

Especificación de requisitos de software: una mirada desde la revisión teórica de antecedentes¹

Software requirements specification: an overview from the theoretical background checking

Especificação de requisitos de software: um olhar a partir da revisão teórica de antecedentes

A. Toro y J. G. Gálvez

Recibido Diciembre 10 de 2015 – Aceptado Febrero 19 de 2016

Resumen— El presente artículo pretende dar cuenta de una revisión teórica de antecedentes relacionados con la especificación de requisitos de software, realizada como parte del proyecto de investigación denominado “*Procedimiento para especificar y validar requisitos de software en MIPYMES desarrolladoras de software, basado en estudios previos en la región*”. Lo anterior responde a la necesidad de indagar sobre los problemas de calidad del sector del software relacionado con el tratamiento que se les hace a los requisitos como un punto clave para lograr productos y procesos de calidad, con el ánimo de desarrollar propuestas que contribuyan a mejorarla, inicialmente en la industria que se representa desde la ciudad de Pereira. Para ello, se hace un recorrido por algunos trabajos que permiten dar cuenta de los logros que se han alcanzado en investigaciones similares y que tienen como objeto de estudio los requisitos, reconociendo, a partir de unos antecedentes regionales, nacionales e internacionales los orígenes de ese problema y las propuestas que se han desarrollado para ayudar a corregirlo. Finalmente, y como conclusión, se encuentra que han sido muchas las propuestas que de una u otra manera pretenden contribuir al mejoramiento de la calidad del software a partir de los requisitos, pero en ninguna de las revisadas se ha propuesto un método, proceso o lineamiento claramente definido para elaborar una completa, consistente, modificable y

trazable, específicamente de requisitos de software en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) de Colombia.

Palabras clave— especificación, requisitos de software, antecedente.

Abstract— This article aims to explain theoretical background checks related to the software requirements specification conducted as part of the research project entitled “*Method to specify and validate software requirements in MSMEs based on previous studies in the region*”. It responds to the need to investigate the quality problems in software related to treatment that is made to the requirements as a key point to achieve quality products and processes, with the aim of developing proposals to help improve initially in the industry that it is represented from the city of Pereira. To do this, a study of some research that allow the account of the achievements that have been obtained in similar investigations and whose object of study requirements, recognizing from a regional, national and international history the origins of this problem becomes and proposals that have been developed to help its correction. Finally and as a conclusion, we find that there have been many proposals that in one way or another pretends to contribute to the improvement of the quality of software from requirements, but any method, process or guidelines clearly defined to develop a complete, consistent, modifiable and traceable has been proposed in any of them, specifically about software requirements for small and medium enterprises (SMEs) in Colombia.

Key words—specification, software requirement, background.

Resumo – O presente artigo pretende explicar uma revisão teórica de antecedentes relacionados com a especificação de requisitos de software, realizada como parte do projeto de investigação denominado “*Procedimento para especificar e validar requisitos de software em MPMEs baseado em estudos*

¹Producto derivado del proyecto de investigación “*Procedimiento para especificar y validar requisitos de software en MIPYMES desarrolladoras de software, basado en estudios previos en la región*”. Presentado por el Grupo de Investigación e Innovación en Ingeniería (GIII), de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, de la Universidad Católica de Pereira y el Grupo de Investigación Ingeniería de Software, de la Facultad de Ingenierías, de la Universidad Autónoma de Manizales.

A. Toro, es director del programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Pereira, Pereira (Colombia); email: Alonso.toro@ucp.edu.co.

J. G. Gálvez, ejerce como profesional en la Unidad de Gestión de Tecnologías Informáticas y Sistemas de Información (UGTISI) de la Universidad Tecnológica de Pereira como Ingeniero Desarrollador de Software, Pereira (Colombia); email: jggalvez@utp.edu.co.

prévios na região”. O anterior responde a necessidade de indagar sobre os problemas de qualidade do setor de software relacionado com o tratamento que se faz aos requisitos como um ponto chave para alcançar produtos e processos de qualidade, com o animo de desenvolver propostas que contribuam a melhorar-la, inicialmente na indústria que se representa desde a cidade de Pereira. Para este, se faz um recorrido para alguns trabalhos que permitem explicar os resultados que se alcançaram em investigações similares e que tem como objeto de estudo os requisitos, reconhecendo, a partir de uns antecedentes regionais, nacionais e internacionais, as origens de este problema e as propostas que vão se desenvolvendo para ajudar a corrigir. Finalmente e como conclusão, se encontra que têm sido muitas as propostas que de uma ou outra maneira pretendem contribuir ao melhoramento da qualidade do software a partir dos requisitos, mas em nenhuma das revisadas foram encontradas um método, processo ou alinhamento claramente definido para uma completa elaboração, consistente, modificável e traçável, especificamente de requisitos de software no micro, *pequenas e medianas empresas (MIPYMES) de Colômbia*.

Palavras chave: especificação, requerimentos de software, antecedente.

I. INTRODUCCIÓN

Los requisitos de software representan una parte fundamental en la consecución de la calidad, tanto así que existe una disciplina denominada ingeniería de requisitos [1], [2], [3] para desarrollar una especificación completa, consistente y no ambigua, la cual servirá como base para acuerdos comunes entre todas las partes involucradas, dónde se describen las funciones que realizará el sistema. Así mismo, autores como [4] consideran que todo lo concerniente a requerimientos hace parte de un dominio entero denominado Ingeniería de Requisitos, que a la vez es dividido tanto en Desarrollo como en Gestión de Requisitos. La ingeniería de requisitos cumple un papel primordial en el proceso de producción de software, ya que enfoca un área fundamental: la definición de lo que se desea producir. Su principal tarea consiste en la generación de especificaciones correctas que describan con claridad, sin ambigüedades, en forma consistente y compacta, el comportamiento del sistema. Como disciplina, establece el proceso de definición de requisitos en una sucesión de actividades mediante las cuales lo que debe hacerse se “*elicit*”, se modela y se analiza [5]. Por su parte [6] indican que la Ingeniería de Requisitos es un enfoque sistémico para recolectar, organizar y documentar los requerimientos del sistema; es también el proceso que establece y mantiene acuerdos sobre los cambios de requerimientos, entre los clientes y el equipo del proyecto. De la misma manera, [7] mencionan que “la Ingeniería de Requisitos es la ciencia y disciplina a la cual le concierne el establecer y documentar los requerimientos”.

Así pues, al entender que la ingeniería de requisitos es la fase de un proyecto software donde se definen las propiedades y la estructura del mismo; y que a la vez comprende el desarrollo y gestión de requisitos, se entiende también que debe realizarse de manera adecuada, pues omitir información en esta actividad ha provocado que

muchos proyectos de software fracasen. Adicionalmente, debido a que no se realiza un estudio previo de los requisitos del usuario, no se hace una definición completa del alcance del proyecto y no se realiza el modelado del negocio antes de desarrollar el software, el equipo desarrollador o analista no se involucra en el problema y aunque tiene claro que el sistema debe desarrollarse para dar soporte a los procesos de la organización, si el equipo no se involucra en la problemática se corre el riesgo de que los requisitos identificados no correspondan a las necesidades para lo que se debe crear [8]. Por otra parte, [9] menciona que las principales causas de fracaso de los proyectos son las siguientes:

Factores de Daño o cancelación

Requerimientos incompletos

Deficiencia en el involucramiento del usuario

Deficiencia de recursos

Expectativas no realistas

Deficiencia en soporte ejecutivo

Cambios en los requerimientos y especificaciones

Deficiencia en la planeación

Ya no se necesita más

Deficiencia en administración de TI

Desconocimiento en tecnología

Otros

Ilustración 1. Factores de falla o cancelación en los proyectos (CRISTIA, 2011)

Por lo anterior, y partiendo de las problemáticas expuestas, se han realizado diversos estudios y publicaciones que tratan el tema con el fin de enfatizar en la importancia de los requisitos y su responsabilidad en el aseguramiento de la calidad del software. Algunos de ellos, como la guía al cuerpo de conocimientos para la ingeniería del software SWEBOK® (Software Engineering Body of Knowledge) propuesto por la IEEE [10], en su versión 2014 trata el tema como la primera de sus áreas del conocimiento (KA por sus siglas en inglés Knowledge Areas), en la que se refiere a la captura, el análisis, la especificación y la validación de los requisitos del software y contempla una serie de aspectos y conceptos que llevan al software a ser objeto de aplicación de la ingeniería. Como producto de salida al proceso correspondiente de aplicar los conocimientos del área se logra un documento que permita sistematizar, revisar, evaluar y aprobar todo lo relacionado con los requisitos del software [11].

II. CONTENIDO

Se detecta -a manera de hipótesis- un problema en el sector del software, específicamente en la industria que se representa desde la ciudad de Pereira: el problema relacionado con el tratamiento que se le hace a los requisitos de software como un punto clave para lograr productos y procesos de calidad. Con la intención de ofrecer alternativas que permitan hacer frente a dicho problema del que adolece la industria, se hace necesario reconocer antecedentes regionales, nacionales e internacionales que permitan dar

cuenta de los logros que se han alcanzado en investigaciones similares y que tienen como objeto de estudio los requisitos:

A. Del orden regional

La Universidad Tecnológica de Pereira ha mostrado interés en explorar, a manera de investigación o con proyectos de desarrollo, los problemas que se presentan en las empresas desarrolladoras de software respecto al área de *los requisitos de software* [10]. Es así como [12] notaron que el crecimiento del mercado del software conlleva a la aparición de microempresas en el Departamento de Risaralda que procuraban cubrir esta gran demanda tecnológica, pero debido a la falta de experiencia en los procesos de certificaciones, hacen que los productos no sean competitivos con mercados nacionales e internacionales, es de ahí que se nota el interés por los autores antes descritos en implementar una guía de buenas prácticas en las áreas de gestión de requerimientos y planeación del proyecto para las microempresas desarrolladoras de software, basada en CMMI [13].

Teniendo esta clase de guía antes descrita basada en un modelo internacional que sirve de referencia para la gestión de requisitos [14], de la misma universidad mostraron el interés por medio de un proyecto de investigación logrando elaborar el análisis y diseño de una herramienta gráfica para los procesos de la ingeniería de requisitos que tiene como objetivo proporcionar un mecanismo visual de comunicación para identificar de forma inequívoca las necesidades que dan lugar al desarrollo de un proyecto de software, como también dar sencillez a la monitorización de la información que se genera en los procesos de la ingeniería de requisitos.

Así mismo, se ha considerado que una parte vital en un proyecto de desarrollo de software es la gestión que se lleve a cabo de los requisitos que este debe satisfacer para ser catalogado como un producto de calidad, lo cual reviste gran importancia y es parte fundamental en los proyectos de software. En este sentido, se han realizado diferentes investigaciones alrededor del tema con el objetivo de encontrar mejores prácticas, herramientas y métodos que faciliten dicha gestión. [15] por ejemplo, han mostrado preocupación en estudiar una parte específica de la ingeniería de requisitos concerniente a la recolección de los mismos, planteando como objetivo de su investigación la elaboración de un documento que analiza los métodos de obtención de requerimientos y sus enfoques de selección, con miras a minimizar problemas relacionados con la mala gestión de los requisitos en el desarrollo de proyectos de software, esto se debe a que la obtención de requisitos, por ser una actividad que es llevada a cabo por personas, cada quien expone su punto de vista subjetivo haciendo que se haga más compleja la comunicación y el entendimiento por parte de los analistas, quienes más tarde usarán los detalles de la *licitación* para especificar lo que el software debe satisfacer.

Por su parte, [16] en su artículo denominado “La

ingeniería de requerimientos en las pequeñas empresas del departamento de Risaralda”, muestran el estado actual del proceso de ingeniería de requisitos en las pequeñas empresas que desarrollan software en el departamento de Risaralda, además de observar cómo se aborda esta área desde la academia. A partir de su proyecto de investigación plantean la creación de una metodología para la adquisición y gestión de requisitos en el desarrollo de software para PYMES del departamento de Risaralda. Para ello se desarrollaron tres fases: recopilación de datos, estructuración de la metodología y validación de la metodología.

Finalmente, cabe destacar algunos estudios e investigaciones que han arrojado resultados importantes para el mejoramiento de la calidad del software, así como propuestas y productos que contribuyen significativamente a mejorar el trabajo con los requerimientos en las empresas desarrolladoras de software de la región y el país. El Grupo de Investigación e Innovación en Ingenierías de la Universidad Católica de Pereira (GIII-UCP), ha desarrollado –a partir de una serie de proyectos de investigación para caracterizar la industria del software en Colombia respecto a la calidad del producto, el proceso de desarrollo y el uso de metodologías, entre otros- una “Propuesta metodológica para estandarizar el proceso de construcción y evaluación del producto software que permita a las Pymes colombianas medir la calidad del software” [11], a partir de la cual se ha logrado la formulación de un modelo para el desarrollo y la gestión de proyectos de software.

B. Del orden nacional

Se determina de igual manera que en el ámbito nacional se han llevado a cabo investigaciones importantes en el tema de requerimientos de software, pues la carencia de una buena gestión de requerimientos en los proyectos software ha demandado la necesidad -como lo estipula [17]- de un instrumento para la generación del proceso de desarrollo de requerimientos de software para micro y pequeñas empresas, pues según los autores no existe un instrumento que sugiera un proceso de desarrollo de software con base en características de la organización y en buenas prácticas, sobre el cual la organización pueda iniciar su proceso de mejoramiento ya que los procesos de mejoramiento de desarrollo de software existentes aceptadas internacionalmente como lo son CMMI, SPICE [18] y TSP [19] implica mayor complejidad, mayor cantidad de prácticas, rigidez y costos a la hora de su implementación en este tipo de organizaciones.

Por su parte, [20] son conscientes de que los analistas se suelen expresar en lenguaje técnico del desarrollo de software y los interesados se interesan más por el lenguaje natural, propio de su dominio de conocimiento, por tal razón los autores proponen un modelo de diálogo encaminado a la *edución* de requisitos de software utilizando las entrevistas como método más utilizado entre analistas e interesados, es así como surge una oportunidad de plantear el modelo que supla la carencia de una estructura definida en las entrevistas

con el objetivo de evitar que el analista realice de manera subjetiva el proceso de educación de requerimientos.

En la misma línea, [21] deciden presentar una revisión de la literatura referente a la ingeniería de requisitos, relacionada con métodos formales y semi-formales usados en la especificación de requisitos tempranos, como también en la validación y verificación de requisitos especificados, manifestando además que una especificación formal es aquella que está expresada en un lenguaje cuyo vocabulario, sintaxis y semántica, se han definido formalmente. Por lo general, este tipo de lenguajes se basan en conceptos matemáticos, como son la teoría de conjuntos, la lógica, el álgebra y la matemática discreta.

En el suroccidente colombiano también se ha investigado alrededor de los requerimientos de software. [22] presentan como resultado del proyecto de investigación “Implementación de los modelos livianos de gestión de requerimientos y gestión de la configuración y diseño de un modelo liviano de apoyo al área de aseguramiento de la calidad del proceso de desarrollo de software para pequeñas empresas del Valle del Cauca”, la definición de una metodología ágil de ingeniería de requerimientos para empresas emergentes de desarrollo de software del suroccidente colombiano. La misma se basa en que las empresas emergentes no logran aplicar modelos y metodologías de calidad reconocidos internacionalmente, pues su gran obstáculo se observa en los altos costos de implementación, el recurso humano requerido y los estándares exigidos que restringen la creatividad, parte importante de su capital.

Finalmente, y de la misma manera [23] citado por [24] de la Universidad ICESI de Cali propone una guía para la preparación de un documento de requerimientos para proyectos de sistemas por computador tanto en lo referente a hardware como a software. La misma menciona que “el propósito del documento de requerimientos es la razón de ser de un proyecto dado” puesto que constituye el conjunto de necesidades que dan lugar a la iniciación del proyecto y sirven para definir lo que va a hacerse. Según la autora, la guía pretende establecer un marco general con los diferentes aspectos que debe cubrir un buen documento de requerimientos y que será el pilar del desarrollo de cualquier proyecto de software o de hardware a realizarse. Oros autores del país que abordan el tema desde diferentes miradas, pero relacionados con el proceso de desarrollo y gestión de requisitos son: [25] elicitación de requisitos, [26] análisis de requisitos y [27] gestión de requisitos.

C. Del orden internacional

Respecto al ámbito internacional, son muchas las investigaciones llevadas a cabo sobre los requisitos de software que aportan significativamente a la construcción de este artículo, pues hacen alusión a aspectos importantes a tener en cuenta a la hora de determinar los factores de éxito y fracaso en el trabajo con los requerimientos de software, tales como aquellos relacionados con: la captura, análisis y

especificación de requisitos, así como la identificación de los stakeholders o interesados, las técnicas y herramientas utilizadas en el proceso, así como la complejidad y efectividad de las mismas.

Siguiendo la línea del proceso de requisitos, como parte del análisis y especificación de los mismo se determina, por parte de [28] que, en aras de mejorar la calidad de la fase de Ingeniería de Requisitos en los proyectos de desarrollo, se realizaron varios estudios que concluyeron con la elaboración de una solución que permite, dentro de la Ingeniería de Requisitos, determinar la complejidad de los requisitos funcionales del software mediante variables y métodos matemáticos, fortaleciendo y apoyando, con mayor precisión, la clasificación de los mismos. También se aplicaron encuestas a expertos como método de investigación para identificar variables.

Por su parte, [29] presentan una metodología para la Ingeniería de Requerimientos denominada DoRCU, la cual se caracteriza por su flexibilidad y orientación al usuario. Considera los mejores resultados de diferentes enfoques examinados y se apoya en diversos métodos, técnicas y herramientas ya desarrollados por otros autores, pero sin comprometerse con los lineamientos de un paradigma en particular. Tiende, además, a que se unifique la terminología empleada en el campo de la Ingeniería de Requisitos, eliminando de esta manera aparentes discrepancias que sólo son la consecuencia de confusiones semánticas que dificultan aún más el proceso de definición de requerimientos.

De igual forma, [30] presentan un estudio denominado “Hacia una especificación dinámica requisitos de software”, el cual se centra en la documentación de los requisitos de software y más puntualmente en el documento de especificación de requisitos del software. Su objetivo, como ellos lo manifiestan, es ayudar a los ingenieros de requisitos a ser más eficientes en la redacción de este documento. Para ello, proponen un modelo de documento dinámico para representar dicha especificación, en el que la mayor parte se alimenta automáticamente de una base de datos de requisitos. Los autores se centraron principalmente en la parte del texto de la especificación en la que se requiere un mayor conocimiento del dominio del problema y experticia al escribir.

Adicionalmente, los autores hacen un recorrido por diferentes propuestas, a partir de las cuales lograron identificar un conjunto de problemas que ocurren en la plantilla actual de Especificación de Requerimientos o SRS (Software Requirements Specification, por sus siglas en inglés) del estándar IEEE 830-1998 [31], para el cual proponen una ampliación con el objetivo de crear una relación de derivación entre los requisitos del usuario y los requisitos del sistema. Todo ello mediante una representación XML del documento SRS y la construcción de un esquema SRS, mediante el cual se argumenta que se permitirá a los ingenieros de requerimientos ser más eficientes en la redacción del SRS.

Apoyando lo anterior, [4] citado por [32] manifiestan que, para lograr un producto de software de alta calidad, los requisitos deben satisfacer varias características y cumplir ciertos criterios tales como los propuestos en la *Ilustración 1*. Si no lo hacen, deben ser reformulados hasta conseguirlo.



Ilustración 2. Características de un buen requisito. (Elaboración propia a partir de WIEGERS & BEATY, 2013)

Sin embargo, en algunas ocasiones los requerimientos no satisfacen dichas propiedades, lo que se traduce en errores y en mala calidad del producto que se está desarrollando. En la mayoría de las prácticas, los requerimientos de software se especifican utilizando un lenguaje natural en particular debido a su flexibilidad y simplicidad, como lo argumentan autores tales como [32], [33] de Indonesia, [34] de Japón y, [35] de Reino Unido, entre otros. Sin embargo, dicho lenguaje natural con frecuencia hace que la especificación sea propensa a la ambigüedad e incompletitud.

Con el fin de reducir al máximo la ocurrencia de los inconvenientes mencionados anteriormente, se han propuesto e implementado diversas maneras de llevar a cabo la especificación de requisitos, algunas de ellas según [26] consisten en especificar requerimientos utilizando un lenguaje natural estructurado. “Se considera lenguaje natural al lenguaje utilizado a diario entre los integrantes de la organización. Se caracteriza por estar orientado a una descripción más humana y generalizada, y no regido por consideraciones técnicas específicas”. En la misma línea, autores como [36] y [37] desde el enfoque de metodologías de análisis de requisitos o [38] con guías para la extracción, análisis, especificación y validación de requisitos. También [39], [40], [41], [42] y [43], entre otros, hacen sus aportes al desarrollo y gestión de requisitos a través de diferentes métodos, técnicas y herramientas específicas. Finalmente, [30] y [44] se centran en aspectos de la especificación de requisitos en lenguaje natural y especificación formal.

III. CONCLUSIONES

Luego de realizar un recorrido por diferentes estudios y propuestas, se encuentra a manera de conclusión que, en la mayoría de las prácticas, los requisitos de software se especifican utilizando un lenguaje natural en particular debido a su flexibilidad y simplicidad. Sin embargo, dicho lenguaje natural con frecuencia hace que la especificación sea propensa a la ambigüedad e incompletitud, dificultad ampliamente evidenciada por las empresas desarrolladoras de software de la región cafetera.

Para evitar lo anterior y reducir las falencias propias atribuidas al uso del lenguaje natural, se propone en diferentes trabajos el uso de métodos, lenguajes, herramientas y

técnicas para llevar a cabo una especificación formal de los requisitos, asegurando que su implementación podría reducir significativamente su ambigüedad e incompletitud de una forma más rápida y anticipada, minimizando el número de errores durante el proceso.

Por lo anterior, la identificación y tratamiento de estos errores en etapas tempranas del proyecto de software es crucial para disminuir los costos de su operación y evitar errores en etapas posteriores del desarrollo.

Así pues, la especificación formal fuerza el análisis detallado de los requerimientos, lo cual puede revelar errores potenciales que podrían de otra forma no ser descubiertos sino hasta que el sistema esté en producción.

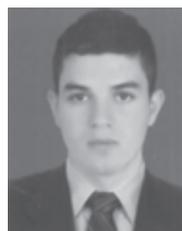
No siendo ajeno a lo anterior, es fundamental mencionar que, si bien este tipo de especificación contribuye al mejoramiento de la calidad de la etapa de requisitos, resulta notorio la demanda elevada de recursos económicos, de personal calificado y de tiempo del proyecto para poseer un documento formal de especificación de requisitos.

Finalmente, es importante destacar que en el ámbito regional existen varios estudios tendientes a diagnosticar dificultades en el trabajo que realizan las MIPYMES con los requisitos, al igual que propuestas para corregir dichas dificultades. Sin embargo, hace falta evidencia de su puesta en práctica en el medio y de mejoras obtenidas como resultado de su aplicación.

REFERENCIAS

- [1] B. Boehm, *Software Engineering Economics*, New Jersey: Prentice Hall, 1981.
- [2] I. Sommerville, *Ingeniería de Software*, Madrid: Pearson, 2011.
- [3] R. S. Pressman, *Ingeniería del Software UI en enfoque práctico*, Séptima edición ed., McGraw-Hill, 2010.
- [4] K. Wieggers y J. Beaty, *Software Requirements*, Third Edition ed., Redmon, Washington: Microsoft Press, 2013.
- [5] B. Ayala, C. M. Ramírez y L. M. Ocampo, «La Ingeniería de Requerimientos aplicada al desarrollo de sistema de información.» 2012. [En línea]. Available: <http://gimnasioblc.googlecode.com/files/ARTICULO.pdf>. [Último acceso: 06 Junio 2014].
- [6] R. Oberg, L. Probasco y M. Ericsson, «Applying requirements management with use cases.» 2003. [En línea]. Available: <http://www.uml.org.cn/RequirementProject/pdf/apprmuc.pdf>.
- [7] R. Thayer y M. Dorfam, *Software Requirements Engineering*, Segunda edición ed., Los Alamitos, California: IEEE Computer Science Press, 2000.
- [8] RED COLABORATIVA POSTGRADOS UCV, «Los Requerimientos y su importancia en el desarrollo del Software.» 2012. [En línea]. Available: http://kuainasi.ciens.ucv.ve/red_educativa/blogs/20?language_id=1. [Último acceso: 15 Junio 2014].
- [9] M. Cristiá, «Introducción a la Ingeniería de Requerimientos.» 2011. [En línea]. Available: <http://www.fceia.unr.edu.ar/~mcristia/publicaciones/ingreq-a.pdf>. [Último acceso: 20 Junio 2014].
- [10] IEEE, *SWEBOOK Guide V3.0*, Piscataway: IEEE, 2014.
- [11] L. E. Peláez Valencia, «Propuesta metodológica para estandarizar el proceso de construcción y evaluación del producto software que permita a las PyMES medir la calidad del software.» Pereira, 2011.
- [12] F. Correa Botero y G. González Bedoya, «Guía para implementar buenas prácticas en las áreas de procesos de gestión de requerimientos y planeación del proyecto para las microempresas desarrolladoras de software, basada en CMMI.» Pereira, 2009.
- [13] SEI, «CMMI Guía para la integración de procesos.» 2009. [En línea].

- Available: <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/cmml-dev-v12-spanish.pdf>.
- [14] D. Lema Becerra y L. F. Rodas Valencia, «Análisis y Diseño de una herramienta gráfica para los procesos de ingeniería de requisitos,» Pereira, 2012.
- [15] M. Rangel Grisales y V. Peláez Betancur, «Métodos de obtención de requerimientos y sus enfoques de selección,» Pereira, 2013.
- [16] C. A. De la Cruz Londoño y G. A. Castro Guevara, «La Ingeniería de Requerimientos en las Pequeñas Empresas del Departamento de Risaralda,» *Lámpasakos*, n° 12, pp. 110-119, 2014.
- [17] A. Varela Galvis y G. E. Arango Sterling, «INSTRUMENTO PARA LA GENERACIÓN DEL PROCESO DE DESARROLLO DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE PARA MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS,» 2012. [En línea]. Available: http://bibliotecadigital.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/70626/1/instrumento_generacion_proceso.pdf.
- [18] ISO/IEC, Software Process Improvement and Capability dTermination (SPICE), Geneva: ISO, 1995.
- [19] W. Humphrey, Team Software Process, Massachusetts: Addison Wesley Professional, 1999.
- [20] C. M. Zapata y N. Carmona, «Un modelo de diálogo para la educación de requisitos de software,» *Revista Dyna*, n° 164, pp. 209-219, 2009.
- [21] L. O. Chaparro Lemus y C. C. Uribe Sandoval, «Métodos formales para la especificación de requisitos tempranos,» *Revista Proyección Universitaria*, n° 36, pp. 49-72, 2011.
- [22] L. Merchan, A. Urrea y R. Rebollar, «Definición de una metodología ágil de ingeniería de requerimientos para empresas emergentes de desarrollo de software del sur-occidente colombiano,» *Revista Científica Guillermo de Ockham, Universidad de San Buenaventura*, vol. 6, n° 1, pp. 37-50, 2008.
- [23] M. E. Valencia, «Guía para la preparación de un documento de requerimientos,» Santiago de Cali, s.f..
- [24] M. E. Valencia de Avadía, «Guía para la preparación de un documento de requerimientos,» *Universidad Icesi*, 2013.
- [25] C. M. Zapata J y J. F. Arango Isaza, «Alineación entre metas organizacionales y elicitación de requisitos del software,» *Revista Dyna*, vol. 71, n° 143, pp. 101-110, 2004.
- [26] A. N. Camacho Zambrano, «Herramienta para el análisis de requerimientos dentro de la pequeña empresa desarrolladora de software en Bogotá,» Bogotá, 2005.
- [27] B. Martínez Vaca y C. A. Ospina Arredondo, «Proceso para la formulación de incitaivas de requerimientos de software a partir de los objetivos estratégicos organizacionales,» Santiago de Cali, 2011.
- [28] D. Mustelier S y Y. Viera L, «Variables that Define the Complexity of the Software Functional Requirements,» *Revista Antioqueña de las Ciencias Computacionales y la Ingeniería de Software*, vol. 3, n° 2, pp. 38-42, 2013.
- [29] M. G. Báez y S. I. Barba Brunner, «Metodología DoRCU para la Ingeniería de Requerimientos,» *Workshop em Engenharia de Requisitos*, pp. 210-222, 2001.
- [30] A. Chikh y H. Alajmi, «Towards a dynamic software requirements specification,» *IEEE Journal*, pp. 8-14, 2014.
- [31] IEEE, IEEE Std. 830, IEEE, 1998.
- [32] H. G. Salazar Osorio, H. J. Rengifo Romero, L. E. Machuca Villegas y J. A. Aranda Bueno, «UNA GUÍA GENERAL PARA LA ESPECIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN FORMAL DE REQUERIMIENTOS USANDO EVENT-B™ Y RODIN™,» *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 7, n° 14, pp. 82-91, 2012.
- [33] A. Fatwanto, «Software Requirements Specification Analysis Using Natural Language Precessing Technique,» *Quality in Research IEEE*, pp. 105-110, 2013.
- [34] Y. Matsuo, K. Ogasawara y A. Ohnishi, «Automatic Transformation of Organization of Software Requirements Specifications,» *IEEE Journal*, pp. 1-10, 2010.
- [35] A. Umer y I. Sarwar Bajwa, «Minimizing Ambiguity in Natural Language Software Requirements Specification,» *IEEE Journal*, pp. 102-107, 2011.
- [36] A. Durán Toro y B. Bernárdez Jiménez, «Metodología para el Análisis de Requisitos de Sistemas Software,» Diciembre 2001. [En línea]. Available: www.infor.uva.es/~mlaguna/isl/materiales/metodologia_analisis.pdf. [Último acceso: 30 11 2015].
- [37] M. D. I. á. Sumano López, «Áncora: Metodología para el Análisis de Requerimientos de Software conducente al Reuso,» 2001.
- [38] N. Davyt Dávila, «Ingeniería de Requerimientos: una guía para extraer, analizar, especificar y validar los requerimientos de un proyecto,» 2001. [En línea]. Available: <http://u.jimdo.com/www21/0/s3ca10756ba149b19/download/m895f5b4d9cd5f0b1/1251925731/ingreq.pdf>.
- [39] C. Rupp, «Linguistic methods of Requirements Engineering (NLP),» Nürnberg, 2002.
- [40] M. I. Lund, M. Herrera, L. Aballay y S. Zapata, «Comparación de Técnicas de Lectura de Documentos de Requisitos de Software Diseño de un Experimento,» *Revista Avances en Sistemas e Informática*, vol. 4, n° 3, pp. 117-129, 2007.
- [41] D. Carrizo Moreno, «Comparación de efectividad de las técnicas de educación de requisitos software vision novel y experta,» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 20, n° 3, pp. 386-397, 2012.
- [42] A. Hossian, O. Dieste y R. García Martínez, «Conceptualización de requerimientos: propuesta de proceso y técnicas asociadas,» Madrid, Neuquén, Buenos Aires, 2012.
- [43] C. Burnay, I. J. Jureta y S. Faulkner, «What stakeholders will or will not say A theoretical and empirical study of topic importance in Requirements Engineering elicitation interviews,» *Information Systems*, vol. 46, pp. 61-81, 2014.
- [44] J. A. Dorigan y R. M. De Barros, «A Process Model for Standardization and Increase in the Requirements Quality,» *IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS*, vol. 12, n° 8, pp. 1502-1507, 2014.
- [45] L. E. Peláez Valencia, «SWEBOK – IEEE | Guide to the Software Engineering Body of Knowledge; Un resumen ejecutivo,» Pereira, 2010.
- [46] C. M. Zapata J, A. F. Jaramillo F y F. Arango I, «Una propuesta para mejorar la completitud de requisitos utilizando un enfoque lingüístico,» *Revista Ingeniería & Desarrollo*, n° 19, pp. 1-16, 2006.
- [47] C. M. Zapata Jaramillo y G. L. Giraldo G, «El juego del diálogo de educación de requisitos,» *Revista Avances en Sistemas e Informática*, vol. 6, n° 1, pp. 105-114, 2009.
- [48] J. E. Gómez Maldonado, G. Urrego Giraldo y L. González Palacio, «REASEM: Herramienta para la gestión de requisitos,» *Revista Avances en Sistemas e Informática*, vol. 6, n° 2, pp. 59-67, 2009.
- [49] M. A. Toranzo Céspedes, G. Sysneiros Filho, Y. Gómez y O. Rodríguez Mendoza, «Hacia el desarrollo de un marco de trabajo para mejorar la trazabilidad de requisitos,» *Revista Ingeniería e Investigación*, vol. 32, n° 1, pp. 48-52, 2012.
- [50] R. H. Thayer y M. Dorfman, Software Requirements Engineering, Segunda edición ed., 1997.



Alonso Toro Lazo (1986-) nació en Viterbo – Caldas, Colombia, el 17 de junio de 1986. Se graduó como Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones en la Universidad Católica de Pereira y actualmente es candidato a Magister en Gestión y Desarrollo de Proyectos de Software de la Universidad Autónoma de Manizales.

Ejerce como Coordinador del programa Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Pereira y es docente en las áreas de Ingeniería de Software, Gestión de proyectos de software, Calidad de Software y Metodología de la investigación (Anteproyecto). Entre sus campos de interés se encuentra la Ingeniería del software, el Desarrollo de Requisitos de Software, y la aplicación de buenas prácticas de ingeniería que permitan el Aseguramiento de la calidad del software.



Juan Guillermo Galvez Botero (1986-) nació en Medellín – Antioquia, Colombia, el 8 de enero de 1986. Se graduó como Tecnólogo de Sistemas del Centro de Investigación, Decencia y Consultoría Administrativa CIDCA y continuó su ciclo de profesionalización en la Universidad Católica de Pereira optando el título de Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones y actualmente es candidato a Magister en Gestión y Desarrollo de Proyectos de Software de la Universidad Autónoma de Manizales.

Ejerce como profesional en la Unidad de Gestión de Tecnologías Informáticas y Sistemas de Información (UGTISI) de la Universidad Tecnológica de Pereira como Ingeniero Desarrollador de Software. Entre sus campos de interés se encuentra el Desarrollo de Requisitos de Software, la Calidad del Software y la aplicación de técnicas y procedimientos que demanda la implementación de un proyecto software de calidad con requisitos específicos.