



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE
INGENIERÍA EN INFORMÁTICA**

Comparación entre modelos CMMI y MoProSoft

Yolanda García Cárcamo

Reporte Técnico 34-12-09

COMITÉ EVALUADOR

M.C. Rebeca Rodríguez Huesca (*Asesor*)
Dr. Luis Alberto Morales Rosales (*Sinodal*)
C.Dr. Javier Velásquez Sandoval (*Sinodal*)

PROFESOR(A) DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN II

Dra. María Auxilio Medina Nieto

Juan C. Bonilla, Puebla
Diciembre 2009

Índice

Capítulo 1. Planteamiento del problema

| | | |
|-----|---------------------------|----|
| 1.1 | Introducción | 7 |
| 1.2 | Objetivo general | 8 |
| 1.3 | Objetivos específicos | 9 |
| 1.4 | Justificación | 9 |
| 1.5 | Cronograma de actividades | 10 |
| 1.6 | Alcances y limitaciones | 11 |

Capítulo 2. Marco teórico

| | | |
|-------|--|----|
| 2.1 | Antecedentes de la industria del software | 12 |
| 2.2 | Calidad del software y sus características | 13 |
| 2.3 | Modelos de calidad del software | 14 |
| 2.4 | El proceso de software | 15 |
| 2.4.1 | Definición de proceso de software | 15 |
| 2.4.2 | Procesos en la construcción del software | 16 |

Capítulo 3. CMMI

| | | |
|-----|----------------------|----|
| 3.1 | Definición | 18 |
| 3.2 | Objetivo | 18 |
| 3.3 | Origen y evolución | 18 |
| 3.4 | Versiones existentes | 19 |
| 3.5 | Niveles de madurez | 20 |
| 3.6 | Áreas de procesos | 21 |
| 3.7 | Empresas evaluadoras | 23 |

| | |
|---|----|
| 3.8 Empresas evaluadas en México ----- | 23 |
| 3.9 Herramientas para la implantación de CMMI ----- | 24 |
| 3.10 Principales características de CMMI ----- | 26 |

Capítulo 4. MoProSoft

| | |
|---|----|
| 4.1 Definición ----- | 27 |
| 4.2 Objetivo ----- | 27 |
| 4.3 Origen ----- | 27 |
| 4.4 Niveles de madurez ----- | 28 |
| 4.5 Áreas de procesos ----- | 28 |
| 4.6 Empresas evaluadoras ----- | 30 |
| 4.7 Empresas evaluadas en México ----- | 30 |
| 4.8 Principales características y usos de MoProSoft ----- | 31 |

Capítulo 5. Comparación de los modelos CMMI Y MoProSoft

| | |
|--|----|
| 5.1 Beneficios de aplicar el modelo CMMI----- | 33 |
| 5.2 Beneficios de aplicar el modelo MoProSoft----- | 34 |
| 5.3 Desventajas del modelo CMMI----- | 36 |
| 5.4 Desventajas del modelo MoProSoft----- | 37 |
| 5.5 Comparativas entre CMMI y MoProSoft----- | 37 |

Capítulo 6. Metodología

| | |
|---|----|
| 6.1 Empresas desarrolladoras de software en Puebla ----- | 39 |
| 6.2 Clasificación de las empresas por tamaño ----- | 40 |
| 6.3 Áreas de proceso clave para una empresa que usa CMMI----- | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 6.4 Áreas de proceso clave para una empresa que usa MoProSoft----- | 42 |
| 6.5 Procesos de CMMI que cubre MoProSoft----- | 43 |
| 6.6 Factores que afectan la mejora de los procesos----- | 45 |
| Capítulo 7. Resultados----- | 47 |
| Capítulo 8. Conclusiones----- | 54 |
| Referencias----- | 55 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1 Cronograma de actividades para la materia Proyecto de Investigación 1 | 10 |
| Tabla 1.2 Cronograma de actividades para la materia Proyecto de Investigación 2 | 11 |
| Tabla 3.1. Características del modelo CMMI por versión | 19 |
| Tabla 3.2. Niveles de madurez de CMMI | 20 |
| Tabla 3.3. Áreas de procesos CMMI para soporte | 21 |
| Tabla 3.4. Áreas de procesos CMMI para gestión de proyectos | 22 |
| Tabla 3.5. Áreas de procesos CMMI para gestión de procesos | 22 |
| Tabla 3.6. Áreas de procesos CMMI para ingeniería | 22 |
| Tabla 3.7. Empresas mexicanas evaluadas por CMMI | 24 |
| Tabla 3.8. Comparativa de las herramientas CMMI | 25 |
| Tabla 4.1. Categorías de procesos | 29 |
| Tabla 4.2. Empresas evaluadas en México | 31 |
| Tabla 4.3. Características y usos MoProSoft | 32 |
| Tabla 5.1 Beneficios que ofrece CMMI | 33 |
| Tabla 5.2 Beneficios que ofrece MoProSoft | 35 |
| Tabla 5.3 Desventajas CMMI | 36 |
| Tabla 5.4 Desventajas MoProSoft | 37 |
| Tabla 5.5 Comparación entre CMMI y MoProSoft | 38 |
| Tabla 6.1 Empresas de desarrollo de software en Puebla | 39 |
| Tabla 6.2 Clasificación de las empresas de acuerdo al personal que labora [Stoner F.G. 1996] | 40 |
| Tabla 6.3 Clasificación de las empresas por tamaño de Puebla | 41 |
| Tabla 6.4 Coincidencia de las áreas de procesos entre CMMI y MoProSoft | 44 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 3.1. Evolución de los CMM----- | 19 |
| Figura 3.2. Niveles de madurez CMMI----- | 21 |
| Figura 4.1. Categorías de procesos----- | 29 |
| Figura 4.2. Categorías de procesos y subprocesos----- | 30 |
| Figura 5.1 Representación de los beneficios con CMMI----- | 34 |
| Figura 5.2 Representación de los beneficios con MoProSoft----- | 35 |
| Figura 5.3 Desventajas CMMI----- | 36 |
| Figura 5.4 Desventajas MoProSoft----- | 37 |

Comparación entre modelos CMMI y MoProSoft

Capítulo 1. Planteamiento del problema

1.1 Introducción

Toda organización está constituida para ofrecer un servicio o producir algo que beneficie a la población. Toda empresa que produce algo o brinda un servicio, emplea actividades o procesos para realizarlos. Se define a un proceso como el conjunto de actividades con un sólo fin para crear, producir o entregar sus productos [Llamosa 2007]. Cada actividad dentro de un proceso la realiza la(s) persona(s) adecuada(s) o capacitada(s) para esta labor utilizando todos los recursos necesarios para lograr la satisfacción del cliente. Un cliente queda satisfecho con un producto cuando éste compara el producto con otro de su misma especie y encuentra mayores ventajas, a esto se le llama *calidad* [Juran et.al., 1990]. La calidad de un producto de software es el grado en que un sistema, componente o proceso cumple con los requerimientos especificados y las necesidades del cliente o el usuario [Jiménez 2008].

Para conseguir la calidad de los procesos, las empresas se apoyan de la tecnología informática, utilizando programas de computadoras (software). La construcción de un software, enfocado a determinados procesos de una empresa y sus necesidades, involucra un conjunto de etapas como el análisis, diseño, construcción, pruebas e implementación del software. En el análisis se definen los objetivos del proyecto, los requerimientos y objetivos del cliente. En la fase de diseño, se establecen los módulos o procedimientos que en conjunto formarán el sistema o software. En la parte de construcción se traduce el diseño a una forma legible por la máquina utilizando un determinado lenguaje de programación como C, Java, Visual, entre otros. Las pruebas se realizan en el software con el fin de detectar errores y corregirlos antes de hacer la entrega del sistema, porque una vez que el sistema es entregado al cliente, estos errores se convierten en defectos del sistema. La realización de pruebas al sistema desarrollado antes de ser entregado, evita la producción de un software con defectos. La implementación es poner en marcha el sistema desarrollado y someterlo a un proceso de evaluación en donde el equipo que desarrolló el sistema tiene la tarea de demostrarle al

cliente que el sistema cumple con los objetivos especificados en el análisis. El sistema es entregado una vez que el cliente está de acuerdo con su funcionamiento y así el usuario comience con la operación de ese sistema. Al conjunto de fases integrado por el análisis, diseño, construcción, pruebas e implementación del sistema se le denomina *Ingeniería de Software* [Cerrada 2000].

La Ingeniería de Software cuenta con modelos que permiten medir la calidad de los procesos con mayor exactitud. Los modelos citados en este documento son: Capability Maturity Model Integration (CMMI) y MoProSoft. El CMMI ó Modelo Integrado de Madurez de Capacidad del Software es un modelo elaborado por el Software Engineering Institute (SEI) que permite tener un diagnóstico preciso de la madurez de los procesos relacionados con las tecnologías de la información de una organización [Villa et.al., 2004]. El modelo CMMI describe las tareas que se tienen que llevar a cabo para mejorar los procesos. Por otro lado, el modelo MoProSoft tiene por objetivo proporcionar a la industria mexicana y a las áreas dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software, un conjunto integrado de las mejores prácticas basadas en los modelos y estándares como ISO 9000-2000, CMM-SW, ISO/IEC 155504, entre otros [Gómez 2007].

Los modelos CMMI y MoProSoft brindan una mejora en la calidad de los procesos. Cada uno de éstos propone una forma de llevar a cabo los procesos, por lo que las empresas desarrolladoras de software tienen que invertir en tiempo y costos para el asesoramiento en la elección del modelo más adecuado. Por tal motivo, este proyecto está enfocado a investigar los beneficios que cada modelo ofrece de acuerdo a las áreas de una empresa. Por esto el objetivo general es el siguiente:

1.2 Objetivo general

Analizar los modelos de Ingeniería de Software CMMI y MoProSoft para hacer recomendaciones a empresas desarrolladoras de software con el fin de cubrir requisitos de certificación de sus procesos.

1.3 Objetivos específicos

- Explicar la estructura de las categorías o niveles de los modelos CMMI y MoProSoft de acuerdo a sus respectivas áreas de aplicación.
- Comparar objetivos, adaptabilidad, comprensión y aplicación de los modelos de Ingeniería de Software CMMI y MoProSoft.
- Diferenciar la estandarización de las prácticas o procesos que ofrecen los modelos CMMI y MoProSoft.
- Destacar los beneficios de la mejora de procesos aplicando los modelos CMMI y MoProSoft.

1.4 Justificación

Cuando una organización encara proyectos de desarrollo de software, necesita valerse de herramientas para el desarrollo. El desarrollo de software necesita un nivel aceptable de calidad que debe ser tomada en cuenta tanto por las empresas que generan los sistemas de información como por los clientes y usuarios. Los modelos de Ingeniería de Software CMMI y MoProSoft son utilizados para apoyar a las empresas en la definición y efectividad de sus procesos que incluye roles, criterios de entrada, entradas, actividades, criterios de salida, salidas, revisiones y auditorías, productos de trabajo gestionados y controlados, mediciones, procedimientos documentados, entrenamiento y herramientas, así como en la mejora continua en el desarrollo y mantenimiento del software para alcanzar un mejor nivel de madurez. Para este proyecto se escogieron los modelos CMMI y MoProSoft debido a que éstos han sido diseñados para mejorar las prácticas o procesos en un proyecto de software con el fin de alcanzar un nivel de madurez en una organización. El modelo CMMI está estructurado en 5 niveles de madurez de los cuales el nivel 2 también llamado *gestionado* hace hincapié en normalizar las buenas prácticas dentro del desarrollo de un proyecto. MoProSoft es un modelo realizado por mexicanos, expertos en la industria del software a nivel mundial que incorpora las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software. Se escogió el nivel 2 del modelo CMMI porque es el que tiene punto de comparación con MoProSoft.

1.5 Cronograma de actividades

Las tablas 1.1 y 1.2 muestran las actividades principales de este proyecto.

Tabla 1.1 Cronograma de actividades para la materia Proyecto de Investigación 1.

| Actividad | Mayo | Junio | Julio | Agosto |
|---|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Revisión de literatura | Semana 3y4 | | | |
| Elaboración de propuesta | Semana 4 | | | |
| Revisión detallada de CMMI y MoProSoft | | Todo junio | Todo julio | |
| Explicar definición, objetivo, origen evolución, niveles y áreas de CMMI | | Semana 1 | | |
| Destacar empresas evaluadoras y empresas evaluadas con CMMI en México | | Semana 2 | | |
| Describir herramientas para la implantación y principales características de CMMI | | Semana 3y4 | | |
| Explicar definición, objetivo, origen niveles y áreas de MoProSoft | | | Semana 1 | |
| Destacar empresas evaluadoras y empresas evaluadas con MoProSoft en México | | | Semana 2 | |
| Describir principales características y usos de MoProSoft | | | Semana 3y4 | |
| Elaboración de protocolo y marco teórico | | | | Semana 1,2y3 |
| Metodología | | | | Semana 3 y 4 |

Tabla 1.2 Cronograma de actividades para la materia Proyecto de Investigación 2.

| Actividad | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|---|-------------------|----------------|------------------|------------------|
| Comparación entre los dos modelos | 4 semanas | | | |
| Buscar empresas desarrolladoras de software y clasificarlas | | Semana 1y2 | | |
| Definir los procesos de cada empresa de acuerdo a su tipo | | Semana 3y4 | | |
| Analizar características de cada empresa | | | Semana 1y2 | |
| Recomendar el modelo más apropiado para cada tipo de empresa. | | | Semana 3y4 | |
| Entrega final | | | | Entrega |

1.6 Alcances y limitaciones

Dentro de los alcances y limitaciones para este proyecto están los siguientes:

Alcances:

- * La comparación de los modelos CMMI y MoProSoft.
- * Beneficios de utilizar CMMI o MoProSoft.
- * Proporcionar una guía para la elección de alguno de los modelos

Limitaciones:

- * El análisis de los modelos quedará de forma teórica.
- * Los resultados de este proyecto no se implementarán a una empresa

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Antecedentes de la industria del software

Desde el surgimiento de las primeras PC hasta el día de hoy, el mundo de la computación ha evolucionado de forma extraordinaria. Dentro de la evolución de las computadoras siempre vienen de la mano la evolución de todos sus dispositivos (hardware) y programas (software). “El hardware comprende todos los componentes físicos (mecánicos, magnéticos, eléctricos, electrónicos, incluidos los elementos periféricos) de una sola computadora o de un sistema de procesadores. El software es un conjunto de programas y otros elementos con aplicaciones o instrucciones para realizar diferentes trabajos y que deben instalarse en la computadora [Mochi 2006]”. Al igual que el hardware, el software juega un papel importante dentro de las tecnologías de información, debido a que es un elemento indispensable para que funcionen todos los equipos de hardware.

La historia de la industria del software de acuerdo con su evolución, puede dividirse en cuatro grandes periodos [Mochi 2006]:

- **Primer periodo:** 1945-1965. Puede considerarse el arranque de la producción de software básico como actividad complementaria de la producción de máquinas específicas (distintos tipos de *mainframes*) llevada a cabo por empresas verticalmente integradas como IBM. También aparece el software a medida, que es el software desarrollado y adaptado de acuerdo a las necesidades del usuario. Los primeros proyectos fueron dirigidos y financiados fundamentalmente por el gobierno de los Estados Unidos y dedicados a temas científicos, bélicos y tecnológicos.
- **Segundo periodo:** 1965-1978. Se caracteriza por el inicio de la constitución de una industria del software básico (sistemas operativos y aplicaciones).
- **Tercer periodo:** 1978-1993. Se identifica por varios factores: 1) desarrollo de software empaquetado a partir de la difusión de la computadora personal (arquitectura PC de IBM); 2) fin de la integración vertical de la industria de la computación; 3) aparición de un sistema operativo comercial dominante (MS-DOS Windows) y 4) rápida diversificación del software de aplicación basada en

dichos sistemas operativos. A su vez continúa el desarrollo paralelo de software libre de código abierto.

- **Cuarto periodo:** 1993-presente. El advenimiento de internet y el desarrollo de un nuevo software básico de red y la WWW, con nuevas tecnologías básicas como la HTML que opera a partir de todo tipo de plataforma, han vuelto a revolucionar la industria del software. La nueva tendencia en el desarrollo de software parece proporcionar una nueva base tecnológica sustentada en el software de aplicación a partir de la red, lo que podría aplicarse para funciones específicas y requeriría de poco hardware.

La producción de software es una actividad económica que se caracteriza por generar un alto valor agregado y aportar a la economía productos y servicios esenciales para su modernización [Jiménez 2008]. La industria del software en México se ha desarrollado con una naturaleza distinta de acuerdo a la región donde ha surgido y al papel que han jugado los agentes e instituciones regionales en su impulso. El desempeño de la industria del software ha sido mejor en aquellas regiones en las cuales los empresarios han ocupado un lugar preponderante en su promoción y desarrollo. En las regiones en las que el surgimiento de la industria ha sido promovido por parte del gobierno el desempeño es menor [Guadarrama y Hernández 2005].

El Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO), en un estudio realizado en el 2005, identificó a la industria del software como sector clave para elevar la competitividad del país. En el Diario Oficial de la Federación (DOF) del Gobierno Mexicano con fecha Febrero 2005, se define a la industria del software como: “La suma de las empresas establecidas en México que cuentan con inversiones productivas en territorio nacional cuya actividad principal es el desarrollo de productos y servicios de software y/o la prestación de servicios relacionados a esta actividad productiva” [Jiménez 2008].

2.2 Calidad del software y sus características

La calidad no es asunto nuevo sino que desde tiempo atrás la sociedad se preocupó por hacer un buen producto con el cual el cliente quedará satisfecho para que siguiera consumiéndolo. Para W. Edwards Deming, el 94 % de los problemas de calidad

son responsabilidad de la alta gerencia", señala que es un deber de ésta ayudar a las personas a trabajar con más astucia y no a trabajar más". Las empresas que desean cumplir metas y objetivos de muy corto plazo en el campo económico, político o social pueden poner en peligro la permanencia de la organización en el largo plazo [Lozano 1998].

Joseph Juran [Juran 1990] sostiene que la palabra calidad tiene dos significados importantes: 1) aquellas características del producto que responden a las necesidades del cliente y 2) la ausencia de deficiencias. Para Juran existen dos clases de calidad: 1) La adecuada para utilización o uso" y 2) "la conformidad con especificaciones". Es decir que un producto puede estar fabricado de acuerdo con las especificaciones técnicas, pero su uso puede llegar a representar un grave riesgo para la población [Lozano 1998].

La calidad hace referencia a todos los aspectos y características de un producto o servicio que se relacionan con su habilidad de alcanzar las necesidades manifiestas o implícitas [Meles 2006]. La calidad del software se define como la “concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente [Pressman 1992], [Cueva 1999]”.

2.3 Modelos de calidad del software

Los modelos de calidad del software surgen de la necesidad de realizar un trabajo bien hecho en donde las personas involucradas asumen la responsabilidad del funcionamiento del software. Un modelo de calidad de software es “un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos [Quiñones 2009]”; esto significa que son herramientas que especifican los requisitos necesarios que se deben realizar para que las organizaciones puedan brindar productos y servicios de buena calidad. Un modelo de calidad otorga una ayuda de las cosas que se deben poner en práctica y cada organización define cómo realizarlas dependiendo de los objetivos del negocio y de las metodologías que utilice.

Existen varios modelos para medir la calidad del software como McCall, Boehm, CMM, ISO 9004:00, CMMI, IEEE12207, MoProSoft, entre otros [Caballero 2007]. Cada uno de estos modelos define las características que deben reunir los productos para cumplir con los requisitos de calidad. Este documento está enfocado a CMMI y MoProSoft debido a que son modelos que hacen referencia al nivel de madurez en una organización. CMMI es una versión más reciente de CMM y MoProSoft es un modelo basado en CMM propuesto en México. El modelo CMMI aparece en el año 2002 como un modelo de mejora de procesos que determina el nivel de madurez de la organización y MoProSoft es un modelo de mejora de procesos de software para empresas pequeñas basado en el modelo CMM e ISO 9000, surge en el año 2003 [Caballero 2007].

2.4 El proceso de software

Para identificar los pasos que se deben seguir en la realización del software es necesario tener definido un proceso que permita identificar el avance del trabajo. En general, un proceso hace referencia a las actividades que involucra la creación, producción y entrega de un producto. En la siguiente sección se hace mención de lo que significa un proceso de software en el contexto de este proyecto.

2.4.1 Definición de proceso de software

[Cuevas 2003] denomina proceso de software “al proceso que fabrica software”. De acuerdo a esta definición se deduce que el proceso de software es una serie de pasos necesarios para el desarrollo y mantenimiento del software. Existen diversas definiciones, algunas describen que es un conjunto de actividades, métodos, prácticas y transformaciones que son usadas en la construcción de un software. Una definición más dice que es un conjunto de políticas, tecnologías, procedimientos y artefactos necesarios para el software. Otra más habla de la forma de organizar, gestionar, medir, soportar y mejorar el software [Piattini et. al. 2006].

El proceso de software consta de dos subprocesos: proceso de producción y proceso de gestión. El proceso de producción se relaciona con la construcción y mantenimiento del software y el proceso de gestión se encarga de estimar, planificar y controlar los recursos en cuanto a tiempo, personas, tecnología y otros [Piattini et. al.

2006]. En la sección 2.4.2 se describen los procesos involucrados en la construcción del software perteneciente al proceso de producción.

2.4.2 Procesos en la construcción del software

Dentro del ciclo de vida del software destacan los siguientes procesos que ayudan en el desarrollo, explotación y el mantenimiento del software [Piattini et. al. 2006]:

1. Procesos principales:

- *Proceso de adquisición.* Está dividido en cuatro partes: preparación de la adquisición, selección del proveedor, supervisión del proveedor y aceptación del cliente.
- *Proceso de suministro.* Aquí se entrega al cliente el producto o servicio con la seguridad de que cumple con todos los requerimientos.
- *Proceso de desarrollo.* Se enfoca en la transformación de todos los requisitos del cliente en un producto o sistema de software que satisface el planteamiento inicial. Para la aplicación de este proceso se debe contemplar desde la recopilación de requerimientos hasta la instalación, operación y mantenimiento del software.

2. Procesos de soporte:

- *Proceso de documentación.* Se desarrolla y registra la información del software.
- *Proceso de gestión de la configuración.* Establece y mantiene la integridad de los productos de trabajo de un proceso.
- *Proceso de verificación y validación.* Verifican que los productos o servicios cumplen con lo especificado y el uso pretendido.
- *Proceso de revisión conjunta.* Las partes involucradas revisan el progreso del software ayudando a cumplir con los objetivos.
- *Proceso de auditoría.* Determina la conformidad de los productos en cuanto a requisitos, planes y acuerdos.
- *Proceso de gestión de la resolución del problema.* Determina que los problemas descubiertos se identifican, analizan, gestionan y controlan hasta su resolución.

- *Proceso de usabilidad.* Asegura el acuerdo de ambas partes con el fin de reducir el rechazo del usuario.
- *Proceso de evaluación de productos.* Implica examinar y medir el producto para asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios.

3. Procesos organizacionales:

- *Proceso de gestión.* Organiza, controla y motoriza el inicio y desempeño de los procesos para conseguir los objetivos de la organización.
- *Alineamiento organizacional.* Asegura que los procesos sean consistentes con los objetivos del negocio.
- *Gestión organizacional.* Establece y lleva a cabo las prácticas de gestión de los procesos.
- *Gestión de proyectos.* Identifica, establece, coordina y motoriza las actividades y recursos.
- *Gestión de calidad.* Satisface al usuario.
- *Gestión de riesgos.* Identifica, gestiona, analiza y controla los riesgos tanto a nivel organizacional como técnico.
- *Medición.* Recopila y analiza los datos relacionados con los productos y los procesos.
- *Proceso de infraestructura.* Da la seguridad de tener una infraestructura fiable y segura para el desempeño de otros procesos.
- *Proceso de mejora.* Mejora la efectividad y eficiencia de los procesos.
- *Proceso de recursos humanos.* Proporciona a la organización las personas adecuadas y competentes con las necesidades de la empresa.

4. Proceso de adaptación

El proceso de adaptación sirve para realizar la adaptación de la norma ISO 12207 con respecto a los proyectos de software; esta norma incluye aplicación, adaptación, evaluación y pruebas del software.

Dentro del capítulo 2 se ha definido cada punto del marco teórico con el fin de comprender las secciones posteriores ya que son aspectos englobados en los modelos CMMI y MoProSoft. En el capítulo 3 se realizará una breve explicación acerca del modelo CMMI.

Capítulo 3. CMMI

3.1 Definición

El modelo CMMI es el más implementado en todo el mundo, no se refiere a una certificación sino a un modelo evaluado por profesionales. CMMI es la evolución del modelo CMM, el cual mejora los procesos de desarrollo de software y se aplica a cualquier organización. CMMI integra funciones de la organización, se utiliza para guiar la mejora de los procesos y provee una guía de calidad para su evolución [Armas et. al. 2007].

3.2 Objetivo

En general, el modelo CMMI tiene el objetivo de mejorar la calidad de los procesos en el desarrollo y mantenimiento del software, incluye eliminar inconsistencias, reducir duplicación, aumentar claridad y comprensibilidad, proveer terminología común, proveer un estilo consistente, establecer reglas de construcción uniformes, mantener componentes comunes y asegurar consistencia con ISO 15504.

3.3 Origen y evolución

Fue durante los años 90 que SEI inició el desarrollo de modelos para mejorar la madurez en distintas áreas de las empresas de software. Los modelos diseñados inicialmente fueron: “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”. La Figura 3.1 muestra la evolución de los CMM [SEI, 2006]:

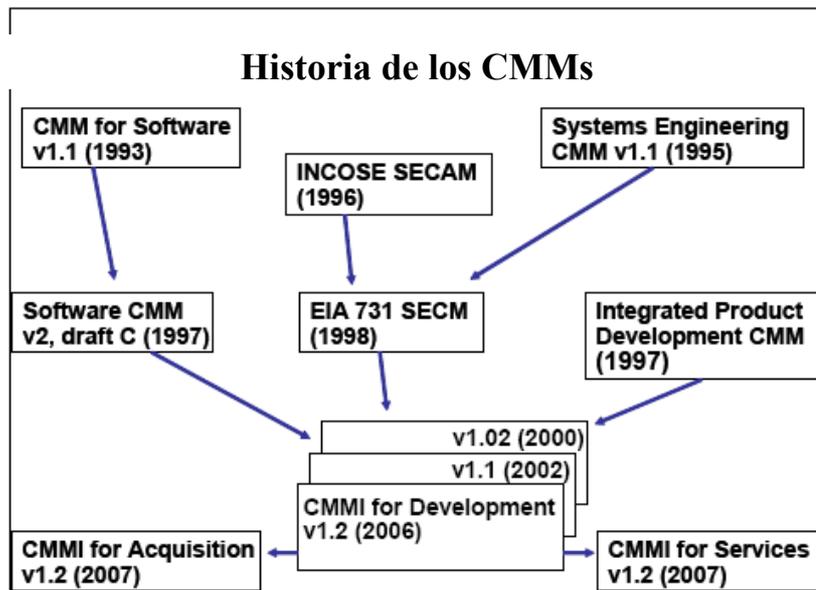


Figura 3.1. Evolución de los CMM

A pesar de que los modelos de la Figura 3.1 son útiles para muchas organizaciones, el hecho de utilizar múltiples modelos es un problema. CMMI se desarrolló para facilitar la aplicación de varios modelos simultáneamente, es una combinación de los modelos: “Capability Maturity Model for Software (SW-CMM) v2.0 draft C [SEI 1997b]”, “Systems Engineering Capability Model (SECM) [EIA 1998] 5” e “Integrated Product Development Capability Maturity Model (IPD-CMM) v0.98 [SEI 1997a]”. Se escogieron estos modelos debido a los enfoques para mejorar los procesos de una organización [SEI 2006].

3.4 Versiones existentes

La Tabla 3.1 describe características del modelo CMMI acorde a la versión [SEI 2001]:

Tabla 3.1. Características del modelo CMMI por versión.

| Versión | Características |
|---------|---|
| 0.2 | Revisada y usada públicamente en el inicio de actividades piloto. |
| 1.0 | Publicada en el año 2000, consistió en integrar tres modelos de mejora de procesos específicos: software, ingeniería de software y desarrollo de procesos integrados. |
| 1.1 | Se realizan mayores mejoras desde la primera utilización así como más de 1500 cambios. |

| | |
|-----|---|
| 1.2 | Es una continuación y actualización de CMMI versión 1.1 publicada en 2006 y se ha simplificado gracias a las constelaciones de CMMI (una constelación es una colección de componentes de CMMI que incluye un modelo, materiales de formación y documentos de evaluación [Suárez 2009]). |
|-----|---|

3.5 Niveles de madurez

CMMI cuenta con 5 niveles de madurez para evaluar los procesos durante el desarrollo del software. Cada proceso realiza una función específica dentro de la organización y dependiendo de cuánto se ajuste al modelo, es como se podrá determinar el nivel de madurez. Los aspectos que identifican procesos maduros es que éstos son documentados, seguidos y medidos consistentemente, la calidad es predecible, son mejorados continuamente, incorporan nuevas tecnologías, incrementan la productividad y se entregan con la calidad esperada. La Tabla 3.2 describe los niveles de madurez para CMMI [SEI 2006].

Tabla 3.2. Niveles de madurez de CMMI

| Nivel | Descripción |
|------------------------------|--|
| Inicial | En este nivel las organizaciones tienden a abandonar los procesos en un momento de crisis y por lo tanto, el éxito no depende de los procesos. No se dispone de un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de productos y servicios. |
| Gestionado | Los procesos se planifican y ejecutan de acuerdo a las políticas de la empresa, se mantienen en tiempo de dificultades haciendo revisiones cuando es necesario. Algunas áreas organizacionales y/o proyectos han alcanzado las metas genéricas y específicas establecidas en sus áreas de proceso. |
| Definido | En este nivel se describen las normas, procedimientos, herramientas y métodos lo cual hace que sea un nivel en donde los procesos están mejor caracterizados y entendidos. |
| Gestionado cuantitativamente | La organización selecciona y administra las actividades o procesos, se controlan técnicas estadísticas y cuantitativas. |
| Optimizado | La organización se centra en mejorar continuamente el rendimiento de sus procesos con mejoras tecnológicas incrementales e innovadoras. |



Figura 3.2. Niveles de madurez CMMI

3.6 Áreas de procesos

Las áreas de procesos para el modelo CMMI están divididas en diferentes categorías dentro de las que destacan soporte, gestión de proyectos, gestión de procesos e ingeniería. Las tablas 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6 muestran las áreas de proceso en su respectiva categoría y su nivel de madurez.

Tabla 3.3. Áreas de procesos CMMI para soporte

| Área de proceso | Nivel de madurez |
|--|------------------|
| Análisis y resolución de problemas | 5 |
| Gestión de la configuración | 2 |
| Análisis y resolución de decisiones | 3 |
| Medición y análisis | 2 |
| Entorno organizativo para integración | 3 |
| Gestión de calidad de procesos y productos | 2 |

Tabla 3.4. Áreas de procesos CMMI para gestión de proyectos

| Área de proceso | Nivel de madurez |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Gestión integral de proyecto | 3 |
| Gestión integral de proveedores | 3 |
| Gestión de equipos | 3 |
| Monitorización y control de proyecto | 2 |
| Planificación de proyecto | 2 |
| Gestión cuantitativa de proyectos | 4 |
| Gestión de riesgos | 3 |
| Gestión y acuerdo con proveedores | 2 |

Tabla 3.5. Áreas de procesos CMMI para gestión de procesos

| Área de proceso | Nivel de madurez |
|--|-------------------------|
| Innovación y desarrollo | 5 |
| Definición de procesos | 3 |
| Procesos orientados a la organización | 3 |
| Rendimiento de los procesos de la organización | 4 |
| Formación | 3 |

Tabla 3.6. Áreas de procesos CMMI para ingeniería

| Área de proceso | Nivel de madurez |
|--------------------------|-------------------------|
| Desarrollo de requisitos | 3 |
| Gestión de requisitos | 2 |
| Solución técnica | 3 |
| Validación | 3 |
| Verificación | 3 |

Las áreas de proceso que ayuda a mejorar o evaluar CMMI son: 1) 22 en la versión que integra desarrollo de software e ingeniería de sistemas (CMMI-SE/SW) y 2) 25 en la que cubre también integración de producto (CMMI-SE/SW/IPPD). Las tablas

anteriores mostraron los procesos incluyendo los procesos de integración de producto [SEI 2006].

3.7 Empresas evaluadoras

Existen empresas dedicadas a la evaluación del aseguramiento de la calidad de los procesos aplicando el modelo CMMI. Estas empresas son avaladas por SEI. Algunos ejemplos son [Carnegie Mellon University 2009]: *Bonbardier Inc.* de origen Canadiense, *DSRM Embedded Technologies India Pvt. Ltd* en la India y *Hitachi ULSI Systems Co, Ltd* en Japón. En México, las empresas que aplican el modelo CMMI para la evaluación de los procesos son:

- *Avante.*- Se especializa en servicios de consultoría, evaluación y capacitación de la mejora de procesos para empresas, fábricas y áreas internas desarrolladoras de software.
- *Itera.*- Empresa líder en Iberoamérica en el campo de mejora de procesos de TI con oficinas en el D.F., Monterrey, España, Chile, Colombia y Perú.

3.8 Empresas evaluadas en México

En México son pocas las empresas evaluadoras y las empresas dedicadas a la elaboración de software evaluadas por el modelo CMMI. En la Tabla 3.6 se presentan las empresas evaluadas que han alcanzado el nivel 3 de madurez [Avantare 2009] [Itera 2009].

La empresa colombiana PSL es la única en América Latina en obtener una valoración en nivel 5 con el modelo CMMI, esto significa que cumple con todos los estándares y utiliza las mejores prácticas.

Tabla 3.7. Empresas mexicanas evaluadas por CMMI

| Nombre | Descripción | Ubicación | Empresa evaluadora |
|----------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------|
| <i>Active Intelligence</i> | Fábrica que realiza desarrollos de software principalmente de segunda capa | Aguascalientes, D.F. y Dallas, Texas. | Avantare |
| <i>Qualisys</i> | Grupo de empresas que ofrece soluciones basadas en productos y servicios de TI | México y Estados Unidos | Avantare |
| <i>Grupo Tecnis</i> | Dedicado a la integración de soluciones tecnológicas informáticas dirigidas a optimizar los procesos de misión crítica | Querétaro y D.F. México | Avantare |
| <i>Mexware</i> | Ofrece soluciones en software en el ámbito de las TI en México. | México, D.F. | Itera |
| <i>TI-M</i> | Se ha destacado por minimizar el riesgo en el portafolio de proyectos de TI y maximizar el rendimiento de las inversiones de sus clientes | Morelia Michoacán, México | Itera |

3.9 Herramientas para la implantación de CMMI

Algunas de las herramientas utilizadas para la implementación de CMMI son [Peralta et. al. 2002]:

- *CMM-QUEST*.- Evalúa mediante asignación de valores a los objetivos, no a nivel de práctica. No brinda soporte para el método “Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement” (SCAMPI). El método SCAMPI () es un proceso diseñado y desarrollado por el SEI para ofrecer evaluaciones de calidad con relación a los modelos CMMI y People CMM.
- *IME toolkit*.- Efectúa evaluaciones de acuerdo al modelo CMMI-SE/SW. Las evaluaciones consisten en asignar valores numéricos a las prácticas a partir de los cuales

se generan puntajes para las áreas de proceso. No brinda soporte para el método SCAMPI, no tiene guías de asistencia para la evaluación.

- *Appraisal wizard*.- Soporta la evaluación de gran parte de los modelos CMM y métodos de evaluación propuestos por el SEI (entre ellos todos los CMMI y SCAMPI). La herramienta está diseñada para cubrir las necesidades del método SCAMPI, por ello, requiere que el usuario tenga conocimientos amplios del mismo. Para realizar la evaluación, el usuario ingresa los valores que se asignan en las distintas instancias (prácticas, objetivos, áreas de proceso). Sin embargo, no ofrece la capacidad de sugerir valores para facilitar el ingreso de datos. La Tabla 3.7 muestra una comparativa de las características de las herramientas [Peralta et. al. 2002]:

Tabla 3.8. Comparativa de las herramientas CMMI

| Característica | CMM-QUEST | IME toolkit | Appraisal wizard |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
| <i>Interfaz de usuario</i> | Fácil, muy amigable | Medianamente amigable | Difícil, poco amigable |
| <i>Tipo de usuario</i> | Novato | Experto | Experto |
| <i>Modelos soportados</i> | CMMI-SE/SW (representación continua) | CMMI-SE/SW, no lo soporta formalmente | Gran parte de los CMM y todos los CMMI (ambas representaciones) |
| <i>Método SCAMPI</i> | No | No | Si |
| <i>Nivel de granularidad</i> | Grueso (sólo objetivos) | Fino (hasta prácticas específicas) | Fino (hasta prácticas específicas) |
| <i>Ayuda en línea</i> | Si | No | Si |
| <i>Navegación de la estructura del modelo</i> | No | No | No |
| <i>Generación de valores sugeridos</i> | No | Si | No |
| <i>Selección del nivel de granularidad para la evaluación</i> | No | No | No |

3.10 Principales características de CMMI

Algunas de las características principales del modelo CMMI son [Universidad de Carnegie Mellon 2009].

- Es un modelo internacional que permite determinar la capacidad de procesos de una organización que desarrolla software.
- No es fácil adaptarlo al contexto de las empresas mexicanas que en su mayoría son PyMEs. Las PyMEs son pequeñas y medianas empresas que aportan valor y afectan al desarrollo de México ya que son capaces de tomar decisiones y acciones rápida y eficazmente.
- Está orientado para empresas grandes que desarrollan proyectos muy amplios.
- Es un modelo que apoya a los grandes proyectos y el proceso de implementación en una empresa es complejo en los aspectos técnicos, formalistas y estructurales. Los problemas que se presentan a la hora de implementar este modelo son de tipo motivacionales, comunicacionales, capacidades administrativas y de gestión de los recursos humanos.

Una vez presentado lo más relevante del modelo CMMI para este proyecto, el capítulo 4 hará hincapié en el modelo para la mejora de procesos de origen mexicano, MoProSoft.

Capítulo 4. MoProSoft

4.1 Definición

MoProSoft es un modelo de procesos para el desarrollo y mantenimiento de software dirigido a la pequeña y mediana industria. La adopción del modelo permitirá elevar la capacidad de las organizaciones para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad. Proporciona a la industria un modelo fácil de entender y de aplicar, no es costoso en su adopción y puede ser la base para alcanzar evaluaciones exitosas con otros modelos o normas como ISO 9000:2000 o CMM [Oktaba et. al. 2003].

4.2 Objetivo

MoProSoft tiene por objetivo proporcionar a la industria mexicana en las áreas internas dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software, un conjunto integrado de las mejores prácticas basadas en los modelos y estándares reconocidos internacionalmente como ISO 9000:2000, CMM-SW, ISO/IEC 15504, PMBOK, SWEBOOK, entre otros. Su incorporación permitirá elevar la capacidad de ofrecer productos y servicios de software con calidad [Gómez 2007].

MoProSoft contiene tres categorías de procesos que corresponden a las capas de *alta dirección, gestión y operación*. La categoría de alta dirección contiene el proceso de gestión de negocio; la categoría de gestión se compone de los procesos siguientes: gestión de procesos, gestión de proyectos y gestión de recursos, éste último se divide en tres subprocesos: 1) recursos humanos, 2) bienes, servicios e infraestructura y 3) conocimiento de la organización; la categoría de operación realiza la administración de proyectos específicos y el desarrollo y mantenimiento de software.

4.3 Origen

MoProSoft se desarrolló en el 2002 por la Universidad Autónoma de México como consecuencia de los acuerdos de la mesa de la Estrategia 6 del Programa para el Desarrollo de la Industria de Software dirigido por la Secretaría de Economía, bajo un convenio con la Facultad de Ciencias de la UNAM [Oktaba et al. 2003].

4.4 Niveles de madurez

MoProSoft determina el nivel de madurez de la capacidad de cada proceso a través de una evaluación que permite colocar a la empresa en uno de los siguientes 5 niveles [Cervantes 2008]:

- *Proceso realizado.* Se ejecuta el proceso.
- *Proceso administrado.* Se realiza el proceso de manera administrada.
- *Proceso establecido.* El proceso administrado se implanta mediante el proceso definido, el cual es capaz de alcanzar los resultados del proceso.
- *Proceso predecible.* Cuenta con objetivos cuantitativos definidos que se cumplen dentro de los límites establecidos; se toman mediciones, se analizan y se toman acciones con base en los resultados.
- *Optimización del proceso.* Se mejora continuamente para lograr las metas de negocio.

Cada proceso obtiene un nivel de capacidad con base en el cumplimiento de los atributos. La organización recibe un nivel de madurez de capacidades que se toma del nivel de capacidad más bajo de todos los procesos, es decir, aún cuando la mayoría de los procesos estén en el nivel 3 de capacidad, si un proceso se encuentra en nivel 2, el nivel de madurez de capacidades en una empresa será 2.

4.5 Áreas de procesos

MoProSoft define sus procesos por área de responsabilidad, en donde la secuencia de actividades se da entre áreas. El modelo está formado por tres categorías de procesos: alta dirección, gestión y operación, las cuales reflejan la estructura de una organización. La Tabla 4.1 muestra las categorías de procesos con una breve descripción.

Tabla 4.1. Categorías de procesos

| Categoría | Descripción |
|----------------------|---|
| Alta dirección (DIR) | Aborda las prácticas de alta dirección relacionadas con la gestión del negocio. |
| Gestión (GES) | Proporciona los elementos para el funcionamiento de los procesos de la categoría de operación, recibe y evalúa la información generada y comunica los resultados a la alta dirección. Está integrada por los siguientes procesos: gestión de procesos, gestión de proyectos y gestión de recursos, este último a su vez está dividido en recursos humanos y ambiente de trabajo, bienes, servicios e infraestructura y conocimiento de la organización. |
| Operación (OPE) | Realiza las actividades de acuerdo a los elementos proporcionados por la categoría de gestión y entrega a ésta la información y los recursos generados. Se integra por los procesos de administración de proyectos específicos y de desarrollo y mantenimiento de software. |

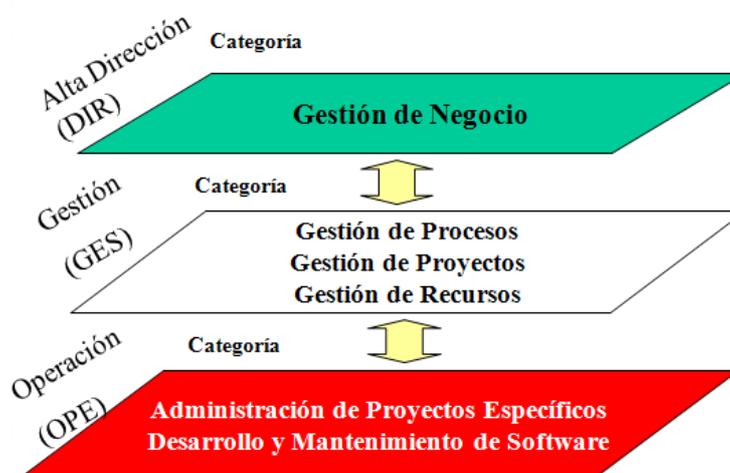


Figura 4.1. Categorías de procesos

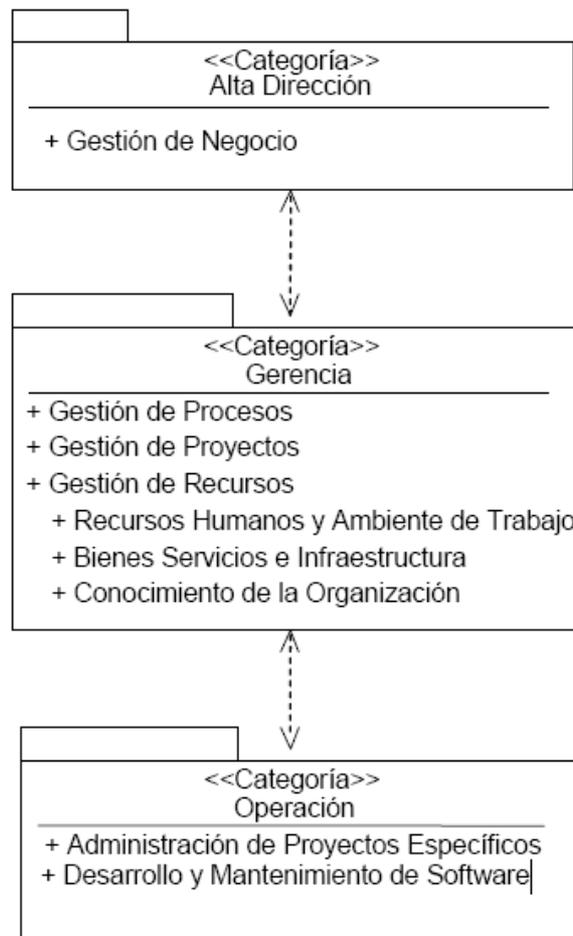


Figura 4.2. Categorías de procesos y subprocesos

4.6 Empresas evaluadoras

Avantare es una empresa evaluadora que utiliza el modelo MoProSoft y CMMI para evaluar la calidad de los procesos en el desarrollo y mantenimiento de software.

4.7 Empresas evaluadas en México

Las empresas evaluadas en México por MoProSoft que han alcanzado el nivel 1 se muestran en la Tabla 4.2:

Tabla 4.2. Empresas evaluadas en México

| Nombre | Descripción | Ubicación |
|--|--|-------------------------------|
| ARTEC | Ofrece consultoría, servicios oficiales Sun, Linux, Oracle, Java, Microsoft, desarrollos web, voip, redes, soporte técnico, tecnología industrial, software. | México D.F |
| E-Genium | Ofrece servicios de consultoría en software, soporte técnico, soluciones empresariales, entrenamiento en herramientas informáticas y software. | México D.F |
| Magnabyte | Proporciona servicios en tecnología de información, consultoría de negocios, software a la medida, reingeniería de negocios, etc. | México D.F., SGA, México D.F. |
| Sistemas Computacionales Integrales S.A. | Ofrece soluciones avanzadas de software para negocio, factura electrónica, entre otros. | Monterrey N.L |
| Global Business Solution | Especialista en pequeñas empresas que necesitan tecnología de la información y que pueden proporcionar soluciones de alta calidad. | Monterrey N.L |

4.8 Principales características y usos de MoProSoft

MoProSoft tiene características muy particulares que la distinguen del resto de los modelos. En la Tabla 4.3 destacan las principales características y usos de MoProSoft [Cervantes 2008]:

Tabla 4.3. Características y usos MoProSoft

| Características | Usos |
|--|---|
| Es específico para el desarrollo y mantenimiento del software. | Integra todos los procesos de la organización. |
| Es sencillo de adoptar. | Sirve para implantar un programa de mejora continua. |
| Facilita el cumplimiento de los requisitos de otros modelos como CMM y CMMI. | Permite reconocer a las industrias mexicanas por su nivel de madurez. |
| Se enfoca a procesos. | Facilita la selección de proveedores. |
| Se aplica en organizaciones pequeñas con bajos niveles de madurez. | |
| Está orientado a mejorar los procesos. | |
| El costo de adopción y evaluación es bajo. | |

En los capítulos 3 y 4 se citaron las características de los modelos CMMI y MoProSoft. La ventaja de CMMI es que asegura que los procesos asociados con cada área de proceso serán efectivos, repetibles y duraderos, además, orienta paso a paso la mejora de los procesos a través de los niveles de madurez. La desventaja es que puede llegar a ser excesivamente detallado para algunas organizaciones y quizás difícil de entender [Villa 2004]. En contraste, la ventaja de MoProSoft es que utiliza diagramas de actividades entre procesos, éstos ayudan a entender mejor su relación. MoProSoft sintetiza las mejores prácticas en un conjunto pequeño de procesos. Su desventaja es que no tiene una evaluación por vigencia y no es aplicable como norma internacional [Oktaba et. al. 2003].

Capítulo 5. Comparación de los modelos CMMI y MoProSoft

5.1 Beneficios de aplicar el modelo CMMI

Como se mencionó en el capítulo 3, CMMI es un modelo que permite mejorar los procesos de las empresas que se dedican al desarrollo y mantenimiento de software. La Tabla 5.1 destaca los beneficios que ofrece cuando es implementado en una organización [Lea 2007] [Quiñones 2009] [Villa 2004]:

Tabla 5.1 Beneficios que ofrece CMMI

| Tipo de beneficio | Beneficios |
|--------------------------|---|
| Organizativo | <ul style="list-style-type: none">✓ Base para la mejora continua de la organización✓ Desarrolla el potencial del personal de forma efectiva✓ Brinda flexibilidad a los procesos✓ Compatible con la norma ISO-IEC 15504 |
| Cumplimiento del proceso | <ul style="list-style-type: none">✓ Automatiza las actividades de control y gestión de los procesos en los proyectos✓ Documenta los procesos implícitos✓ Ayuda a entender lo que pasa durante la trayectoria de la realización de los proyectos mediante los procesos maduros |
| Económico | <ul style="list-style-type: none">✓ Mejora el desarrollo de los productos y servicios brindados al cliente a través del desarrollo de procesos✓ Nivelan los objetivos de la mejora de los procesos con los objetivos de negocios de las organizaciones✓ Utiliza software libre para la minimización de costos de implementación |
| Calendario | <ul style="list-style-type: none">✓ Coordina y da soporte a las actividades para la construcción de un producto✓ Expande el alcance y visibilidad dentro del ciclo de vida del producto y actividades de ingeniería que aseguren el cumplimiento de las expectativas del cliente |
| Planificación | <ul style="list-style-type: none">✓ Clara estructura✓ Organiza la mejora de las actividades de procesos de acuerdo al producto, negocio, personal y tecnología✓ Menos repeticiones de trabajo o trabajos en balde✓ Aumenta la productividad |

| | |
|--------------------------|---|
| Productividad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Incremento en la introducción de tecnologías, técnicas y herramientas en la organización ✓ Mejora los procesos para el éxito de la organización por medio de la definición, medición y control de los procesos |
| Calidad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor compromiso con los requisitos del cliente ya que es un modelo muy bien estudiado y fundamentado |
| Satisfacción del cliente | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Retorno de la inversión y ganancias ✓ Muy difundido |

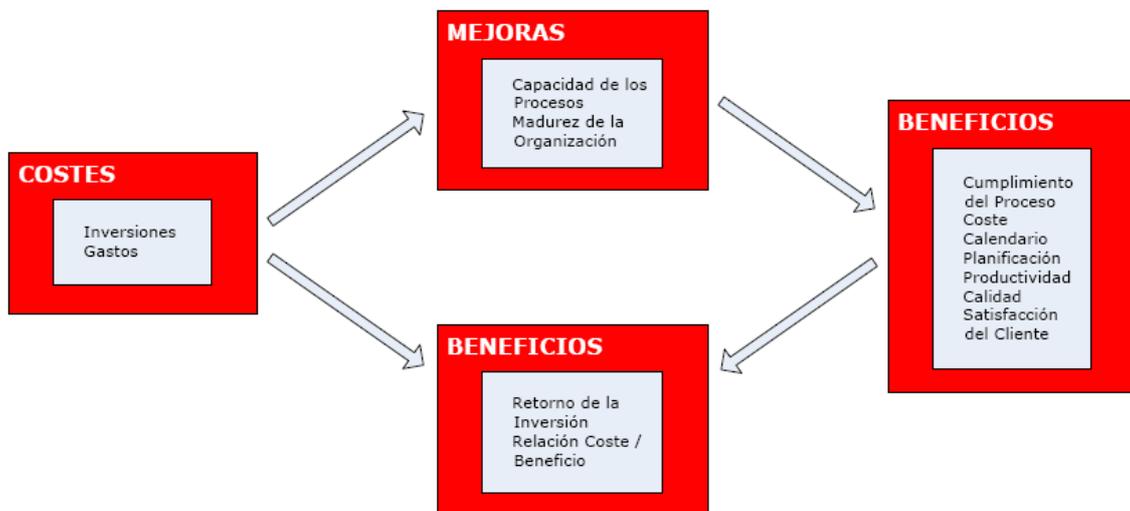


Figura 5.1 Representación de los beneficios con CMMI

5.2 Beneficios de aplicar el modelo MoProSoft

MoProSoft se caracterizó en el capítulo 4 como un modelo enfocado a la pequeña y mediana empresa de desarrollo de software. También se mencionó el objetivo que persigue, usos, entre otros. La Tabla 5.2 resume los beneficios al poner en marcha dicho modelo [Oktaba et. al. 2005] [Cabo y Moralejo 2008]:

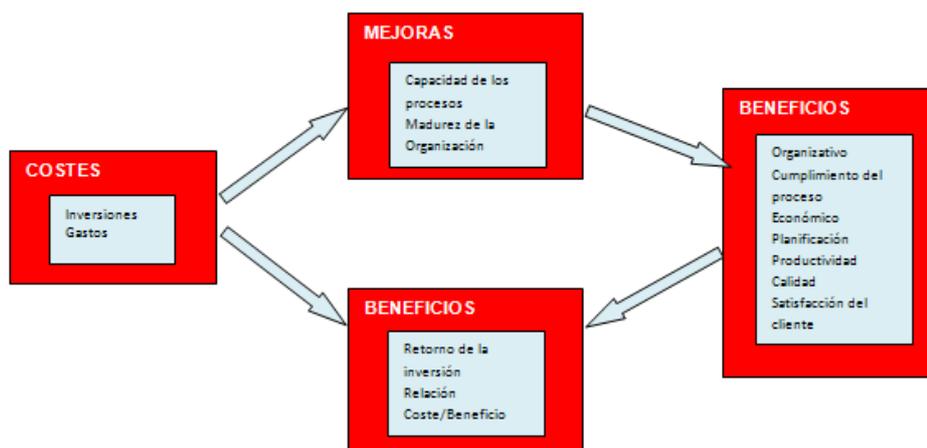


Figura 5.2 Representación de los beneficios con MoProSoft

Tabla 5.2 Beneficios que ofrece MoProSoft

| Tipo de beneficio | Beneficio |
|------------------------------|---|
| Organizativo | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Integrar prácticas que van desde la gestión de negocios hasta el desarrollo y mantenimiento del software ✓ No requiere la incorporación de personal especializado |
| Cumplimiento del proceso | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor facilidad para que las pequeñas empresas logren desarrollar proyectos de mayor alcance ✓ Mejora continua de los procesos internos y de operaciones |
| Económico | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Debido a la integración de prácticas, las empresas logran un mayor control sobre su desempeño en el mercado ✓ Requiere solamente de una adecuada capacitación del personal existente ✓ Disminución de la intermediación de las empresas transnacionales para la exportación de servicios de software ✓ Aplicación del modelo con un bajo costo, flexibilidad y fácil entendimiento |
| Planificación | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El trabajo se realiza bajo estándares y no bajo criterios de los líderes de proyectos |
| Productividad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejores formas de control y de replicar los casos con éxito |
| Calidad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Permite a las Pymes iniciar la calidad de sus procesos ✓ Disminución de los márgenes de error ✓ Aumento de proyectos |
| Satisfacción de los clientes | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Retorno de la inversión y ganancias |

5.3 Desventajas del modelo CMMI

Para las empresas es importante tener conocimiento de los beneficios o ventajas que la implementación del modelo CMMI ofrece. Sin embargo, también es importante que conozcan las limitantes. Muchos autores coinciden en que los estándares ISO y en este caso el modelo CMMI, es difícil de aplicarlo en pequeñas empresas porque implica gran inversión en dinero, tiempo y recursos. La Tabla 5.3 muestra las desventajas principales.

Tabla 5.3 Desventajas CMMI

| Criterio | Desventajas |
|--------------------------|---|
| Organizativo | <ul style="list-style-type: none">• Demasiado normativo, detallado y complejo.• Búsqueda de estrategias para la completa adopción del modelo.• Engorroso o de excesivo papeleo• Prescriptivo• Puede ser difícil de entender |
| Cumplimiento del proceso | <ul style="list-style-type: none">• Procesos de valoración pesado y lento. |
| Económico | <ul style="list-style-type: none">• Alto costo para la preparación y soporte.• Las herramientas son demasiado comerciales y costosas.• Licencias y valoración del modelo muy cara.• Mayor inversión para ser completamente implementado. |

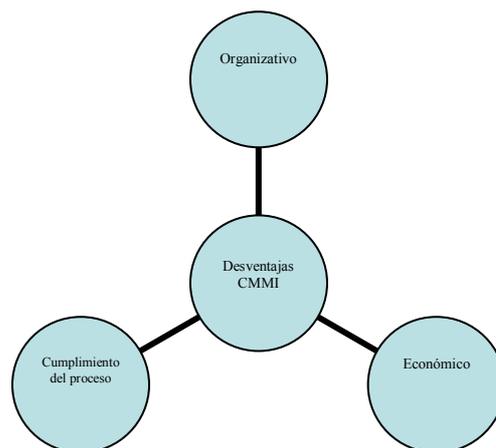


Figura 5.3 Desventajas CMMI

5.4 Desventajas del modelo MoProSoft

La Tabla 5.4 muestra las desventajas que las organizaciones pueden enfrentar al implementar el modelo MoProSoft.

Tabla 5.4 Desventajas MoProSoft

| Desventajas |
|--|
| Requiere personal calificado o un evaluador para su implementación. |
| Diseñado para PYMES en México y solo se puede aplicar en dicho país. |
| La versión actualizada tiene un costo. |

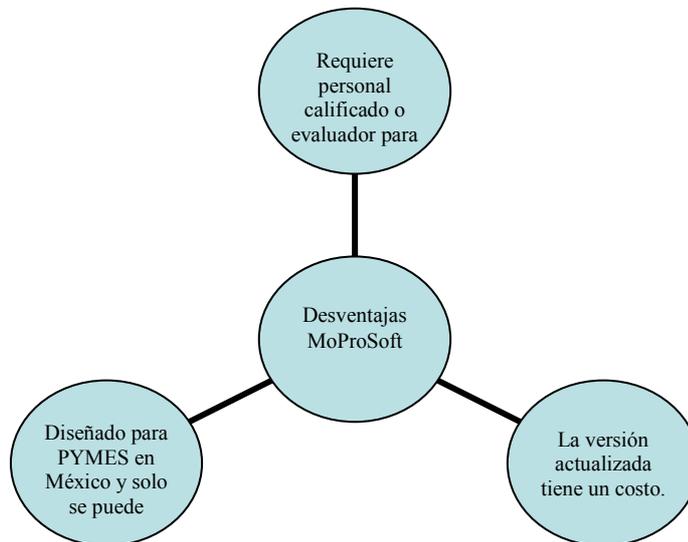


Figura 5.4 Desventajas MoProSoft

5.5 Comparativas entre CMMI y MoProSoft

La Tabla 5.3 hace hincapié en las comparativas o áreas de procesos del modelo CMMI nivel 2 frente al modelo MoProSoft [Ribera 2004].

Tabla 5.5 Comparación entre CMMI y MoProSoft

| Elemento | Propósito | CMMI | MoProSoft |
|--|---|--|--|
| Requerimientos (REQM) | Administrar los requerimientos de los productos e identificar inconsistencias de los requerimientos. | Gestión de requisitos. | Desarrollo y mantenimiento de software. Gestión de procesos, negocio, objetivos, recursos, otros. |
| Planeación de proyecto (PP) | Establecer y mantener planes que definen las actividades del proyecto. | Estimar el ciclo de vida del proyecto. Planificación de las fases del ciclo de vida. | Gestión de proyectos, recursos, negocios, procesos, entre otros. |
| Control y monitoreo de proyecto (PMC) | Comprender el progreso del proyecto para tomar acciones correctivas adecuadas cuando el desempeño se desvíe del plan. | Revisión periódica del progreso del proyecto y rendimiento. | Administración de proyectos específicos. |
| Administración de proveedores mediante un acuerdo formal (SAM) | Administrar la adquisición de productos de los proveedores. | Establecer y mantener una gestión de la configuración para controlar el producto de trabajo. | Gestión de proyectos, recursos, bienes, servicios e infraestructura. |
| Análisis y medición (MA) | Desarrollar y sostener la capacidad de medición para las necesidades de información de la administración. | Establecer y mantener objetivos de medición, derivados de las necesidades de información. | Mediciones de los procesos de gestión. |
| Seguridad en la calidad de productos y procesos (PPQA) | Proporcionar a la administración y al personal, una visión objetiva de los procesos y productos de trabajo. | Establecer y mantener un plan para la realización de procesos y el proceso de aseguramiento de calidad del producto. | Desarrollo y mantenimiento de software. Incorporación a la base de conocimiento |
| Gestión de configuración (CM) | Establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo usando control, identificación, contabilidad de estado y auditorías de configuración. | Establecer y mantener una gestión de configuración para controlar el producto de trabajo. | Conocimiento de la organización. |

Capítulo 6. Metodología

6.1 Empresas desarrolladoras de software en Puebla

El desarrollo de software en México es una alternativa para el fortalecimiento de la economía del país. A nivel nacional, Monterrey y Guadalajara son los estados que más se han enfatizado en el desarrollo de software [Rojas 2007]. Puebla no se queda atrás, ya que el gobierno poblano desde el año 2007 ha incentivado el desarrollo de software en el estado como alternativa para la creación de nuevas empresas que comercialicen sus productos a nivel local, nacional e internacional generando empleos mejor remunerados. La Tabla 6.1 describe las empresas que operan en la Ciudad de Puebla.

Tabla 6.1 Empresas de desarrollo de software en Puebla

| Nombre de la empresa | Función | Ubicación |
|-----------------------------|--|--|
| T-Systems México | Tecnología de información | Km. 116 autopista México-Puebla Nave 1-A Tel / Fax: 2-23-40-17, 2-23-46-99 |
| ID SOLUTIONS | Cubrir necesidades de las empresas en materia de tecnologías de información. | 42 Pte. N° 1110 2, Santa María, C.P 72080, Puebla, Pué. Tel: (222) 4-05-88-21 |
| Grupo más medios | Dedicada a mantenimiento, redes, equipo, hosting y desarrollo de software. | 39 Oriente 212, El Carmen Huexotitla, C.P 72534, Puebla, Pué. Tel: (222) 4-03-38-12 |
| REDESIGN | Empresa que brinda servicios de imagen corporativa, de desarrollo de software, cursos en línea multimedia y portales web. | Av. 39 Pte. 307, El Carmen Huexotitla, C.P 72534, Puebla, Pué. Tel:(800)087-4060 |
| Inovaweb | Empresa dedicada al desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas para la pequeña y mediana empresa. | 39 Oriente 1206 int. 110, 3er piso C.P. 72530, Puebla Pué. Tel: |
| BTOB Consultores SA de CV | Especializada en el desarrollo de software, consultoría y organización de proyectos E-commerce, proyectos logísticos y de ERP de una empresa al Web. | 19 Sur 4302 La Noria, C.P. 72430, Puebla, Pué. |

El procedimiento realizado para la localización de las empresas desarrolladoras de software en Puebla, fue por medio de un directorio empresarial que el director de la carrera de Informática proporcionó para complementar este capítulo. Además, para la

localización de las empresas Inovaweb y BTOB Consultores SA de CV se realizó una entrevista a dos alumnos de la Universidad Politécnica de Puebla, quienes realizan estadía en Inovaweb y BTOB Consultores SA de CV.

6.2 Clasificación de las empresas por tamaño

Las empresas se pueden clasificar de forma general por diferentes criterios como por ejemplo por su actividad, finalidad, naturaleza de capital, composición del capital, tamaño o estructura legal [Garza Treviño 1999]. En esta sección, se hace referencia a la clasificación de las empresas de acuerdo a su magnitud o tamaño, este tipo de criterio es de los más utilizados y establece que la empresa puede ser pequeña, mediana o grande.

Por tal motivo es importante tomar en cuenta los aspectos que determinan el tipo de empresa de acuerdo a su tamaño:

1. *Financiero*. Monto del capital.
2. *Personal ocupado*. Se muestra en la Tabla 6.2.
3. *Ventas*. Relación de la empresa con el mercado que abastece y el monto de sus ventas.
4. *Producción*. Maquinización que existe en el proceso de producción.
5. *Criterios de nacional financiera*. Una empresa grande es la más importante dentro de su giro.
6. *Otros criterios* (económicos y constitucionales)

Tabla 6.2 Clasificación de las empresas de acuerdo al personal que labora [Stoner F.G. 1996].

| Magnitud de la empresa | Número de empleados |
|------------------------|---------------------|
| Pequeña | Menos de 250 |
| Mediana | De 250 a 1000 |
| Grande | Más de 1000 |

La tabla 6.3 muestra la clasificación de las empresas desarrolladoras de software detectadas en Puebla.

Tabla 6.3 Clasificación de las empresas por tamaño de Puebla

| Nombre de la empresa | Tamaño |
|---------------------------|------------------------------|
| T-Systems México | Grande (52,000 empleados) |
| ID SOLUTIONS | Pequeña |
| Grupo mas medios | Pequeña |
| REDESIGN | Pequeña |
| Inovaweb | Pequeña |
| BTOB Consultores SA de CV | Pequeña |

6.3 Áreas de proceso clave para una empresa que usa CMMI

En CMMI existen 5 niveles de madurez que las empresas pueden ir escalando. En el nivel más bajo las empresas no tienen definidos sus procesos y en realidad existe una gestión descontrolada porque no hay nada establecido de acuerdo a fechas y montos definidos con el cliente, esto significa que una empresa se encuentra en el *nivel 1* o *inicial* por el simple hecho de existir. Los procesos que una empresa debe practicar al implementar CMMI dependen del nivel de madurez que haya alcanzado.

Cuando una empresa haya permanecido en el nivel 1 y decida avanzar al *nivel 2* o *gestionado*, deberá implantar los siguientes procesos: 1) gestión de requisitos, 2) planificación de proyecto, 3) monitorización y control de proyecto, 4) medición y análisis, 5) gestión y acuerdo con proveedores, 6) gestión de calidad de procesos y productos y 7) gestión de la configuración.

En el nivel 2, un proyecto es gestionado y controlado durante su desarrollo. Para alcanzar el *nivel 3* o *definido*, se requieren de los procesos siguientes: 1) análisis y resolución de decisiones, 2) entorno organizativo para integración, 3) gestión integral de proyecto, 4) gestión integral de proveedores, 5) gestión de equipos, 6) gestión de riesgos, 7) definición de procesos, 8) procesos orientados a la organización, 9) formación, 10) desarrollo de requisitos, 11) solución técnica, 12) validación y 13) verificación. Alcanzar el nivel 3 es tener definida o establecida la forma de desarrollar los proyectos, además de documentarlos y medirlos con datos objetivos. Con este nivel, la empresa tiene cubierta la mayoría de sus necesidades y obtiene beneficios favorables.

Avanzar al *nivel 4* o *gestionado cuantitativamente* significa que la organización usa métricas u objetivos medibles para satisfacer las necesidades propias y las de los clientes. Los procesos que se deben emplear en el nivel 4 son: 1) gestión cuantitativa de proyectos y 2) rendimiento de los procesos de la organización.

El nivel máximo de CMMI es el *nivel 5* también llamado *nivel optimizado*. Las empresas que han alcanzado este nivel de madurez se caracterizan por la mejora continua de sus procesos que al ser identificados, se evalúan y posteriormente se ponen en práctica. Los procesos a implementar en este nivel son: 1) análisis y resolución de problemas e 2) innovación y desarrollo.

En la Ciudad de Puebla se identificaron 4 empresas dedicadas al desarrollo de Tecnología de Información (TI), es decir, se ocupan del uso de las computadoras y su software para convertir, almacenar, proteger, procesar, transmitir y recuperar información. A continuación se describe brevemente su situación.

La empresa T-Systems México en 2007 alcanzó el nivel 2 de CMMI, eso significa que implementa los 13 procesos mencionados y por consiguiente sus proyectos son gestionados y controlados. La empresa “Grupo más medios” tiene 2 certificaciones ISO, pero no cuenta con alguna certificación CMMI o MoProSoft. ID SOLUTIONS es una empresa joven que cuenta con algunas certificaciones en los productos que ofrece pero no se encontró ninguna certificación relacionada a la mejora de procesos de desarrollo de software. REDESING cuenta con certificaciones relacionados a cableado estructurado, sin embargo, no con certificación de los procesos que la empresa realiza. Inovaweb es una empresa pequeña con 5 años de experiencia en su ramo que no cuenta con certificaciones CMMI o MoProSoft. Finalmente, la empresa BTOB Consultores SA de CV reúne certificaciones como SAP, Baan y QAD, se espera que dicha empresa sea certificada con MoProSoft debido a que se ha iniciado en esta búsqueda.

6.4 Áreas de proceso clave para una empresa que usa MoProSoft

El modelo MoProSoft consta de procesos definidos; a diferencia de CMMI, no es un modelo de mejores prácticas. Los procesos están organizados de acuerdo a los 3

niveles básicos de la estructura de una organización: alta dirección, gestión y operación. La alta dirección es donde se determina el rumbo de la empresa, las estrategias y las formas de realizar los objetivos. El proceso que se realiza en esta categoría es la gestión de negocio. En la categoría de gestión se hace hincapié en la administración de los recursos, procesos y proyectos, por tanto, los procesos que se deben realizar en esta categoría son: 1) gestión de procesos, 2) gestión de proyectos y 3) gestión de recursos. Finalmente, en la categoría de operación se realizan todas las actividades de desarrollo del proyecto. Los procesos involucrados en esta categoría son: 1) administración de proyectos específicos y 2) desarrollo y mantenimiento de software. Como se puede observar, el modelo MoProSoft requiere de menos procesos que CMMI, aunque eso no cambia el alto desempeño dentro de la empresa, además requiere de menos personal y un bajo costo, CMMI es más burocrático.

Cada proceso del modelo MoProSoft es evaluado para determinar el nivel de madurez de la organización. El proceso con el nivel más bajo será el que determine el nivel de la empresa. Los niveles de madurez de MoProSoft son 5: realizado, administrado, establecido, predecible y optimizado. Si una empresa está trabajando con el modelo MoProSoft, los procesos ya mencionados para este modelo son los que debería tener implementados. Para avanzar en uno de los procesos MoProSoft, se debe cumplir con los requisitos de los procesos anteriores y con los del nuevo proceso a emplear. Aunque en la Ciudad de Puebla no hay una empresa certificada con MoProSoft, se espera que un futuro se logre dicha certificación.

6.5 Procesos de CMMI que cubre MoProSoft

En las secciones 6.3 y 6.4 se mencionaron las áreas de procesos que una empresa debe estar realizando si utiliza un determinado modelo. El modelo MoProSoft está basado en el modelo CMMI, por tal motivo, la Tabla 6.4 muestra las áreas de procesos que coinciden en ambos modelos:

Tabla 6.4 Coincidencia de las áreas de procesos entre CMMI y MoProSoft

| Procesos de MoProSoft | Procesos de CMMI | Nivel CMMI | Función |
|---|---|----------------------------|---|
| Gestión de negocio | Gestión de requisitos Planificación de proyectos Medición y análisis | 1 1 1 | Establecer los requisitos y objetivos de acuerdo a las necesidades de los clientes así como la evaluación de los resultados. |
| Gestión de procesos | Definición de procesos Procesos orientados a la organización Rendimiento de los procesos de la organización | 3 3 4 | Definir, planear e implantar los procesos en la empresa y medir su rendimiento. |
| Gestión de proyectos | Planificación de proyecto Monitorización y control de proyecto Gestión integral del proyecto Gestión cuantitativa del proyecto Validación Verificación | 2 2 3 4 3 3 | Asegurar que los proyectos cumplan con los objetivos y estrategias de la organización. |
| Gestión de recursos | Gestión y acuerdo con proveedores Entorno organizativo para integración Gestión integral de proveedores Gestión de equipos | 2 3 3 3 | Otorgar a la organización recursos humanos, infraestructura, ambiente de trabajo, proveedores y una base de conocimiento que contenga información y productos generados por la organización para apoyar el cumplimiento de los objetivos. |
| Administración de proyectos específicos | Innovación y desarrollo | 5 | Llevar a cabo actividades innovadoras que permitan cumplir con los objetivos del proyecto. |
| Desarrollo y mantenimiento de software | Desarrollo de requisitos Formación Solución técnica Análisis y resolución de problemas | 3 3 3 5 | Lograr que los productos de software de salida sean consistentes con los requerimientos de entrada cumpliendo con lo especificado. |

Lo que se puede notar en la Tabla 6.4 es que cada proceso MoProSoft involucra varios procesos de CMMI, es decir, hay procesos de CMMI que se encuentran implícitos en cada proceso de MoProSoft y a su vez cumpliendo con los mismos objetivos.

6.6 Factores que afectan la mejora de procesos

Una vez realizada la Tabla 6.4 sobre los procesos que coinciden entre los modelos, se mencionan los factores que pueden afectar la efectividad de cada uno de los procesos relacionados.

- *Falta de capacitación.* Antes de comenzar con la implantación de un modelo, es importante recibir capacitación. La capacitación ayuda a la empresa a tener un claro entendimiento del objetivo de cada proceso, así como la incorporación de las herramientas que faciliten su ejecución.
- *Falta de comunicación entre el personal.* La comunicación permitirá que las metas de los procesos se correspondan entre sí. El intercambio de información respecto a los avances de cada proceso entre el personal evitará incongruencias.
- *Irresponsabilidad del personal.* Se presenta cuando no se realizan todas las actividades establecidas por la organización para cada proceso. Si desde el momento de la implantación de algún modelo de software (CMMI o MoProSoft), cada miembro de la organización se involucra en el proceso de mejora, se logrará que cada persona se sienta responsable del cambio que se ha efectuado.
- *Procesos abandonados.* Para el buen funcionamiento y cumplimiento de los procesos es necesario asignar responsables para su correcta definición así como para su implantación y evaluación.
- *Trabajo en equipo nulo.* Es importante la participación de equipos de trabajo durante la validación de ajustes en los procesos debido a que las aportaciones retroalimentarán los avances y esto evitará dificultades en la realización de los proyectos.

- *No tener una base de conocimiento.* Una base de conocimiento es un archivo que concentra toda la información relacionada con las actividades de cada proceso. Contar con una base de conocimiento para cada proceso ayuda a buscar soluciones de problemas ya resueltos.

Capítulo 7. Resultados

De acuerdo con la Secretaría de Economía hasta el 2007, en México existían 27 empresas certificadas con el modelo CMMI y sólo 7 empresas certificadas con MoProSoft. En Puebla, la industria del software está representada por empresas pequeñas de desarrollo que no están preparadas para competir en el mercado internacional. Recuerde que en la sección 6.3 se mencionó que fue precisamente en el 2007 cuando la empresa T-Systems se certificó con CMMI nivel 2, siendo la única empresa certificada en Puebla.

Para las empresas de la Ciudad de Puebla (mencionadas en la sección 6.3) que no han certificado sus procesos de desarrollo de software con CMMI o MoProSoft, sería interesante saber cuáles son los factores a considerar para poder certificarse con alguno de los 2 modelos. Esta investigación propone los siguientes:

- *Objetivo de la empresa.* Para la mayoría de las empresas, el objetivo principal es mejorar la calidad de los productos que desarrollan. La implementación de MoProSoft para la mejora de los procesos genera la documentación necesaria que sirve como base para realizar una implantación de CMMI. Si la empresa pretende alcanzar una certificación con CMMI, lo más recomendable es iniciar con la certificación MoProSoft porque ahorraría tiempo para alcanzar la certificación. Si una empresa tiene como objetivo exportar sus productos o servicios y sólo cuenta con la certificación de MoProSoft, difícilmente logrará ocupar un lugar importante en el mercado internacional, debido a que este modelo sólo es reconocido a nivel nacional. Por ello, para la rápida aceptación de sus productos en otros países, sería importante contar la certificación CMMI.
- *Tamaño de la empresa.* La diferencia principal es que los procesos MoProSoft están resumidos y orientados a pequeñas y medianas empresas, en tanto, CMMI cuenta con más procesos y mayormente estructurados porque está enfocado a grandes empresas, esto ayuda a no perder ningún detalle del desarrollo de sus productos de software. La implementación de CMMI no es una tarea sencilla, pero es posible que funcione en las Pymes si se hace una buena interpretación y aplicación del modelo,

considerando que el tiempo para lograr la certificación será mayor que el tiempo para implementar MoproSoft. En general, esto significa que el tamaño de la empresa es un factor que determina el modelo a utilizar.

- *Presupuesto de la empresa.* La implantación de alguno de los dos modelos no depende del dinero que la empresa tenga disponible, es decir, existe material (libros y documentos) con toda la información de los procesos que se deben realizar dentro de la organización para uno u otro modelo. Lo importante en este factor, es que la empresa debe contar con dinero disponible para adquirir una certificación. La certificación es importante para persuadir al usuario de que la empresa ofrece productos o servicios de excelente calidad, aunque esto no significa que una empresa que no esté certificada no pueda brindar calidad en los productos o servicios que ofrece. El costo para la certificación de CMMI es alto debido a que es un modelo internacional que utiliza herramientas proporcionadas por Microsoft, lo que lo hace más comercial. Éste es un problema para las Pymes, por lo que el modelo MoProSoft es una mejor opción debido a que el costo de implantación para este tipo de empresas es accesible. Para saber si una empresa puede solventar los gastos de certificación de un modelo u otro, debe considerar las ganancias que genera. Para una empresa que obtiene grandes utilidades, no le será difícil encaminarse por CMMI, ya que tendrá los recursos económicos para hacerlo, pero si la empresa es una Pyme, probablemente las ganancias no serían suficientes para pagar una certificación CMMI. Por ello, para la mejora de procesos de las Pymes se recomienda la adopción del modelo mexicano MoProSoft.
- *Personal involucrado.* En ambos modelos, es importante la participación del personal en la nueva forma de trabajo. Cuando en las organizaciones no se tiene algún modelo establecido que permita gestionar los procesos, el personal está acostumbrado a su propia forma de trabajo y le es difícil adaptarse a los cambios. En este caso, ambos modelos son flexibles porque especifican qué se debe hacer pero no cómo realizarlo, esto podría ser una ventaja porque las empresas aplicarían las actividades sobre los procesos de acuerdo a sus objetivos, aun después de haber recibido capacitación previamente a la implantación de cada modelo. Sin embargo, el cómo realizar los procesos involucra todas las actividades que se deben realizar para lograr sus objetivos que son establecidos por la propia empresa. Es en esta parte

en donde el personal necesita involucrarse para trabajar de forma congruente. MoProSoft es un modelo planteado para empresas que no tienen procesos establecidos ni documentados y puedan usar como referencia los de MoProSoft. Si la empresa ya tiene procesos, para certificarse con MoProSoft debe hacer un mapeo de sus procesos con los propuestos en el modelo. Esto significa que la empresa podría agregar o quitar procesos para tratar de adaptarse a cambios, aunque algunos procesos están tan marcados que pudieran representar resistencia a los cambios por parte del personal.

- *Nivel educativo de los desarrolladores de software.* Los avances tecnológicos, las especializaciones y los nuevos roles de los profesionales, hacen que en el mundo de desarrollo de software sea importante la calificación del grupo de trabajo. Para cualquiera de los dos modelos, es importante contar con personal competente, con un alto nivel de estudios, personal que esté al día de los cambios tecnológicos para que pueda aplicarlos según los objetivos de la empresa.
- *Tecnología.* Uno de los problemas que las organizaciones pueden enfrentar al momento de emprender sus programas de mejora de procesos es la falta de herramientas e infraestructura. Cada modelo tiene sus propias herramientas. CMMI utiliza CMM-QUEST, IME toolkit y Appraisal wizard. CMM-QUEST realiza la evaluación de los objetivos mediante la asignación de valores, es la herramienta más recomendada porque el usuario no tiene que ser un experto para utilizarla. Una de las características principales de esta herramienta es que brinda una interfaz amigable (sencilla) y ayuda en línea. CMM-QUEST cubre todo el modelo, cuando se tiene acceso al programa, aparecen todos los procesos. Esta herramienta permite seleccionar cada proceso (o tarea) para mostrar las prácticas a desarrollar, también se puede ir marcando el grado de cumplimiento de cada una. IME toolkit es una herramienta que requiere asignar valores numéricos a las prácticas para generar una puntuación (score). No es muy recomendable debido a que se necesita un experto que conozca la herramienta porque su interfaz no es muy amigable (medianamente fácil) y no posee guías de asistencia para la evaluación (ayuda en línea). La herramienta “Appraisal wizard” no es recomendable porque requiere amplios conocimientos del modelo por parte del usuario, su interfaz no es amigable y a diferencia de las herramientas antes mencionadas, no genera valores para la

evaluación de las prácticas o actividades, sino que el usuario tiene que registrar uno por uno dichos valores.

Las herramientas utilizadas por MoProSoft son: herramienta integral para MoProSoft (HIM) [Cárdenas 2007], FTIMoN, KUALI y manejador de documentos MoProSoft (MDM) [Valenzuela et. al. 2006]. HIM es un sistema web diseñado para apoyar a las empresas en la adopción y seguimiento del MoProSoft. HIM es una herramienta que utiliza el lenguaje Resource Description Framework (RDF) para generar la base de conocimiento que modela MoProSoft. En la herramienta, RDF se implementa con la sintaxis de XML. FTIMoN permite coordinar los diagramas de actividades definidos por MoProSoft. KUALI es una herramienta que maneja los defectos, riesgos, requerimientos y tareas, cuenta con la definición de catálogos, roles, usuarios, módulos y compañías. MDM es una herramienta que permite a los usuarios utilizar plantillas para documentar los procesos de gestión de negocio y procesos, así como la administración de proyectos específicos. Observe que las herramientas MoProSoft están planteadas para algún proceso, no involucran a todos, esto significa que si se desea implementar MoProSoft en una empresa, es necesario hacer uso todas las herramientas para el buen funcionamiento del modelo. Una vez que la empresa se decida por el modelo que más se adecue a sus objetivos, se deben adoptar las herramientas e infraestructura que satisfagan los requisitos de adquisición de los procesos y proyectos.

- *Cambio cultural.* Como se mencionó en la descripción del factor personal involucrado, la implantación de un modelo de software significa un cambio en la forma de trabajar durante el desarrollo y mantenimiento del software. Ante todo es un cambio cultural que debe vencer las resistencias de la organización. Es importante obtener resultados a corto plazo, pero la organización también debería entender que las mejoras significativas no siempre son rápidas.
- *Apoyo total de los directivos.* Es importante que la dirección de la empresa esté convencida de los beneficios que se obtendrán al utilizar uno u otro modelo. Si la implantación de alguno de estos modelos prevalece como un proyecto de negocio para la mejora continua, será difícil la implantación porque cada modelo requiere de

un esfuerzo inicial de recursos como personal con iniciativa y motivación para el cambio fuerte de cultura e inversión. Por tal motivo, los resultados se ven con el tiempo y la dirección debe estar dispuesta a esperar y a ofrecer el apoyo necesario para que el proyecto de implantación no sea abandonado en el camino. Se ha reportado que la implantación de los modelos de CMMI requiere de 18 a 24 meses [Velázquez 2008] y la de MoProSoft 6 meses, aproximadamente [González 2006].

- *Monitoreo.* Se debe contemplar que resulta difícil asegurar y probar que un sistema de software cumple con los objetivos y estrategias de la organización. El factor de monitoreo hace referencia al progreso del proyecto, en el cual se toman acciones correctivas a cualquier problema que pueda surgir. El monitoreo en CMMI toma más tiempo que en MoProSoft debido a que revisa periódicamente el progreso del proyecto y su rendimiento. MoProSoft realiza la gestión de los proyectos específicos y los ponen en marcha sin contemplar revisiones periódicas. Si el proyecto es extenso, va requerir de mayor monitoreo, por lo que sería recomendable utilizar CMMI. Por el contrario, si el proyecto está definido, es pequeño y no requiere de revisiones periódicas, entonces MoProSoft cubriría el objetivo de la empresa.

- *Base de conocimiento.* CMMI genera una base de conocimiento con la descripción de la ejecución de los procesos y proyectos, ésta es muy importante para la organización. La base de conocimiento incluye procesos, planes, ejemplos, métricas, estimaciones, lecciones aprendidas, capacitaciones e historia; tiene el propósito de reutilizar estos elementos. El tiempo de incorporación de una persona en la organización es menor si tiene acceso a esta base. MoProSoft utiliza el editor Resource Description Framework (RDF) para generar una base de conocimientos que resguarde todos los documentos y productos generados.

En la medida que los factores antes mencionados sean contemplados por la organización al momento de implementar algún modelo de mejora de procesos, se podrán alcanzar mayores niveles de capacidad para apoyar la adopción de las prácticas de gestión e ingeniería de software. El impacto de cada factor (su grado de relevancia) dependerá de las posibilidades de la organización, por ejemplo, si sólo se concentra parcialmente la información en la base de conocimiento, el aprovechamiento de ésta también será parcial.

Se ha observado además que en su mayoría, los factores corresponden a aspectos sociales (personas), aspectos relacionados con la tecnología (herramientas e infraestructura) y aspectos de procesos (procedimientos y estándares), por lo que las empresas deben poner mayor énfasis en éstos ante la posible adopción de CMMI o MoProSoft. En este documento se anexan direcciones de páginas web en donde encontrará archivos y artículos que las empresas podrían consultar para ampliar la descripción de cada modelo:

- CMMI

<http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/06tr008.cfm>

<http://www.iteraprocess.com/>

<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>

- Herramientas CMMI

<http://www.scribd.com/doc/5012621/CMMI>

http://www.processconsulting.net/recursos/Herramientas_implement_CMMI.pdf

- Cursos CMMI

<http://www.milestone.com.mx/CursoAdmProysCMMI.htm>

<http://it->

institute.org/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=5&Itemid=34

- MoProSoft

http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/COMUNIDAD_MOPROSOFTADM/Documentos/V_1.3.2_MoProSoft_English.pdf

http://medardo.diinoweb.com/files/Competisof/Moprosoft/V1.3_MoProSoft.pdf

http://www.kernel.com.mx/documentos/cmmi_moprosoft.pdf

<http://www.softwareguru.com.mx>

Oktaba, Hanna, y coautores, Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft, versión 1.3 (agosto 2005).. .

- Herramientas MoProSoft

<http://team.intellekt.ws/media/p/13163.aspx>

<http://cbi.izt.uam.mx/foroacademico/2005/CARTELES%2012DIC/UAMISOFT.pdf>

http://www.google.com.mx/search?hl=es&rlz=1R2PCTC_esMX337&q=herramientas+moprosoft&start=10&sa=N

http://yaqui.mx1.uabc.mx/~publicaciones/art2006/Flores_Olguin_2006.pdf

Capítulo 8. Conclusiones

Después de la investigación de los modelos CMMI y MoProSoft, se concluye en primera instancia que dichos modelos apoyan a las empresas en la mejora y certificación de sus procesos de desarrollo y mantenimiento de software. Para obtener una certificación internacional, se podría empezar por obtener una local (MoProSoft), ya que las empresas mexicanas a las que está enfocado primero deben ser competitivas para tener éxito y sobrevivir a su entorno. Además, la documentación proporcionada por MoProSoft apoya la implementación de CMMI. CMMI se enfoca en empresas grandes, sin embargo, MoProSoft las ayudaría de manera que teniéndolo como referencia les sea más fácil completar las actividades faltantes y acercarse a su objetivo final. Como resultado de esta investigación, se propusieron algunos factores que las empresas podrían tomar como base (o recomendación) antes de comenzar a invertir en la implementación de algún modelo para mejorar sus procesos. Se consideraron 10 factores que surgieron de los objetivos, beneficios, herramientas y recursos de cada modelo. Estos factores son: 1) objetivo de la empresa, 2) tamaño de la empresa, 3) presupuesto de la empresa, 4) personal involucrado, 5) nivel educativo de los desarrolladores de software, 6) tecnología, 7) cambio cultural, 8) apoyo total de los directivos, 9) monitoreo y 10) base de conocimiento. Estos factores podrían apoyar a las empresas a decidir entre la implementación de los modelos.

CMMI es un modelo que puede ser adaptado por cualquier empresa que quiera mejorar sus procesos, sin embargo, este proyecto se enfocó su aplicación en empresas desarrolladoras de software. Por ello se pudo comparar con el modelo MoProSoft.

Como trabajo a futuro, se pretende poner en práctica las recomendaciones propuestas en este proyecto para lograr que alguna empresa poblana de desarrollo de software tipo Pyme se certifique con MoProSoft.

Referencias

[Armas et. al. 2007] Armas A.R., Chamorro G.A., Montes B.M., Gutiérrez de M.J.A., 2007, Desde ISO9001 hacia CMMI, pasos para la mejora de los procesos y métricas, vol. 4 n° 1, pag.25, ISSN: 1698-2029.

[Avantare 2009] Avantare, Copyright 2009, Transformamos la calidad en ti, disponible en: <http://www.avantare.com/portal/hgxpp001.aspx?134,1,11,O,S,0,MNU;E;1;5;MNU;> Fecha de acceso: miércoles 3 de agosto de 2009.

[Caballero 2007] Caballero R.E.H., 2007, Mejora de la calidad del software en el entorno de microempresas de TI, Doctorado en la calidad del software en las microempresas, Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid.

[Cabo y Moralejo 2008] Cabo M.J., Moralejo O.R., 2008. Desarrollo de instrumentos de evaluación educativa para tecnologías específicas desde la perspectiva de ciencia - tecnología y sociedad, vol.3, ISSN 1668-7523.

[Carnegie Mellon University 2009] Carnegie Mellon University, Copyright 2009. CMMI, Instituto de Ingeniería de Software (SEI) disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>. Fecha de acceso: miércoles 3 de agosto de 2009.

[Cárdenas 2006] Cárdenas V.E., 2006, Herramienta de guía y supervisión para el uso automatizado del modelo de procesos MoProSoft, Posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación, Universidad Autónoma de México, México D.F.

[Cerrada 2000] Cerrada S. J. A., 2000, Introducción a la ingeniería de software. Publicado por Editorial Ramón Areces, ISBN 8480044179, 9788480044172, pág.352.

[Cervantes 2008] Cervantes N.I., 2008, Moprosoft, modelo de calidad mexicano para mexicanos, publicado por Protimm, disponible en: http://itcleader.com/index.php?option=com_content&task=view&id=214&Itemid=69

[Cueva 1999] Cueva L.J.M., 1999, Calidad del software, Conferencia de grupo GIDIS de la Universidad Nacional de la Pampa en la Universidad de Oviedo España.

[Cuevas 2003] Cuevas A.G., 2003, Gestión del proceso software, Publicado por Centro de Estudios Ramón Areces, ISBN 8480045469, pág. 472.

[Garza Treviño 1999] Garza T. J.G., 1999, “Administración Contemporánea”, Mc. Graw Hill, 2da Edición. México.

[Gómez 2007] Gómez G. P., 2007, MoProSoft: Un Camino Hacia el Éxito Mundial en el Desarrollo del Software Mexicano, artículo disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos5/filoinf/filoinf5.shtml>

[Guadarrama y Hernández 2005] Guadarrama A.V.H., Hernández D.C., 2005, Capacidad de absorción en un sistema sectorial-regional de innovación. El caso del software en México. Doctorado en Ciencias Sociales. Área de Desarrollo Tecnológico. División de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco. México.

[González 2006] González N.C., 2006, MoProSoft 16 veces, lecciones aprendidas, conferencia y exposición, Grupo de Tecnología Kernel, publicado por Software Guru, pag. 41

[Itera 2009] Itera, Copyright 2009, Itera (procesos de negocios), disponible en: http://www.iteraprocess.com/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=52, Fecha de acceso: miércoles 3 de agosto de 2009.

[Jiménez 2008] Jiménez M. K. A., 2008, La calidad de los productos de Software en México con la norma NMX-I-059/02-NYCE-2005(MoProSoft), Universidad Veracruzana, Tesis de Maestría en gestión de la calidad.

[Juran 1990] Juran J. M., Medina J. N., Gozalbes B. M., 1990, Juran y la planificación para la calidad, Publicado por Ediciones Díaz de Santos, ISBN 8487189377, 9788487189371, pág.299.

[Llamosa 2007] Llamosa V.R., 2007, ¿Qué es un proceso?, Boletín de la [Red de Mejora de Procesos Software y de Sistemas de Colombia Software & Systems Process Improvement Net of Colombia, revista electrónica, vol.1 n° 1, disponible en [www](#).

[Lea 2007] Lea A.M., 2007, CMMI y BSC. Un enfoque práctico orientado a la consistencia, GMV Grupo empresarial multinacional, pag.60

[Lozano 1998] Lozano C. L., Ene 1998, ¿Qué es la calidad total?, *Rev Med Hered*, vol.9, n°.1, pag.28-34. ISSN 1018-130X

[Meles 2006] Meles J., 2006, Calidad de software con CMMI, documento realizado en PDF.

[Mochi 2006] Mochi A. P. O., 2006, La industrias del software en México en el contexto internacional y latinoamericano. ISBN 970-32-3095-4, pág. 261.

[Oktaba et. al. 2003] Oktaba H., Alquicira E. C., Su Ramos A., Martínez M.A., Quintanilla O.G., Ruvalcaba L.M., López L. H. F., Rivera L.M.E., Orozco M.M.J., Fernández O.Y., Flores L.M.A., 2003, Modelo de procesos para la industria del software MoProSoft, versión 1.1.

[Oktaba et. al. 2005] Oktaba H., Alquicira E.C., Su R.A., Martínez M.A., Quintanilla O.G., Ruvalcaba R.M., López L.H.F., Ribera L.M.E., Orozco M.M.J., Fernandez O.Y., Flores L.M.A., 2005, Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft, Secretaria de economía-México versión 1.3.

[Oktaba 2006] Oktaba H., Abril 2006, Industria del Software, modelos de procesos, MoProSoft, publicado por: All rights reserved Ministry of Economy MEXICO, versión 1.3.2.

[Peralta et. al. 2002] Peralta M.; Diez. E.; Britos P. y García M. R., 2002, Evaluación asistida de CMMI-SW, Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento (CAPIS), Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires

[Piattini et. al. 2006] Piattini V., Mario G.; García Rubio, Félix O.; Caballero Muñoz-Reja, 2006, Calidad de los sistemas informáticos, Ismael (Ra-Ma, Librería y Editorial Microinformática), ISBN: 8478977341. ISBN-13: 9788478977345, pag. 416,

[Quiñones 2009] Quiñones A.E., Modelos de calidad de software y software libre, APESOL (Asociación Peruana de software libre), IRC irc.freenode.net #apesol, disponible en: http://www.eqsoft.Net/presentas/modelos_de_calidad_y_software_libre.pdf

[Ribera 2004] Ribera M.G., 2004, Mapeo de CMMI con MoProSoft, México, pág. 54

[Rojas 2007] Rojas R.M., 2007, Desarrollo de software, una opción real para incentivar la economía poblana, artículo publicado por el Universal, 08:52 a.m.

[SEI, 2006] Instituto de Ingeniería de Software (SEI), Agosto 2006, CMMI para el desarrollo (“CMMI for Development”), Mejorar los procesos para mejorar los productos (“Improving processes for better products”), versión 1.2, NSN 7540-01-280-5500.

[Suárez 2009] Suárez Z.L.A., 2009, “Proval – desarrollo de una metodología para la autoevaluación del proceso software en las pequeñas y medianas empresas” Tesis para obtener el título de Ingeniero en Computación, Universidad Tecnológica de la Mixteca,

[Stoner F.G. 1996] Stoner F.G., 1996, “Administración”. Prentice Hall, 6ta Edición. México.

[Torres 2009] Torres R.M., Copyright 2009, MoProSoft. Modelo de procesos para la industria de software, Facultad de Ciencias de la UNAM. Fecha de acceso: Jueves, 25 de Junio de 2009 09:48:14 a.m. Disponible en: <http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/>.

[Universidad de Carnegie Mellon 2009] Universidad de Carnegie Mellon, Copyright 2009, Software Engineering Institute, CMMI, Jueves, 25 de Junio de 2009, Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/contact.html>.

[Valenzuela et. al. 2006] Valenzuela R.L., Flores R.B.L., Olgúin E.J.M., 2006, Arquitectura para la coordinación de flujos de trabajo de MoProSoft por niveles de capacidad de procesos, congreso internacional de las ciencias computacionales (CICOM).

[Velázquez 2008] Velázquez S.B., 2008, Iniciativa Nacional TSP/PSP, publicada por la revista Software Gurú.

[Villa 2004] Villa M., Ruiz M., Ramos I., 2004, Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo, vol.4.