

Tipo de artículo : Artículo original
Temática: Ingeniería y gestión de software
Recibido: 30/06/2021 | Aceptado: 01/10/2021

Actividades de calidad para la eficiencia del desempeño desde etapas tempranas del software

Quality activities for performance efficiency from early software stages

Maidelyn Piñero González¹ <https://orcid.org/0000-0002-6534-132X>

Aymara Marin Diaz¹ <https://orcid.org/0000-0001-5101-7804>

Yaimí Trujillo Casañola¹ <https://orcid.org/0000-0002-3138-011x>

Denys Buedo Hidalgo¹ <https://orcid.org/0000-0002-5031-2040>

Raidel Paez Llopiz² <https://orcid.org/0000-0003-4541-9676>

¹Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba. Carretera San Antonio Km 2 1/2. {[mpinero](mailto:mpinero@uci.cu), [amarin](mailto:amarin@uci.cu), [yaimi](mailto:yaimi@uci.cu), [dbuedo](mailto:dbuedo@uci.cu)}@uci.cu

²Itopia, Cuba. Calle 1 e/ 56 y 58 Artemisa. raidel.paez88@gmail.com

*Autor para la correspondencia. (mpinero@uci.cu)

RESUMEN

La eficiencia del desempeño como característica de calidad del producto es un factor importante a tener en cuenta desde inicio del desarrollo del sistema, pues el mal desempeño de esta característica afecta la satisfacción del usuario. Por ello, es significativo conocer el comportamiento de la eficiencia del desempeño en cada etapa y nivel de desarrollo del software a través de diferentes actividades de calidad. En el presente

artículo se analizan normas, estándares, modelos, metodologías y criterios de autores reconocidos a nivel internacional con el objetivo identificar las actividades de calidad que se realizan para conocer el comportamiento de la eficiencia del desempeño en el software. Se definen objetivos, precondiciones, frecuencia de uso, productos de trabajo y los resultados esperados de las actividades de calidad propuestas asociadas a la eficiencia del desempeño. Se considera la ejecución de estas actividades como parte del proceso de control y aseguramiento de la calidad en las instituciones y empresas desarrolladoras de software. Es necesario la incorporación de las actividades desde inicio del desarrollo y realizarlas de forma transversal a las actividades de análisis, diseño e implementación del software. Para valorar la contribución de la propuesta dada, se utiliza el método Delphi y criterios de expertos, siendo exitosamente aceptada y aprobada por los mismos.

Palabras clave: eficiencia del desempeño; actividades de calidad; satisfacción del usuario; control.

ABSTRACT

Performance efficiency as a quality characteristic of the product is an important factor to take into account from the beginning of the development of the system, since the poor performance of this characteristic affects user satisfaction. Therefore, it is significant to know the behavior of performance efficiency at each stage and level of software development through different quality activities. In this article, norms, standards, models, methodologies and criteria of internationally recognized authors are analyzed in order to identify the quality activities that are carried out to know the behavior of the performance efficiency in the software. Objectives, preconditions, frequency of use, work products and the expected results of the proposed quality activities associated with performance efficiency are defined. The execution of these activities is considered as part of the quality control and assurance process in institutions and software development companies. It is necessary to incorporate the activities from the beginning of the development and carry them out transversally to the analysis, design and implementation of the software. To assess the contribution of the given proposal, the Delphi method and expert criteria are used, being successfully accepted and approved by them.

Keywords: performance efficiency; quality activities; user satisfaction; control.

Introducción

Las tendencias actuales consideran a la calidad como un factor estratégico. Romero y otros plantean: “(...) ya no se trata de una actividad inspectora sino preventiva: planificar, diseñar, fijar objetivos, educar e implementar un proceso de mejora continua, la gestión estratégica de la calidad hace de esta una fuente de ventajas competitivas que requiere del esfuerzo colectivo de todas las áreas y miembros de la organización” (Alonso and Blanco, 1992, Ismaray Socarras Ramírez, 2018, Navarro Silva, Ferrer Reyes et al., 2018, Socarrás Ramírez, 2018, Marin Diaz, Trujillo Casañola et al., 2019, Jiménez Bibián, 2020). Las actividades de control y aseguramiento de calidad de los procesos y productos durante todo el ciclo de vida de software como parte de la Ingeniería de Software, permiten mayor utilidad con el propósito de ofrecer optimización, eficiencia y satisfacción de necesidades de los clientes. (Callejas-Cuervo, Alarcón-Aldana et al., 2017, Carrizo and Alfaro, 2018, De Vincenzi, 2018)

Dos aspectos de calidad fundamentales para reducir riesgos en la puesta en producción de un sistema son la funcionalidad y la eficiencia en el desempeño (Toledo, 2014). En la actualidad los sistemas son cada vez más complejos, por eso se hace muy difícil coordinar que todos los implicados estén disponibles y estables, puesto que cada uno de los subsistemas que contiene es gestionado. La calidad de la eficiencia en el desempeño se ve notablemente reducida, incurriendo en la seguridad y el aumento de fallos que puedan ocurrir. Además, es subjetiva pues se basa principalmente en sus características no funcionales que son complejas para medir. La eficiencia del desempeño como atributo de calidad del producto es considerada como significativa, ya que los usuarios rechazarán un software que sea demasiado lento. (Estayno, Dapozo et al., 2009, Pressman, 2010, Roger, 2010, Sommerville, 2011, Escobar, 2017, De Vincenzi, 2018)

La eficiencia del desempeño del sistema está relacionada con el rendimiento de un dispositivo en función de su comportamiento temporal, el uso de recursos y la capacidad o límites máximos de funcionamiento. Para medir la eficiencia en el desempeño hay que conocer los tiempos de respuesta y procesamiento, las tasas de

rendimiento, los límites máximos de un producto o parámetro del sistema, las cantidades y los tipos de recursos utilizados, todo ello debe cumplir con los requisitos al realizar sus funciones (25010, 2011, Rodríguez, Reina et al., 2013, Fierro, Manosalvas et al., 2019). El desconocimiento del comportamiento del software en una situación de estrés, al límite del uso de recursos y el tiempo de respuesta afectado, propicia descontento e insatisfacción para las partes interesadas (Globe, 2017). La eficiencia en el desempeño es una medida desde la perspectiva del usuario, pues según la percepción y tolerancia del usuario es el nivel de aceptación de la eficiencia del desempeño del software. Es sumamente complicado establecer límites estandarizados para esta característica, por ello se establecen umbrales y/o criterios de aceptación definidos por los usuarios finales o clientes para el de tiempo, el uso de recurso y la capacidad del sistema.

En la presente investigación se realiza un análisis de las normas, estándares, modelos, metodologías y autores reconocidos en la materia referenciados a nivel nacional e internacional, con el objetivo de identificar actividades de calidad que se consideran necesarias y relevantes para conocer el comportamiento de la eficiencia del desempeño en el software. Se proponen objetivos, precondiciones, frecuencia de uso, productos de trabajo y los resultados esperados de las actividades de calidad propuestas asociadas a la eficiencia del desempeño.

Métodos o Metodología Computacional

Para la obtención de información de la investigación se emplearon varios métodos científicos. Dentro de los métodos teóricos se emplearon: analítico – sintético para el análisis de los elementos comunes que brinda la bibliografía sobre la eficiencia del desempeño para identificar las actividades de calidad que se proponen y son relevantes para conocer el comportamiento asociado a esta característica; el inductivo – deductivo utilizado en el diagnóstico de la tendencia del uso de las actividades de calidad asociadas a la eficiencia del desempeño a nivel nacional e internacional; y el análisis histórico – lógico para el estudio la trayectoria histórica sobre la característica eficiencia del desempeño que han sido plasmadas por diferentes autores, modelos, normas y estándares, de forma tal que se proporcionen una base de conocimiento a partir de lo histórico incorporar el empleo de actividades que garanticen una correcta eficiencia del desempeño en el

software. Dentro de los métodos empíricos se emplearon la entrevista formales e informales y la encuesta para obtener datos e informaciones para argumentar la situación problemática y selección de las actividades de calidad asociadas a la eficiencia del desempeño según experiencias en la evaluación de la característica en el ciclo de desarrollo del software.

En la literatura sobre calidad de software y eficiencia del desempeño se encuentran varios autores, modelos, metodologías, normas y estándares que guían el proceso para ejecutar prácticas y actividades para conocer el comportamiento de la eficiencia del desempeño en el ciclo de vida del producto. Luego de un análisis realizado sobre la eficiencia del desempeño de autores (Roger, 2002, Pressman, 2005, Roger, 2010, Sommerville, 2011, Toledo, 2014, Sommerville, 2016, Sommerville, 2020), estándares (Van Veenendaal and Graham, 2008, Roman, ROMAN. et al., 2018, International Software Testing Qualifications Board, 2020), normas (Al-Qutaish, Abran et al., 2005, 25010, 2011, Alain Abran, 2016, ISO/IEC, 2016, Nakai, Tsuda et al., 2016, Fierro, Manosalvas et al., 2019), modelos (Acuña-Gómez, 2015) y metodologías (Ortiz, 2016, Cubas Fernández, 2019) se puede concretar que todos ofrecen un concepto que incluyen subcaracterísticas. Proponen revisiones y diferentes tipos de pruebas como actividades de calidad para el control y seguimiento de la eficiencia del desempeño.

Tabla 1 - Análisis de las actividades de calidad de eficiencia del desempeño. Resumen Comparativo.

| Aspectos de la eficiencia del desempeño | Pressman | Sommerville | ISO/IEC Serie SQuaRE 25000 | Modelo APRA | Metodología OpenLoad | ISTQB |
|--|--|---|---|--|---|--|
| Características asociadas a la eficiencia del desempeño | Velocidad de procesamiento, comportamiento del tiempo de respuesta y el uso de recursos. | Utilización de recursos del sistema, capacidad de respuesta, tiempo de procesamiento. | Comportamiento temporal, el uso de recursos y la capacidad o límites máximos de funcionamiento. | Porcentaje de CPU utilizado, memoria disponible, procesamiento de los datos de interface de red y el disco duro. | Comportamiento con respecto al tiempo y a los recursos y el cumplimiento de la eficiencia. | Se rige por la Norma ISO/IEC 25010:2011: Comportamiento temporal, el uso de recursos y la capacidad o límites máximos de funcionamiento. |
| Etapas de prueba y evaluación | Se aplican a todas las fases de prueba del software. | Desde la concepción y diseño del software. | Desde etapas tempranas del desarrollo del software. | Propone un conjunto de pasos secuenciales para llegar al resultado del rendimiento deseado en el software a través de la identificación de los patrones y generación | Propone una guía eficiente para la adecuada aplicación de pruebas de carga y estrés, aplicando varios | Desde etapas tempranas del desarrollo del software. De manera iterativa en apoyo del análisis, diseño e implementación del sistema. |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--|--|--------------|--|--------------------------------------|---|
| | | | | de las reglas de asociación aplicadas a los datos procesados y dosificados de las pruebas de rendimiento. ejecutadas | estándares y normas internacionales. | |
| Actividades de calidad | Revisiones formales (Inspección) e informales (Revisiones entre pares). Pruebas de componente, integración, rendimiento, carga, transacción, esfuerzo, sistema y validación. | Pruebas componente, integración, rendimiento, esfuerzo, sistema: pruebas de versión. Pruebas de usuario: las alfa, beta y de aceptación. | No mencionan | Pruebas de rendimiento: pruebas de carga, estrés, escalabilidad, pico, concurrencia) | Pruebas de carga y stress. | Revisiones formales, informales y técnicas. Pruebas de rendimiento, de carga, de estrés, de escalabilidad, de picos, de resistencia, de concurrencia, de capacidad. |

Elaboración propia

A partir de la comparación anterior, se evidencia que las actividades que se destacan son: revisiones formales e informales y las pruebas de software, destacando; las pruebas de unidad, integración, sistema, validación, rendimiento, carga, estrés, resistencia, pico, escalabilidad, concurrencia y aceptación. A continuación, se muestra una breve descripción de las pruebas abordadas en la literatura asociadas a la eficiencia del desempeño (Pruebas , Roger, 2010, Sommerville, 2011, Perez and Paumier, 2014, Toledo, 2014, Ortiz, 2016, Verona-Marcos, Pérez-Díaz et al., 2016, Globe, 2017, Roman, ROMAN. et al., 2018, Giraldo and Terán, 2019, Maila-Maila, Intriago-Pazmiño et al., 2019, Jiménez Bibián, 2020, Marin Diaz, Trujillo Casañola et al., 2020)

1. Prueba de rendimiento: según el ISTQB la prueba de rendimiento es un término genérico que incluye cualquier tipo de prueba centrada en el rendimiento (capacidad de respuesta) del sistema o componente bajo diferentes volúmenes de carga.
2. Prueba de carga: se centra en la capacidad de un sistema para tratar niveles crecientes de carga realistas anticipadas como resultado de solicitudes generadas por un número controlado de usuarios o procesos concurrentes.
3. Pruebas de resistencia: están diseñadas para confrontar los programas con situaciones anormales, verifica que no hay problemas de capacidad de recursos que puedan eventualmente degradar el

rendimiento del sistema, como: las fugas de memoria, conexiones en base datos, grupos de hilos, entre otros.

4. Prueba de estrés o pruebas de esfuerzo: se centra en la capacidad de un sistema o componente para tratar cargas máximas que están más allá de los límites de su carga de trabajo prevista o especificada, además, se utiliza para evaluar la capacidad de procesamiento accesible, el ancho de banda disponible y la memoria.
5. Prueba de pico: son pruebas de variación de carga (o pruebas de picos de carga) que tiene por objetivo exponer al sistema a unas condiciones de carga varias veces superiores a las habituales, posibilitando conocer la capacidad para responder correctamente a estallidos repentinos de cargas máximas y volver, a continuación, a su estado estable.
6. Prueba de escalabilidad: permite determinar la capacidad del crecimiento de un sistema para cumplir con los requisitos eficiencia futuros, que pueden ser mayores que los actuales, una vez que se conocen los límites de escalabilidad, se pueden establecer y supervisar los valores del umbral en la producción para advertir problemas que puedan surgir.
7. Prueba de concurrencia: posibilita conocer el impacto de situaciones en las que las acciones se realicen simultáneamente.
8. Prueba de capacidad: posibilita conocer el número usuarios y /o transacciones que soporta el sistema sin dejar de cumplir con los requisitos y objetivos del rendimiento.
9. Pruebas de aceptación: comparan el comportamiento del sistema con los requisitos definidos por el cliente. Se valida que cumpla con las necesidades del usuario, entre ellas que el rendimiento del sistema sea aceptable.

Resultados y discusión

Para la selección de las actividades de calidad se basó en el análisis de la revisión bibliográfica de los estándares, normas, modelos, metodologías y autores que abarcan sobre la materia. Además, se tomaron

criterios de especialistas de las organizaciones nacionales con experiencias y conocimiento sobre el tema en cuestión. Para ello, se efectuó la consulta de expertos que a través del método grupo focal y cuestionarios permitió conocer sus criterios y llegar a un consenso sobre las actividades de calidad a realizar para la conocer el comportamiento de la eficiencia del desempeño en el software. Un paso muy importante fue la selección de los expertos, pues de esto depende la fiabilidad y validez del resultado. La selección de los expertos se realizó a través del análisis de la síntesis curricular, ya que el objetivo principal es obtener expertos con la experiencia práctica en el objeto de investigación. Los criterios de selección de los expertos fueron:

1. Experiencia laboral en la industria de software de 6 años en adelante.
2. Experiencia práctica de 3 años en adelante asociada al objeto a evaluar en la investigación.
3. Producción científica enfocada al objeto a evaluar en la investigación.

Al tener en cuenta estos criterios se seleccionaron un total de 15 expertos de organizaciones a nivel nacional. Se realizó un taller en la Universidad de las Ciencias Informáticas utilizando el método de grupo focal, donde participaron 5 de los expertos seleccionados con experiencia en la evaluación de calidad del software. La reunión arrojó que el 100% de los expertos coincidieron en que deben realizarse pruebas de software: afirman que las pruebas asociadas al rendimiento del software, de sistema y validación son relevantes, además el 60% afirmó que las revisiones son necesarias también. Luego se realizó un cuestionario para conocer los juicios de los demás expertos y el 100 % coincidió en que deben realizarse las pruebas de software asociadas al rendimiento y el 70% que las revisiones técnicas tanto formales como informales son actividades de calidad importantes para evaluar la eficiencia del desempeño en el software. Basado en los resultados arrojados se definen como las actividades de calidad a proponer para conocer el comportamiento de la eficiencia del desempeño desde etapas iniciales que permitan la detección temprana de los defectos: las pruebas de software, revisiones técnicas formales e informales y revisiones entre pares como revisión informal. A continuación, se definen los objetivos, precondiciones, frecuencia de ejecución, productos de trabajo y resultados esperados de las actividades de calidad propuestas asociadas a la eficiencia del desempeño del software:

Tabla 2 - Propuestas de las actividades de calidad asociadas a la eficiencia del desempeño.

| Actividad de calidad | Objetivos | Precondiciones | Frecuencia de ejecución | Productos de trabajo | Resultados |
|---|---|--|---|--|--|
| Pruebas asociadas a la eficiencia del desempeño del software. | Comprobar que el software cumple con los requisitos de eficiencia del desempeño establecidos al inicio del desarrollo del software. Monitorear el comportamiento de la eficiencia del desempeño en el ciclo de vida del software para prevenir o detectar defectos. | Tener identificados los requisitos de la eficiencia del desempeño, el contexto operativo y el entorno técnico. Tener conocimiento en el empleo de las herramientas a emplear. | Se realizarán por cada nivel de prueba durante el desarrollo del software. | Requisitos de la eficiencia del desempeño del software, arquitectura del software, fragmentos de código, componentes, software o sistema, base de datos, servicios. | Detección temprana y resolución de los defectos asociados a la eficiencia del desempeño en las pruebas realizadas para su resolución sin pasar al próximo nivel. Conocer que el comportamiento de la eficiencia del desempeño es aceptable en el ciclo de vida de desarrollo del software. |
| Revisiones técnicas e informales) | Revisión técnica de los productos de trabajo que se identifiquen en la institución como entregables al cliente. Detección temprana de defectos en los productos de trabajo asociados a la eficiencia del desempeño. | Tener identificado los productos de trabajos requeridos. Tener disponibilidad del capital humano en el proyecto con el conocimiento técnico para la ejecución de la actividad. | Se realizará al concluir cada producto de trabajo o hito del proyecto durante el desarrollo del software. | Requisitos de la eficiencia del desempeño del software, diseño y arquitectura del software, fragmentos de código, componentes, software o sistema, base de datos. | Resolución temprana de los defectos detectados en los productos de trabajo asociado a la eficiencia del desempeño. |
| Revisiones entre pares | Detección temprana de defectos en los productos de trabajo asociados a la eficiencia del desempeño. Prevenir defectos en el diseño, la arquitectura o la codificación que afecten la eficiencia del desempeño del software. | Tener identificado los productos de trabajos requeridos. Tener disponibilidad de capital humano en el proyecto con el conocimiento técnico para la ejecución de la revisión. | Se realizará en cada nivel de prueba durante el desarrollo del software. | Requisitos de la eficiencia del desempeño del software, diseño y arquitectura del software, fragmentos de código, componentes, software o sistema, base de datos, servicios. | Resolución temprana de los defectos detectados en los productos de trabajo asociado a la eficiencia del desempeño. |

Elaboración propia.

Dentro de las pruebas asociadas a la eficiencia del desempeño o rendimiento del software, se proponen: las pruebas de carga, de estrés, de resistencia, de pico, de escalabilidad, de concurrencia y de capacidad. La práctica de pruebas de caja negra aplicando las técnicas: partición equivalente y análisis de valores fronteras permitirá identificar la compatibilidad del comportamiento del funcionamiento y el desempeño del sistema. Las actividades de calidad propuestas se pueden ejecutar en todos los niveles de la institución, por tanto,

todos los involucrados deben estar altamente comprometidos. Se propone que estas actividades inicien desde el proyecto, que constituye la unidad básica del desarrollo de software. Luego, si existe una administración entre el proyecto y la institución se propone un nivel intermedio para comprobar la eficiencia del desempeño del software. Por último, el nivel institucional constituye el último filtro antes de la entrega al cliente. Para las organizaciones pequeñas se propone realizar el nivel proyecto, utilizando de igual forma el proceso para llevar a cabo todas las actividades de calidad (Ver figura 1).

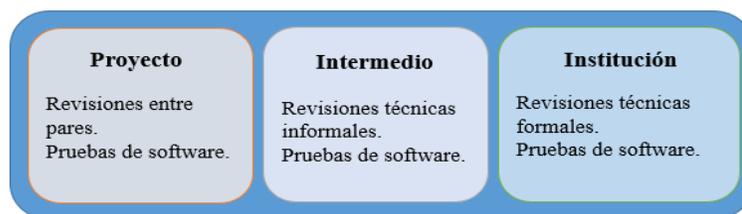


Fig. 1 - Actividades de calidad propuestas por niveles en la institución.

Elaboración propia.

Para adecuada realización de las actividades de calidad en software hay que conocer que para cada actividad de desarrollo hay asociada una actividad de prueba. Cada nivel de prueba tiene sus objetivos específicos. Las actividades deben realizarse desde etapas iniciales del ciclo de vida del software para detectar el defecto en el nivel correspondiente y no pase a niveles superiores. Las pruebas asociadas a la eficiencia del desempeño es una actividad continua que se realizan en todos los niveles de prueba. La selección de los tipos de pruebas depende del requisito que debe cumplir el objeto a evaluar por el proyecto, estas permiten obtener los datos y resultados asociados a las medidas a conocer para los criterios de aceptación de la eficiencia del desempeño en el software.

Se considera la ejecución de estas actividades como parte del proceso de control y aseguramiento de la calidad en las instituciones y empresas desarrolladoras de software. Se propone la incorporación de las actividades desde inicio del desarrollo, además de realizarlas de forma transversal a las actividades de análisis, diseño e implementación del software, posibilitando detectar los errores en el momento en que se introducen para evitar que influya en etapas superiores y repercuta negativamente en la explotación y aceptación del sistema.

Validación de la propuesta

Para la valoración de la propuesta dada, fue necesario realizar una encuesta que permitiera obtener criterios de expertos. Para la selección de estos se aplicó la técnica de análisis curricular. Al seleccionar los expertos, se consideraron como los criterios de selección iniciales: los conocimientos relacionados con la calidad y las actividades asociadas a la eficiencia del desempeño en proyectos de software, experiencia laboral en la industria de software de 6 años en adelante y experiencia práctica en la evaluación de la eficiencia del desempeño como característica de calidad de software como el principal factor. Al tener en cuenta estos criterios se realizó un cuestionario para el conocimiento curricular y como resultado fueron elegidos 10 expertos con más de 8 años en la industria del software y de diferentes organizaciones desarrolladoras de software a nivel nacional de las instituciones: Segurmática, DESOFT, XETID, UCI, CUJAE y CALISOFT.

Luego de seleccionados los expertos, teniendo en cuenta los conocimientos sobre las características de calidad del producto y la experiencia práctica que poseen sobre el valor del cumplimiento de las mismas, se aplicó el método Delphi para aprovechar los elementos comunes en el grupo de expertos. Se preservó el anonimato mediante el uso de flujos de comunicación que permite la participación de los expertos, aunque se encuentren geográficamente dispersos (Casañola, Estrada et al., 2014). Se realizaron 3 rondas para combinar y concretar los resultados emitidos. Se arrojaron resultados satisfactorios a partir del análisis de las respuestas dadas, pues todas las categorías fueron evaluadas de Muy altas o Altas, validando la contribución de las propuestas de actividades de calidad asociadas a la eficiencia del desempeño. Además, se reafirmó como característica necesaria a incorporar al inicio del desarrollo del software y fundamental para la satisfacción y aceptación del producto por los usuarios finales. Se obtuvo una moda de Alta o Muy Alta y los expertos no emitieron votos en la escala de Baja o Ninguna. A partir de los votos emitidos por los expertos se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3 - Por ciento del criterio de los expertos.

| Criterio | Por ciento | Moda |
|------------|------------|------|
| Relevancia | 98 | 5 |

| | | |
|-------------|----|---|
| Pertinencia | 95 | 5 |
| Coherencia | 80 | 4 |
| Comprensión | 90 | 4 |
| Exactitud | 70 | 4 |

Elaboración propia.

A partir de los estos resultados anteriores se puede asegurar que los expertos consideran que la práctica iterativa y continua de las actividades de calidad propuestas permite conocer el comportamiento de la eficiencia del desempeño desde etapas temprana en el desarrollo del software, inciden positivamente en la prevención y control de los riesgos y posibilita detectar el error lo antes posible para que no influya en etapas superiores y no repercuta negativamente en la explotación del sistema y aceptación del mismo. Se reconoce que es una característica fundamental para la satisfacción de los usuarios finales.

Conclusiones

En la presente investigación se concluye que el estudio de estándares, metodologías, normas y modelos más referenciados a nivel internacional y las tendencias nacionales permitió determinar que las pruebas asociadas a la eficiencia del desempeño, las revisiones técnicas formales e informales y las revisiones entre pares, son las actividades de calidad relevantes a tener en cuenta para la detección de defectos y no conformidades asociadas a la eficiencia del desempeño. Posibilitó determinar los objetivos, precondiciones, frecuencia de ejecución, productos de trabajo y resultados asociados a las actividades de calidad propuestas para evaluar la eficiencia del desempeño. Las actividades de calidad propuestas para conocer el comportamiento de la eficiencia del desempeño en el software permiten identificar los defectos asociados a esta característica lo antes posible al realizarse desde etapas tempranas del desarrollo del software, prevenir defectos, riesgos, mejorar la calidad del producto y la satisfacción de los usuarios finales al ejecutarse de forma iterativa, continua y transversal a las actividades de análisis, diseño e implementación del software como parte de las actividades de control y aseguramiento de la calidad en las empresas e instituciones.

Referencias

- 25010, I. S. I. I. (2011). ISO/IEC 25010 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) — System and software quality models, Switzerland: 44.
- Acuña-Gómez, J. M. (2015). "Desarrollo de un modelo para el análisis de pruebas de rendimiento de software en ambientes de Big Data, para identificar patrones mediante reglas de asociación."
- Al-Qutaish, A., A. Abran, J.-M. Desharnais and N. Habra (2005). "An Information Model for Software Quality Measurement with ISO Standards: Proceedings of the SWDC-REK International Conference on Software Development, May-June 2005 Reykjavick, Iceland."
- Alain Abran, J.-M. D., Rafa Al Qutaish, Naji Habra (2016). "An Information Model for Software Quality Measurement with ISO Standards ": 18.
- Alonso, -. B. and A. Blanco (1992). Dirigir con calidad total, Esic.
- Callejas-Cuervo, M., A. C. Alarcón-Aldana and A. M. J. E. Álvarez-Carreño (2017). "Modelos de calidad del software, un estado del arte." 13(1): 236-250.
- Carrizo, D. and A. Alfaro (2018). "Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico." Revista Chilena de Ingeniería Vol. 26 N° 1: pp. 114-129.
- Casañola, Y. T., A. F. Estrada and G. León-Rodríguez³ (2014). "Modelo Si.MPS.CU para valorar las organizaciones al iniciar la mejora de proceso de software."
- Cubas Fernández, L. F. (2019). "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO Y EL ESFUERZO MEDIANTE PRUEBAS DE CARGA EN SERVIDORES WEB."
- De Vincenzi, A. (2018). "Buenas prácticas en proceso de aseguramiento de la calidad."
- Escobar, A. F. D. (2017). "INTRODUCCION A LA CALIDAD DEL SOFTWARE."
- Estayno, M. G., G. N. Dapozo, L. R. Cuenca Pletsch and C. L. Greiner (2009). Modelos y Métricas para evaluar Calidad de Software. XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- Fierro, F. A. S., C. A. P. Manosalvas, N. N. C. Rodríguez and P. J. R. I. d. S. e. T. d. I. Landeta (2019). "Análisis de la eficiencia de desempeño en aplicaciones de Realidad Aumentada utilizando la normativa ISO/IEC/25010." (E22): 256-267.

Giraldo, R. G. and L. M. J. J. R. C. Terán (2019). "Propuesta de laboratorio de certificación en la norma ISO 29119 de pruebas de calidad de software en el Centro de Servicios y Gestión Empresarial del SENA." 24(2): 46-54.

Globe. (2017). "Pruebas de rendimiento en eCommerce." 2020, from <https://www.globetesting.com/2017/01/pruebas-de-rendimiento-para-ecommerce/>.

International Software Testing Qualifications Board, I. (2020). "International Software Testing Qualifications Board." International Software Testing Qualifications Board, 2020, from <http://www.istqb.org>.

Ismaray Socarras Ramírez, Y. T. C., Roexcy Vega Prieto (2018). "La mejora de procesos organizacionales para proyectos de desarrollo de software." Revista Cubana de Ciencias Informáticas Vol. 12: 15.

ISO/IEC (2016). ESTÁNDAR INTERNACIONAL ISO/IEC 25023 Sistemas e ingeniería de software Calidad de sistemas y software Requisitos y Evaluación (SQuaRE) - Medición de la calidad del producto del sistema y software. Switzerland: 61.

Jiménez Bibián, O. P. (2020). Pruebas de calidad aplicadas al sitio web Allison, Instituto Tecnológico de Colima.

Maila-Maila, F., M. Intriago-Pazmiño and J. Ibarra-Fiallo (2019). Evaluation of open source software for testing performance of web applications. World Conference on Information Systems and Technologies, Springer.

Marin Diaz, A., Y. Trujillo Casañola and D. J. I. R. c. d. i. Buedo Hidalgo (2019). "Apuntes para gestionar actividades de calidad en proyectos de desarrollo de software para disminuir los costos de corrección de defectos." 27(2): 319-327.

Marin Diaz, A., Y. Trujillo Casañola and D. J. R. C. d. C. I. Buedo Hidalgo (2020). "Estrategia de pruebas para organizaciones desarrolladoras de software." 14(3): 83-104.

Nakai, H., N. Tsuda, K. Honda, H. Washizaki and Y. Fukazawa (2016). Initial framework for software quality evaluation based on iso/iec 25022 and iso/iec 25023. 2016 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C), IEEE.

Navarro Silva, O., W. Ferrer Reyes and O. J. R. U. y. S. Burgos Bencomo (2018). "La calidad como factor estratégico en el desarrollo competitivo de las Pequeñas y medianas empresas." 10(2): 171-174.

- Ortiz, J. C. G. (2016). Diseño y Aplicación de una Metodología para la Ejecución de Pruebas de Carga y Stress Basada en Estándares., UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.
- Perez, D. E. and A. A. J. R. L. d. I. d. S. Paumier (2014). "Testing como práctica para evaluar la eficiencia en aplicaciones web." 2(5): 307-309.
- Pressman, R. S. (2005). Software engineering: a practitioner's approach, Palgrave macmillan.
- Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del Software Un Enfoque Práctico. 7ma ed. University of Connecticut, SA.
- Pruebas, P. d. E. N. d. "Probador Certificado del ISTQB®."
- Rodríguez, F. T., M. Reina, F. Baptista, M. P. Usaola and B. P. Lamanca (2013). Automated Generation of Performance Test Cases from Functional Tests for Web Applications. International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering, Springer.
- Roger, S. P. (2002). Ingeniería de Software: Un enfoque práctico, McGraw Hill New York.
- Roger, S. P. (2010). Ingeniería del Software Un Enfoque Práctico. 7ma ed. University of Connecticut, SA.
- Roman, A., ROMAN. and Gerstner (2018). Study Guide to the ISTQB Foundation Level 2018 Syllabus, Springer.
- Socarrás Ramírez, I. d. I. C. (2018). Proceso de Mejora de Procesos Organizacionales para Proyectos de Desarrollo de Software, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Sommerville, I. (2011). Ingeniería de Software.
- Sommerville, I. (2016). Software Engineering, Pearson Education © 2016.
- Sommerville, I. (2020). Engineering Software Products, Pearson.
- Sommerville, I. J. I.-. (2011). "Software engineering 9th Edition." 137035152: 18.
- Toledo, F. (2014). Introducción a las pruebas de sistemas de información. Montevideo, Uruguay, 2014.
- Toledo, F. J. M., Uruguay: Abstracta (2014). "Introducción a las pruebas de sistemas de información."
- Van Veenendaal, E. and D. J. C. L. E. Graham (2008). "Foundations of Software Testing: ISTQB Certification." 30.
- Verona-Marcos, S., Y. Pérez-Díaz, L. Torres-Pérez, M. D. Delgado-Dapena and C. J. I. I. Yáñez-Márquez (2016). "Pruebas de rendimiento a componentes de software utilizando programación orientada a aspectos." 37(3): 278-285.

Conflicto de interés

Los autores de este artículo autorizan la distribución y uso de su artículo.

Contribuciones de los autores

1. Conceptualización: Aymara Marin Díaz
2. Curación de datos: Yaimí Trujillo Casañola
3. Análisis formal: Maidelyn Piñero González
4. Adquisición de fondos: -
5. Investigación: Maidelyn Piñero González
6. Metodología: Denys Buedo Hidalgo
7. Administración del proyecto: Yaimí Trujillo Casañola
8. Recursos: Raidel Páez Llopiz
9. Software: Denys Buedo Hidalgo y Raidel Páez Llopiz
10. Supervisión: Yaimí Trujillo Casañola
11. Validación: Aymara Marin Díaz
12. Visualización: Maidelyn Piñero González y Raidel Páez Llopiz
13. Redacción – borrador original: Maidelyn Piñero González
14. Redacción – revisión y edición: Aymara Marin Díaz

Financiación

No fue necesaria financiación para el desarrollo de la investigación.