



Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Ingeniería de software
Recibido: 28/03/2024 | Aceptado: 02/06/2024 | Publicado: 30/09/2024

Identificadores persistentes:
DOI: [10.48168/innosoft.s16.a169](https://doi.org/10.48168/innosoft.s16.a169)
ARK: [ark:/42411/s16/a169](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:pe:ulasalle-2024-09-0001)
PURL: [42411/s16/a169](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:pe:ulasalle-2024-09-0001)

¿Cuál es la mejor Estrategia para medir la Calidad del Software?

What is the best strategy to measure Software Quality?

Daniel Ignacio Martínez¹[\[0000-0001-6017-8132\]](https://orcid.org/0000-0001-6017-8132)^{*}, María Soledad Martínez²[\[0000-0003-2346-9859\]](https://orcid.org/0000-0003-2346-9859), Valeria Raquel Filoniuk³[\[0000-0003-0614-3814\]](https://orcid.org/0000-0003-0614-3814), Ana Claudia Diz⁴[\[0000-0002-0585-860X\]](https://orcid.org/0000-0002-0585-860X), Silvia Edith Arias⁵[\[0000-0001-9695-2812\]](https://orcid.org/0000-0001-9695-2812)

¹Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Argentina. danielignaciomartinez@gmail.com

²Dirección de Análisis Operativo. Fuerza Aérea Argentina, Córdoba, Argentina.

mariasolemartinez81@gmail.com

³Dirección de Análisis Operativo. Fuerza Aérea Argentina, Córdoba, Argentina. vfiloniuk@gmail.com

⁴Dirección de Análisis Operativo. Fuerza Aérea Argentina, Córdoba, Argentina. anaclaudiadiz@gmail.com

⁵Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Argentina.

edith.edit@gmail.com

*Autor para correspondencia: danielignaciomartinez@gmail.com

Resumen

El éxito de un producto de software, consiste básicamente en satisfacer las necesidades de los usuarios. Esto implica, entregar un producto en el tiempo estimado y que no sobrepase los costos, cumpliendo de esta manera con los requerimientos especificados y las necesidades/expectativas de los usuarios. En este sentido, es necesario tener una estrategia que nos permita medir la calidad del producto de software, y a partir de esto, realizar los ajustes necesarios, con el objetivo de mejorarlo. Ante ello, este trabajo propone la participación del usuario final en todo el ciclo de vida Testing, tomando como base el Estándar ISO 9126, con el fin de medir y mejorar la calidad del software, logrando como consecuencia la satisfacción del mismo.

Palabras claves: calidad, estrategia, ISO 9126.

Abstract

The success of a software product basically depends on catering for the users' need. This implies, providing the product on time and within the estimated costs so as to fulfill the specified requirements and the users' expectations. In this respect, it is necessary to have a strategy that allows to monitor the software product quality, and from this point onwards make the necessary adjustments with the sole objective of enhancing the final product. Taking this into consideration, this article proposes to involve the user during the whole life cycle process "Testing", taking as a basis the ISO 9126 standard, with the ultimate aim of evaluating and upgrading the software quality, leading to the end users' contentment.

Keywords: *quality, strategy, ISO 9126*

Introducción

Hoy en día, los productos software, han cobrado un papel muy importante dentro las organizaciones [1], convirtiéndose en la mayoría de los casos, en herramientas estratégicas para el cumplimiento de los objetivos de las mismas [2], [3].

En la actualidad, es difícil pensar algún proceso de gestión que no aproveche las ventajas que brinda un software. En este sentido, la calidad del mismo constituye un punto importante a tener en cuenta en vista de necesidades expresas o implícitas. Por este motivo, el interés por la calidad del software ha aumentado de manera significativa en los últimos años. Cada vez más, sus procesos más importantes, por lo tanto, la propia supervivencia de las organizaciones, depende en gran medida, de los sistemas informáticos [4].

Desde la década del 70, la calidad del software ha sido motivo de preocupación para especialistas, ingenieros, investigadores y comercializadores de software, los cuales han realizado gran cantidad de investigaciones al respecto con el propósito de conocer dos objetivos fundamentales: ¿Cómo obtener un software con calidad? ¿Cómo evaluar la calidad de un software? [5].

El glosario de estándares de computación IEEE Std. 610 – 1991, define la calidad del software como “el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario, cuando es usado en situaciones determinadas [4]. Calidad es lo bueno o excelente que es un producto [6].

Si bien el concepto de calidad ha ido evolucionando desde sus orígenes [6], los objetivos de calidad siempre han girado en torno a la satisfacción del cliente y la creación de productos innovadores [7]. Para poder ofrecer un producto de calidad es muy importante que esté diseñado y pensado según las expectativas del cliente actual [6], [8], teniendo en cuenta que la aceptación por parte del usuario será determinante para el éxito o fracaso del producto final [9]. En este sentido, la calidad debería tomarse como una filosofía de trabajo para toda organización. Prestar un servicio de calidad involucra una actividad pro-activa que incorpora el control, el aseguramiento, el perfeccionamiento y la planificación de un conjunto de actividades, dirigidas a la mejora continua [8].

Difundir una cultura de calidad dentro de la organización, y por consiguiente implementar un sistema de calidad, es la diferencia entre ser excelentes o simplemente ser uno más [8]. El control de la calidad repercute de manera positiva en cuanto a las competencias de los usuarios más exigentes y de los servicios o productos que producen las empresas [10].

Sin embargo, frecuentemente las organizaciones se enfrentan a la liberación de software que no satisface los

requerimientos ni las necesidades del usuario, y su desarrollo excede los recursos disponibles para tal fin [11]. Debido a esto surge la necesidad de que el software pase por una evaluación detallada, con el objetivo de mejorar la calidad del producto y de esta forma satisfacer las necesidades del usuario.

Hoy en día existen diferentes modelos de calidad de software, que indican las cualidades deseables para determinar la calidad de un producto de software, algunas enfocadas en la calidad de los procesos, como ser la Norma ISO 15504 (SPICE) y CMMI (Capability Maturity Model Integration), y otros enfocados a la calidad del producto como la Norma ISO 9126 (software engineering–product quality), ISO 14598 (software product evaluation), IEEE 1061 e ISO 25000 (product quality and evaluation), entre otros. Los modelos de calidad les permiten a las organizaciones tener un punto de referencia del estado actual, brindándoles así la posibilidad de verificar las fortalezas y debilidades para luego realizar un plan de acción que permita mejorar la calidad del producto final [2].

La implementación de un estándar de calidad implica costos, tiempos y recursos insumidos. Pese a ello, las ventajas de implantar el modelo correcto supera el esfuerzo inicial, logrando productos de software y servicios con valor agregado. El seguimiento de la calidad garantiza un buen software [12] y posiciona a la empresa en un mercado altamente competitivo; lo cual trasciende incrementando la productividad, mejorando la efectividad, reduciendo costos y asegurando la satisfacción de los clientes internos y externos, entre otros [13].

El estándar ISO/IEC 9126 permite definir un modelo de calidad, aplicable a cualquier tipo de proyecto, partiendo de características que indican la calidad en el ciclo de vida del software. Ellas son: Confiabilidad, Eficiencia, Facilidad de Mantenimiento, Portabilidad, Funcionalidad y Facilidad de Uso [13]. Sin embargo, a la hora de evaluar la calidad de un producto software, es importante considerar que el éxito de un Sistema de Información, más que depender de un nivel de calidad evaluado internamente, se relaciona con el grado de aceptación y satisfacción del usuario, quien determinará si el Software cumple con sus necesidades funcionales. Por tal motivo, es importante que los usuarios participen de una manera formal dentro de todo el proceso de pruebas, considerando que el éxito de la evaluación depende en gran parte de su visión [11].

En este trabajo se propone evaluar la calidad de un Software perteneciente a una Fábrica de gran prestigio, denominada Tantal, la cual se encuentra posicionada en segundo lugar dentro de Latinoamérica por su exportación de metal duro. Para dicha valoración, se implementó el estándar de calidad ISO/IEC 9126, y la participación de los usuarios finales en todo el proceso de evaluación.

Materiales y Metodología computacional

El modelo de calidad definido por la ISO 9126, ha establecido un estándar internacional para la evaluación de la calidad de productos de software (ISO 2001) [14], [15]. Los modelos de calidad, son una referencia que las organizaciones utilizan para mejorar su gestión. Estos modelos, a diferencia de las normas, no contienen requisitos que deben cumplir los sistemas de gestión de la calidad sino directrices para la mejora. La aplicación de un modelo de calidad y métodos de evaluación, tienen como fin aportar a las empresas una visión general de su situación actual, siendo elementos claves para su desempeño. [10]

Por la presente investigación se desarrolló un método que consistió en establecer, en base al modelo de calidad seleccionado, los factores de calidad que deberán evaluarse desde el punto de vista del usuario, como así también la forma de medirse y en los términos. Para ello, se utilizó una estrategia que permitió evaluar la calidad del software de la Fábrica Tantal S.R.L. Esta estrategia consistió en la participación de los usuarios que utilizan el software en cuestión como parte de su actividad diaria, para la evaluación de los atributos de calidad que propone el estándar ISO 9126, descriptos en la figura 1.

<i>Funcionalidad</i>	Grado en el que se cumplen los requerimientos: Conformidad, Exactitud, Seguridad.
<i>Confiabilidad</i>	Cantidad de tiempo que el software se encuentra disponible para su uso: madurez, tolerancia a fallas y recuperación.
<i>Usabilidad</i>	Grado en el que es software es fácil de: comprender, aprender y ser atractivo para el usuario.
<i>Eficiencia</i>	Grado en el que el software emplea óptimamente los recursos: comportamiento en el tiempo y de los recursos.
<i>Facilidad de Mantenimiento</i>	Facilidad para efectuarse cambios: facilidad de análisis, de cambios, de pruebas y estabilidad.
<i>Portabilidad</i>	Facilidad para llevarse de un ambiente a otro: facilidad de instalación, reemplazo y conformidad.

Figura 1. Modelo ISO 9126

El modelo ISO 9126, se basa principalmente en la evaluación de la calidad del producto, mientras que otras alternativas, como ser la Norma ISO 15504 y CMMI se centran en la evaluación de la calidad del proceso. El sistema implementado en la Fábrica Tantal se encuentra en la fase de producción, motivo por el cual se

seleccionó el modelo ISO 9126, por considerarse a este como el más apropiado.

Una vez seleccionado el modelo, se analizaron los factores de calidad que pueden evaluarse desde el punto de vista del usuario final. Los factores de calidad que son evaluables desde el punto de vista del desarrollador, quedan fuera de la presente investigación.

En dicho estudio, participaron usuarios empleados de la empresa en cuestión, quienes utilizan el software como principal herramienta para la realización de sus labores diarias. Estas consisten principalmente en la gestión de cotizaciones, pedidos, procesos de planta, embalaje, facturación, cuentas corrientes de proveedores, compras, contabilidad, bancos, stock, estadísticas, entre otros.

Para recolectar información acerca de la calidad del software, desde el punto de vista del usuario final, se elaboró un cuestionario en la plataforma Google Forms. Este cuestionario fue enviado vía WhatsApp a los usuarios, quienes fueron invitados a participar de manera voluntaria. Finalizado el cuestionario, se agregó una pregunta abierta acerca de la percepción general con respecto al software, como así también sugerencias, en caso de considerarlo necesario. Se entrevistó un total de 24 usuarios, y se realizaron 12 preguntas destinadas a evaluar los atributos que propone el estándar seleccionado. Todas las preguntas tienen una escala numérica del 1 al 10. Las respuestas fueron procesadas automáticamente por medio de la plataforma y los resultados volcados en un software de hoja de cálculo para su análisis. Se procesaron 24 cuestionarios.

En el siguiente link se encuentran el cuestionario:

- Cuestionario para usuarios: <https://forms.gle/3QA1Y5BqWkApjAqH6>

Análisis de datos

Con el fin de evaluar la calidad de cada uno de los atributos que propone el estándar y tomar decisiones al respecto se pasó de una escala cuantitativa a otra cualitativa, considerando el valor 10 como Excelente, un valor promedio entre 8 y 9 como Muy Bueno, valor comprendido entre 6 y 7 como Mínimo Aceptable, y cualquier valor inferior como Mala Calidad.

Resultados y discusión

En esta sección, se describen los resultados obtenidos, a partir de las encuestas realizadas a los clientes de la Fábrica de Metal Duro Tantal Argentina S.R.L, con el fin de evaluar la Funcionalidad, Usabilidad, Confiabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad y Portabilidad del Software en cuestión, valorado éste desde el punto de vista

del usuario, tomando como referencia la Norma ISO 9126. Luego de evaluar los resultados, descriptos en las figuras que a continuación se detallan, se presentan los aportes de la investigación general y la integración de los resultados, para luego dar paso a las conclusiones en el siguiente apartado.

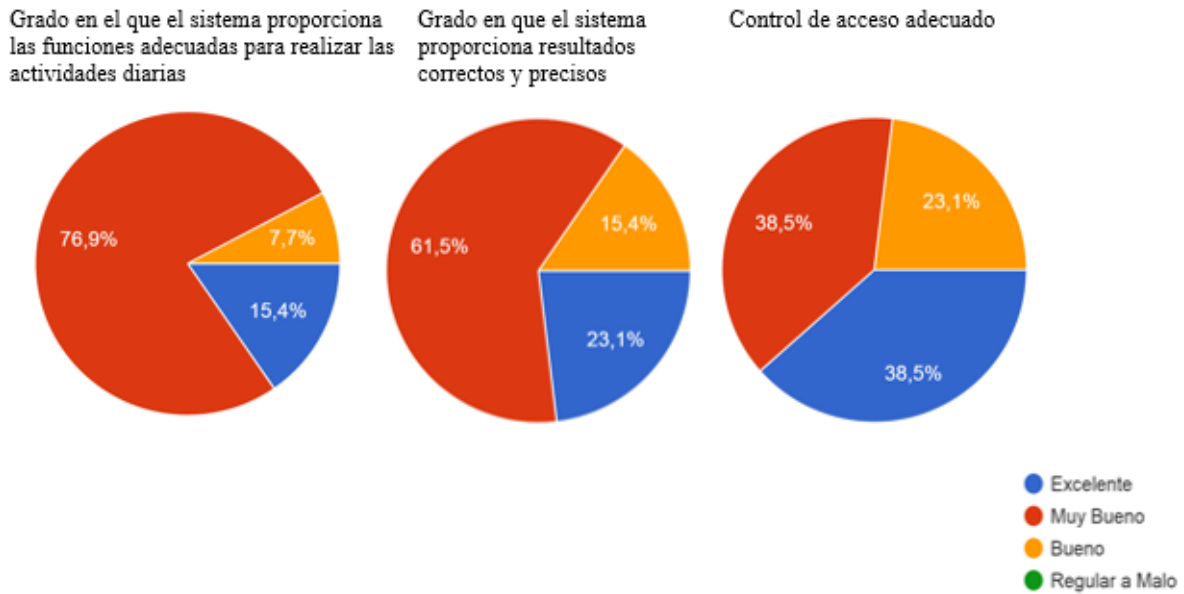


Figura 2. Funcionalidad del sistema

Facilidad para aprender a usar el software

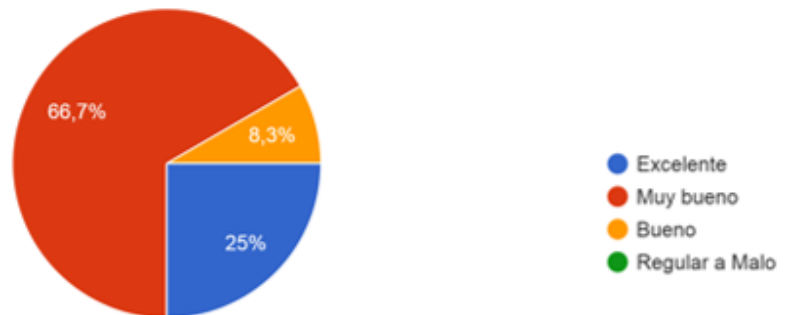
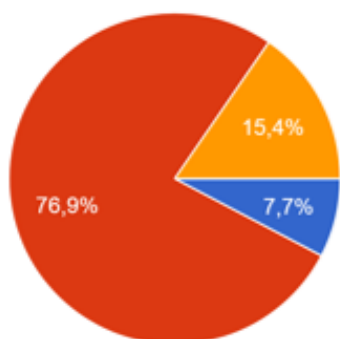
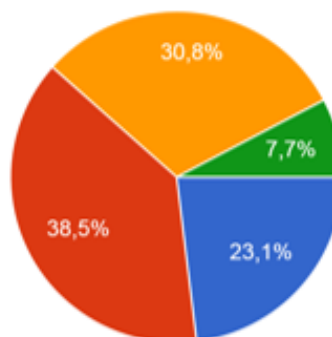


Figura 3. Usabilidad del sistema

Grado en que el sistema permite realizar las actividades diarias en tiempo y forma (sin cometer errores)



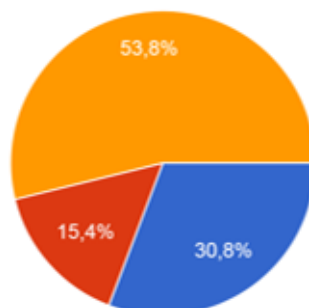
Desempeño del sistema en caso de fallas



- Excelente
- Muy Bueno
- Bueno
- Regular a Malo

Figura 4. Confiabilidad del sistema

Tiempo de respuesta adecuado para realizar sus funciones



- Excelente
- Muy bueno
- Bueno
- Regular a Malo

Figura 5. Eficiencia

Las modificaciones de software son realizadas en el tiempo requerido

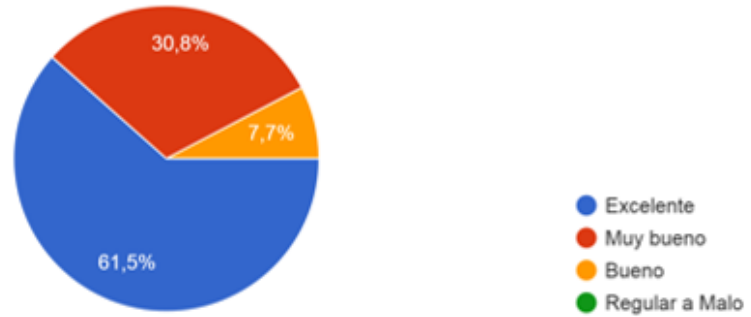


Figura 6. Mantenibilidad del sistema

Facilidad para instalar las nuevas versiones del sistema

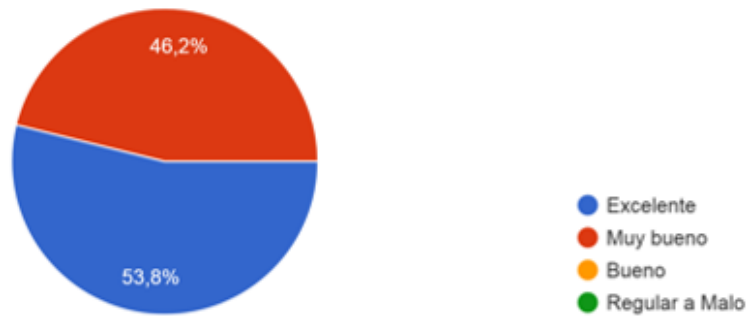


Figura 7. Portabilidad del sistema

En el siguiente cuadro, se presenta la integración de los resultados obtenidos a partir de la valoración de las respuestas ponderadas y representadas en los diagramas del apartado anterior.

Tabla 1. Resultados obtenidos de los cuestionarios realizados.

Factor Evaluado Sub Factor Evaluado		Puntuación				Promedio Parcial	Promedio Total	Conclusión
		Exelente	Muy Bueno	Bueno	Reg. a Malo			
Funciona- lidad	Grado en el que el sistema proporciona las funciones adecuadas para realizar las actividades diarias	15,4 %	76,9 %	7,7 %	0 %	92,3 % Comprendido entre Excelente y Muy Bueno	84,6 % Comprendido entre Exelente y Muy Bueno	Aceptable
	Grado en el que el sistema proporciona resultados correctos	23,1 %	61,5 %	15,4 %	0 %	84,6 % Comprendido entre Exelente y Muy Bueno		
	Control de acceso	38,5 %	38,5 %	23,1 %	0 %	77 % Comprendido entre Exelente y Muy Bueno		
Usabilidad	Grado en el que el sistema proporciona las funciones adecuadas	25 %	66,7 %	8,3 %	0 %	Comprendido entre Excelente y Muy Bueno	91,7 % Comprendido entre Excelente y Muy Bueno	Aceptable
Confiabilidad	Grado en el que el sistema proporciona resultados correctos	7,7 %	76,9 %	15,4 %	0 %	84,6 %	73,1 % Comprendido entre Exelente y Muy Bueno	Aceptable
	Desempeño del sistema en caso de fallas	23,1 %	38,5 %	30,8 %	7,7 %	61,6 %		
Eficiencia	Tiempo de respuesta adecuado	30,8 %	15,4 %	53,8 %	0 %	—	46,2 % Comprendido entre Exelente y Muy Bueno	Aceptable
Mantenibilidad	Las modificaciones del software son realizadas en tiempo	61,5 %	30,8 %	7,7 %	0 %	—	92,3 % comp. entre Exelente y Muy Bueno	Aceptable
Portabilidad	Facilidad para instalar nuevas versiones	53,8 %	46,2 %	0 %	0 %	—	100 % comp. entre Exelente y Muy Bueno	Aceptable

Se puede observar que Funcionalidad (84,6%), Usabilidad (91,7%), Confiabilidad (73,1%), Mantenibilidad (92,3,3%) y Portabilidad (100%) tiene un porcentaje promedio de 88,34% comprendidos entre los valores de Muy Bueno y Excelente.

Eficiencia, en cambio, fue calificado por un 46,2% entre Muy Bueno y Excelente, y un 53,3% fue calificado como Bueno. Se evaluó el motivo por el cuál este atributo fue calificado en un 53,3% como bueno y se concluyó que algunos empleados utilizaban el software en notebooks personales que no cumplían los requisitos de hardware, razón por la cual el sistema no brindaba los resultados esperados en cuanto a la velocidad de procesamiento de datos. Esto fue comunicado tanto a la empresa, como así también a los empleados.

En cuanto a las sugerencias solicitadas a los usuarios, serán tomadas en cuenta, con el objetivo de mejorar aún más la calidad del software y como consecuencia su satisfacción. Por lo tanto, se implementará una contabilidad bimonetaria en las cuentas corrientes. También se verá la posibilidad de ingresar datos de PE/Despacho y vincularlo a una FC de expo/limpo. Por otro lado, se evaluará buscar un reemplazo para el programador, para solucionar urgencias que pudiesen llegar a surgir en su ausencia.

Conclusiones

La ingeniería de software como disciplina encargada de la elaboración y construcción de productos de software y prestación de los servicios asociados no escapa a las exigencias de la calidad, en tal sentido surge la necesidad que el software pase por una evaluación detallada, con el fin de mejorar el producto final, y de esta forma satisfacer las necesidades del usuario.

El propósito de esta investigación fue seleccionar el estándar internacional más adecuado para realizar la evaluación de la calidad del software perteneciente a la Fábrica de Metal Duro Tantal S.R.L, participando a los usuarios finales en dicha valoración, con el objetivo de optimizar las pruebas.

Los resultados obtenidos demuestran que la implementación del estándar internacional ISO 9126 y la participación del usuario final en la evaluación del software en cuestión, constituyó una buena estrategia para lograr un mayor grado de confiabilidad, completitud y objetividad en las pruebas. Permitiendo mejorar de manera considerable la calidad del producto final, teniendo en cuenta que los usuarios ponen énfasis en ciertos aspectos del Sistema que en ocasiones los desarrolladores tienden a omitir. Las modificaciones realizadas no requirieron demasiado trabajo de programación, como así tampoco aumentar excesivamente los costos, resultando sumamente beneficiosa dicha valoración.

Agradecimientos

A Gisela Codrington, cuñada y amiga, por ayudarme de manera desinteresada a concretar mis proyectos.

Referencias

- [1] W. A. Lucero, C. H. Salgado, A. Sánchez, and M. Peralta, “Fiabilidad en la calidad del software: modelos, métodos y estrategias,” in *XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, El Calafate, Santa Cruz, 2020.
- [2] L. A. E. González, N. J. Acosta, J. L. G. Tovar, and J. L., “Estándares para la calidad de software,” *Revista Tecnología Investigación y Academia*, vol. 5, no. 1, pp. 75–84, 2017.
- [3] F. A. Moreno Sucre, “Modelo de gestión de calidad basada en los estándares NTP 12207, ISO 9001 e ISO 9126 para los procesos de desarrollo de software: caso RENIEC,” Ph.D. dissertation, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2020.
- [4] L. R. Salgado, C. H. Sánchez, and M. Peralta, “La sostenibilidad como característica transversal a la calidad del software,” in *XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Chilecito, La Rioja, 2021.
- [5] D. García León and A. Beltrán Benavidez, “Un enfoque actual sobre la calidad del software,” *Revista Acimed*, vol. 3, no. 3, pp. 40–42, 1995.
- [6] P. A. San Miguel, *Calidad: fundamentos, herramientas y gestión de la calidad para pymes*, 3rd ed. Ediciones Paraninfo, 2019, [Online].
- [7] R. R. Sánchez Ordoñez and I. J. Solis Terrones, “Gestión del cambio y calidad de servicio en la empresa Corporación Horus Mar SAC,” Master’s thesis, Chimbote, Perú, 2022.
- [8] D. Carrizo and A. Alfaro, “Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico,” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 26, no. 1, pp. 114–129, 2018.
- [9] M. S. Martínez, D. I. Martínez, V. R. Filoniuk, G. G. Chiappori, A. C. Diz, and S. Arias, “Aplicación de norma ISO 9241-11 para la evaluación de la usabilidad en simuladores de vuelo,” *Revista Innovación y Software*, vol. 3, no. 1, pp. 70–80, 2022.
- [10] L. A. G. Aredo, V. A. V. García, and A. M. De Los Santos, “El testeo informático y su impacto en la calidad de software,” *Revista Científica: BIOTECH AND ENGINEERING*, vol. 2, no. 02, pp. 131–145, 2022.

- [11] V. R. Filoniuk, M. S. Martínez, A. C. Diz, and S. E. Arias, “Cómo integrar design thinking en el ciclo de vida de verificación y validación de software para simuladores de vuelo,” *Revista Innovación y Software*, vol. 4, no. 2, pp. 25–35, 2022.
- [12] E. A. S. Gonzales, C. L. S. Bobadilla, J. C. A. Uñapilco, and D. H. Quispe, “Design thinking para resolver problemas con la selección de métricas en la calidad del software,” *Revista Innovación y Software*, vol. 3, no. 1, pp. 67–80, 2022.
- [13] A. G. Reyes, M. Ampuero, and A. H. González, “Análisis comparativo de modelos y estándares para evaluar la calidad del producto software,” *Revista Cubana de Ingeniería*, vol. 6, no. 3, pp. 43–52, 2015.
- [14] R. H. A. Ticona, “Aplicación del ISO 9126 al software multimedia para el aprendizaje en el Área de ciencia ambiente,” *Revista de Investigaciones*, vol. 10, no. 3, pp. 216–227, 2021.
- [15] F. L. Rojas Mamani, “Portal web para el control y seguimiento de historiales clínicos, cuotas y citas medicas,” Bolivia, 2020.