

Estrategia para la Especificación de Requisitos de Calidad del Software: Un aporte para los Procesos de Contratación en el Estado

Javier Saldarini¹, Alberto Sánchez², Carlos Salgado², and Mario Peralta³

¹ Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional San Francisco
Avda. de la Universidad 501, C.P. 2400, San Francisco, Córdoba, Argentina
saldarinijavier@gmail.com

² Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales
Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700
San Luis - Argentina
{csalgado, alfanego, mperalta}@unsl.edu.ar

Resumen. La Administración Pública Nacional (APN) es un tipo de organización que no ha estado ajena a los cambios tecnológicos y a la transformación digital de la época. Por otro lado, el Estado Argentino ha impulsado, a través del Plan de modernización del estado, la utilización de los Estándares Tecnológicos para la Administración Pública como un marco de referencia para las especificaciones técnicas y de contratación en materia de tecnología para el Estado. En este sentido, el software es una de las principales herramientas para lograr las transformaciones necesarias en el campo digital. La calidad de los productos software existentes y los que se pretendan incorporar tendrá una incidencia directa para lograr los objetivos planteados en el Plan de modernización del estado. Por ello, en este trabajo se realiza una propuesta que permita a los Organismos de Administración Pública Nacional poder identificar, evaluar, seleccionar y especificar requisitos de calidad de software tomando como marco de referencia los Estándares Tecnológicos para la Administración Pública, en el contexto de la APN y desde la perspectiva de calidad de productos de software, con el fin de que esos requisitos puedan ser incluidos, junto a las demás especificaciones de los productos de software, en los procesos de contratación.

1 Introducción

La Administración Pública Nacional de nuestro País es un tipo de organización que no ha estado ajena a los cambios tecnológicos de este último siglo, y, según se describe en [1], el Estado Nacional Argentino ha venido desarrollando normativas que impulsan la modernización del estado nacional en pos de una gestión más eficaz y eficiente. Por otra parte, también se menciona que la modernización del Estado es un proceso continuo en el tiempo que presenta acciones concretas y específicas que buscan mejorar el funcionamiento de las organizaciones públicas. En tal sentido, resulta necesario aumentar la calidad de los servicios provistos por el Estado incorporando Tecnologías de la

Información y de las Comunicaciones, simplificando procedimientos, propiciando reingenierías de procesos y ofreciendo al ciudadano la posibilidad de mejorar el acceso por medios electrónicos a información personalizada, coherente e integral.

En la Disposición 5/2019 [2] de Jefatura de Gabinete de Ministros (Oficina Nacional de Tecnologías de Información) se expresa que la utilización de las tecnologías de última generación en informática y comunicaciones constituyen una herramienta esencial en el proceso de modernización y transformación del Estado y que, para ello, los organismos comprendidos dentro de su ámbito de aplicación deberán considerar a los Estándares Tecnológicos para la Administración Pública Nacional (ETAPS) [3] en las especificaciones técnicas de todas las contrataciones que se propongan celebrar en materia de tecnologías de información y comunicaciones asociadas.

Dentro de este esquema de modernización del Estado, los sistemas de información y el software son elementos estratégicos para lograr la transformación digital que se pretende, dado que muchos de los procesos operativos, de comunicación y de toma de decisión están automatizados a través de ellos. En [4] se expresa que es imposible operar el mundo moderno sin software. Las infraestructuras nacionales y los servicios públicos se controlan mediante sistemas basados en computadoras.

Cuando hablamos de calidad y de manera puntual sobre calidad del software se pueden apreciar en la literatura varias definiciones al respecto, por ejemplo, R. Pressman [5], la define como “el cumplimiento de los requisitos de funcionalidad y desempeño explícitamente establecidos, de los estándares de desarrollo explícitamente documentados, y de las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”. Por su parte en IEEE [6] se expresa que “La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”. También, en ISO/IEC 25010 [7], se la define como el grado en que el producto software satisface las necesidades expresadas o implícitas, cuando es usado bajo condiciones determinadas.

En [4] y [8] se menciona que existen distintos enfoques de la calidad del software, éstos pueden ser: Calidad a nivel proceso, Calidad a nivel de producto y Calidad en uso. Para cada uno de estos enfoques existen distintos tipos de modelo de calidad de software que se pueden aplicar.

Según se expresa en [7], los Modelos de Calidad (MC) son aplicados para apoyar la especificación y la evaluación de la calidad del software, también en [4] se plantea que los MC permiten la definición estructurada de criterios de evaluación, la especificación de requerimientos, la descripción de componentes en relación a ellos y la identificación de desajustes de manera sistemática, facilitando el proceso de evaluación y selección del software. Si bien el propósito de este trabajo no está centrado específicamente en la construcción de modelos de calidad, se considera que estos son un elemento determinante a la hora de llevar a cabo una especificación para los requisitos de calidad del software.

Por lo expuesto anteriormente, y lo desarrollado por los autores de este trabajo en [9], se puede ver que la incorporación y/o mejoras de soluciones de software por parte de los Organismo de la Administración Pública (OAP) estará guiada a través del marco de referencia que proveen los ETAPS [3], específicamente, en lo que respecta a las

especificaciones técnicas para las contrataciones que se propongan celebrar en materia de tecnologías de información y comunicaciones asociadas. En este sentido, los autores, ponen de manifiesto que las propiedades de calidad del software, según lo establecido por ISO/IEC 25010 [7], no estaban presentes de manera clara, formal y tampoco se referenciaban anexos, procedimientos, técnicas y/o instrumentos por los cuales los organismos puedan acceder para especificar requisitos de calidad inherentes al software.

También en ese mismo trabajo se concluyó que, desde la perspectiva de calidad de productos de software y, de manera específica, desde el marco propuesto por SQuaRE [10] se podían realizar aportes con el fin de poder llevar a cabo un proceso que permita arribar a una especificación de requisitos de calidad del software, tomando en cuenta las necesidades y expectativas de las diferentes partes interesadas o stakeholders.

Por ello, es que este trabajo plantea el desarrollo de una estrategia que permita llevar a cabo la identificación, evaluación, selección y especificación de requisitos de calidad de software tomando como marco de referencia los ETAPS [3], en el contexto de la APN y desde la perspectiva de calidad de productos de software.

En lo sucesivo el trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera. En el apartado 2 se detallan antecedentes relacionado con la propuesta, mientras que en 3 se presenta la estrategia desarrollada. En 4 se pueden observar dos casos de estudios en donde se aplica la estrategia desarrollada y en 5 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2 Trabajos relacionados

Los antecedentes que se mencionan a continuación son relevantes dado que los resultados que arrojaron son de importancia tanto para el dominio en donde fueron aplicados, como así también, por los conceptos, métodos y/o técnicas desarrolladas y/o implementados.

En ese sentido se observa, que MyFEPS [11] [12] FrameWork de Calidad de Software (Modelo, Proceso y Herramientas), cuenta con una serie de herramientas y métodos entre los cuales se despliegan los cuestionarios destinados a los stakeholders con el fin de inferir la importancia relativa de cada ítem de calidad en el proceso de evaluación de productos de software. Si bien, en el marco de MyFEPS [11] [12] y con el MC QSAT [13] [14], la técnica de cuestionarios cerrados ha sido validada en los procesos de evaluación de productos de software, no se observa la aplicación de esta técnica, u otra, para llevar a cabo el proceso de definición de los requisitos de calidad de software.

Otro antecedente que se puede mencionar es el que se describe en [15], donde se presenta el método WORMS (del inglés, Weights, Objectives, Rules, Mismatches and Selection) aplicado para la selección de componentes OTS (de las siglas inglesas “Off-TheShelf”) en procesos de selección dirigidos por pliegos de condiciones. La aplicación de este método se puede ver en [16] y más recientemente en [17] donde se utiliza ISO/IEC 25010 [7] como modelo de calidad de referencia.

Otro trabajo relacionado se puede ver en [18] donde se plantea el desarrollo de un asistente que implementa el enfoque Goal Question Metric (GQM) [19] e ISO/IEC 25010 [7] para la evaluación de características de calidad de producto de software a

través de ISO/IEC 25040 [20]. Esta propuesta desarrolla un modelo que define un conjunto de preguntas basadas en el enfoque GQM [19] que luego, mediante conectivos lógicos, indicarán la satisfacción de los objetivos propuestos. Por lo observado, la propuesta está orientada específicamente a la evaluación de productos de software y los requisitos de calidad a ser evaluados a través de este método son seleccionados del modelo de calidad que propone ISO/IEC 25010 [7], las métricas se definen con el enfoque GQM [19] y el proceso de evaluación es guiado por ISO/IEC 25040 [20].

De manera general se observa que las propuestas vistas anteriormente revisten un marco de importancia para el área de calidad de software, todas ellas toman de alguna u otra manera como referencia el estándar de calidad ISO/IEC 25010 [7] y están dirigidas o especialmente enfocadas para los procesos de medición, evaluación y selección de alternativas o medir el grado de calidad de un determinado producto de software, proponiendo para ello estrategias, métodos, enfoques, frameworks y algunas herramientas en ese sentido. No se han detectado trabajos que estén específicamente enfocados en dar un tratamiento integral al proceso de especificación de requisitos de calidad de software y su despliegue a través de una técnica y/o herramienta diseñada para tal fin.

3 Estrategia para la especificación de requisitos de calidad del software

En esta sección se presenta la estrategia desarrollada, la misma está diseñada para identificar, analizar, seleccionar y especificar requisitos de calidad de software, partiendo de la necesidad de calidad de las partes interesadas.

Específicamente la estrategia está basada en:

- Un marco conceptual para la especificación de requisitos de calidad de productos de software, basado en SQuaRE [10].
- Una guía de preguntas asociadas a un modelo de calidad de referencia. Estas preguntas permiten recoger las opiniones de los usuarios pertenecientes a las partes interesadas respecto de los aspectos de calidad para las funcionalidades de un determinado software en un ámbito específico de aplicación; estas preguntas están redactadas preferentemente en lenguaje no técnico. Siempre que se aplique la estrategia se utilizará esta guía de preguntas, si el MC de referencia cambia, se deberá definir la guía de preguntas asociada a ese modelo.
- Cuestionarios, la guía de preguntas confeccionada será utilizada como una lista de selección para conformar los cuestionarios que estarán específicamente diseñados y dirigidos para relevar las necesidades y requisitos de la calidad de los distintos grupos de usuarios que conforman las partes interesadas o stakeholders (usuarios principales, secundarios e indirectos).
- Un método estadístico que permite analizar y ponderar las respuestas a los cuestionarios.
- Una herramienta basada en una aplicación web.

Como se mencionó, la estrategia está basada en el marco de referencia que propone ISO/IEC 25030 [22] (Figura 1), con el fin de implementar los procesos de definición y análisis de requisitos de la calidad, tomando como punto de partida las necesidades de la calidad de las partes interesadas o stakeholders a través de la opinión que tengan

éstos sobre los aspectos de calidad a considerar para un determinado software en un determinado ámbito de aplicación.

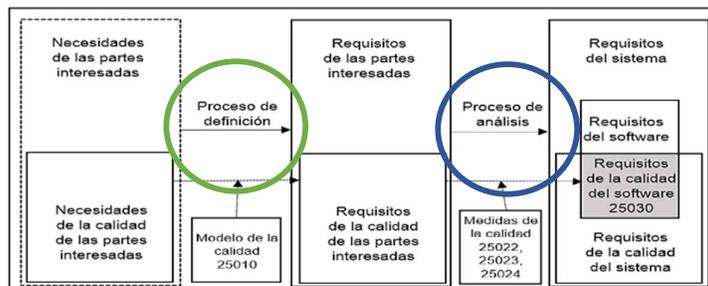


Fig. 1. Definición y análisis de los requisitos de la calidad del software- ISO/IEC 25030 [22]

Por su parte, las preguntas, que luego formarán parte de los cuestionarios, están relacionadas con las características y subcaracterísticas del MC de referencia que se utilice, en este trabajo será el MC propuesto por ISO/IEC 25010 [7] y las métricas definidas en ISO/IEC 25023 [23] y en ISO/IEC 25022 [24], y tienen la finalidad de que los distintos tipos de usuarios (principales, secundarios e indirectos) puedan responderlas de manera autónoma, teniendo en cuenta las funcionalidades específicas de un determinado software para ese tipo de usuario y en el ámbito de aplicación del mismo. Las respuestas a esas preguntas se darán en una escala de cinco niveles de Likert [25].

Las preguntas están redactadas, preferentemente, en lenguaje no técnico, siguiendo las recomendaciones descritas en [26], las mismas se fueron perfeccionando y validando a través de las opiniones de colegas y de un grupo de usuarios que participaron de una prueba de concepto. Como se menciona en las partes que componen la estrategia, luego, estas opiniones son analizadas a través de un método que permite ponderarlas con el fin de poder analizar los resultados y permitir la selección de las características y subcaracterísticas de calidad.

Para llevar a cabo lo planteado, existen distintos métodos que se podrían utilizar. Estos métodos están basados en la teoría de la construcción de escalas de actitudes [26]. Para la construcción de esas escalas de actitudes, los métodos existentes poseen distintas características y complejidades que determinan su aplicación respecto de lo que se pretenda obtener.

Visto el marco del presente trabajo, la problemática y la necesidad planteada, *obtener y analizar la opinión de las partes interesadas respecto de los aspectos de calidad*, es que se escoge el método que propone la construcción de escalas de Likert [25]. Este método se basa en escalas de calificaciones sumadas, en donde los sujetos (usuarios) señalarán su calificación de los ítems (pregunta) de acuerdo a cinco categorías. Esas categorías de cinco posibilidades están clasificadas en escalas para poder determinar:

- Acuerdo
- Frecuencia
- Importancia
- Probabilidad.

Dado el perfil del presente trabajo se aplican las escalas de cinco categorías de importancia y de acuerdo.

Por otra parte, se desarrolló una herramienta informática (Aplicación Web) con el fin de implementar la estrategia desarrollada para que los OAP puedan hacer uso de la misma como soporte para la especificación de requisitos de calidad de software en el marco de una licitación para la adquisición y/o mejora de software. La aplicación desarrollada se denomina SisRCPI (Sistema de Requisitos de las Partes Interesadas). Es una aplicación web construida a través de un lenguaje que utiliza un framework de código abierto. El link de acceso a la aplicación es <https://bit.ly/3ggVEBJ>, en la Figura 2 se puede observar el menú principal del SisRCPI.

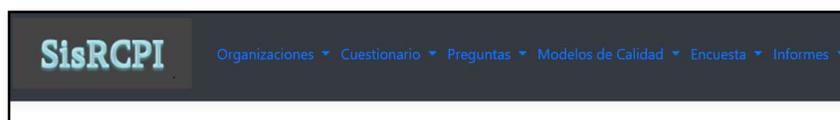


Fig. 2. Menú principal SisRCPI

Las funcionalidades con las que cuenta el SisRCPI están básicamente orientadas a dar soporte a los siguientes procesos:

- Registro de: los OAP, partes interesadas, usuarios, pliegos licitatorios, detalles del software involucrado en las licitaciones.
- Creación y actualización del Modelo de calidad de referencia (características, subcaracterísticas y métricas).
- Creación y actualización de la base de datos de preguntas.
- Creación, modificación, envío y procesamiento de cuestionarios.
- Emisión de informe sobre el resultado del proceso de definición de requisitos de la calidad de las partes interesadas.

4 Desarrollo de los casos de estudio

En esta sección se presenta el desarrollo de dos casos de estudio con el fin de ejemplificar y validar la implementación de la estrategia desarrollada y la utilización, como herramienta de soporte, de la aplicación SisRCPI. Los casos están basados en un OAP perteneciente al sistema público de Educación Superior de la República Argentina, específicamente es una Facultad perteneciente a una Universidad Nacional, de ahora en adelante la llamaremos Institución. Esta Institución, como la mayoría de las pertenecientes al sistema de educación superior, tienen que cumplir con las funciones sustantivas para lo cual fueron creadas (Académica, Investigación y Extensión).

La Institución que forma parte de los casos, cuenta con una estructura de gestión que le permite articular y llevar a cabo las funciones sustantivas y desarrollar las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos institucionales.

Dado el marco planteado, es que la Institución estaría frente a la situación de:

1. Incorporar un software como soporte a las actividades de Extensión Universitaria, el cual facilite a las distintas áreas gestionar y administrar de manera centralizada la calendarización de eventos, favorecer la comunicación entre las áreas y administrar de manera más eficiente los recursos involucrados.
2. Plantear mejoras sobre las prestaciones de un software que da soporte a la gestión de proyectos de I+D.

El resultado final del primer caso de estudio será la obtención de una especificación de requisitos de calidad de software para la adquisición de un producto de software. En el segundo caso de estudio se obtiene una especificación de requisitos de calidad de software para la mejora de un producto de software ya existente.

En ambos casos la especificación resultante podrá formar parte de un Pliego licitatorio correspondiente al OAP.

4.1 Implementación de la Estrategia

Como primer paso, se relevan los datos de iniciales con el fin de identificar al Organismo, los usuarios, las partes interesadas, el tipo de adquisición, tipo de software, software y la denominación del pliego. A modo de resumen se muestran los datos consignados en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos iniciales relevados para los dos Casos de estudio

	Caso 1	Caso2
Organización	Facultad perteneciente a una Universidad Pública	Facultad perteneciente a una Universidad Pública
Usuarios	Se cargan los usuarios con sus respectivos datos filiatorios y se asocia al tipo de usuario según corresponda (principal, secundario e indirecto) - 8 usuarios principales (usuarios pertenecientes a las áreas de extensión universitaria y departamento de alumno) - 3 usuarios para la clasificación de secundarios e indirectos (usuarios pertenecientes al área de TIC's).	Se cargan los usuarios con sus respectivos datos filiatorios y se asocia al tipo de usuario según corresponda (principal, secundario e indirecto) - 20 Usuarios principales
Partes Interesadas	Adquiriente	Adquiriente
Tipo Adquisición	Implementación de un nuevo producto.	Reemplazo parcial de un producto existente
Tipo Software	Producto software listo para usar	Modificaciones de un producto software existente
Software	Software de gestión para la organización de eventos, su calendario y recursos asociados	Software de gestión para proyectos de I+D
Pliegos	Pliego SW: Adquisición e implementación de un producto de software listo para usar	Pliego SW1: Modificaciones de un producto software existente

4.1.1 Elección del Modelo de Calidad de Referencia

Cómo se mencionó en la Sección 3 se debe definir el MC de referencia, si bien, el mismo por defecto será el Modelo propuesto por ISO/IEC 25010 [7] (según se menciona en la Sección 3), es de importancia en este punto definir la vista de calidad que se utilizará y en función de ello las métricas asociadas. En la Tabla 2, se observan los datos para cada caso de estudio.

Tabla 2. Vistas y Modelos de Calidad cargados en el SisRCPI para los dos Casos de estudio

	MC de Referencia	Vista de la Calidad	Métricas Asociadas
Caso 1	ISO/IEC 25010	Externa	ISO/IEC 25023
Caso 2	ISO/IEC 25010	Externa y en Uso	ISO/IEC 25023 ISO/IEC 25022

4.1.2 Desarrollo de la Guía de preguntas y cuestionarios

Como se menciona en la Sección 3 la Guía de preguntas se elabora en base al MC de referencia, la vista de calidad seleccionada y las métricas asociadas. Como se puede observar en la Tabla 3 la guía de preguntas para el primer caso está conformada por 85 preguntas, todas ellas asociadas al MC de referencia para su vista externa, mientras que, para el segundo caso, el número de preguntas asciende a 25, de las cuales, 22 están relacionadas con el MC de referencia para su vista externa y 3 con el mismo modelo, pero para la vista de calidad en uso. También se establece el método para respuestas y de procesamiento, para ambos casos se utiliza el método de Likert [25]. La diferencia se da en la escala elegida para cada caso, dado el objetivo al que se pretende arribar en cada uno de ellos. Para el primer caso, se utilizó la escala de cinco niveles de *Importancia*, mientras que para el segundo la escala utilizada fue la de cinco niveles de *Acuerdo*. A modo de ejemplo se puede ver en la Tabla 4 una pregunta y sus asociaciones al MC de referencia para cada uno los casos de estudio. El detalle completo de las preguntas y su asociación al MC de referencia se puede obtener en <https://bit.ly/3w26fqZ>.

Tabla 3. Resumen Guía de preguntas y cuestionarios de los casos de estudios

	Caso 1	Caso 2
Cantidad de preguntas para cada Guía	85 Preguntas	25 Preguntas
Preguntas para Cuestionario Usuarios Principales	14 Preguntas	25 Preguntas
Preguntas para Cuestionario Usuarios Secundarios/Indirectos	85 Preguntas	-
Método de Procesamiento	Cinco niveles de <i>Importancia</i> en la escala de Likert	Cinco niveles de <i>Acuerdo</i> en la escala de Likert

Tabla 4. Ejemplo de preguntas para los Casos de estudios

	Caso 1	Caso 2
Modelo de Calidad	ISO/IEC 25010	ISO/IEC 25010
Vista	EXTERNA	USO
Característica	USABILIDAD	USABILIDAD
Subcaracterística	OPERATIVIDAD	FACILIDAD DE APRENDIZAJE
Métrica Asociada	SOPORTE DE DISPOSITIVOS DE ENTRADA	VALORES POR DEFECTO DE LOS CAMPOS DE ENTRADA
Pregunta	¿Qué importancia tiene para usted que el sistema pueda realizar las tareas mediante todas las modalidades de entrada apropiadas, como el teclado, el ratón o la voz? (Ej: en determinados casos el uso del teclado hace las tareas más sencillas, el uso de lectores de código de barras, etc.)	¿El sistema cuenta con campos de entrada con valores por defecto y/o que se completan automáticamente?
Respuesta	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sin importancia ○ De poca importancia ○ Moderadamente importante ○ Importante ○ Muy Importante 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Totalmente en desacuerdo ○ En desacuerdo ○ Indeciso ○ De acuerdo ○ Totalmente de acuerdo

Una vez definidas las guías completas de preguntas se procede a generar los cuestionarios, recordemos que estos cuestionarios pueden estar dirigidos a los distintos tipos de usuarios (principales, secundarios e indirectos) y representan una selección de la guía de preguntas. Por ejemplo, en la Tabla 3, se puede ver que, para el caso de estudio 1 se generó un Cuestionario compuesto por 14 Preguntas y que está dirigido a los Usuarios principales y otro Cuestionario compuesto por 85 Preguntas que está dirigido a los Usuarios secundarios/indirectos. Para el caso de estudio 2 solo se genera un cuestionario dirigido a los usuarios principales, esto se debe al objetivo que se pretende alcanzar, que es lograr una especificación de requisitos de calidad que sirva para la mejora de un software que ya está en uso en la Institución. Todo lo mencionado anteriormente es cargado al SisRCPI a través de las funcionalidades que tiene el mismo para tal fin.

4.1.3 Envío y Procesamiento de los cuestionarios

Con los pasos anteriores realizados, se procede al envío de los cuestionarios. Este proceso lo realiza el sistema de manera automática, para ambos Casos se selecciona el cuestionario que se desea enviar (Usuarios principales, secundarios e indirectos), el sistema de manera automática enviará por correo electrónico el cuestionario seleccionado a todos los usuarios asociados a los mencionados cuestionarios.

Una vez que los distintos usuarios reciben el correo pueden acceder a través del link que se especifica en el mismo para responder al cuestionario. Luego de completar el cuestionario, el usuario, solo debe presionar el botón grabar para concluir con el proceso de carga y los datos son grabados directamente en la base de datos de SisRCPI. En la Tabla 5 se muestran la cantidad de cuestionarios respondidos para cada caso y por tipo de usuario.

Tabla 5. Cantidad de cuestionarios respondidos para ambos Casos de estudios

	Caso 1	Caso 2
Cuestionarios Respondidos Usuarios Principales	8	25
Cuestionario Respondidos Usuarios Secundarios/Indirectos	3	-

Como lo establece la estrategia, con los cuestionarios respondidos, se procede a la generación de los distintos informes necesarios. En este sentido, la herramienta permite agrupar y visualizar los datos procesados a través del método de Likert [25].

El primer informe es aquel donde se puede visualizar, agrupado por las categorías de Usuarios principales y Usuarios secundarios/indirectos, la lista completa de las respuestas ponderadas de todos los usuarios que integran cada categoría. Por una cuestión de espacio solo se muestra en las Tablas 6 y 7 las preguntas que mejor y peor fueron ponderadas por los distintos tipos de usuarios para ambos casos de estudio.

Tabla 6. Preguntas mejor y peor ponderadas por los Usuarios para el caso de estudio 1

ID Pregunta	Tipo de Usuario	Pregunta	%
20	Usuario Secundario/indirecto	¿Qué tan importante es que las funciones del sistema provean los resultados correctos?	99,24
85	Usuario Secundario/indirecto	En el caso de que un nuevo sistema sustituya al actual ¿Cuán importante es saber cómo se utilizarán los mismos datos después de sustituir un producto de software anterior por éste? (Ej. Importación de datos de un sistema a otro)	4,02

20	Usuario Principal	¿Qué tan importante es que las funciones del sistema provean los resultados correctos?	97,58
49	Usuario Principal	¿Sería importante que el sistema le permitiese personalizar la apariencia de la interfaz operativa del sistema? (Ej. Configuración de accesos rápidos, menús, etc.)	4,53

Tabla 7. Preguntas mejor y peor ponderadas por los Usuarios para el Caso de estudio 2

ID Pregunta	Tipo de Usuario	Pregunta	%
116	Usuario Principal	La información presentada en el sistema esté organizada y dispuesta en categorías que son convenientes para la realización de las tareas	92,57
108	Usuario Principal	El sistema soporta varios idiomas	11,64

A los fines de establecer un criterio para el análisis de los resultados, es que la estrategia permite fijar un criterio de aceptación para el tratamiento de las respuestas. Esto le permitió a la Institución, por ejemplo, filtrar aquellas respuestas que fueron ponderadas con menos de un determinado porcentaje, para el Caso de estudio 1 este criterio fue fijado en un 70%, esto significa que se considerarán las respuestas que fueron calificadas/ponderadas con un nivel de Importancia igual o mayor al 70%. Para el segundo caso de estudio ese criterio fue fijado en un 40%, lo que significa que sólo fueron tomadas en cuenta aquellas respuestas que fueron ponderadas con nivel de Desacuerdo igual o mayor al 40%. Este es un parámetro que la Institución puede cambiar y volver a emitir los informes correspondientes, con lo cual, para cada cambio del criterio de aceptación se podrán observar cuáles son los aspectos de calidad que se identifican como mejor ponderados por los usuarios.

Luego de emitido los resultados ponderados de las preguntas y fijado el % de aceptación, dado que las preguntas en todo momento conservan la trazabilidad hacia el MC de referencia y a los usuarios que las respondieron, es que se pueden visualizar distintos tipos de informes, por ejemplo, el listado de *Trazabilidad por cada tipo de usuario* y el listado de *Trazabilidad de todos los Usuarios*. Estos listados, son informes ya automatizados en SisRCPI. en los cuales ya se detallan las Características, Subcaracterísticas y Métricas identificadas, manteniendo el nivel de ponderación que habían obtenido las respuestas por parte de los distintos tipos de usuarios. A modo de ejemplo en la Figura 3 se puede ver la *Trazabilidad de todos los Usuarios* correspondientes al Caso de estudio 1.

Trazabilidad aplicada a todos los tipos de Usuarios

Seleccione una Organización
Institución Universitaria

Visualizar Imprimir

Id_Preg	Usuario Principal	Usuario Secundario	Característica	SubCaracterística	Métrica
64	97,58	99,24	Confiabilidad	Disponibilidad	Disponibilidad del sistema
20	92,08	99,24	Adaptación funcional	Exactitud funcional	Corrección funcional
50	80,13	97,96	Usabilidad	Operatividad	Capacidad de deshacer
91	71,36	97,96	Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad ambiental del software del sistema
92	71,36	97,96	Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad del entorno operativo

Fig. 3. Trazabilidad de todos los tipos de Usuarios-Caso de Estudio 1

Todos los informes mencionados anteriormente permiten al Organismo tener información sobre aquellos requisitos de calidad que fueron mejor ponderados por los distintos tipos de usuarios, pudiendo variar el criterio de aceptación y observar de esta manera cuáles son las Características, Subcaracterísticas y Métricas de Calidad que se pueden identificar como prioritarias.

Luego, y como último paso, se puede emitir el *Informe preliminar*, en el cual ya se detallan las Características, Subcaracterísticas y Métricas que podrán formar parte del proceso licitatorio, este informe es editable, entonces el Organismo, si así lo considera, podrá refinarlo bajo su responsabilidad y emitir el informe definitivo. En la Figura 4 se muestra, a modo de ejemplo, una captura de pantalla de la herramienta basado en el caso de estudio 1.

Informe de Requisitos de la Calidad de las Partes Interesadas

Criterio de aceptación aplicado: 70 %

Seleccione una Organización
Institución Universitaria

Buscar

Organización:

Area: **Extensión Universitaria y Tic's**

Pliego: **Pliego SW**

Objetivo adquisición: **Adquisición e implementación de un producto de Software listo para usar**

Producto Software: **Software para la gestión de organización de eventos su calendario y recursos asociados**

Editar Informe Imprimir

Característica	SubCaracterística	Métrica
Confiabilidad	Disponibilidad	Disponibilidad del sistema
Adaptación funcional	Exactitud funcional	Corrección funcional
Usabilidad	Operatividad	Capacidad de deshacer

Fig. 4. Informe preliminar-Caso de estudio 1

4.1.4 Resultados de los Casos de estudio

Cómo se mencionó en la Sección 4, el objetivo era la obtención de una especificación de requisitos de calidad de software, por un lado, para la adquisición de un producto de software, por otro, para la mejora de un producto de software ya existente.

Para el primer caso se identificaron con un mayor nivel de Importancia 5 Características, 11 Subcaracterísticas y 11 Métricas. En la Tabla 6 se muestra esta información de manera agrupada por Característica, Subcaracterística y Métricas. Esta forma de mostrar la información se asimila a la conformación de un modelo de calidad para el software objeto de la Licitación. Así mismo, en todo momento se cuenta con la información y trazabilidad hacia los usuarios para poder identificar los niveles de ponderación de cada Requisito de Calidad identificado.

Tabla 6. Especificación Requisitos de Calidad-Caso de estudio 1

Característica	Subcaracterística	Métrica
Adaptación funcional	Compleitud funcional	Cobertura Funcional
	Exactitud funcional	Corrección funcional
Usabilidad	Facilidad de aprendizaje	Valores por defecto de los campos de entrada
	Capacidad de reconocer la adecuación	Cobertura demostrativa
	Operatividad	Soporte de dispositivos de entrada
		Capacidad de deshacer
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad del entorno de hardware
		Adaptabilidad del entorno operativo
Confiabilidad	Capacidad de recuperación	Copia de seguridad de datos completa
Seguridad	Confidencialidad	Controlabilidad del acceso
	Autenticidad	Conformidad de las reglas de autenticación

Para el segundo caso se identificaron con un mayor nivel de Desacuerdo 4 Características, 8 Subcaracterísticas y 14 Métricas. En la Tabla 7 se muestra esta información de manera agrupada por Característica, Subcaracterística y Métricas.

Tabla 7. Especificación Requisitos de Calidad-Caso de estudio 2

Característica	Subcaracterística	Métrica	
Usabilidad	Operatividad	Categorización comprensible de la información	
		Soporte de dispositivos de entrada	
		Consistencia operacional	
		Consistencia de la apariencia	
		Capacidad de deshacer	
		Protección de errores del usuario	Evitar errores en la operación del usuario
			Corrección de errores de entrada de usuario
		Recuperación de errores del usuario	

	Facilidad de aprendizaje	Interfaz de usuario autoexplicativa
Eficiencia del Desempeño	Comportamiento relativo al tiempo	Tiempo de respuesta adecuado
Adaptación Funcional	Completitud funcional	Cobertura funcional
	Adecuación funcional	Adecuación funcional del objetivo de uso
Satisfacción	Satisfacción general	Satisfacción general
	Satisfacción con las Características específicas	Satisfacción con las características (Cronograma)

Para el Caso de estudio 1, se puede observar en la Tabla 6 que los aspectos ligados a la Adaptación Funcional fueron ponderados con un mayor nivel de importancias por parte de los usuarios de la Institución, los mismos no se hubiesen podido especificar de manera tan detallada de no haber utilizado la estrategia y solo haber especificado según lo establecido en los ETAPS.

También para el Caso de estudio 2, cuyo objetivo era identificar puntos de mejora para un software existente, y en este sentido poder incluir los aspectos de calidad como tales, es que, se destaca que al haber utilizado la estrategia se pudieron identificar y clasificar los niveles de desacuerdos de los usuarios respecto de determinadas características del software objeto en función de dos modelos de calidad de referencia, uno para la vista externa y otro para la vista en uso. En este sentido se observa en la Tabla 7 que para la Característica Usabilidad se detectaron 3 Subcaracterísticas que contaban con niveles de desacuerdo, esto no se podría haber especificado de esta manera si solo se utilizaba lo establecido en los ETAPS. Lo mismo sucedió con la característica de Satisfacción, tanto a nivel general como para funcionalidades específicas del mismo, como por ejemplo el uso del Cronograma.

5 Conclusiones y Trabajos futuros

Dentro del marco que plantea el Plan de Modernización del Estado, este trabajo presenta una propuesta con el fin de realizar aportes desde la perspectiva de la calidad de productos de software, específicamente como soporte al proceso de licitación de software incluido en los ETAPS.

La propuesta estuvo centrada en el desarrollo de una Estrategia que permitió llevar a cabo de manera integral la identificación, análisis, selección y especificación de requisitos de calidad de software, los cuales luego pasan a formar parte de un pliego licitatorio con el fin de que un Organismo de la Administración Pública Nacional pueda llevar a cabo la mejora o la incorporación de software.

De manera particular la Institución que fue objeto de los casos de estudio dio una valoración positiva sobre la estrategia propuesta y el uso de la aplicación de SisRCPI, dado que a través de ello la misma pudo llevar adelante el proceso para identificar, evaluar, seleccionar y especificar los requisitos de calidad de software tomando como punto de partida las necesidades de calidad de los usuarios pertenecientes a las partes

interesadas o stakeholders, a través de la opinión que éstos brindaron sobre los aspectos de calidad a considerar, tanto para encarar el proceso de adquisición de un nuevo producto de software, como para mejorar un software existente.

La agrupación y tratamiento de los distintos tipos de usuarios como principales, secundarios e indirectos, es un aspecto que fue destacado por esta Institución, dado que cada uno de esos grupos de usuarios contaban con necesidades y expectativas diferentes respecto del software objeto de la licitación, y la aplicación de la estrategia permitió relevar y clasificar la información de cada usuario de manera específica para arribar a la especificación de requisitos de calidad de software.

El personal del área TIC destacó la importancia de poder contar con esta estrategia y una aplicación que le de soporte, la cual les brindó información cuantitativa para llevar a cabo el proceso de análisis y toma de decisión sobre la especificación de requisitos de calidad de software. También mencionaron que, de no haber utilizado la estrategia propuesta, habría aspectos de calidad que no se hubiesen tenido en cuenta para ser incluidos en el proceso de licitación, o que los mismos no se habrían podido especificar con tanto detalle, ni contar con información sobre los tipos de usuarios que generaron esos requisitos.

Como trabajos futuros se plantea la necesidad de realizar más experiencias en distintos Organismos de la APN con el fin de ampliar la base del conocimiento en lo concerniente a calidad del software en el mencionado ámbito. A través de la experiencia recogida se propone refinar las preguntas y los cuestionarios, como así también las funcionalidades de la aplicación SisRCPI. Se pretende desarrollar acciones relacionadas con la divulgación y/o capacitación en temáticas referidas a la calidad del software para los Organismos pertenecientes a la APN.

Referencias

- [1] Ministerio de Modernización, «GOBIERNO DIGITAL - Hitos significativos y evolución normativa,» 2018 . [En línea].
- [2] OFICINA NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN, «<https://www.boletinoficial.gob.ar>,» 29 08 2019. [En línea]. Available: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/215325/20190902?busqueda=2>. [Último acceso: 2019].
- [3] ETAPS Oficina Nacional de Tecnologías de Información, «<https://www.argentina.gob.ar>,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.argentina.gob.ar/onti/estandares-tecnologicos>. [Último acceso: 2019].
- [4] A. Villalta y J. Carvallo, «Modelos de calidad de software: Una revisión sistemática de la literatura,» de *CEDIA*, Maskana, 2015.
- [5] R. Pressman, Ingeniería de Software., 6 ed., McGraw-Hill, 2005.
- [6] IEEE .Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer dictionary, *Standard 610*, Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, 1990.
- [7] ISO/IEC 25010:2011, *Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-System and software quality models.*, ISO, 2011.
- [8] M. CALLEJAS-CUERVO, A. C. ALARCÓN-ALDANA y A. M. ÁLVAREZ-CARREÑO, «Modelos de calidad del,» *Entramado*, vol. 3, n° 1, pp. 236-250, 2017.

- [9] J. Saldarini, C. Carrizo, S. Armando, J. Trasmontana, C. Salgado, A. Sanchez y M. Peralta, «La serie SQuaRE como un aporte a los procesos licitatorios de Software en el Estado Argentino.» de 6° Edición CONAIISI, Mar del Plata, 2018.
- [10] ISO/IEC 25000:2014, *Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)*, ISO-Guide to SQuaRE, 2014.
- [11] A. Sorgen y P. Angeleri, «El Modelo de Evaluación del Proyecto MyFEPS,» de 40JAIIO - ASSE, 2011.
- [12] «Sitio Oficial MyFEPS,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/a/comunidad.ub.edu.ar/myfeps/portada>. [Último acceso: 2019].
- [13] «Modelo de Calidad QSAT,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/a/comunidad.ub.edu.ar/myfeps/qsat-1>. [Último acceso: 2019].
- [14] P. Angeleri, A. Oliveros, A. Sorgen y R. Titiosky, «Modelo de calidad de productos de software,» de CoNAIISI, 2014.
- [15] C. Calero, M. Piattini y M. Moraga, Calidad del producto y proceso software, Ra-Ma, 2010, pp. 287-532.
- [16] J. Carvallo y X. Franch, «Análisis de Desajustes Respecto los Requisitos en la Selección de Componentes OTS,» de XII Conferencia Iberoamericana de Software Engineering (CIBSE), Medellín, 2009.
- [17] M. L. Sánchez Peralta, *Evaluación de la Calidad de los MOOC con ISO/IEC 25010*, M.S. Tesis - Universidad de Cuenca - Cuenca, 2017.
- [18] J. Calabrese, R. Muñoz, A. Pasini, S. Esponda, M. Boracchia y P. and Pesado, «Asistente para la evaluación de características de calidad de producto de software propuestas por ISO/IEC 25010 basado en métricas definidas usando el enfoque GQM,» de XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, La Plata, 2017, pp. 660-671.
- [19] V. R. Basili, G. Caldiera y H. D. and Rombach, «The goal question metric approach,» *Encyclopedia of software engineering*, pp. 528-532, 1994.
- [20] ISO/IEC 25040:2011, *Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Evaluation process.*, ISO, 2011.
- [21] J. Calabrese y R. Muñoz, *Asistente para la evaluación de calidad de producto de software según la familia de normas ISO/IEC 25000 utilizando el enfoque GQM*, Tesis de grado - La Plata : Universidad Nacional de La Plata, Facultad de informática, 2018.
- [22] ISO/IEC 25030:2007, *Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality requirements.*, ISO, 2007.
- [23] ISO/IEC 25023:2016, *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality.*, ISO, 2016 (E).
- [24] ISO/IEC 25022:2016, *Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Measurement of quality in use.*, ISO, 2016 (E).
- [25] R. Likert, A mewthod of constructing an attitude scale, Chicago: GM Maranell, 1974.
- [26] N. Cortada de Kohan, *Teoría y Métodos para la construcción de Escalas de Actitudes.*, 1 ed., Buenos Aires: Lugar Editorial SA, 2004.