

## Análisis comparativo de modelos de calidad orientado al desarrollo de software en pymes

Marianela Llaneza<sup>1</sup>, Gladys Dapozo<sup>1</sup>, Cristina Greiner<sup>1</sup>; Marcelo Estayno<sup>2</sup>

(1)Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura  
Universidad Nacional del Nordeste

mary\_llaneza@hotmail.com, {gndapozo,cgreiner}@exa.unne.edu.ar;

(2)Departamento de Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Lomas de Zamora  
mestayno@gmail.com

### Resumen

Las pymes de software actualmente constituyen un sector muy importante en el crecimiento informático del país, pero por su organización y tamaño tienen dificultades para acceder a certificaciones de calidad. Para contribuir a mejorar esta problemática, se propone estudiar los modelos de calidad CMMI y COMPETISOFT para proponer una guía de buenas prácticas que orienten el proceso de desarrollo en pymes locales con el objetivo de consolidar criterios de calidad con vistas a futuros mecanismos de certificación.

**Palabras clave:** Calidad de software, Buenas Prácticas, Pymes de software.

### Contexto

La línea de I/D presentada en este trabajo forma parte del proyecto F007-2009: "Modelos y métricas para la evaluación de la calidad de software", acreditado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). El objetivo fundamental del proyecto es contribuir a la mejora en la calidad de los productos software mediante modelos y métricas aplicados al producto y al proceso de creación, diseño, desarrollo y mantenimiento de software, como medio para aumentar la competitividad de las pymes de la región NEA en el contexto de la industria del software.

### Introducción

A lo largo del tiempo han surgido diferentes modelos para evaluar la calidad del software, que intentan descomponer la calidad en una categoría de características más sencillas. El objetivo de estos modelos consiste en mejorar los procesos de desarrollo de modo que los proyectos sean más predecibles en tiempo y costo. Se busca además la reducción de los riesgos en el proceso de desarrollo dado que este afecta directamente al ahorro del costo. En la actualidad, existe una diversidad de modelos, enfocados en diferentes realidades y contextos. Las principales organizaciones que lideran los estándares más difundidos son: la Organización de Normalización

Internacional (ISO) y el Instituto de Ingeniería de Software (SEI), definiendo normas asociadas a los modelos desarrollados.

Por otra parte, las pequeñas y medianas empresas de software, cumplen un papel fundamental en el sector informático del país. Las mismas buscan progresar, y para eso, ven como opción transitar el camino hacia una certificación con la convicción de que la mejora de sus procesos y metodologías de trabajo son un camino más directo y seguro hacia el éxito comercial futuro.

### Calidad de Software

Pressman define la calidad del software como "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" [1].

Al definir el concepto de calidad del software se debe diferenciar entre la calidad del Producto de software y la calidad del Proceso de desarrollo del mismo.

En este trabajo, se hará hincapié en la calidad del proceso, en particular, las cuestiones referida a la mejora de procesos.

### Modelos de Calidad

Un modelo de calidad es un conjunto de buenas prácticas vinculadas a los procesos de gestión y desarrollo de proyectos. Este modelo supone una planificación para alcanzar un impacto estratégico, cumpliendo con los objetivos fijados en lo referente a la calidad del producto o servicio.

La aplicación de modelos de calidad favorece a la mejora continua, establece procesos estándares con insumos y resultados medibles, reduce costos y promueve la eficiencia. Las empresas se ven beneficiadas al poder ofrecer a sus clientes productos de mayor calidad y seguridad cumplidos en los tiempos previstos [2].

Es importante resaltar que en un programa de mejora se involucran diferentes tipos de modelos entre los que se encuentran:

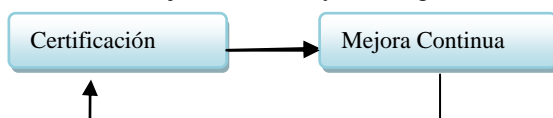
- El modelo que gestiona y conduce la mejora (Modelo de procesos): Describe la

infraestructura, actividades, ciclo de vida y consideraciones prácticas para guiar la mejora de procesos software en una organización.

- El método de evaluación de procesos (Modelo de evaluación): Especifica la ejecución de la evaluación formal para producir un resultado cuantitativo que caracterice el estado de la capacidad del proceso o la madurez de la organización.
- El modelo de referencia de procesos a seguir (Modelo de mejora): Describe qué actividades son reconocidas como las mejores prácticas que una organización debe implementar para la producción de software.

### Importancia de la certificación

Según el IRAM, la certificación es la demostración objetiva de conformidad con normas de calidad, seguridad, eficiencia, desempeño, gestión de las organizaciones y buenas prácticas de manufactura y comerciales. La certificación contribuye al desarrollo tecnológico de las organizaciones, genera un mejor posicionamiento, facilita la apertura de nuevos mercados [3]. Es la puerta de entrada a la Mejora Continua y la Competitividad.



Las certificaciones en los últimos años se han centrado en la aplicación de dos normas internacionales: el Modelo CMMI (*Capability Maturity Model Integration for Development-CMMI-DEV*), y la Norma Internacional ISO 9001. Si bien ha aumentado notablemente la cantidad de empresas certificadas con la Norma ISO 9001 y el Modelo CMMI, las mismas presentan diversas dificultades en su implementación. En cuanto a las Norma ISO 9001, certifica el Sistema de Gestión de la Calidad en una organización y puede ser aplicada en cualquier empresa tanto manufacturera como de servicios, en tanto que la Norma ISO 90003 de Gestión de la Calidad y aseguramiento de la Calidad, define las directrices para la aplicación de la norma ISO/IEC 9001 para el desarrollo, suministro, instalación y mantenimiento del software [4], [5].

En relación al Modelo CMMI su adopción conlleva costos muy elevados y resulta difícil de implementar por parte de las pymes del sector, debido a su organización y tamaño. Como consecuencia, las empresas tienden a elegir el uso de otro modelo de mejora, o en el peor caso, ninguno [6].

Existen distintas iniciativas que promueven modelos de calidad orientados a las pymes que pretenden abordar la mejora de procesos.

Además del modelo CMMI y la norma ISO 9001, podemos mencionar MOPROSOFT basado en ISO

12207, y el método de evaluación de procesos para la industria de software (EvalProSoft), basado en ISO 15504.

Para Iberoamérica, se ha desarrollado el proyecto COMPETISOFT, basado en ISO 12207, ISO 15504, CMMI, MANTEMA, Métrica V3, Agile SPI, y principalmente en MoProsoft y EvalProsoft.

### Organizaciones que avalan las certificaciones

El Modelo CMMI está avalado por el SEI (*Software Engineering Institute*) y la Carnegie Mellon University.

El SEI es quien habilita oficialmente a una persona para funcionar como “*Lead Appraiser*” o evaluador. El *Lead Appraiser* junto con un Team entrenado especialmente (que generalmente incluye a recursos de la propia compañía) es quien hace la evaluación, y para la misma, se utiliza el método SCAMPI.

En el caso de las Normas ISO, conforma una red de organizaciones nacionales de normalización de 156 países (siendo miembro uno por cada país); y desde su sede central se coordina todo el sistema.

En Argentina se cuenta con el instituto IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación), donde se participa activamente en 75 comités [4].

A continuación, se realizará una descripción de los estándares a estudiar en el presente trabajo:

### CMMI

CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) es un modelo de madurez de mejora de los procesos para el desarrollo de productos y de servicios. Abarca un conjunto de las mejores prácticas que tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto, desde la concepción a la entrega y el mantenimiento.

El propósito de CMMI para desarrollo es ayudar a las organizaciones a mejorar sus procesos de desarrollo y de mantenimiento, tanto para los productos como para los servicios.

Para dar soporte a aquellos que utilizan la representación por etapas, todos los modelos CMMI reflejan niveles de madurez en su diseño y contexto. Un nivel de madurez consta de prácticas relacionadas específicas y genéricas para un conjunto predefinido de áreas de proceso que mejoran el rendimiento global de la organización. El nivel de madurez de una organización proporciona un camino para predecir el rendimiento en una disciplina dada o en un conjunto de disciplinas.

La experiencia ha mostrado que las organizaciones toman la mejor decisión cuando centran sus esfuerzos de mejora de procesos en un número controlable de áreas de proceso a la vez y que

dichas áreas requieren aumentar su complejidad cuando la organización mejora.

Un nivel de madurez es una meseta evolutiva definida para la mejora de procesos de la organización. Cada nivel de madurez madura un subconjunto importante de procesos de la organización, preparándola para pasar al siguiente nivel de madurez. Los niveles de madurez se miden mediante el logro de metas específicas y genéricas asociadas a cada conjunto predefinido de áreas de proceso.

Un “área de proceso” es un conjunto de mejores prácticas relacionadas a un área, que cuando se implementan colectivamente satisfacen un conjunto de objetivos considerados importantes para lograr una mejora significativa en esa área.

Existen cinco niveles de madurez, siendo cada uno de ellos una capa en la cimentación de la mejora de procesos en curso, denominados por los números 1 a 5.

- Inicial.
- Gestionado.
- Definido.
- Gestionado cuantitativamente.
- En optimización.

Los niveles de madurez 2 a 5 utilizan los mismos términos que los niveles de capacidad 2 a 5. Esto se ha hecho de forma intencionada porque los conceptos de los niveles de madurez y niveles de capacidad son complementarios. Los niveles de madurez se utilizan para caracterizar la mejora de la organización relativa a un conjunto de áreas de proceso, y los niveles de capacidad caracterizan la mejora de la organización relativa a un área de proceso individual.

#### *Nivel de madurez 1: Inicial*

La organización generalmente no proporciona un entorno estable para dar soporte a los procesos. El éxito en estas organizaciones depende de la competencia del personal de la organización y no del uso de procesos probados. A pesar de este caos, las organizaciones de nivel de madurez 1 a menudo producen productos y servicios que funcionan; sin embargo, frecuentemente exceden sus presupuestos y no cumplen sus calendarios.

#### *Nivel de madurez 2: Gestionado*

En el nivel de madurez 2, los proyectos de la organización han asegurado que los procesos se planifican y realizan de acuerdo a políticas; los proyectos emplean personal con habilidad que dispone de recursos adecuados para producir resultados controlados; involucran a las partes interesadas relevantes; se monitorizan, controlan y revisan; y se evalúan en cuanto a su adherencia a sus descripciones de proceso. Énfasis en el proceso.

#### *Nivel de madurez 3: Definido*

En el nivel de madurez 3, los procesos son bien caracterizados y comprendidos, y se describen en estándares, procedimientos, herramientas y métodos. El conjunto de procesos estándar de la organización, que es la base del nivel de madurez 3, se establece y mejora a lo largo del tiempo. Énfasis en la estandarización de los procesos.

#### *Nivel de madurez 4: Gestionado cuantitativamente*

En el nivel de madurez 4, la organización y los proyectos establecen objetivos cuantitativos en cuanto al rendimiento de calidad y del proceso, y los utilizan como criterios en la gestión de los procesos. Los objetivos cuantitativos se basan en las necesidades del cliente, usuarios finales, organización e implementadores del proceso. El rendimiento de calidad y del proceso se comprende en términos estadísticos y se gestiona durante la vida de los procesos. Énfasis en la predictibilidad del rendimiento del proceso, utilizando técnicas cuantitativas.

#### *Nivel de madurez 5: En optimización*

En el nivel de madurez 5, una organización mejora continuamente sus procesos basándose en una comprensión cuantitativa de las causas comunes de variación inherentes a los procesos.

El nivel de madurez 5 se centra en mejorar continuamente el rendimiento de procesos mediante mejoras incrementales e innovadoras de proceso y tecnológicas [7].

### **COMPETISOFT**

El Modelo de Procesos de COMPETISOFT está dirigido a las empresas o áreas internas dedicadas al desarrollo y/o mantenimiento de software. Las organizaciones que no cuenten con procesos establecidos pueden usar el modelo como la primera versión de sus procesos e ir ajustándolo de acuerdo a sus necesidades y la experiencia adquirida. Mientras que las organizaciones, que ya tienen procesos establecidos, pueden usarlo como punto de referencia para identificar los elementos que les hace falta cubrir.

El mismo, fue desarrollado y mejorado por personas que tienen amplio conocimiento en el contenido de los modelos internacionales y cuentan con la experiencia en la implantación de estos modelos en PyMEs. Los requisitos para su elaboración se definieron a partir de las entrevistas con personas que trabajan en la industria de desarrollo de software.

El modelo está conformado por tres categorías que agrupan procesos de acuerdo a la estructura típica de una organización:

Categoría de Alta Dirección: establece la razón de ser de la organización, lo que se desea alcanzar y las estrategias para lograrlo.

Categoría de Gerencia: establece planes de acción para instrumentar las estrategias en cuanto a proyectos, procesos y recursos necesarios realiza monitoreo de la categoría de Operación y retroalimenta a la categoría de Alta Dirección.

Categoría de Operación: realiza proyectos de desarrollo o mantenimiento de software que cubran necesidades del cliente en el tiempo y costo esperados y reporta los resultados a la categoría de Gerencia [8].

### **Comparación y Análisis entre Modelos de Calidad**

Todos los estándares comparten casi de manera equivalente principios y criterios, estando en permanente revisión y mejora. Difieren en algunos contenidos dentro de cada criterio, y algunos se encuentran más actualizados que otros, pero comparten objetivos comunes: Aprendizaje, innovación y mejora continua.

Se han encontrado muchas comparaciones entre los diferentes modelos y normas de calidad, entre otros, podemos mencionar:

En [9], se realiza un modelo unificado entre ISO 9001 y CMMI, el cual sirve como ayuda a empresas certificadas con normas ISO, que en un futuro quieran implementar CMMI.

En [10], se elabora un análisis comparativo entre COMPETISOFT e ISO 9001:2000. Su propósito es examinar las posibilidades de que pequeñas empresas guiadas por la mejora de procesos de COMPETISOFT puedan obtener una certificación ISO 9001.

Siguiendo la misma línea de comparaciones, se analiza las características coincidentes entre el modelo COMPETISOFT y CMMI:

Ambos modelos caen en la categoría de modelos descriptivos, puesto que no prescriben métodos o prácticas específicas para realizar las diversas actividades. Sin embargo se percibe que al definir una estructura de procesos, con actividades, roles y caracterización de productos, el modelo COMPETISOFT avanza un poco en prescribir la manera de diseñar los procesos y por lo tanto representa una guía útil para una organización.

Para justificar que el modelo COMPETISOFT es un apoyo a la implementación de CMMI, se hará unas consideraciones:

CMMI define que los procesos deben estar alineados para cumplir los objetivos estratégicos pero no establece un proceso para definirlos. COMPETISOFT considera el proceso de Gestión de Negocio para definir la visión estratégica de la organización.

La descripción de los roles con sus competencias y los diversos artefactos con sus contenidos, así como el patrón de procesos que propone el modelo de COMPETISOFT, es una referencia útil para la revisión de la manera como la organización define sus procesos.

El tratamiento que da el modelo COMPETISOFT a las actividades que son transversales a diferentes procesos (Verificación, Validación, Mediciones, Gestión de Configuración) de articularlas a los diferentes procesos puede verse como una ventaja del modelo y a la vez como una debilidad. En ventaja en el sentido en que, al encontrarse ya articuladas en los respectivos procesos, las organizaciones encuentran más natural la aplicación de estas prácticas. Sin embargo, si se apunta a niveles de madurez CMMI iguales o superiores a 3, se ve muy conveniente que estas actividades puedan ser formalizadas y definidas como procesos de apoyo que establecen unas políticas y lineamientos para toda la organización [8].

La idea esencial del presente trabajo es realizar un análisis comparativo entre CMMI y COMPETISOFT, y poder extraer las buenas prácticas preponderantes entre ambos modelos.

### **Líneas de investigación y desarrollo**

En el marco de la línea de investigación se plantean las siguientes actividades:

- Estudio del modelo Competisof y elaboración de una herramienta de autoevaluación para pymes de software basada en el modelo.
- Análisis comparativo de los principales modelos de calidad (CMMI y COMPETISOFT), a fin de extraer las buenas prácticas para la elaboración de una guía para el desarrollo de software.
- Aplicación de la guía de buenas prácticas en alguna de las pymes desarrolladoras de software a fin de retroalimentar la propuesta con vista a consolidar una guía automatizada para ser transferidas a las empresas.

### **Resultados y Objetivos**

Se elaboró una aplicación web con el objetivo de ofrecer a las empresas de software un mecanismo de autoevaluación basado en el modelo COMPETISOFT. La aplicación se concentra en la parte operacional del modelo Competisof, presentando el cuestionario de auto-evaluación de los procesos Administración de un Proyecto Específico y Desarrollo de Software y Mantenimiento de Software.

Para evaluar el comportamiento de la aplicación, se solicitó la colaboración de empresas desarrolladoras de software de la ciudad de Corrientes.. Previo a la evaluación, se realizó una entrevista con los responsables para comentarles acerca del objetivo del trabajo y del modelo de calidad Competisof. Los resultados obtenidos se detallan en [11].

De la evaluación realizada, se pudo observar que en los procesos de Desarrollo y Mantenimiento de Software se obtuvieron niveles de capacidad que dan cuenta de la incorporación de buenas prácticas, mientras que en el proceso de Administración de Proyectos Específicos obtuvieron el nivel Realizado, que denota una incipiente incorporación de buenas prácticas. Estos resultados son compatibles con otros estudios que indican que las empresas ponen mayor énfasis en los procesos propios de la ingeniería de software y no tanto en los procesos relacionados con la administración de los mismos [12].

En la actualidad se trabaja en un análisis comparativo de las prácticas propuestas por los modelos COMPETISOFT y CMMI, para conformar una guía de buenas prácticas para aplicar al desarrollo de software en pymes locales.

### Formación de Recursos Humanos

En esta línea de trabajo se desarrolla el plan de actividades de una becaria de investigación de pregrado de la Secretaria de Ciencia y Técnica de la UNNE (SECYT-UNNE), bajo la supervisión de docentes integrantes del proyecto.

### Referencias

1. Pressman, R.S. (1998) Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. Cuarta edición. McGraw-Hill. Madrid.
2. Estayno, M.; Dapozo, G.; Greiner, C.; Cuenca Pletch, L.; Pelozo, S. (2009) CACIC. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Caracterización de las Pymes de software de la región NEA orientada hacia un marco de la mejora de calidad. Universidad Nacional del Nordeste.
3. IRAM. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Consulta: 5 de marzo del 2013. Disponible en: <http://www.iram.org.ar/seccion.php?ID=3>
4. Calidad del Software. Preguntas Frecuentes. Cámara de Empresas de Software & Servicios Informáticos de la República Argentina. Consulta: 7 de marzo de 2013. Disponible en: [www.cessi.org.ar/documentacion/Calidad-Software-faq.doc](http://www.cessi.org.ar/documentacion/Calidad-Software-faq.doc)
5. ISO/IEC 90003:2004. Quality management and quality assurance standards. Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001 to the development, supply, installation and maintenance of computer software. International Organisation for Standardization, 2004.
6. Staples, M.; Niazi, M.; Jeffery, R.; Abrahams, A.; Byatt, P.; Murphy, R. An exploratory study of why organizations do not adopt CMMI. Journal of Systems and Software, Volume 80, Issue 6, June 2007, Pages 883-895, ISSN 0164-1212, 10.1016/j.jss.2006.09.008. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121206002573>)
7. Chrissis, M. B.; Konrad, M.; Shrum, S. (2009). CMMI, Guía para la integración de procesos y la mejora de productos. Pearson Educación. ISBN: 9788478290963
8. Oktaba, H.; Piattin, M.; Pino, F. J.; Orozco, M. J.; Alquicira, C. (2009).COMPETISOFT. Mejora de procesos para pequeñas y medianas empresas y proyectos. Alfaomega. México. ISBN: 9786077686170
9. Chanwoo, Y.; Junho, Y.; Byungjeong, L.; Chongwon, L.; Jinyoung, L.; Seunghun, H.; Chisu, W. (2006). A unified model for the implementation of both ISO 9001:2000 and CMMI by ISO-certified organizations. School of Computer Science. University of Seoul. South Korea.
10. Esponda, S.; Pasini, A.; Pesado, P.; Borachia, M. (2012) CACIC. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. ISO 9001 in software-developing VSEs assisted by the COMPETISO FT model. Universidad Nacional de La Plata.
11. Leonardo Fernández, Gladys Dapozo, Cristina Greiner. "Aplicación para la autoevaluación de Capacidad de Proceso orientada a pymes software del NEA". Anales del 1º Seminario Argentina Brasil de Tecnologías de la Información y la Computación (SABTIC2011). ISSN: 2237-2970. Pontificia Universidad Católica. Rosario. Santa Fe. 3 y 4 de Noviembre 2011. <http://www.uca.edu.ar/index.php/site/index/es/uca/facultades/rosario/quimica-ingenieria/congreso/>
12. Pino, F., García, F., Piattini (2009). M. Key processes to start software process improvement in small companies. SAC'09, March 8-12, 2009, Honolulu, Hawaii, U.S.A. Copyright 2009 ACM 978-1-60558-166-8/09/03.