

Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 1



Título:

**Propuesta para aplicar el Modelo CMMI
en el proceso productivo de la UCI**

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en

Ciencias Informáticas

Autores: Yusnay López Pérez
Yuraimy Bauta Pacheco

Tutor: Ing. Ramsés Delgado Martínez

Ciudad de la Habana, junio de 2007

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos al Departamento de Calidad y Vicerrectoría de Formación de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2007.

Yusnay López Pérez

Nombre del primer autor

Yuraimy Bauta Pacheco

Nombre del segundo autor

Ing. Ramsés Delgado Martínez

Nombre del tutor

OPINION DEL TUTOR DEL TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Propuesta para aplicar el Modelo CMMI en el proceso productivo de la UCI.

Autores: Yusnay López Pérez y Yuraimy Bauta Pacheco.

El tutor del presente Trabajo de Diploma considera que durante su ejecución las estudiantes mostraron las cualidades que a continuación se detallan.

Durante el desarrollo de la misma las diplomantes han demostrado un elevado nivel de independencia y responsabilidad. Significativo destacar la constancia en el trabajo, llegando a ir más allá del objetivo inicial de la tesis alcanzando un nivel mucho mayor del previsto.

La calidad es un término que se impone al hablar de la Industria del Software y resulta imposible hablar de esta sin mencionar los procesos. La calidad del producto final está estrechamente ligada a la calidad de los procesos ejecutados para su obtención.

CMMI constituye un modelo de procesos para el desarrollo de software que ha marcado pautas en la Industria del Software y se ha ganado un importante espacio en el mundo.

La aplicación de un modelo para el desarrollo de software como CMMI constituye una pieza clave para lograr el éxito en nuestra Universidad.

En este contexto se encuentra ubicada la tesis que hoy se defiende.

Con el resultado de este trabajo de diploma la Universidad da un paso más en su meta de lograr producciones de mayor calidad

Por todo lo anteriormente expresado considero que las estudiantes están aptas para ejercer como Ingeniero en Ciencias Informáticas; y propongo que se le otorgue al Trabajo de Diploma la calificación de 5 puntos y por la relevancia del contenido de la tesis para nuestra universidad propongo que los resultados sean publicados.

Tutor: Ing. Ramses Delgado Martínez

Fecha

Dedicatoria

*A mis familiares y amigos
que me han apoyado
durante toda mi vida.*

Yuraimy

*A mi mamá por estar siempre cerca de mí,
a mi papá por preocuparse por mí,
a mi hermanito porque lo quiero mucho
y a mis abuelos por estar siempre atentos a mí.
Los quiero a todos.*

Yusnay

Agradecimientos

Yuraimy

A mi madre y mi padre simplemente por existir, por llenarme de fuerzas cada día y guiarme en todos mis pasos.

A mi tío Leonel, mi tío Jorge, mi tío Chino, mi tío Humberto, a mi hermanito y a mi abuela Pura por preocuparse tanto por mí y a Iraida por ser mi segunda madre.

A mis amigos por estar siempre dispuestos a escucharme y por ser las personas más especiales que he conocido y materializar con hechos la palabra amistad.

A Ramses por ser nuestro tutor y a Yusnay por ser mi compañera de tesis.

A todas esas personas que me quieren, que alguna vez se han preocupado por mí..., muchas gracias.

Yusnay

A mami y a papi por su apoyo en todos estos años, por darme su amor y apoyarme en TODO para alcanzar este sueño.

A mi hermanito por quererme tanto y por ser tan celoso conmigo.

A toda mi familia, mis abuelos, mis primos, mis tíos por apoyarme siempre.

A Ramses por ser mi tutor.

A Yuraimy por ser mi compañera de tesis.

A todos los compañeros que tuve en la Universidad.

A mis amigos Eileen, Yosandri, Yadira, Anie, Geidis, Javier, Yennia, Blanca por soportarme y apoyarme siempre.

A mis amigos del barrio por tantos momentos de diversión.

A la Revolución y a todos aquellos que han hecho posible que yo llegara hasta aquí.

Muchas gracias a todos.

Resumen

Los modelos de evaluación y mejora de procesos han tomado un papel determinante en la identificación, integración, medición y optimización de las buenas prácticas existentes en la organización y desarrollo de Software.

Cada vez con más frecuencia se escuchan las siglas CMMI alrededor del desarrollo y mantenimiento del Software. Pero, ¿qué es realmente CMMI?, ¿para qué sirve?, ¿qué beneficios reporta?, ¿cómo se aplica?

Este trabajo pretende dar respuesta a estas interrogantes, comenzando con una puesta en situación que introduce el contexto, problemas y desafíos que actualmente afectan al mundo del desarrollo y mantenimiento de Software, centrándose en su evolución, estructura, aspectos claves y comentando el estado actual del modelo. Luego se llevaron a cabo encuestas para caracterizar de manera general al Modelo CMMI y sus áreas de procesos en la UCI, se propone un proceso para la aplicación de CMMI en los proyectos productivos de la UCI y una propuesta de capacitación y por último se evalúa el proceso propuesto mediante el uso del Criterio de un Panel de Expertos.

Palabras claves

CMMI, Proceso, Modelo, Áreas de procesos.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
1.1. Introducción	10
1.2. Conceptos principales.....	10
1.2.1. ¿Qué es calidad?	10
1.2.2. ¿Qué es un Proceso?	11
1.2.3. ¿Qué es un modelo de procesos?	11
1.2.4. ¿Que es mejora de procesos?	12
1.3. Introducción a CMM-CMMI	13
1.4. Descripción del Modelo CMMI	17
1.4.1. Componentes del Modelo CMMI	24
1.4.2. ¿Por qué se aplica CMMI?	27
1.5. Enseñanza del Modelo CMMI.....	27
1.6. Herramientas de evaluación	31
1.7. Conclusiones parciales	33
CAPÍTULO 2: SOLUCIÓN PROPUESTA	34
2.1. Introducción	34
2.2. Caracterización general de CMMI	34
2.3. Caracterización de las Áreas de Procesos	43
2.4. Proceso IMA- Identificación, Modificación y Aplicación	48
2.4.1. Objetivos del proceso	49
2.4.2. Descripción general del proceso	49
2.4.3. Descripción detallada	52
2.4.3.1. Fase Identificación: Levantamiento de requerimientos	52
2.4.3.2. Fase Modificación: Implementación de los procesos.....	55
2.4.3.3. Fase Aplicación: Institucionalización de las prácticas.....	58

2.4.4. Propuesta de capacitación	62
2.4.4.1. Curso Introducción al Modelo CMMI.....	62
2.5. Conclusiones parciales	67
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	69
3.1. Introducción	69
3.2. Método de Evaluación de Expertos	69
3.2.1. Elaboración del objetivo	70
3.2.2. Selección de los expertos.....	70
3.2.3. Elaboración del cuestionario	70
3.2.4. Elección de la metodología	70
3.2.5. Ejecución de la metodología	70
3.2.6. Procesamiento de la información	71
3.3. Análisis de costo-beneficio	75
3.4. Conclusiones parciales	77
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
BIBLIOGRAFÍA.....	82
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS	84
ANEXOS.....	87

Índice de Tablas

Tabla 1.1: Áreas de procesos.....	21
Tabla 1.2: Comparación de características de herramientas.....	33
Tabla 3.1: Ordenamiento por cada experto en la evaluación de las PA.	72

Índice de Figuras

Figura 1.1: Estructura del Modelo CMMI en su representación continua.	26
Figura 1.2: Estructura del Modelo CMMI en su representación escalonada.....	26
Figura 2.1: Mapa conceptual de las Áreas de Procesos de L2.....	48
Figura 2.2: Flujos de trabajo del proceso.....	50
Figura 2.3: Flujos de trabajo y sus actividades.	51
Figura 2.4: Diagrama de actividades de la fase Identificación.	53
Figura 2.5: Diagrama de actividades de la fase Modificación.	56
Figura 2.6: Diagrama de actividades de la fase Aplicación.....	58
Figura 3.1: Distribución radial de la aplicación de las PA.	73

Introducción

La Industria del Software en el mundo se desarrolla a un ritmo vertiginoso, aunque la producción sigue siendo aún baja, los costos de proyectos superiores a los estimados, la duración de proyectos también superiores e insatisfacción de expectativas de los clientes. Esta situación se debe, en la mayoría de los casos, a la calidad del software, a la no aplicación de técnicas de Ingeniería y Gestión de Software, la no definición de roles y procesos adecuados en el desarrollo del mismo y al no poner en práctica los modelos de calidad existentes.

Tales problemas están generalizados a nivel mundial, por tanto no estamos exentos de ellos. En investigación realizada se pudo detectar algunas de las manifestaciones más visibles de estos y otros problemas:

No se recogen datos sobre el proceso de desarrollo del software. Sin datos históricos como guía, la estimación de los costos no es buena y los resultados previstos muy pobres. Sin una indicación sólida de la productividad, no es posible evaluar con precisión la eficacia de las nuevas herramientas, técnicas o estándares.

La insatisfacción del cliente con el sistema terminado se produce con mucha frecuencia debido a que los proyectos de software se desarrollan frecuentemente con solo algunos de los requisitos del cliente. Normalmente, la comunicación entre el cliente y el que desarrolla el software es muy escasa.

La calidad del software es normalmente cuestionable. Se ha comenzado a comprender la importancia de realizar pruebas sistemáticas y técnicamente completa del mismo.

Este tema ha sido motivo de preocupación para ingenieros, especialistas investigadores y comercializadores de software, los cuales son los que tienen que realizar investigaciones al respecto con los objetivos de obtener un software con calidad y evaluar la calidad. Estos objetivos están estrechamente relacionados con el concepto de la calidad del software.

A la hora de definir la calidad del software se pueden adoptar diferentes conceptos:

- “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” [Society, 1990].
- “Concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario” [Pressman, 1998].

Existen determinados factores que determinan la calidad del software, estos se pueden clasificar en dos grandes grupos [Pressman, 1998]:

- Factores que pueden ser medidos directamente
- Factores que solo pueden ser medidos indirectamente

Estos factores de calidad de software poseen características operativas tales como: Corrección, Fiabilidad, Eficiencia, Seguridad y Facilidad de uso.

La obtención de un software con calidad implica la utilización de metodologías o procedimientos estándares para el análisis, diseño, programación y prueba del software que permitan uniformar la filosofía de trabajo, con el objetivo de lograr una mayor confiabilidad, mantenibilidad, facilidad de prueba, elevar la productividad para la labor de desarrollo y el control de la calidad del software.

La adopción de una buena política contribuye en gran medida a lograr la calidad del software, pero no la asegura. Para el aseguramiento de la calidad es necesario su control o evaluación. Para controlar esta calidad del software es necesario definir los parámetros, indicadores o criterios de medición.

Elevar las capacidades de la industria cubana de software, aumentando la calidad de los procesos y productos, es vital para mantener lo alcanzado hasta el momento y cumplir con los planes futuros.

El ex ministro cubano de Informática y Comunicaciones, Ignacio González, ha expresado que Cuba debe aspirar a hacerse un espacio en el mercado mundial de software. Un negocio que mueve más de 440.000 millones de euros al año y que podría suponer una importante fuente de recursos para Cuba. Antes de conseguirlo, la Isla debe prepararse y ahondar tanto en la capacitación profesional de sus trabajadores, como en la dotación tecnológica de que dispone. [González, 2002].

En el informe presentado por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Cuba en la Cumbre Mundial para la Sociedad de la Información en el 2004 plantea:

“La Industria Cubana del Software (InCuSoft) está llamada a convertirse en una significativa fuente de ingresos para el país, como resultado del correcto aprovechamiento de las ventajas del alto capital humano disponible. La promoción de la industria cubana del software en el ámbito internacional ha tenido como línea estratégica aprovechar la enorme credibilidad que tiene Cuba en sectores tales como la salud, la educación y el deporte. El continuar la producción sostenida de software de alta calidad en prestaciones, imagen y soporte, para satisfacer las necesidades nacionales en estos sectores, tendrá una positiva repercusión en el incremento de la exportación” [MINREX, 2005].

Vale añadir a este comentario que no solo significaría un incremento de las exportaciones, también contribuirá a la mejora de estos servicios y al ahorro, por concepto de sustitución de importaciones de software.

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 y la Universalización de la Carrera de Ingeniería Informática, son ejemplos ilustrativos del avance significativo que está alcanzando Cuba en la industria del software.

El establecimiento de estándares y recomendaciones es un elemento esencial para tratar de controlar los defectos en la calidad del software.

Los estándares de calidad determinan el nivel mínimo y máximo aceptable para un indicador. Si el valor del indicador se encuentra dentro del rango significa que estamos cumpliendo con el criterio de calidad que habíamos definido y que las cosas transcurren conforme a lo previsto.

Cuando hablamos de calidad no podemos dejar de mencionar que existen normas de calidad. Una norma de calidad es un documento, establecido por consenso y probado por un organismo reconocido (nacional o internacional), que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para las actividades de calidad o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en el contexto de la calidad [CCI, 2006]. Las principales organizaciones internacionales, emisoras de normas de calidad son: ISO (Organización Internacional de Estándares) y IEC (Comisión Electrotécnica Internacional).

Los modelos de calidad te dicen **qué** hacer no **cómo** hacerlo porque depende de las metodologías que uses y de los objetivos a cumplir. Uno de los modelos que presenta gran importancia es CMMI (Capability Maturity Model Integration). Con la caracterización de dicho modelo se ayudará a enriquecer el conocimiento que se tiene del mismo y permitir que todos los estudiantes se informen sobre este, se dará una propuesta para aplicar CMMI a los proyectos de la UCI y un curso para capacitar al personal.

Situación actual en la Universidad

La Universidad de las Ciencias Informáticas se divide en diez facultades, cada una de ellas opera utilizando sus propios procedimientos, prácticas, herramientas, metodologías, hacen uso de varios estándares, pero cogen de estos lo que necesitan, no tienen definido un único estándar para desarrollar sus procesos, trabajan de acuerdo al segundo perfil definido. En algunos casos hay procesos que no se realizan o que se realizan de diversas maneras aún dentro de cada facultad.

No se puede predecir de antemano el tiempo que demandará la construcción de un producto porque no existe la cultura de re-uso de activos (procesos, programas, procedimientos, etc.) ni el registro de datos que permitan un planeamiento en base a información histórica.

La demanda de actividades de mantenimiento de los aplicativos incluyendo corrección de errores es muy grande, y toma demasiado tiempo de los programadores, lo que hace que no se atiendan requerimientos visibles de mejora por dedicación del personal a tareas de mantenimiento.

La documentación sobre las actividades de desarrollo y mantenimiento es muy pobre lo que origina que el personal desarrollador consuma mucho tiempo entendiendo los programas y los procesos.

Antecedentes del estudio

En la Universidad en el curso 2005-2006 la dirección de calidad de software creó los grupos de calidad en todas las facultades con el objetivo de gestionar la calidad a través de medios tales como la planificación de la calidad, el control, el aseguramiento y la mejora de la misma, estas prácticas han dado algunos resultados pero todavía falta mucho.

La Universidad presenta muchos problemas aún, ya que no se tiene un conocimiento básico de las principales normas de producción y calidad de SW, hay deficiencias en el control de versiones, no se mide la calidad de software con la exigencia requerida, se presenta insuficiencias en la planificación, control del trabajo, en la preparación de los líderes e integrantes de los proyectos. Todos estos problemas traen como consecuencias, atrasos en la terminación del software provocando que todo se realice en un período corto para cumplir con lo estimado con lo cual la calidad del producto final resulta afectada.

La UCI requiere la aplicación de un conjunto de prácticas estándares de desarrollo de software que estén asociadas al modelo CMMI, y construir los procedimientos, guías, formatos y herramientas para soportar el modelo utilizando el proceso de Identificación, Modificación y Aplicación – IMA.

Situación problemática

La diversidad de procesos duplica esfuerzos y dificulta o imposibilita la realización de tareas comunes dentro de la propia facultad y con mayor razón dentro de la UCI.

En nuestra Universidad no contamos con los conocimientos básicos ni necesarios del Modelo CMMI, no se requiere su utilización para expandir ese tema tan importante que es la calidad de software para cualquier proyecto, no existen herramientas que brinden un soporte adecuado para la conducción de evaluaciones internas en los proyectos. Cada facultad tiene su propia política con relación a los procesos de desarrollo de software. El procedimiento de atención de requerimientos no contribuye a una gestión adecuada de los requerimientos. Existe mayor esfuerzo en la elaboración de un producto. Cada vez que se desarrolla un nuevo producto se tienen que realizar todas las actividades. No hay cultura de re-uso, ni uso de experiencias exitosas. Los tiempos para la construcción de software frecuentemente son mayores que los planeados. Los productos elaborados por una facultad no pueden ser utilizados por otra facultad por cuanto los estándares, procedimientos, procesos, hardware y software utilizados son diferentes. Las facultades no tienen una visión compartida sobre el desarrollo de software.

Justificación

Es necesaria la aplicación del modelo CMMI para dar solución a los problemas planteados y como guía para permitir disminuir costos a las facultades y a la UCI en general por economías de escala, uniformidad de procesos, facilitar la comunicación y entendimiento entre el personal de las facultades, reducción del tiempo de desarrollo, reducción de riesgos, ayuda en la estimación del software y sobre todo para aumentar la calidad del software.

Es importante que la solución a los problemas se realice utilizando un modelo.

Se usará el modelo CMMI para:

- Ayudar a establecer objetivos y prioridades en mejoras de procesos
- Ayudar a asegurar procesos estables y maduros y con la capacidad requerida

- Como guía para la mejora de procesos a nivel proyecto y a nivel organización
- Como una metodología de evaluación para diagnosticar el estado de los esfuerzos de mejora

Se usará el proceso de Identificación, Modificación y Aplicación – IMA para adecuar los procesos de la UCI a los procesos de CMMI de una manera simple y sencilla.

Problema científico:

¿Cómo reducir los problemas existentes en el proceso de la calidad de software en los productos informáticos de la UCI mediante la propuesta de un proceso para la aplicación de CMMI?

Objeto de Investigación:

Integración del Modelo de Madurez de las Capacidades (CMMI).

Campo de acción:

Infraestructura productiva de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Pregunta científica:

¿Al aplicar el Modelo CMMI se permite mejorar la capacidad de los procesos en los proyectos de la UCI?

Objetivo general:

Proponer un proceso para la aplicación de CMMI en los proyectos productivos de la UCI.

Objetivos Específicos:

- Realizar una introducción del modelo CMM-CMMI.
- Investigar como se enseña CMMI y las herramientas de evaluación utilizadas en el mundo.
- Caracterizar al Modelo CMMI y sus áreas de procesos en la UCI.

- Realizar una propuesta para aplicar el Modelo CMMI a los proyectos productivos de la UCI.
- Evaluar el proceso propuesto mediante un Criterio de un Panel de Expertos.

Para lograr los objetivos trazados se acometieron las siguientes **tareas**:

- Realizar un estudio de la evolución de CMM-CMMI.
- Investigar como se enseña CMMI en el mundo.
- Realizar un estudio sobre las distintas normas de calidad de software.
- Investigar en diferentes fuentes de información los estándares de calidad existentes aplicados al desarrollo de software.
- Realizar un estudio sobre las distintas herramientas existentes en el mercado para la evaluación del Modelo CMMI.
- Realizar encuesta para caracterizar de manera general a CMMI en la UCI.
- Caracterizar las áreas de procesos de CMMI.
- Estudiar y proponer posteriormente, un proceso para la aplicación de CMMI en proyectos productivos.
- Realizar una propuesta de capacitación mediante un curso de Introducción al Modelo CMMI.
- Investigar sobre el Método Delphi para la validación y aceptación del proceso propuesto.
- Realizar un cuestionario para que los expertos evalúen el proceso propuesto.

Posibles resultados:

- Obtener una propuesta de un proceso para la aplicación de CMMI en los proyectos productivos de la UCI los cuales lograrán mejorar su calidad con esto.

Esta investigación consta de 3 Capítulos:

- Capítulo 1: Tiene por título “Fundamentación Teórica” y es donde se apoya la base de la investigación.
- Capítulo 2: Lleva por título “Solución propuesta”, se caracteriza a CMMI y sus áreas de procesos, además se da una propuesta para la aplicación de CMMI a los proyectos productivos de la UCI.
- Capítulo 3: Cuyo título es “Evaluación de la propuesta”, ésta se hace basada en técnicas del método Delphi.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

1.1. Introducción

El presente capítulo constituye los fundamentos teóricos que sustentan la investigación, se da una introducción al modelo CMM-CMMI, se describe el modelo, se definen algunos conceptos principales, valoraciones, así como su composición y componentes. También se describe lo que se enseña en el mundo y se analizan algunas herramientas.

1.2. Conceptos principales

1.2.1. ¿Qué es calidad?

Algunas definiciones de organizaciones reconocidas y expertos del mundo de la calidad son:

“Calidad: grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

Definición del ISO 9000.

“Calidad es cumplimiento de requisitos”. Philip B. Crosby.

“Calidad es adecuación al uso del cliente”. J. M. Juran.

“Satisfacción de las expectativas del cliente”. Feigenbam.

“Calidad es satisfacción del cliente”. Deming.

“La calidad como resultado de la interacción de dos dimensiones: dimensión subjetiva (lo que el cliente quiere) y dimensión objetiva (lo que se ofrece). Shewart.

Un software es de calidad si satisface un propósito específico y si sus partes también son de alta calidad; sin embargo a pesar que la mayoría usa el término “calidad” de una forma que se piensa que tiene sentido, que es entendible para todos, se descubrirá que una definición útil de calidad no es fácil de desarrollar.

La calidad puede entenderse en dos niveles: El primer nivel de calidad, es producir bienes o servicios cuyas características medibles satisfacen un conjunto de especificaciones que están definidas numéricamente, y el segundo nivel de calidad de productos y servicios es aquél que

satisface las necesidades de los clientes para su uso o consumo. En resumen el primer nivel significa trabajar con las especificaciones, mientras que el segundo nivel significa satisfacer al cliente [Huacoto, 2005].

1.2.2. ¿Qué es un Proceso?

Un proceso es 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. El proceso puede incluir herramientas, métodos, materiales y personas. Proceso es uno de los 3 puntos de apalancamiento de la mejora del desempeño de una Organización. Para mejorar el desempeño, se pueden cambiar los procesos, las personas, la tecnología o una combinación de ellos [Huacoto, 2005].

Los elementos de entrada y los resultados previstos pueden ser tangibles (tal como equipos, materiales o componentes) o intangibles (tal como energía o información).

Cada proceso tiene clientes y otras partes interesadas (quienes 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.

La eficacia y eficiencia del proceso pueden evaluarse a través de procesos de revisión internos o externos.

1.2.3. ¿Qué es un modelo de procesos?

Un modelo de procesos es un conjunto estructurado de elementos que describen características de procesos efectivos y de calidad. Un modelo indica “Qué hacer”, no “Cómo hacer”, ni “Quién lo hace”. Un modelo proporciona [Huacoto, 2005]:

- Un punto donde comenzar
- El beneficio de las experiencias pasadas de la comunidad participante

- Un lenguaje común y una visión compartida
- Un marco para priorizar acciones
- Una forma de definir lo que significa “mejora” para la organización

Un modelo se usa como ayuda para establecer y priorizar objetivos de mejora, mejorar los procesos y proporcionar una guía que asegure el establecimiento de procesos estables, capaces y maduros.

Los procesos incluidos en el “modelo de procesos” son aquellos que la experiencia ha demostrado que son efectivos.

1.2.4. ¿Que es mejora de procesos?

Concepto

Esfuerzo planificado que busca mejorar los procesos de desarrollo para obtener productos de mayor calidad.

Involucra aspectos de Ingeniería y Administración, tanto a nivel de proyectos como de la Organización.

Generalmente *se basa en modelos existentes* (por ejemplo CMMI), que contienen prácticas recomendadas y que sirven como guía para la mejora [CCTI, 2005].

Objetivos

Aumentar la Madurez de los procesos: grado en que están definidos, administrados, medidos y aplicados.

Aumentar la Capacidad de los procesos: representa los resultados esperados que pueden ser obtenidos a partir de aplicar el proceso. [CCTI, 2005]

Para llevar a cabo un proyecto de mejora se requiere [CCTI, 2005]:

- Querer mejorar: está relacionado con las necesidades de la organización y la actitud del personal, la motivación y la personalidad de cada individuo.
- Poder mejorar: implica "Tener" los medios necesarios y suficientes y contar con el conocimiento, experiencia y habilidad del trabajador, no solo para ejecutar bien sus tareas, sino también para ver las oportunidades de mejorarlas.
- Actuar en consecuencia: iniciar y llevar a cabo un proyecto de mejora de procesos.

Un proyecto de mejora de procesos exitoso requiere [CCTI, 2005]:

- Un Patrocinador con poder de decisión: la Dirección de la organización está convencida y dispuesta a cambiar su historia.
- Sensibilización de toda la organización respecto de la Calidad y sus beneficios (todos deben ser y sentirse partícipes).
- Un modelo de referencia elegido, que sirva como hoja de ruta en el proceso.

1.3. Introducción a CMM-CMMI

A principios de la década del 80, una firma dedicada al estudio del mercado de Tecnologías de Información publicó un reporte [The Standish Group, 2003] sobre el éxito de los proyectos de desarrollo en la industria del software. El reporte, basado en encuestas hechas sobre proyectos de software, informaba los siguientes resultados estadísticos [PeopleWeb, 2006]:

- El 30% de los proyectos se cancelaban.
- El 54% de los proyectos excedían ampliamente los tiempos y costos estimados.
- El 16% de los proyectos finalizaban exitosamente dentro del tiempo, el costo y la funcionalidad prevista.

Cuando se quiere diseñar y construir el software con éxito, se necesita disciplina, se tiene que poseer un enfoque de ingeniería de software. La mayoría de las personas y compañías todavía desarrollan software que no satisfacen los requerimientos deseados, debido a que no conocen

los métodos nuevos, y como resultado, la calidad del software que se produce experimentará malas consecuencias.

Muchos proyectos software presentan deficiencias: retraso en la entrega, falta de fiabilidad, coste excesivo, ineficiencia, falta de adaptabilidad, escasa portabilidad, carencia de documentación, entre otras.

Todo esto nos lleva a una crisis del software que se ha producido por los errores de las personas encargadas del desarrollo, debido a que no han tenido suficiente conocimiento en las nuevas técnicas de desarrollo de software.

En respuesta a la situación alarmante del momento, el Departamento de Defensa de los EEUU funda el SEI en la Universidad Carnegie Mellon, con el propósito de estudiar el problema y encontrar alguna solución. En 1991, el SEI publica el modelo CMM (Capability Maturity Model). Dicho modelo está orientado a la mejora de los procesos relacionados con el desarrollo de software, para lo cual contempla las consideradas mejores prácticas de Ingeniería y Gestión de Software.

A partir de ese momento, el Departamento de Defensa exige que sus proveedores estén certificados en CMM, lo que impulsa a que el modelo tenga una amplia aceptación y se convierta en un estándar de facto dentro de la industria del software.

El modelo CMM define cinco niveles de madurez dentro de los cuales se puede encontrar una organización [SEI, 1991]:

- Nivel 1 – Inicial: el proceso de software es impredecible, sin control y reactivo. El éxito de los proyectos depende del talento de las personas.
- Nivel 2 – Repetible: existen procesos básicos de la gestión de los proyectos (costo, calendario, funcionalidad). Los procesos existentes hacen que se puedan repetir éxitos en proyectos de similares características.

- Nivel 3 – Definido: existe un proceso de software documentado y estandarizado dentro de la organización. Todos los proyectos utilizan una versión a medida del proceso.
- Nivel 4 – Cuantitativamente Manejado: la organización recolecta métricas del proceso software y de los productos desarrollados. Tanto el proceso como los productos se entienden y controlan cuantitativamente.
- Nivel 5 – Optimizado: existe una mejora continua del proceso software, basada en la realimentación cuantitativa del proceso y en la puesta en práctica de ideas y tecnologías innovadoras.

Cuando se habla de CMM es importante tener claro dónde nos encontramos, a dónde se quiere llegar, cómo se llegará y cómo se sabe si hemos llegado.

Además se debe tener presente que no se puede hacer todo de una vez, ya que se debe llevar una escala por niveles.

Los modelos contienen los elementos esenciales de procesos efectivos para una o más disciplinas y describen el camino para evolucionar y mejorar desde procesos inmaduros a procesos disciplinados, maduros con calidad y eficiencia mejorada y probada.

Durante los años 90, el SEI desarrolló modelos para la mejora y medición de la madurez específicos para varias áreas.

- CMM-SW: CMM for software
- P-CMM: People CMM.
- SA-CMM: Software Acquisition CMM.
- SSE-CMM: Security Systems Engineering CMM.
- T-CMM: Trusted CMM
- SE-CMM: Systems Engineering CMM.
- IPD-CMM: Integrated Product Development CMM.

A mediados de la década del 90, el SEI decide unificar todos los modelos, embarcándose en un esfuerzo que culmina en el año 2002 dando origen a una nueva generación llamada CMMI (Capability Maturity Model Integration) [SEI, 2002].

En Agosto de 2006 fue liberada la nueva versión de CMMI. CMMI 1.2 incluye mejoras significativas a todas las porciones del CMMI Product Suite dando así respuesta a asuntos que fueron surgiendo en la práctica con la versión anterior. Los cambios hacen foco en mejorar la calidad de los productos CMMI y la consistencia con que son aplicados. En 2007 se ha planificado editar CMMI for acquisition V1.2 y CMMI for Services V1.2 [SEI, 2006].

El modelo CMMI brinda un marco con una estructura común para todas las disciplinas (Ingeniería de software, ingeniería de sistemas, desarrollo integrado de productos, adquisición de productos, personas) y agrega una nueva forma de representación además de una representación por niveles. La nueva forma de representación se llama Continua y está orientada a medir la mejora en los procesos de manera individual en vez de hacerlo de manera conjunta como la representación por niveles.

Las metodologías cambian, así como ha sucedido con CMM el cual se ha ampliado y ahora ha aparecido CMMI (Capability Maturity Model Integration) que es una evolución de este e integra los distintos modelos de calidad, donde se decide unificar todos los modelos.

La situación actual con respecto a los modelos es la siguiente [PeopleWeb, 2006]:

El SEI discontinúa el modelo CMM (SW-CMM) original en diciembre del 2003, para lo cual sugiere a todas las organizaciones certificadas migrar a CMMI-SW.

Las grandes organizaciones certificadas en SW-CMM planean migrar a CMMI-SW.

La preparación previa a la certificación CMMI es larga y costosa. Las organizaciones utilizan el concepto de “Evaluación interna” como paso preparatorio, esto es algo difícil de llevar a cabo para las organizaciones recién iniciadas en el tema, y no existe un soporte adecuado de herramientas que le faciliten el camino. En síntesis, el nuevo modelo trae aparejado un problema no trivial para las organizaciones, en lo referente a los costos y tiempos necesarios para la

preparación previa a su adopción o a una certificación. El problema se ve más acentuado en las organizaciones pequeñas, donde los recursos económicos, humanos y temporales suelen ser menores que en las grandes organizaciones.

No cabe duda de que CMM, tanto por su difusión y resultados reportados, ha sido un modelo exitoso. Por ello, dadas las similitudes, debemos esperar que CMMI ofrezca también brillantes resultados en incremento de la productividad, más rápida respuesta al mercado, reducción de defectos, disminución de costes y planificaciones fiables.

Son numerosos los casos de estudio y los estudios sistemáticos basados en ellos, probando la mejora sustancial que supone la participación en una iniciativa de mejora de procesos basado en modelos de madurez y realizando interesantes comparativas entre metodologías.

1.4. Descripción del Modelo CMMI

El modelo CMMI constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporcionando una base para la evaluación de la madurez de las mismas y una guía para implementar una estrategia para la mejora continua de los mismos.

Existen varios modelos CMMI, en función de las áreas que integran [Palacio, 2006]:

- CMMI-SE/SW/IPPD/SS (Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, Supplier Sourcing).
- CMMI-SE/SW/IPPD (Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development).
- CMMI-SE/SW (Systems Engineering, Software Engineering).

Además de la integración de varias disciplinas, los modelos CMMI introdujeron otra novedad que afectaba a su implantación:

CMMI al igual que CMM tiene dos utilidades. Puede servir tanto como guía para la mejora en una organización, o como criterio para evaluar su nivel; pero mientras CMM centraba estas dos

finalidades en la dimensión de la madurez de la organización, CMMI introduce una segunda dimensión, también válida para guiar las actividades de mejora y para evaluar a las organizaciones: la capacidad de los procesos.

De esta forma el modelo CMMI presenta 2 versiones:

- Versión escalonada. Es una aproximación que usa un conjunto predefinido de áreas de procesos para definir un camino para la mejora de una organización.
- Versión continua. Esta aproximación permite que una organización seleccione un área específica para hacerle una mejora. Esta representación usa niveles de capacidad para caracterizar una mejora relativa a un área de proceso individual.

CMMI establece 5 niveles de madurez en la versión escalonada, son los mismos 5 que los descritos en el modelo CMM, si bien se les han revisado los nombres a los niveles 2 y 4.

- Nivel 1: Inicial

Procesos impredecibles, pobremente controlados y reactivos. Pocas actividades están definidas y el éxito de los proyectos depende del esfuerzo individual. Hay carencia de procedimientos formales, estimaciones de costos, planes del proyecto y mecanismos de administración para asegurar que los procedimientos se siguen.

- Nivel 2: Gestionado

Procesos caracterizados en proyectos y acciones reactivas con frecuencia. Son establecidas las actividades básicas para la administración de proyectos de software para el seguimiento de costos, programación y funcionalidad. El éxito está en repetir prácticas que hicieron posible el éxito de proyectos anteriores, por lo tanto hay fortalezas cuando se desarrollan procesos similares, y gran riesgo cuando se enfrentan nuevos desafíos.

- Nivel 3: Definido

Procesos caracterizados en la Organización, y con acciones proactivas. Las actividades del proceso de software para la administración e ingeniería están documentadas, estandarizadas e integradas en un proceso de software estándar para la Organización.

- Nivel 4: Gestionado cuantitativamente

Los procesos son medidos y controlados. Se registran medidas detalladas de las actividades del Proceso y calidad del Producto. El proceso de software y el producto son entendidos cuantitativamente y controlados.

- Nivel 5: Optimizado

Enfoque continuo en la mejora de procesos. Existe una mejora continua de las actividades, las que se logran a través de la regeneración con las áreas de procesos y también a partir de ideas innovadoras y tecnología. La recolección de datos es automatizada y usada para identificar elementos más débiles del proceso. Se hace un análisis riguroso de causas y prevención de defectos.

CMMI establece 6 niveles en la versión continua para determinar la capacidad de un proceso:

- Nivel 0: Incompleto

El proceso no se realiza, o no se consiguen sus objetivos.

- Nivel 1: Realizado

Se lleva a cabo el proceso, y se logra su objetivo.

- Nivel 2: Gestionado

Además de ejecutarse, el proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos.

- Nivel 3: Definido

Además de ser un proceso “gestionado” se ajusta a la política de procesos que existe en la organización, alineada con las directivas de la empresa.

- Nivel 4: Cuantitativamente gestionado

Además de ser un proceso definido se controla utilizando técnicas cuantitativas.

- Nivel 5: Optimizado

Además de ser un proceso cuantitativamente gestionado, de forma sistemática se revisa y modifica para adaptarlo a los objetivos del negocio.

Consecuentemente al evaluar a una organización se puede hacer sobre la dimensión de su madurez, estableciendo cuál es el nivel que ha alcanzado, o sobre la dimensión de la capacidad, reflejando cuál es el nivel de cada una de las áreas de procesos contempladas por el modelo.

Las áreas de procesos son un conjunto de prácticas relacionadas que son ejecutadas de forma conjunta para conseguir un conjunto de objetivos.

CMMI identifica 22 áreas de procesos. Vistas desde la representación continua del modelo, se agrupan en 4 categorías según su finalidad: Gestión de proyectos, Ingeniería, Gestión de procesos y Soporte a las otras categorías. Vistas desde la representación escalonada, se clasifican en los 5 niveles de madurez. Al nivel de madurez 2 pertenecen las áreas de procesos cuyos objetivos deben lograr la organización para alcanzarlo, ídem con el 3, 4 y 5.

Áreas de procesos de CMMI (Capability Maturity Model Integration)

Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez
Análisis y resolución de problemas	Soporte	5
Gestión de la configuración	Soporte	2
Análisis y resolución de decisiones	Soporte	3
Gestión integral de proyecto	Gestión de proyectos	3
Medición y análisis	Soporte	2
Innovación y desarrollo	Gestión de procesos	5

Definición de procesos	Gestión de procesos	3
Procesos orientados a la organización	Gestión de procesos	3
Rendimiento de los procesos de la org.	Gestión de procesos	4
Formación	Gestión de procesos	3
Integración de producto	Ingeniería	3
Monitorización y control de proyecto	Gestión de proyectos	2
Planificación de proyecto	Gestión de proyectos	2
Gestión calidad procesos y productos	Soporte	2
Gestión cuantitativa de proyectos	Gestión de proyectos	4
Desarrollo de requisitos	Ingeniería	3
Gestión de requisitos	Ingeniería	2
Gestión de riesgos	Gestión de proyectos	3
Gestión y acuerdo con proveedores	Gestión de proyectos	2
Solución técnica	Ingeniería	3
Validación	Ingeniería	3
Verificación	Ingeniería	3

Tabla 1.1: Áreas de procesos.

Por otro lado, al tiempo que CMMI da ejemplos de procesos y prácticas a nivel organizacional, no provee detalles específicos para los desarrolladores de software y los equipos que integran. Allí es donde entran en juego modelos de un nivel más bajo que ayuden a implementar las prácticas

identificadas en CMMI. Ejemplos de ellos serían el Personal Software Process (PSP) y el Team Software Process (TSP).

Proceso Personal de Software (PSP)

PSP es un modelo de mejora del proceso software formado por un conjunto estructurado de descripciones de procesos, de mediciones y de métodos basado en la aplicación de métodos avanzados y tradicionales de ingeniería al desarrollo de software y orientado a la mejora individual de cada ingeniero de software [Humphrey, 2000].

Según PSP, para realizar un buen trabajo de Ingeniería de software, un técnico debe, en primer lugar, conocer el tiempo que necesita para realizar bien su trabajo, en segundo lugar, planificarlo antes de comenzar y, en tercer lugar, realizarlo de forma correcta. Finalmente, se deberán analizar los resultados de cada actividad y utilizarlos para mejorar los procesos, actividades y tareas.

Los principios del PSP se describen brevemente a continuación:

- Cada Técnico es diferente. Para ser efectivos deben tener en cuenta sus capacidades personales y adaptar la planificación de sus trabajos a sus tiempos. Un método que puede que sea efectivo para una persona no tiene porqué serlo para otra.
- Las personas que trabajan en el desarrollo de software pueden mejorar su rendimiento utilizando procesos bien definidos. Para conocer el rendimiento de cada persona es necesario medir el tiempo o esfuerzo dedicado a cada actividad o tarea, los defectos que se generan y que se corrigen durante ese período de tiempo y los tamaños de los productos que se obtienen. Es decir, el PSP utiliza tres tipos de mediciones: esfuerzo, número de defectos y tamaño de los productos.
- Para obtener productos de calidad, cada persona debe responsabilizarse del trabajo que ha realizado y de los productos que ha obtenido.

- Para reducir los costes de producción, se debe intentar prevenir los defectos antes de que ocurran, y en todo caso, descubrir los defectos en las fases más tempranas.

El PSP pretende fundamentalmente mejorar la gestión de la calidad de un proyecto, mejorar la estimación y la planificación de un proyecto y reducir el número de defectos en los productos obtenidos durante el desarrollo.

Proceso de Software en Equipo (TSP)

TSP es un método de establecimiento y mejora del trabajo en equipo para procesos software. El cual proporciona directrices para ayudar a un equipo a establecer sus objetivos, a planificar sus procesos y a revisar su trabajo con el fin de que la organización pueda establecer prácticas de ingeniería avanzadas y así obtener productos eficientes, fiables y de calidad. Además, un objetivo de TSP es proporcionar al equipo un entorno que soporte el trabajo según establece PSP [Humphrey, 2000].

TSP está formado por dos componentes primarios bien diferenciados que abarcan distintos aspectos del trabajo en equipo. Estos componentes son:

- Formación del equipo de trabajo.
- Gestión del equipo de trabajo.

TSP se basa en los siguientes principios:

- Los ingenieros conocen muchas cosas sobre su trabajo y pueden realizar las mejores planificaciones. Cuando son ellos quienes planifican su propio trabajo, se encuentran comprometidos con el plan.
- Un seguimiento preciso de un proyecto requiere planes bien detallados y datos precisos. Únicamente el personal que realiza el trabajo es capaz de recoger con precisión dichos datos.
- Para minimizar el tiempo del proyecto, los ingenieros deben equilibrar su carga de trabajo.

- Para maximizar la productividad, el primer foco de atención debe ser la calidad.

Relación entre CMMI, PSP y TSP:

CMMI, TSP y PSP pueden usarse de forma combinada para mejorar las capacidades de toda la organización.

PSP forma ingenieros de equipos establecidos con TSP en la mayoría de las prácticas genéricas de CMMI. TSP por si solo, aunque sea aplicado a todos los equipos de desarrollo, no cubre todas las prácticas de cada área de proceso de CMMI, razón de más para que sea utilizado de forma complementaria a este modelo y no de forma aislada.

Debido a que las actividades de medición y análisis de los resultados son fundamentales en PSP y en TSP, su utilización durante la aplicación de CMMI en una organización, permite acelerar el progreso y aumentar el nivel de capacidad de la empresa en un tiempo menor que sin su uso.

1.4.1. Componentes del Modelo CMMI

Se denomina Componente a cualquiera de los elementos principales de la arquitectura que componen el modelo CMMI.

Los componentes del modelo CMMI son: áreas de procesos, metas genéricas, metas específicas, prácticas genéricas, prácticas específicas y sub prácticas.

A continuación se definen cada uno de los elementos del CMMI:

Áreas de Procesos (PA)

Un área de proceso es un “Conjunto” de prácticas relacionadas, que ejecutadas colectivamente satisface un conjunto de metas consideradas importantes para hacer mejoras significativas en esa área.

Metas Genéricas (GG)

Son llamadas “genéricas” porque la misma descripción aparece en múltiples áreas de procesos.

Metas Específicas (SG)

Las metas específicas aplican a áreas de procesos y direccionan a características únicas que describen lo que debe ser implementado para satisfacer el área de proceso.

Prácticas Genéricas (GP)

Las prácticas genéricas proveen institucionalización para asegurar que el proceso asociado con el área de proceso debe ser repetible y duradero. Son categorizadas por metas genéricas y características comunes.

Prácticas Específicas (SP)

Una práctica específica es una actividad que es considerada importante en la meta específica asociada. Describe las actividades esperadas para conseguir las metas específicas de un área de proceso.

Sub prácticas

Son descripciones detalladas que proveen guías para interpretar prácticas específicas o genéricas.

En las figuras siguientes se muestra la estructura del Modelo CMMI en sus dos representaciones.

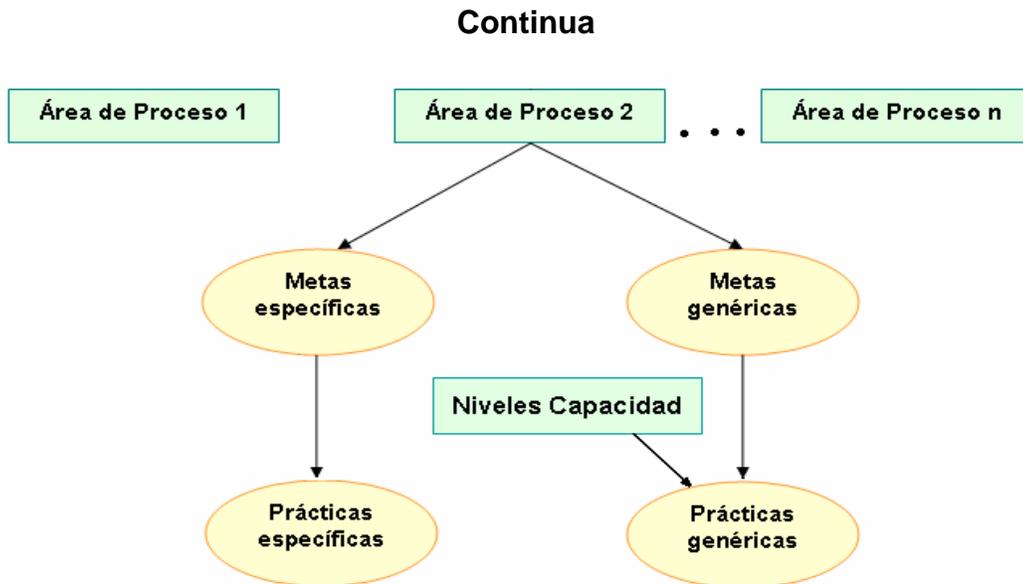


Figura 1.1: Estructura del Modelo CMMI en su representación continua.

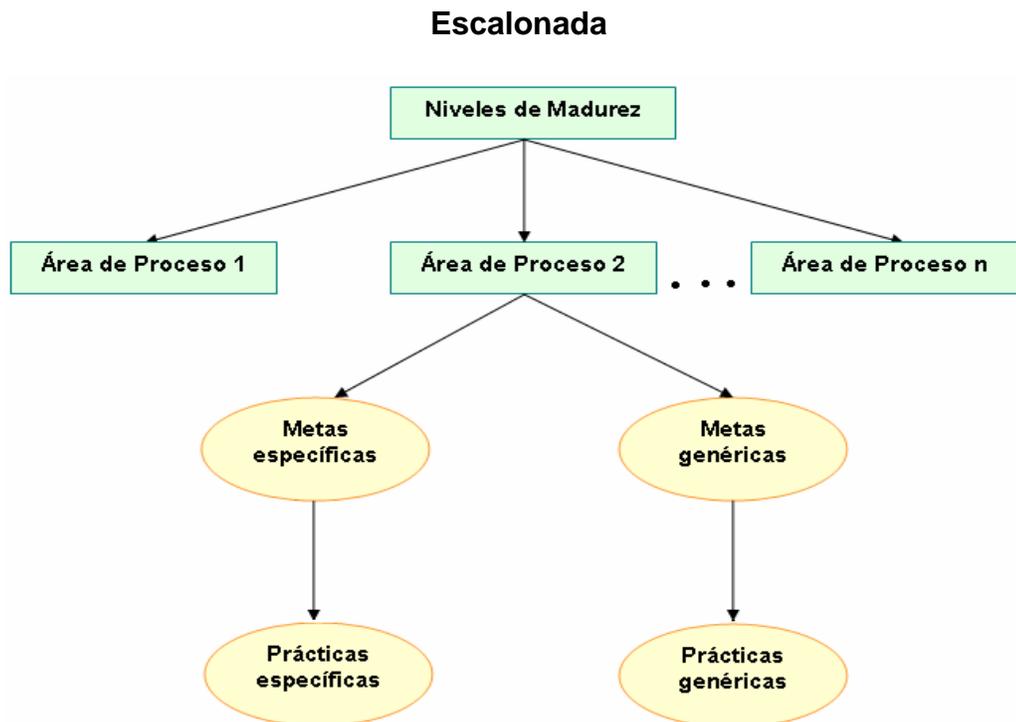


Figura 1.2: Estructura del Modelo CMMI en su representación escalonada.

1.4.2. ¿Por qué se aplica CMMI?

Se aplica CMMI porque:

- Es un modelo que aplica estándares de calidad.
- Provee un enfoque más efectivo e integrado a Ingeniería de Sistemas y de Software.
- Construye procesos desde un inicio, o sobre inversión previa usada con SW CMM.
- Provee un enlace o relación más explícita entre la Gestión y la Ingeniería con los objetivos del negocio.
- Provee mayor visibilidad del ciclo de vida del producto; y las actividades de ingeniería ayudan a asegurar que los productos y servicios satisfacen las expectativas de los clientes.
- Incorpora lecciones aprendidas de otras áreas, de mejores prácticas e implanta prácticas de alta madurez más robustas.
- Incluye funciones organizacionales que son críticas para los productos y servicios.
- Soporta integración futura con otros modelos CMMI de disciplinas específicas.
- Muestra el camino a seguir en la gestión de proyectos, integrando de una manera ordenada los procesos y los productos.

1.5. Enseñanza del Modelo CMMI

A continuación se describen algunas de las formas en que se enseña CMMI en el mundo:

- Introduction to Capability Maturity Model Integration (CMMI) es un curso con validez oficial internacional desarrollado por el Software Engineering Institute de Carnegie Mellon University (SEI) en Estados Unidos y ofrecido por el ESICenter del Tecnológico de Monterrey Campus Guadalajara [SEI, 2006].

El curso permite a los ingenieros y gerentes de sistemas y software, al igual que a su grupo de trabajo y a la organización; conocer y comprender los conceptos fundamentales del modelo

Capability Maturity Model Integration (CMMI). El modelo CMMI ofrece herramientas que ayudan a las organizaciones a mejorar su habilidad para desarrollar y mantener productos y servicios de calidad. Este curso se dividió por temas enfocados en el modelo CMMI: Introducción al modelo, Mejora de procesos con base en el modelo CMMI, La representación por etapas, Niveles de madurez, Áreas de procesos, La interpretación de CMMI en el contexto de la implementación.

- En una conferencia [Rogers, 2005] sobre el tema ‘Programando los procesos de mejoras (CMM/CMMI) a partir de la cultura de las organizaciones’ se resume que se deben conjugar factores de alta sofisticación técnica con un medio ambiente organizacional que involucra múltiples roles cuya coordinación presenta desafíos difíciles. Cuando se interviene en un sistema de esta naturaleza para que la producción de software cumpla con ciertos criterios de productividad y calidad, como en el caso de procesos CMM/CMMI, casi todos los aspectos de la organización se ven afectados y requieren de un esfuerzo de gestión de cambio muy distinto de la gestión cotidiana de una organización estable. Esta presentación tenía como objetivo repasar algunos de esos aspectos y exponer los beneficios de un proceso de acompañamiento para enfrentarlo con éxito.
- Un programa de postgrado para la Especialización en Ingeniería del Software tenía como objetivo general ofrecer al profesional la posibilidad de aplicar apropiadamente métodos, modelos, tecnologías y herramientas modernas como apoyo a las actividades técnicas y administrativas involucradas en el proceso de construcción y mantenimiento de productos de software de calidad. Su Plan de Estudio estuvo dividido en dos semestres, el primer semestre contiene diversos temas: Ingeniería de la Información, Métodos para el desarrollo de Software, Redes de Computadores, Administración de Proyectos de Software, Tópicos especiales en Ingeniería del software; en el segundo semestre se impartieron otros temas: Medición, estándares y calidad, Sistemas Distribuidos, Herramientas para el desarrollo de software, Gerencia Informática. En cada semestre se desarrollaron diferentes tópicos de interés en el campo del desarrollo del software. Las clases se llevaron a cabo a través de exposiciones magistrales por parte de los profesores

complementados con la realización de prácticas de Laboratorios y el uso de software y herramientas en las asignaturas que así lo requerían. La formación culminó con el desarrollo de un proyecto integrador de aplicación, realizado con base en lo visto en el programa [UNINORTE, 2004].

- Diplomatura en Aseguramiento de la Calidad del Software.

Esta diplomatura tuvo como objetivo orientarse por un proceso de actualización y de reflexión acerca de los retos y prácticas alrededor de la Calidad del Proceso Software tomando como referencia los principios y procesos definidos en los modelos internacionales de calidad de software. El programa se desarrolló combinando distintas estrategias metodológicas como exposición magistral, desarrollo de talleres, presentación y discusión de casos de empresas. Se dividió en módulos [EAFIT, 2006]:

Módulo 1. Calidad del Proceso Software

En este módulo se trataron diversos temas como: Estándares de Calidad de Software, La Calidad del proceso software y El proceso de desarrollo de software.

Módulo 2. Gestión de Configuración

En este módulo se ofreció una introducción a la gestión de la configuración de software, se organizó la configuración del software y se vieron las alternativas de Gestión propuestas (CMMI, ISO 9000, IEEE).

Módulo 3. Verificación y Validación

Este módulo propuso los Lineamientos y estándares (Lineamientos RUP, Lineamientos IEEE, Lineamientos CMMI), la Verificación y Validación.

Módulo 4. La Gestión del Conocimiento en el Proceso de Desarrollo de Software

En este módulo se dieron a conocer conceptos básicos, mapas conceptuales como técnica que apoya la Gestión del Conocimiento.

Módulo 5. Modelos Internacionales de Calidad para Aseguramiento de la Calidad de Software

Este módulo abordó los siguientes temas: Conceptos Básicos de CMMI, Áreas de Procesos de Soporte, Verificación, Validación, Administración de la Configuración, Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos, Medición y Análisis, Gestión de Proveedores, Análisis de Decisiones y Resolución.

- La Facultad de Ingeniería realizó las primeras jornadas sobre CMMI [UM, 2005]. La actividad fue impulsada por Mendoza Software Factory (M.S.F). Las capacitaciones llegaron a participantes que asistieron desde diversas partes del país. CMMI, es un modelo de calidad de software reconocido internacionalmente. El Curso expuso los beneficios del modelo y mediante reiteradas prácticas se proporcionó a los asistentes, las experiencias en el mencionado campo.

El especialista Eber Mauricio, miembro del Laboratorio de Calidad de Tecnología de la Información de Rosario, señaló en la introducción del curso como iniciativa: " La industria del Software se abrió a nuevos mercados y comenzó a exportarse. Entonces aparecieron nuevas exigencias pautadas por el mercado que deben ser cumplidas. Modelos de calidad como CMMI garantizan una organización que lleva adelante esos procesos".

- En el curso de CMMI que tenía por tema "Mejoras de Procesos de Software basados en CMMI" que tuvo lugar en julio de 2005 se enseñaron diversos temas: Mejora de Procesos de Software, Modelo CMMI, Administración de Requerimientos, Administración de Proyectos de Software, Técnicas de Auditorías y Revisiones, Administración de la Configuración, Medición y Análisis. El mismo estuvo dirigido a Gerentes y Líderes de Proyectos de Software, Miembros de equipos de ingeniería y a Estudiantes avanzados en Carreras Informáticas [CPCIPC, 2005].
- Modelos y métodos para la mejora de los procesos de desarrollo de software: CMMI, SPICE, ISO 9000, PSP, CMM.

En este curso que tuvo lugar en julio de 2006 en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España) se introducen los conceptos de mejora de los procesos de desarrollo de software y a continuación se hace un repaso a los modelos de mejora empleados en todo el mundo (CMMI, SPICE, ISO9000, PSP, CMM). Para cada modelo se describió su estructura, ventajas e inconvenientes y se realizaron diversos ejercicios de aplicación. Finalmente se analizaron diversas métricas de software que se deben emplear en cualquiera de los modelos citados [UNED, 2003].

1.6. Herramientas de evaluación

En paralelo con el desarrollo de CMMI, el SEI elaboró un método para la evaluación formal del modelo denominado SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) [SCAMPI, 2001].

SCAMPI normaliza tres tipos de evaluación: A, B y C. Las evaluaciones tipo C permiten examinar los procesos de la organización de la forma menos intrusiva posible, y es también el modelo de evaluación menos riguroso en la toma de información y requisitos. Las evaluaciones B son más rigurosas que las C, y a la vez más flexibles que las de tipo A, aunque ya exigen el uso de un equipo y el examen de resultados o artefactos obtenidos por la implementación del modelo o de sus prácticas.

El método define una serie de reglas para la evaluación del modelo, las cuales deben utilizarse para valorar las distintas partes del mismo durante una evaluación formal. Estas reglas hacen que sea necesario utilizar herramientas, ya que el método de evaluación deja de ser una simple encuesta para convertirse en una evaluación detallada y casi matemática.

Existen tres herramientas de evaluación para CMMI:

- CMM-Quest: permite efectuar evaluaciones de acuerdo al modelo CMMI-SE/SW en su representación continua. La evaluación se limita a asignar valores a los objetivos, no permite evaluaciones a nivel de prácticas (por debajo del nivel de los objetivos). No brinda soporte para el método SCAMPI [SCAMPI, 2001].

- **IME Toolkit:** permite efectuar evaluaciones de acuerdo al modelo CMMI-SE/SW. Las evaluaciones consisten en asignar valores numéricos a las prácticas, en base a los cuales la herramienta genera puntajes para las áreas de procesos. No brinda soporte para el método SCAMPI y no posee guías de asistencia para la evaluación [bvba, 2003].
- **Appraisal Wizard:** soporta evaluaciones para gran parte de los modelos CMM y métodos de evaluación propuestos por el SEI a lo largo de la historia (entre ellos, todos los CMMI y SCAMPI). Está pensada para cubrir todas las necesidades del método SCAMPI, requiriendo amplios conocimientos del mismo por parte del usuario. Requiere que el usuario ingrese todos los valores que se asignan en las distintas instancias de evaluación (prácticas, objetivos, áreas de procesos) y no cuenta con la capacidad de sugerir valores facilitando las tareas de ingreso de datos. Al brindar un soporte tan amplio y detallado, la herramienta no es para nada sencilla de utilizar [ISDI, 2003].

La siguiente tabla muestra en forma comparativa características de estas herramientas:

	CMM-Quest	IME Toolkit	Appraisal Wizard
Interfaz de usuario	Fácil, muy amigable	Medianamente amigable	Difícil, poco amigable
Tipo de usuario	Novato	Experto	Experto
Modelos soportados	CMMI-SE/SW (representación continua)	Esta basada en CMMI-SE/SW, no lo soporta formalmente	Gran parte de los CMM y todos los CMMI (ambas representaciones)
Método SCAMPI	No	No	Si
Nivel de granularidad	Grueso (solo objetivos)	Fino (hasta prácticas específicas)	Fino (hasta prácticas específicas)
Ayudas online	Si	No	Si

Navegación de la estructura del modelo	No	No	No
Generación de valores sugeridos	No	Si	No
Selección del nivel de granularidad para la evaluación	No	No	No

Tabla 1.2: Comparación de características de herramientas.

De la tabla anterior se desprende que existe un área no soportada por las herramientas existentes. Esta área está conformada principalmente por características orientadas a los usuarios novatos, como la navegación de la estructura del modelo, las guías paso a paso, la generación automática de valoraciones, y la selección del nivel de granularidad para la evaluación.

1.7. Conclusiones parciales

En la actualidad el número de compañías que realizan la transición de sus procesos al CMMI crece considerablemente, el objetivo: lograr la mejora de sus áreas de procesos identificadas como problemáticas y por consiguiente mejorar la calidad del producto final.

Actualmente, la información que demuestre concretamente lo inefectivo de CMMI es prácticamente nula dados los beneficios concretos que han obtenido las organizaciones de nivel 3 o más alto que utilizan los componentes del modelo. En este capítulo se describió al modelo CMMI, sus componentes, su enseñanza en el mundo, las tres herramientas y el único método para la evaluación formal del Modelo.

Capítulo 2: Solución Propuesta

2.1. Introducción

En este capítulo se caracteriza a CMMI en la UCI y sus Áreas de Procesos, se hace un mapa conceptual de las Áreas de Procesos de Nivel 2 (L2), se aplica una encuesta a estudiantes y líderes de algunos proyectos productivos de la UCI con el objetivo de conocer el estado en que se encuentran los proyectos con respecto a su vinculación con CMMI y por último se da una propuesta de cómo se puede aplicar el Modelo a los proyectos de la UCI.

2.2. Caracterización general de CMMI

Para caracterizar de manera general al Modelo CMMI en la UCI se elaboró una encuesta (anexo I), la cual fue realizada a estudiantes vinculados a proyectos productivos de la UCI y sus respectivos líderes.

El objetivo de esta encuesta es llevar a cabo un estudio en la UCI que permita conocer el grado de conocimiento sobre CMMI para de esta manera realizar una caracterización real del modelo. La cantidad de personas encuestadas fueron 250 estudiantes y 50 líderes de proyectos.

Los datos que se describen a continuación se basan en la realización de las encuestas a los estudiantes:

De los estudiantes encuestados, el 86% estuvo de acuerdo con que existe una gestión de los requisitos y que los procesos están planeados, ejecutados, medidos y controlados en los proyectos de la UCI, de estos estudiantes el 7% consideró que la gestión de los requisitos y que los procesos se planifican, ejecutan, son medidos y controlados en gran medida, el 61% opinan que esto se realiza en media medida y en poca medida lo consideran el 32% de los estudiantes que respondieron positivamente. El 14% de los estudiantes encuestados respondió que no había una gestión de los requisitos y que los procesos no se planifican, ejecutan, ni son medidos en los proyectos de la UCI.

Con respecto al conocimiento de los modelos de calidad de software, el 50% de los estudiantes encuestados no poseen ningún conocimiento sobre este tema. El otro 50% si conoce acerca del tema. Los modelos que fueron mencionados por la mayoría de estos son: CMM, CMMI, ISO 9000:2000 y SPICE. Hay que aclarar que CMMI no es un modelo de calidad específico, no determina, identifica, ni establece principios de calidad, modelos de métricas de calidad ni políticas de calidad pero si tiene un área de proceso dedicada al aseguramiento de la calidad.

Relacionado con el tema del conocimiento que tienen los estudiantes vinculados a proyectos encuestados sobre CMMI, el 66% de los estudiantes conoce lo que es el modelo CMMI, aunque de estos el 2% conoce mucho del tema, el 40% conoce más o menos sobre el modelo y el 58% conoce poco acerca del tema. Sin embargo el 34% desconoce lo que es el modelo, desconocen que este modelo constituye una guía para reducir tiempo, costos, facilitar la comunicación y entendimiento del personal, disminuir los riesgos y aumentar la calidad.

El 47% de los estudiantes encuestados no saben si CMMI es adecuado para dirigir mejoras de procesos ya que desconocen que CMMI ayuda a establecer objetivos y prioridades en mejoras de procesos, ayuda a asegurar procesos estables y maduros con la capacidad requerida y se puede utilizar como guía para mejorar los procesos que intervienen en el desarrollo y mantenimiento del software, mientras que el 51% aseguran que es adecuado y el 2% de los estudiantes consideran que no es adecuado.

El 48% de los encuestados consideran que el Modelo CMMI se debe aplicar a los proyectos de la UCI debido a que conocen que el mismo reporta entre sus principales beneficios: que la mejora de los procesos tiene más posibilidades de resultar con éxito y ser más sustanciosa a la Universidad, ya que se basa en la definición, medición y control de los procesos, se incrementa sensiblemente la probabilidad de éxito en la introducción de nuevas y apropiadas tecnologías, técnicas y herramientas en la Universidad. Además de proporcionar un marco de trabajo que permite organizar y priorizar las actividades de mejora de procesos, involucrando al propio producto, al negocio, al personal y a la tecnología. Sin embargo, el 35% de los encuestados consideró que no es apropiado aplicarlo y el 17% no saben si se debe aplicar el modelo a los

proyectos de la UCI. Un modelo cualquiera reportaría un punto por donde comenzar, un lenguaje común y una visión compartida, reportaría además un marco para priorizar acciones, una forma de definir lo que significa “mejora” para la organización.

De los estudiantes encuestados el 56% consideran que si se aplicara CMMI mejorarían los productos informáticos que son desarrollados en la UCI, de ellos el 70% consideran que mejorarían mucho, el 26% consideran que mejoraría mas o menos y el 4% consideran que mejorarían poco, mientras que el 42% no saben si al aplicar el modelo mejorarán los proyectos y el 2% consideran que al aplicar CMMI a los proyectos de la UCI, los mismos no mejorarían.

De los estudiantes encuestados el 68% plasman en los resultados que no conocen los componentes de CMMI y quizás lo que sucede es que no tienen bien definido cuales son los componentes principales de la arquitectura que componen el modelo (áreas de procesos, prácticas específicas, prácticas genéricas, metas genéricas, metas específicas y sub prácticas). Mientras que el 32% de los encuestados conocen estos componentes, sin embargo el 96% de estos conocen algunos de los componentes, y solo el 4% los conocen todos.

Con respecto a las áreas de procesos que ayudan a mejorar o evaluar CMMI, el 78% de los encuestados desconocen las mismas, sin embargo en los proyectos a los que están vinculados se realizan muchas de las actividades que se encuentran dentro de estas áreas de procesos. Las áreas de procesos a las que nos referimos son las del nivel 2: Gestión de requerimientos (REQM), Planificación de proyectos (PP), Monitoreo y Control de proyectos (PCM), Acuerdos de servicio con proveedores (SAM), Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA), Gestión de la configuración (CM), Medición y Análisis (MA). Mientras que solo un 22% de los encuestados consideran que conocen las áreas de procesos del nivel 2 que ayudan a mejorar o evaluar CMMI, de estos solamente un 9% conocen mucho del tema, el 44% conocen más o menos y un 47% saben poco de estas áreas.

En relación con las áreas de procesos que se aplican a los proyectos productivos de la UCI, el 65% de los encuestados respondieron que se hacía una Gestión de los requerimientos en los

proyectos, el 74% dijeron que se realizaba una Planificación de los proyectos, el 40% consideró que los proyectos se monitorean y controlan, el 25% de los encuestados seleccionaron que se aplicaba el área de proceso Acuerdo de servicios con proveedores, el 43% de los estudiantes respondieron que se asegura la calidad del proceso y del producto en los proyectos de la UCI, el 46% asegura que en los proyectos de la UCI se realiza una Gestión de la configuración, el 27% consideran que el área de Mediciones y Análisis se aplica a los proyectos y sólo el 6% no sabían sobre las áreas de procesos que se aplican a los proyectos de la UCI.

Con respecto al tema de lo establecido por estas áreas de procesos, el 70% de los estudiantes encuestados consideran que es posible cumplir con lo que establecen, el 27% aseguran que no saben si es posible y solo el 3% consideran que no se puede cumplir con lo establecido en estas áreas de procesos.

De los estudiantes encuestados, el 74% consideran que en la Gestión de los requerimientos del proyecto se manejan los requisitos del proyecto y los componentes, de ellos el 28% aseguran que se realiza en gran medida, el 51% opinan que se gestionan estos requisitos en mediana medida y un 21% opinan que en poca medida. Además el 4% de los estudiantes encuestados consideran que no se manejan los requisitos y los componentes del proyecto y el 22% no saben si se manejan los requisitos.

El 77% de los estudiantes encuestados consideran que en la Planificación de proyectos se establecen y mantienen planes que definen actividades del proyecto, de estos estudiantes que respondieron positivamente, el 27% aseguran que se realiza esta planificación en gran medida, un 55% consideran que se establecen y mantienen planes en mediana medida y el 18% opinan que en poca medida. De los resultados obtenidos de los estudiantes encuestados, el 17% considera que no tienen conocimiento si se llevan a cabo estas actividades y sólo el 6% responden que en la planificación del proyecto no se establecen y mantienen planes que definen actividades del proyecto.

Relacionado con el seguimiento del progreso del proyecto, el 19% de los encuestados creen que en su proyecto en un área determinada no se da un seguimiento del progreso del mismo. El 72%

de los estudiantes consideran que se realiza un seguimiento del progreso del proyecto, de estos el 27% consideran que se da un seguimiento en gran medida, el 55% opinan que se realiza el seguimiento en mediana medida y un 18% aseguran que en poca medida. De los estudiantes encuestados solamente el 9% no conocen si efectúa un seguimiento del progreso del proyecto.

De los resultados obtenidos de los estudiantes encuestados, el 62% respondieron que en su proyecto se identifican y documentan los defectos, de estos el 23% consideran que se documenta en gran medida, el 46% opinan que se documentan en mediana medida y un 31% consideran que en poca medida. El 23% creen que en su proyecto no se identifican y documentan los defectos, problema que trae consigo una mala calidad, un mal balance de los riesgos, además las experiencias demuestran que una vez que falle el o los desarrolladores se acaba la vida útil del proyecto. Sólo el 15% de los encuestados no poseen el conocimiento de que si en su proyecto se identifican y documentan los defectos.

Con respecto a los estudiantes encuestados, el 81% consideran que en sus proyectos se planifican actividades para asegurar que el software cumpla con ciertos criterios esperados de calidad, aunque de ellos el 25% dicen que estas actividades se planifican en gran medida, el 44% piensan que las actividades desarrolladas en sus proyectos se planifican en mediana medida y el 31% opinan que se planifican en poca medida. Además de los encuestados el 9% respondieron que no se planifican estas actividades en sus proyectos y el 10% aseguran no tener conocimiento sobre la planificación de dichas actividades para asegurar que el software cumpla con la calidad requerida.

En relación al tema de que si en los proyectos se cuenta con la documentación necesaria para seguir su evolución, cambios y mejoras, el 69% de los estudiantes encuestados consideran que en sus proyectos se cuenta con la documentación necesaria, sin embargo, de estos el 22% aseguran que se posee de una documentación en gran medida, un 52% opinan que en sus proyectos se tiene una documentación en mediana medida y un 26% consideran que es poca la documentación que poseen. Además de los encuestados el 15% responden que no se tiene esta documentación necesaria en sus proyectos y los restantes 16% de los estudiantes encuestados

no conocen si se posee la documentación necesaria para seguir su evolución, cambios y mejoras en sus proyectos.

Relacionado con los indicadores que permiten medir la evolución de los procesos del proyecto, el 46% de los estudiantes encuestados consideran que en sus proyectos se cuenta con estos indicadores, mientras que el 20% respondieron que no se poseen los mismos y el 34% desconocen que existen indicadores que permiten medir la evolución de los procesos del proyecto.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los líderes de los proyectos:

De los líderes encuestados el 24% consideran que los proyectos de la UCI no están en su totalidad planificados, ejecutados, medidos y controlados y que no existe una gestión de los requisitos. Mientras que el 76% considera que si, de ellos el 84% aseguran que los proyectos se planifican en poca medida, el 16% consideran que se planifican en un nivel medio y ningún líder de los encuestados consideró que los proyectos se planifican, se ejecutan, se miden y controlan en gran medida.

La anterior estadística demuestra que en muchos de los proyectos de la UCI según la opinión de algunos de los líderes encuestados se ignora que una trazabilidad de requisitos es la clave para conseguir una exitosa gestión de requisitos, además demuestra que dicha importancia no se refleja en un consenso respecto a las prácticas con el que el proceso de trazabilidad ha de llevarse a cabo. También esto trae como consecuencia que no existan estándares asociados al proceso de trazabilidad que ayuden a determinar qué tipos de artefactos y de enlaces se han de considerar. Esto provoca la paradoja de que a pesar de la importancia de éste proceso y de las múltiples herramientas de gestión de requisitos, no se provean soluciones adecuadas para configurar la trazabilidad de acuerdo a las necesidades específicas del proyecto.

El 48% de los líderes desconocen que es un modelo de calidad de software, sin embargo el 52% si conoce, aunque muchos en poca medida y se refleja cuando dejan de citar ejemplos. Sin

embargo se considera que una persona que se encuentra liderando un proyecto debe saber que es un modelo de calidad, que éste no es más que un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos. Esto demuestra que el tema de calidad es un tema prácticamente ignorado en la UCI o que se le presta muy poca atención. Sin embargo al aplicar un modelo de calidad, se minimizaría la complejidad y relatividad inherentes al concepto “calidad del software”, se manejaría diferentes perspectivas de modelado, se gestionaría la evolución, aseguraría la consistencia de los cambios y se crearía “Factorías de la experiencia”.

Para el 40% de los líderes encuestados, CMMI es un tema prácticamente nuevo pues desconocen su existencia. Sin embargo el 60% si conoce sobre el Modelo CMMI, de estos un 13% conocen mucho sobre el tema, un 60% conocen algo y un 27% conocen muy poco del tema.

De los líderes encuestados el 56% considera que CMMI es adecuado para dirigir mejora de proceso, y el 44% no sabe decir si es adecuado, quizás porque no conocen de los beneficios que se puede obtener en la mejora de los procesos al aplicar este modelo, proporciona a las organizaciones las pautas de actuación necesarias para obtener mejoras observables en su proceso de desarrollo, de manera que desarrollen productos sin defectos respetando requisitos, fechas y costes. La mejora de los procesos significa optimizar la efectividad y la eficiencia mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes.

En relación con la aplicación de CMMI a los proyectos de la UCI, el 48% de los líderes encuestados consideran que CMMI se debe aplicar, sin embargo el 44% dicen que no saben si se debería aplicar el modelo y el 8% opinan que no se debe aplicar este modelo a los proyectos de la UCI.

El 58% de los líderes encuestados consideran que si se aplicara CMMI mejorarían los proyectos que son desarrollados en la UCI, de ellos el 79% consideran que mejorarían en gran medida, el 14% consideran que mas o menos, y el 7% consideran que mejorarían poco. Sin embargo hay un 42% que consideran que no saben del tema.

De los líderes encuestados el 28% desconocen cuales son los componentes que presenta el estándar CMMI. Sin embargo el 72% conocen estos componentes, de ellos el 78% conocen algunos y solo un 22% los conocen todos.

Las encuestas arrojan como estadística que el 72% de los líderes desconocen las áreas de procesos del nivel 2 que ayudan a mejorar o evaluar CMMI, mientras que el 28% consideran que si conocen estas áreas de procesos, aunque el 29% de estos las conocen en poca medida, otro 29% en mediana medida y un 42% en gran medida.

Ante las respuestas dadas por los líderes se puede decir que el 56% de estos consideran que el área de proceso de Gestión de Requerimientos es aplicada en los proyectos, el 72% aseguran que se planifican los proyectos, un 48% dicen que se monitorean y controlan, el 26% opinan que se realizan acuerdos de servicios con proveedores, un 52% consideran que se asegura la calidad del proceso y del producto, el 60% creen que se efectúa una gestión de la configuración y un 20% de los líderes encuestados dijeron que el área de proceso de Mediciones y Análisis se aplicaba en los proyectos.

El 80% de los líderes encuestados consideran que se puede cumplir con lo establecido en estas áreas de procesos, sin embargo el 12% dicen que no saben si se puede cumplir con lo establecido en las mismas y hay un 8% que consideran que no es posible cumplir con lo establecido por estas áreas de procesos.

Relacionado con el manejo de los requisitos del proyecto y los componentes en la Administración de los requerimientos, el 76% de los líderes encuestados consideran que los mismos si son manejados, de ellos un 5% aseguran que se manejan en gran medida, un 69% consideran que en mediana medida y un 26% que en poca medida. Sin embargo el 24% consideran que no se manejan.

Con respecto a la Planificación de los proyectos, el 80% de los líderes consideran que se establecen y mantienen planes que definen actividades del proyecto, de estos un 45% consideran que en gran medida, un 30% dicen que en mediana medida y un 25% consideran que

en poca medida, mientras que el 20% de los líderes encuestados consideran que no se establecen y mantienen planes que definen actividades del proyecto.

De los líderes encuestados el 72% consideran que en un área determinada del proyecto se le da seguimiento al progreso del mismo, de estos un 45% dicen que el seguimiento se realiza en gran medida, un 33% opinan que en mediana medida y un 22% que se hace en poca medida. Mientras que el 24% de los líderes consideran que no se le da seguimiento y el 4% no poseen el conocimiento de que si se le da este seguimiento al progreso del proyecto.

El 16% de los líderes encuestados reflejaron que en los proyectos no se identifican y documentan los defectos, aunque según la opinión de un 64% aseguran que los defectos si son identificados y documentados, de estos un 16% consideran que se hace en gran medida, un 37% que se realiza en mediana medida y un 47% que en poca medida. Mientras que existe un 20% que no conocen si estos defectos son identificados y documentados en los proyectos.

En relación con la planificación de las actividades que aseguran que el software cumpla con ciertos criterios esperados de calidad, el 28% de los líderes encuestados aseguran que en los proyectos no se planifican estas actividades, sin embargo, el 72% consideran que estas si son planificadas, de estos un 36% opinan que estas actividades se planifican en gran medida, un 42% dicen que en mediana medida y un 22% que en poca medida.

Con respecto al tema de la documentación necesaria para seguir la evolución, cambios y mejoras en los proyectos, el 52% de los líderes encuestados aseguran que se cuenta con la misma en los proyectos, de ellos un 15% dicen que se posee esta documentación en gran medida, un 35% opinan que en mediana medida y un 50% que en poca medida. Mientras que el 44% de los líderes consideran que en los proyectos no se cuenta con esta documentación y el 4% no tienen conocimiento de que los proyectos cuentan con dicha documentación.

Relacionado con los indicadores que permiten medir la evolución de los procesos del proyecto, el 48% de los líderes encuestados aseguran que en los proyectos no se cuenta con estos

indicadores, el 12% no conocen si se cuentan con los mismos y sólo el 40% consideran que estos si están presente en los proyectos.

Con los resultados obtenidos en la realización de estas encuestas tanto a los estudiantes vinculados a proyectos como a los líderes, se puede llegar a la conclusión que la mayoría de los proyectos de la UCI no están documentados como es debido, en muchos de los casos no se hace una gestión de los requerimientos, los procesos no están bien planificados, ejecutados, medidos y controlados, no se lleva un seguimiento de las actividades que se realizan ni del progreso del proyecto, cuando no se puede cumplir con los plazos, surge una atmósfera de crisis, la mayor parte de los estudiantes encuestados no poseen los suficientes conocimientos de calidad, no conocen lo que es un modelo de calidad de software, muchos no tienen conocimiento si existen indicadores para medir la evolución de los proyectos, las áreas de procesos no se aplican en su totalidad a ningún proyecto. Los proyectos no siguen una política organizacional escrita para administrar los requisitos del sistema asociados al software.

Analizando lo anteriormente se puede concluir que la UCI presenta algunos síntomas para identificar que necesita aplicar el modelo CMMI.

2.3. Caracterización de las Áreas de Procesos

Las áreas de procesos a las cuales se le va a realizar la caracterización son las primeras áreas de procesos, las cuales pertenecen al nivel 2 del Modelo CMMI.

De acuerdo a los resultados que emitieron las encuestas realizadas queda en evidencia que todo lo relacionado con el Modelo CMMI es prácticamente desconocido en la UCI, las áreas de procesos son ignoradas por la gran mayoría de los encuestados, sin embargo los mismos realizan determinadas actividades dentro de los proyectos que están comprendidas en estas áreas de procesos.

Lo que se pretende con el nivel 2 de CMMI es conseguir que en los proyectos de la UCI haya una gestión de los requisitos y que los procesos estén planeados, ejecutados, medidos y controlados. El uso de las áreas de procesos del nivel 2 ayuda a que cuando hay problemas de fechas se

mantenga una forma de trabajar. Cuando se realizan estas prácticas, los proyectos se ejecutan y gestionan de acuerdo con los planes del proyecto. El estado de los elementos de trabajo como son: análisis, diseño, código, documentación están visibles a la gerencia en puntos definidos. Se sabe cuánto trabajo está hecho y cuánto queda por hacer. Los compromisos adquiridos con todas las personas involucradas en el proyecto se revisan de acuerdo a las necesidades. Los elementos de trabajo se revisan con las personas involucradas y son controlados. Estos elementos de trabajo satisfacen las especificaciones, estándares y objetivos.

Se escogió el nivel 2 de CMMI debido a que el nivel 1 es en el que están todas las organizaciones, y ya en el nivel 2 una organización está caracterizada por tener un proceso, que el mismo es planificado y ejecutado según las políticas establecidas, utiliza personas calificadas que cuentan con los recursos adecuados para producir los resultados esperados, involucra a los principales interesados del proyecto, es monitoreado, controlado, revisado continuamente y es evaluado para su conformidad con la descripción del mismo.

De acuerdo a esto tenemos que comenzar por aplicar a los proyectos productivos de la UCI las áreas de procesos que establece el nivel 2 y cumplir con todas las prácticas que comprende el mismo. Para pasar a aplicar otro nivel se tendría que haber cumplido con el nivel 2, no se pretende aplicar el nivel 3 porque el anterior no ha sido cumplido y porque para alcanzar este nivel significa que la forma de desarrollar proyectos (gestión e ingeniería) está definida, es decir, está establecida, documentada y que existen métricas para la obtención de objetivos concretos.

Las áreas de procesos de nivel 2 son:

- Gestión de requerimientos (REQM)

El propósito de “Gestión de requerimientos” es administrar los requerimientos del proyecto e identificar inconsistencias entre esos requerimientos, los planes del proyecto y productos de trabajo.

Este propósito no es adecuadamente cumplido en los proyectos productivos de la UCI debido a que en la administración de los requerimientos no existe una comunicación directa con el cliente

para entender los requerimientos, no se obtiene compromiso del personal involucrado en la atención al requerimiento, en algunos no se administran los cambios a los requerimientos, no se utiliza un procedimiento para el control de estos cambios, no se identifica desde el requerimiento a todos los componentes involucrados en el cambio y desde cualquier componente no se identifica al requerimiento original, y entre los trabajos del proyecto y los requerimientos no se identifica inconsistencias.

- Planificación de proyectos (PP)

El propósito de la “Planificación de proyectos” es establecer y mantener planes que definan el alcance y el ciclo de vida del proyecto; y establezcan el presupuesto y los cronogramas con las actividades del proyecto.

La planificación de los proyectos en la UCI no se realiza debidamente ya que el alcance de los mismos no es definido correctamente, no se establecen los atributos de estimación de los productos de trabajo y tareas, se define el ciclo de vida, pero no se determinan bien las fases del proyecto, se definen los cronogramas con las tareas y se estima el esfuerzo, pero la mayoría de las veces no se cumple con el mismo. En muchos se desarrolla el plan del proyecto, en el cual no se definen con claridad los riesgos, el presupuesto, los planes de administración de datos, de manejo de recursos, no se define un plan para administrar el conocimiento y las habilidades, y no se establecen y mantienen compromisos con los involucrados en el proyecto con las actividades definidas en el plan del proyecto.

- Monitoreo y Control de proyectos (PMC)

El propósito de “Monitoreo y Control de proyectos” es proveer un entendimiento del progreso del proyecto para que se puedan tomar acciones correctivas apropiadas cuando el desempeño del proyecto se desvía significativamente del plan.

A los proyectos productivos de la Universidad se le da un seguimiento al progreso del mismo, pero no se hace con el rigor requerido ya que los compromisos no son monitoreados, no se monitorea el plan de administración de datos, una vez que esté definido, no se conduce

revisiones de los hitos del proyecto, las acciones correctivas a tomar cuando el desempeño del proyecto o los resultados se desvían significativamente del plan no son administradas.

- Acuerdos de servicio con proveedores (SAM)

El propósito de “Acuerdos de servicio con proveedores” es manejar la adquisición de productos de proveedores para los cuales ya existe un contrato formal.

Esta área de proceso primordialmente se aplica a la adquisición de productos y componentes que se entregan al cliente. Para minimizar riesgos para el proyecto, ésta área de proceso también puede ser ejercida para la adquisición de productos significativos y componentes que no se entregan al cliente (por ejemplo, herramientas de desarrollo y pruebas de ambiente).

En los proyectos de la UCI esta área de proceso no se efectúa con la eficacia requerida ya que no se realiza una investigación minuciosa para determinar el tipo de adquisición que servirá para que los productos sean adquiridos y para seleccionar a los proveedores.

- Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA)

El propósito de “Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto” es proveer al personal y a la organización información objetiva sobre los procesos y sus productos de trabajos asociados.

El tema de la calidad en la UCI no es muy satisfactorio debido a que en los proyectos productivos no se evalúan sus procesos utilizando algún modelo, estándar y normas existentes. En estos proyectos no se evalúa objetivamente los procesos, productos de trabajo y servicios, al realizarle las pruebas a los productos se obtienen las no conformidades, pero no se asegura su resolución, no se establecen y mantienen registros de actividades de aseguramiento, y no se identifican y documentan los defectos en la mayoría de los proyectos.

Esta es un área de proceso clave, que a veces no se le da la suficiente importancia, pero que sin ella no será posible implantar un modelo de calidad.

- Gestión de la configuración (CM)

El propósito de “Gestión de la Configuración” es establecer y mantener la integridad de productos de trabajo identificando configuraciones, controlando configuraciones, llevando un estado de la configuración y auditando configuraciones.

Con la investigación realizada sobre esta área de proceso en los proyectos de la Universidad se demuestra que no se realiza una gestión de la configuración en la mayoría de los proyectos y los que la realizan no lo hacen con la calidad requerida, esto se debe a que no establecen las líneas base de los productos de trabajo identificados, no identifican los elementos de configuración, no se establecen y mantienen un sistema de administración de la configuración, no se siguen y controlan los cambios de los productos de trabajos que están bajo control de configuración, y no se ejecutan auditorías a la configuración, para mantener la integridad.

- Mediciones y Análisis (MA)

El propósito de “Mediciones y Análisis” es desarrollar y mantener la capacidad de tomar mediciones para responder a las necesidades de información requeridas para el gerenciamiento del proceso de software, tanto a nivel de proyecto como a nivel de organización.

Este propósito no se cumple en su totalidad en los proyectos productivos de la UCI debido a que no se establecen objetivos de medición, no se especifican métricas básicas, no se establecen los procedimientos de análisis, de colección de datos y almacenamiento, y no se proveen resultados de las mediciones asociadas con los objetivos y las necesidades de información identificadas, no se realiza un análisis de las mediciones para ver si los datos obtenidos son los correctos, muchas veces no se almacenan los datos y los resultados, y no se comunica los resultados del proceso a los involucrados.

A continuación se muestra un mapa conceptual de las Áreas de Procesos de L2

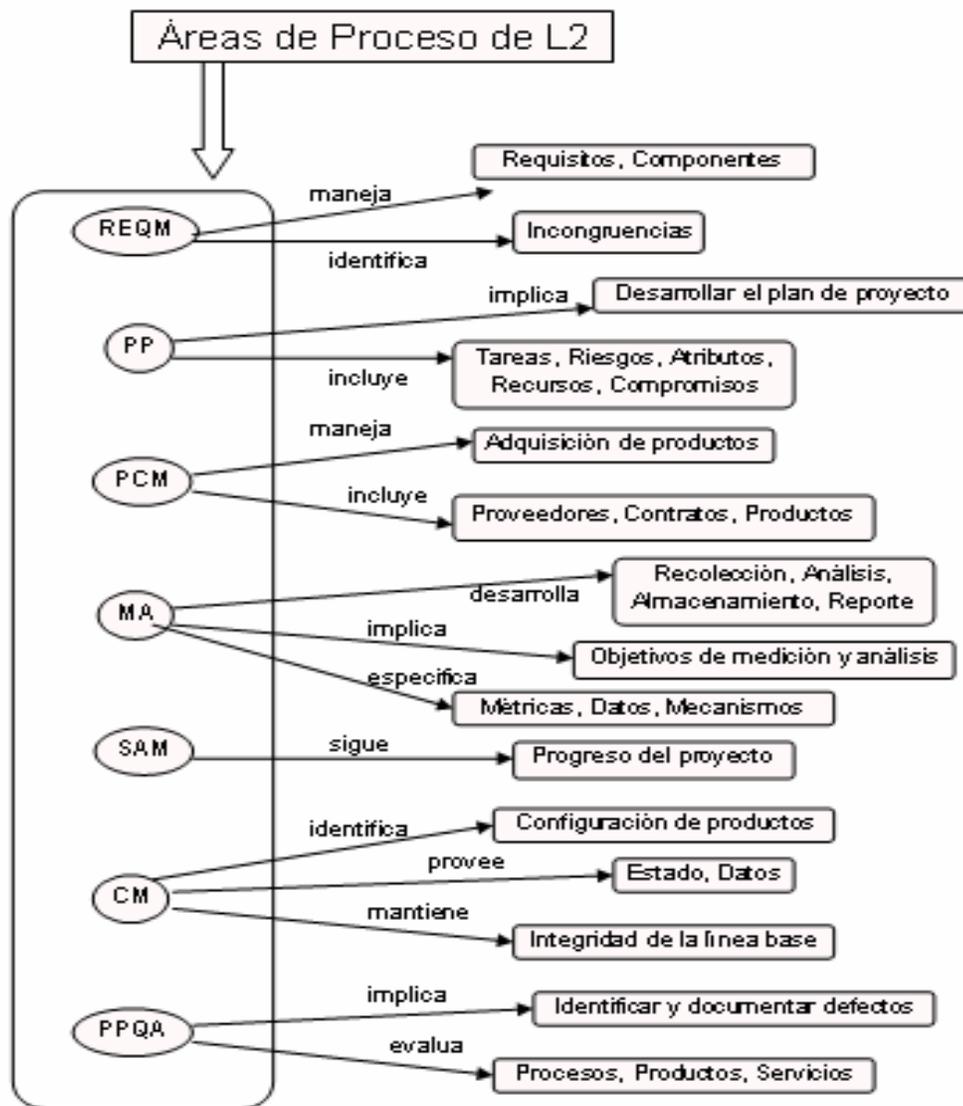


Figura 2.1: Mapa conceptual de las Áreas de Procesos de L2.

2.4. Proceso IMA- Identificación, Modificación y Aplicación

Para que la UCI, que está compuesta por múltiples facultades que desarrollan software, aplique el modelo CMMI es recomendable que exista una modificación que considere la ejecución de una

estrategia, para adecuar los procesos de la UCI a los procesos de CMMI definiendo un Proceso modelo para la organización.

Este proceso se hizo basado en una metodología propuesta en una Empresa con múltiples unidades desarrolladoras de software para implantar CMMI [Huacoto, 2005].

2.4.1. Objetivos del proceso

El objetivo general es ayudar a la UCI a alinear sus procesos a los procesos del modelo CMMI de tal manera de hacerlos que cumplan con los estándares del modelo CMMI.

Los objetivos específicos son:

- Diagnosticar el estado de la UCI en relación al CMMI.
- Ayudar a la UCI a conseguir un establecimiento rápido por re-uso de activos de procesos.
- Identificar las brechas para lograr el cumplimiento.
- Tomar acciones para reducir las brechas identificadas en las áreas de procesos.
- Ayudar a establecer objetivos y prioridades en mejoras de procesos.
- Ayudar a asegurar procesos estables y maduros y con la capacidad requerida.

2.4.2. Descripción general del proceso

La estrategia que puede usar la organización puede ser pasar de un nivel de CMMI al inmediato superior o avanzar más de un nivel. En cualquier caso la estrategia que se usará para pasar del modelo actual al modelo CMMI será el proceso de Identificación, Modificación y Aplicación - IMA, el cual se desarrollará en 3 fases:

- Identificación: Levantamiento de requerimientos
- Modificación: Implementación de los procesos
- Aplicación: Institucionalización de las prácticas

A continuación se muestran los flujos de trabajo a ejecutarse para cumplir con los objetivos.

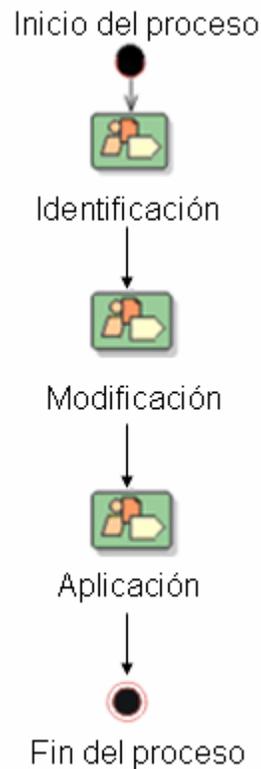


Figura 2.2: Flujos de trabajo del proceso.

El equipo de proyecto estará conformado por estudiantes que hayan aprobado el curso optativo de Introducción al Modelo CMMI y profesores que posean un amplio conocimiento sobre CMMI. Los roles estarán definidos como sigue:

1 Líder del proyecto

1 Administrador del proyecto

Equipo de Aplicación: los integrantes de este equipo serán los encargados de aplicar el proceso propuesto en conjunto con el líder y el administrador del proyecto.

Las actividades a desarrollar en cada flujo de trabajo agrupadas por roles se muestran a continuación:

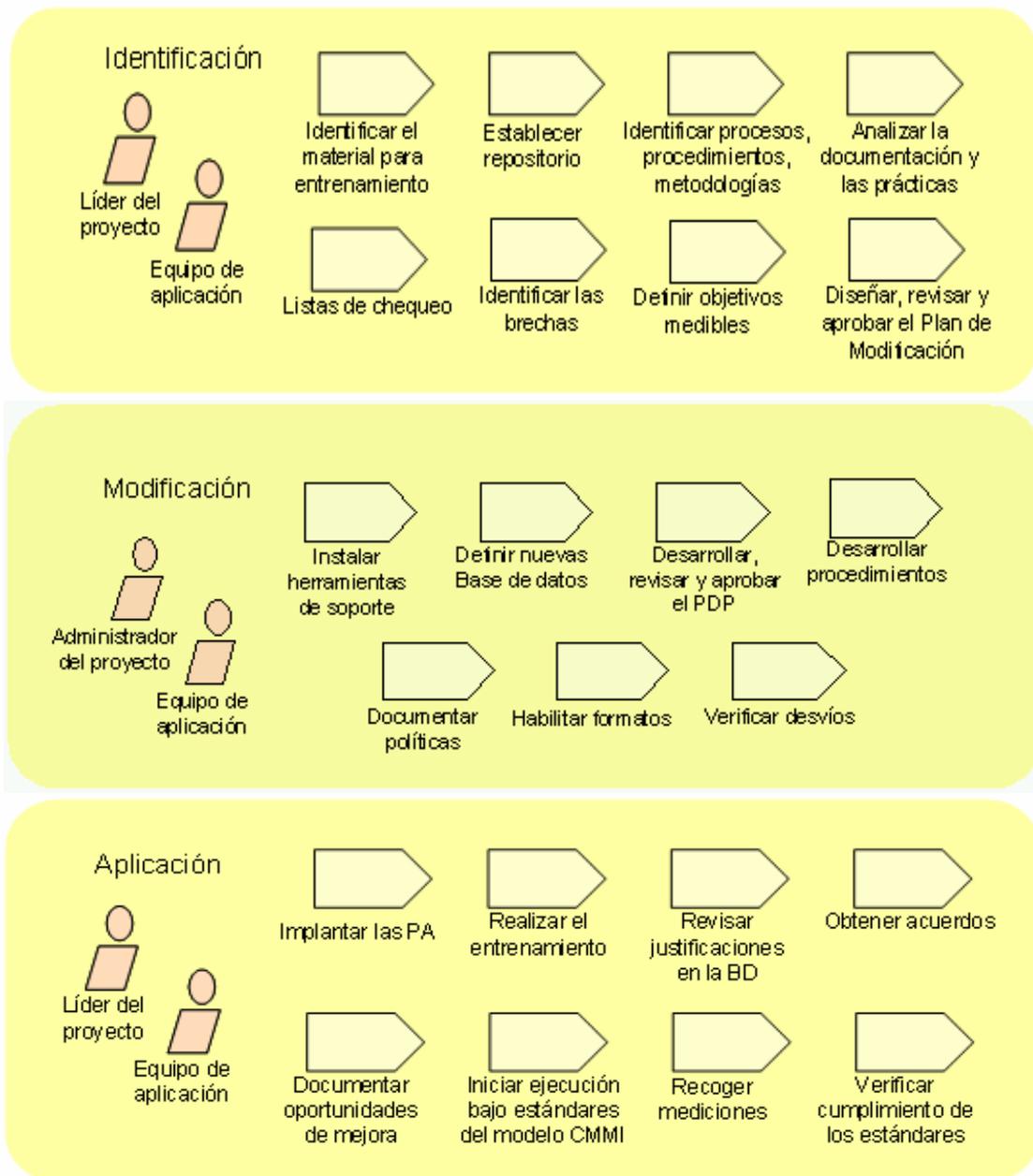


Figura 2.3: Flujos de trabajo y sus actividades.

2.4.3. Descripción detallada

A continuación se describen las fases del proceso de Identificación, Modificación y Aplicación (IMA) y las actividades que se realizan en cada una de estas.

2.4.3.1. Fase Identificación: Levantamiento de requerimientos

Esta fase comprende el análisis de la situación actual, identificando los procesos y metodologías utilizadas en la UCI, los procedimientos, estándares, formatos, y en general los productos de trabajo, y los entregables al cliente relacionados con sus PA, determinando los procesos entre lo que tiene la UCI y lo que se requiere para cumplir con CMMI, generando el Plan de Modificación. Los responsables de la realización de este conjunto de actividades son el líder del proyecto y el equipo de aplicación.

Las actividades, las entradas y los entregables que serán desarrolladas en esta fase se representan en el diagrama siguiente:

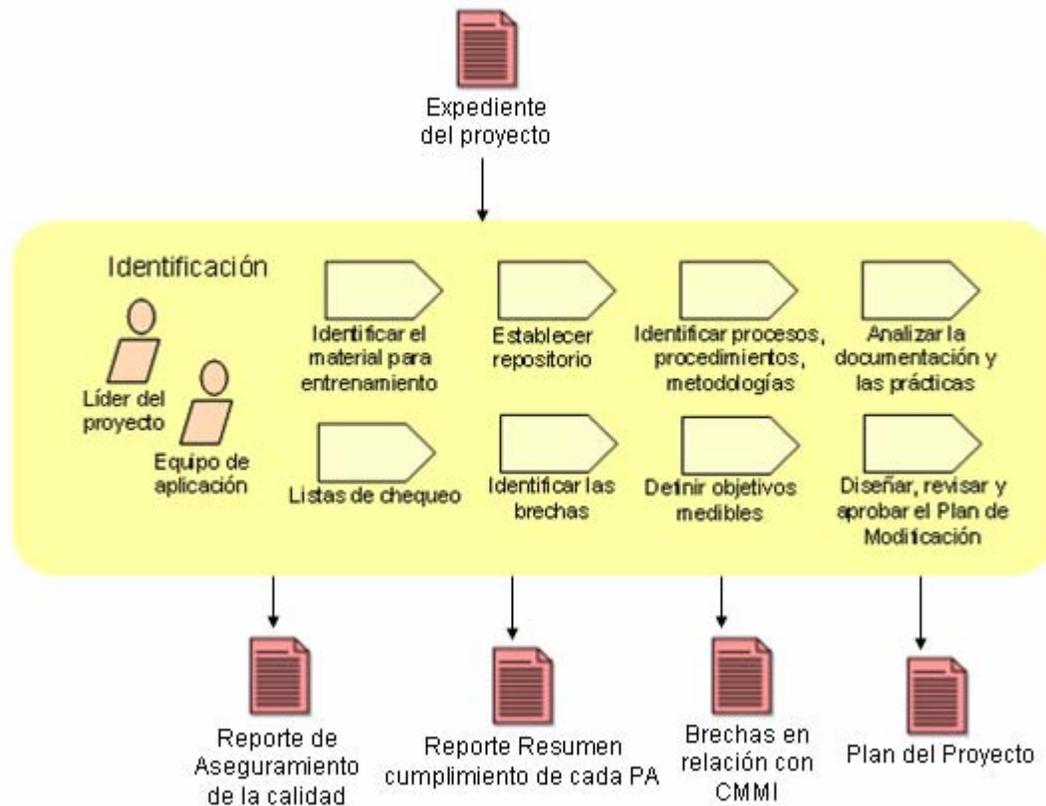


Figura 2.4: Diagrama de actividades de la fase Identificación.

Esta fase tiene como entrada el expediente del proyecto que es donde se recoge toda la documentación perteneciente a un proyecto, la documentación técnica, el contrato con clientes, la documentación de pruebas, las actas de reuniones.

A continuación se describen cada una de las actividades de la fase Identificación:

1. Identificar el material para entrenamiento.

La Identificación del material para el entrenamiento es una actividad en la cual se identifican los materiales que se necesitan para entrenar a los miembros del proyecto para que estén claros de lo que se va a realizar.

2. Establecer el repositorio.

Esta actividad comprende la definición de un repositorio flexible y organizado (base de datos) que permita almacenar todas las evidencias de cumplimiento con las prácticas de CMMI.

3. Identificar los procesos, procedimientos, metodologías.

El propósito de esta actividad es identificar los procesos, procedimientos, metodologías y formatos que cumplen con los requerimientos de CMMI por los cuales se regirá el proyecto productivo.

4. Analizar la documentación y las prácticas.

Esta actividad tiene como propósito analizar la documentación y las prácticas del cliente con relación al desarrollo de Software.

5. Listas de chequeo

El objetivo de esta actividad es verificar el nivel de cumplimiento con relación a los estándares de CMMI a través del uso de listas de chequeo relacionadas al cumplimiento de las prácticas de cada PA. A partir de aquí se obtiene un Reporte de Aseguramiento de calidad con la identificación del estado de cumplimiento de cada una de las prácticas genéricas y específicas definidas para las Áreas de Procesos, y un Reporte Resumen con el nivel de cumplimiento de cada PA.

Al analizar los resultados en el Reporte de Aseguramiento de la calidad se determinará el alcance, el esfuerzo y el costo del proyecto y se elaborará el Plan del Proyecto.

6. Identificar las brechas.

La Identificación de las brechas es una actividad en la cual los miembros del equipo de aplicación identifican las brechas de una o más áreas de procesos. A partir de aquí se obtendrán las brechas en relación con el modelo CMMI.

7. Definir objetivos medibles.

El propósito de esta actividad es definir objetivos que al final los integrantes del equipo sean capaces de lograr. Estos objetivos sirven como una guía para la fase de modificación, se trata de definir los objetivos necesarios para satisfacer todas las necesidades.

8. Diseñar, revisar y aprobar el Plan de Modificación.

En esta actividad se diseñará, revisará y aprobará el Plan de Modificación que será usado en la siguiente fase como una guía de lo que se tiene que realizar, con los procedimientos, metodologías y formatos ya definidos.

2.4.3.2. Fase Modificación: Implementación de los procesos

Esta fase comprende el análisis de las brechas, la definición de los procedimientos a implementar por cada PA, y la elaboración de un Proceso de Definición del Proyecto (PDP) con el cuadro de estándares, procedimientos, guías, y formatos a utilizarse en la UCI. Los responsables de la realización de este conjunto de actividades son el administrador del proyecto y el equipo de aplicación.

Las actividades, las entradas y los entregables que serán desarrolladas en esta fase se representan en el diagrama siguiente:

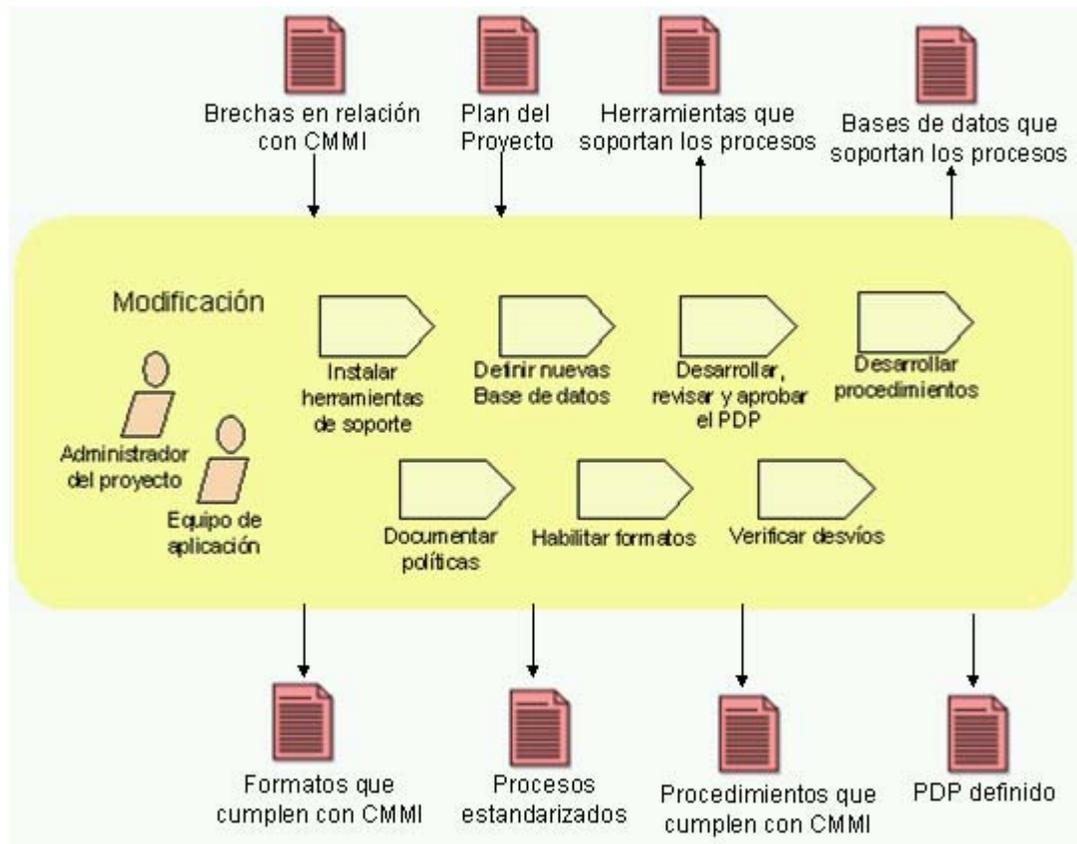


Figura 2.5: Diagrama de actividades de la fase Modificación.

Esta fase tiene como entradas las brechas en relación con CMMI y el Plan del proyecto que se obtuvieron en la fase anterior.

A continuación se describen cada una de las actividades de la fase Modificación:

1. Instalar herramientas de soporte.

En esta actividad luego de obtener las brechas entre los procedimientos existentes identificados en el “Levantamiento de requerimientos” y lo que requiere CMMI, se trabajará en la definición y adecuación de las herramientas a implementar por cada área de proceso para hacer que cumplan con CMMI, que permitan desarrollar rápidamente el trabajo y que ayuden a generar métricas.

2. Definir nuevas Base de datos.

El propósito de esta actividad es instalar nuevas bases de datos que soporten a los procesos identificados y autorizar accesos a las mismas.

3. Desarrollar, revisar y aprobar el Proceso de Definición de Proyecto (PDP).

En esta actividad se desarrollará, se revisará y aprobará el Proceso de Definición de Proyecto con las herramientas, modelos, formatos, procedimientos que cumplen con el Modelo CMMI a ser utilizado por la Universidad y que será el marco para todas las actividades de desarrollo de software de la UCI. Puede aplicarse a toda la Universidad o a un proyecto específico.

4. Desarrollar procedimientos.

El objetivo de esta actividad es desarrollar y adecuar los procedimientos por cada área de proceso del Modelo CMMI.

5. Documentar las políticas.

La documentación de las políticas es una actividad en la cual se describen los objetivos, la visión, la misión y los estándares de la Universidad, ésta documentación debe almacenarse en la base de datos del proyecto.

6. Habilitar formatos.

En esta actividad se habilitarán formatos por cada área de proceso que se puedan utilizar durante el desarrollo de software y como los procesos deben estar estandarizados, es necesario que todos los proyectos de la UCI utilicen los mismos formatos.

7. Verificar desvíos

El propósito de esta actividad es analizar si se requiere efectuar desvío e identificar la razón para el desvío respecto al uso del procedimiento original (Nombre del procedimiento que soporta el área de proceso tal como ha sido definida para la Universidad) o de alguno de sus componentes. Estos desvíos deben ser justificados y aprobados.

2.4.3.3. Fase Aplicación: Institucionalización de las prácticas

Comprende la institucionalización de las prácticas (anexo II) y la aplicación de las PA en la UCI. Los responsables de la realización de este conjunto de actividades son el líder del proyecto y el equipo de aplicación.

Las actividades, las entradas y los entregables que serán desarrolladas en esta fase se representan en el diagrama siguiente:

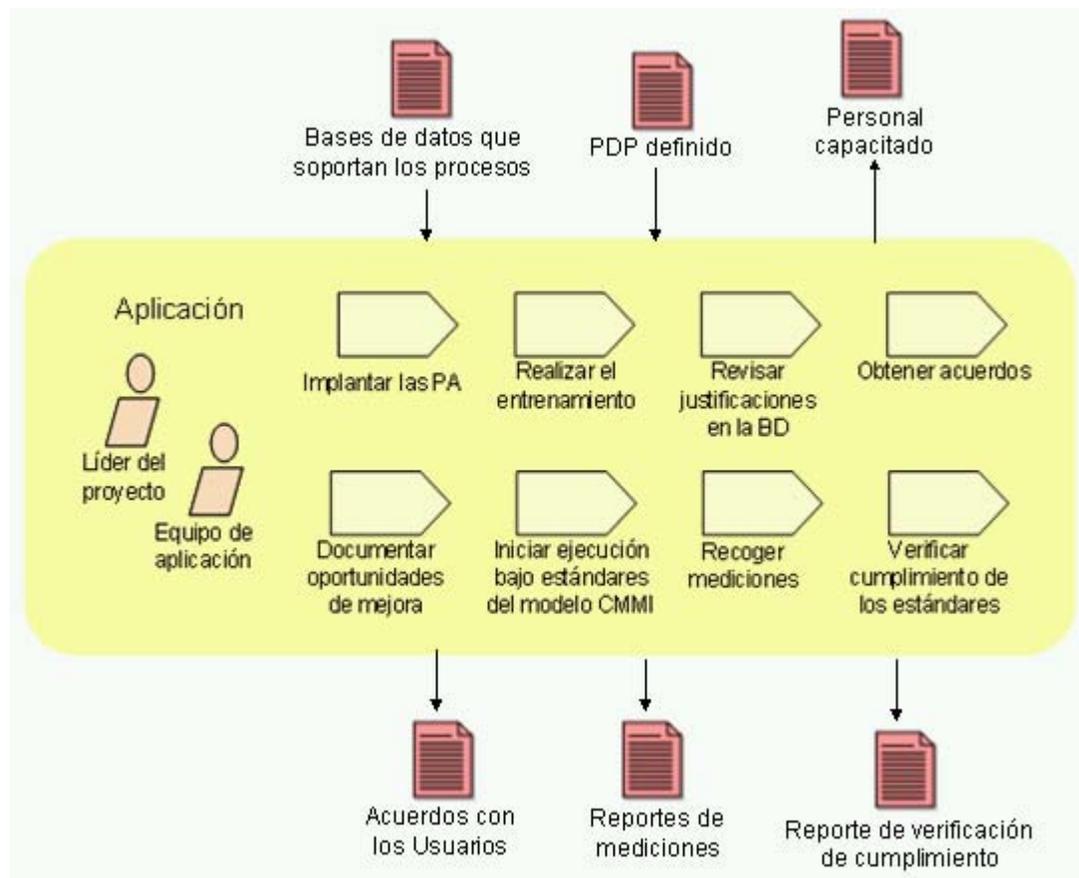


Figura 2.6: Diagrama de actividades de la fase Aplicación.

En esta fase se tienen como entradas las bases de datos que soportan los nuevos procesos y el PDP definido.

A continuación se describen cada una de las actividades de la fase Aplicación:

1. Implantar las PA.

Esta actividad tiene como objetivo aplicar un conjunto de prácticas relacionadas con las áreas de procesos, que cuando todas se ejecutan se logra satisfacer un conjunto de metas consideradas importantes para hacer mejoras significativas en estas áreas de procesos.

2. Realizar el entrenamiento.

Para realizar el entrenamiento es preciso identificar las necesidades de entrenamiento que tienen los proyectos para preparar el material de entrenamiento identificado por cada área de proceso. Es necesario capacitar a los integrantes del proyecto en los nuevos procesos, procedimientos, guías, formatos así como en el manejo de las nuevas Bases de datos. Luego de realizar dicho entrenamiento se obtendrá un personal capacitado.

3. Revisar justificaciones en la BD.

La idea de esta actividad es primeramente justificar documentando en una Base de datos las razones por las cuales los formatos, procedimientos, políticas y prácticas cumplen con CMMI, y luego revisar dichas justificaciones.

4. Obtener acuerdos.

En esta actividad el objetivo es efectuar acuerdos con el cliente en caso de cambios a los procesos, procedimientos y formatos que les afectan.

5. Documentar oportunidades de mejora.

La documentación de oportunidades de mejoras es una actividad en la cual todo proyecto debe identificar activos y oportunidades de mejoras que pueden ser reutilizadas por la Universidad. Estos deben almacenarse en base de datos, de tal manera de que se pueda utilizar al máximo la información que ahí se almacena.

6. Iniciar la ejecución bajo estándares del modelo CMMI.

El propósito de esta actividad es iniciar la ejecución de los procesos bajo estándares del modelo CMMI, los documentos, guías, metodologías deben estar contruídos según estos estándares.

7. Recoger mediciones.

En esta actividad se obtienen resultados de las mediciones asociadas con los objetivos y las necesidades de información. Estas mediciones se deben almacenar y analizar para ver si los datos obtenidos son los correctos.

8. Verificar el cumplimiento de los estándares.

La idea de Verificar el cumplimiento de los estándares no es más que controlar que en el proyecto se cumplan con los estándares identificados del Modelo CMMI. A partir de aquí se obtendrá un Reporte de verificación de cumplimiento.

La implantación de las prácticas está insertada dentro de un proceso sistemático de mejoramiento de procesos dentro de la organización. EL SEI ha propuesto un ciclo de mejoramiento de procesos conocido como IDEAL, el cual proporciona un conjunto de actividades coherentes para sustentar la adopción de las prácticas recomendadas por el CMMI. [SEI, 1996]

Se propone el Modelo IDEAL para implantar dichas prácticas.

IDEAL es un modelo de mejora organizacional que sirve como mapa para iniciar, planificar e implementar acciones tendientes a mejorar los procesos. [SEI, 1996]

Las 5 fases principales que componen el modelo de mejoramiento de procesos son Iniciar, Diagnosticar, Establecer, Actuar, Aprender.

- Fase “Iniciar”

Su propósito es establecer los fundamentos básicos para garantizar y dar soporte a la iniciativa de mejoras de procesos.

La alta dirección establece cuáles son los objetivos de la organización y de la mejora de procesos.

El apoyo de la alta dirección y de los gerentes en general es fundamental para el éxito del programa de mejoramiento.

Se garantiza la disponibilidad de recursos, la infraestructura y la priorización del proyecto de mejoramiento.

Las actividades de esta fase determinan el éxito o el fracaso del programa.

- Fase “Diagnosticar”

Su propósito es evaluar mediante un método formal las fortalezas y debilidades del proceso actual utilizado en los proyectos.

Los objetivos del programa se relacionan con las prácticas existentes y se determinan aquellas que no están suficientemente desarrolladas.

Generalmente esta fase es desarrollada con el asesoramiento de expertos en el modelo de referencia.

- Fase “Establecer”

Su propósito es realizar la planificación específica de las mejoras que se desea alcanzar.

Se desarrolla un plan de proyecto.

Se establece la estrategia.

Se eligen prioridades para la acción, en base a recursos, necesidades urgentes, efectividad de la acción, impacto y otros.

- Fase “Actuar”

El propósito es implementar la mejora de procesos llevando a cabo el plan de acción.

Aquí se introducen o mejoran los procesos, se entrena a los respectivos niveles de personal, se miden los avances y beneficios logrados, se realizan proyectos pilotos, se implantan los procesos

mejorados en los proyectos nuevos o existentes, se hacen mini evaluaciones para constatar la evolución del plan y otros.

Razonablemente, en una organización mediana se requieren entre 1 y 2 años para moverse de un Nivel 1 a un Nivel 2-3.

- Fase “Aprender”

El propósito es aprender de la experiencia del ciclo recién realizado y aumentar la habilidad de la organización para mejorar los procesos en forma continua.

Se determinan los logros, el esfuerzo invertido, la manera en que las metas fueron satisfechas y la forma más adecuada de implementar cambios en el futuro.

Se utilizan las mediciones y registros acumulados durante la aplicación de las etapas anteriores del ciclo.

2.4.4. Propuesta de capacitación

La aplicación del proceso propuesto debe ser desarrollada por personas capacitadas en el modelo CMMI, debido a que la mayoría de los estudiantes de la Universidad no están capacitados, es necesario ofrecer servicios de preparación en diversos temas mediante un curso optativo para desarrollar y ampliar las capacidades de conocer el Modelo, su estructura y aplicación.

2.4.4.1. Curso Introducción al Modelo CMMI

Datos Generales			
Disciplina:	Ingeniería y gestión de software		
Curso Optativo:	Introducción al Modelo CMMI		
Perfil:	Calidad		
Año:	2do Año	Semestre:	2do
Duración Total:	30 Horas		

Distribución de Horas

Tema	C	CP	CTP	S	T	L	OTRA	Evaluación	Total
Tema 1	2							1	3
Tema 2	2	1						1	4
Tema 3	2	2						1	5
Tema 4	2	2				1		1	6
Tema 5	2	2				1		1	6
Tema 6	2	2				1		1	6
Totales	12	9				3		6	30

Objetivos Generales

Objetivos Instructivos:

- Conocer los conceptos, terminología y la estructura interna de CMMI.
- Describir los componentes de los modelos CMMI y sus relaciones.
- Discutir las áreas de procesos en los modelos CMMI.
- Entender el uso de CMMI en la operación y soporte del desarrollo de software.
- Localizar información relevante en el modelo.
- Comprender la aplicación del modelo CMMI en sus organizaciones y la influencia del mismo en la mejora continua.
- Interpretar adecuadamente el CMMI, en particular para aquellos que están involucrados en la mejora continua del proceso de software.

Objetivos Educativos:

- Entregar software de mejor calidad, y cumplir con las expectativas y necesidades del cliente (requisitos del cliente).
- Incrementar la productividad (control del desarrollo con menos errores y detección de los mismos en etapas más tempranas).
- Mejorar el modelo de estimación y planificación de los esfuerzo (coste y tiempo) para lograr ser más eficientes en la entrega de productos y servicios, evitando los sobrecostes que conlleva una mala estimación y planificación.

Descripción de los Temas

Tema 1: Modelo CMMI: Conceptos Básicos

- Antecedentes
- Introducción al Modelo CMMI
- Alcances del Modelo (disciplinas integradas)
- Representaciones del Modelo

Tema 2: Modelo CMMI: Representación Escalonada y Continua

- Componentes de la representaciones
- Madurez y Capacidad del proceso software
- Niveles de Madurez y Niveles de Capacidad
- Áreas de procesos
- Categorías de procesos

Tema 3: Componentes del Modelo CMMI

- Áreas de procesos
- Metas específicas y genéricas
- Prácticas específicas y genéricas
- Subprácticas
- Productos típicos de trabajo
- Ejemplos

Tema 4: Proceso de Implementación del Modelo

- Consideraciones iniciales
- Relación con otros modelos
- El Modelo IDEAL
- Proceso de evaluación

Tema 5: Valoración de la Capacidad del Proceso Software

- Relación entre las representaciones escalonada y continua
- Proceso de valoración de capacidad del proceso software
- Atributos de valoración
- Categorías de valoración

Tema 6: Proceso de Identificación, Modificación y Aplicación - IMA

- Objetivo del proceso
- Descripción general de las fases del proceso
- Descripción detallada

Sistema de conocimientos:

Este curso se enfoca en el modelo CMMI y sus representaciones, cubriendo los diferentes niveles de madurez y las áreas de procesos que lo componen, proporcionando una visión integral del modelo CMMI, representación escalona y continua, viendo desde una perspectiva práctica, los principios, objetivos, estructura y requisitos del modelo aplicados al desarrollo de software y a la ingeniería de sistemas.

Sistema de habilidades:

Que los estudiantes sean capaces de aplicar el Proceso de Identificación, Modificación y Aplicación - IMA en sus proyectos productivos.

Indicaciones de organización de la asignatura

Se necesita un aula con televisor y computadora conectada a la red para las actividades de conferencia y seminario.

Se necesita un laboratorio para realizar las prácticas necesarias.

Sistema de Evaluación de la asignatura

La evaluación durante el curso se realizará en diferentes escalas temporales:

- Evaluación continua: Dentro de las horas previstas para la actividad práctica, se utilizarán algunos minutos para esta evaluación, donde se formarán equipos de trabajo a los que se les orientará un trabajo práctico del tema correspondiente, se defenderá como una evaluación oral grupal frente a la computadora y una evaluación escrita individual que consistente en una serie de preguntas en relación al trabajo práctico y sus fundamentos teóricos.
- Trabajo final: Se orientará un trabajo investigativo que deben defender al final del curso. Dicho trabajo profundizará el estudio del las prácticas del Modelo CMMI y se entregará un

informe escrito, se realizará una presentación oral de 15 minutos, con defensa de 5 minutos, y el mismo podrá realizarse individualmente o por equipos.

Bibliografía

1. "El Proceso Unificado de Desarrollo de Software". Iver Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh. Addison-Wesley. 2000.
2. SCAMPI. (2001). "Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement. Available."
3. Palacio, J. (2006). "Sinopsis de los modelos SW-CMM y CMMI."
4. (SEI), S. E. I. D. C. M. U. (2006). Introduction to Capability Maturity Model Integration.
5. Pressman, R. (1998). "Ingeniería de software. Un enfoque práctico."
6. SEI, 2003. Software Engineering Institute. Disponible en <http://www.sei.cmu.edu>
7. Tesis " Propuesta para aplicar el Modelo CMMI en el proceso productivo de la UCI", *Yusnay López Pérez, Yuraimy Bauta Pacheco, 2007.*

Elaborado

Nombre:	Yusnay López Pérez y Yuraimy Bauta Pacheco
Cargo:	Estudiantes del grupo de calidad de la Facultad 1
Fecha:	4 de mayo de 2007

2.5. Conclusiones parciales

Hemos visto qué es CMMI, qué áreas de procesos aborda en el nivel 2, una descripción de dichas áreas de procesos, los beneficios y las mejoras que se puede alcanzar con la aplicación de CMMI en los procesos la UCI. Se dieron los resultados obtenidos por las encuestas aplicadas a estudiantes vinculados a proyectos productivos y a sus líderes. También se plantea una propuesta para aplicar CMMI a los proyectos productivos en la Universidad y una propuesta para capacitar al personal en CMMI.

CMMI es uno de los modelos que más se utiliza a nivel mundial, aunque es complejo y está orientado a tener control de los procesos de las empresas que se dedican a hacer software.

El uso de un modelo estándar e integrado con un modelo de calidad según el modelo CMMI en la UCI originará que la Universidad produzca mejores productos basados en las mejoras de sus procesos.

El uso de un proceso para llevar a una Universidad como el proceso de Identificación, Modificación y Aplicación – IMA es factor determinante en la transformación de la UCI hacia estándares de calidad como el CMMI porque indica el mapa a seguir durante la transformación.

El proceso de Identificación, Modificación y Aplicación permitirá a la Universidad una transformación rápida y gradual hacia el modelo CMMI con resultados objetivos y de calidad.

Capítulo 3: Evaluación de la propuesta

3.1. Introducción

En la investigación, hasta el momento, se realizó un estudio de las características del Modelo CMMI y sus áreas de procesos, la importancia de aplicar este modelo, sus beneficios y luego se elaboró la propuesta de un proceso mediante el cual se desea aplicar el Modelo CMMI a los proyectos productivos de la UCI para mejorar los procesos que intervienen en el desarrollo y mantenimiento del software. En el presente capítulo para la validación y aceptación del proceso propuesto en el Capítulo 2, se tomó como herramienta el uso del Criterio de un Panel de Expertos y el empleo de técnicas propuestas en el Método Delphi, y se realiza una descripción de cómo fue ejecutado el método y los resultados que fueron obtenidos.

3.2. Método de Evaluación de Expertos

El Método Delphi, considerado como una de las técnicas subjetivas de pronosticación más confiables, conocido también como Delfos, nombre cuyo origen proviene del oráculo de la antigua Grecia, el método Delphi fue creado alrededor de los años 1963-1964 por la Rand Corporation, y específicamente por Olaf Helmer, Dalkey y Gordon, con el objetivo de elaborar pronósticos a largo plazo, referentes a posibles acontecimientos en varias ramas de la ciencia, la técnica y la política. Así pues el Método Delphi es la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas [Gordon, 1963-1964].

La esencia de este método consiste en la organización de un diálogo anónimo entre los expertos consultados individualmente, mediante cuestionarios, con vistas a obtener un consenso general o, al menos, los motivos de la discrepancia, la confrontación de las opiniones se lleva a cabo mediante una serie de interrogantes sucesivas, entre cada una de las cuales la información obtenida sufre un procesamiento estadístico - matemático.

Entre las etapas principales de realización de la evaluación de una investigación a través del método de evaluación de expertos se encuentran las siguientes:

3.2.1. Elaboración del objetivo

Formulación del objetivo de la evaluación por los expertos: Valorar el proceso propuesto para la aplicación de CMMI en los productos desarrollados en la UCI y la efectividad que se espera alcanzar con su aplicación.

3.2.2. Selección de los expertos

Se seleccionaron 7 expertos, tomando como criterio de selección la efectividad de la actividad profesional que realizan, la experiencia que poseen de calidad, los años vinculados a la UCI y por su participación en diversos eventos científicos. (Ver anexo III).

Elegir los expertos atendiendo a las características mencionadas propicia obtener resultados con calidad, junto a otras cualidades propias de éstos como pueden ser: la seriedad, la honestidad, la sinceridad, la responsabilidad y otras en este sentido, que hacen que las opiniones brindadas sean confiables y válidas para el objetivo propuesto.

3.2.3. Elaboración del cuestionario

La encuesta elaborada (anexo IV) consta de seis preguntas, la escala de evaluación está compuesta en algunos aspectos de diez categorías y se incluyen puntos de vistas y argumentos en determinadas preguntas.

3.2.4. Elección de la metodología

La evaluación de los expertos se desarrolló a través del Método Delphi, ya que es considerado como uno de los métodos subjetivos de pronosticación más confiables, constituye un procedimiento para confeccionar un cuadro de la evolución de situaciones complejas, a través de la elaboración estadística de las opiniones de los expertos en el tema tratado.

3.2.5. Ejecución de la metodología

La ejecución de la metodología se inicia con la entrega a cada experto de la encuesta con los aspectos a evaluar, donde los mismos deben expresar sus ideas y criterios sobre las mejoras, deficiencias que presenta el proceso y que pudiera presentar al ser aplicado en la práctica.

3.2.6. Procesamiento de la información

Luego de los resultados obtenidos en el cuestionario se pudo determinar que los expertos estuvieron de acuerdo en que el proceso propuesto era de gran ayuda para la organización de los procesos en la UCI.

En la pregunta relacionada con la aplicación del Modelo CMMI en los proyectos productivos de la Universidad, el 100% de los expertos consideraron que si se debería aplicar porque el mismo le permitiría a la Universidad producir software midiendo la calidad de sus productos, de acuerdo a la calidad de los procesos que le dieron origen al mismo. Además porque crea una cultura disciplinada de trabajo en equipo y facilita la gestión centralizada de los proyectos. También se refirieron a que CMMI se centraba en la mejora de procesos claves en la organización y que este modelo propone una serie de buenas prácticas que se deben llevar a cabo en cada una de las áreas de procesos para lograr una madurez de la organización, por lo que resultaría relativamente fácil su aplicación a los proyectos productivos de la Universidad. Por otra parte algunos especificaron que CMMI es el modelo de calidad más utilizado y reconocido internacionalmente para empresas de software, además de haberse creado específicamente para este tipo de entidades. Aunque sería adecuado no descartar las buenas prácticas de otros modelos de calidad como pueden ser ISO-9000, ISO/IEC 15504, etc. Otros expertos puntualizaron que se necesita un modelo de calidad para aplicarlo a la UCI, donde se haya tenido un entrenamiento previo en este modelo.

En relación a la pregunta de que si mejorarían los productos que son desarrollados en la UCI al aplicar el Modelo CMMI, el 100% de los expertos consideró que si mejorarían, algunos de los expertos dijeron que si se garantizaba la calidad del proceso, eso era directamente proporcional a la calidad del producto. También afirmaron que al aplicar el Modelo CMMI mejorarían los productos desarrollados porque mejoraría la Gestión de requerimientos, la Planificación del proyecto, el Monitoreo y control del proyecto, los Acuerdos de servicio con proveedores, el Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto, la Gestión de la configuración, y las Mediciones y Análisis, pues estos procesos se verían asegurados, definidos, institucionalizados,

gestionados con métricas y en vías de mejoramiento continuo, más eficiencia de los trabajadores contra menos esfuerzo. También argumentaron que cualquier proceso de mejora que se lleve a cabo en una entidad traerá consigo una mayor eficiencia y calidad tanto en los procesos como en la producción de bienes y/o servicios. Teniendo en cuenta esto CMMI es uno de los modelos de calidad más reconocidos internacionalmente y está claro que con una buena aplicación de sus áreas de procesos así como de sus prácticas genéricas y específicas se logrará sin duda una mejora global en la organización.

En el cuestionario se indagó sobre las áreas de procesos que se aplicaban y las que necesitaban ser mejoradas en la UCI. En la tabla aparecen los resultados del ordenamiento realizado por cada uno de los expertos para realizar la evaluación de la medida en que se aplican estas áreas, en una escala del 1 al 10.

	Áreas de Procesos						
Expertos	REQM	PP	PMC	SAM	PPQA	CM	MA
1	8	6	2	4	7	6	2
2	5	6	4	8	5	3	1
3	7	5	5	1	7	8	5
4	4	2	2	1	1	2	1
5	8	8	5	5	3	8	6
6	3	5	5	3	5	5	5
7	3	4	2	2	2	2	1

Tabla 3.1: Ordenamiento por cada experto en la evaluación de las PA.

Al analizar estos resultados se llegó a la conclusión de que todas estas áreas necesitan ser mejoradas debido a que ninguna es aplicada adecuadamente, ni en su totalidad.

Se puede apreciar en la Figura 3.1 la distribución radial de las áreas de procesos, se puede observar el promedio en que son aplicadas y lo que falta por mejorar en cada una de ellas para que sean aplicadas en su totalidad.

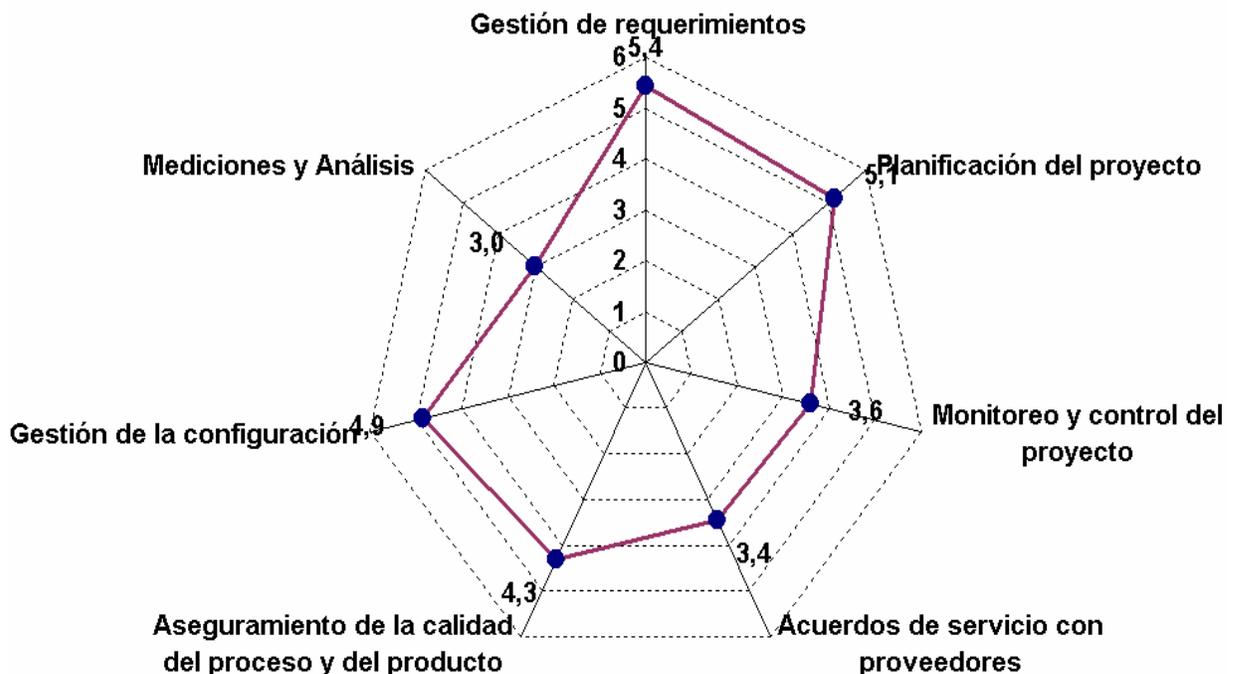


Figura 3.1: Distribución radial de la aplicación de las PA.

Algunos de los expertos consideraron que con la aplicación de estas áreas, el proceso sería planificado, ejecutado, revisado y evaluado porque se garantizan los procesos elementales para asegurar cumplir con el cronograma y determinar un buen conocimiento de las necesidades de los clientes y reuso de componentes. También argumentaron que todas estas áreas aplicadas adecuadamente siguiendo los estándares, asegurarían un desarrollo con la calidad necesaria. Otros se refirieron a que todo depende de lo efectiva que sea la implementación de estas áreas de procesos y lo riguroso que se sea a la hora de aplicar las prácticas genéricas y específicas de las mismas.

El 100% de los expertos infirieron que era posible cumplir con las prácticas establecidas por las áreas de procesos, argumentaron que se puede cumplir con las metas específicas y genéricas de cada área de proceso pues cada una de estas tiene definidas un conjunto de prácticas específicas y genéricas respectivamente, además las prácticas específicas contienen subprácticas y ejemplos. Todas estas están enunciadas de forma objetiva y son de fácil entendimiento, pero se debe realizar un estudio antes y analizar cómo el proyecto productivo cumple con cada una de ellas y cómo se pudiera mejorar en ese aspecto. Además otros expertos se refirieron a que era posible cumplir con estas prácticas ya que son buenas prácticas, fáciles de adoptar, de medir y controlar pero se requiere tiempo, capacitación y esfuerzos para esto. También opinaron que era posible cumplir con dichas prácticas a pesar de la poca experiencia con que cuenta la UCI en el desarrollo de software, se ha ejecutado un conjunto de acciones que ayudan a la asimilación de estas prácticas, PSP y TSP como asignaturas, Gestión de proyecto y Gestión de configuración dentro de la asignatura Gestión de software, existe un segundo perfil de calidad, se han formado varios especialistas en CMMI en Cuba y en el extranjero, hay experiencia en la UCI de las empresas radicadas sobre un correcto levantamiento de requisitos y lecciones aprendidas sobre proyectos como Identidad y Registros y Notarías. Otros consideraron que en la Universidad en estos momentos se cuenta con profesores y estudiantes que conocen el modelo CMMI, y todas estas áreas de procesos se realizan de una manera u otra en los proyectos pero no se gestionan y es por eso la baja calificación que se da en el presente evaluador. La manera en que se puede institucionalizar estos procesos y la manera en que se gestionen los mismos, no solamente en un proyecto sino que las experiencias obtenidas sirvan para mejorar la forma en que se produce software (como plantea el modelo IDEAL de CMMI) es lo que realmente garantiza la calidad duradera del proceso de producción.

En la valoración de los beneficios que pudiera presentar la aplicación del proceso propuesto en los proyectos productivos de la UCI, los expertos comentaron que el Proceso IMA, resulta sencillo de aplicar a un proyecto productivo y de fácil entendimiento para el grupo de aplicación. Constituye una propuesta de gran ayuda para la organización de los procesos. Otros

consideraron que con la aplicación de este proceso se obtendría un trabajo de excelencia, productos de calidad, mejor organización de las tareas y el trabajo, mejor comunicación en la empresa, se contaría con argumentos sólidos para evaluar los procesos de la organización, se cumplirían los objetivos que se trace la misma y se lograría mayor satisfacción de los clientes de la organización.

De acuerdo al criterio de otros expertos, consideraron que con la aplicación del proceso propuesto se lograría una Orientación a procesos, un Enfoque sistémico, una toma de decisiones basada en hechos, los procesos quedarían definidos, documentados, establecidos y manejados, el personal que interviene estaría entrenado, quedaría diagnosticado el estado actual de la UCI y mejoraría mucho la calidad del proceso y del producto. También se lograría una mayor calidad tanto en el proceso de producción como en el producto terminado, además de ir mejorando continuamente el mismo.

Los expertos, en relación a la propuesta de capacitación argumentaron que el mismo resulta muy interesante pues abarca los conceptos fundamentales con los que se trabaja en el modelo CMMI.

Algunas de las dificultades que se presentarían en la aplicación del proceso según la opinión de los expertos serían: no contar con el apoyo de la alta dirección (compromiso de los altos ejecutivos) para poder institucionalizar el proceso, capacitar a todo el personal involucrado en el proceso, inversión de tiempo a esta tarea, el cambio de mentalidad en la manera en que se produce hoy en la Universidad, además de inculcar una cultura de calidad, de control, de hacer las cosas bien a la primera, de “no arreglar” sino de “prevenir”.

3.3. Análisis de costo-beneficio

CMMI es un modelo de mejora de procesos de desarrollo que provee orientación para diseñar procesos efectivos (tiempo y coste), en distintos dominios (desarrollo de productos y servicios, adquisiciones y mantenimiento), dentro del ámbito de una organización, cuya principal premisa es: "La calidad de un producto es determinada en gran medida por la calidad del proceso utilizado para desarrollarlo y mantenerlo".

La aplicación de un modelo de estas características es un proceso largo y costoso que puede costar varios años de esfuerzo. Aún así los beneficios obtenidos para la Universidad van a ser mucho mayor que lo invertido y en este caso en particular dichos beneficios los podemos agrupar en los siguientes puntos:

Una reducción de costos por:

- Una mayor fiabilidad de las planificaciones (estimaciones basadas en hechos).
- Reducción de reprocesos.
- Acuerdos claros sobre el servicio y la funcionalidad del producto a entregar.

Un aumento en la confiabilidad por:

- Reducción consistente de errores (reduciendo el número de defectos y detección en las fases más tempranas del ciclo de vida).
- Cumplimiento de fechas.

Una mayor efectividad por:

- Visibilidad sobre el proceso y sobre el producto.
- Operar con estándares documentados.
- Personal formado.

Una mejora en la imagen de marca por:

- Una mayor calidad de los productos entregados.

Además las mejores prácticas del Modelo CMMI permitirán a la Universidad obtener los siguientes beneficios:

- Ampliar el alcance y la visibilidad dentro del ciclo de vida de productos y actividades de ingeniería para permitir que el producto o el servicio responda a las expectativas del cliente.

- Incorporar el aprendizaje de mejores prácticas a otras áreas como manejo del riesgo, por ejemplo.
- Implementar prácticas más robustas y maduras en la Universidad.
- Mejorar los procesos para tener más posibilidades de resultar con éxito y ser más sustanciosa a la Universidad ya que se basa en la definición, medición y control de los procesos.
- Incrementar sensiblemente la probabilidad de éxito en la introducción de nuevas y apropiadas tecnologías, técnicas y herramientas en la Universidad.
- Dar soporte a la coordinación de actividades multidisciplinarias que pueden ser necesarias para construir con éxito un determinado producto.
- Enfatizar el desarrollo de procesos en las organizaciones que permiten mejorar el desarrollo de los productos y los servicios ofertados a los clientes.

3.4. Conclusiones parciales

La evaluación del proceso propuesto de aplicación del modelo CMMI a los proyectos productivos de la UCI, se realizó por 7 expertos seleccionados según la efectividad de la actividad profesional que realizan y mediante el empleo de técnicas del Método Delphi. Esta evaluación permite concluir que con la aplicación del proceso propuesto se mejorará la calidad del proceso productivo de la UCI ya que su objetivo principal es alinear los procesos de la Universidad a los procesos de CMMI, al aplicar el proceso IMA quedarán implantadas las primeras áreas de procesos de CMMI, es decir se aplicarán un conjunto de prácticas relacionadas con las áreas de procesos, que al ejecutarse todas se logrará mejorar dichas áreas para que sean aplicadas adecuadamente y en su totalidad. Por último se realizó un análisis del costo-beneficio que resultaría al aplicar el Modelo CMMI.

Conclusiones

En la investigación realizada se cumplieron todos los objetivos planteados:

- Se describió el Modelo CMMI, sus componentes, se explica el por qué se aplica CMMI.
- Se realizó una investigación de la enseñanza del Modelo CMMI en el mundo y se describieron las herramientas y el método para la evaluación del modelo.
- Se realizaron encuestas a los estudiantes y líderes de algunos proyectos productivos con el propósito de caracterizar al modelo y obtener el nivel de aplicación que tienen las áreas de procesos en la UCI.
- El proceso de Identificación, Modificación y Aplicación se propuso para aplicar el modelo CMMI a los proyectos productivos de la Universidad.
- El proceso propuesto fue evaluado y aceptado usando como herramienta el uso de un Criterio de un Panel de Expertos y el empleo de técnicas propuestas por el Método Delphi.

Recomendaciones

- Definir un modelo de procesos para transformar a la UCI hacia modelos CMMI. El proceso de Identificación, Modificación y Aplicación (IMA), contribuye fuertemente hacia el logro de la transformación.
- Mantener en la UCI un área que monitoree permanentemente los procesos CMMI y vigile su cumplimiento.
- Que los miembros de los proyectos de la UCI y de todas las áreas estén informados del avance del proyecto.
- Durante la aplicación de CMMI se recomienda:
 - Capacitar al personal desarrollador en los nuevos procesos, procedimientos y formatos.
 - Explicar al personal desarrollador la importancia de seguir las prácticas de CMMI y la generación de las evidencias de cumplimiento.
 - Verificar continuamente el cumplimiento de los procesos por el personal hasta que se haya generado la práctica.
- Utilizar la presente propuesta como base inicial para la construcción de una transformación hacia estándares de calidad como las que usa el modelo CMMI y completarla con la aplicación de acuerdo a la realidad de la Universidad.

Referencias Bibliográficas

- BVBA, M. I. S. *IME Toolkit (Interim Maturity Evaluation Toolkit)*, 2003. [Disponible en: <http://www.man-info-systems.com/IMEtoolkit.htm>].
- CCI, C. D. C. I. *El significado de la «calidad». La revista del Centro de Comercio Internacional, 2006.*
- CCTI. *El Modelo IDEAL para implementar CMMI 2005.* [Disponible en: [http://rosario.sadio.org.ar/descargas/JAI1/JAI1.-.El.modelo.IDEAL.para.implementar.CMMI.\(Silvia.Di.Mónaco.y.Silvio.Vitali\).ppt](http://rosario.sadio.org.ar/descargas/JAI1/JAI1.-.El.modelo.IDEAL.para.implementar.CMMI.(Silvia.Di.Mónaco.y.Silvio.Vitali).ppt)].
- CPCIPC. *Mejoras de Procesos de Software basados en CMMI*, 2005. Magazine Electrónico. Vol. VI.
- EAFIT, U. *Diplomatura en Aseguramiento de la Calidad del Software*, 2006. [Disponible en: <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CEC/ProgramasOfrecidos/S/diplomaseguramSoftware.htm>].
- GORDON, H, DALKEY. *Método Delphi*, 1963-1964. [Disponible en: http://www.12manage.com/methods_helmer_delphi_method_es.html].
- HUMPHREY, W. *The Personal Software Process (PSP)*, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2000. (CMU/SEI-2000-TR-022).
- HUMPHREY, W. *The Team Software Process (TSP)*, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2000. (CMU/SEI-2000-TR-023).
- HUACOTO, N. E. C. *Propuesta para implantar CMMI en una empresa con múltiples unidades desarrolladoras de software*. Lima-Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005. p.
- ISDI, I. S. D. I. *Appraisal Wizard (Formal or informal appraisal tool)*, 2003 [Disponible en: <http://www.isd-inc.com/>].
- MINREX. *Programa sobre la informatización de la sociedad cubana, 2005.*
- PALACIO, J. *Sinopsis de los modelos SW-CMM y CMMI*, 2006. [Disponible en: http://www.navegapolis.net/files/articulos/sinopsis_cmm.pdf]

- PEOPLEWEB. *¿Qué es CMMi?*, 2006. [Disponible en: <http://www.peopleweb.com.ec/Paginas/novedades.htm>.
- Pressman, R. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*, 1998.
- ROGERS, D. J. D. *Programando los procesos de mejoras (CMM/CMMI) a partir de la cultura de las organizaciones*, 2005.
- SCAMPI. *Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement. Available*, 2001. [Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/01.reports/01hb001.html>
- SEI. *Capability Maturity Model for Software*, 1991. [Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmm/>.
- SEI. *Capability Maturity Model Integration*, 2002. [Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/cmmi.html>
- SEI. *CMMI® for Development, Version 1.2*, 2006. [Disponible en: http://www.sei.cmu.edu/cmmi/models/CMMI-DEV-v1.2.doc#_Toc143059339
- SEI. *IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement*, 1996. [Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/96.reports/pdf/hb001.96.pdf>.
- SEI. *Software Engineering Institute (SEI) | Carnegie Mellon*, 2006. [2007]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/06.reports/06tr008.html>
- SOCIETY, I. C. *IEEE Standard for Software Configuration Management*, 1990.
- UM, U. D. M. *Las primeras jornadas sobre CMMI*, Francisco Burzi, 2005. [Disponible en: <http://www.um.edu.ar/nuke6/article.php?sid=463>.
- UNED. *Modelos y métodos para la mejora de los procesos de desarrollo de software: CMMi, SPICE, ISO 9000, PSP, SMM*, 2003. [Disponible en: <http://cursos.universia.net/app/es/showcourse.asp?cid=3754>.
- UNINORTE. *Especialización en Ingeniería del Software*, 2004. [Disponible en: <http://www.uninorte.edu.co/programas/contenido.asp?ID=43>.

Bibliografía

1. ATI. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, 2005. Vol.1.
2. AVANTARE. COMPARACIÓN PRÁCTICA DE LOS MODELOS DE MADUREZ SW-CMM VS. CMMI, 2002. [Disponible en:
<http://www.avantare.com/articulos/anteriores/Un%20comparativo%20practico%20de%20los%20modelos%20de%20madurez%20v2.pdf>
3. BENITO, I. G. SISTEMA DE GESTIÓN, INGENIERÍA Y CALIDAD DEL SISTEMA INTEGRADO JÚPITER. NIVEL 2 DE CMMI, 2006. [Disponible en:
http://www.csi.map.es/csi/tecniap/tecniap_2006/05T_PDF/sistema%20de%20gestion%20ingenieria%20y%20calidad.pdf
4. CIENTEC. CMMI: MEJORANDO PROCESOS EN FORMA INTEGRADA, 2006. [Disponible en: <http://www.cientec.com/analisis/cmmi.asp>
5. GONZALEZ, I. Cuba se hará un sitio en el mercado del software. Revista Economica.com, 2002.
6. GUERRERO, L. Ciclo de Mejoramiento de Procesos: el Modelo IDEAL, 1999. [Disponible en: http://www.procesix.com/descargas/biblioteca/IDEAL_ciclo.pdf
7. HERNANDEZ, M. Manual de Diseño de Procesos, 2001. [Disponible en: <http://calidad.umh.es/es/procesos.htm#5>
8. ISO. Orientación sobre el concepto y uso del “Enfoque basado en procesos” para los sistemas de gestión, 2003. [Disponible en: <http://www.icontec.org.co/Contents/e-Mag/Files/procesos.pdf>
9. JAVIER GARCÍA, A. D. A., MANUEL VELASCO. TOP 10 de factores que obstaculizan la mejora de los procesos de verificación y validación en organizaciones intensivas en software,

2006. [Disponible en: <http://www.ati.es/IMG/pdf/GarciaGuzmanNum2Vol2.pdf>
10. JENKINS, D. M. Comparación de las Iniciativas Latinoamericanas para Mejorar la Industria del Software, 2006. [Disponible en: http://www.informaticahabana.com/evento_virtual/files/Presentacion%20INFORMATICA%202007%20Marcelo%20Jenkins%20V%20corta%20cal002.ppt#623
11. MAP, M. D. A. P. Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de sistemas de información. Disponible en: <http://www.csi.map.es/csi/metrica3/index.html>
12. MÉNDEZ, I. C. INTRODUCCIÓN AL MODELO CMMI. Disponible en: http://www.acis.org.co/fileadmin/Conferencias/IntroduccionCMMI_CarlosMendez.pdf
13. PANTALEO, I. P. F. I. G. Implementando CMMI 2 con el Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Disponible en: <http://www.ieee.org.ar/downloads/2006-CMMI2.pdf>
14. PERALTA, I. M. L. Asistente para la Evaluación de CMMI-SW, 2004. p.
15. PICHACO, A. M. Avaluación y mejoras de procesos de software, 2006. [Disponible en: <http://dmi.uib.es/~dmiamp/TEGP/T10%20Qualitat%20proces.pdf>
16. QUALITATIS. SCAMPI B y C Métodos de evaluación. Disponible en: http://www.qualitatis.org/files/1/scampi_b_c.pdf
17. SCALONE, L. F. Estudio comparativo de los Modelos y Estándares de Calidad del Software, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires, 2006. 105. p.
18. SEI. Software Engineering Institute, 2003. [Disponible en <http://www.sei.cmu.edu>
19. SEI. The Team Software Process (TSP) and the Personal Software Process (PSP), 2007. [Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/tsp/>
20. UNAM, U. N. A. D. M. Modelos de calidad, 2004. [Disponible en: <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/Enero/modelos.htm>

Glosario de Términos y Siglas

CCTI: Centro de Calidad en Tecnologías de la Información.

CM: Gestión de la configuración.

CMMI: Integración del Modelo de Madurez de las Capacidades.

CMMI-SE/SW/IPPD: modelo de CMMI que abarca las disciplinas de ingeniería de sistemas, ingeniería de software, desarrollo integrado de procesos y productos (Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development).

CMMI-SE/SW/IPPD/SS: modelo de CMMI que abarca las disciplinas de ingeniería de sistemas, ingeniería de software, desarrollo integrado de procesos y productos, y relación con los proveedores (Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, Supplier Sourcing).

CMMI-SE/SW: modelo de CMMI que abarca las disciplinas de ingeniería de sistemas e ingeniería de software (Systems Engineering, Software Engineering).

CMM: Modelo de Madurez de las Capacidades.

COTS: Artículos que pueden comprarse de un vendedor comercial.

GG: Metas Genéricas.

GP: Prácticas Genéricas.

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional.

IMA: Proceso de Identificación, Modificación y Aplicación.

Institucionalización: Lograr cambiar los hábitos y la rutina diaria del trabajo a partir de un cambio en la cultura organizacional. La institucionalización de las prácticas es la única medida real de progreso. Definición y capacitación son avances parciales.

IPD-CMM: CMM para Desarrollo de productos Integrados.

ISO 9000:2000: Familia de normas de la Organización Internacional para la estandarización que incluye la ISO 9000, 9001, 9004, 9011. Estas definen los requisitos mínimos que debe cumplir un sistema de gestión de la calidad para ser certificado y es aceptado por cualquier tipo de empresas.

ISO/IEC 15504: Estándar para la mejora, evaluación y determinación de capacidad de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software.

ISO: Organización Internacional de Estándares.

MA: Mediciones y Análisis.

PA: Áreas de Procesos.

P-CMM: CMM para Recursos Humanos.

PMC: Monitoreo y Control de proyectos.

PP: Planificación de proyectos.

PPQA: Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto.

PSP: Proceso Personal de Software (Personal Software Process).

REQM: Gestión de requerimientos.

SA-CMM: CMM para la Adquisición de Software.

SAM: Acuerdos de servicio con proveedores.

SCAMPI: Método de Evaluación Estándar de CMMI para Mejora de Procesos (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement).

SE-CMM: CMM en la Ingeniería de Sistemas.

SEI: Instituto de Ingeniería de Software (Software Engineering Institute) de la Universidad Carnegie Mellon (EEUU). Autor de los modelos CMMI y del método SCAMPI.

SG: Metas Específicas.

SP: Prácticas Específicas.

SSE-CMM: CMM en la Ingeniería de Seguridad de Sistemas.

SW-CMM: CMM para software.

SW: Software.

T-CMM: Trusted CMM.

TSP: Proceso de Software en Equipo (Team Software Process).

Anexos

Anexo I

Encuesta a Estudiantes y Líderes

Rol: _____

Cuestionario sobre CMMI (Integración del Modelo de Madurez de las Capacidades).

- 1) ¿Cree usted que haya una Gestión de los requisitos y que los procesos estén planeados, ejecutados, medidos y controlados en los proyectos de la UCI?
 Si (Mucha Media Poca)
 No
- 2) ¿Conoce usted que es un modelo de calidad de software?
 Si Cuáles: _____, _____, _____, _____
 No
- 3) ¿Conoce usted lo que es CMMI?
 Si (Mucho, Medio, Poco)
 No
- 4) ¿En su opinión, es CMMI adecuado para dirigir mejora de proceso?
 Si No No se
- 5) ¿Cree que el Modelo CMMI se debe aplicar a los proyectos de la UCI?
 Si No No se
- 6) ¿Cree que si se aplicara CMMI mejorarían los proyectos que son desarrollados en la UCI?
 Si (Mucho, Medio, Poco)

No

No se

7) ¿Conoce los componentes que presenta el estándar CMMI?

Si (Todos, Algunos)

No

8) ¿Conoces las áreas de procesos del nivel 2 que ayudan a mejorar o evaluar CMMI?

Si (Mucha Media Poca)

No

9) De las siguientes áreas de procesos, marque, cuales considera se aplican a los proyectos de la UCI.

Gestión de requerimientos (REQM)

Planificación de proyectos (PP)

Monitoreo y Control de proyectos (PCM)

Acuerdos de servicio con proveedores (SAM)

Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA)

Gestión de la configuración (CM)

Medición y Análisis (MA)

10) ¿Considera usted que es posible cumplir con lo establecido en estas áreas de procesos?

Si

No

No se

11) ¿En la Administración de los proyectos se manejan los requisitos del proyecto y los componentes?

Si (Gran medida, Media, Poca)

No

No se

- 12) ¿Considera usted que en la Planificación de los proyectos se establecen y mantienen planes que definen actividades del proyecto?
__Si (__Gran medida, __Media, __Poca) __No __No se
- 13) ¿En un área determinada del proyecto se da un seguimiento del progreso del mismo?
__Si (__Gran medida, __Media, __Poca) __No __No se
- 14) ¿Cree usted que en los proyectos se identifican y documentan los defectos?
__Si (__Gran medida, __Media, __Poca) __No __No se
- 15) ¿Considera usted que en los proyectos se planifican actividades para asegurar que el software cumpla con ciertos criterios esperados de calidad?
__Si (__Gran medida, __Media, __Poca) __No __No se
- 16) ¿En los proyectos se cuenta con la documentación necesaria para seguir su evolución, cambios, mejoras, etc.?
__Si (__Mucha __Media __Poca) __No __No se
- 17) ¿En los proyectos se cuentan con indicadores que permiten medir la evolución de los procesos del proyecto?
__Si __No __No se

Anexo II

Prácticas específicas y genéricas por cada PA del Nivel 2 de CMMI

Prácticas específicas

CMMI-2 – Gestión de requerimientos

- SP 1.1 Obtener un entendimiento de los requerimientos
- SP 1.2 Obtener un compromiso para la atención a los requerimientos
- SP 1.3 Administrar cambios de los requerimientos
- SP 1.4 Obtener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos
- SP 1.5 Identificar inconsistencias entre los trabajos del proyecto y los requerimientos

CMMI-2 – Planificación del proyecto

- SP 1.1 Estimar el alcance del proyecto
- SP 1.2 Establecer los atributos de estimación de los productos de trabajo y tareas
- SP 1.3 Definir el ciclo de vida del proyecto
- SP 1.4 Determinar las estimaciones de esfuerzo y costo
- SP 2.1 Establecer el presupuesto y cronograma
- SP 2.2 Identificar los riesgos del proyecto
- SP 2.3 Plan para administrar datos
- SP 2.4 Plan para administrar los recursos del proyecto
- SP 2.5 Plan para administrar el conocimiento y las habilidades
- SP 2.6 Plan para involucrar a los participantes
- SP 2.7 Establecer el Plan del Proyecto
- SP 3.1 Revisar los planes que afectan el proyecto
- SP 3.2 Reconciliar el trabajo y los niveles de recurso
- SP 3.3 Obtener el compromiso del plan

CMMI-2 – Monitoreo y control del proyecto

- SP 1.1 Monitorear los parámetros de planificación del proyecto
- SP 1.2 Monitorear compromisos
- SP 1.3 Monitorear los riesgos del proyecto
- SP 1.4 Monitorear el plan de administración de datos
- SP 1.5 Monitorear el involucramiento de los participantes
- SP 1.6 Conducir revisiones del progreso del proyecto
- SP 1.7 Conducir revisiones de los hitos del proyecto
- SP 2.1 Analizar los problemas
- SP 2.2 Tomar las acciones correctivas
- SP 2.3 Administrar las acciones correctivas

CMMI-2 - Acuerdos de servicio con proveedores

- SP 1.1 Determinar el tipo de adquisición
- SP 1.2 Seleccionar proveedores
- SP 1.3 Establecer acuerdos del proveedor
- SP 2.1 Revisar productos COTS
- SP 2.2 Ejecutar el acuerdo del proveedor
- SP 2.3 Aceptar el producto adquirido
- SP 2.3 Productos de transición

CMMI-2 - Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto

- SP 1.1 Evaluar objetivamente los procesos
- SP 1.2 Evaluar objetivamente los productos de trabajo y servicios
- SP 2.1 Comunicar las no conformidades y asegurar su resolución
- SP 2.2 Establecer registros

CMMI-2 – Gestión de la configuración

- SP 1.1 Identificar los elementos de la configuración
- SP 1.2 Establecer un sistema de gestión de la configuración
- SP 1.3 Construcción y provisión de las líneas base
- SP 2.1 Monitorear las peticiones de cambio
- SP 2.2 Controlar cambios de los elementos de la configuración
- SP 3.1 Establecer los registros de la gestión de configuración
- SP 3.2 Ejecutar las auditorías de la configuración

CMMI-2 – Mediciones y Análisis

- SP 1.1 Establecer objetivos de medición
- SP 1.2 Especificar medidas
- SP 1.3 Establecer procedimientos de colección de datos y almacenamiento
- SP 1.4 Establecer procedimiento de análisis
- SP 2.1 Coleccionar los datos de medición
- SP 2.2 Analizar los datos de medición
- SP 2.3 Almacenar los datos y resultados
- SP 2.3 Comunicar los resultados del proceso

Prácticas genéricas (son las mismas para todas las PA del nivel 2 de CMMI)

- GP 2.1 (CO 1) Establecer política organizacional
- GP 2.2 (AB 1) Plan de procesos
- GP 2.3 (AB 2) Proveer recursos
- GP 2.4 (AB 3) Asignar responsabilidades
- GP 2.5 (AB 4) Entrenar personas
- GP 2.6 (DI 1) Administrar configuraciones
- GP 2.7 (DI 2) Identificar e involucrar participantes relevantes

- GP 2.8 (DI 3) Monitorear y controlar procesos
 GP 2.9 (VE 1) Evaluar objetivamente la adherencia
 GP 2.10 (VE2) Revisar el estado con el más alto nivel de gestión
 GP 3.1 Establecer un proceso definido
 GP 3.2 Coleccionar información de mejora

Anexo III

Caracterización de los Expertos

Expt.	Graduado de	Años vinculados a la UCI	Curso CMMI	Eventos Científicos	Experiencia Calidad
1	Ing. Industrial	2	Si	UCIencia 2006 (Organizador del taller seguridad informática y telecomunicaciones)", Informática 2007 (invitado).	Asesor de Calidad de la facultad 2 y Jefe del polo productivo "Auditoría y Control".
2	Ing-Master en Ciencias Técnicas. Graduado de Profesor de Lengua Rusa. Master Ejecutivo en Gestión de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.	4	Si	Aplicación de una Metodología de Dirección Integrada de Proyectos. Aplicación del <i>SIGEMETODO V1.0</i> . Creación de TOT Model. Estafeta, Propuesta de Metodología Cubana.	Responsable de una Fuerza de Tarea de Calidad de Software durante un año dentro del Ministerio de Informática y las Comunicaciones. Especialista Principal en Calidad y Desarrollo de la Empresa de Desarrollo de Software para el sector de la Salud,

				Certificado de Participación en la Segunda Conferencia Latinoamericana Software Engineering Process Group (SEPG LA), celebrada en México, en noviembre 2005.	denominada SOFTEL durante 1 año. Director de Calidad de la Empresa Nacional de Software, DESOFT, durante 8 meses. Director de la Dirección de Proyectos Informáticos de la Empresa Correos de Cuba.
3	–	4	No	Presentación del trabajo “Pruebas de aceptación del cliente”. Donde obtuvo relevante en la Jornada Científica Estudiantil 2006 UCI. Publicado en Monografías. Com.	Fue integrante del laboratorio de Certificación de la UCI. Integrante del grupo de calidad Nacional (Calisoft). Realización de pruebas de aceptación del cliente a los proyectos de Registro y Notaría e Identidad (Venezuela).
4	Ing. informática	4	Si	Evento Sepgla 2004 Evento Metánica de calidad Informática 2007 Uciencia	Especialista Dir Calidad y Normas. Experiencia en pruebas a software: -Registros y Notarías -Identidad -Digitalización -Multimedias en

					General (Che, Constitución Venezolana, ECOSOL, etc.) -Intranet de PDVSA -Pruebas de aceptación en el extranjero.
5	Ing. Informática	3	Si	Curso en la India Evento SEPGLA 2007 Sao Paulo Informática 2007	Asesor técnico docente del departamento de Ingeniería y Gestión de software.
6	Ing. en Sistema Automatizado de Dirección	5	Si	Ha desarrollado trabajos con Universidades extranjeras en Brasil, Bolivia, Canadá	Jefa del departamento de Ingeniería y Gestión de software.
7	Ing. informática	2	Si	Uciencia 2006, Forum Provincial de Ciudad Habana de Ciencia y Técnica	Asesora de calidad de la facultad 1 por 2 años.

Anexo IV

Cuestionario para Expertos

Los aspectos a tener en cuenta por los expertos para realizar la evaluación del proceso se muestran a continuación:

Usted ha sido seleccionado por su conocimiento en calidad de software, ingeniería y gestión de software, por sus años de experiencia y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto para evaluar los resultados teóricos de esta investigación.

1. ¿En su opinión, el Modelo CMMI se debe aplicar a los proyectos de la UCI?

Si No

¿Por qué?:

2. ¿Considera usted que si se aplicara CMMI mejorarían los productos que son desarrollados en la UCI?

Si No

¿Por qué?:

3. Evalúe en la medida que las áreas de procesos del nivel 2 de CMMI son aplicadas en la UCI en una escala del 1 al 10.

Áreas de procesos nivel 2	1-10
Gestión de requerimientos	
Planificación del proyecto	
Monitoreo y control del proyecto	
Acuerdos de servicio con proveedores	
Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto	

Gestión de la configuración	
Mediciones y Análisis	

4. ¿Considera usted que con la aplicación de estas áreas, el proceso estaría bien establecido, sería efectivo, repetible y duradero? Justifique.

5. ¿Considera usted que es posible cumplir con las prácticas establecidas en estas áreas de procesos?

Si No

¿Por qué?:

6. Haga una breve valoración de los beneficios o dificultades que pudiera presentar la aplicación del proceso propuesto en los proyectos productivos de la UCI.

Para finalizar, queremos expresarle que sus criterios y opiniones se manejarán de forma anónima, además le agradecemos por anticipado su valiosa colaboración y estamos seguros que sus sugerencias contribuirán a perfeccionar el proceso propuesto.

Muchas gracias por su cooperación y le pedimos disculpas por las molestias ocasionadas.