

# Gestión del Aseguramiento de la Calidad del Software en Pequeña Empresa

Adriana Flores Valverde, Daniel Elizondo Loría, and David Gutiérrez Tuñón

Escuela de Ingeniería,  
Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología,  
ULACIT, Urbanización Tournón, 10235-1000  
San José, Costa Rica  
[afloresv965,delizondol870,dgutierrez395]@ulacit.ed.cr  
<http://www.ulacit.ac.cr>

**Resumen** Dadas las condiciones especiales de recursos limitados en las pequeñas empresas y startups desarrolladoras de software, este artículo busca definir las necesidades de dichas organizaciones en cuanto a la gestión del aseguramiento de la calidad y brindar recomendaciones para manejar este aspecto. Para ello se definen las necesidades específicas, luego se procede a explorar modelos de gestión de TI existentes y su aplicación al tema de calidad de software. De la misma forma, se explora la subcontratación del proceso de gestión de calidad como una alternativa frente a la escasez de personal. Finalmente, se concluye que el enfoque del aseguramiento de la calidad debe ser específico para las empresas pequeñas y que los distintos modelos de gestión de TI pueden aplicarse con dicho enfoque. Además, se recomienda mantener el rol de gerente de la calidad dentro de la organización, mientras se subcontrata partes específicas del proceso de control.

**Keywords:** Aseguramiento de Calidad, PYME, SQA, Software, Metodología

## 1. Introducción

El aseguramiento de la calidad del producto es considerado uno de los pilares en la industria del desarrollo de software. Las grandes y reconocidas empresas del sector invierten un capital considerable en garantizar que el resultado sea excelente; para ello acuden a los servicios de un Quality Assurance Manager, quien debe liderar, evaluar y proponer las mejoras que se consideren necesarias con el fin de asegurar la calidad del software.

Este es un puesto que las empresas desarrolladoras deben contemplar dentro de sus planillas; sin embargo, es común, en sus primeros años, contar únicamente con los programadores necesarios según su demanda en adición a algunos puestos administrativos.

En el presente artículo, se analizará la situación de las áreas de gestión del aseguramiento de la calidad dentro de pequeñas y medianas empresas (PYMES)

y startups<sup>1</sup> en la industria del software. Además, se brindará propuestas para el aseguramiento de la calidad del software para dichos negocios, basadas en los estándares de gestión de tecnologías de información (TI); y se estudiará la posibilidad de externalizar parcial o totalmente el rol de Quality Assurance Manager.

En la industria del desarrollo de software se debe garantizar que la entrega sea lo solicitado por el cliente y a su vez cumpla con todos los criterios de calidad definidos por la organización, ya que de ello depende su éxito y crecimiento. El producto final es evaluado con base en la efectividad, integridad, confiabilidad y seguridad que ofrece. Asimismo, se busca identificar alternativas por las que las pequeñas y medianas empresas puedan optar para garantizar la calidad en el software desarrollado.

Este artículo mantiene ciertas líneas en su contenido: primero, el estudio es elaborado para pequeñas y medianas empresa (PYMES) enfocadas en el desarrollo de software; segundo, los estándares revisados son ampliamente reconocidos y utilizados en la industria de TI, tales como ITIL<sup>2</sup> y COBIT<sup>3</sup>, entre otros; finalmente, el tema de la subcontratación del aseguramiento de calidad es de carácter exploratorio. El estudio no aborda empresas fuera de la industria del desarrollo de software, a pesar de que el contenido de dicha investigación pueda ser de utilidad para estas. Aunque la implantación de las propuestas desarrolladas a través del documento queda a criterio de las empresas.

El principal objetivo de esta investigación es identificar alternativas para asegurar la calidad del software en pequeñas y medianas empresas. Lo anterior tiene alcance a través del apoyo de los objetivos específicos. Como inicio, se definirá la necesidad en las pequeñas empresas del aseguramiento de la calidad del software. Posteriormente, se identificará estándares reconocidos en la industria de TI, los cuales puedan adaptarse a las organizaciones meta de este trabajo. De manera adicional, se estudiará la posibilidad de subcontratación parcial o total de los procesos de aseguramiento de la calidad.

El tipo de investigación a desarrollar es descriptiva-documental, como técnica de recolección de datos se utilizará el análisis documental. El procedimiento será, en primer lugar, buscar información por distintos medios sobre PYMES desarrolladoras de software, estándares internacionales de calidad y gestión de las tecnologías de la información, así como de antecedentes de la externalización del aseguramiento de calidad. Estos textos están compuestos por publicaciones académicas y científicas “auditadas” y libros de editorial; para los marcos de referencia como COBIT, ITIL u otros se utilizará las correspondientes guías

<sup>1</sup> Pequeñas empresas dedicadas a explorar nuevas oportunidades de negocio y a solventar una necesidad en una industria volátil. (Giardino, Unterkalmsteiner, Paternoster, Gorschek, y Abrahamsson, 2014).

<sup>2</sup> Conjunto de prácticas y recomendaciones para la gestión de servicios de TI. Anteriormente conocido como Information Technology Infrastructure Library. (Office of Government Commerce, 2007).

<sup>3</sup> Control Objectives for Information and Related Technology. Marco de trabajo integral desarrollado por ISACA para ayudar a las empresas a alcanzar sus objetivos para el gobierno y gestión de TI. (*COBIT 5 for Assurance*, 2013).

oficiales. En segundo lugar, procesar la información obtenida, de manera que permita responder a las interrogantes de la investigación. Finalmente, se generará conclusiones con base en los resultados obtenidos, las cuales correspondan con los objetivos planteados al inicio.

## 2. Antecedentes

Actualmente, la continuidad de negocio se ha consolidado como un reto fundamental para cualquier industria debido a la demanda exigente del software de calidad, el cual puede competir en una sociedad cada vez más computarizada. Las empresas han tenido que invertir esfuerzos y recursos en la búsqueda de metodologías de desarrollo de software para asegurar la excelencia en el producto o servicio ofrecido por la compañía al mismo tiempo que se mantengan dentro de las restricciones propias de negocio. (Wenhong Liu<sup>1</sup>, Chunyan Wang<sup>1</sup>, y Li Ge<sup>1</sup>, 2014; Poth y Sunyaev, 2014).

En respuesta a esa necesidad, en los últimos años se ha formado una nueva área de trabajo y un equipo de profesionales dedicados al aseguramiento de la calidad; la cual tiene como principal objetivo y dirigir programas de garantía en calidad para maximizar la eficiencia y rentabilidad de la organización (Dale y Duncalf, 1984). El equipo de Software Quality Assurance (SQA) brinda acompañamiento a los desarrolladores desde las primeras etapas de un proyecto con el fin de establecer un plan de trabajo y metodologías que brinden un diferenciador, además cumplan con el requerimiento inicial y con las políticas de la industria.

El aseguramiento de la calidad de software es indispensable en el crecimiento de una empresa de desarrollo; sin embargo, la incorporación de un equipo de trabajo encargado de esta tarea, no es algo que toda empresa pueda justificar a nivel económico, en especial las pequeñas empresas que comienzan sus proyectos. El progreso de una pequeña empresa con capital limitado es una realidad a la que muchos emprendedores se enfrentan. Durante el periodo inicial, no es posible abarcar todas las áreas organizacionales y es necesario sacrificar procesos fundamentales, entre ellos el sistema de gestión de calidad.

A pesar de las limitantes que encuentra una pequeña empresa para satisfacer la calidad del software, durante los últimos años se ha identificado algunas guías que adaptarse sin tener que recurrir a la contratación de un equipo SQA. A continuación, algunos conceptos a aplicar (Linton, s.f.):

- **Procesos:** la documentación de políticas de calidad es una práctica esencial que busca garantizar el cumplimiento de estándares mínimos de calidad. Existen normas establecidas de calidad como la ISO 9000 –Gestión de Calidad.
- **Supervisión de equipos:** la supervisión de los distintos grupos de trabajo es una tarea fundamental que busca evaluar de manera inmediata y detallada la creación de los proyectos durante las distintas etapas de desarrollo.
- **Formación:** las políticas y procesos adquiridos para el aseguramiento de calidad deben ser transmitidas a cada uno de los empleados de la compañía.

- Mejora continua: basado en análisis estadísticos de cada etapa de desarrollo, el personal de la empresa debe identificar los posibles riesgos que generen una pérdida en la calidad del producto. Posterior a la identificación de los riesgos se debe promover un plan de mejora continua que tenga como objetivo reducir el margen de error durante el desarrollo del software.

### 3. Desarrollo

#### 3.1. Necesidades de las pequeñas y mediana empresas

Para que el producto final pueda ser catalogado como un software de alta calidad, las empresas desarrolladoras deben construir sistemas o plataformas de acuerdo con la necesidad de los clientes, a su vez garantizar el uso de buenas prácticas durante sus procesos.

A partir de esta necesidad, se ha creado perfiles profesionales especializados en asegurar la calidad con base en herramientas y estándares generales definidos dentro de la industria. Por ejemplo, el Quality Assurance Manager, el cual tiene como responsabilidad monitorear y planificar las estrategias que garanticen la calidad del producto.

Dentro de la industria del desarrollo de software, es común identificar Pymes que inician sus primeros proyectos con poco personal y sacrificando funciones importantes dentro de su negocio, entre ellas el aseguramiento de la calidad. Esta problemática ha llevado a dichas organizaciones a diseñar su propio sistema de gestión de calidad, basado en sus recursos y necesidades. En otros casos, únicamente se aplican los estándares que consideren oportunos para satisfacer parcialmente el aseguramiento de calidad. Peor aún, existen empresas donde no se contempla ningún tipo de técnica o metodología para este fin. (Bertone, Pasini, Ramón, Esponda, y Pesado, 2006).

La definición y ejecución de un correcto aseguramiento de calidad engloba los siguientes conceptos:

- Enfoque integral de gestión de calidad.
- Metodologías y herramientas sobre desarrollo de Software.
- Estrategias de prueba en diferentes escalas.
- Control de documentación de cambios realizados en el Software.
- Herramientas para la generación de informes.

La necesidad de las pequeñas empresas se define de acuerdo con los requerimientos básicos de funcionalidad, cumplimiento y utilidad de los proyectos implementados; con base en el estudio realizado a continuación, definen los principales argumentos que se deben tomar en cuenta en pequeñas empresas para garantizar la calidad en su producto. Funciones del aseguramiento de la calidad (Chemuturi, 2010):

- Desarrollo y mejora de procesos de desarrollo de software.
- Definición y mejora de estándares y guías.
- Inspecciones y auditorías de software.

- Pruebas de software.
- Mediciones y análisis.

Métodos y herramientas:

- Validación del requerimiento.
- Comparación de versiones e información.
- Pruebas de esfuerzo (testing).
- Pruebas de uso.

Plan de trabajo y ejecución:

- Definir la necesidad inicial del proyecto.
- Plantear objetivos puntuales de la organización, seguidos por los usuarios finales.
- Definir metodología, procedimientos y estándares de calidad que se utilizarán durante el desarrollo.
- Optimización del software.

Durante el proceso de desarrollo, es vital que las empresas inviertan tiempo en hacer revisiones del software periódicamente. Estas se aplican con el objetivo de detectar errores e inconsistencias en el código. En el caso de las PYMES, se recomienda que otro desarrollador realice las revisiones técnicas formales y documente los cambios aplicados. Las pruebas técnicas formales garantizan la seguridad y continuidad de los proyectos. Las metodologías de revisiones varían de acuerdo con la metodología utilizada para el desarrollo.

### 3.2. El modelo Competisoft

Como alternativa para las pequeñas empresas, se identificó casos de éxito en los cuales se ha definido un modelo estándar para el aseguramiento de la calidad en una zona particular; uno de ellos es el modelo Competisoft. Dicho proyecto fue desarrollado con el propósito de definir una serie de herramientas y estándares que aporten en el aseguramiento de la calidad a las PYMES iberoamericanas productoras de software. El modelo busca establecer un mecanismo confiable y fácil de aplicar para la evaluación y certificación de calidad de la industria del software, a través de la definición de un marco metodológico elaborado alrededor de la pequeña empresa. (Pasini, Esponda, Bertone, y Pesado, 2008).

Dentro de Competisoft, se detalla una serie de herramientas, las cuales podrían ser utilizadas como guía por empresas que quieran implementar su propio sistema de gestión de calidad. En la tabla 1, se muestra parte de la metodología utilizada en este modelo; al igual que el proyecto Competisoft, existen otros que han sido ejecutados con el objetivo específico de guiar a las pequeñas empresas de desarrollo en cuanto a calidad de software. Gran cantidad de empresas están conscientes de la importancia de implementar herramientas que resguarden la eficacia y de aplicar la mejora continua en sus procesos. Sin embargo, dadas las limitantes de recurso y estructura organizacional, no en todos los casos es posible adaptar un sistema de gestión. Para las pequeñas y medianas empresas que busquen este proceso, existen modelos de calidad estándares que pueden ser contemplados para satisfacer, parcial o totalmente, esta necesidad.

**Tabla 1.** Etapas y Actividades del modelo Competisoft

Etapas	Actividades
Análisis del estado inicial de las empresas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planificación de la valoración</li> <li>2. Ejecución de la valoración</li> <li>3. Generación y priorización de resultados</li> <li>4. Priorización de procesos</li> <li>5. Planificación preliminar de mejoras</li> </ol>
Propuesta de mejoras	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulación de mejoras</li> <li>2. Ejecución de las mejoras</li> <li>3. Revisión del ciclo</li> <li>4. Análisis de resultados</li> </ol>

### 3.3. Estándares, marcos de referencia y modelos para la gestión del aseguramiento de la calidad

La industria de tecnologías de la información (TI) cuenta con numerosos estándares y marcos de referencia para su gestión; cada uno de ellos con un enfoque único. Estas diferencias pueden crear vacíos en ciertas áreas, al mismo tiempo que otras cuentan con varias opciones de mejores prácticas (Heston y Phifer, 2011). Por otro lado, la implantación entera de estos estándares requiere de un nivel de madurez en el entorno de TI con el cual las empresas pequeñas no cuentan.

En la tabla 2 se relacionan las áreas de la gestión del aseguramiento de la calidad (primera columna) con las metodologías COBIT, ITIL y PMBOK (fila superior). En las intersecciones, se anota el respectivo apartado de las metodologías mencionadas de acuerdo con el área de gestión del aseguramiento (Chemuturi, 2010) con el que se relacionan. Cada marco de referencia tiene su propia terminología, por lo que cada columna cuenta con un título específico.

Este acercamiento permite reconocer fácilmente elementos de estándares de gestión de TI los cuales pueden ser aplicados en la gestión de la calidad del software, en organizaciones pequeñas o no suficientemente maduras para adoptar el estándar completo. De la misma forma, se visualiza cuáles prácticas o recomendaciones de los diferentes marcos pueden fusionarse para cubrir un área específica del proceso de calidad.

A continuación se describe los extractos de cada marco de referencia mencionado:

- COBIT: este marco cuenta con niveles de madurez, por lo cual las empresas pueden adoptar los niveles inferiores en sus condiciones actuales. El proceso APO11, Gestionar la Calidad, brinda prácticas y tareas específicas, las cuales cubren desde la definición de procesos, hasta la ejecución de pruebas y análisis de resultados. Las prácticas específicas son (*COBIT 5 for Assurance*, 2013):
  - APO11.01: establecer un sistema de gestión de la calidad.
  - APO11.02: definir y gestionar los estándares, prácticas y procedimientos de calidad.

**Tabla 2.** Marcos de referencia de gestión de tecnologías de información y áreas de gestión del aseguramiento de la calidad

Marcos de referencia Áreas de gestión de calidad	COBIT: Prácticas de gestión	PMBOK: Procesos	ITIL: Disciplinas
Desarrollo y mejora de procesos de desarrollo de software	APO11.01 APO11.02 APO11.03	Gestión de calidad del proyecto: ·Planear gestión de la calidad	Mejora continua del servicio
Definición y mejora de estándares y guías	APO11.02 APO11.04	Gestión de calidad del proyecto: ·Planear gestión de la calidad ·Realizar aseguramiento de la calidad	
Inspecciones y auditorías de software	APO11.04	Gestión de calidad del proyecto: ·Controlar la calidad	
Pruebas de software		Gestión de integración del proyecto: ·Gestión de cambios	
Mediciones y análisis	APO11.06		Mejora continua del servicio

- APO11.03: enfocar la gestión de calidad hacia los clientes.
- APO11.04: ejecutar seguimiento, control y revisiones de la calidad.
- APO11.06: gestionar la mejora continua.
- PMBOK: la gestión de proyectos es una metodología ampliamente reconocida y aplicada en diversas industrias, desde las áreas financieras hasta las de TI. El proceso de gestión de calidad de proyectos provee prácticas con requerimientos claros y concisos, así como herramientas para generar los respectivos documentos; cada uno tiene a su vez subprocesos específicos dependiendo de las diferentes etapas.  
Estos procesos se complementan con otros, tales como el subproceso de gestión del cambio (proceso de gestión de la integración); de donde se obtienen parámetros para asegurar que se mantenga la visión del alcance completo de proyecto cuando se soliciten cambios al producto. La lista de procesos y subprocesos se encuentra en la tabla 2. (Project Management Institute, 2013).
- ITIL: el principio de mejora continua del servicio de ITIL contiene recomendaciones que se aplican a todos los procesos. Toma en cuenta sobre todo el análisis de datos para tomar decisiones sobre cambios necesarios en los procesos y estándares definidos. (Office of Government Commerce, 2007).

Todas estas prácticas, procesos y principios brindan una guía concreta para gestionar el aseguramiento de la calidad del software. Al mismo tiempo, la organización se familiariza con los marcos de referencia para la gestión de TI; por lo cual podrá tomar decisiones mejor informadas sobre cuáles prácticas implementar a nivel de su departamento de TI, o bien, en otras áreas de negocio.

### 3.4. Otros modelos de referencia para aseguramiento de la calidad

#### CMMI

Creado por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI, Software Engineering Institute) y basado en el principio que la calidad del producto, es proporcional a la calidad de los procesos empleados en su desarrollo. El modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) es una serie de mejores prácticas para el desarrollo de software que brinda orientación bajo las categorías de ingeniería, gestión de proyectos, gestión de procesos y soporte.

El modelo consta de cinco niveles, en la figura 1 se muestra cada uno.

En el CMMI existen constelaciones, tres específicamente; se le llama así a la colección de componentes utilizados para construir modelos, materiales de entrenamiento y materiales en el área de interés. Es posible implementar varias constelaciones a la vez, ya que son complementarias entre sí. (INTECO, 2008).

A continuación se mencionan:

- CMMI para el desarrollo (CMMI-DEV): conjunto de buenas prácticas necesarias para medir, controlar y gestionar los procesos de desarrollo. Enfocado para empresas cuya principal actividad sea la entrega de productos y servicios.



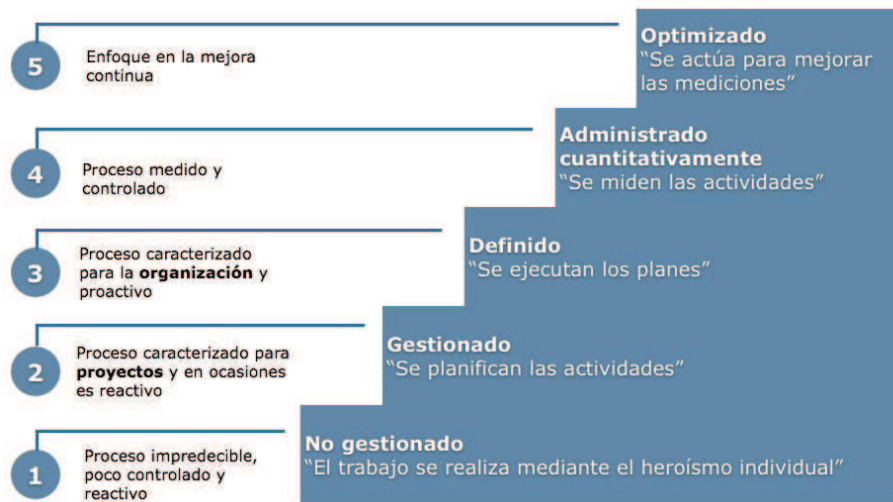


Figura 1. Niveles de CMMI

- CMMI para la adquisición (CMMI-ACQ): brinda una guía para controlar y gestionar la adquisición de productos y servicios que cumplan con las necesidades del cliente. Principalmente, para organizaciones que manejan múltiples proveedores y contratos.
- CMMI para los servicios (CMMI-SVC): conjunto de recomendaciones para aquellos que proveen servicios dentro de las organizaciones y a clientes externos.

El CMMI no tiene una certificación; sin embargo, se evalúa por método SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement), también creado por SEI. Tiene tres tipos de revisiones:

- Clase A: utilizado en evaluaciones en profundidad. Este método evalúa realmente el nivel de madurez conforme a CMMI y otorga puntuación sobre el mismo.
- Clase B: evaluación útil previa a la implantación masiva de nuevos procesos. No proporciona puntuación sobre el nivel de madurez.
- Clase C: es la revisión más rápida, evalúa áreas de riesgo con recolección básica de datos. No proporciona puntuación sobre el nivel de madurez.

## IT Mark

El IT Mark es el primer modelo internacional diseñado para PYMES dedicadas al desarrollo de software, fue creado por el Instituto de Software Europeo (ESI, European Software Institute) con el fin de definir procesos que permitan producir software de calidad a bajo costo. También tiene como objetivo mejorar

la efectividad organizacional y el éxito en el mercado mediante la mejora de sus procesos.

Se enfoca en tres perspectivas de la empresa:

- Gestión general: se realiza un estudio de 10 categorías de procesos como estratégica, comercial, financiera, definición de productos y servicios, conocimiento del mercado, marketing, etc.; hasta obtener una visión exhaustiva de la empresa. Se encuentra basado en el modelo 10 squared.
- Seguridad de la información: se basada en la norma ISO-17799:2005, que ofrece instrucciones y recomendaciones para la administración de la seguridad. Dentro del IT Mark, se exige que la gestión de la seguridad se haya convertido en un proceso estandarizado en la organización.
- Madurez de Procesos de Sistemas y Software: se basa en el modelo CMMI.

El IT Mark posee tres niveles de certificación, donde a mayor nivel más exigencia, en función de la madurez demostrada:

- IT Mark: acredita a una empresa que es consciente de los problemas relacionados con la gestión técnica, de seguridad y del negocio, y que los mantiene habitualmente bajo control. Para ello se admite que algunas de las áreas de proceso puedan no estar suficientemente elaboradas. (Estrada, 2012).
- IT Mark Elite: acredita a una empresa que ha conseguido una buena madurez en sus procesos de trabajo técnico, de seguridad y del negocio. En este caso, los niveles necesarios son considerablemente superiores a los descritos anteriormente, exigiéndose que todos los procesos evaluados, desde los tres puntos de vista, están razonablemente desarrollados. (Estrada, 2012).
- IT Mark Premium: acredita a una empresa que ha conseguido un nivel superior en la Definición e Institucionalización de sus procesos de trabajo técnico, de seguridad y de negocio, por lo que se confía en la buena calidad de sus productos, debido a la madurez de sus procesos y a la mejora continua. (Estrada, 2012).

Para mayo del 2016, más de 100 empresas se encuentran certificadas con el modelo IT Mark a nivel mundial. Entre los países se hallan España, México, Bulgaria, Francia, Serbia, Brasil, Portugal, Albania, Ecuador, entre otros. (ItMark, 2016).

Dado que el IT Mark está alineado con el modelo CMMI, es posible ubicar los niveles de certificación en los niveles de madurez del CMMI, como se muestra en la figura 2.

### 3.5. Subcontratación de los servicios SQA

Se decide explorar esta posibilidad para las pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software dado que es poco probable que cuenten con personal dedicado solamente para pruebas de producto.

Entre las ventajas de la externalización se encuentran: reducir los costos, redirigir la energía y hacer eficiente el uso de la tecnología, mano de obra y recursos.



**Figura 2.** Alineamiento entre los niveles IT Mark y CMMI  
(Emaldi, Garro, y Gorostidi, 2006)

Si la prueba es realizada por una empresa de aseguramiento de calidad totalmente independiente, se tiene una perspectiva neutral en el sistema a ser probado. Aunque la principal desventaja atribuida a la subcontratación es la gestión del conocimiento, cuando se trabaja con agencias de pruebas independientes, ya que no tienen acceso a todos los documentos de diseño y código fuente; y tienen una cantidad limitada de conocimiento del producto. (Katja Karhu, 2007).

Existen diversas empresas que prestan servicios en aseguramiento de la calidad del software, por ejemplo: Crowdsourced Testing, Qualitest, TestMatick, Testco, Globe Testing y TestFord.

Entre los servicios que ofrecen las empresas mencionadas se encuentran:

- Pruebas funcionales: comprobar que los sistemas desarrollados funcionen acorde a las especificaciones funcionales y requisitos del cliente.
- Pruebas de usabilidad: determinar si el producto es fácil de usar e intuitivo.
- Pruebas de compatibilidad: verificar el correcto funcionamiento del software desarrollado en diferentes plataformas; sea hardware, sistemas operativos, navegadores, entre otros.

Es importante tomar en cuenta que no se puede delegar toda la responsabilidad del aseguramiento de calidad a un ente externo; debe existir, al menos, una persona dentro de la empresa realizando labores de seguimiento y gestión con los proveedores de dicho servicio.

## 4. Conclusiones

Las pequeñas empresas desarrolladoras de software realizan esfuerzos considerables para ganar terreno en el mercado y asegurar su sobrevivencia. Empero, los resultados positivos dependen de la aceptación de su producto por parte del cliente; la gestión de la calidad busca asegurar estos escenarios.

Tomando en cuenta las características de las PYMES, no se evidencia necesidades diferentes en cuanto a gestión con respecto a otras empresas. Sin embargo, el abordaje y solución de esas necesidades requiere estar acorde con una realidad de recursos limitados y competencia abundante.

En este mismo sentido, los diferentes estándares de la industria, tales como COBIT, ITIL, CMMI, entre otros, se pueden aplicar en sus niveles básicos; de forma que las empresas cuenten con guías específicas a seguir. Igualmente, implantar un conjunto de estas prácticas facilita un surgimiento posterior en los niveles de madurez de cada marco, que a su vez benefician a otros procesos de la gestión global de TI.

De manera similar, se ha evidenciado la existencia estándares pensados para las PYMES como Competisoft e IT Mark, los cuales están alineados con modelos de referencia internacional para facilitar la transición hacia otros más complejos. Ya se ha documentado en otros trabajos los casos de éxito de estos modelos.

Seguidamente, para enfrentar la escasez de personal interno dedicado a la gestión del aseguramiento de la calidad, se puede considerar la externalización de partes del proceso de calidad. No obstante, es necesario mantener el recurso interno enfocado en la eficacia; de manera que no se comprometa la integridad e independencia del proceso de pruebas; así como garantizar el cumplimiento de las funciones mínimas de esta área. Igualmente, es necesario definir, coordinar y controlar el trabajo que será llevado a cabo por los agentes externos.

### 4.1. Recomendaciones

En investigaciones futuras, se invita a comprobar la validez y viabilidad de la elaboración de una guía específica para implementación de las sugerencias realizadas en este trabajo, no solamente para el área de desarrollo de software, sino también para otras áreas de la gestión de tecnologías de la información en pequeñas y medianas empresas. De igual forma, se recomienda experimentar con la externalización parcial del proceso de gestión de la calidad, para generar datos concretos sobre los porcentajes de éxito y limitaciones de esta práctica.

## Referencias

- Bertone, R. A., Pasini, A. C., Ramón, H. D., Esponda, S., y Pesado, P. (2006). Gestión de calidad en la construcción del software. En *Xii congreso argentino de ciencias de la computación*. pages 4
- Chemuturi, M. (2010). *Mastering software quality assurance: Best practices, tools and techniques for software developers*. J. Ross Pub. Descargado de <https://books.google.co.cr/books?id=rh08YW7LaukC> pages 4, 6

- Cobit 5 for assurance.* (2013). Information Systems Audit and Control Association. Descargado de <https://books.google.co.cr/books?id=FDdbAwwAAQBAJ> pages 2, 6
- Dale, B., y Duncalf, A. (1984). A study of quality assurance in small businesses. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 198(2), 135–139. pages 3
- Emaldi, M., Garro, I., y Gorostidi, M. (2006). I.t. mark - modelo de mejora de procesos para pymes de t.i. *Tecnimap*, 1(1), 1-8. pages 11
- Estrada, A. C. (2012). Modelo de calidad de software. *Innovación, ingeniería y desarrollo*, 1(1), 47-52. pages 10
- Giardino, C., Unterkalmsteiner, M., Paternoster, N., Gorschek, T., y Abrahams-son, P. (2014). What do we know about software development in startups?. *IEEE Software*, 31(5), 28 - 32. Descargado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=98483529&lang=es&site=ehost-live> pages 2
- Heston, K. M., y Phifer, W. (2011). The multiple quality models paradox: how much 'best practice' is just enough?. *Journal of Software Maintenance & Evolution: Research & Practice*, 23(8), 517 - 531. Descargado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=67195555&lang=es&site=ehost-live> pages 6
- INTECO. (2008). Estudio sobre la certificación de la calidad como medio para impulsar la industria de desarrollo del software en españa. , 34-36. pages 8
- ItMark. (2016). *Empresas certificadas it mark.* pages 10
- Katja Karhu, K. S., Ossi Taipale. (2007). Outsourcing and knowledge management in software testing. (1). Descargado de [https://www.bruegge.in.tum.de/lehrstuhl\\_1/files/teaching/ws0708/ManagementSoftwareTesting/ewic\\_ea07\\_paper6.pdf](https://www.bruegge.in.tum.de/lehrstuhl_1/files/teaching/ws0708/ManagementSoftwareTesting/ewic_ea07_paper6.pdf) pages 11
- Linton, I. (s.f.). *Duties & responsibilities of quality assurance managers.* Descargado de <http://work.chron.com/duties-responsibilities-quality-assurance-managers-20252.html> pages 3
- Office of Government Commerce. (2007). *Itil continual service improvement* (first ed.). Norwich: The Stationary Office. pages 2, 8
- Pasini, A. C., Esponda, S., Bertone, R. A., y Pesado, P. (2008). Aseguramiento de calidad en pymes que desarrollan software. En *Xiv congreso argentino de ciencias de la computación.* pages 5
- Poth, A., y Sunyaev, A. (2014). Effective quality management: Value- and risk-based software quality management. *IEEE Software*, 31(6), 79 - 85. Descargado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=99359569&lang=es&site=ehost-live> pages 3
- Project Management Institute. (2013). *A guide to the project management body of knowledge (pmbok® guide)* (fifth ed.). Newtown Square, PA: Project Management Institute, Inc. pages 8
- Wenhong Liu1, l., Chunyan Wang1, S., y Li Ge1, g. (2014). Software engineering and software quality management. *Advanced Materials Research*(926-930), 2642 - 2645. Descargado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx>

?direct=true&db=aci&AN=96297207&lang=es&site=ehost-live pages  
3