

## Desarrollo de un Método de Evaluación de la Madurez para Pequeñas y Medianas Empresas de Software<sup>1</sup>

Alicia Mon, Marcelo Estayno, Andrea Arancio  
{aliciamon; mestayno; andrea.arancio@fibertel.com.ar}  
G.I.S.<sup>2</sup> - UNLaM  
Argentina



### Abstract

The industry of software has become an economic activity of extreme importance of the Latin American countries, where the small and medium companies (PyMES) of software development have marked to a strong presence, conforming an integrated and central part of the productive organizations.

This productive impulse imposes some modifications in the work processes and leads to the PyMES to a process of improvement and certification of quality to position itself competitively in the national and international market. However the processes improvement, in these organizations, still is in an immature state.

The current models of Process there are in the market, such as CMMI and/or the Norms of Quality ISO are complex in their implementation, difficult to fulfill and of high cost for the PyMES of the sector.

The MoProSoft Model of Process [1] has been created in Mexico like proposal to solve those problems of the small organizations and oriented to improve its processes.

The present article exposes the results of the development and the application of a method of evaluation based on MoProSoft Model, which allows to verify if the model before mentioned is really effective and to detect the necessities of improvement in the construction of a Latin American model.

**Keywords:** Models of Process. Software Quality. PYMEs.

### Resumen

La industria del software se ha convertido en una actividad económica de suma importancia para la mayoría de los países latinoamericanos, donde las pequeñas y medianas empresas (PyMES) de desarrollo han marcado una fuerte presencia, conformando una parte integrada y central de las organizaciones productivas.

---

<sup>1</sup> El presente trabajo está enmarcado dentro del proyecto 506AC0287-COMPETISOFT - Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria de Software de Ibero América - del programa CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) .

<sup>2</sup> GIS - Grupo de Ingeniería de Software. Secretaría de Posgrado. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Universidad Nacional de La Matanza.

Este impulso productivo, impone algunas modificaciones en los procesos de trabajo y conduce a las PyMES a un proceso de mejora y certificación de calidad para posicionarse competitivamente en el mercado nacional e internacional. No obstante la mejora de los procesos en estas organizaciones todavía se encuentra en un estado inmaduro.

Los modelos de Proceso existentes en el mercado, tales como CMMI y/o las Normas de Calidad ISO resultan complejos en su implementación, difíciles de cumplir y de alto costo para las PyMES del sector.

El Modelo de Proceso MoProSoft [1] ha sido creado en México como propuesta para resolver esos problemas de las pequeñas organizaciones y orientado a mejorar sus procesos.

El presente artículo, expone los resultados del desarrollo y la aplicación de un método de evaluación basado en el Modelo MoProSoft, que permita comprobar si el modelo antes mencionado es realmente eficaz y detectar las necesidades de mejora en la construcción de un modelo iberoamericano.

**Palabras Clave:** Modelos de Proceso. Calidad de Software. PYMES.

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico y la competitividad del mercado mundial de la primera década del siglo XXI, indica que producir software sin la correspondiente calidad asociada redundaría en proyectos destinados al fracaso [2]. El desarrollo de software con niveles aceptables de calidad se presenta como una necesidad que debe ser tenida en cuenta tanto por las empresas desarrolladoras de software como por los clientes y usuarios de los mismos.

El papel de las pequeñas y medianas empresas (PyMES) en la estructura industrial se ha conformado como una parte integrada y no simplemente alternativa de organizaciones productivas. Especialmente la industria del software, se ha convertido en una actividad económica de suma importancia para la mayoría de los países latinoamericanos, donde las Pymes han marcado una fuerte presencia.

En este contexto, la calidad del software es un concepto complejo que se presenta “por comparación” entre productos desarrollados y su especificación [3]. La calidad del producto está estrechamente vinculada a la calidad del proceso de desarrollo. Numerosos Estándares de Proceso [4], [5], proponen ordenar en forma prescriptiva las actividades que deben realizarse a través del desarrollo [6].

Las pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software sufren el cambio de paradigma, producto de la maduración del mercado del software, y es que ya no basta con aplicar bien la tecnología, o aplicar la tecnología de última generación para obtener un buen producto software, sino que la única forma que tiene una Pyme de desarrollo de Software de mejorar su eficiencia y ser productiva alcanzando los niveles de calidad exigidos por el comercio exterior, es incorporando un modelo de calidad, que se ajuste a las necesidades del tipo de organización.

Los diferentes Modelos de Proceso Software y Normas de Calidad existentes en el mercado para medir o certificar los procesos de desarrollo (ISO/IEC 15504-2, ISO 90003, ISO 9001:2000, CMMI) [7], [8], [9] [10], incluyen conjuntos de procesos y actividades que responden a los criterios de desarrollo de sistemas complejos, de tipos de organizaciones grandes y con estructuras formales muy definidas. Pero los mismos son tan complejos en su implementación para las, que las mismas. Para este tipo de empresas debe adoptarse algún tipo de práctica que permita trabajar con normas de calidad adaptadas a su entorno [11].

En este sentido, las PyMES de la industria del software poseen un conjunto de características que presenta serias dificultades a la hora de adecuar sus actividades para conducir a sus organizaciones en un proceso de certificación con estos Modelos, dado que las pocas facilidades de financiación, los problemas para planear su crecimiento, la falta de gerenciamiento profesional, las dificultades para exportar, y los Sistemas de información, administración y contabilidad deficientes, son expresiones claras de las limitaciones del sector para implementar dichos modelos.

No obstante, este tipo de empresas del sector, poseen una serie de ventajas que les permitiría mejorar su competitividad, dado que poseen mayor posibilidad de flexibilidad y de reacción frente a los cambios, mayor poder de innovación, menores costos de infraestructura, puntos de ventas cercanos al consumidor, atención más directa y personalizada con los clientes.

En este sentido, resulta necesario desarrollar un modelo de procesos que asegure obtener los niveles de calidad requeridos por el mercado, pero que resulte sencillo de implementar y fácil de entender por los equipos de desarrollo de las PyMES, y que pueda incorporarse en forma gradual para que las empresas puedan percibir los logros sin detener su producción.

El Modelo de Procesos Mexicano MoProSoft [1] ha sido elaborado como un modelo de madurez, con diferentes niveles, adaptado a las necesidades de las pequeñas y medias empresas en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua.

El proyecto COMPETISOFT [12] en el cual se enmarca la presente investigación, tiene por objetivo incrementar el nivel de competitividad de las PyMES Iberoamericanas productoras de software mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que pueda llegar a ser la base sobre la que se establezca un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software reconocido en toda Ibero América, tomando como base los diferentes modelos existentes, especialmente la experiencia mexicana.

En el presente artículo, se expone el desarrollo de un cuestionario que conforma un Método de medición y evaluación de uno de los procesos del Modelo MoProSoft, así como los resultados obtenidos de su aplicación en un conjunto seleccionado de 15 (quince) empresas de desarrollo de software.

## **2. DESARROLLO DE UN MÉTODO DE EVALUACIÓN**

El Modelo MoProSoft está estructurado en base a 3 (tres) categorías que abarcan las responsabilidades asociadas con la organización: Alta Dirección, Gerencia y Operación. Dentro de cada categoría se definen un conjunto de procesos que incluyen prácticas y roles específicos.

La categoría 1- Alta Dirección, aborda las prácticas relacionadas con la Gestión del Negocio, proporciona los lineamientos a los procesos de la categoría de Gerencia y se retroalimenta con la información generada por ellos. La categoría 2-Gerencia, aborda las prácticas de Gestión de Procesos, Proyectos y Recursos en función de los lineamientos establecidos en el nivel de Alta Dirección y proporciona los elementos para el funcionamiento de los procesos de la categoría de Operación, recibe y evalúa la información generada por éstos y comunica los resultados a la Alta Dirección.

La categoría 3- Operación se subdivide en dos procesos, Administración de Proyectos Específicos y Desarrollo y Mantenimiento de software. El primer proceso busca establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados. El segundo, apunta a la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los requerimientos especificados. En este nivel se realizan las actividades de acuerdo a los elementos proporcionados por el nivel de Gerencia y entrega a ésta la información y productos generados.

Estas tres categorías se encuentran relacionadas entre sí a través de los diferentes procesos y los productos de entrada que cada uno requiere y de salida que cada uno genera.

La siguiente Figura 1 presenta el esquema del conjunto de procesos por categoría que define el modelo MoProSoft:

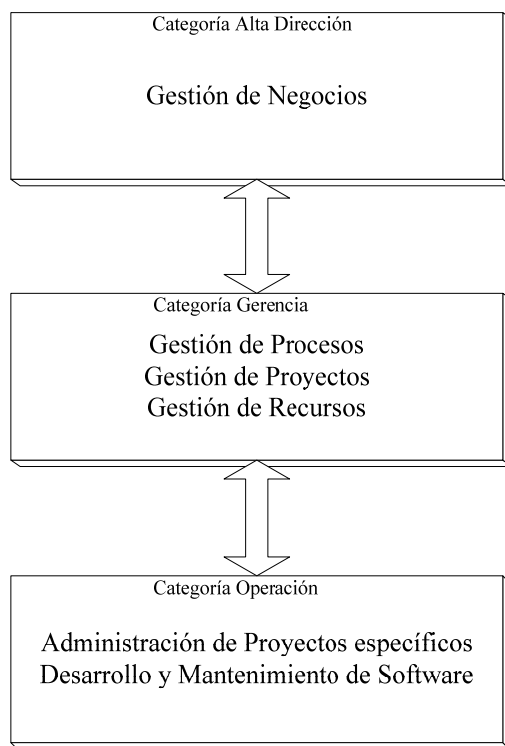


Figura 1. Estructura del Modelo MoProSoft

Para alcanzar diferentes niveles de madurez, MoProSoft propone un esquema de seis niveles de capacidad, alcanzables por una empresa de desarrollo de software: 0-sin proceso definido, 1-Realizado, 2-Gestionado, 3-Establecido, 4-Predecible y 5-Optimizado. El Modelo identifica cada nivel de capacidad con un color diferente. Los colores sugieren un ordenamiento de la implementación de las prácticas de los procesos de MoProSoft, partiendo de las actividades básicas, correspondientes al nivel 1-Realizado, e incorporando sucesivas prácticas que corresponden al resto de los niveles más avanzados.

La siguiente Tabla 1 refleja la correspondencia entre los niveles de capacidad de procesos y los colores que los representan.

Tabla 1. Niveles de madurez del Modelo MoProSoft

Nivel	Capacidad de proceso	Color
1	Realizado	Amarillo
2	Gestionado	Azul
3	Establecido	Verde
4	Predecible	Rosa
5	Optimizado	Ninguno

El método de evaluación desarrollado, consiste en un cuestionario [13] orientado al Proceso de Administración de Proyectos Específicos de MoProSoft, que tiene por objetivo realizar una evaluación sobre el cumplimiento de las prácticas definidas por el Modelo MoProSoft para este proceso y establecer el nivel en que se encuentra una empresa que comienza a implementar este Modelo de Madurez, así como establecer los procesos de mejora necesarios [14].

Las preguntas del cuestionario han sido desarrolladas en base a las actividades planteadas en este proceso específico, el que se divide en 4 fases: A1.- Planificación, A2.-Realización, A3.-Evaluación y Control y A4.-Cierre.

El conjunto de preguntas respeta los diferentes niveles de madurez definidos para cada una de las fases y tiene un total de 319 preguntas divididas en las 4 Fases, con la distribución que se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de preguntas por fase en el cuestionario

Fases	Cantidad de preguntas
Planificación	146
Realización	97
Evaluación y Control	44
Cierre	32

El cuestionario abarca, para cada práctica, las instancias básicas que deben ser cubiertas. Cada práctica definida en el Modelo se integra con un conjunto de preguntas que procura identificar cuanto y como se realiza dicha práctica. Asimismo, cada pregunta tiene un nivel de madurez, asociado al nivel de madurez del Modelo, que se representa en forma coloreada.

Las preguntas se correlacionan con los niveles de capacidad de procesos de la siguiente forma, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Cantidad de preguntas por nivel de madurez en el cuestionario

Nivel	Capacidad de proceso	Cantidad de preguntas
1	Realizado	66
2	Gestionado	105
3	Establecido	139
4	Predecible	9
5	Optimizado	

Cada pregunta puede tener diferentes tipos de respuestas: Si/No, Roles (de acuerdo a los Roles definidos en el Modelo), opciones múltiples o texto libre, para aquellas respuestas que no son conducidas y pueden contemplar diversas opciones. El encadenamiento propuesto entre las preguntas se ha establecido en función de las respuestas obtenidas.

### 3. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN

El cuestionario ha sido aplicado, a modo de prueba, por el G.I.S. [15] en 15 (quince) empresas y grupos de desarrollo diferentes, dentro de los cuales se encuentran: 4 (cuatro) empresas grandes, 5 (cinco) empresas medianas, 5 (cinco) PyMEs y un Organismo Público, lo que ha permitido lograr una base de datos que permite analizar de forma más detallada el Modelo MoProSoft y el cuestionario de evaluación.

Las empresas en las que se aplicó el cuestionario han seleccionado un Proyecto específico, conformado por un pequeño equipo de desarrollo, para poder medir la ejecución de las prácticas que define el Modelo. Las características principales de los proyectos en los que se ha probado el cuestionario, como herramienta de evaluación, se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla 4. Características de las empresas y los proyectos específicos

Tamaño Empresa / Organización	Tipo de Empresa /Actividad	Personas asignadas al proyecto
Grande	Empresa de Desarrollo de Software	21
Grande	Telecomunicaciones	4
Grande	Empresa de Desarrollo de Software	12
Grande	Multimedia	5
Mediana	Consultora de Desarrollo de Software	5
Mediana	Empresa de Desarrollo de Software	16
Mediana	Droguería	5
Mediana	Empresa de Desarrollo de Software	8
Mediana	Consultora de Desarrollo de Software	3
Pequeña	Consultora de Desarrollo de Software	5
Pequeña	Consultora de Desarrollo de Software	6
Pequeña	Empresa de Servicio	4
Pequeña	Consultora de Desarrollo de Software	7
Pequeña	Consultora de Desarrollo de Software	2
Grande	Organismo Público	4

Los resultados de la aplicación del cuestionario, han permitido realizar un análisis cuantitativo y un análisis cualitativo sobre las actividades del Proceso de Administración de Proyectos Específicos, que realizan las empresas evaluadas, así como analizar cual es el porcentaje de actividades adecuado para que una PyME realice y pueda mejorar sus procesos.

La Tabla 5, que se presentan a continuación, expone los datos obtenidos en cada uno de los proyectos representados, de acuerdo a las siguiente información: Tamaño de Empresa; Tipo de Empresa; Cantidad de personas asignadas a cada proyecto (PAP); porcentaje de respuestas positivas obtenidas en cada uno de los niveles de madurez (1-Realizado,2-Gestionado, etc.) y la columna “Total” presenta el porcentaje de respuestas positivas obtenidas sobre el total de las 319 preguntas del cuestionario. La tabla se ha ordenado por tamaño de empresas y a su vez por el porcentaje total de respuestas obtenidas. El nivel 5 – Optimizado no se encuentra presente debido a que en el Modelo no existen actividades del mayor nivel de madurez en este proceso analizado.

Tabla 5. Porcentaje de respuestas obtenidas de los Proyectos, dividido por niveles de Madurez de MoProSoft

Tamaño	Tipo de Empresa	PAP	1 – Realizado	2 – Gestionado	3 – Establecido	4 – Predecible	Total
Grande	Empresa de Desarrollo de Software	21	85%	83%	64%	78%	75%

Grande	Telecomunicaciones	4	68%	80%	43%	22%	60%
Grande	Empresa de Desarrollo de Software	12	70%	66%	38%	22%	53%
Grande	Multimedia	5	77%	49%	32%	44%	47%
Mediana	Empresa de Desarrollo de Software	8	91%	60%	54%	78%	64%
Mediana	Consultora de Desarrollo de Software	5	82%	69%	48%	67%	62%
Mediana	Empresa de Desarrollo de Software	16	67%	57%	53%	22%	56%
Mediana	Consultora de Desarrollo de Software	3	80%	53%	37%	67%	52%
Mediana	Droguería	5	82%	53%	33%	22%	50%
Pequeña	Consultora de Desarrollo de Software	7	82%	82%	52%	78%	69%
Pequeña	Consultora de Desarrollo de Software	2	70%	82%	58%	67%	68%
Pequeña	Consultora de Desarrollo de Software	5	85%	69%	46%	100%	63%
Pequeña	Consultora de Desarrollo de Software	6	65%	58%	29%	22%	46%
Pequeña	Empresa de Servicio	4	64%	37%	17%	44%	34%
Grande	Organismo Público	4	50%	31%	15%	0%	27%

A partir de la aplicación del cuestionario y el análisis cuantitativo presentado en la tabla 5, se ha realizado un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de las diferentes empresas y los porcentajes de respuestas obtenidas para cada nivel, tal como presenta el Gráfico 1.



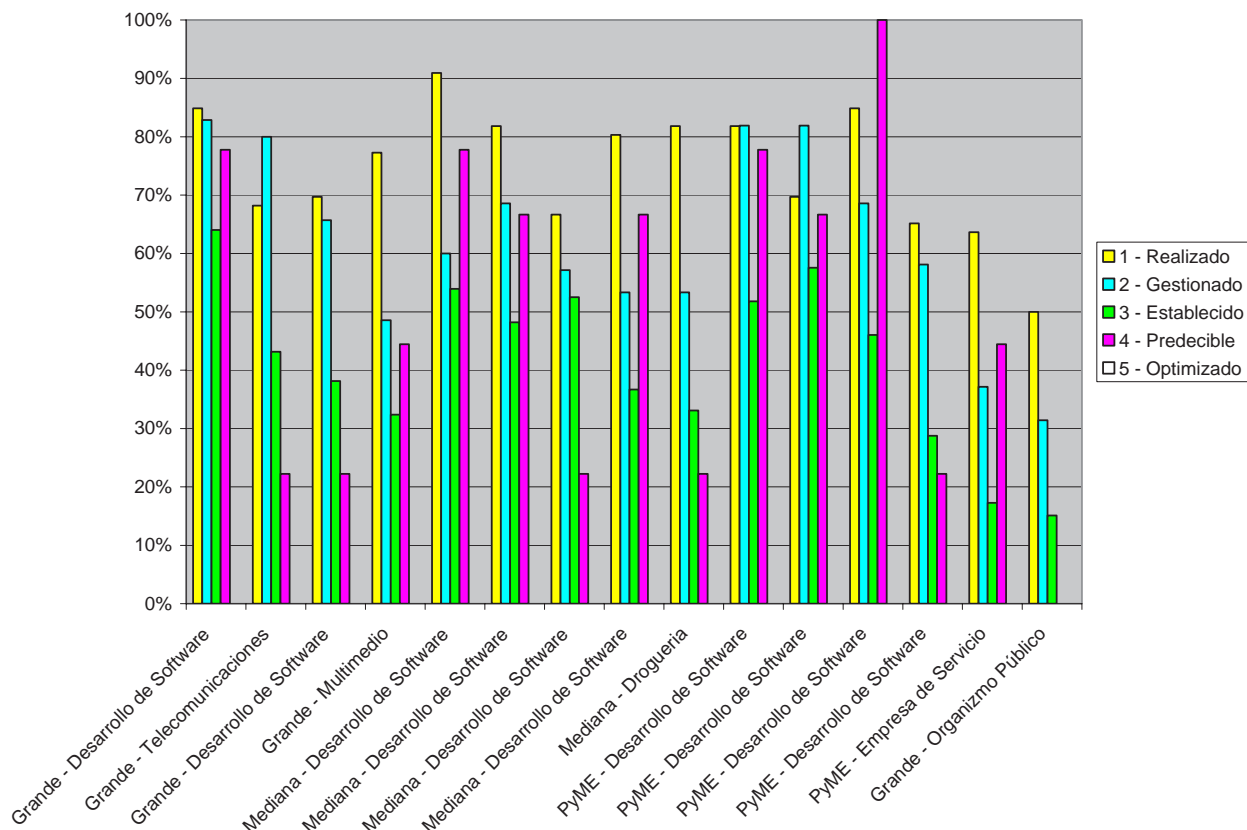
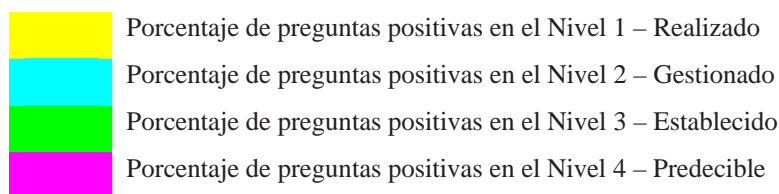


Gráfico 1. Comparación entre las empresas a través de los porcentajes de las respuestas obtenidas por cada nivel

Este gráfico permite observar los porcentajes de realización de cada nivel de madurez, en el Proceso de Administración de Proyectos Específicos, por cada una de las empresas evaluadas, expresado en los colores correspondientes:



Por otra parte, la siguiente Tabla 6, muestra el resultado promedio obtenido de la cantidad de respuestas positivas obtenidas por la totalidad de las 15 empresas evaluadas en cada uno de los niveles de madurez del Proceso.

Tabla 6. Porcentaje de respuestas obtenidas en cada nivel de Madurez de MoProSoft

Nivel	Capacidad de proceso	Porcentaje
1	Realizado	74%
2	Gestionado	62%
3	Establecido	41%
4	Predecible	49%
5	Optimizado	

## 4. ANALISIS DE RESULTADOS

Del análisis de los resultados de la aplicación del cuestionario en las empresas seleccionadas, se detecta que, comenzando con el análisis del nivel 1 de Madurez (Realizado - color amarillo), en promedio cumplen con un 74% en la realización de las Actividades especificadas por el Proceso de Administración de Proyectos Específicos, así como con la documentación que las mismas requieren para su sistematización.

De las Actividades del Proceso definidas para el nivel 2 – Gestionado (Azul), el promedio extraído de la capacidad de dicho nivel es del 62%. No obstante, una parte de estas actividades no quedan documentadas debidamente.

Si bien estos promedios indican que no existe un salto cuantitativamente significativo entre la Realización (74%) y la Gestión (62%) de las actividades definidas por el Modelo, existe una diferencia importante a la hora de analizar cada uno de los casos dependiendo del tipo de organización de que se trate. Por otra parte, en general se evidencia una notable diferencia entre los niveles de madurez mas elevados como son los niveles 3-Establecido (verde) con un promedio del 41% y del Nivel 4-Predecible (rosa) con un 49% en la realización de las actividades del Proceso.

En el análisis integral del Modelo, con los diferentes procesos vinculados, se detecta que las actividades que no se realizan en los niveles 1 y 2 están estrechamente vinculadas con actividades definidas para otros Procesos de MoProSoft, específicamente de la categoría Gerencia, como son los Proceso de Gestión de Recursos y/o Gestión de Procesos y de la categoría de Alta Dirección, que involucra el Proceso de Gestión de Negocios. Esto indica que las empresas evaluadas requieren un proceso de mejora en las actividades que se encuentran definidas en dichos Procesos y es allí donde debiera focalizarse un Plan de Mejora a implementar para cada una de ellas.

La Administración de Proyectos Específicos en la mayoría de las empresas evaluadas, se realiza en un gran porcentaje (74%) y las actividades que propone el Modelo de Proceso han sido verificables con facilidad aplicando el método de evaluación desarrollado, con el conjunto de preguntas y registros que permite el cuestionario.

## 5. CONCLUSIONES y TRABAJOS FUTUROS

El cuestionario desarrollado ha permitido evaluar todas las actividades del Proceso de Administración de Proyectos Específicos del Modelo MoProSoft, posibilitando el análisis en los casos de prueba de la realización, registro y documentación de las mismas. Así, el cuestionario logró pasar test de aceptación en quince (15) contextos diferentes, y permitió establecer la consistencia del mismo.

Con los resultados de la prueba, quedan por establecer patrones de análisis para la elaboración de un Método de Evaluación que integre todo el Modelo de Proceso y que defina los porcentajes mínimos necesarios de realización de cada actividad. Por otra parte, se considera que con el Modelo aplicado y el método que se encuentra en construcción, es posible identificar en las empresas evaluadas sus conductas de calidad en lo que hace a la Administración de Proyectos Específicos.

Como trabajo a futuro, se está avanzando en dos aspectos. Por una parte, en la ampliación del cuestionario de evaluación a otros procesos y por otra parte en la validez y sencillez del Modelo MoProSoft para ser aplicado en pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software. Finalmente.

El primer aspecto incumbe a la ampliación del método de evaluación con el desarrollo de otros cuestionarios que aborden los diferentes procesos de la estructura del modelo MoProSoft. La estrategia de ampliación del método continúa por el Proceso de Desarrollo y Mantenimiento, para poder evaluar integralmente todo el Proceso de Operación y en la definición de los porcentajes mínimos de realización que permita definir un parámetro de realización y una estrategia de mejora en el proceso.

El segundo aspecto, se refiere a la construcción de un Modelo de Madurez sencillo de aplicar, entendible en su estructura y lenguaje, y adecuado a las PyMES Iberoamericanas, tomando como base el Modelo MoProSoft, con modificaciones, mejoras y/o agregados basados en los diferentes procesos analizados y probados.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Oktaba, H; Esquivel, C; et al. Modelo de Procesos para la Industria del Software. MoProSoft. Versión 1.3. Mayo 2005.
- [2]. Pflieger, S: Ingeniería de Software. Teoría y Práctica. Prentice Hall. (2002)
- [3]. Crosby, P: Quality Is Free. New York: McGraw-Hill. (1979)
- [4]. IEEE Standard 1074-1997, IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes., IEEE, (1997).
- [5]. ISO/IEC. International Standard: Information Technology. Software Life Cycle Processes, ISO/IEC Standard 12207-1995/Amd. 1-2002.
- [6]. S.Acuña, N.Juristo A.Moreno,A.Mon: A Software Process Model Handbook for Incorporating People's Capabilities.. Springer; 1 Edition, (2005)
- [7]. ISO/IEC. ISO/IEC TR 15504. Information Technology – Software process assessment. International Organization for Standardization, International Electrotechnical Commission, 1998. <http://www.sel.iit.nrc.ca/spice>
- [8]. ISO/IEC 9000-3:1997. Quality management and quality assurance standards. Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001: 1994 to the development, supply, installation and maintenance of computer software. International Organisation for Standardization, ISO, 1997.
- [9]. Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing. (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. 2002.
- [10]. Ahern, D.M; Clouse, A., et al. CMMI Distiller. Reading, MA: Addison-Wesley. (2001)
- [11]. Pino, F.; García, F; Piattini, M.: Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos de software en países en desarrollo.
- [12]. Competisoft. Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica. Versión 0.2. Diciembre 2006. Proyecto COMPETISOFT 506PI287. CYTED- Programa Ibero-Americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. <http://www.cytcd.org>
- [13]. Bertone, R; Pasini, A; Ramon, H, et al. Gestión de Calidad en la Construcción del Software. Un enfoque para PyME's. Anales CACIC 2006. San Luis. Argentina. (2006)

- [14]. Estayno, M.; Mon, A; De Maria, E; Arancio, A, et al. Cuestionario para la evaluación de PyMEs desarrolladoras de Software. Administración de Proyectos Específicos. Informe Técnico Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. GIS Departamento de Ingeniería. Universidad Nacional de La Matanza. LIDI. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata. Agosto 2006. CIC.
- [15]. Grupo de Ingeniería de Software. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional de La Matanza.