

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5



**Título: Propuesta de implementación del área
de proceso Integración de Producto del
Modelo de Capacidad y Madurez Integrado
para el Centro de Desarrollo de Informática
Industrial**

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

Autora:

Yeniset Pereira Rodríguez

Tutores:

Ing. Yadira Morales Álamo

Ing. Raúl Pérez Alejo

La Habana, 7 de junio 2011

“Mucho del software hoy en día se parece a una pirámide egipcia: con millones de ladrillos apilados uno encima del otro, sin integridad estructural y hecho por pura fuerza bruta y miles de esclavos.”

Alan Kay

Declaración de Autoría

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

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

Yeniset Pereira Rodríguez

Firma del Autor

Ing. Yadira Morales Álamo

Firma del Tutor

Ing. Raúl Pérez Alejo

Firma del Tutor

Datos de Contacto

Generales del diplomante

Nombre y apellidos: Yeniset Pereira Rodríguez

Sexo: F

Grupo: 5501

Correo electrónico: ypereirar@estudiantes.uci.cu

Generales del tutor

Nombre y apellidos: Ing. Yadira Morales Álamo

Categoría docente: Instructor

Grado científico: -

Centro de trabajo: Universidad de las Ciencias Informáticas

Cargo: Administradora de la Calidad

Título de la especialidad de graduado: Ingeniero en Ciencias Informáticas

Año de graduación: 2007

Institución en la que se graduó: Universidad de las Ciencias Informáticas

Correo electrónico: yalamo@uci.cu

Teléfono del centro de trabajo: 837-8248

Teléfono particular: -

Generales del tutor

Nombre y apellidos: Ing. Raúl Pérez Alejo

Categoría docente: Instructor

Grado científico:-

Centro de trabajo: Universidad de las Ciencias Informáticas

Cargo: Jefe del departamento de Integración y Despliegue

Título de la especialidad de graduado: Ingeniero en Ciencias Informáticas

Año de graduación: 2006

Institución en la que se graduó: Universidad de las Ciencias Informáticas

Correo electrónico: rperez-alejo@uci.cu

Teléfono del centro de trabajo: 835-8252

Teléfono particular: -

Agradecimientos

Agradezco de todo corazón a todas las personas que de una forma u otra han tenido que ver con la realización de mi sueño personal: Convertirme en ingeniera. En especial a mis profesores que a lo largo de todos mis años de estudios pusieron en mis manos las herramientas necesarias para poder transitar cinco años de intensas jornadas de exámenes. A mis amistades por estar ahí siempre en los momentos en que me hizo falta el consejo de un amigo. A mis tutores por confiar en mí durante estos meses en los que trabajamos juntos. A mi familia por ser esas personas especiales con las que siempre se que puedo contar mención especial para mis abuelos, mi tío Pedro por preguntarse todos los días cuanto tiempo más yo iba estudiar, mi tío Jorge Luis aunque lejos siempre presente, mi tía Raidita a la que quiero mucho, mis primos varones la tribu completa y a mi prima Kenia. También agradezco a Felipe, gracias por ser la persona responsable de que yo vea la vida desde otra perspectiva. Y por último agradezco a las dos personas más importantes de mi vida, mi papá y mi mamá: A mi papito por ser mi guía en todo momento y no dejarme torcer el camino y a mi mamita por ser mi apoyo incondicional ante todas las dificultades.

A todos muchas gracias.

Dedicatoria

Le dedico mi tesis a mi papá y a mi mamá: Sin ellos no hubiera sido posible. Los quiero mucho a los dos.

Resumen

En nuestra sociedad actual el aumento de la demanda en la producción del software ha propiciado un crecimiento considerable en la competitividad existente entre las organizaciones que desarrollan productos de software. Ello a su vez ha desencadenado la búsqueda de nuevos y mejores enfoques de desarrollo que optimicen los procesos y aumenten la rentabilidad de cada producto desarrollado para garantizar así el mayor grado de satisfacción que se pueda alcanzar por parte de los clientes. De la utilización de estos nuevos enfoques surge la necesidad de implementar modelos de mejora que guíen el curso de los procesos que son parte del desarrollo del software que proponen estos enfoques. Es el caso de las Líneas de Productos de Software (LPS) y el Desarrollo de Software Basado en Componentes (DSBC) que traen consigo un proceso de integración de productos. Buscando mejorar el proceso de integración que se utiliza en el Centro de Desarrollo de Informática Industrial (CEDIN) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) el presente trabajo realiza una propuesta de implementación del área de proceso Integración de Productos (IP) del Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI) y desarrolla el método de evaluación Delphi que permite validar la puesta en práctica de la propuesta en el centro de desarrollo. Obteniendo como resultado la implementación del área de proceso IP de CMMI en el departamento de integración, optimizando el proceso de integración de productos que se realiza y asegurando con esto un proceso de integración exitoso para los productos de software que se desarrollan en el CEDIN.

PALABRAS CLAVE

Componentes, Desarrollo, Integración, Líneas, Modelo, Productos, Software.

Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentación Teórica.....	7
1.1 Conceptos Fundamentales.....	7
1.1.1 ¿Qué es calidad?	7
1.1.2 ¿Qué es Calidad de Software?	8
1.1.3 ¿Qué se entiende por proceso?	9
1.1.4 ¿Qué es un modelo de mejora de procesos/modelo de calidad de software?	10
1.1.5 ¿Qué es un estándar calidad?	11
1.2 Modelos y Estándares	11
1.3 Modelo Solución	15
1.4 ¿Por qué CMMI?	19
1.5 Integración de Productos según CMMI	20
1.5.1 Descripción del área de proceso IP.....	20
1.5.2 Metas genéricas y específicas del área de proceso IP.....	21
1.6 Herramientas usadas en el proceso de IP	22
1.6.1 Herramientas de compilación y empaquetado.....	22
1.6.2 Herramientas de control de versiones	25
1.6.3 Herramientas de gestión de repositorios	27
1.7 Conclusiones parciales.....	28
Capítulo2: Propuesta de Implementación	29
2.1 Análisis DAFO	29
2.2 Definición del área de proceso IP.....	32
2.2.1 Políticas	32
2.2.2 Relación del área IP con otras Áreas de Procesos.....	33
2.2.3 Involucrados Relevantes	34
2.2.4 Roles y Responsabilidades	34
2.3 Adaptación del área de proceso IP al CEDIN	36
2.3.1 Diagrama de Interacción de los 4 subprocesos	36
2.3.2 Diagrama Relación de los subprocesos con el ciclo de vida de los proyectos.....	37
2.3.4 Descripción gráfica de los 4 subprocesos	38
2.4 Productos de Trabajo del área de proceso IP	41
2.4.1 Descripción de las plantillas	42

2.5 Documentos del área de proceso IP	45
2.6 Conclusiones parciales	45
Capítulo 3: Validación de la Propuesta	47
3.1 Método Delphi	47
3.2 Selección de expertos	48
3.3 Elaboración del cuestionario de validación de la propuesta	50
3.4 Desarrollo práctico y explotación de resultados	52
3.5 Resultados obtenidos de la encuesta para la selección de los expertos	56
3.6 Resultados obtenidos de las encuestas para la validación de la propuesta	57
3.7 Resultados obtenidos de la prueba parcial de la propuesta en el CEDIN.	63
3.8 Conclusiones parciales	65
Conclusiones	66
Recomendaciones	67
Bibliografía	68
Anexos	71
Anexo 1: Encuesta de selección de expertos	71
Anexo 2: Encuesta de validación de la propuesta 1	73
Anexo 3: Encuesta de validación de la propuesta 2	75
Anexo 4: CEDIN-PI03:2011_Acta de Entrega (25-05-11).doc	77

Figure 1 Evolución de la Reutilización del Software	2
Figure 2 Infraestructura Productiva de la UCI	3
Figure 3 Ventajas de los Modelos de Calidad	10
Figure 4 Relación entre los diferentes enfoques hacia la calidad [ISO/IEC 9126]	12
Figure 5 Relación de por cientos.....	14
Figure 6 Estructura de un área de proceso	15
Figure 7 Representaciones de CMMI	18
Figure 8 Interacción de los subprocesos	36
Figure 9 Relación de los subprocesos con el ciclo de vida.....	37
Tabla 1 Relación con otras áreas de proceso	34
Tabla 2 Roles y Responsabilidades	35
Tabla 3 Plantillas del área de proceso	42
Tabla 4 Descripción de las plantillas del proceso	45
Tabla 5 Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.	49
Tabla 6 Resultados de la selección de expertos	50
Tabla 7 Reglas para la elaboración de un cuestionario	51
Tabla 8 Frecuencias Absolutas	53
Tabla 9 Frecuencia Acumuladas	53
Tabla 10 Frecuencia Relativa Acumulada	54
Tabla 11 Resultados de los cálculos	55
Tabla 12 Grados de adecuación	55
Tabla 13 Puntos de corte	56
Gráfico 1 Representación de expertos	56
Gráfico 2 Coeficiente de competencia de los expertos.....	57
Gráfico 3 Nivel de adecuación de la pregunta 1 de la encuesta 2	58
Gráfico 4 Nivel de adecuación de la pregunta 2 de la encuesta 2	58
Gráfico 5 Valoración de los artefactos del proceso	59
Gráfico 6 Valoración de los documentos del proceso.....	60
Gráfico 7 Actividades fundamentales según expertos	61
Gráfico 8 Valoración de la propuesta	62
Gráfico 9 Nivel de aceptación	62
Gráfico 10 Comparación entre el proceso IP de antes y después	64

Introducción

El desarrollo de software constituye un sector de vital importancia a nivel mundial, se encuentra en el centro de todas las transformaciones; sobre todo si se considera que los grandes temas del momento como son: la economía digital, la evolución de las empresas y el conocimiento se gestionan con software. La demanda que actualmente existe de su producción asciende a un ritmo vertiginoso; desarrollar productos que cumplan con los requisitos y que respondan a la planificación y el presupuesto establecido, son factores trascendentales para el éxito de una empresa. El software se ha convertido en el elemento clave de la evolución de los sistemas y productos informáticos; pasando de ser una resolución especializada de problemas y una herramienta de análisis de información, a una industria por sí mismo.

La gran competitividad entre las organizaciones que producen software a nivel mundial exige que las mismas deban asegurar que el proceso de desarrollo de software esté dirigido a perfeccionar el nivel de satisfacción del cliente como resultado de las actividades ejecutadas durante el ciclo de vida del software, lo que implica desarrollar sistemas complejos, que respondan a todos los requerimientos del cliente, en muy corto periodo de tiempo, que minimicen los gastos tanto humanos como económicos y que además tengan la calidad máxima posible.

En busca de cumplir esta meta las organizaciones buscan nuevos enfoques que mejoren sus procesos de desarrollo de software. Enfoques que les garanticen estar ubicadas dentro del rango de empresas flexibles y dinámicas para poder ser competitivas y no desaparecer, lo cual encierra como objetivos específicos ser capaces de desarrollar sus ideas lo más rápido posible, crear alternativas que optimicen sus procesos de desarrollo y aumentar la rentabilidad de cada producto desarrollado. Precisamente para dar cumplimiento a estos objetivos surgen como alternativas de desarrollo en la industria del software, las Líneas de Productos de Software (LPS) y el Desarrollo de Software Basado en Componentes (DSBC). Ambas alternativas se basan en la reutilización del software (Figura 1) definida por Somerville [17], como un enfoque de desarrollo de software que trata de maximizar el uso recurrente de componentes, software y activos existentes.

Según Clements (2001) [28] se definen a las LPS como un conjunto de sistemas software, que comparten un conjunto común de características (features), las cuales satisfacen las

necesidades específicas de un dominio o segmento particular de mercado, y que se desarrollan a partir de un sistema común de activos base (core assets) de una manera preestablecida. Las mismas permiten reducir tanto el tiempo como el costo para desarrollar cada producto, resultado de la estabilidad y confiabilidad de los activos base que se reutilizan.

Por otro lado la literatura define al DSBC Sametinger [18] como una alternativa, que se apoya en componentes de software ya desarrollados, que son combinados adecuadamente para satisfacer los requisitos del sistema. Construir una aplicación se convierte por tanto en la búsqueda y ensamblaje de piezas prefabricadas, desarrolladas en su mayoría por terceras partes, y cuyo código no puede modificarse.



Figure 1 Evolución de la Reutilización del Software

Cuba no se encuentra ajena al surgimiento de esta nueva industria ni a los nuevos enfoques de desarrollo que utilizan las organizaciones que producen software. A pesar del bloqueo económico, comercial y financiero con el que Estados Unidos, le impide al país el acceso a su mercado y lo obliga a invertir varias veces más recursos al tener que recurrir a mercados muy distantes. Basándose sobre todo en sus recursos humanos y optimizando sus recursos materiales y financieros, el país observa como una meta alcanzable la incorporación en el mercado mundial de software, y serios pasos se muestran encaminados a cumplir ese objetivo: la creación del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, la creación de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), la revitalización y potenciación de los tecnológicos de informática, la Universalización de la Carrera de Ingeniería Informática y la presentación internacional de Incusoft (Industria Cubana del Software) en el 2004, son ejemplos ilustrativos.

En aras de lograr la meta propuesta todos los esfuerzos invertidos, en la mejora de la calidad de los procesos y productos para elevar las capacidades de la naciente industria cubana del software, son necesarios. Para desarrollar software competitivo en el ámbito internacional se requiere estar en línea con las nuevas tendencias y cambios de paradigma en la industria. Esta es la razón por la que Cuba ha comenzado a insertar las LPS y el DSBC en el proceso de desarrollo de software del país, específicamente en el proceso de desarrollo de software que se lleva a cabo en la UCI.

La UCI es un centro de estudios universitarios y de producción de software cuyo objetivo es informatizar la sociedad cubana y contribuir al desarrollo de la industria de software nacional. Desde su surgimiento en el año 2002 tras un trabajo arduo por parte de sus profesores, estudiantes y demás trabajadores, los resultados obtenidos la convierten en uno de los frentes de desarrollo de software más importantes del país. Como parte del proceso de implantación de las nuevas alternativas se hizo necesario inicios del año 2010 reestructurar la infraestructura productiva de la universidad. Dividirla en centros de desarrollo (Figura 2) ubicados tanto dentro como fuera de la sede principal.

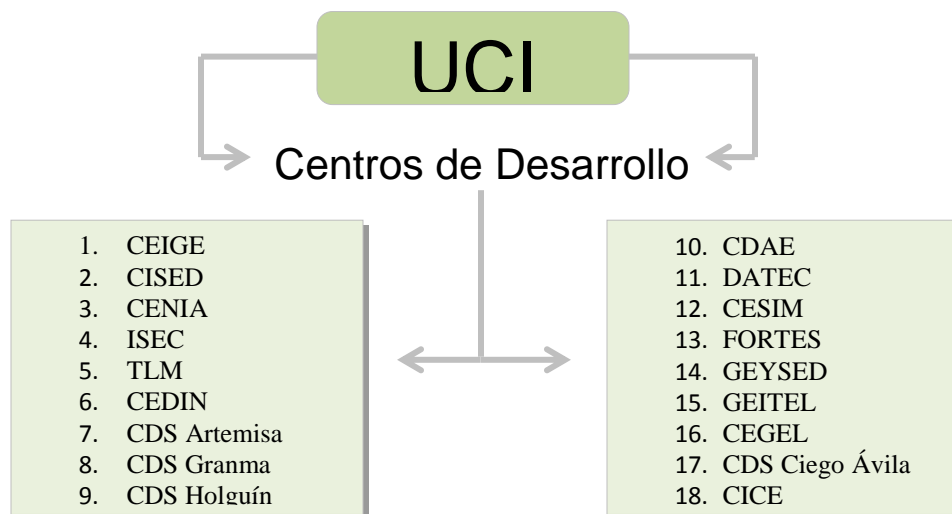


Figure 2 Infraestructura Productiva de la UCI

Estos centros están asociados a las 7 facultades de la universidad y a las tres facultades regionales, cada uno funciona de manera individual pero sus resultados tributan a un mismo lugar, la universidad. Es el caso del Centro de Desarrollo de Informática Industrial (CEDIN) el cual está asociado a la Facultad número 5.

En el CEDIN existen 4 departamentos en los cuales se desarrollan 7 LPS, estas líneas se encargan de agrupar los proyectos de trabajo con los que está comprometido el centro. En cada línea se desarrolla un número de componentes. Las características y la utilidad de estos componentes dependen de la línea de la que provengan, puede ser una línea que tenga como finalidad un proyecto productivo o simplemente una línea que desarrolle versiones de componentes. El objetivo es que mediante las LPS y el DSBC se puedan crear diferentes variantes de software a partir de una infraestructura común. Todo esto es posible por la existencia de un departamento de integración que se encarga de integrar los diferentes componentes para lograr un producto final.

Actualmente en el departamento de integración del centro, la integración de componentes de la Línea de Productos SCADA funciona de manera empírica. En respuesta a la solicitud de cualquiera de los líderes de estos proyectos, se realiza la integración de los componentes indicados sin seguir un orden previamente definido, sin tener una idea exacta de todos los artefactos que se deben generar durante el proceso de integración, sin suficiente información acerca de las versiones de los componentes con los que se va a trabajar y con el inconveniente de que existen algunos proyectos donde falla la comunicación con el departamento de integración. Estos proyectos realizan gran parte de la integración de los componentes que desarrollan, entorpeciendo el proceso de integración del centro, debido a que si se hace necesario utilizar alguno de estos mencionados componentes se desconoce su estado en general. Esta situación constituye un factor que influye negativamente en la calidad del producto final. Es lógico pensar que en un ambiente de proyecto con componentes distribuidos en líneas, con un grado de soltura importante, es vital gestionar la compatibilidad de las versiones de los componentes que se usan y generar siempre el número adecuado de artefactos necesarios para llevar a cabo una integración exitosa.

Una vez descrita la **situación problemática**, surge la incógnita: ¿Cómo garantizar que el proceso de integración de componentes que se realiza en el CEDIN se ejecute siempre dentro de los mismos parámetros? Este **problema científico** guía la realización del presente trabajo de diploma. Se define como **objeto de estudio**: El proceso de Integración de Producto; tomando, específicamente, como **campo de acción**: El área de proceso de Integración de Producto (IP) que propone el Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI).

En el contexto investigativo, con el propósito de dar solución al problema propuesto, se determina como **objetivo general**: Elaborar una propuesta de implementación del área de proceso IP de CMMI para el CEDIN.

La **idea a defender** es que si se elabora una propuesta de implementación del área de proceso de IP de CMMI y se aplica en el centro se debe garantizar que el proceso de integración se realice siempre dentro de los mismos parámetros.

Para guiar el proceso investigativo se incluyeron las **tareas investigativas** siguientes:

1. Selección y caracterización de la bibliografía actual relacionada con CMMI, LPS, DSBC y proceso de integración de productos, para elaborar el marco teórico de la investigación.
2. Caracterización de soluciones existentes para comparar con la solución propuesta.
3. Descripción de herramientas utilizadas en las soluciones existentes para seleccionar e incorporar las más adecuadas a la solución propuesta.
4. Descripción de políticas, roles, subprocesos necesarios, involucrados relevantes y actividades para definir el área de proceso IP de CMMI.
5. Descripción de los artefactos generados y documentos creados para integrar la solución propuesta.
6. Evaluación de la propuesta de implementación del área de proceso IP definida mediante métodos de evaluación para analizar e identificar riesgos potenciales en su estructura y sus propiedades.
7. Validación del área de proceso de IP para confirmar la solidez de la propuesta realizada.

Entre los **métodos** de trabajo científico utilizados se destacan los siguientes:

Teóricos: El método hipotético-deductivo para la elaboración de la idea a defender en la investigación y para la definición del proceso, el método histórico-lógico para el estudio crítico de los trabajos anteriores. El método analítico-sintético para descomponer el problema de investigación en elementos por separado y profundizar en el estudio de cada uno de ellos, para luego sintetizarlos en la solución de la propuesta.

Empíricos: El método de observación para conocer la realidad mediante la censo-percepción directa de entes y procesos; el método de la entrevista para obtener los problemas presentes tanto en el departamento de integración como en los demás departamentos del centro, el método experimental para comprobar la utilidad de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la propuesta y el método de encuesta para conocer a través de cuestionarios la opinión de los expertos poder evaluar la solución propuesta.

Esta investigación está estructurada de la siguiente forma: Introducción general, tres capítulos, conclusiones generales, anexos y bibliografía.

Capítulo 1: Se desarrolla la fundamentación teórica de la investigación, que sirve de base al proceso investigativo, se lleva a cabo toda una recopilación de argumentos para fundamentar la solución escogida. Además se realiza la descripción del modelo solución y de las herramientas relacionadas al proceso.

Capítulo 2: Se hace la descripción de la propuesta de implementación del área de proceso IP que será aplicada en el CEDIN.

Capítulo 3: Se evalúa la propuesta a través de criterios de expertos los cuales se basan en los resultados obtenidos después de la puesta en práctica de un grupo de encuestas y la realización de una prueba parcial.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

La investigación científica es un proceso sistemático, organizado y objetivo destinado a dar respuesta a una interrogante. Toda investigación implica un conjunto de pasos, o etapas secuenciadas, enlazadas de manera lógica unas con otras. En la presente investigación ya se ha definido la interrogante a la que se debe dar respuesta, por lo que el siguiente paso lógico sería plantear los fundamentos teóricos que sostienen y darán continuidad al proceso investigativo.

En el presente capítulo se hace una introducción a los conceptos fundamentales relacionados con la investigación, se describen los modelos de mejora de procesos de software y los estándares más usados internacionalmente que incluyen como práctica general el proceso de integración de producto, finalizando con el modelo solución y las herramientas más usadas dentro del proceso de integración.

1.1 Conceptos Fundamentales

1.1.1 ¿Qué es calidad?

La totalidad de los clientes buscan la mejor calidad, sin embargo, lo que puede ser "excelente" para algunos, puede no serlo para otros. Cuando un cliente alcanza un producto y/o servicio, lo hace, en mayor medida, para la satisfacción de sus necesidades, esperando que funcione como lo esperado. La mayoría de las veces el nivel de calidad se mide teniendo en cuenta las preferencias del cliente. Cuando eso sucede, la probabilidad de que la calidad de un producto sea excelente, es bastante alta, pues lograr que el consumidor no lo reemplace por otro, es lo que se espera. La calidad siempre le da nivel y tranquilidad al cliente, finalmente es él quien califica el producto. Un producto y/o servicio es bueno o malo dependiendo, en gran medida, del grado de aceptación o rechazo por parte de los clientes. La calidad es la base de las nuevas proyecciones dentro de las organizaciones, puede considerarse plenamente incorporada al trabajo empresarial; y debe ser considerada como una característica inseparable a los productos y/o servicios de cada organización. Ésta, es el resultado de un esfuerzo constante, se trabaja de forma eficaz con la expectativa de poder satisfacer la aspiración del consumidor.

La calidad es primordial en las actividades de cada centro, sin embargo, se observa cierta confusión en empresas y entidades de todo tipo a la hora de emplear conceptos relacionados al tema. Según los especialistas la calidad se define de diferentes maneras, en general, algunos de los criterios de los más renombrados en el tema de la calidad son los de Garvín [14], presenta cinco enfoques:

- “Trascendente: Algo que se conoce cuando se ve (excelencia innata)”.
- “Basada en usuario: Satisfacción de las necesidades del usuario”.
- “Basada en fabricante: Conformidad con las especificaciones”.
- “Basada en producto: Cantidad de cierto atributo poseído por el producto (económica)”.
- “Basada en valor: Mayor valor para el dinero (precio asequible)”.

Son muchos los conceptos que definen el término, por ejemplo:

- “La clásica adecuación al uso” [5].
- “Conformidad con requisitos y confiabilidad en el funcionamiento” [6].
- “La específica conformidad” [7].

La calidad está en constante evolución, se analiza desde el contexto que se utilice, de ahí la variedad de criterios con respecto a su concepto. Por esa razón es necesario tomar partido por un concepto u otro, la definición de calidad de software que se tomará en cuenta en la investigación en curso es. “totalidad de las características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas”.

1.1.2 ¿Qué es Calidad de Software?

La calidad del software es una de las mayores preocupaciones de cualquier productor, al aseguramiento de esa actividad, se empeñan muchos esfuerzos; sin embargo, eso no implica que el software sea perfecto, pues casi nunca lo es. No existe un proyecto que no tenga entre sus objetivos, producir software de la mejor calidad posible, que cumpla y supere las expectativas de los clientes (si puede ser posible); lograr el cumplimiento de ese objetivo, es la tarea más compleja dentro de un equipo de desarrollo. La industria del software ha tenido que madurar rápidamente, tal como lo exigen los avances tecnológicos y su alta participación en el interior de las empresas, compartiendo el interés por la calidad y la competitividad, sin dejar a un lado el arduo trabajo de crecerse ante la productividad y hacerse mejor cada día. En la

industria del software se pueden evidenciar necesidades de satisfacción del cliente de productos y/o servicios de software, de reducción de recursos invertidos en proyectos de software y de la efectiva asignación de recursos humanos.

La calidad del software está dada por la calidad de los procesos usados para desarrollarlo y mantenerlo. Si hablamos de la calidad del software, no se puede dejar de mencionar que también es variable en cuanto a su definición; no cuenta con un concepto estándar, pues cada institución o investigador la define desde su perspectiva, por ello, la causa de no existir una definición específica. A pesar de todo lo antes mencionado, existen algunas definiciones estandarizadas que no deben quedar fuera del proceso del desarrollo del software, por ejemplo:

- “La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario” [8].
- “Concordancia del software producido con los requerimientos funcionales de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente” [9].
- Boehm plantea que para que haya calidad, debe tener las siguientes características: “Fiabilidad, portabilidad, eficiencia, ingeniería humana, facilidad de prueba y mantenibilidad” [10].

Las definiciones descritas anteriormente concuerdan en que: la calidad del software es la capacidad del software para satisfacer las necesidades de los usuarios. Precisamente esta es la definición de calidad de software con la que se trabajará en la presente investigación. Una vez que se define, darse cuenta de que es un proceso muy importante y significativo en cualquier empresa o entidad, es simple; lo complejo es lograr su objetivo fundamental: alcanzar la calidad del producto (resultados satisfactorios).

1.1.3 ¿Qué se entiende por proceso?

Un “Proceso” puede definirse como un “Conjunto de prácticas que se ejecutan con un propósito determinado, las cuales transforman elementos de entradas en salidas que son de valor para el cliente” Pressman [26]. Estas prácticas requieren las asignaciones de recursos tales como

personales y materiales. Los elementos de entrada y los resultados previstos pueden ser tangibles (tal como equipos, materiales o componentes) o intangibles (tal como energía o información). Los resultados también pueden ser no intencionados. Cada proceso tiene clientes y otras partes interesadas (los cuales pueden ser internos o externos a la organización) que son afectados por el proceso y quienes definen los resultados requeridos de acuerdo con sus necesidades y expectativas. Todos los procesos deberían estar alineados con los objetivos de la organización y diseñarse para aportar valor, teniendo en cuenta el alcance y la complejidad de la organización.

1.1.4 ¿Qué es un modelo de mejora de procesos/modelo de calidad de software?

Es un patrón a seguir, mediante el cual, una empresa intenta modificar sus procesos para ser más eficaces y reducir costos [12]. Mediante el seguimiento de este patrón, que en la mayor parte de los casos conlleva reorganizaciones internas, se persigue implícitamente la mejora en la calidad de los productos desarrollados. Es además un conjunto estructurado de elementos cuyo objetivo es el desarrollo de productos de calidad de manera consistente y predecible. Un modelo indica "Qué hacer", no "Cómo hacer", ni "Quién lo hace", proporcionando a las organizaciones que los utilizan ventajas sobre las que no (Figura 3).

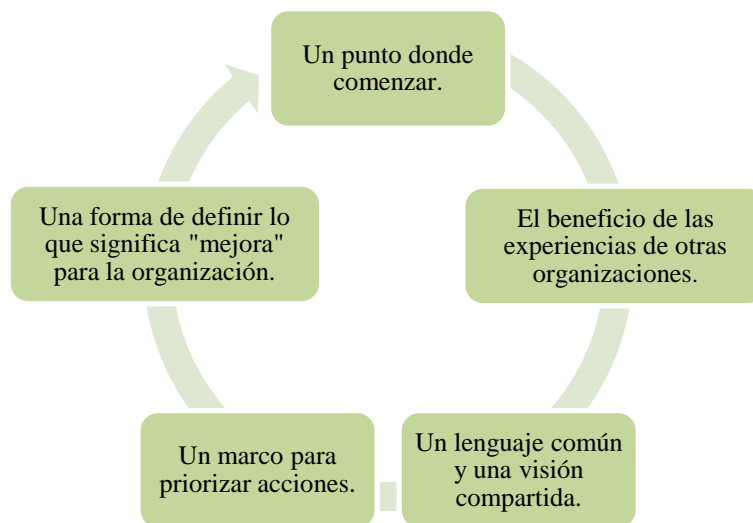


Figure 3 Ventajas de los Modelos de Calidad

1.1.5 ¿Qué es un estándar calidad?

Según la NC-ISO/IEC 9126-1 es el conjunto de características y las relaciones entre las mismas, que proveen la base para especificar requisitos de calidad y evaluar la calidad. [NC-ISO/IEC 9126-1, 2005] [7]. El doctor Witold Suryń [6], profesor en la escuela de Tecnología Superior, en Montreal, Canadá; expresa que los estándares de calidad presentan un acercamiento para unir diferentes atributos de calidad con los objetivos básicos de: ayudar a entender como varias facetas de calidad contribuyen al todo y enfatizar claramente que la calidad de software es mucho más que simplemente defectos y fracasos. Además los estándares representan una ayuda para navegar por el mapa de características de calidad, subcaracterísticas, medidas apropiadas y por último, ayudan a definir el perfil de evaluación. Por su parte, los estándares de calidad permiten la definición de un grupo de criterios de desarrollo que guiarán el proceso en la producción de un software. Estos proporcionan un marco para implementar procedimientos de aseguramiento de la calidad.

Para el presente trabajo un estándar define el rango en el que resulta aceptable el nivel de calidad que se alcanza en un determinado proceso para un indicador, si el valor del indicador está dentro del rango significa que se está cumpliendo con el criterio de calidad definido. Si, por el contrario, está por debajo del rango significa que no se están cumpliendo los compromisos de calidad y si está por encima se está gastando en términos de esfuerzo más de lo planeado. Por lo tanto un estándar de calidad óptimo es el que reúne los requisitos mínimos en busca de la excelencia dentro de una organización institucional.

1.2 Modelos y Estándares

Hoy día el número de problemas que buscan solución en un software es cada vez mayor al igual que el grado de complejidad de los mismos, esto es consecuencia directa de que en las sociedades cada vez más servicios se ejecutan mediante el uso de un software. Por esta razón las organizaciones quieren ser capaces de producir software confiable, a tiempo y dentro del presupuesto acordado con el cliente, mientras que estos quieren saber si todo lo anterior se cumplirá. La respuesta encontrada para dar solución a esta situación fueron los modelos y estándares de calidad, estos contribuyen a que las compañías productoras de software consigan niveles aceptables de calidad y eficiencia.

Los modelos y estándares de calidad surgen desde 1970 pero su auge comienza en la década de los 90', cuando se hace necesario el uso de los mismos para garantizar el proceso de desarrollo de software. Uno de los modelos de calidad más antiguos es el modelo McCall, presentado en 1977. Este modelo se centra en el producto final, identificando atributos claves denominados atributos de calidad desde el punto de vista del usuario. De este modelo se derivaron otros como el modelo Dromey quien propuso un marco de referencia para la construcción de modelos de calidad, basado en cómo las propiedades medibles de un producto de software pueden afectar los atributos de calidad generales, como por ejemplo, confiabilidad y mantenibilidad. Le sigue ISO/IEC 9126 es un estándar internacional para la evaluación del software es supervisado por el proyecto Ingeniería de Requisitos de Calidad y Seguridad o Security Quality Requirements Engineering (SquaRE) y la Organización Internacional de Normalización (ISO 25000:2005), que siguen los mismos conceptos generales. Este estándar surge debido a la necesidad de un marco único para expresar la calidad de un software y se divide en cuatro partes que trata, respectivamente, los temas siguientes: modelo de la calidad, métricas externas, métricas internas, y métricas de calidad en uso (Figura 4). En junio de 1995 surge el Software Process Improvement and Capability Determination (SPICE) un estándar internacional que se conforma como el estándar orientado a la mejora continua del proceso de desarrollo de software.



Figure 4 Relación entre los diferentes enfoques hacia la calidad [ISO/IEC 9126]

Tiene cuatro etapas son preparación, recolección, recopilación y análisis de datos. Estos juntos al Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI) son algunos de los modelos y estándares de calidad más usados en la actualidad y los de mejores resultados en la práctica. La aplicación de los modelos y estándares de calidad supone una serie de ventajas competitivas para la empresa, aunque como contrapartida deben superarse una serie de obstáculos.

Entre las ventajas, las más importantes son:

1. La aplicación de los sistemas de calidad permite mejorar el trabajo, al hacerlo coherente, mejorable y repetible, todo lo cual incrementa la eficiencia interna.
2. Por otra parte mejora la imagen de la empresa ante el cliente, puesto que los trabajos se hacen bajo unos procedimientos y normas escritas a los que se puede acceder para comprobar su correcta aplicación. En algunos casos la calidad es una imposición por parte de los clientes, de tal manera que si no se trabaja bajo estos sistemas se pierde mercado potencial.
3. En general se mejora el clima de trabajo en la empresa.
4. El correcto empleo de los sistemas de calidad debe permitir disminuir los costes del producto, a la vez que incrementar su valor añadido. La suma de estas dos situaciones va a suponer la ventaja competitiva con respecto a los competidores (calidad + coste = competitividad).

Por otra parte los inconvenientes que la empresa ha observado están:

- En ocasiones ocurre que parte del personal de la empresa rechaza las normas de calidad, pues la aplicación de las mismas supone cambiar los métodos de trabajo a los que están habituados por otros nuevos más estandarizados y tal que puedan ser plasmados en procedimientos. Para contrarrestar este inconveniente, se fomenta la participación, de manera que el personal se opondrá menos a los nuevos procedimientos y normas de trabajo, si han sido realizado por ellos mismos, pues los habrán redactado adaptados a su forma de trabajar. En este punto entra en juego el sistema de mejora continua que se comentará más adelante.
- Una segunda causa de rechazo en la implantación de un sistema de calidad, es debida al incremento en el papeleo que implica. La manera de superar este segundo problema es explicar la necesidad de establecer estas tareas administrativas. Para ello la empresa organiza cursos de calidad, mediante la participación de técnicos externos e internos.
- Una última desventaja que supone la aplicación de los manuales de calidad es que en ocasiones los manuales se elaboran con celeridad para obtener la certificación de forma poco adaptada a la organización. Para evitar éste inconveniente se debe adecuar a sus necesidades reales.

Desde 1994, el Standish Group International [25] realiza estudios en los que se encuesta a líderes de proyectos sobre la situación y problemas de los mismos. En el 2010 sus estudios

mostraron que los proyectos de software tienen una tasa de éxito del 42%. Por otra parte el 34% de los proyectos fueron impugnados, mientras que el 24% fracasó. En la (Figura 5) se muestran los por cientos de los proyectos fracasados, cuestionados y con éxito en el pasado año 2010 según el Standish.

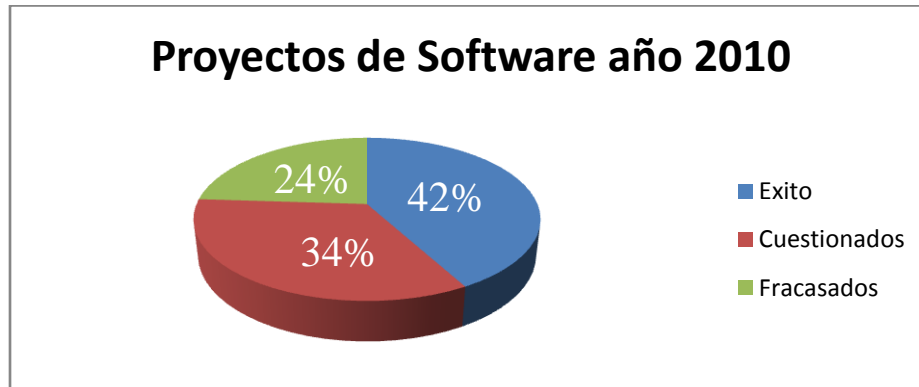


Figure 5 Relación de por cientos

La mayoría de los proyectos con éxito utilizaron un modelo de mejora de proceso o se guiaron por un estándar específico esto resalta la tendencia cada vez más creciente de utilizar modelos y estándares de calidad para guiar los diferentes procesos presentes en el ciclo de vida del software. Procesos como planificación, medición y análisis, verificación, prueba, integración de productos y levantamientos de requisitos por mencionar algunos de los muchos que se han ido definiendo como resultado de la experiencia adquirida en la industria del software. La utilización de modelos y estándares de calidad es sin duda una garantía de éxito, en parte porque estos no pierden de vista los llamados factores de éxito de un proyecto software considerado así por los líderes de proyectos según fuentes de la Standish.

Factores de éxito en un proyecto de software:

1. Involucramiento del usuario	15.9%
2. Soporte de administración ejecutiva	13.9%
3. Clara definición de requerimientos	13.0%
4. Planeación adecuada	9.6%
5. Expectativas realistas	8.2%

6. Pequeñas entregas de proyecto	7.7%
7. Personal competente	7.2%
8. Apropiación del proyecto	5.3%
9. Visión y objetivos claras	2.9%
10. Trabajo duro	2.4%
Otro	13.9%

1.3 Modelo Solución

El Modelo de Madurez y Capacidad Integrado (CMMI) se presenta como un modelo de mejora de procesos en el desarrollo de software. Fue desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) de la Universidad Carnegie Mellon y publicada su primera versión en el año 2000. Tiene como objetivo proveer una guía para mejorar los procesos de una organización y la capacidad para gestionar el desarrollo, la adquisición y el mantenimiento de productos y servicios, además evalúa la madurez de una organización ubicándola en niveles capacidad. Los elementos principales del CMMI son las áreas de proceso (Figura 6), procesos que se realizan en una organización para poder desarrollar un producto de software o conjunto de actividades agrupadas para facilitar el camino de la mejora.

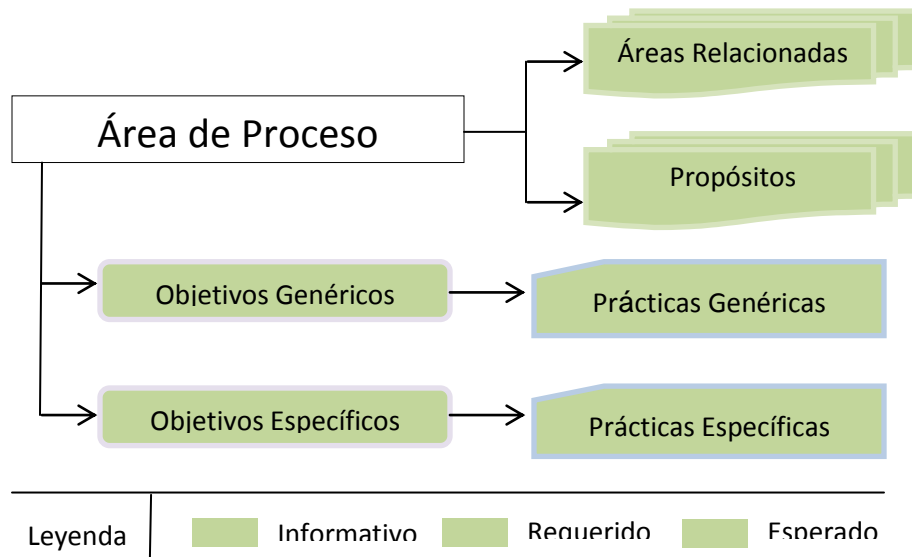


Figure 6 Estructura de un área de proceso

El modelo CMMI se basa en dos enfoques importantes para la mejora de procesos:

- Enfoque de capacidad del proceso.
- Enfoque de madurez de la organización completa.

A partir de los enfoques que propone CMMI se establecen dos formas para representar el modelo. Una forma es mejorar un proceso específico o un conjunto de ellos usando la Representación Continua (RC) y la otra es la mejora de la organización completa según los procesos definidos y ocupados por la Representación Escalonada (RE).

Representación Continua.

La representación continua (Figura 7) se focaliza en la mejora de un proceso o un conjunto de ellos, relacionado(s) estrechamente a un área de proceso en que una organización desea mejorar, por lo tanto una organización puede ser certificada para un área de proceso en cierto nivel de capacidad. Existen seis niveles de capacidad por donde transitan los procesos asociados a un área de proceso y cada nivel es construido sobre el nivel anterior, es decir para que un proceso alcance un nivel de capacidad necesariamente debe haber alcanzado el nivel anterior.

Nivel 1 CMMI. Este es el nivel en donde están todas las empresas que no tienen procesos. Los presupuestos se disparan, no es posible entregar el proyecto en fechas, los empleados se tienen que quedar durante noches y fines de semana para terminar un proyecto. No hay control sobre el estado del proyecto, el desarrollo del proyecto es completamente opaco, no se sabe que pasara con él.

Nivel 2 CMMI. Quiere decir que el éxito de los resultados obtenidos se puede repetir. La principal diferencia entre este nivel y el anterior es que el proyecto es gestionado y controlado durante el desarrollo del mismo. El desarrollo no es opaco y se puede saber el estado del proyecto en todo momento.

Las áreas de proceso de este nivel son:

- Gestión de requisitos
- Planificación de proyectos
- Seguimiento y control de proyectos
- Gestión de proveedores
- Aseguramiento de la calidad
- Gestión de la configuración

- Medición y Análisis

Nivel 3 CMMI. Alcanzar este nivel significa que la forma de desarrollar proyectos (gestión e ingeniería) está definida, o sea por definida quiere decir que está establecida, documentada y que existen métricas (obtención de datos objetivos) para la consecución de objetivos concretos. La mayoría de las empresas que llegan al nivel 3 paran aquí, ya que es un nivel que proporciona muchos beneficios y no ven la necesidad de ir más allá porque tienen cubiertas la mayoría de sus necesidades.

Las áreas de proceso de este nivel son:

- Desarrollo de requisitos
- Solución Técnica
- Integración del producto
- Verificación
- Validación
- Desarrollo y mejora de los procesos de la organización
- Definición de los procesos de la organización
- Planificación de la formación
- Gestión de riesgos
- Análisis y resolución de toma de decisiones

Nivel 4 CMMI. Los proyectos usan objetivos medibles para alcanzar las necesidades de los clientes y la organización. Se usan métricas para gestionar la organización.

Las áreas de proceso de este nivel son:

- Gestión cuantitativa de proyectos
- Mejora de los procesos de la organización

Nivel 5 CMMI. Los procesos de los proyectos y de la organización están orientados a la mejora de las actividades. Mejoras incrementales e innovadoras de los procesos que mediante métricas son identificadas, evaluadas y puestas en práctica.

Las áreas de proceso de este nivel son:

- Innovación organizacional
- Análisis y resolución de las causas

Representación Escalonada

En la representación escalonada (Figura 7) o por etapas se ofrece un método estructurado y sistemático de mejoramiento de procesos, que implica mejorar por etapas o niveles. Al alcanzar un nivel, la organización se asegura de contar con una infraestructura robusta en términos de procesos para optar a alcanzar el nivel siguiente. Por lo tanto es una organización la que puede ser certificada bajo un nivel, en este caso llamado nivel de madurez. Según esta representación un nivel de madurez está compuesto por áreas de procesos en donde los objetivos asociados a ese nivel deben ser cumplidos para que la organización pueda certificarse en aquel nivel de madurez.



Figure 7 Representaciones de CMMI

En total CMMI cuenta con 22 áreas de proceso es el modelo de calidad más usado a nivel mundial para evaluar el desempeño de las empresas que desarrollan software, según datos extraídos de los estudios anuales realizados por el Standish Group International. Muestra de este estudio es el hecho de que organizaciones como contratistas de defensa de USA:(Boeing), el estado americano: (Nasa, las Fuerzas Armadas), fabricantes de tecnología: (Nokia, Motorola,

Ericsson, Oracle, IBM) y exportadores de software:(Infosys, Wipro, Tata) usan CMMI. Otro ejemplo significativo es el caso de la India, la cual en la última década (2000-2010) en el sector de las tecnologías de la información (TI) ha tenido un crecimiento promedio del 50%, fruto de la exportación de software de calidad, pues de las 32 empresas certificadas en el mundo con un nivel 5 de CMMI, 16 son de la India, lo que indica entre otras cosas los beneficios de utilizar este modelo.

1.4 ¿Por qué CMMI?

De los 3 modelos y el estándar analizados en el presente capítulo CMMI es el único que cuenta con un proceso de integración de productos, el área de proceso Integración de Productos (IP) que pertenece al nivel 3 de madurez de este modelo. A diferencia del modelo Dromey, del estándar ISO 9126y del modelo SPICE que, o no tienen en cuenta la calidad de los procesos por separado o a pesar de tenerlo en cuenta, no especifican un proceso de integración de producto, sino que lo incluyen junto a una series de procesos y lo agrupan a una misma categoría. CMMI no solo incluye el proceso sino que lo define como una de sus áreas con todas las características de las mismas siendo el proceso integración de productos más completo de todos los estudiados.

La inclusión del proceso de IP es una de las tres razones que convierten a CMMI en el modelo más idóneo para ser parte de la solución de esta investigación. La segunda es que desde el 2009 la UCI, en aras de minimizar los problemas en el desarrollo de sus productos, lleva a cabo un programa de mejora de software utilizando como referencia para el desarrollo a CMMI buscando con ello aumentar la madurez y capacidad de la organización. Este programa de mejora tiene como objetivo la definición e implementación de los procesos necesarios para cubrir las 7 áreas de procesos de la representación continua del nivel 2 inicialmente: Planeación del Proyecto (PP), Monitoreo y Control de Proyecto (PMC), Administración de Requisito (REQM), Aseguramiento de la Calidad para Procesos y Productos (PPQA), Medición y Análisis (MA), Administración de la Configuración (CM) y Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM). Esta situación brinda cierta experiencia a la universidad en relación al proceso de adaptación e implementación de las áreas de CMMI en los centros de desarrollo, siendo una ventaja a la hora de implementar el área IP del nivel 3. Al tomarse como referencia la representación continua, la implementación del área de proceso IP del nivel 3 es posible, a pesar de que aún no se haya evaluado el nivel 2 de capacidad en la universidad. Esta

representación le ofrece un enfoque flexible al mejoramiento de procesos, una empresa puede escoger el mejorar el desempeño de algún proceso en específico que esté causando problemas, o puede trabajar en diferentes áreas que estén alineadas a sus objetivos de negocios respectivamente.

La tercera razón y última está relacionada con las características del área de proceso IP en sí: Las metas genéricas y específicas del área de proceso guían el proceso de integración hacia una integración de producto exitosa brindándole respuesta a la idea central de la situación problemática planteada en la introducción, un proceso de integración de productos insatisfactorio.

1.5 Integración de Productos según CMMI

Las buenas prácticas que propone CMMI contribuyen a la disminución del tiempo de desarrollo y recursos invertidos en arreglos de defectos y re-trabajo, mayor tolerancia al cambio e incremento de la capacidad de adopción y adaptación de nuevas tecnologías. Estas buenas prácticas se encuentran detalladas dentro de cada área de proceso y se manifiestan en forma de metas genéricas y específicas. El área de integración de producto del modelo incluye todo lo necesario para implementar un proceso de integración de producto en cualquier organización que se desee, siempre y cuando se adapte el área a las características de cada organización.

1.5.1 Descripción del área de proceso IP.

Esta área de proceso tiene como alcance la integración de los componentes de un producto o de una línea de productos. El término "integración" se utiliza en este sentido en toda esta área de proceso y no se debe confundir con la integración de las personas o actividades que puedan ser descritas en otras partes del modelo.

El propósito de esta área de proceso es lograr la integración completa de productos a través del ensamble progresivo de los componentes del producto, en una sola etapa o en etapas graduales, de acuerdo a una secuencia de integración y procedimientos definidos. Un aspecto crítico de la integración del producto es la gestión de las interfaces internas y externas de los productos y componentes de productos para asegurar la compatibilidad entre las interfaces.

La integración de productos es más que un montaje de una sola vez de los componentes del producto a la conclusión del diseño y la fabricación. La integración de productos puede llevarse

a cabo gradualmente, mediante un proceso iterativo de montaje de componentes de productos, evaluación de las mismas, y luego el montaje de más componentes del producto.

Hay una alta probabilidad de que el producto, integrado de esta manera, pase el proceso de verificación y validación. Para algunos productos, la última fase de integración se finalizará cuando el producto se ha implementado en su sitio de funcionamiento previsto.

1.5.2 Metas genéricas y específicas del área de proceso IP.

Una meta genérica describe las características que deben estar presentes para institucionalizar el proceso y una meta específica describe una única característica que debe estar presente para satisfacer el área de proceso. Para que el área de proceso quede satisfactoriamente implementada sus metas genéricas y específicas deben ser cubiertas en su totalidad.

Metas Genéricas (SG):

- SG 1 Preparación para la Integración del producto (Preparación para la integración de productos que se lleva a cabo).
- SG 2 Verificación de la compatibilidad de interfaz (Las interfaces de los componentes del producto, tanto internos como externos, son compatibles).
- SG 3 Montar los componentes del producto y entregar el producto (Verificado componentes de productos se ensamblan y se integró el, verificado, validado y el producto es entregado).
- GG 3 Institucionalizar un proceso definido (El proceso se ha institucionalizado como un proceso definido).

Metas Específicas (SP):

- SP 1.1 Determinación de la secuencia de Integración
- SP 1.2 Establecer el medio ambiente de la integración del producto
- SP 1.3 Establecer procedimientos de integración de productos y criterios
- SP 2.1 Descripciones de la interfaz de Revisión de Integridad
- SP 2.2 Administrar interfaces
- SP 3.1 Confirmar la preparación de los componentes del producto para la Integración
- SP 3.2 Ensamble los componentes del producto

- SP 3.3 Evaluar los componentes del producto ensamblado
- SP 3.4 Empaquetado y la entrega del producto o componente del producto
- GP 2.1 (CO 1) Establecer una política organizacional
 - GP 3.1 (AB 1) Establecer un proceso definido
 - GP 2.2 (AB 2) Plan del Proceso
 - GP 2.3 (AB 3) Proveer los recursos
 - GP 2.4 (AB 4) Asignación de Responsabilidad
 - GP 2.5 (AB 5) Capacitación del personal
 - GP 2.6 (DI 1) Administrar configuraciones
 - GP 2.7 (DI 2) Identificar e involucrar a las partes interesadas pertinentes
 - GP 2.8 (DI 3) Supervisar y controlar el proceso
 - GP 3.2 (DI 4) Recopilación de información de Mejoramiento
 - GP 2.9 (VE 1) Evaluar objetivamente la adherencia
 - GP 2.10 (VE 2) Revisión del Estatuto con el Nivel Superior de Gestión

1.6 Herramientas usadas en el proceso de IP

El proceso de integración de productos que propone CMMI comienza con la preparación para la integración, esto se especifica dentro de la primera práctica genérica del proceso. Con esta práctica se quiere asegurar que se tengan todos los recursos necesarios para la integración antes de comenzar, entiéndase por recursos las herramientas que ejecutan la integración física de los componentes, mantienen actualizado el control de versiones y almacenan los diferentes paquetes de software. Existen un número considerable de herramientas que se utilizan con estos tres fines, el objetivo de estas, es ejecutar los pasos necesarios para integrar un producto de software.

1.6.1 Herramientas de compilación y empaquetado

Son las herramientas que tienen como funciones básicas la integración del código de diferentes componentes, la compilación de este código resultante para generar un código fuente que conforme un software y el empaquetado final creando una aplicación lista para instalarse.

Scons

Es una herramienta de construcción de software implementado en Python, que utiliza secuencias de comandos de Python como "archivos de configuración" para el software.

Características distintivas de Scons incluyen:

- Diseño modular.
- Global View.
- Modelo mejorado para construcción paralela.
- La exploración automática de archivos para las dependencias de uso de la firma MD5 para decidir si un archivo está al día usa la firma MD5 en lugar de marcas de tiempo de archivos tradicionales disponibles como opción de uso de las funciones de Python o los objetos para construir archivos de destino extensibilidad de usuario fácil.

Autotools

El GNU build system conocido también como Autotools es un conjunto de herramientas producido por el proyecto GNU(2). Estas herramientas están diseñadas para ayudar a crear paquetes de código fuente portable a varios sistemas Unix. El GNU build system forma parte de GNU tool chain y se usa mucho para desarrollar software libre. Aunque las herramientas que contiene el Autotools son GPL no existe ninguna restricción para crear software portable no libre con él. El GNU build system comprende los programas de utilidad GNU Autocine, Autopase y Lictor. Otras herramientas usadas frecuentemente son el programa GNU make, GNU gettext y pkg-config.

Autotools provee de un entorno de programación que permite escribir código portable. Al menos entre distintos tipos de Unix(3). También logra que el proceso de construcción sea más fácil para el usuario. Logrando que el usuario tan solo necesite un pequeño número de comandos para construir e instalar el programa. Las utilidades usadas son necesarias exclusivamente en la máquina de desarrollo. Los usuarios no necesitan Autoconf, Automake o Libtool para construir o instalar el software. Esto hace que Autotools sea auto contenido. Tan solo hacen falta herramientas estándares de Unix para construirlo. Esto se consigue usando scripts que ayudan a configurar el software para el sistema operativo de un determinado usuario. Las utilidades disponibles pueden ser usadas juntas o separadas. Un proyecto puede usar una de ellas sin necesidad de utilizar el resto.

Usa scripts compatibles con el Shell Bourne para ayudar al usuario en la configuración y en el proceso de construcción. Sin embargo hay algunos sistemas operativos (como la familia de Microsoft Windows) que no pueden ejecutar los scripts del Shell Bourne por sí mismos. Esto hace más difícil construir software en los Sistemas Operativos Windows que en un sistema Unix. De todas formas se puede instalar el sistema Cygwin en Windows para proveer de una capa compatible. De esta forma se dispondría de un entorno con todas las herramientas propias de Unix.

Microsoft Visual C++

Visual C++ (también conocido como MSVC, Microsoft Visual C++) es un entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés) para lenguajes de programación C, C++ y C++/CLI. Esta especialmente diseñado para el desarrollo y depuración de código escrito para las Apis de Microsoft Windows, DirectX y la tecnología Microsoft .NET Framework. Visual C++ hace uso extensivo del framework Microsoft Foundation Classes (o simplemente MFC), el cual es un conjunto de clases C++ para el desarrollo de aplicaciones en Windows. El IDE cuenta con herramientas poderosas como el IntelliSense, Remote Debugging, Editar y Continuar, y Texto Resaltado. Cuenta con una versión Express, llamada Microsoft Visual C++ Express Edition, la cual es gratuita y se puede descargar desde el sitio de Microsoft.

El lenguaje de programación utilizado por esta herramienta, de igual nombre está basado en C++, y es compatible en la mayor parte de su código con este lenguaje, a la vez que su sintaxis es exactamente igual. En algunas ocasiones esta incompatibilidad impide que otros compiladores, sobre todo en otros sistemas operativos, funcionen bien con código desarrollado en este lenguaje.

GCC (Compilador C GNU).

GCC es un compilador GNU que funcione para C, C + +, Objective C, Fortran, Java, y Ada. Es una herramienta de línea de comandos pero es muy potente. Muchos IDE son más que herramientas de interfaces para GCC. GCC es en realidad un conjunto de herramientas. Los más utilizados son los compiladores de C y C ++ código. En la actualidad, al admitir una colección de compiladores las siglas, han pasado a significar GNU Compiler Collection (Colección de compiladores GNU).

GCC suministra al usuario muchas herramientas de comprobación de errores, integra una eficiente herramienta de depuración y dispone de muchas opciones de optimización de código, basándose en el microprocesador de destino u optimizaciones sobre la compilación de código inteligente. Otras características importantes a resaltar son: soporte del procesador de Intel Itanium, integración del compilador de Java GCJ, eliminación del código muerto utilizando la representación SSA, preprocesador C integrado en los compiladores C, C++ y Objective C; permiso para renombrar el registro, emisión del código Assembler x86 utilizando el estilo de sintaxis Intel Potentes optimizaciones en las llamadas a subrutinas (CALL) optimizando los accesos al STACK (pila del procesador).

1.6.2 Herramientas de control de versiones

Una versión, revisión o edición de un producto, es el estado en el que se encuentra dicho producto en un momento dado de su desarrollo o modificación. Se llama control de versiones a la gestión de los diversos cambios que se realizan sobre los elementos de algún producto o una configuración del mismo. Las herramientas de control de versiones facilitan la administración de las distintas versiones de cada producto desarrollado, así como las posibles especializaciones realizadas (por ejemplo, para algún cliente específico). El control de versiones se realiza principalmente en la industria informática para controlar las distintas versiones del código fuente. Sin embargo, los mismos conceptos son aplicables a otros ámbitos como documentos, imágenes, sitios web, entre otros.

Aunque un sistema de control de versiones puede realizarse de forma manual, es muy aconsejable disponer de herramientas que faciliten esta gestión (CVS, Subversion (Debian GNU/Linux), RapidSVN (multiplataforma)- GPL, TortoiseSVN (Windows)-GPL).

Un sistema de control de versiones debe proporcionar:

- Mecanismo de almacenaje de los elementos que deba gestionar (ej. archivos de texto, imágenes, documentación...)
- Posibilidad de realizar cambios sobre los elementos almacenados (ej. modificaciones parciales, añadir, borrar, renombrar o mover elementos)
- Registro histórico de las acciones realizadas con cada elemento o conjunto de elementos (normalmente pudiendo volver o extraer un estado anterior del producto)

- Aunque no es estrictamente necesario, suele ser muy útil la generación de informes con los cambios introducidos entre dos versiones, informes de estado, marcado con nombre identificativo de la versión de un conjunto de ficheros, etcétera.

La principal clasificación que se puede establecer está basada en el almacenamiento del código:

- Centralizados: existe un repositorio centralizado de todo el código, del cual es responsable un único usuario (o conjunto de ellos). Se facilitan las tareas administrativas a cambio de reducir flexibilidad, pues todas las decisiones fuertes (como crear una nueva rama) necesitan la aprobación del responsable. Algunos ejemplos son CVS y Subversion
- Distribuidos: cada usuario tiene su propio repositorio. No es necesario tomar decisiones centralizadamente. Los distintos repositorios pueden intercambiar y mezclar revisiones entre ellos. Ejemplos: TortoiseSVN

Todos los sistemas de control de versiones se basan en disponer de un repositorio, que es el conjunto de información gestionada por el sistema. Este repositorio contiene el historial de versiones de todos los elementos gestionados. Cada uno de los usuarios puede crearse una copia local duplicando el contenido del repositorio para permitir su uso. Es posible duplicar la última versión o cualquier versión almacenada en el historial. Este proceso se suele conocer como check out o desproteger. Para modificar la copia local existen dos semánticas básicas:

- Exclusivos: para poder realizar un cambio es necesario marcar en el repositorio el elemento que se desea modificar y el sistema se encargará de impedir que otro usuario pueda modificar dicho elemento.
- Colaborativos: en el que cada usuario se descarga la copia la modifica y el sistema automáticamente mezcla las diversas modificaciones. El principal problema es la posible aparición de conflictos que deban ser solucionados manualmente o las posibles inconsistencias que surjan al modificar el mismo fichero por varias personas no coordinadas. Además, esta semántica no es apropiada para ficheros binarios.

Tras realizar la modificación es necesario actualizar el repositorio con los cambios realizados. Habitualmente este proceso se denomina publicar, commit, check in o protege.

Subversion (Debian GNU/Linux)

Subversion (SVN a menudo abreviado, después de que el nombre del comando sin) es un control de versiones de software y un sistema de control de revisiones fundada y patrocinada en 2000 por Callante Inc. Desarrolladores usan Subversión para mantener las versiones actuales e históricos de los archivos como el código fuente, páginas web, y la documentación. Su objetivo es ser un sucesor en su mayoría compatible con el ampliamente utilizado sistema de versiones concurrentes (CVS). La comunidad de código abierto ha utilizado ampliamente Subversion: por ejemplo, en proyectos como Apache Software Foundation, Free Pascal, Free BSD, GCC, Django, Ruby, Mono, Source Forge, Ext JS, Tigris.org, PHP, Python y Media Wiki. Google Code Subversion también proporciona alojamiento para sus proyectos de código abierto. Sistemas Bounty Source. El mundo empresarial también ha comenzado a adoptar Subversion. Un informe de 2009 realizado por Forrester Research reconoció Subversion como el único líder en el Independiente de Software Configuration Management (SCM) categoría y como un buen desempeño en el software de configuración y gestión del cambio (SCCM) categoría.

1.6.3 Herramientas de gestión de repositorios

Su uso es indispensable para poder trabajar con gran cantidad de información, pueden ser códigos fuentes, versiones de componentes, cambios realizados en el código de un software x todo lo relacionado con el desarrollo del software que se guarda en un repositorio.

Reprepro (Debian GNU/Linux)

Es una herramienta para producir, manejar y sincronizar repositorios locales de paquetes Debian (.deb). Pero lo mejor es que lo hace sumamente rápido y fácil, incluso tu puedes actualizar tu repositorio con los paquetes de otro repositorio, que puede ser uno oficial del proyecto Debian/Ubuntu/que te guste.

Archiva

Archiva pertenece al conjunto de proyectos desarrollados por el equipo de JakartaMaven, como Continuum, SCM, Wagon, JXR, Doxia. Básicamente es una herramienta de gestión de repositorios. Entre las funcionalidades que podemos destacar podemos citar: gestión de control

de acceso a los repositorios definidos, cacheo de artefactos configurando proxy a repositorios remotos y gestión y mantenimiento de repositorios (indexación, búsquedas, informes).

1.7 Conclusiones parciales

Los conceptos relacionados al alcance de la investigación que se definen en el capítulo son esenciales para la correcta interpretación de los temas que se van a tratar en el presente trabajo de diploma. Conocer el lenguaje que se utiliza en todo el documento es un requisito indispensable que posibilita analizar, caracterizar y resumir los volúmenes de información con los que se interactúa, para encontrar y aplicar la solución a la situación problemática planteada. El epígrafe modelos y estándares brinda una visión de la importancia de utilizar estos dentro del proceso de desarrollo de software, destacando a CMMI por sus características y las ventajas del proceso de integración que propone el cual es el más completo de los estudiados y es precisamente una de las razones por las que se escoge a CMMI como el modelo solución, estas razones se exponen en el epígrafe Por qué CMMI? De igual manera se destaca dentro del capítulo el proceso de integración visto desde CMMI creando las bases para el capítulo siguiente donde se debe realizar una definición de este proceso apoyándose en lo que propone CMMI y la caracterización de los tres tipos de herramientas que se utilizan en el proceso, brindando los conocimientos necesarios para poder entender siempre que se mencionen algunas de estas herramientas en los siguientes capítulos. En conclusión estos son los aspectos más significativos a resaltar del capítulo 1.

Capítulo 2: Propuesta de Implementación

Para poder implementar el área de proceso IP en el CEDIN se hizo necesario diseñar cinco etapas que guiaran el proceso de implementación del área en el centro. Estas etapas son pasos que se ejecutan de manera incremental y aseguran al ejecutarse, que se creen las bases que permitirán aplicar el área de proceso. Cada etapa lleva un nombre que define el objetivo de la misma, estas son:

1. Análisis DAFO
2. Definición del área de proceso IP.
3. Adaptación del área de proceso IP al CEDIN.
4. Productos de Trabajo del área de proceso IP.
5. Documentos del área de proceso IP.

La idea es que una vez implementadas las cinco etapas se habrá implementado el área de proceso IP en centro de desarrollo. En el presente capítulo se describen estas cinco etapas que conforman la propuesta de implementación.

2.1 Análisis DAFO

Con el objetivo de facilitar la definición del proceso de integración del área de proceso IP se desarrolló un análisis para medir el estado de avance que tiene esta área de proceso en el centro y además conocer las condiciones en que se encuentra el Departamento de Integración para crear un punto de partida en el proceso de mejora. El análisis DAFO (Acrónimo de Debilidades Amenazas Fortalezas Oportunidades) es una de las herramientas esenciales que provee de los insumos necesarios al proceso de planeación estratégica, proporcionando la información necesaria para la implantación de acciones, medidas correctivas y la generación de nuevos o mejores proyectos de mejora.

Para poder realizar este análisis, previamente se agrupan los problemas como Amenazas y Debilidades, estos se extraen de entrevistas con los trabajadores del departamento de integración del centro. Las Fortalezas y Oportunidades se extraen del trabajo que realizan un grupo de expertos en el tema en este caso los trabajadores del Departamento de Dirección de Proyecto del centro, los cuales realizan sistemáticamente un análisis de los factores externos que influyen en la situación general del CEDIN.

Las debilidades son también consideradas las variables internas que pueden influir de manera negativa en la organización, las debilidades detectadas en el departamento fueron:

- No está respaldado el proceso de integración del departamento por la documentación adecuada para estos casos.
- La integración de soluciones y componentes se puede ver comprometida por la falta de una guía y un orden en el proceso.
- Existen problemas con el despliegue de las soluciones y componentes integrados debido al desconocimiento de algunos aspectos durante el proceso de integración.
- No todos los proyectos del centro están sincronizados con el Departamento de Integración, entorpeciendo el proceso de integración del mismo.

Estas debilidades del Departamento de Integración son el producto de deficiencias en la ejecución del proceso de integración que se realiza en el centro. Las mismas se pueden identificar como metas específicas del área de proceso que propone CMMI, que se realizan a medias o no se están cumpliendo es el caso de:

- Determinar la secuencia de integración.
- Establecer el medio ambiente de la integración del producto.
- Confirmar la preparación de los componentes del producto para la Integración.
- Evaluar los componentes del producto ensamblado.
- Empaquetar y entregar el producto o componente del producto.
- Realizar el plan del proceso.
- Capacitar al personal involucrado.
- Establecer una política organizacional
- Establecer un proceso definido
- Evaluar objetivamente la adherencia de los procesos y productos a lo establecido.
- Identificar e involucrar a las partes interesadas pertinentes
- Establecer procedimientos de integración de productos y criterios.

Al igual que las debilidades las amenazas son consideradas variables que pueden influir de manera negativa en la organización pero se diferencian en que son factores externos. Las amenazas detectadas durante el análisis son:

- La competencia ofrece procesos integración certificados y garantizados.
- Los clientes potenciales buscan procesos que respondan a estándares de calidad utilizados en la industria del software a nivel mundial.

En el análisis también se detectaron algunos aspectos que pueden ser usados de manera positiva por la organización o sea variables internas que se consideran fortalezas.

- Se encuentra creada la infraestructura necesaria para lograr un proceso de integración adecuado (Centro dividido en cuatro departamentos donde se aplican las LPS y DSBC).
- Existen los recursos humanos y materiales para implementar un proceso de integración de productos.
- Se tiene experiencia en el trabajo con las áreas de proceso de CMMI.

Estas fortalezas cubren algunas metas específicas del proceso que propone CMMI estas son:

- Descripción de las interfaces para la revisión de integridad.
- Administración de interfaces.
- Ensamble de los componentes del producto
- Asignación de Responsabilidades.

Por último se analizaron las oportunidades o factores externos que están presentes en el horizonte de la organización y son aspectos positivos a tener en cuenta.

- Las relaciones comerciales entre Cuba y Venezuela y la actual renovación y firma de acuerdos de trabajo entre los dos países.
- Las ferias de informática que se realizan anualmente en el país ofrecen un marco donde se puede mostrar los diferentes productos integrados.
- La inclusión de nuevos países en la alternativa bolivariana para las américas (ALBA).
- Actualmente luego de numerosos esfuerzos combinados se comienza a conocer a la industria del software cubano internacionalmente en especial en América Latina como una alternativa válida a las grandes empresas de software.
- Existe una nueva tendencia por parte de los clientes potenciales a elegir a las industrias que les ofrezcan soluciones integrales (software, hardware y mano de obra).

Como resultado del análisis se conoce que aunque se hacen algunas actividades en la integración de productos, falta mucho para poder cumplir con las prácticas y los objetivos que plantea el modelo. Es un hecho que existen amenazas que no se tienen en cuenta dentro de la lista de riesgos, valorar el nivel de riesgo permite tener una defensa ante las posibles amenazas, además aprovechar las oportunidades de mejora y explotar las fortalezas que posee el departamento facilitarán la erradicación de las numerosas debilidades detectadas. Es importante entender que de la combinación de fortalezas con oportunidades surgen las potencialidades, las cuales señalan las líneas de acción más prometedoras para el centro. Las limitaciones, determinadas por una combinación de debilidades y amenazas, colocan una seria advertencia. Mientras que los riesgos (combinación de fortalezas y amenazas) y los desafíos (combinación de debilidades y oportunidades) exigen una cuidadosa consideración a la hora de marcar el rumbo que el centro deberá asumir hacia el futuro deseable.

2.2 Definición del área de proceso IP.

CMMI facilita un marco en el cual centrarse para definir el área de proceso, este marco son los objetivos y las prácticas tanto genéricas como específicas que se deben cumplir para tener un proceso de integración exitoso. Para implementar el área es necesario describir las políticas por las que se regirá el área de proceso, los involucrados relevantes, roles y responsabilidades y determinar la relación con otras áreas de proceso del modelo.

2.2.1 Políticas

Existen dos tipos de políticas dentro de CMMI, están las políticas que son genéricas, aplicables a todas las áreas de procesos, las llamadas Políticas para Institucionalizar Procesos Administrados que tienen como objetivo regir los diferentes procesos y las políticas que son específicas para cada área con igual objetivo. Todas las organizaciones que utilicen CMMI deben definir estas políticas como parte del proceso de implementación de las 22 áreas.

Políticas para Institucionalizar Procesos

1. Proveer los recursos para los procesos: Se debe proporcionar los recursos adecuados para ejecutar los procesos, desarrollar los productos de trabajo y ofrecer los servicios del proceso. Garantizar que los recursos necesarios para implementar los procesos definidos por el plan, están disponibles cuando se necesiten.

2. Asignar responsabilidades para la ejecución de los procesos: Se debe asignar la responsabilidad y autoridad para ejecutar los procesos y el desarrollo de los productos de trabajo.
3. Capacitar al personal: Se debe proveer una capacitación apropiada a las personas involucradas en los procesos para asegurar que poseen las habilidades y conocimientos necesarios para la ejecución y soporte de los procesos.
4. Identificar e involucrar a los agentes relevantes de los procesos: Se debe identificar a los involucrados relevantes de los procesos. Establecer y mantener la participación prevista de los mismos en actividades como: planeación, decisión, compromiso, comunicación, coordinación, revisiones, definición de requisitos y resolución de problemas durante la ejecución del proceso.

Políticas específicas del proceso IP

1. Establecer los objetivos de la integración: Se deben identificar los objetivos de la integración a partir de los objetivos de negocio definidos por el centro y los proyectos. Se establecen las preguntas cuantificables para obtener información de los objetivos e indicadores que responden a las preguntas para lograr alcanzar los resultados.
2. Especificar las condiciones de solicitud y entrega de la integración: Se deben especificar las condiciones en que se hará la integración de una solución o componente al igual que la entrega de la misma detallando la lista de componentes, artefactos y documentación actualizada de la solución.
3. Especificar procedimientos de integración y empaquetado: Se debe especificar los métodos de integración y empaquetado de una solución o componente, enfocándose en el cómo, cuándo y dónde se realizarán y en las herramientas involucradas.
4. Mantener actualizado el repositorio de componentes: Se debe mantener actualizado el repositorio de componentes, acorde a la evolución de los componentes internos y resultantes de cada integración, respetando las políticas de versionados.

2.2.2 Relación del área IP con otras Áreas de Procesos

Las Áreas de Procesos se relacionan y complementan unas con otras. El área de Integración de Proceso se relaciona con las áreas de Planeación de Proyecto, Monitoreo y Control de Proyecto, Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto y la de Gestión de la Configuración. En la (Tabla1) se muestra como se relaciona IP con estas áreas.

Área de proceso de Integración de Producto	
Planificación de Proyectos (PP)	Se describe la planeación de las actividades del proceso de integración.
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Se describe el proceso de seguimiento y control a las actividades y productos de trabajo de la integración de procesos y toma las acciones correctivas apropiadas.
Aseguramiento de la Calidad del Proceso y el Producto (PPQA)	Se realiza el aseguramiento de la calidad de producto y proceso de Integración de Productos
Gestión de Configuración (CM)	Se aplican las políticas de versionados especificadas en el plan de la configuración y se utilizan herramientas de configuración.

Tabla 1 Relación con otras áreas de proceso

2.2.3 Involucrados Relevantes

Como parte del proceso de implementación fue necesario definir los involucrados relevantes, se denominan involucrados relevantes a aquellos actores que intervienen de una forma u otra con el área y los artefactos que genera la misma, estos no son necesariamente considerados roles dentro del área en el caso de IP, tenemos como involucrados a:

Involucrados relevantes (Externos)

- Alta Gerencia
- Líder de Proyecto

Involucrados relevantes (Internos)

- Administrador de la integración
- Integrador

2.2.4 Roles y Responsabilidades

Además de los involucrados relevantes se deben definir los roles que participan en el funcionamiento del área estos roles (Tabla 2) pueden estar ya definidos por pertenecer a otras áreas de procesos o ser roles nuevos creados para el área en específico eso no quita que en

un momento dado intervengan en otras áreas, todo eso depende de cómo se diseñe la interconexión entre las áreas en cada organización.

Rol	Responsabilidades	Habilidades
Administrador de la Integración	<ul style="list-style-type: none"> – Establece las precondiciones, criterios y entorno para la integración. – Determina la secuencia de integración. – Monitorea la entrega de los Test de Compatibilidad – Monitorea la entrega de la descripción de las interfaces de los componentes a integrar. – Realiza el acta de entrega. – Registra los resultados de la integración en el Registro de Integraciones. – Realiza el Plan de Integración – Realiza el Acta de Inicio – Realiza el Acta de Cancelación. – Realiza el Reporte de Estado Inicial – Valida la compatibilidad de los componentes a integrar. 	<ul style="list-style-type: none"> – Habilidades de comunicación. – Conocimiento de análisis y diseño de sistemas. – Adaptarse a nuevos entornos y herramientas de trabajo. – Aptitud para identificar la mejor alternativa de solución – Disposición para el trabajo.
Integrador	<ul style="list-style-type: none"> – Integra los componentes que forman parte de la solución. – Realiza test de compatibilidad – Empaqueta el producto integrado – Realiza el Reporte de Estado Final 	<ul style="list-style-type: none"> – Conocimiento de técnicas de programación. – Disposición para el trabajo.
Desarrollador	<ul style="list-style-type: none"> – Realiza la descripción de la interfaz del componente – Diseña Test de prueba para comprobar la compatibilidad de su módulo una vez integrado. 	<ul style="list-style-type: none"> – Dominio de lenguajes de programación – Conocimiento de técnicas de programación. – Conocimiento de técnicas de diseño de pruebas de software. – Disposición para el trabajo.

Tabla 2 Roles y Responsabilidades

2.3 Adaptación del área de proceso IP al CEDIN

El proceso de adaptar la teoría a los hechos puede ser un tanto complejo llevar lo que propone CMMI en cuanto a integración de productos, al centro de desarrollo y a la dinámica de trabajo del Departamento de Integración exigió que se creara un proceso general de Integración de Producto y luego se subdividiera en 4 subprocesos que cumplieran con los objetivos del área, estos subprocesos quedando así de la siguiente manera:

- CEDIN-PI11:2011_Preparación para la Integración del producto
- CEDIN-PI12:2011_Verificación de la compatibilidad de interfaz
- CEDIN-PI13:2011_Ensamble de los componentes del producto
- CEDIN-PI14:2011_Entrega del producto

2.3.1 Diagrama de Interacción de los 4 subprocesos

Los 4 subprocesos se ejecutan secuencialmente, es necesario haber terminado con uno para empezar el otro, de los artefactos que genera uno se nutre el siguiente para poder cumplir con sus metas. Concluir los 4 satisfactoriamente implica realizar el proceso de integración de manera exitosa y cumplir con los objetivos de área IP que propone CMMI.

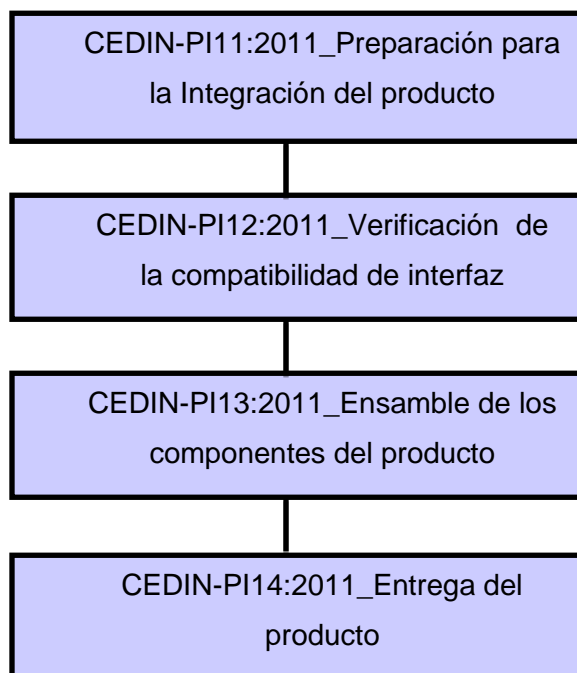


Figure 8 Interacción de los subprocesos

2.3.2 Diagrama Relación de los subprocesos con el ciclo de vida de los proyectos

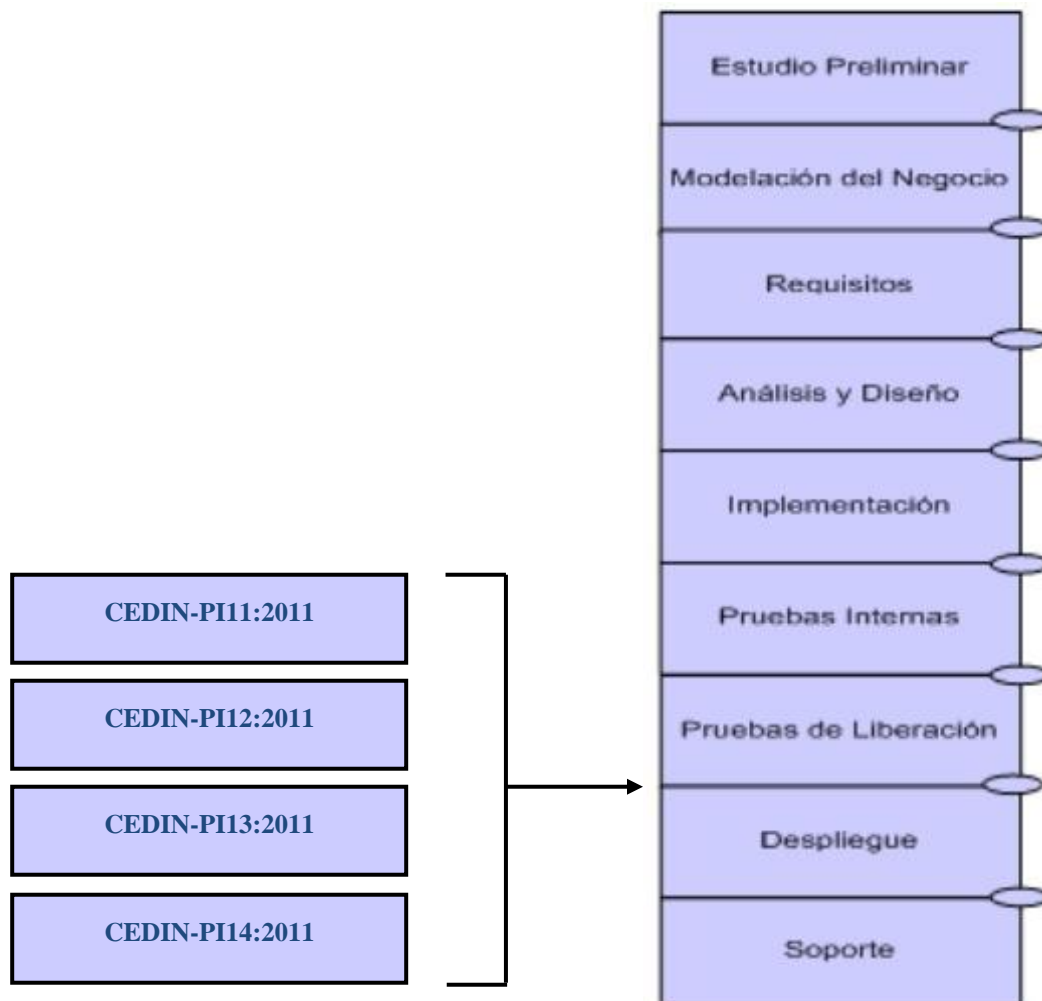


Figure 9 Relación de los subprocesos con el ciclo de vida

El proceso de integración de producto es un proceso que se ejecuta entre dos etapas del ciclo de vida (Figura 9) establecido para los proyectos de software del centro. Específicamente luego de la fase Pruebas de Liberación y antes de la fase del Despliegue. Es precisamente en este momento del desarrollo que se realiza la integración de los diferentes componentes previamente diseñados, implementados y probados por separados para crear un producto final de software al cual se le va a realizar el despliegue. Los 4 subprocesos creados se ejecutan de manera secuencial, garantizando a excepción del primero que la ejecución de cada subproceso sea la precondition para ejecutar el próximo.

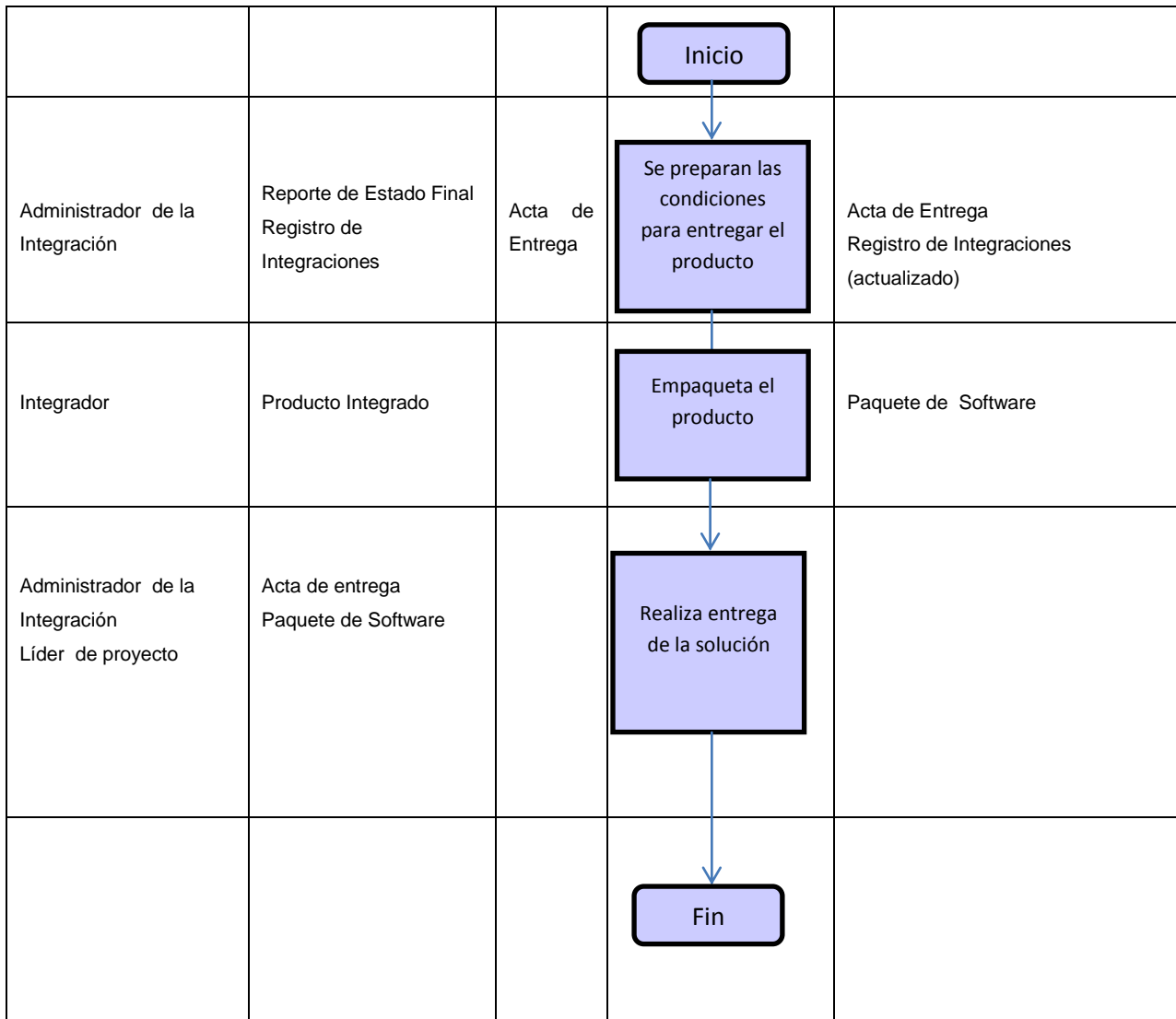
2.3.4 Descripción gráfica de los 4 subprocesos

CEDIN-PI11:2011_Preparación para la Integración del producto				
Criterios de entradas		Se identifica la necesidad del proyecto por satisfacer los requisitos necesarios para llevar a cabo la integración.		
Criterios de salidas		Se tienen listos todos los recursos para la integración.		
Roles	Entradas	Genera	Actividades	Salidas
			<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Inicio</div>	
Líder del Proyecto Administrador de la Integración	Solicitud de Integración Plan de Integración Repositorio de componentes Registro de Integraciones Descripción de Componentes	Acta de Inicio	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Determinación de la secuencia de Integración</div>	Acta de Inicio Registro de Integraciones (actualizado)
Administrador de la Integración	Acta de Inicio Plan de Integración		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Establecer el medio ambiente de la integración del producto</div>	Acta de Inicio (actualizado)
Administrador de la Integración	Acta de Inicio Plan de Integración		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Establecer procedimientos de integración de productos y criterios</div>	
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Verificación de la compatibilidad de interfaz</div>	

IPP-3512:2011-Verificación de la compatibilidad de interfaces				
Criterios de entradas		Se identifica la necesidad del proyecto por satisfacer los requisitos de compatibilidad entre las interfaces de los componentes.		
Criterios de salidas		Se realizan las acciones necesarias para garantizar la compatibilidad		
Roles	Entradas	Genera	Actividades	Salidas
			<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Inicio</div>	
Administrador de la Integración Desarrollador	Acta de Inicio. Repositorio de componentes. Registro de Integraciones. Descripción de Componentes.	Reporte de Estado Inicial	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Verificar y registrar la entrega de la descripción de las interfaces y los Test de Compatibilidad </div>	Reporte de Estado Inicial
Administrador de la Integración Integrador	Reporte de Estado Inicial Plan de Integración		<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; transform: rotate(45deg); transform-origin: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 80%; height: 80%; margin: 5px auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> Validar la compatibilidad </div> </div>	
Líder del proyecto Administrador de la Integración	Registro de Integraciones	Acta de Cancelación	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Se informa al líder de proyecto </div>	Acta de Cancelación Registro de Integraciones (actualizado)
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Ensamble de los componentes del producto </div>	

IPP-3513:2011-Ensamble de los componentes				
Criterios de entradas		Se listan los elementos necesarios para ejecutar la integración		
Criterios de salidas		Se realizan las acciones necesarias para garantizar la integración de los componentes		
Roles	Entradas	Genera	Actividades	Salidas
			<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Inicio</div> 	
Integrador	Acta de Inicio Repositorio de componentes		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Se ensamblan los componentes</div>	Producto Integrado
Integrador	Producto Integrado Plan de Integración Reporte de Estado Inicial	Reporte de Estado Final	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Se registra el comportamiento de cada módulo del producto integrado</div>	Reporte de Estado Final
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Entrega del producto</div>	

IPP-3514:2011-Entrega del producto				
Criterios de entradas		Se identifica la necesidad de cumplir con ciertos requisitos para la entrega		
Criterios de salidas		Se realizan las acciones necesarias para garantizar la entrega del producto final.		
Roles	Entradas	Genera	Actividades	Salidas



2.4 Productos de trabajo del proceso IP

Para poder ejecutar un proceso es necesario generar un grupo de artefactos también denominados productos de trabajo. Estos artefactos se producen a partir de un grupo de plantillas que se crean para estandarizar la información que se necesita recoger en cada paso de la ejecución de los subprocesos. Es necesario que cada rol tenga presente y conozca las plantillas con las que debe trabajar, el propósito de cada una y el lugar en donde se almacena una vez convertidas en documentos oficiales de la integración en curso. Los productos de trabajo permiten organizar el proceso de integración y garantizan que se lleven a cabo los pasos necesarios para lograr optimizar recursos y no cometer errores costosos. Las plantillas que se diseñaron para ser parte de los 4 subprocesos del área IP son 8 y una parte de ellas ya

fue mencionada en la descripción gráfica de los subprocesos de IP, en la (Tabla 3) se listan sus nombres completos con su nomenclatura oficial. Exceptuando el Reporte de Estado Final que es una plantilla de uso interno del departamento de integración la cual se queda dentro de la documentación que cada integrador debe llevar y almacenar utilizando la debida nomenclatura, las restantes 7 permanecen o se almacenan dentro del expediente de proyecto, específicamente en la sección de ingeniería en una carpeta que se adiciona nombrada integración de productos.

Plantillas
<ul style="list-style-type: none"> • CEDIN-PI01:2011_Solicitud de Integración (DD-MM-AA).doc • CEDIN-PI02:2011_Acta de Inicio de la Integración (DD-MM-AA).doc • CEDIN-PI03:2011_Acta de Entrega (DD-MM-AA).doc • CEDIN-PI04:2011_Acta de Cancelación (DD-MM-AA).doc • CEDIN-PI05:2011_Reporte de Estado Inicial (DD-MM-AA).doc • CEDIN-PI06:2011_Reporte de Estado Final (DD-MM-AA).doc • CEDIN-PI07:2011_Registro de Integraciones.xls • CEDIN-PI08:2011_Descripción de Componentes(DD-MM-AA).doc

Tabla 3 Plantillas del área de proceso

2.4.1 Descripción de las plantillas

En la descripción de las plantillas (Tabla 4) es necesario destacar el objetivo de las mismas y con qué fin fueron creadas, de ahí se extrae la importancia de cada una de ellas y el papel que juegan en la correcta ejecución del proceso en general.

Nombre	Descripción	Rol Involucrado
Solicitud de Integración	Es el documento que inicia el proceso de integración deja constancia de los componentes que se quieren integrar, del proyecto que lo solicita, de la fecha, del responsable de la solicitud y la versión de los componentes.	Líder de Proyecto
Acta de Inicio	Utilizando la solicitud de integración	Administrador de la

	<p>como precondition y la descripción de componentes se llena esta plantilla. La cual es la prueba del acuerdo entre el proyecto y el equipo de integración de realizar la integración solicitada, se lista los componentes con su dirección oficial del repositorio, el nombre del desarrollador de cada componente, se designan los involucrados en la integración por parte del equipo de integración, se establecen las herramientas que se utilizarán, la secuencia de integración y se da el tiempo estimado para la integración.</p>	Integración
Acta de Cancelación	<p>Si la compatibilidad de los componentes falla se debe proceder a realizar un acta de cancelación donde se listen los componentes con incidencias. Esta plantilla es la evidencia de que se cumple con el objetivo verificación de la compatibilidad de componentes.</p>	Administrador de la Integración
Acta de Entrega	<p>Para finalizar la integración se debe realizar un acta de entrega que recoja la fecha de entrega, el nombre del producto integrado, la versión, los resultados de la integración (salidas de la integración, nombre, la descripción y la ubicación) y los resultados de la evaluación de los componentes integrados.</p>	Administrador de la Integración
Reporte de Estado Inicial	<p>Se necesita recoger el estado de los componentes una vez iniciado la integración para eso el administrador de</p>	Administrador de la Integración

	<p>la integración debe verificar que los desarrolladores cuyos módulos estén involucrados en la integración realicen las pruebas de integración unitaria a cada módulo entreguen el test de compatibilidad para cada uno. Tanto los resultados de las pruebas como el test de cada módulo, se registran en esta plantilla.</p>	
Reporte de Estado Final	<p>Cuando los integradores finalicen el ensamble de componentes, utilizando como precondition el reporte de estado inicial realizan los test de compatibilidad de cada componente integrado y los resultados son registrados en esta plantilla.</p>	Integrador
Registro de Integraciones	<p>Esta plantilla es la evidencia de las integraciones de productos que se llevaron a cabo en el proyecto resume las fechas, los involucrados, los resultados (nombre del producto integrado y versión) y estado de cada integración realizada.</p>	Administrador de la integración
Descripción de Componentes	<p>Cuando se realiza la solicitud de integración esta plantilla tiene que ser llenada con los datos de los componentes que se van a integrar y entregada al administrador de la integración. Durante todo los procedimientos cada vez que se necesite la descripción de los componentes solo hay que referenciar este documento no es necesario repetir</p>	Líder de Proyecto

	los datos.	
--	------------	--

Tabla 4 Descripción de las plantillas del proceso

2.5 Documentos generales del proceso IP.

En la implementación del área de proceso fue necesario crear documentos que sirvan de guías para los involucrados con el área. Estos documentos sirven de material útil para capacitar a los recursos humanos del centro que tienen que ver directa o indirectamente con el proceso de integración de productos. Además si se quiere evaluar la adherencia a procesos y productos de trabajo del área, apoyándose en estos documentos se puede detectar lo que se hace mal y lo que se hace bien previendo errores que con el tiempo se conviertan en malas prácticas. Los documentos que se crearon para cumplir con el objetivo de esta última etapa son 4, cada uno tiene un fin específico. El Plan de Integración resume las herramientas, las secuencias de integración, los posibles tiempos de integración, criterios y procedimientos para la integración. Plan de Capacitación recoge toda la planificación del proceso de capacitación para los involucrados al proceso y se señala la documentación que se debe utilizar para cada paso del proceso. Por último está la Guía para la elaboración del Plan de Integración y el libro de proceso considerado el manual del proceso donde se describe todo lo relacionado con el proceso desde las políticas hasta la descripción de los subprocesos tanto textual como gráfica. Además de los involucrados relevantes, roles y responsabilidades y áreas de proceso relacionadas con IP. Los nombres y la nomenclatura oficial son:

- CEDIN-PI:2011_Plan de Integración del Software.doc
- CEDIN-PI:2011_Plan de Capacitación del Proceso de Integración.doc
- CEDIN-PI:2011_Libro de Proceso de Integración de Producto.pdf
- CEDIN-PI:2011_Guia para la elaboración del plan de integración.pdf

2.6 Conclusiones parciales

La propuesta de implementación del área IP para el centro, resume los aspectos más importantes relacionados con la definición del proceso de integración de productos y su adaptación a la dinámica de trabajo del Departamento de Integración. Los 4 subprocesos creados para guiar la ejecución del proceso IP en sentido general garantizan que se dé cumplimiento a las metas que propone CMMI como parte de la estructura del modelo. El capítulo está dividido en pasos secuenciales que dirigen el procedimiento de implementación

del área de proceso, desde sus inicios con el informe del análisis DAFO realizado hasta el final, mostrando en cada etapa lo que se hizo y los resultados de las actividades realizadas. Por último es válido destacar que los documentos y productos de trabajo que son parte de la propuesta vienen anexados al presente trabajo de diploma integrando la documentación oficial del mismo.

Capítulo 3: Validación de la Propuesta

En este capítulo, se hace un estudio relacionado al método Delphi, el cual será empleado con el objetivo de validar la propuesta de implementación reflejada en el capítulo 2. Posteriormente se trabaja con un grupo de expertos¹ que ayudarán, con su criterio, a validar la propuesta y brindaran un resultado negativo o positivo de la misma, determinando si está en condiciones de ser aplicada o no en el centro.

3.1 Método Delphi

En 1950 se realizó por vez primera un estudio con el método Delphi. Para el uso de este método se utiliza la información de un grupo de personas a las que se supone un considerable conocimiento de la materia que se va a evaluar. El éxito de los resultados depende, en gran medida, de la elaboración de los cuestionarios y la elección de los expertos consultados. Delphi es uno de los métodos de estimación más confiables actualmente, se basa en la elaboración estadística de las opiniones de un grupo de expertos en el tema tratado; y refleja cada una de las valoraciones de los expertos, las cuales pueden estar basadas en análisis lógico o en su propia experiencia intuitiva. El método cuenta con 4 características principales:

- Anonimato: Ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo seleccionado.
- Iteración y realimentación controlada: Cuando se muestra el mismo cuestionario varias veces se evidencia la iteración. Además, los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores se van presentando, de esta forma los expertos conocen los diferentes puntos de vista y pueden ir modificando su opinión si consideran que los argumentos presentados son más apropiados que los suyos.
- Respuesta del grupo en forma estadística: A los expertos no se les presenta, solamente, la información del punto de vista de la mayoría, sino todas las opiniones, de esta forma se muestra el grado de acuerdo que se ha obtenido.
- Heterogeneidad: Los expertos que conforman el grupo seleccionado pueden pertenecer a distintas ramas de actividad sobre las mismas bases.

¹personas con el conocimiento necesario para determinar si el estudio realizado se aproxima a la realidad

Algunas de las ventajas de este método son:

- La obtención de información desde distintos puntos de vista y sobre temas muy amplios o muy específicos.
- Puede ser variable el horizonte de análisis.
- Permite la participación de un grupo de personas, sin que se forme desorganización.
- Facilita examinar, de forma objetiva y sistemática, problemas que requieren la concurrencia y opinión cualificada.
- Elimina o reduce los resultados negativos de las reuniones de grupo “Cara-Cara”.

3.2 Selección de expertos

Para la selección de los posibles candidatos fue necesario especificar ciertos criterios que sirvieran de filtro para garantizar que en el grupo seleccionado existiera un porcentaje importante de expertos calificados para ser parte del proceso de validación de la propuesta de implementación, los criterios especificados son:

- Graduado de Nivel Superior.
- Vinculación con el trabajo en los centros de desarrollo de software.
- Conocimientos sobre el proceso de desarrollo de software.
- Conocimientos sobre calidad del software.
- Conocimientos sobre el proceso de integración de productos.

Para poner en práctica el método, se seleccionaron a 10 posibles candidatos para hacerle la encuesta, de los cuales 8 respondieron afirmativamente para colaborar con la investigación y formar parte de la validación. Se les realizó la encuesta 1 (Anexo 1) donde cada uno de los participantes seleccionados se autoevaluó con el objetivo de determinar su grado de competencia. Los resultados de la encuesta se procesaron con la ayuda del Coeficiente de Competencia (K) [30], este coeficiente se determina a través de la fórmula: $K = \frac{1}{2} (kc + ka)$, donde: el Coeficiente de Conocimientos (kc) es el resultado de la primera pregunta de la encuesta de autovaloración multiplicado por “0.1” y el Coeficiente de Argumentación (ka) se obtiene luego de analizar los resultados de la tabla fuentes de argumentación, donde se exponen las posibles fuentes del conocimiento, en la Pregunta 2 de la encuesta 1. Este análisis se hace de la siguiente forma: Los expertos deben marcar con una “x”, según su criterio, su grado de competencia sobre los aspectos sometidos a consideración, a estas marcas se le asignan valores de acuerdo a la siguiente escala de la Tabla 5:

Fuentes de Argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05
Totales	1.0	0.8	0.5

Tabla 5 Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.

Ka será igual a la suma de los valores donde el posible experto haya marcado. Con esos elementos es suficiente para conocer el Coeficiente de Competencia de cada uno de los expertos. Para determinar el nivel del Coeficiente de Competencia son necesarios los siguientes intervalos:

- Si $0,8 < k < 1,0$ el coeficiente de competencia es alto.
- Si $0,5 < k < 0,8$ el coeficiente de competencia es medio.
- Si $k < 0,5$ el coeficiente de competencia es bajo.

Los expertos que fueron seleccionados, para formar parte del grupo de validación de la propuesta, fueron aquellos cuyos resultados arrojaron un coeficiente de competencia alto y medio. De los 8 expertos a los que se les aplicó la encuesta de autoevaluación, solo 7 fueron

seleccionados para continuar con la ejecución del método, a continuación se muestran los resultados obtenidos:

Nombre del experto	P1	P2									Competencia
	Con	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Ka	Kc	K	
Experto 1	8	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9	ALTO
Experto 2	6	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75	ALTO
Experto 3	6	0,1	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7	MEDIO
Experto 4	4	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,4	0,6	MEDIO
Experto 5	2	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,2	0,4	BAJO
Experto 6	6	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7	MEDIO
Experto 7	6	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7	MEDIO
Experto 8	8	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85	ALTO

Tabla 6 Resultados de la selección de expertos

El Experto 5 fue el único que tuvo como resultado un valor de Coeficiente de Competencia bajo, por lo que no integró el panel de experto, cuya creación fue el primer paso del proceso de validación de la propuesta.

3.3 Elaboración del cuestionario de validación de la propuesta

Una vez seleccionados los expertos, se prosigue con la elaboración de las encuestas que se pondrán a consideración del panel. Para la elaboración de las preguntas de cada cuestionario se siguieron ciertas reglas básicas (Tabla 7) de suma importancia para que estos tuvieran la calidad requerida y el trabajo no se viera afectado por falta de claridad en las preguntas formuladas.

Reglas para la elaboración de los cuestionarios

- Las preguntas han de ser pocas (no más de 30).
- Las preguntas preferentemente cerradas y numéricas.
- Redactar las preguntas con lenguaje sencillo.
- Formular las preguntas de forma concreta y precisa.
- Evitar utilizar palabras abstractas y ambiguas.
- Formular las preguntas de forma neutral.
- Redactar las preguntas de forma personal y directa.
- Redactar las preguntas para que se contesten de forma directa e inequívoca.
- Redactar las preguntas limitadas a una sola idea o referencia.
- Evitar estimular una respuesta condicionada. Es el caso de preguntas que presentan varias respuestas alternativas y una de ellas va unida a un objetivo tan altruista que difícilmente puede uno negarse.

Tabla 7 Reglas para la elaboración de un cuestionario

Además de estas reglas es necesario tener presente la información que se quiere recoger para enfocar las preguntas de manera que sus respuestas brinden los datos deseados. Centrándose en lo antes expuesto se crearon 2 encuestas, la encuesta 2 (Anexo 2) y la encuesta 3(Anexo 3). Estas encuestas tienen objetivos específicos los cuales son:

- Demostrar que las políticas, los roles y responsabilidades, los involucrados relevantes que se definieron y la descripción de las áreas de proceso que se interrelacionan con el área IP encajan dentro del marco que propone CMMI, se asemejan a las características del programa de mejora y son todos necesarios y suficientes para cumplir con los objetivos establecidos en el proceso.
- Demostrar que los 4 subprocesos propuestos son necesarios y suficientes para guiar el proceso de integración de productos.
- Demostrar que los artefactos propuestos para ejecutar el proceso de integración de productos son necesarios y suficientes.
- Demostrar que los documentos que son partes del proceso son necesarios y suficientes para cumplir con los objetivos.

- Demostrar que los pasos seguidos para elaborar la propuesta fueron necesarios y suficientes.

Cada encuesta cuenta con preguntas e incisos, las respuestas se etiquetaron con los indicadores: De acuerdo (SI) y No de acuerdo (NO) (Ver Anexo 4) en algunos casos sobre todo en la encuesta 2 y en otros es sobre seleccionar según la valoración de los expertos aspectos puestos a consideración para evaluar el nivel de coincidencia en las respuestas.

3.4 Desarrollo práctico y explotación de resultados

Los expertos que conformaron el grupo seleccionado recibieron un resumen de la propuesta del modelo como documentación primaria para dar respuesta a las preguntas de la encuesta 2 y 3. Las encuestas y el resumen fueron enviados por vía e-mail; se dio una explicación del escenario práctico en el desarrollo de la encuesta (total garantía de anonimato). Además, se realizó una sola ronda de preguntas y luego se prosiguió al análisis de los resultados. Los cuestionarios fueron procesados según Colunga y Amayuela para llegar a conclusiones objetivas acerca de la propuesta. Se utilizó el Microsoft Excel 2010 con el objetivo de recoger y visualizar los resultados aportados; además de facilitar los cálculos realizados durante la aplicación de Delphi.

A continuación se muestra paso a paso como se procesaron los resultados parciales de las encuestas. Se especifica parciales porque una parte de los resultados no se procesaron de esta forma, es el caso las preguntas de valoración las cuales se procesaron acumulando las respuestas que coincidían y utilizando el por ciento para saber que parte representaban los grupos formados por cada respuesta, haciendo posible conocer la opinión mayoritaria de los expertos. El ejemplo que se utiliza para demostrar el procedimiento empleado para las preguntas de SI/NO es el trabajo realizado con la pregunta 1 de la encuesta 2, vale destacar que la evidencia del procesamiento de los demás resultados de todas las encuestas se reflejan en los anexos del presente documento. Los resultados recogidos de la pregunta 1 encuesta 2 se muestran en la Tabla 8 Frecuencias Absolutas.

Elementos	SI	NO	Total
P1-a	6	1	7
P1-b	6	1	7
P1-c	6	1	7
P1-d	6	1	7
P1-e	5	2	7
P1-f	6	1	7
Total de aspectos a evaluar	35	7	

Tabla 8 Frecuencias Absolutas

Primer paso: se obtuvo la tabla de frecuencias acumuladas; donde cada número en la fila, excepto el primero, es resultado de la suma con el anterior. En dicha tabla desaparece la última columna de la Tabla 8.

Elementos	SI	NO
P1-a	6	7
P1-b	6	7
P1-c	6	7
P1-d	6	7
P1-e	5	7
P1-f	6	7

Tabla 9 Frecuencia Acumuladas

Segundo paso: La tabla anterior se copió y se le borró los resultados numéricos, con el objetivo de obtener la tabla de frecuencias relativas acumuladas; donde sus datos se alcanzaron de la división de cada uno de los números de la Tabla 8 por el número total de expertos que es 7.

Elementos	SI	NO
P1-a	0.86	0.14
P1-b	0.86	0.14
P1-c	0.86	0.14
P1-d	0.86	0.14
P1-e	0.71	0.29
P1-f	0.86	0.14

Tabla 10 Frecuencia Relativa Acumulada

Tercer paso: se buscaron las imágenes de los elementos de la tabla anterior por medio de la función (Dist. Normal. Standard Inv.). A dicha tabla se le adicionó 3columnas y 3filas para colocar los resultados que se mencionan a continuación.

- Suma de las columnas.
- Suma de filas.
- Promedio de las columnas.
- Promedio de las filas.

Para hallar N, se dividió la suma de las sumas entre 12 (el resultado de multiplicar el número de indicadores (2) por el número de preguntas (6)). El valor N-P dio el valor promedio que otorgan los expertos para cada indicador propuesto. En la siguiente tabla se resume lo dicho en los puntos anteriores:

No	Elementos	SI	NO	Suma	Promedio	N-P
					N=	0
1	P1-a	1,08	-1,08	0	0	0
2	P1-b	1,08	-1,08	0	0	0
3	P1-c	1,08	-1,08	0	0	0
4	P1-d	1,08	-1,08	0	0	0
5	P1-e	0.55	-0.55	0	0	0
6	P1-f	1,08	-1,08	0	0	0
Suma		5.4	-5.4	0		
Promedio		0.9	-0.9			

Tabla 11 Resultados de los cálculos

Cuarto paso: Luego de realizado los cálculos prosigue categorizar los indicadores o sea convertir los valores cuantitativos en cualitativos para tener una idea más exacta de la valoración de los expertos acerca de los aspectos puestos a consideración. Necesitamos elegir los puntos de corte y seleccionar el indicador de la tabla que utilizaremos para evaluarla frecuencia de aceptación de cada inciso. Como puntos de corte se utiliza los valores de los resultados de la función promedio de la suma de las filas de los indicadores SI y NO. Luego los expandimos creando 5 categorías quedando así:

Grados de Adecuación				
Muy Adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No adecuado
0.9	0.45	0	-0,45	-0,9

Tabla 12 Grados de adecuación

El indicador que se utiliza para evaluar los resultados de las preguntas realizadas en cada inciso es (N-P) se casa el valor en cada fila con la Tabla 12 y se le da una categoría según el rango donde este. La tabla de los grados de adecuación se analiza de izquierda a derecha y siempre incluyendo solamente el valor de la izquierda en el rango.

No	Elementos	SI	NO	Suma	P	N-P	
1	P1-a	1,08	-1,08	0	0	0	Bastante Adecuado
2	P1-b	1,08	-1,08	0	0	0	Bastante Adecuado
3	P1-c	1,08	-1,08	0	0	0	Bastante Adecuado
4	P1-d	1,08	-1,08	0	0	0	Bastante Adecuado
5	P1-e	0.55	-0.55	0	0	0	Bastante Adecuado
6	P1-f	1,08	-1,08	0	0	0	Bastante Adecuado
Suma		5.4	-5.4	0			
Puntos de Corte		0.9	-0.9				

Tabla 13 Puntos de corte

Finalmente como se refleja en la Tabla 13 a los resultados de las preguntas de cada inciso se les asigno un grado de adecuación siendo el objetivo de la explotación de los resultados.

3.5 Resultados obtenidos de la encuesta para la selección de los expertos

Participaron un total de 8 candidatos en el proceso de selección del panel de expertos, de ellos el 75% del total son Ingenieros en Ciencias Informáticas y el 25% son Máster en Ciencias. Todos están vinculados al desarrollo de software y temas relacionados con la investigación.

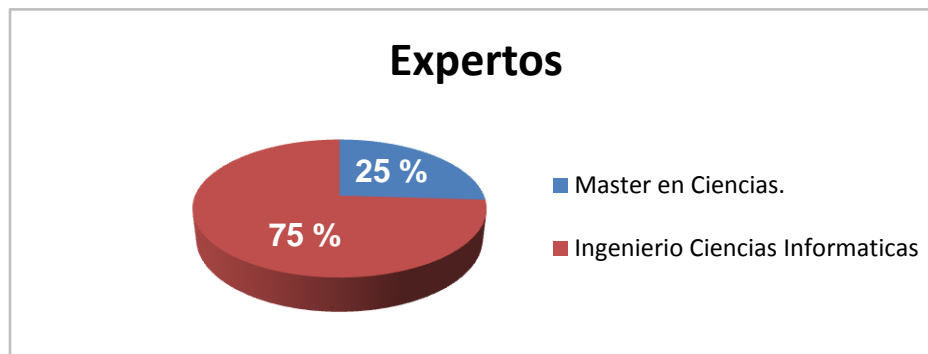


Gráfico1 Representación de expertos

En la selección de los expertos solo aquellos que tenían un coeficiente de competencia medio y alto fueron los escogidos, los resultados se muestran en el Gráfico 3, donde se evidencia que el 37% de los expertos tienen un nivel de competencia Alto, el 50% Medio y solo el 13% Bajo. Los datos evidencian que el 87% del total de los expertos poseen el conocimiento necesario para validar la propuesta.

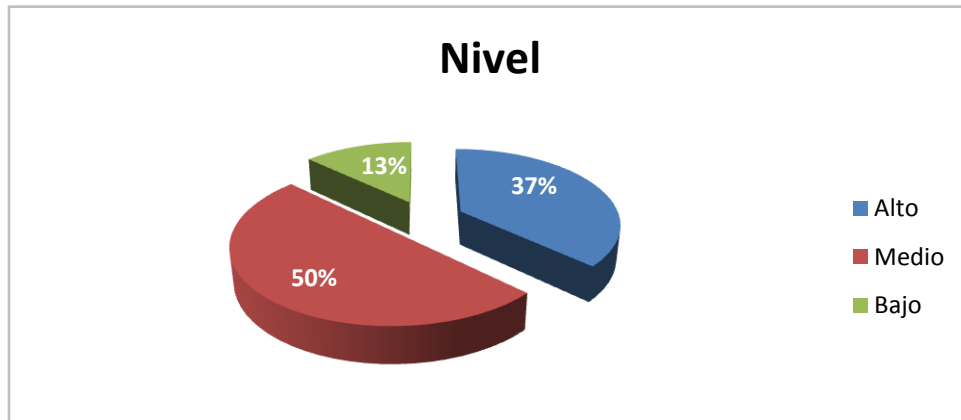


Gráfico 2 Coeficiente de competencia de los expertos

3.6 Resultados obtenidos de las encuestas para la validación de la propuesta

El resultado cuantitativo que se arrojó del análisis de las respuestas de la encuesta 2 de validación se puede observar en el Gráfico 3 y 4, donde se muestra el nivel de adecuación de la pregunta 1 y 2 con sus respectivos incisos y la cantidad de expertos que clasificaron los mismos.

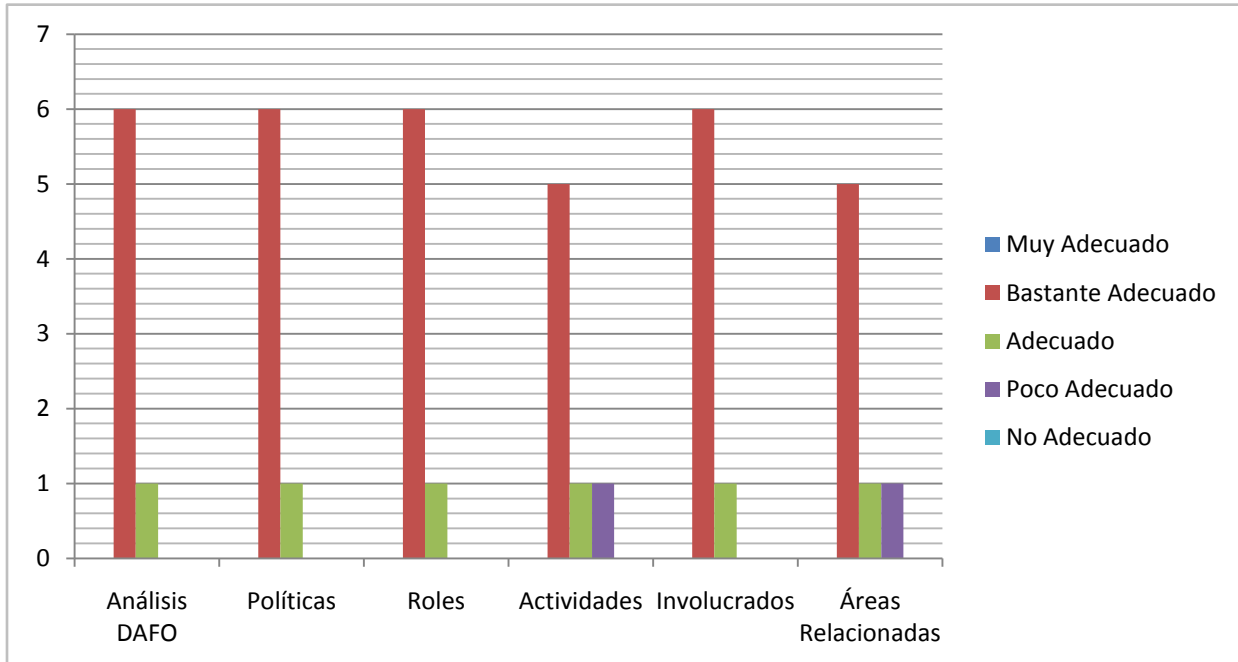


Gráfico 3 Nivel de adecuación de la pregunta 1 de la encuesta 2

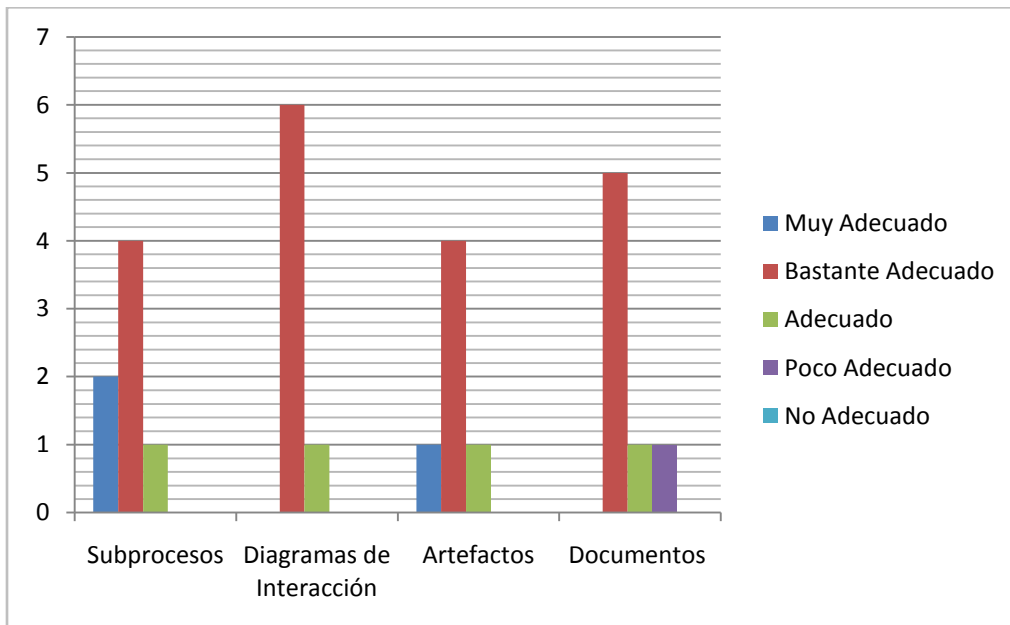


Gráfico 4 Nivel de adecuación de la pregunta 2 de la encuesta 2

En la encuesta 3 se procedió de forma comparativa, se tuvo en cuenta el conocimiento de cada experto, su evaluación en cada uno de los elementos de la propuesta y su criterio acerca de la misma. En el inciso A y B de esa encuesta cada experto señaló los artefactos y los documentos, que en su consideración, deben estar presentes en un proceso de integración de productos, en el Gráfico 5 y 6 se muestran los resultados. Es un hecho que para la mayoría de los expertos los artefactos generados, son adecuados para el proceso.

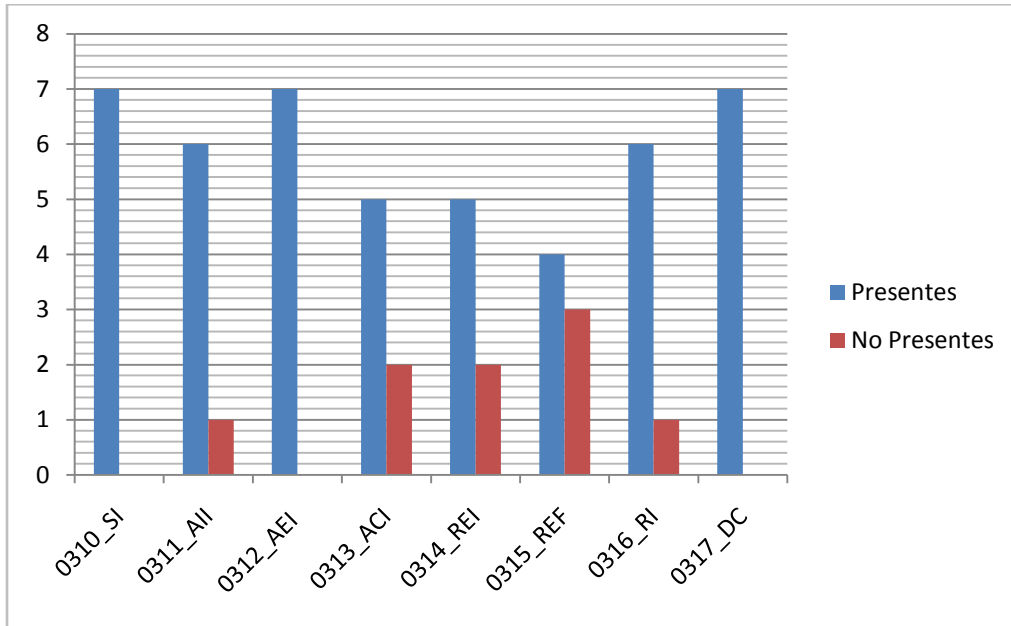


Gráfico 5 Valoración de los artefactos del proceso

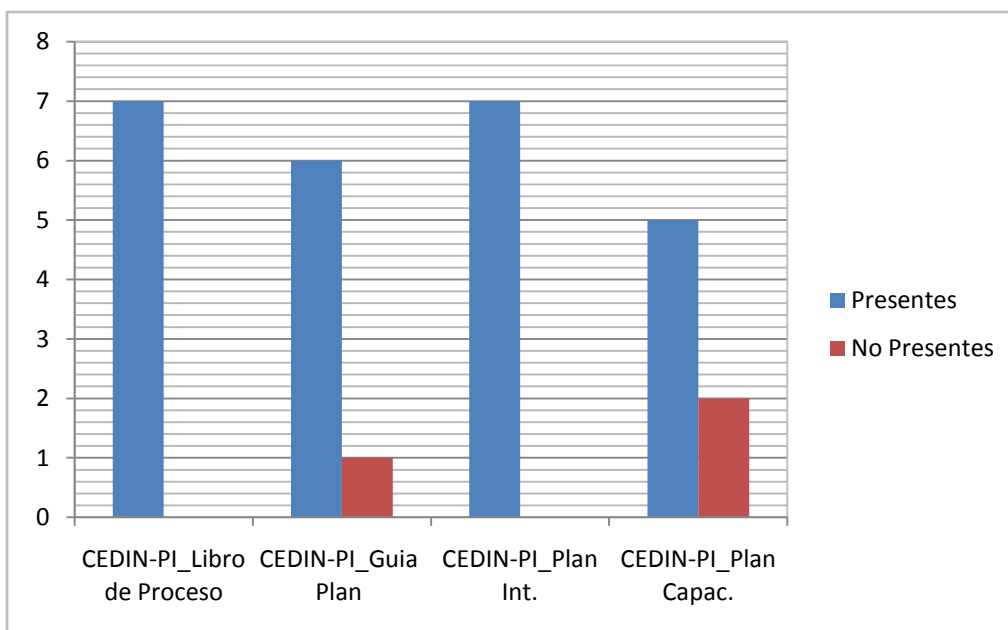


Gráfico 6 Valoración de los documentos del proceso

En el inciso C se reúnen un grupo de actividades que pueden o no ser parte de la propuesta de implementación del área de proceso en el centro. La decisión es puesta a consideración de los expertos, luego se toman las respuestas dadas, se agrupan las que coincidan y se calculan los por cientos quedando representado como se muestra en el Gráfico 7.

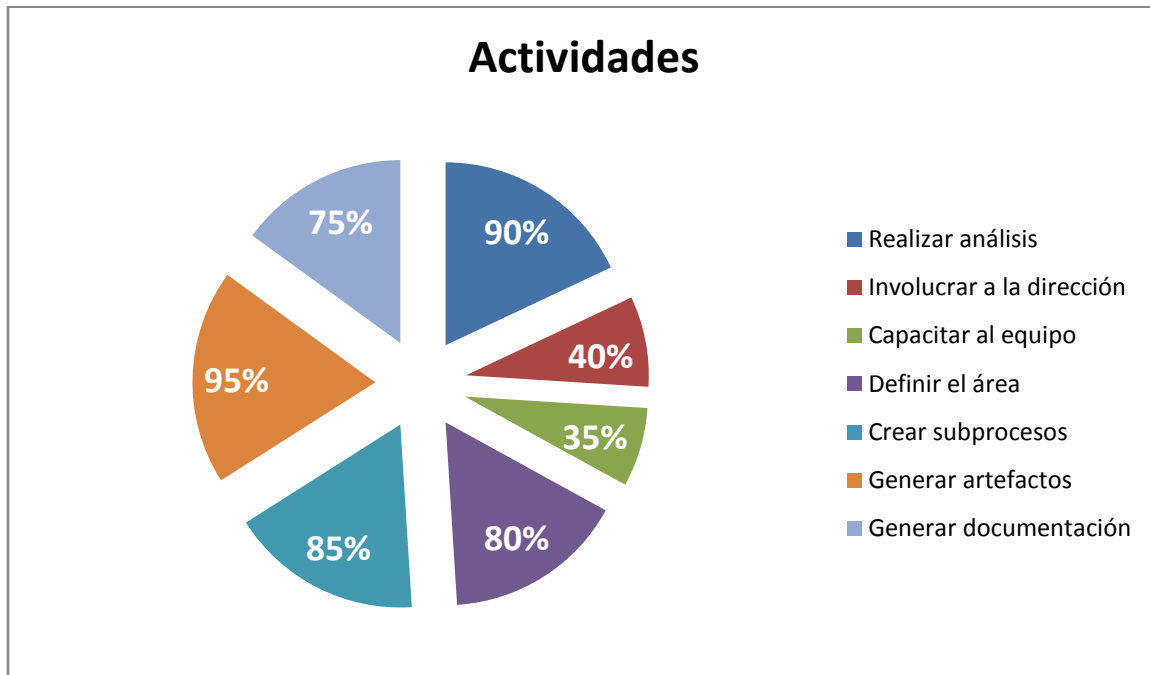


Gráfico 7 Actividades fundamentales según expertos

Es importante señalar que de las actividades mencionadas, las 5 que son parte de la propuesta, obtuvieron cada una, más del 50 % de los votos del panel de expertos.

Los últimos incisos de la encuesta se enfocan en las valoraciones personales de los expertos. En el D los expertos responden afirmativa o negativamente si consideran que la propuesta puede ser efectiva en el CEDIN (Gráfico 8) y en el E brindan sus opiniones y sugerencias acerca de la propuesta. Al experto que por una causa u otra dejase en blanco esta pregunta opcional, se le consideró que estaba en total acuerdo con la propuesta; al que respondió, se le tomó en consideración su opinión y, en algunos casos, sugerencias (Gráfico 9).

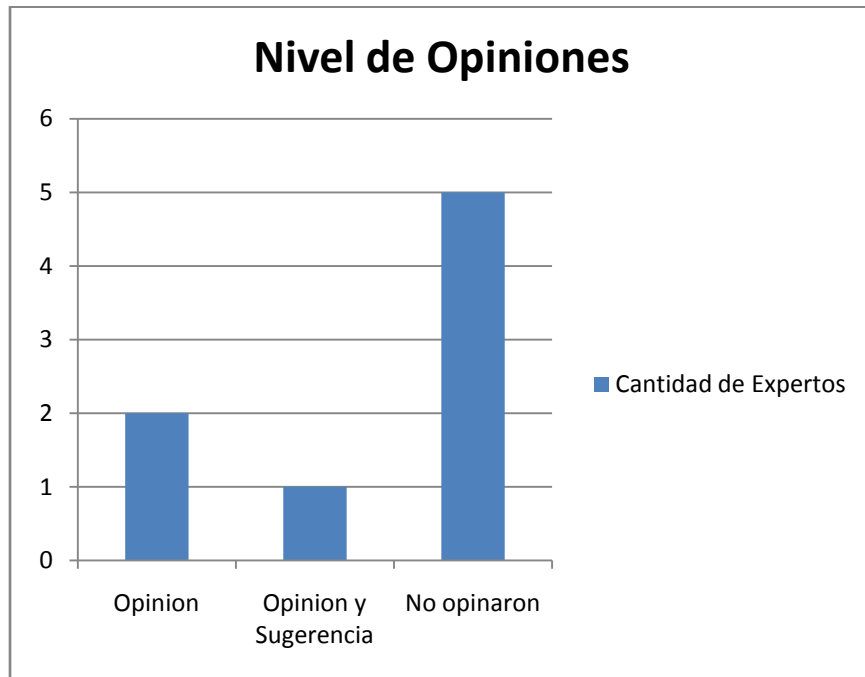


Gráfico 8 Valoración de la propuesta



Gráfico 9 Nivel de aceptación

En relación a los temas abordados en los cuestionarios de validación los expertos emitieron algunos comentarios y/o sugerencias, ellos son:

- La propuesta está bastante completa, se tuvo en cuenta todos los elementos necesarios para cumplir con lo que propone CMMI.
- Se recomienda actualizar el proceso de integración de producto de forma paralela a la evolución de la producción del software del centro.

- El área de proceso está bien definida y presenta una secuencia lógica de actividades que permite que la relación objetivos, políticas y subprocesos se desarrolló en óptimas condiciones.
- La propuesta está bien enfocada en lo que realmente sucede en el departamento de integración del CEDIN.

3.7 Resultados obtenidos de la prueba parcial de la propuesta en el CEDIN.

Partiendo de los resultados alcanzados en el proceso de validación se concluye que la propuesta de implementación es perfectamente aplicable al centro. Siendo esta la valoración final del panel de experto se toma como decisión realizar una prueba final del proceso de integración en el departamento. Para ello se seleccionó al proyecto SCADA, se involucraron a los roles previamente definidos, se dio una capacitación del nuevo panorama de trabajo y se ejecutó la integración solicitada utilizando la propuesta de implementación.

Los resultados de la prueba parcial fueron calificados de adecuados por los expertos, a pesar de que por el factor tiempo y por ser una prueba parcial precisamente no se explotó todo el potencial de la propuesta realizada. Pero se logró una mejor organización del trabajo y mejor comunicación entre el proyecto y el departamento, se generaron el 87% de los artefactos propuestos y se realizó la integración sin contratiempos. Se anexa al presente trabajo de diploma el documento oficial CEDIN-PI03:2011_Acta de Entrega (25-05-11).doc (Anexo 4) como evidencia de la integración realizada mediante el uso de la solución propuesta.

Después de la ejecución de la prueba parcial se realizó un estudio utilizando los datos recolectados de la integración realizada y los de esa misma integración pero ejecutada con el proceso que se realizaba antes en el departamento. Con el objetivo de convertir la integración seleccionada en un caso de estudio cuyos datos sirvieran para realizar un análisis que permitiera comparar ambos procesos. El análisis realizado se enfoca en el nivel de esfuerzo que debe emplear el equipo de trabajo para lograr cumplir con ciertos aspectos que guían hacia una integración óptima de los componentes de software. Se especificó para ello que el nivel de esfuerzo iba estar en una escala de 0-5 y los aspectos a evaluar iban a ser 8. Se le otorgó un nivel de esfuerzo a cada aspecto, considerando para esto características cómo, la cantidad de artefactos a generar si aumento o no, los documentos que hay que consultar si son más, si cuesta más trabajo cumplir con el tiempo integración propuesto, si el proceso de capacitación es mas complejo y lleva mas horas de trabajo, si son mas las actividades a realizar y si se

emplean mas recursos. Así de esta forma se fueron analizando aspecto por aspecto hasta concluir con el resultado que se muestra a continuación:

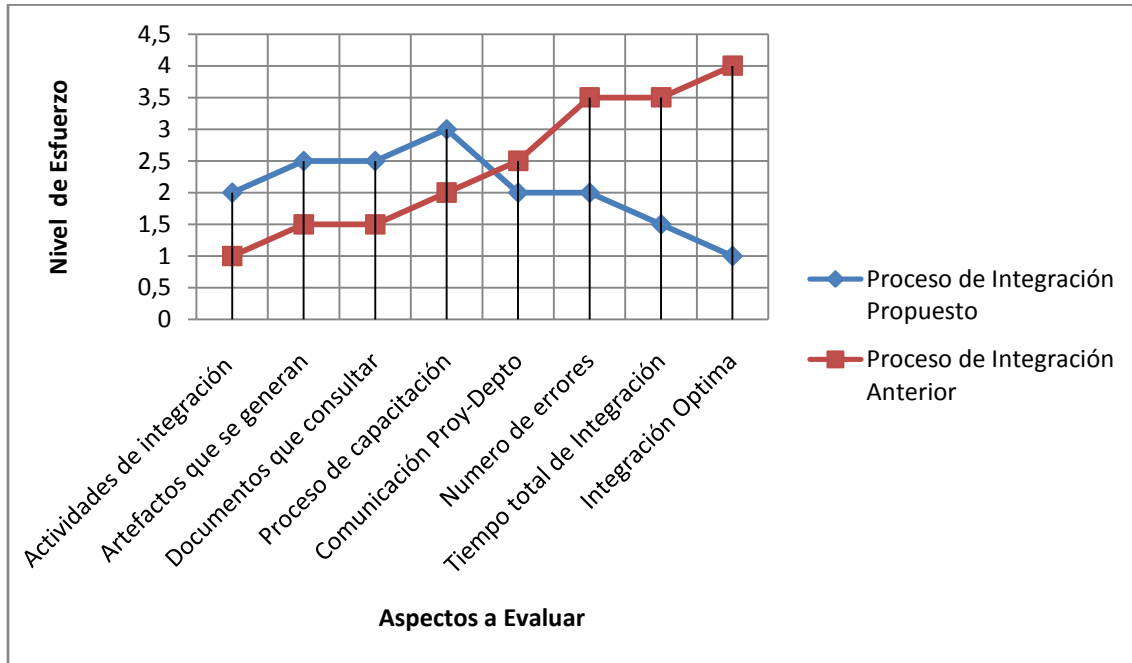


Gráfico 10 Comparación entre el proceso IP de antes y después

Se resume en el Gráfico 10 lo que se puede considerar una comparación entre el proceso de integración que se realizaba antes y el que se realizó después de aplicar la propuesta de implementación del área de proceso IP en el departamento. Los primeros cuatro aspectos son más complejos y requieren un mayor nivel de esfuerzo por parte de los roles que intervienen en el proceso de integración propuesto, pero los últimos 4 demuestran que después de vencida la primera etapa lograr la comunicación entre el proyecto y el departamento, detectar inconsistencias entre los componentes, lograr cumplir con el tiempo dispuesto para la integración y acercarse a lo que se considera una integración óptima requiere mucho menos esfuerzo si se utiliza el proceso de integración propuesto. Al final el promedio del esfuerzo total empleado en el proceso que se propone es de 2.06 y el del proceso anterior es de 2.44 de un máximo de 5, demostrando una disminución significativa en el trabajo. Por esta razón se puede afirmar como conclusión objetiva del análisis: que se logró optimizar el proceso de integración de producto que se utiliza en el CEDIN.

3.8 Conclusiones parciales

La aplicación del método Delphi hizo posible que la propuesta de implementación fuera evaluada por un panel de expertos con un nivel de competencia entre alto y medio. El análisis de las encuestas y la prueba parcial arrojaron como resultado que la propuesta es válida para ser implantada en el CEDIN, por ser categorizados de bastante adecuados y de adecuados todos los aspectos puestos a consideración de los expertos. Además se vio demostrado como el nivel de esfuerzo necesario para lograr una integración exitosa disminuye considerablemente con el uso del proceso propuesto en comparación con el que se tenía que emplear antes, para lograr el mismo objetivo, garantizando un por ciento de integraciones fallidas casi nulo.

Conclusiones

Al finalizar la investigación y después de haber valorado cada uno de los resultados obtenidos se pudo arribar a las siguientes conclusiones:

- A partir del estudio realizado se logró definir el área de proceso IP del nivel 3 de CMMI, creando una propuesta de implementación que garantiza un proceso de integración adaptado a las condiciones y características del CEDIN.
- La validación de la propuesta a través del método Delphi permitió conocer que la misma es aplicable al centro de desarrollo.
- La solución propuesta garantiza un proceso de integración exitoso. Dándole cumplimiento de esta manera al objetivo general de la presente investigación.

Recomendaciones

Se recomienda:

- Estudiar periódicamente la evolución del proceso de desarrollo de software del centro, para mantener actualizado el proceso de integración que se propone, con el objetivo de que no pierda concordancia con los enfoques y metodologías que se utilizan en el CEDIN
- Realizar un análisis de los procesos de desarrollo que se aplican en los restantes centros de la universidad, para poder modificar el proceso de integración de productos definido y así poder adaptarlo a las características de cualquiera de estos centros.

Bibliografía

1. *Calidad del Software*. Ingeniería de Software I. s.l.: Universidad Rey Juan Carlos.
2. **Ilzarbe, Laura**. *Introducción a la gestión de la calidad*.
3. **Navarro, Omar Zárate**. *Proceso Personal del Software (PSP)*. Análisis y Diseño Sistemas I.
4. Administración de Proyectos Informáticos. Tema 5 (I). Gestión de la Calidad.
5. *Planificación de Proyectos Informáticos*. Cuarto Tema: Calidad de Software. S.l.: Escuela Superior de Informática.
6. **Sury, Witold**. *Software Quality Engineering in international standardization and practice*. 2007.
7. **ISO/IEC 9126**. Oficina Nacional de Normalización. Norma Cubana. *Ingeniería de Software – Calidad del Producto – parte 1: Modelo de la Calidad (ISO/IEC 9126-1:2001, IDT)*. Ciudad de La Habana. Cuba. 2005.
8. **Dominguez, Jorge**. *THE.PROJECT.MANAGEMENT.HUT*. [Online] Junio 16, 2010. [Citado: Noviembre 5, 2011.] Disponible en: <http://www.pmhut.com/the-chaos-report-2010-on-it-project-failure>.
9. **Sommerville, Ian**. *Ingeniería de Software*. Séptima edición. 2005.
10. **Guevara Mojena, Bedsy**. *Procedimiento Propuesto para medir la Calidad*. Ciudad de La Habana. UCI, 2007. 107 p.
11. **Zázquez, Roberto Hugo**. *Introducción a la Calidad del Software*. s.l.: Grupo Liredad. UTM/FRM.

12. **Quintana, Darcy y Noriega, Javier.** *Calidad del Software.*
13. **Barca, R.G.** *Las Normas ISO 9000. 2000.*
14. **IEEE.** [En línea] 2010. [Citado el: 15 de enero de 2011.] <http://www.ieee.org/portal/site...>
15. **García, Moreno.** *Capítulo 2: Modelos y Estándares de Calidad del Software.* Universidad de las Américas. 2001.
16. *Las Normas ISO 9000.* Activo en: <http://normas-iso-9000.blogspot.com/2007/12/indice-de-articulos-de-iso-9000-y.html>.
17. **Sommerville.** *Software engineering.* Addison-Wesley Pub Co. 6ta edición. Agosto 2000.
18. **J, Sametinger.** *Software engineering with reusable components.* Springer Verlag, Agosto 1997.
19. **J, Sodhi, y P, Sodhi.** *Software reuse: Domain analysis and design process.* McGraw-Hill. 1999.
20. **C, Szyperski.** *Component software: Beyond object-oriented programming.* Addison-Wesley Pub Co. 2da edición. Noviembre 2002.
21. **P. Herzum and O. Sims.** *Business component factory: A comprehensive overview of component-based development for the enterprise.* John Wiley & Sons. 2000.
22. **Boehm.** *Boehm et al. "Qualitative evaluation of software quality".* In Proc. Of ICSE'76, pp. 592-605. 1976.
23. **ACM Communications.** *Special Issue on Software Product Lines.* 49(12), 2005.
24. **Clements, P. y Northrop, L.** *Software Product Lines: Practices and Patterns.* Addison-Wesley. 2001.

25. *Standish Group International: Project Development of Software*. 2004.
26. **Pressman, Roger**. *Un enfoque práctico, Ingeniería de Software*. 2002.
27. *CMMI for Development Version 1.2: Improving processes for better products*. SEI. agosto 2006.
28. **Jurrillo, José Carlos**. *"Dirección Estratégica"*. Mc Graw-Hill / Interamericana de España, S.A.
29. **Cristóbal, Carlos**. *LA MATRIZ D A F O: una forma de aplicarla*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. 2009
30. **Landeta, Jon**. *El método Delphi*. Ariel. Barcelona.1999.
31. **Linstone, H.A y Turrof, M**. *The Delphi method, techniques and applications*, AddisonWesley publishing, 1975.

Anexos

Anexo 1: Encuesta de selección de expertos

Encuesta # 1

(El siguiente cuestionario se aplicará de forma individual y sus resultados permanecerán bajo el absoluto anonimato, solo es de interés para el grupo de trabajo medir el nivel de dominio que tiene el encuestado sobre ciertos temas, el encuestado tiene como deber contestar todas las preguntas respetando siempre las reglas del cuestionario y apoyándose en los conocimientos que realmente posea)

Pregunta 1

Marque con una "x" la opción que dé respuesta a la pregunta que se le realiza en cada inciso.

- A. En el Centro de Desarrollo de Informática Industrial (CEDIN) como parte del proceso de desarrollo existe un ciclo de vida establecido para los proyectos de software. ¿Conoce las fases que integran este ciclo de vida?

SI
 NO

- B. El proceso de desarrollo del software incluye la calidad del software como un subproceso más por eso durante el proceso se trabaja con modelos y estándares de calidad. ¿Conoce las principales características del Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI).?

SI
 NO

- C. En la UCI desde el año 2009 se comenzó un programa de mejora de procesos seleccionando a CMMI como modelo de mejora. Hasta el presente año 2011 se han implementado en los centros 7 áreas de proceso, completando el nivel 2 de madurez. ¿Conoce como es el trabajo en algunas de estas áreas?

SI
 NO

- D. El proceso de desarrollo de software tiene varios enfoques en cuanto a la forma de desarrollo, estos se aplican en dependencia de las características de cada organización.

¿Conoce las principales características del Desarrollo de Software Basado en Componentes (DSBC)?

- SI
 NO

Pregunta 2

El proceso de desarrollo de software que se lleva a cabo en la UCI es un proceso complejo que ha ido evolucionado con el transcurso de los años mediante mejoras aplicadas. La propuesta que se quiere evaluar tiene como idea central un proceso de integración de productos que se propone para el CEDIN. Es importante para el grupo de trabajo definir de donde provienen sus conocimientos sobre este tema en sentido general, para de esta forma medir el grado de confiabilidad de sus respuestas y valoraciones durante el proceso de validación de la propuesta. Para ello marque con una "x", según su criterio, su grado de competencia sobre los aspectos sometidos a consideración.

Fuentes de los conocimientos	Calificación		
	alto	medio	bajo
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			
Estudio de trabajos de autores nacionales			
Estudio de trabajos de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

Anexo 2: Encuesta de validación de la propuesta 1

Encuesta # 2

(El siguiente cuestionario se aplicará de forma individual y sus resultados permanecerán bajo el absoluto anonimato, es del interés del grupo de trabajo conocer las valoraciones del encuestado acerca de la propuesta creada. El encuestado tiene como deber contestar todas las preguntas respetando siempre las reglas del cuestionario, apoyándose en los conocimientos que realmente posea y partiendo del análisis del resumen de la propuesta puesto a su disposición)

Pregunta 1

Marque con una "x" la respuesta que considere correcta para el planteamiento realizado.

- A. Considera adecuado el estudio DAFO realizado con el objetivo de establecer las bases para definir el área de proceso IP de CMMI para el CEDIN.

SI
 NO

- B. Considera que las 4 políticas definidas, en grupos de actividades orientadas de forma ideológica a la toma de decisiones dentro del proceso de integración de producto, garantizan las condiciones necesarias para alcanzar los objetivos del área de proceso IP de CMMI.

SI
 NO

- C. Considera que los roles que se proponen para el proceso son necesarios y suficientes para realizar las actividades que dan cumplimiento a los objetivos del área de proceso IP de CMMI.

SI
 NO

- D. Considera que las habilidades establecidas para cada rol son suficientes para que tanto el Integrador como el Administrador de la Integración puedan cumplir con las responsabilidades asignadas.

SI
 NO

- E. Considera que los involucrados relevantes que se definen en la propuesta se adaptan a la estructura de trabajo del centro.

SI
 NO

- F. Considera que la descripción realizada de las actividades del proceso de integración que pertenecen por sus características a otras áreas de proceso del modelo es lo suficientemente explícita.

SI
 NO

Pregunta 2

- A. Considera que los 4 subprocesos creados para guiar el proceso de integración de productos garantizan el cumplimiento de las actividades propuestas para alcanzar los objetivos del área de proceso IP de CMMI.

SI
 NO

- B. Se refleja en la propuesta como se interrelacionan los subprocesos antes mencionados y en qué parte del ciclo de vida de software establecido para el centro se ubica cada uno.

SI
 NO

- C. Considera que los productos de trabajo que se proponen como artefactos del proceso cumplen con su objetivo, documentar y servir de evidencia de las actividades que se realizan en el proceso de integración.

SI
 NO

- D. Considera que los documentos que se crearon para acompañar el proceso de integración cumplen con su objetivo, servir de guía para los encargados de ejecutar el proceso integración.

SI
 NO

Anexo 3: Encuesta de validación de la propuesta 2

Encuesta # 3

(El siguiente cuestionario se aplicará de forma individual y sus resultados permanecerán bajo el absoluto anonimato, es del interés del grupo de trabajo conocer las valoraciones del encuestado acerca de la propuesta creada. El encuestado tiene como deber contestar todas las preguntas respetando siempre las reglas del cuestionario, apoyándose en los conocimientos que realmente posea y partiendo del análisis del resumen de la propuesta puesto a su disposición)

Pregunta 1

- A. De los artefactos siguientes marque con una "x" los que considere adecuados para el proceso de integración.

CEDIN-PI01:2011_Solicitud de Integración (DD-MM-AA).doc	
CEDIN-PI02:2011_Acta de Inicio de la Integración (DD-MM-AA).doc	
CEDIN-PI03:2011_Acta de Entrega (DD-MM-AA).doc	
CEDIN-PI04:2011_Acta de Cancelación (DD-MM-AA).doc	
CEDIN-PI05:2011_Reporte de Estado Inicial (DD-MM-AA).doc	
CEDIN-PI06:2011_Reporte de Estado Final (DD-MM-AA).doc	
CEDIN-PI07:2011_Registro de Integraciones.xls	
CEDIN-PI08:2011_Descripción de Componentes (DD-MM-AA).doc	

- B. De los documentos siguientes marque con una "x" los que considere adecuados para el proceso de integración.

CEDIN-PI:2011_Libro de Proceso de Integración de Producto.pdf	
CEDIN-PI:2011_Guia para la elaboración del plan de integración.pdf	
CEDIN-PI:2011_Plan de Capacitación del Proceso de Integración.doc	
CEDIN-PI:2011_Plan de Integración del Software.doc	

- C. A su entender qué actividades no pueden faltar cuando se elabora una propuesta de implementación de un área de proceso de CMMI para un centro de desarrollo determinado. Marque con una “x” las que considere correctas.

Realizar un análisis previo para conocer la situación del área de desarrollo que se quiere mejorar.	
Involucrar a la dirección del centro para que colabore en el proceso.	
Capacitar al equipo de trabajo antes de comenzar a elaborar una propuesta.	
Definir el área de proceso especificando los roles y responsabilidades, políticas del área y describir la relación con otras áreas de proceso.	
Crear subprocesos que sirvan para adaptar el marco teórico que propone CMMI a la realidad del centro	
Generar todos los artefactos que sean necesarios para cumplir con los objetivos del área.	
Generar la documentación necesaria para que terceros comprendan el trabajo del área de proceso definida.	
Poner en practica la propuesta elabora inmediatamente después de terminada.	

- D. (Este inciso es opcional) De sus valoraciones acerca de la propuesta de implementación del área de proceso IP para el CEDIN puesta a su consideración por el equipo de trabajo.

- E. Considera que la propuesta de implementación del área de proceso IP que fue elaborada puede ser puesta en práctica en el CEDIN.

__ SI

__ NO

Anexo 4: CEDIN-PI03:2011_Acta de Entrega (25-05-11). doc

(Páginas 1 y 2 del documento original)

Introducción

1. Objetivo

El objetivo de este documento es reflejar la entrega de la integración de productos solicitada por el proyecto SCADA al departamento de integración del CEDIN.

2. Alcance

El alcance de este documento está definido para el proyecto SCADA

3. Definiciones y acrónimos

IP: Integración de Productos

SCADA: Sistema de Control y Adquisición de Datos Automatizado

CEDIN: Centro de Desarrollo de Informática Industrial

4. Referencias

Código	Título
[1]	CEDIN-PI01:2011_Solicitud de Integración (21/05/11).doc
[2]	CEDIN-PI08:2011_Descripción de Componentes (21/05/11).doc

Desarrollo

Datos Generales

Fecha de la Entrega: 25/05/11

Nombre del Proyecto: SCADA

Nombre del Producto(s): SCADA-CEDIN

Versión: SCADA_C1.1

Centro: Centro de Informática Industrial

Resultados de la Integración.

Salidas de Integración	Nombre	Descripción	Ubicación
Manual de instalación.	manuallnstalacionEjecucionScada_v1.3	Manual de usuario donde se describe el proceso de instalación, configuración y ejecución del producto.	http://10.5.2.16:8000/scada/doc/manualesScadaCedin/manuallnstalacionEjecucionScada_v1.3.doc
ISO de instalación.	scada-cedinc11-debian-500-i386	ISO que contiene la instalación del sistema operativo Debian GNU/Linux con los paquetes de instalación del SCADA y sus dependencias.	http://10.5.2.16:8000/scada/iso/scada-cedinc11-debian-500-i386.iso
Repositorio.	CEDIN	Repositorio del SCADA disponible en la red del centro.	http://10.5.2.16:8000/scada/cedin/

Responsable que efectuó la solicitud de Integración.

Nombre y apellidos: Ing. Alejandro Manuel Rubinos

Cargo: Arquitecto de Dominio.

Firma: _____

Responsable que realiza la entrega por parte del grupo de Integración.

Nombre y apellidos: Ing. Yunier Velázquez

Cargo: Administrador de la Integración.

Firma: _____