

El desafío de producir software de calidad aplicando prácticas de CMMI para las pymes de Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

Sosa Zitto, Rossana^{1,2}; Blanc, Rafael^{1,2}; Pralong, Lourdes¹; Álvarez, Claudia¹; Galáz, Solange¹

¹ *Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología*

² *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay*

Abstract

La industria del software está formada principalmente por pymes (pequeña y medianas empresas), las cuales suponen el mayor porcentaje de empresas dentro del sector [1].

Diversos autores analizan si las pymes pueden aplicar las mismas técnicas de ingeniería de software que aplican las grandes organizaciones, dadas sus características especiales y sus limitaciones [2].

Para ellas la calidad del software tiene un papel fundamental, por su repercusión en los costos finales, como elemento diferenciador de la competencia y de imagen frente a sus clientes.

En el mercado actual no es suficiente el crear software, sino que hay que hacerlo de calidad y destacar respecto a la competencia. Para mejorar esta calidad se pueden seguir modelos de mejora que son marcos de referencia que las organizaciones pueden emplear para mejorar sus procesos de desarrollo, adquisición, y mantenimiento de productos y servicios.

Existen numerosos autores que afirman que los procesos de mejora deben aplicarse de forma distinta en pequeñas empresas, ya que el proceso no es meramente modificar la escala de grandes a pequeñas empresas [3].

El presente trabajo analiza las prácticas que adoptan las pymes de software de la ciudad de Concepción del Uruguay, Entre Ríos y de que forma acceden a cumplimentar determinadas prácticas del nivel 2 del modelo SEI CMMI.

Palabras Clave

Ingeniería de Software, Calidad de Software, Certificación de Calidad, CMMI, Pymes.

Introducción

El presente trabajo se desprende del proyecto de investigación de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Sede Concepción del Uruguay: Implementación de metodologías ágiles y su impacto en la calidad de software y del trabajo del Grupo de Investigación

GIDIC de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay: Empresas de software, innovación y su relación con las industrias tradicionales. Estudio sectorial en Entre Ríos.

Certificación de Calidad

En una organización la mejora de procesos se define como un conjunto de tareas llevadas adelante para obtener productos de mejor calidad a partir de la revisión y adaptación de sus procesos. Si consideramos a la organización como una empresa prestadora de servicios, el concepto de calidad está directamente relacionado a obtener la satisfacción del cliente. En consecuencia el nivel de calidad de la organización estará ligado al nivel de calidad con que se preste el servicio [4].

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 y facilita la apertura de nuevos mercados [5].

La certificación es importante porque permite acceder a mercados que exigen normas internacionales de calidad y aumentar las oportunidades de negocios a través de la confianza que genera en sus clientes en relación a la seguridad y calidad de sus productos. [5].

Muchas organizaciones pequeñas planean acreditarse en un modelo de calidad CMMI (Capability Maturity Model Integration),

ISO (International Organization for Standardization) 15504 e ISO 9001-2000) con el fin de poder acceder al mercado de las exportaciones, pero la preparación previa a la certificación es larga y costosa. Los modelos de mejoramiento, proceso y evaluación, de organizaciones como el SEI e ISO, están estructurados para ser aplicables a empresas grandes y difícilmente pueden ser aplicados a empresas pequeñas debido a que un proyecto de mejora supone gran inversión en dinero, tiempo y recursos, además de la complejidad de las recomendaciones y a que el ROI (retorno de la inversión) se produce a largo plazo [6].

Las empresas de software locales requieren reducir costos, mejorar calidad y mejorar tiempos. Para lograr estos objetivos y mantenerse competitivas, deben mejorar sus procesos de desarrollo de software.

Los desarrolladores de software están conscientes que todo el software potencialmente tiene defectos, esto hace que se realicen actividades para prevenir, encontrar y corregir errores en el software [7].

La calidad del software está altamente relacionada a la calidad del proceso de software [8], [9], por lo tanto las empresas se embarcan en un viaje de inversión en mejora de procesos de software con el objeto de mejorar la calidad de sus productos [10]. La calidad es un atributo del producto definido al momento de su creación y no un estado alcanzado mediante la remoción de defectos o acciones de validación y verificación [11].

La importancia de la mejora de los procesos se centra no solo en la elevación de la calidad del producto, sino también en reducir costos y tiempo, en aumentar la posibilidad de reproducir éxitos en proyectos, el control sobre los riesgos de procesos y aumentar la confianza y satisfacción del cliente. [12].

La forma más confiable que tiene una pyme para mejorar su eficiencia y ser más productiva, alcanzando así los niveles de calidad exigidos por el comercio exterior,

es introducir un modelo de calidad que se ajuste a las necesidades de la organización. Por ello, es necesario aplicar un modelo de procesos que asegure obtener los niveles de calidad requeridos por el mercado para ser eficiente, pero por otro lado no debe resultar excesivamente burocrático, costoso y desmotivador para el equipo de desarrollo. [13], [14].

Un factor clave en el éxito o fracaso de este tipo de proyectos reside en la motivación que impulsa a la PYME a emprender ese proceso de mejora, para algunas se trata de un compromiso que deben afrontar por la presión de clientes importantes como organismos públicos o grandes empresas; en estos casos el proyecto se considera simplemente como un costo más, sin auténticas expectativas de mejora. Por otro lado, cuando los responsables de las empresas ven en el proyecto de mejora una verdadera oportunidad de optimizar en la práctica sus procesos y sistemas internos, aumentan las posibilidades de obtener resultados positivos. [15].

Las pymes desean mejorar la calidad de sus procesos, implicando así la mejora de sus productos, implementando modelos de mejora de procesos. [16], [17]. Una de las razones fundamentales que motiva a las pymes a emprender este compromiso es la competencia, ya sea con las grandes empresas de desarrollo de software o con las de su misma categoría.

Existen autores que investigan en forma rigurosa por qué las organizaciones no adoptan el modelo del SEI (Software Engineering Institute) CMMI y encuentran soporte estadísticamente significativo en que las razones son, principalmente, costo y aplicabilidad.

También se esgrime como razón el tiempo para obtener beneficios. En particular, el tamaño decreciente de la organización y el costo creciente del esfuerzo necesario son los principales detractores de dicha iniciativa. [18].

En Argentina, el modelo CMMI ha sido implementado tanto por grandes empresas como por Pymes, y en ambos casos, hay

experiencias y resultados beneficiosos. A su vez, en estadísticas internacionales, se ve claramente una proporción de Pymes en aumento, en relación al total de empresas evaluadas.

Es real que la implementación del modelo CMMI no es una tarea sencilla en el contexto de las empresas pequeñas y medianas, pero también es real que es posible y que si la interpretación del modelo es correcta, el Proceso de Mejora vale la pena. [19]

Modelos de Calidad

Diferentes organismos en busca de la previsibilidad que garantiza la calidad de los productos desarrollados, fueron construyendo diferentes modelos y normas certificables. Los mismos se dividen en dos grandes grupos: los orientados a la calidad del producto, y los orientados a la calidad del proceso.

Dentro de los modelos orientados a la calidad del producto tenemos las normas ISO/IEC 9126. [20], que apuntan a la medición de los atributos de confiabilidad, usabilidad, seguridad, disponibilidad, escalabilidad, entre otros, que se encuentra aún en vigencia en Argentina pero que serán reemplazadas a corto plazo por la ISO/IEC 25000, también llamada SQuaRE (Requisitos y Evolución de Calidad de Producto de Software), que se encuentra vigente en varios países. [21].

En un segundo grupo, de calidad del proceso, tenemos CMMI [22] e ISO/IEC 15504 [23]. En el marco de la gestión de proceso de TI (Tecnología de la Información) tenemos ITIL (Information Technology Infrastructure Library) [24] e ISO/IEC 20000 [25]. Observando al proceso de software netamente como un proceso de gestión podemos ver la opción de utilizar ISO/IEC 9001 bajo las directrices que se indican en la ISO/IEC 90003 [26].

En Argentina un alto porcentaje de empresas ha optado por esta última opción, ya que fue fomentada por la Ley 25.922 de Promoción de Software. [27].

SEI CMMI

Es una colección de buenas prácticas que son generalmente realizadas por las empresas de desarrollo de software. Describen lo que hay que hacer, pero no la forma de realizarlo. Cada organización establece su propio camino para lograrlo. Una de las dificultades del modelo es adaptar CMMI a la propia cultura organizacional [28].

También se lo puede definir como 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. [29].

Proporciona a las organizaciones los elementos esenciales para alcanzar procesos eficaces y constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporcionando una base para la evaluación de la madurez de las mismas y una guía para implementar una estrategia para la mejora continua de los mismos [30].

El modelo provee además de un conjunto de prácticas reconocidas por la industria para la productividad, desempeño, costo y satisfacción del cliente en los procesos de ingeniería de sistemas y procesos de desarrollo de software. Su objetivo es el logro de procesos óptimos y repetibles en el desarrollo de software. Este modelo ayuda a separar funciones organizacionales, establecer metas de mejora, así como sus prioridades, proveer una guía para un proceso de calidad y proveer un punto de referencia para evaluar dichos procesos.

El modelo para la mejora de procesos software CMMI es:

- Una guía para la mejora de procesos de una organización, o adopción de nuevos procesos con la finalidad de producir software de calidad.

- Una guía para la evaluación del esfuerzo de mejora, en términos de capacidad o madurez.

La capacidad de un proceso software describe el rango de resultados esperados que se pueden obtener mediante la implementación del proceso software y proporciona además un medio para predecir los resultados más probables que se pueden esperar en proyectos que tengan similares características.

La madurez de un proceso software es el grado en el cual un proceso específico es efectivo, definido, gestionado, medido y controlado. La madurez supone un potencial en crecimiento en cuanto a capacidad e indica la riqueza de los procesos de una organización y la consistencia con la cuál éstos son aplicados en los proyectos.

Por definición, en un proceso de desarrollo software intervienen personas, herramientas y métodos dentro de un contexto de actuación integrado.

El modelo CMMI define dos tipos de representaciones, una por etapas y otra continua; ambas tienen el mismo contenido pero diferente estructura. La representación por etapas se centra en un conjunto de áreas de proceso claves, que son identificadas dentro de ciertos niveles de madurez. Según este modelo la organización no puede alcanzar el siguiente nivel de madurez hasta que no haya alcanzado el nivel previo. La representación continua ofrece mayor flexibilidad a las organizaciones permitiéndoles la selección de los procesos más relevantes sobre los que se realizarán las mejoras en base a sus objetivos de negocio y/o riesgos.

La representación por etapas hace especial énfasis en el grado de madurez de los procesos, de forma que cada área de proceso se asocia a uno de los 5 niveles de madurez, que sirven como punto de referencia para conocer el grado de madurez total que posee una organización. Una organización alcanza un nivel de madurez determinado cuando ha puesto en práctica todas y cada una de las áreas de

proceso aplicables a ese nivel y a los niveles inferiores.

CMMI se ha centrado en las denominadas áreas de proceso, entendiendo como áreas de proceso aquellas actividades que facilitan el camino de la mejora. En cada una de estas áreas se define qué hay que hacer pero no cómo hay que hacerlo. El modelo CMMI se centra por tanto en la definición de las actividades, metas y prácticas de una determinada área de proceso pero sin definir los métodos y herramientas concretas para implementar las prácticas de una determinada área.

El modelo CMMI for Development (CMMI-DEV) provee de un conjunto integrado de guías para desarrollar productos y servicios, y revela cómo aplicar las mejores prácticas de CMMI en una organización de desarrollo. Las prácticas en el presente modelo se enfocan en actividades para desarrollar productos de calidad y servicios que reúnan las necesidades de los clientes y usuarios finales. [30].

Así CMMI-DEV define 4 categorías de procesos y 22 áreas de proceso.

Cada área de proceso define:

Metas Genéricas (Generic Goals, GG). Se asocian a un nivel de capacidad y establecen lo que una organización debe alcanzar en ese nivel de capacidad. El logro de cada uno de esas metas en un área de proceso significa mejorar el control en la ejecución del área de proceso.

Metas Específicas (Specific Goals, SG). Se aplican a una única área de proceso y describen qué se debe implementar para satisfacer el propósito del área de proceso en particular.

Cada uno de estas metas se descompone a su vez en prácticas:

Prácticas Específicas (Specific Practices, SP). Actividades o “buenas prácticas” que son las que CMMI recomienda llevar a cabo para tener un proceso bien establecido. Se consideran importantes en la realización de la meta específica a la cual está asociada. Las prácticas específicas describen las

actividades esperadas para lograr la meta específica de un área de proceso.

Las Prácticas Genéricas (Generic Practices, GP) son actividades relacionadas con la institucionalización del proceso, es decir las prácticas que el CMMI recomienda se deben llevar a cabo para que el proceso sea efectivo, repetible y duradero. Estas últimas se repiten para todas las áreas de proceso.

Comparación de Prácticas Específicas de CMMI

La idea esencial del presente trabajo es realizar un análisis comparativo entre prácticas específicas de CMMI y las prácticas que aplican las pymes de software de nuestra ciudad para conformar una guía de buenas prácticas.

Las prácticas seleccionadas son una colección de prácticas específicas, cada empresa de desarrollo de software selecciona el camino de cómo implementarla.

En el caso de la muestra se tomaron determinadas prácticas del nivel 2 del modelo SEI CMMI. El foco del nivel 2 de madurez está en la gestión de proyectos. En este nivel de madurez se genera una disciplina de compromiso, se mejoran las predicciones y los planes, pudiéndose establecer, así, compromisos más razonables. Se disparan acciones correctivas ante problemas, que se siguen luego hasta su cierre. Los riesgos se atacan más proactivamente. Los plazos de ejecución pueden parecer mayores a lo experimentado antes de la implantación del modelo. [30]

Las prácticas específicas se enumeran secuencialmente, con el prefijo SP, seguido por un número del tipo x.y (Ej. SP 1.1). La x es el mismo número que el de la meta a la que pertenece la práctica específica y la y es el número de la secuencia de la práctica específica para la meta específica. [30].

Metodología

Los datos primarios del presente trabajo fueron recolectados en entrevistas en profundidad a pymes de desarrollo de

software de la ciudad de Concepción del Uruguay de la provincia de Entre Ríos, a fin de determinar conductas en cuanto a metodologías de desarrollo, calidad e innovación de las mismas. Las entrevistas en profundidad fueron realizadas a 7 de las 10 firmas de la ciudad. El estudio aún se encuentra en desarrollo y se espera seguir relevando firmas durante el presente año. A partir de los datos primarios recolectados se desarrolló una tabla que contiene diferentes prácticas de CMMI. A continuación se detallan las áreas de proceso seleccionadas:

- Monitorización y Control del proyecto (PMC) tiene como propósito facilitar un entendimiento del progreso del proyecto.

La idea de esta área de proceso es la de controlar el plan de proyecto mediante monitorización. Para ello se deberá controlar las horas de trabajo, tener informes de avance, revisiones en algunos puntos, etc.

Con estas monitorizaciones luego se podrá tomar acciones correctivas si se ve que el trabajo se desvía demasiado del plan a seguir. El beneficio que nos proporciona esta área de proceso es la de anticiparnos a los problemas. No es lo mismo darse cuenta que el proyecto se ha desviado del plan a seguir al final donde cuesta siempre más cualquier cambio que conforme se está realizando el trabajo detectarlo y ajustar lo necesario para que vuelva al plan.

- Planificación del Proyecto (PP) tiene como propósito establecer y mantener planes que definen las actividades de los proyectos.

Abarca las actividades: desarrollar el plan de proyecto, interactuar de forma apropiada con las partes interesadas, obtener el compromiso con el plan y mantener el plan. La planificación incluye la estimación de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas, la determinación de los recursos necesarios, la negociación de los compromisos, la elaboración de un calendario, y la identificación y el análisis de los riesgos del proyecto.

Para establecer el plan de proyecto, puede ser necesario realizar iteraciones de estas actividades. El plan de proyecto proporciona la base para realizar y controlar las actividades del proyecto que abordan los compromisos con el cliente del proyecto. El plan de proyecto se modifica generalmente a medida que el proyecto progresa, para abordar los cambios en los requisitos y en los compromisos, las estimaciones inexactas, las acciones correctivas y los cambios a los procesos. Esta área de proceso contiene las prácticas específicas que describen tanto la planificación como la replanificación.

- Gestión de Requisitos (REQM) su propósito es gestionar los requisitos tanto del producto como de sus componentes, y asegurar la alineación entre esos requisitos, los planes y los productos de trabajo del proyecto.

Los procesos de gestión de requisitos gestionan todos los requisitos recibidos o generados por el proyecto, incluyendo tanto los requisitos técnicos como los no técnicos, así como los requisitos impuestos al proyecto por la organización.

El proyecto realiza los pasos apropiados para asegurar que el conjunto de requisitos aprobados se gestiona para dar soporte a las necesidades de planificación y de ejecución del proyecto. Cuando un proyecto recibe requisitos de un proveedor de requisitos aprobado, éstos se revisan con dicho proveedor para resolver las cuestiones y para prevenir malentendidos antes de que los requisitos se incorporen en los planes del proyecto. Una vez que el proveedor y el receptor de los requisitos alcanzan un acuerdo, se obtiene un compromiso sobre los requisitos por parte de los participantes en el proyecto. El proyecto gestiona los cambios a los requisitos a medida que evolucionan e identifica inconsistencias que ocurren entre los planes, los productos de trabajo y los requisitos.

Resultados Encontrados

Del total de las empresas relevadas un 72 % poseen localmente entre 5 y 10 empleados. En cuanto al nivel de instrucción, los recursos humanos tienen en su mayoría (90 %) título universitario o se encuentran culminando los mismos. El 100 por ciento de las empresas trabajan con sus empleados en forma presencial.

En cuanto a metodologías de desarrollo no se encontraron modelos puros de los mismos, se aplican más modelos tradicionales y solo una firma declaró estar en las primeras fases de la adopción de la metodología ágil Scrum. En general se observa un sistema de administración por objetivos (APO) donde en la mayoría de los casos el dueño o creador de la empresa es programador a tiempo parcial y también se dedica a tareas de administración y comercialización.

Respecto a la adhesión a la ley de promoción de software el 57% de las empresas relevadas declaró estar adherida. En las conductas referentes a la calidad el 43% esta certificada, por normas ISO, no se observaron empresas que adhieran a CMMI.

En cuanto al destino de los productos desarrollados el 71% es a comercio y el 29% a industria. La totalidad de las empresas relevadas desarrollan un producto específico el cual ofrece entre diferentes clientes con adaptaciones de acuerdo a las necesidades. Tan solo el 10 por ciento realiza software a medida. El 29% de la muestra declaró exportar algún producto de los que produce.

En cuanto a los resultados obtenidos de la muestra en cuanto a innovación, no se observaron innovaciones radicales en la muestra, por otro lado un 50% de la muestra realizó innovaciones incrementales, la mayoría de ellas solicitadas por sus clientes. Esto refleja la realidad de las industrias de software de la zona que centran sus esfuerzos de desarrollo en comercio e industria. La tabla 1 muestra las prácticas seleccionadas y comparadas con la muestra.

Tabla 1: resultados para los diferentes procesos seleccionados de CMMI en las empresas de la muestra

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7
Monitorización y Control del Proyecto (PMC)							
SP 1.1 Monitorear los parámetros de planificación del proyecto	Si	Si	No	No	Si	Si	Si
SP 1.2 Monitorear los compromisos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
SP 1.3 Monitorizar los riesgos del proyecto	No	No	No	No	No	No	No
SP 1.4 Monitorizar la gestión de los datos	Si	Si	Si	No	Si	No	Si
SP 1.5 Monitorear la involucración de las partes interesadas	Si	Si	Si	No	Si	No	Si
SP 1.6 Llevar a cabo las revisiones del progreso	Si	Si	Si	No	Si	No	Si
SP 1.7 Llevar a cabo las revisiones de hitos	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
Planificación del Proyecto (PP)							
SP 1.1 Estimar el alcance del proyecto	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
SP 1.2 Establecer las estimaciones de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
SP 1.3 Definir las fases del ciclo de vida del proyecto	No	No	No	No	No	No	No
SP 1.4 Estimar el esfuerzo y el coste	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
SP 2.1 Establecer el presupuesto y el calendario.	Si	Si	Si	Parcialmente	Parcialmente	Si	Si
SP 2.2 Identificar los riesgos del proyecto.	Si	No	No	No	No	No	No
SP 2.3 Planificar la gestión de los datos.	No	Si	Si	No	No	No	Si
SP 2.4 Planificar los recursos del proyecto.	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
SP 2.5 Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
SP 2.6 Planificar la involucración de las partes interesadas	No	Si	Si	No	No	No	Si
SP 2.7 Establecer el plan de proyecto	No	No	No	No	No	No	No
Gestión de requisitos (REQM)							
SP 1.1 Comprender los requisitos	Si	Si	Si	No	Parcialmente	Si	Si
SP 1.2 Obtener el compromiso sobre los requisitos	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
SP 1.3 Gestionar los cambios a los requisitos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos	No	No	No	No	No	No	No
SP 1.5 Asegurar el alineamiento entre el trabajo del proyecto y los requisitos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recolectados en las entrevistas en profundidad.

En la tabla 1 se observa que las empresas son muy dispares entre si en cuanto al cumplimiento de las prácticas de CMMI analizadas. El proceso que tiene mayor cumplimiento por parte de las firmas es el de Gestión de Requisitos, seguido por el de Planificación de proyectos. Finalmente en el que se presentan mayores diferencias es el de Monitorización y Control del Proyecto en el cual hay mas diferencias al momento de la adopción. Esta tabla demuestra que si bien las empresas no están certificadas en CMMI si cumplen con ciertos aspectos del modelo, y estos les ayudan a afrontar los compromisos a los cuales los lleva el negocio del desarrollo de software.

Conclusiones

Es esencial establecer bajo esquemas de evaluación previa el verdadero grado de cumplimiento de una organización a un modelo de calidad, como mecanismo de decisión para establecer si es posible aplicar una certificación a los procesos de la organización, sin esta información no es posible identificar previamente si se obtendrá una evaluación exitosa y sobre cuáles procesos.

Una de las definiciones que causa mayor dificultad para una organización al momento de emprender la acción de evaluación oficial en el modelo CMMI, es la de identificar el alcance que evaluará. Debe existir un análisis previo que permita identificar los procesos que realmente impulsan el modelo de negocio de la organización, y aquellos que realmente han mejorado y son susceptibles de ser evaluados.

Desarrollar programas de implementación y evaluación en el Modelo SEI CMMI enfocados a mejorar los aspectos de los procesos de las pymes que permitan a las mismas alcanzar niveles superiores de madurez o capacidad, dada la existencia de

potencial identificado a través de los resultados de las certificaciones realizadas.

La adopción del nivel 2 de madurez representa un importante desafío para cualquier organización, en particular para las pymes de la ciudad. Las pymes suman a este desafío restricciones presupuestarias, de disponibilidad de recursos humanos y de capacidad de incorporación de nuevos conocimientos.

En cuanto a las áreas podemos indicar que en el caso de la Monitorización y Control del Proyecto (PMC) se observa que el 71% de las empresas tienen un buen rendimiento en este apartado. Siendo SP 1.2 Monitorear los compromisos y SP 1.7 Llevar a cabo las revisiones de hitos las prácticas más frecuentes tenidas en cuenta por las firmas de este apartado. Llama la atención lo expresado por las firmas en SP 1.3 Monitorizar los riesgos del proyecto en la que ninguna de las entrevistadas realizó acciones, por lo cual es el punto más débil en implementación.

En cuanto a Planificación del Proyecto (PP) hubo menor adopción que en el apartado anterior con un 58% de firmas de amplia adopción y un 42% con poca o escasa. Los procesos más desarrollados fueron SP 1.2 Establecer las estimaciones de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas, SP 1.4 Estimar el esfuerzo y el coste y SP 2.4 Planificar los recursos del proyecto que fueron adoptados por la totalidad de las firmas y son factores clave para el funcionamiento de una empresa de software. Por parte SP 1.3 Definir las fases del ciclo de vida del proyecto y SP 2.7 Establecer el plan de proyecto no fueron implementados por ninguna de las firmas de la muestra.

La Gestión de requisitos (REQM) tuvo una adopción elevada en un 86% de las firmas del panel, siendo así el apartado con mayor implementación de los observados. Dentro de los procesos el de SP 1.3 Gestionar los cambios a los requisitos y SP 1.5 Asegurar el alineamiento entre el trabajo del

proyecto y los requisitos fueron adoptados por la totalidad de las firmas. El único proceso que no fue adoptado por las firmas fue el de SP 1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos, dada su complejidad.

Se debe tener en cuenta que las firmas no cuentan con personal dedicado en forma semi o exclusiva a estas actividades de implementación y mantenimiento del sistema de calidad. Por lo cual, hace que se realice de forma informal a con una formalización parcial cuando los procesos son apoyados por algún software de gestión que logra asentar las prácticas. Son útiles los acuerdos de alcances de contratos realizados con los clientes y los presupuestos para alcanzar algunos de los procesos.

Otro factor a tener en cuenta en la baja aplicación del modelo CMMI en las empresas es que con la certificación ISO es suficiente para acceder a mercados externos o ser proveedores de grandes firmas. Lo cual hace que los pocos recursos que estas firmas poseen para aplicar a los sistemas de calidad sean destinados a normas ISO y no CMMI.

Sería importante trabajar a nivel estado nacional o provincias en créditos blandos o aportes no reembolsables para suplir la carencia de personal dedicado a la implementación de sistemas de calidad tanto ISO como CMMI.

Futuros trabajos podrán ampliar la base de datos sobre la cual se realizó este estudio a fin de poder tener un estado de situación detallado del estado de la provincia en cuanto a la aplicación de CMMI y en general de modelos de calidad destinados a software.

Por su parte, sería importante trabajar en el desarrollo de herramientas (software o procedimientos) que permitan a las pymes de software comenzar en el desarrollo de

los sistemas de calidad aunque dispongan de escasos recursos financieros y humanos. A fin de obtener mejoras a bajo costo y propiciar el interés por la implementación de sistemas de mejora.

Referencias

[1] Fayad, M., Laitinen M., Ward R.: Software Engineering in the Small. Communications of the ACM. (2000).

[2] Richardson, C.G.V. Wangenheim, Why are small software organizations different?. (2007).

[3] Mas A., Amengual, E.: La mejora de procesos de software en las pequeñas y medianas empresas. Un nuevo modelo y su aplicación a un caso real. En: Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software Volumen 1, No. 2, Reicis: España. (2005).

[4] Pesado, Patricia, Bertone, Rodolfo, Esponda Silvia, Pasini, Ariel, Boracchia, Marcos, Martorelli, Sabrina, Swaels, Maximiliano: Mejora de procesos en el desarrollo de Sistemas de Software y en Procesos de gestión. Experiencias en pymes. WICC. Paraná, Entre Ríos. (2013).

[5] IRAM. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Consulta: agosto. (2013). Disponible en: <http://www.iram.org.ar/>.

[6] Calvo Manzano, J.: Métodos de mejora del proceso de desarrollo de sistemas de información en la pequeña y mediana empresa. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real. (1999).

[7] Raffo, Harrison, Settle and Eickelmann, "The Role of Defect Potential in Understanding the Economic Value of Process Improvements," Proceedings of the America's Conference on Information Systems (AMCIS), Held in Long Beach, CA. (2000).

[8] Rocha A., J. C. Maldonado, and K. C. Weber, Qualidade de software: Prentice-Hall- Brasil. (2001).

[9] Sommerville, I.: Ingeniería del Software, Editorial Addison Wesley, Sexta Edición, México. (2002).

[10] Brietzke J., Abraham R.: Resistance Factors in Software Processes Improvement. (2006).

- [11] Harter, D., Slaughter, S.: Process Maturity and Software Quality: A field study. International Conference on Information Systems (ICIS) Brisbane, Australia. (2000).
- [12] Tantara A.: Software process improvement & related standards/models. (2001).
- [13] Scalzone P.: La calidad y las pymes de la industria del software. (2008).
- [14] Laporte, C., Alexandre, S., Renault, A., Developing International Standards for. VSEs", IEEE Computer, vol. 41, n° 3. (2008).
- [15] Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, Vol.4, No. 1. (2008).
- [16] Pino F., García F., Piattini M.: Priorización de procesos como apoyo a la mejora de procesos en pequeñas organizaciones software. XXXIII Conferencia Latinoamericana de Informática, CLEI. (2006).
- [17] López Echeverry, Ana María. Introducción a la calidad de software. (2008).
- [18] Staples, M.; Niazi, M.; Jeffery, R.; Abrahams, A.; Byatt, P.; Murphy, R.: An exploratory study of why organizations do not adopt CMMI. The Journal of Systems and Software 80. (2007) .
- [19] CMMI: su aplicación en Empresas en general y en Pymes, Beneficios y Cuestionamientos. CESSI. (Cámara de Empresas de Tecnología de Información Argentina). (2006).
- [20] ISO/IEC 9126. Software Engineering. Product quality.
- [21] ISO/IEC 25000, Software Engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Guide to SQuaRE.
- [22] Chrissis, Mary. CMMI. Segunda edición Guía para la interpretación de procesos y mejora de productos. Editorial Pearson Educación. (2009).
- [23] ISO/IEC 15504. Information Technology. Process assessment. (2004).
- [24] ITIL. Information Technology Infrastructure Library. (2013)
- [25] ISO/IEC 20000, Information Technhnology.
- [26] ISO/IEC 90003:2004, Software engineering. Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer 2004, ISO.
- [27] Pesado, Patricia, Bertone, Rodolfo, Esponda Silvia, Pasini, Ariel, Boracchia, Marcos, Martorelli, Sabrina, Swaels, Maximiliano: Mejora de procesos en el desarrollo de Sistemas de Software y en Procesos de gestión. Experiencias en pymes. WICC. Paraná, Entre Ríos. (2013).
- [28] Foegen M., Croome, D “How Scrum helps with CMMI”. (2011).
- [29] Llaneza, Marianela, Dapozo, Gladys, Greiner, Cristina, Estayno, Marcelo: Análisis comparativo de modelos de calidad orientado al desarrollo de software en pymes. WICC Paraná, Entre Ríos. (2013).
- [30] CMMI para desarrollo. SEI, CMMI. (Noviembre 2010).
- [31] Cukier, Juan José. Problemas de las pymes en el nivel 2 de madurez. Una muestra sesgada. (2008).