

XI Jornadas Iberoamericanas de Ingenieria de Software e Ingenieria del Conocimiento 2015

(JIISIC' 15)

**Riobamba, Ecuador
4 - 5 June 2015**

ISBN: 978-1-5108-0208-7



XI Jornadas Iberoamericanas de Ingenieria de Software e Ingenieria del Conocimiento 2015

(JIISIC' 15)

**Riobamba, Ecuador
4 - 5 June 2015**

Editors:

**Omar S. Gomez
Gloria Arcos
Lorena Aguirre**

**Eduardo Villa
Raul H. Rosero**

ISBN: 978-1-5108-0208-7

Web: www.proceedings.com
Email: congreso@proceedings.com
Fax: 845-358-2834
Phone: 845-358-0460
Red Hook, NY 10871 USA
37 Montross Lane
Cormac Associates, Inc.

Additional copies of this publication are available from:

<http://www.cpoq.edu.ec>

Fax: (01) 2 317-001

Phone: 392 (01) 2 998-300

Postal Code: EC000123

Riobamba - Ecuador

Panamá 800 km 1 12

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

For permission to photocopy, please contact: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Printed by Cormac Associates, Inc. (2015)

All rights reserved.

Copyright (2015) by Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

En esta edición se han recibido 28 trabajos de los cuales en base a las revisiones hechas por los miembros del comité de programa se han seleccionado 10; la tasa de aceptación ha sido del 37%. En esta edición se ha tenido la participación de colegas de diferentes países como Cuba, Ecuador, México, Perú, España y Canadá.

En esta edición se han recibido 28 trabajos de los cuales en base a las revisiones hechas por los miembros del comité de programa se han seleccionado 10; la tasa de aceptación ha sido del 37%. En esta edición se ha tenido la participación de colegas de diferentes países como Cuba, Ecuador, México, Perú, España y Canadá.

Desde su creación en el año 1980, la Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento en el ámbito Iberoamericano.

la Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento en el ámbito Iberoamericano.

la Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento en el ámbito Iberoamericano.

la Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento en el ámbito Iberoamericano.

Printed from e-media with permission by:

Curran Associates, Inc.
57 Morehouse Lane
Red Hook, NY 12571

CURRAN ASSOCIATES INC.
proceedings
.com

Some format issues inherent in the e-media version may also appear in this print version.

Copyright© (2015) by Escuela Superior Politecnica de Chimborazo
All rights reserved.

Printed by Curran Associates, Inc. (2015)

For permission requests, please contact Escuela Superior Politecnica de Chimborazo
at the address below.

Escuela Superior Politecnica de Chimborazo
Panamericana Sur km 1 1/2
Riobamba - Ecuador
Postal Code: EC060155

Phone: 593 (03) 2 998-200
Fax: (03) 2 317-001

<http://www.esPOCH.edu.ec/>

Additional copies of this publication are available from:

Curran Associates, Inc.
57 Morehouse Lane
Red Hook, NY 12571 USA
Phone: 845-758-0400
Fax: 845-758-2634
Email: curran@proceedings.com
Web: www.proceedings.com

Índice de Contenido

Estudio del tamaño de los documentos de requerimientos de software como factor para la estimación del esfuerzo de inspección de requerimientos de software	1
<i>Carlos Monsalve, Rubén Ullón, Ricardo Maya y José Romero</i>	
Evaluación de la accesibilidad en sitios web cubanos	13
<i>Yenier F. Moreno y Lisandra Armas</i>	
Evaluación de usabilidad en herramientas educativas: una revisión sistemática	27
<i>Freddy Paz, Claudia Zapata, César Olivares, Santiago Apaza y José A. Pow-Sang</i>	
Aplicación del paradigma de línea de producto software para modelar un sistema financiero	39
<i>Edison Espinosa, Gabriela Salguero y Paola Salguero</i>	
Efectividad del test-driven development: un experimento replicado	53
<i>Oscar Dieste, Efraín R. Fonseca, Geovanny Raura y Priscila Rodríguez</i>	
Detección de defectos con y sin apoyo de un entorno virtual colaborativo inteligente en cursos introductorios de programación	65
<i>Juan P. Ucán, Omar S. Gómez, Alejandro A. Castillo y Raúl A. Aguilar</i>	
Software measurement for undergraduates: Suggestions for a software engineering curriculum	79
<i>Mónica Villavicencio y Alain Abran</i>	
Certificación de la mantenibilidad del producto software. Un caso práctico	93
<i>Moisés Rodríguez, Óscar Pedreira y Carlos M. Fernández</i>	
Evaluación de la calidad en productos software. Experiencia cubana hacia la acreditación	107
<i>Yanet Brito y Tayché Capote</i>	
Uso de herramientas de computación en la nube para definir, planificar, controlar proyectos de innovación y generación de conocimiento	121
<i>Pablo Quezada, Liliana Enciso y Juan Garbajosa</i>	

Modelo neuronal de estimación para el esfuerzo de desarrollo en proyectos de software (MONEPS)	133
<i>Mario G. Almache, Jenny A. Ruiz, Geovanny Raura y Efraín R. Fonseca</i>	
Integración de metodologías ágiles en el desarrollo de un sistema de monitoreo inalámbrico para medir la contaminación del aire en tiempo real	147
<i>Walter Fuertes, Diego Carrera, César Villacís, Fernando Galárraga, Theofilos Toulkeridis y Hernán Aules</i>	
Propuesta de directrices para el área del conocimiento “Gestión de Procesos Organizacionales” del MCDAI	159
<i>Danay Ramirez y Olga L. Rodríguez</i>	
Adquisición del conocimiento en el proceso de composición musical en base a técnicas de inteligencia artificial	171
<i>Efraín Astudillo, Pedro Lucas y Enrique Peláez</i>	
Patrones de uso docente de EVAs en la escuela de ingeniería en sistemas informáticos de la ESPOCH	185
<i>Gonzalo Samaniego y Luis Marqués</i>	
Predictor basado en prototipos difusos y clasificación no-supervisada	197
<i>Aníbal Vásquez, Enrique Peláez y Xavier Ochoa</i>	
Índice de Autores	207

Certificación de la mantenibilidad del producto software.

Un caso práctico

Moisés Rodríguez¹, Óscar Pedreira² y Carlos Manuel Fernández³

¹ Alarcos Quality Center, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España.
moises.rodriguez@alarcosqualitycenter.com

² Laboratorio de Base de Datos, Universidad de la Coruña, A Coruña, España.
oscar.pedreira@udc.es

³ AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid, España.
cmfernandez@aenor.es

Resumen. La calidad del software está adquiriendo durante los últimos años una gran importancia, principalmente debido a que el software está presente en prácticamente todo lo que nos rodea y se hace necesario asegurar su correcto funcionamiento. Sin embargo, hasta ahora la mayor parte de los estudios se han centrado en evaluar la calidad de los procesos de desarrollo, y aunque existen trabajos centrados en la calidad del producto software, no existe todavía una propuesta completa para la evaluación y certificación de la calidad del producto software, basada en la nueva familia de normas ISO/IEC 25000. El presente artículo expone un caso de estudio de evaluación, mejora y certificación de la mantenibilidad de un producto software, en el que han participado una empresa desarrolladora de software, un laboratorio de evaluación acreditado y una entidad de certificación. Para ello, se presentarán las características de este tipo de evaluaciones, el rol que cumple cada una de las entidades participantes y el proceso seguido desde la evaluación inicial hasta la certificación definitiva.

1 Introducción

Hoy en día el software está en prácticamente todo lo que nos rodea, no solo en ordenadores, móviles o tablets, sino en los electrodomésticos, en los vehículos, en el sector de la medicina, en la banca y seguros, etc. Este aumento en la demanda de productos software ha dado lugar a un crecimiento de las empresas y departamentos encargados de su desarrollo, lo que se conocen como "software factories" [1]. Por otro lado, la falta de personal especializado para ciertas tareas del desarrollo software, así como la búsqueda de la reducción de costes han dado lugar a lo que se conoce como "outsourcing" del desarrollo software, de manera que las empresas externalizan todo o parte de las actividades de desarrollo software a otros departamentos o empresas. Sin embargo, cuando se externaliza aumentan los riesgos y la falta de control sobre la calidad del software que la empresa contratada entrega, surgiendo la necesidad de evaluar y asegurar la calidad del software de dichas empresas.

Aunque desde hace bastantes años la evaluación de la calidad del software es un campo de gran actividad tanto investigadora como en el sector industrial, la mayor

parte del esfuerzo realizado se ha centrado en la calidad de los procesos, habiéndose desarrollado gran cantidad de modelos y estándares de referencia, evaluación y mejora de procesos software: ISO 90003, ISO 12207, ISO 15504, CMM, CMMI, IDEAL, SCAMPI, etc., en los que numerosas empresas de todo el mundo se han evaluado y/o certificado. Sin embargo, es cada día mayor el número de organizaciones y empresas que se interesan, no solo por la calidad de los procesos que se siguen en el desarrollo de software, sino también por la calidad de los productos que desarrollan y/o adquieren, ya que una vez que el producto ha sido implantado en sus instalaciones se encuentran con graves problemas de calidad y complicaciones a la hora de corregirlo, adaptarlo o evolucionarlo [2].

Desde hace varias décadas se han elaborado también trabajos de investigación, normas y estándares, con el objetivo de crear modelos, procesos y herramientas de evaluación de la calidad del propio producto software. Entre los más representativos podemos citar: [3, 4, 5, 6] y la nueva familia de normas ISO/IEC 25000 [7]. Sin embargo, la certificación de la calidad del producto software sigue siendo a día de hoy un área relativamente joven de la Ingeniería del Software, en la que todavía no existe un consenso definitivo.

Por este motivo y con el objetivo de conocer los trabajos existentes sobre certificación de la calidad del producto software, en 2012 se realizó la revisión sistemática expuesta en [8] siguiendo la guía propuesta por Kitchenham en [9], junto con la plantilla descrita por Biolchini en [10]. Como resultado se obtuvo un conjunto de 10 estudios primarios que cumplían con los requisitos de búsqueda. Entre las principales conclusiones obtenidas se pueden destacar las siguientes:

- La mayoría de los estudios destacan el trabajo que ya existe en la certificación de procesos de desarrollo software y la necesidad de que esta certificación sea también extendida a las características del producto.
- La mayoría de los estudios se basan en características de calidad extraídas de normas internacionales como la ISO/IEC 9126, utilizando métodos de evaluación también estándares como los de la ISO/IEC 14598. Sin embargo, ninguna de las propuestas ha adoptado el nuevo modelo y proceso de la familia ISO/IEC 25000.
- Aunque ya existen varias propuestas para certificar el producto software, la mayoría de ellas carece o tiene un número reducido de aplicaciones reales en la industria del software.
- La mayoría de los estudios utiliza indistintamente los conceptos de evaluación y certificación, lo que se considera un error. Es necesario diferenciar entre el proceso de evaluación, realizado frente a un modelo de calidad, y el posterior proceso de certificación realizado por un organismo acreditado e independiente.
- Un denominador común de los estudios que presentan casos de aplicación práctica es la importancia que atribuyen a disponer de una herramienta que automatice las actividades.

Por todo lo anterior, el objetivo del presente artículo es presentar las características principales de una propuesta completa para la evaluación y certificación del producto software basadas en la familia ISO/IEC 25000 y demostrar su aplicación mediante un caso de estudio práctico. Para ello, el resto del artículo se estructura de la siguiente

manera: en el apartado 2 se presenta el modelo de AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) para Gobierno de las TICs basado en estándares ISO, dentro del cual se ha incluido la nueva familia de normas ISO/IEC 25000. En el apartado 3 se resumen los principales elementos de la evaluación, haciendo especial hincapié en el ecosistema de evaluación y en el laboratorio acreditado AQC Lab. En el apartado 4 se presenta el flujo de trabajo que se sigue para la certificación del producto una vez ha sido evaluado por un laboratorio acreditado, así como los resultados de un caso práctico de evaluación, mejora y certificación de un producto software. Y finalmente, el apartado 5 presenta las conclusiones obtenidas con este trabajo y las líneas futuras de investigación.

2 Modelo de AENOR para TICs con estándares ISO

Desde al año 2006, AENOR ha presentado y desarrollado un modelo de Gobierno y Gestión de las TIC para el siglo XXI (Fig. 1) basado en normas ISO con las mejores prácticas del sector. Este modelo ha tenido una gran aceptación en el mundo empresarial público y privado, debido a que está orientado a la mejora de la productividad, la innovación y el ahorro de costes; con una especial directriz que cumple con los objetivos de las organizaciones.

Básicamente, el modelo propone dos grandes áreas y tres certificaciones. El área de producción diaria de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD), con los objetivos de calidad y seguridad de los servicios de TI (ISO/IEC 20000-1 e ISO 27001); y el área de ingeniería o desarrollo del software con calidad y madurez en sus procesos con SPICE ISO 15504 -ISO 12207. Como características de este modelo hay destacar las siguientes:

- Es un modelo avalado por más de 150 países que han participado en el desarrollo e implantación de los estándares ISO que en él se recogen. Esto demuestra la madurez e importancia que el modelo y las normas en las que se apoya tienen dentro del sector de las TICs.
- Es un modelo dinámico, puesto que se encuentra en constante evolución, tanto por los avances que van saliendo en la industria de las TICs y que son incluidos en el mismo, como por las nuevas versiones de los estándares que lo forman que igualmente son adaptadas y consideradas.

Recientemente y después de un período de maduración y consolidación del modelo, en especial en el área de desarrollo de software o factorías de software, se ha considerado oportuno asumir una nueva certificación según la Norma ISO/IEC 25000 de producto software. En un principio centrada en una de las características, la mantenibilidad, para continuar próximamente con otras características de la propia ISO/IEC 25000.

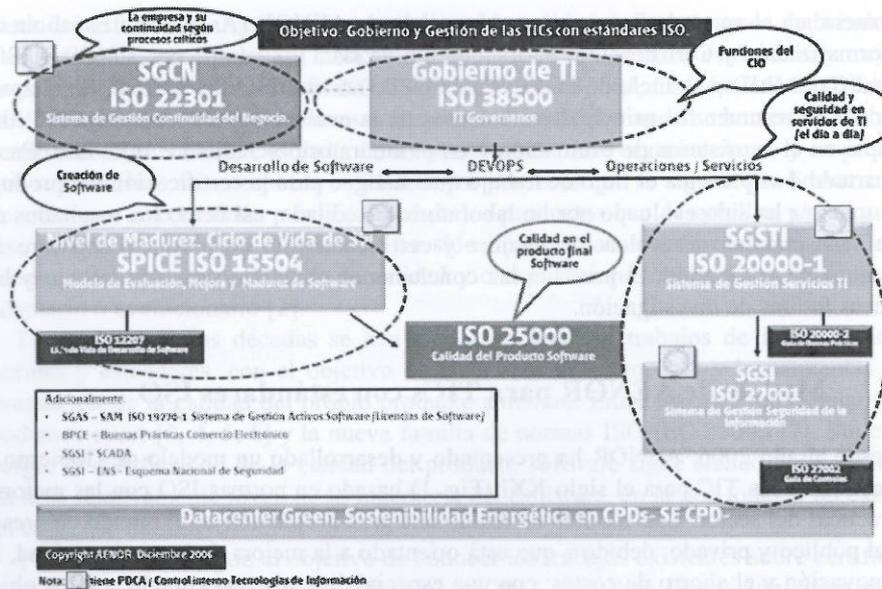


Fig. 1. Modelo de AENOR para Gobierno y Gestión de las TICs con estándares ISO [11].

De manera básica pero ilustrativa, lo que se pretende con este nuevo certificado de producto software es algo equivalente a lo que representa el sello EuroNCAP (*European New Car Assessment Programme*) en la industria del automóvil¹. Es decir, igual que cuando compramos un vehículo queremos que haya sido revisado y tenga las máximas estrellas EuroNCAP, este nuevo certificado permite conocer la calidad de los productos software en base a una norma internacional como es la ISO/IEC 25000 y poder optar por la opción que mejor se adecua a nuestras necesidades.

3 Evaluación de la Calidad del Producto

Una vez presentado el modelo de AENOR para gobierno de las TICs basado en normas ISO, en el presente apartado se detallarán los elementos necesarios para llevar a cabo la evaluación de la calidad del producto software.

3.1 Familia de normas ISO/IEC 25000

La familia de normas ISO/IEC 25000 tiene por objetivo la creación de un marco de trabajo común para evaluar la calidad del producto software, sustituyendo a las anteriores ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598 y convirtiéndose así en la piedra angular de esta área de la Ingeniería del Software. La familia ISO/IEC 25000 se encuentra compuesta de varias partes o divisiones, entre las que podemos destacar:

¹ <http://www.euroncap.com/es/euro-ncap/interpretaci%C3%B3n-de-las-estrellas/>

- La norma ISO/IEC 25010 [12] que determina las características de calidad del producto software que se pueden evaluar (Fig. 2). En total son 8 las características de calidad que identifica: funcionalidad, rendimiento, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad. Esta parte de la norma representa por tanto el espejo frente al cual podemos mirar la calidad de nuestro producto software.



Fig. 2. Modelo de calidad del producto software según la ISO/IEC 25010.

- La norma ISO/IEC 25040 [13] que define el proceso de evaluación, compuesto por cinco actividades, que determinan las tareas a realizar para poder evaluar la calidad del producto software: Establecer los requisitos, Especificar la evaluación, Diseñar la evaluación, Ejecutar la evaluación y Concluir la evaluación.
- La norma ISO/IEC 25020 que será la encargada de definir las métricas de calidad del producto software y que todavía está en pendiente de publicación.

3.2 Ecosistema para la evaluación y certificación del producto software

Por otro lado, los modelos y normas anteriores relacionados con la evaluación del producto software, no tratan el proceso posterior de la certificación, que permita a las empresas superar una auditoría realizada por una entidad acreditada y obtener un certificado que refleje la calidad de su producto software. Por estas razones, Alarcos Quality Center (spin-off de la Universidad de Castilla-La Mancha) en colaboración con AENOR han definido el “Ecosistema para la Evaluación y Certificación del Producto Software”, en el que se identifican a todos los participantes en el proceso de certificación de la calidad del producto software:

- Las empresas interesadas en evaluar, mejorar y certificar la calidad de sus productos software (propios o adquiridos), piedra central del ecosistema y sin las cuales el resto no tendría cabida.

- AENOR, que como entidad auditora, se encarga de emitir la certificación de calidad del producto software.
- AQC Lab, que como laboratorio acreditado de evaluación, dispone del entorno necesario para poder medir y evaluar el producto software y emitir un informe de evaluación siguiendo la familia ISO/IEC 25000.
- Consultores de calidad software con experiencia, que considerando la novedad de este tipo de evaluaciones, puedan dar soporte a las empresas a mejorar su producto software y alinearlos con las características de calidad para poder ser certificado.
- Empresas desarrolladoras de herramientas de medición, responsables de construir el software utilizado por los consultores de calidad y empresas para medir y controlar la calidad del producto antes de presentarse a la certificación.

De esta manera, gracias a las herramientas de medición de la calidad, a los consultores expertos en la calidad del producto software y en el uso de dichas herramientas de medición, al laboratorio de evaluación AQC Lab y a la entidad de certificación AENOR, las empresas pueden evaluar, mejorar y certificar la calidad de sus productos software, lo que a día de hoy se considera un hecho sin precedentes en nuestro país y prácticamente a nivel internacional.

3.3 AQC Lab: laboratorio acreditado para la evaluación de la calidad del producto software

Una de las necesidades que se identificaron inicialmente para poder evaluar la calidad del producto software, fue disponer de una entidad externa capaz de emitir una evaluación independiente sobre el producto software. Con esta idea, en 2009 comienza la construcción de AQC Lab, un laboratorio que basado en la familia ISO/IEC 25000 permita, tanto a empresas desarrolladoras de software como a entidades que externalizan o adquieren software, disponer de un informe independiente que refleje la calidad del producto software.

Con el objetivo de obtener un reconocimiento a la validez de las evaluaciones realizadas por AQC Lab, se decidió elaborar toda la infraestructura de gestión necesaria para conseguir la acreditación, siguiendo además para ello prácticas del desarrollo ágil como se expone en [14]. El resultado fue que en 2012 AQC Lab conseguía la acreditación de ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) en la norma ISO/IEC 17025 [15], como el primer laboratorio para la evaluación de la calidad de aplicaciones software bajo la familia de normas ISO/IEC 25000.

La acreditación de acuerdo a la norma ISO/IEC 17025 confirma la competencia técnica del laboratorio y garantiza la fiabilidad en los resultados de los ensayos realizados.

El foco de la auditoría de acreditación fueron los tres elementos principales de AQC Lab utilizados durante la evaluación del producto:

- El Proceso de Evaluación, que adopta directamente la norma ISO/IEC 25040, y la completa con los roles concretos del laboratorio y los procedimientos de trabajo desarrollados.

- El Modelo de Calidad, que define las características y métricas a evaluar.
- El Entorno de Evaluación, que permite automatizar las tareas de la evaluación.

De entre las características de calidad propuestas por la norma ISO/IEC 25010, inicialmente se decidió centrar el modelo en la característica de la mantenibilidad, entendida como el grado de efectividad y eficiencia con el que un producto puede ser modificado, debido principalmente a que el mantenimiento supone una de las fases del ciclo de vida de desarrollo más costosa y que la mantenibilidad es una de las características más demandadas hoy en día por los clientes de software, que piden que el producto software que se les desarrolle pueda ser después mantenido por ellos mismos o incluso por un tercero [8].

El modelo de calidad definido para la mantenibilidad parte exactamente de las cinco subcaracterísticas de calidad definidas en la norma ISO/IEC 25010, que son: Analizabilidad, Modularidad, Capacidad de ser Modificado, Capacidad de ser Reutilizado y Capacidad de ser Probado. Sin embargo, la familia de normas ISO/IEC 25000 todavía no ha definido el conjunto de métricas e indicadores que afectan a cada una de estas subcaracterísticas, los umbrales para las mismas, ni las funciones de medición a aplicar para poder calcular el valor de calidad de cada una de ellas. Por ello, para completar este modelo de calidad y hacerlo operativo tal y como se detalla en [16], se han identificado un conjunto de propiedades de calidad, que obtienen su valor a partir de métricas del código fuente, y se ha establecido la relación que existe con las subcaracterísticas anteriormente indicadas. El objetivo al identificar estas propiedades de calidad y métricas no ha sido que fuera el conjunto mayor posible, sino que fuera un grupo completo y sin lugar a controversias, basado en los estudios e investigaciones previas y aceptados por la comunidad científica [6, 17, 18, 19, 20, 21]. Estas propiedades de calidad son: Incumplimiento de reglas de programación, Complejidad Ciclométrica, Estructuración de paquetes y clases, Tamaño de unidades, Código duplicado, Documentación de código, Acoplamiento, Cohesión y Ciclos de dependencia.

Por otro lado, el entorno construido permite automatizar hasta en un 90% las evaluaciones y está formado por tres niveles diferenciados:

1. **Herramientas de medición.** Constituyen el primer nivel y su misión es analizar el código fuente para lenguajes como Java, JavaScript, PHP, .NET, C/C++, Objective-C, etc. y generar archivos con los datos sobre métricas base. La ventaja de este nivel es que es fácilmente ampliable, añadiendo nuevas herramientas que permitan analizar nuevos lenguajes de programación o calcular nuevas métricas para otras características de calidad.
2. **Sistema de evaluación.** Supone el nivel intermedio del entorno y su objetivo es analizar el conjunto de archivos generados por el nivel inferior y aplicar los criterios de evaluación del modelo de calidad, obteniendo como resultado los valores para las propiedades, subcaracterísticas y características de calidad.
3. **Entorno de visualización.** Representa el nivel superior del entorno y permite presentar de manera comprensible la información obtenida tras la evaluación. Además de mostrar los valores de calidad para propiedades, subcaracterísticas y características de calidad, este entorno permite la generación de informes con el resultado de la evaluación.

4 Piloto de evaluación y certificación de la calidad del producto software

Una vez alcanzada la acreditación del laboratorio, se estableció un proceso de trabajo con AENOR que permitiera que los productos software, una vez se hubieran evaluado y obtenido un nivel adecuado de calidad, pudieran también conseguir un certificado. Como resultado se creó un procedimiento que, a partir del informe del laboratorio acreditado y tras una auditoría por parte de AENOR, permitía certificar la calidad del producto software bajo estudio realizando los siguientes pasos (Fig. 3):



Fig. 3. Ciclo de Evaluación y Certificación del Producto Software.

- **Paso 1:** Si las organizaciones interesadas desean certificar la calidad de un producto de software, el primer paso es ponerse en contacto con el laboratorio acreditado y solicitar un informe de evaluación.
- **Paso 2:** Como resultado de la evaluación de la calidad del producto, la organización va a obtener un informe de evaluación de la calidad. Con base en los resultados de este informe, la empresa puede optar por la certificación (si el nivel es bueno) o refactorizar el producto para satisfacer los umbrales de calidad establecidos.
- **Paso 3:** Cuando la empresa tiene un producto evaluado con un nivel adecuado de calidad (3 o superior), se puede solicitar la certificación de AENOR, presentando los datos de la evaluación previa y el producto a ser certificado.
- **Pasos 4 y 5:** AENOR contacta con AQC Lab (Paso 4) para comprobar que la empresa realmente ha evaluado su producto de software y el nivel obtenido es adecuado para la certificación. En este caso, el Laboratorio facilita a AENOR el informe de evaluación (paso 5), quien lo contrasta con la información facilitada por la empresa.

- **Paso 6:** Finalmente, AENOR realiza la auditoría de certificación con la información de laboratorio de evaluación y la que se obtiene después de una visita a la empresa interesada en certificar la calidad del producto. Como resultado, AENOR crea un informe de auditoría con los resultados y presenta el certificado de la calidad del producto cuando así aplique.

Todo lo anterior permitió realizar a lo largo de 2013 un proyecto piloto de evaluación y certificación de los primeros productos software [11]. A continuación, en los siguientes apartados se presenta el proceso concreto seguido por una de las empresas que participó en dicho proyecto piloto, detallando la experiencia vivida y las mejoras realizadas.

4.1 Presentación de la empresa y del producto evaluado

Enxenio S.L. se dedica al diseño, desarrollo y operación de sistemas de información para todo tipo de organizaciones. Creada en 2004, cuenta con una plantilla de unas 20 personas, la mayoría de ellas dedicadas a actividades de análisis, diseño y desarrollo de sistemas de información. El producto evaluado en el proyecto piloto de evaluación y certificación es *xCloud Bookstore*², una plataforma para la distribución y venta online de contenidos digitales. Este producto está orientado a organizaciones en los sectores educativo, editorial y cultural. Esta plataforma permite a cualquier organización ofrecer, vender y distribuir contenidos digitales a través de un canal propio, sin depender de intermediarios (y de los costes que esa dependencia implica). Uno de los objetivos en el diseño y desarrollo de este producto fue identificar y dar soporte a los requisitos que cualquier cliente potencial pudiera necesitar. Sin embargo, es posible que en muchos casos sean necesarias ciertas adaptaciones del producto a las necesidades particulares de un cliente, por lo que la mantenibilidad del producto cobra una gran importancia de cara a su comercialización.

Las expectativas de Enxenio de cara al proyecto de evaluación y certificación eran asegurar que el producto presentara un nivel de mantenibilidad alto (por la importancia que la mantenibilidad tiene de cara a la evolución y adaptación del producto a los nuevos clientes), y que este nivel de mantenibilidad estuviera certificado por un organismo independiente y ampliamente reconocido.

4.2 Proceso de evaluación y certificación de la mantenibilidad

La evaluación y certificación del producto se llevó a cabo en tres fases. El laboratorio AQC Lab realizó una primera evaluación del producto en base al modelo de calidad presentado en secciones anteriores. Esta primera evaluación del producto dio lugar a un informe detallado con el nivel de mantenibilidad alcanzado en cada una de las características que forman el modelo, y con un informe exhaustivo de aquellos componentes del código fuente del producto que incumplen alguna de las reglas de man-

² <http://www.xcloud-bookstore.com>

tenibilidad y que, por tanto, provocaron un nivel bajo en alguna de las características evaluadas. El nivel global de mantenibilidad alcanzado por el producto fue un nivel 2.

Esta primera evaluación permitió a Enxenio conocer con mucho detalle (nivel de línea de código) aquellos aspectos del producto que podrían suponer un problema para su mantenibilidad en el futuro. En base al informe proporcionado por AQC se llevó a cabo un proyecto de mejora con el fin de mejorar aquellos aspectos señalados en el informe de evaluación.

Tras la refactorización y mejora del producto por parte de Enxenio, AQC llevó a cabo una nueva evaluación del producto, en la que el nivel de mantenibilidad alcanzado fue 4. De nuevo, se emitió un informe con los resultados de la evaluación, detallando el nivel alcanzado para cada una de las características que contempla el modelo de mantenibilidad. Los resultados de ambas evaluaciones se muestran en la Fig. 4. Como se puede ver en la figura, el nivel de mantenibilidad se mejoró en todas las subcaracterísticas de calidad, especialmente en los casos de capacidad de ser reutilizado y capacidad de ser modificado. El resultado de las dos evaluaciones y las acciones de refactorización suponen una mejora efectiva del nivel de mantenibilidad del producto, lo que redundará en menores costes de mantenimiento en un futuro. El proyecto de mejora de la mantenibilidad del producto supuso para Enxenio un esfuerzo de 60 horas, mientras que las dos evaluaciones realizadas supusieron un esfuerzo total de 70 horas para los técnicos del laboratorio AQC Lab.

Tras los resultados de la segunda evaluación, Enxenio solicitó la certificación del nivel de mantenibilidad del producto a AENOR. Tras analizar el informe emitido por AQC Lab, AENOR llevó a cabo una auditoría in-situ de la empresa durante una jornada de trabajo. En dicha auditoría se comprobó que la empresa cuenta con los recursos e infraestructura necesarios para garantizar la mantenibilidad del producto en el futuro, obteniendo como resultado el certificado de calidad de producto emitido por AENOR³.

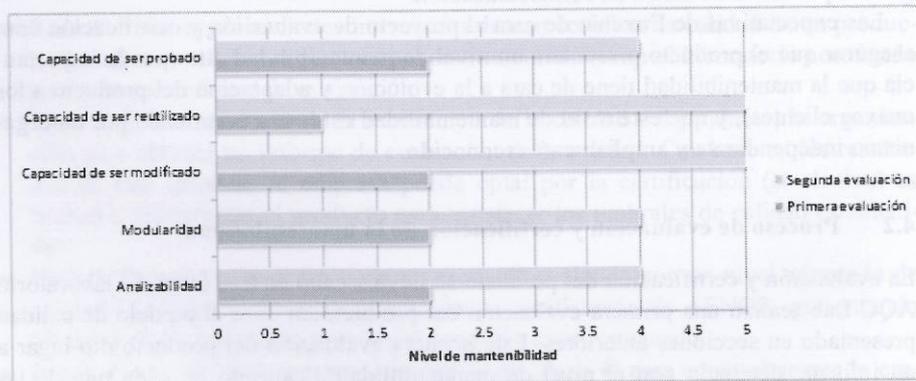


Fig. 4. Resultados de la Primera y Segunda Evaluación.

Los principales resultados obtenidos por parte de Enxenio son:

³ www.iso25000.com/index.php/productos-certificados

- Alto nivel de mantenibilidad del producto: la primera consecuencia obtenida por Enxenio en el proyecto piloto es que la mantenibilidad del producto se ha mejorado de forma efectiva. Esta mejora redundará en menores costes de mantenimiento, evolución y adaptación del producto a las necesidades de los nuevos clientes. Desde este punto de vista, el esfuerzo de refactorización del producto se ve como una inversión que supondrá un ahorro de costes en el futuro.
- Modelo de referencia independiente y accesible: aunque desde hace tiempo existen distintas herramientas de análisis del código fuente y extracción de métricas, el modelo desarrollado por AQC y AENOR proporciona un marco de referencia independiente contra el que medir las características de cualquier producto software.
- Certificado de calidad emitido por entidades acreditadas y reconocidas: para Enxenio, el hecho de que el producto cuente con un certificado de calidad respaldado por entidades como AENOR y AQC supone un sello de garantía de gran importancia para los potenciales clientes.
- Incorporación de evaluación de producto a los procesos de la empresa: tras esta experiencia, Enxenio ha incorporado a sus procesos de gestión y desarrollo aspectos de evaluación de la calidad de los productos. Así, la gestión de la calidad no se centra solo en los procesos de trabajo, sino que llega a los productos generados.

5 Conclusiones y trabajo futuro

La calidad del producto software es una de las principales preocupaciones tanto para las empresas desarrolladoras, como para los organismos que lo adquieren. El presente artículo ha presentado una solución, formada por un ecosistema completo, que permiten realizar la evaluación del producto software y alcanzar posteriormente una certificación de calidad. Además, para mostrar la aplicación práctica de la evaluación y certificación de la calidad del producto software, se han presentado también los detalles de un proyecto piloto de evaluación y certificación realizado, con los datos concretos obtenidos por una de las empresas participantes en dicho proyecto.

Entre los beneficios obtenidos, las empresas participantes destacaron haber reducido hasta en un 75% las incidencias correctivas, hasta en un 40% el tamaño de sus productos y hasta en un 30% los tiempos en las tareas de mantenimiento. Y tras este piloto, son varios los productos que a nivel nacional e internacional ya se han evaluado siguiendo este nuevo esquema, estando algunos de ellos ya en fase de certificación.

Por otro lado, indicar que AENOR y AQC Lab siguen trabajando para ampliar el alcance de las evaluaciones y certificaciones del producto software, de manera que se puedan abordar poco a poco todas las características de calidad identificadas por la familia ISO/IEC 25000.

Agradecimientos: Esta investigación forma parte de los proyectos: GEODAS-BC (Ministerio de Economía y Competitividad, TIN2012-37493-C03-01), SDGear (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, TSI-100104-2014-4) e IMPACTUM (Consejería de Educación, Ciencia y Cultura de la JCCM, PEII-2014-017-A), todos ellos dentro del Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER.

Referencias

1. Piattini, M.G., Garzás, J.: Fábricas de software: experiencias, tecnologías y organización (2ª edición actualizada). Paracuellos del Jarama (Madrid): RA-MA (2010)
2. Standish-Group, The CHAOS Manifesto: Think Big, Act Small. The Standish Group (2013)
3. Boehm, B.W., Brown, J.R., Kaspar, H., Lipow, M., Macleod, G.J., Merrit, M.J.: Characteristics of Software Quality: North-Holland. (1978)
4. ISO, ISO/IEC 9126: Software Product Evaluation—Quality Characteristics and Guidelines for their Use, International Organization for Standardization (2001)
5. ISO, ISO/IEC 14598-5:1998 - Information technology -- Software product evaluation -- Part 5: Process for evaluators. International Organization for Standardization: Ginebra (1998)
6. Heitlager, I., Kuipers, T., Visser, J.: A Practical Model for Measuring Maintainability, in Quality of Information and Communications Technology. QUATIC 2007. 2007. p. 30-39 (2007)
7. ISO, ISO/IEC 25000, Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Guide to SQuaRE. Ginebra, Suiza (2014)
8. Rodríguez, M., Piattini, M.: Systematic review of software product certification, in CISTI 2012: 7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies. 2012: Madrid. p. 631-636 (2012)
9. Kitchenham, B.: Guideline for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3. University of Keele (Software Engineering Group, School of Computer Science and Mathematics) and Durham (Department of Computer Science) (2007)
10. Biolchini, J., Gomes, P., Cruz, A., Travassos, G.: Systematic Review in Software Engineering., Systems Engineering and Computer Science Department, UFRJ: Rio de Janeiro, Brazil (2005)
11. Rodríguez, M., Fernández, C.M., Piattini, M.: ISO/IEC 25000 Calidad del Producto Software. AENOR. Revista de la Normalización y la Certificación, (288): p. 30-35 (2013)
12. ISO, ISO/IEC 25010, Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models. Ginebra, Suiza (2011)
13. ISO, ISO/IEC 25040 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Evaluation process. Ginebra, Suiza (2011)
14. Verdugo, J., Rodríguez, M., Piattini, M.: Using Agile Methods to Implement a Laboratory for Software Product Quality Evaluation, in 15th International Conference on Agile Software Development (XP 2014). Roma (2014)
15. ISO, ISO/IEC 17025:2005. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization (2005)
16. Rodríguez, M., Piattini, M.: Entorno para la Evaluación y Certificación de la Calidad del Producto Software, in XIX Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos JISBD'2014. Cadiz. p. 163-176 (2014)
17. McCabe, T.: A Software Complexity Measure. IEEE Transactions on Software Engineering, 2: p. 308-320 (1976)
18. Vandoren, E.: Software technology roadmap - cyclomatic complexity. Carnegie Mellon Software Engineering Institute Notes (2007)

19. Lanza, M., Marinescu, R., Object-Oriented Metrics in Practice. Using Software Metrics to Characterize, Evaluate, and Improve the Design of Object-Oriented Systems., ed. Springer (2006)
20. Bay, J., Object Calisthenics, in The Thoughtworks Anthology: Essays on Software Technology and Innovation, ThoughtWorks, Editor. Pragmatic Bookshelf (2008)
21. Spinellis, D., Code Quality: The Open Source Perspective. 1 ed. Effective Software Development Series. Addison-Wesley Professional (2006)

¹ Centro Nacional de Calidad de Software, La Habana, Cuba.

ycr11@ncc1.cu

² Empresa Nacional de Software, La Habana, Cuba.

layn@nepsot.efti.com.cu

Resumen. Actualmente existe una tendencia generalizada a la evaluación de productos software a través del esquema de tercerización del servicio o outsourcing de pruebas, tanto para desarrolladores como para clientes, que exigen en sus productos un elemento diferenciador de la competencia. Para proveer servicios especializados de testing, el laboratorio debe cumplir normas y modelos que le permitan certificar en dichos productos las especificaciones de calidad establecidas a escala internacional. Un requisito indispensable para ello es que el laboratorio esté acreditado según la ISO/IEC 17025:2005 "según sus servicios para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración". En este artículo se aborda el proceso de evaluación de software que se realiza en un laboratorio de pruebas al software que brinda servicios outsourcing y la implementación de normas internacionales reconocidas para la certificación de ensayos. La propuesta considera las normas, NC-ISO/IEC 9126-1:2003, ISO/IEC 14598 y NC-ISO/IEC 17025:2006 y la adopción de una lista de normas novedosas en el área del software, paradas en el desarrollo. Una de las normas complementarias. Como resultado la aplicación de la propuesta en un entorno real, evidenciándose excelentes resultados para el laboratorio.

1 Introducción

La producción de software orientado a las diferentes áreas de la sociedad, ha experimentado un crecimiento exponencial en su aplicación y uso, razón por la cual se requieren productos estables, seguros, con alto grado de calidad, acorde a los requisitos del cliente. Sin embargo, existen empresas que utilizan en sus negocios software con errores lo que en ocasiones impacta de forma negativa en la sociedad causando severos daños y afecta directamente el negocio en pérdidas de beneficios, clientes y mercado[1], [2]. Ello está relacionado principalmente a la carencia de testing o testing inadecuado para verificar y validar las aplicaciones informáticas de forma exhaustiva.

Según estudios del Instituto Nacional de Estándares y de Tecnologías de los EEUU, el costo sobre la economía nacional de USA de no poseer un adecuado proceso de pruebas es cercano a los 22 mil millones de dólares[3]. Es evidente que esta, es un

Escuela Superior Politecnica de Chimborazo
Panamericana Sur km 1 1/2
Riobamba - Ecuador
Postal Code: EC060155

CURRAN ASSOCIATES INC.
proceedings
.com