura internacional en inglés sobre este tema, se llama a este elemento como «breadcrumbs».
- **Fecha de publicación:** para saber la vigencia de publicación del contenido desplegado.
- **Botón Inicio:** para ir a la portada
- **Botón Mapa del sitio:** para ver el mapa del Sitio Web
- **Botón Contacto:** para enviar un mensaje al encargado del sitio
- **Buscador:** presente en cada página si la funcionalidad existe en el sitio.
- **Botón Ayuda:** para recibir ayuda sobre qué hacer en cada pantalla del sitio.
- **Botón Imprimir:** para imprimir el contenido de la página, se espera que el formato de impresión del documento que se muestra en pantalla sea más simple que la página normal del Sitio Web, para dar la impresión al usuario de que hay una preocupación por ayudarle en la tarea de llevar impreso el contenido.

3.2 Diseño de la estructura de las pantallas tipo

[Representación lineal de cada uno de los elementos que componen las pantallas tipo, con el objetivo de verificar la ubicación de cada uno de ellos.]

Ejemplo:



3.2.1 Descripción de los elementos que componen las pantallas

[A cada elemento se le asigna un número en la pantalla y se describe la funcionalidad de ese grupo de contenido, en los casos donde se realicen transacciones se debe incluir un diagrama de flujo sencillo que ejemplifique las posibles interacciones y sus resultados con las pantallas correspondientes]

3.2.2 Iconografía

Ejemplo de iconografía:
Icono + descripción

