

## Reporte de validación de un sistema multiagente para la mejora de calidad de proyectos ágiles de software

Tortosa, Nicolás<sup>1</sup>; Teng, Jazmín<sup>1</sup>; Bravin, Juan<sup>1</sup>; Pinto, Noelia<sup>1</sup>; Acuña, César<sup>1</sup>

CInApTIC (Centro de Investigación Aplicada a TICS); UTN Facultad Regional Resistencia  
{nicotortosa@gmail.com}

**Abstract.** En los últimos años, la demanda de productos de software con mayor funcionalidad, usabilidad, seguridad y performance ha impulsado la necesidad de adopción de herramientas para dar soporte a los procesos de desarrollo de software que, por un lado, permitan la gestión de conocimiento para la innovación y mejora de productos y procesos, y, por el otro, favorezcan la toma de decisiones ejecutivas para la renovación y adaptación de las organizaciones. Asimismo, la evolución de las prácticas de la Ingeniería de Software para adaptarse dinámicamente a diferentes escenarios, ha generado avances, también, en el seguimiento de proyectos de software. Entre estos avances se destaca la implementación de enfoques inteligentes para el ciclo de desarrollo de software, potenciando las ventajas de los campos de Inteligencia Artificial y de Ingeniería de Software. En este artículo se presentan resultados de validación del primer prototipo de un sistema multiagente que permite recomendar acciones en la gestión de proyectos ágiles de software, de forma tal de mejorar los niveles de calidad del proceso en pos de alcanzar un mejor producto de software final.

**Keywords:** Ingeniería de Software, Calidad de Software, Sistemas multi-agentes, Enfoque inteligente

### 1 Introducción

El seguimiento y control de proyectos ágiles de software tiene como objetivo fundamental el monitoreo de todo el proceso de desarrollo del producto que se está construyendo. Cuanta más asistencia automática se ofrezca en esta cuestión, más efectivos serán los resultados obtenidos posibilitando mejorar los niveles de calidad asociados al proceso, evitando desviaciones en el proyecto o, al menos, posibilitando su detección temprana.

Por ello, cada vez más las organizaciones se inclinan por incorporar a su stack de herramientas de gestión, el uso de aplicaciones integradas a sus procesos de negocios, de forma tal de garantizar la continuidad operacional de manera confiable y segura. Por parte de la industria del software, las empresas buscan optar por herramientas que incrementen la automatización de procesos tradicionalmente manuales, por ejemplo: seguimiento de product backlog, control de parámetros críticos, reportes estadísticos, etc.

Teniendo en cuenta esta realidad, sumado al dinamismo de escenarios actuales que requiere la adopción de enfoques ágiles para el desarrollo de productos de software, en

2

publicaciones anteriores se ha presentado el framework AQF [1-2], una propuesta que integra un modelo de calidad (QuAM) junto a una herramienta de software (QuAGI) que permite la automatización de dicho modelo y que ayuda al seguimiento y gestión de la calidad de proyectos desarrollados bajo prácticas ágiles.

A partir de la implementación de AQF en ambientes reales de producción de software, se lograron llevar a cabo diversas experiencias de validación. Como resultado, y gracias al feedback recibido por parte de los equipos participantes, se ha observado la necesidad de enriquecer el framework de forma tal de ofrecer una nueva herramienta que permita liberar de trabajo de monitorización manual de los proyectos a quienes cumplen roles tales como administradores, líderes de proyecto, etc.

Esto ha dado origen al desarrollo de la herramienta i-QuAGI [3-4-5], un sistema multi-agentes (SMA), diseñado bajo el enfoque basado en la ingeniería de software orientada a agentes [6], que tiene como objetivo recomendar acciones al equipo de forma tal de mejorar los niveles de calidad del proceso de desarrollo de software. Se busca, entonces, incorporar a AQF una herramienta que dé soporte al equipo de desarrollo, a partir de recomendaciones automáticas que surjan del seguimiento del proyecto ágil y sus actividades, las cuales muchas veces son afectadas por acciones en segundo plano que pasan desapercibidas e impactan negativamente en los niveles de calidad del proceso de desarrollo asociado.

El objetivo de este artículo se centra en presentar resultados de validación respecto a la integración del sistema i-QuAGI, al funcionamiento de AQF, usando una suite de datos de prueba para verificar la interacción entre componentes que configuran actualmente al framework.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma: la sección 2 describe brevemente al SMA i-QuAGI; la sección 3 presenta el diseño de la experiencia de validación y metodología seguida; a continuación, la sección 4 expone los primeros resultados obtenidos y el análisis que se ha llevado adelante con ellos; por último, la sección 5 resume las conclusiones a las que se llegó durante la realización de este trabajo y se presentan trabajos futuros.

## 2 Características de diseño e implementación de i-QuAGI

El SMA i-QuAGI ofrece 2 enfoques en su implementación, contribuyendo en el seguimiento y evaluación de calidad de procesos ágiles de desarrollo de software. Por un lado, el sistema, apoyado en técnicas de inteligencia artificial, permite la monitorización automática de proyectos ágiles<sup>1</sup> que son gestionados a través del framework AQF. Y, por otro lado, da soporte a los procesos de toma de decisiones asistiendo a responsables de proyectos mediante reportes que informan sobre recomendaciones para mejorar la evaluación de calidad del proyecto en cuestión.

---

<sup>1</sup> Proyectos de desarrollo de software guiados por procesos y enfoques ágiles tales como SCRUM, XP, etc

En el caso de i-QuAGI, los agentes que componen el SMA son: *Agente “Product Backlog”*, que detecta eventos generados<sup>2</sup> a partir de la gestión del product backlog en cada proyecto registrado al usar QuAGI desde el framework AQF, y el *Agente “Evaluación de Calidad”*, que detecta eventos que pueden afectar de forma negativa<sup>3</sup> la calidad del proyecto y reacciona emitiendo alertas y/o recomendaciones, a partir de los datos generados en la gestión de los componentes de la Evaluación de Calidad del proceso ágil en cuestión. Ambos agentes funcionarán de forma autónoma y transparente a las personas usuarias de QuAGI, sin que esto obstaculice la gestión de los proyectos activos.

Derivado del relevamiento de necesidades que se realizó a líderes de proyecto que utilizan AQF para la gestión de sus proyectos ágiles, a continuación, se listan las funcionalidades a las que responde el sistema i-QuAGI, en esta primer versión a validar:

- *Administración de Usuarios*: el sistema i-QuAGI permite el acceso a dos tipos de usuario: Rol de “Project Manager” (responsable máximo del Proyecto) y Rol de “System Manager” (responsable técnico de la configuración del SMA).
- *Registro de alertas que afecten los niveles de calidad del proceso*: Las notificaciones se registran como alertas activas en el SMA.
- *Notificación automática de recomendaciones al rol “Project Manager”*: A medida que se avanza en la gestión de cada proyecto con QuAGI, el SMA detecta eventos que afectan la calidad asociada al proceso y emite alertas automáticas que se traducen en recomendaciones para ajustes de parámetros en el mismo proyecto.
- *Emisión de Reportes*: El sistema i-QuAGI permite la emisión de informes de interés para quien administre cada proyecto ágil gestionado. Actualmente provee reportes estadísticos de alertas y recomendaciones emitidas, e informes de avance histórico en la evaluación de calidad del proceso asociado en cada caso.

Para el correcto funcionamiento de un SMA, es imprescindible que los agentes que integran el sistema se comuniquen, y que su comunicación pueda implementarse de forma sencilla e inteligible. En el desarrollo e implementación de i-QuAGI se ha utilizado para el proceso de comunicación y paso de mensajes entre agentes, lo definido en el estándar de Foundation of Intelligent Physical Agents (FIPA) [7].

Los procesos asociados a cada uno de los agentes del sistema i-QuAGI, dependerán no solo de la comunicación entre ellos, sino de su integración con los componentes, ya existentes, de AQF: QuAM y QuAGI. Así, la información que se genere producto de la comunicación entre agentes, tendrá su origen en el uso de QuAGI por parte de cada proyecto considerado. Por ello, para la parte lógica del SMA, se diseñaron componentes que exponen recursos REST para el intercambio de información, que proporcionará al sistema la capacidad de analizar, interpretar y manipular contenido para poder ser devuelto de una manera sencilla hacia quienes hagan uso de i-QuAGI.

---

<sup>2</sup> Para conocer más información respecto a eventos que se detectarán, se puede acceder al trabajo publicado y referenciado en [3]

<sup>3</sup> Para conocer cuáles son los atributos que miden el impacto negativo en la calidad de procesos ágiles de desarrollo de software, consultar el trabajo publicado y referenciado en [1]

4

Tal como se observa en la Figura 1, el SMA i-QuAGI presentará sus componentes en una pantalla inicial en forma de dashboard, donde se incluirá un set de indicadores relevantes para las personas que administren los proyectos en curso.

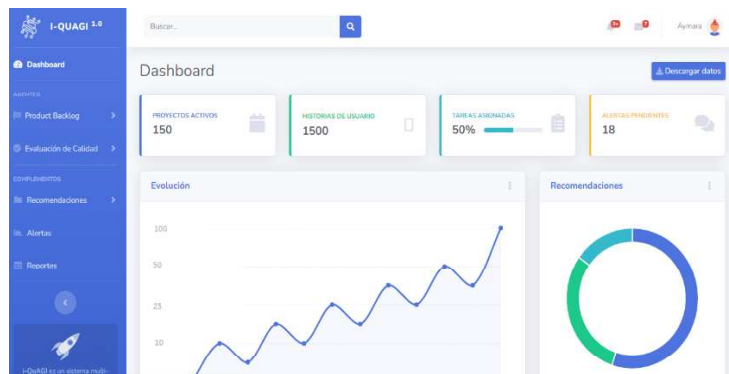


Fig. 1. Dashboard de i-QuAGI

Las notificaciones automáticas respecto a Recomendaciones y Alertas, se pueden implementar a través de las siguientes opciones: correos electrónicos enviados a la persona que lidera cada proyecto (en cada momento que se registre una alerta o recomendación, o en un único momento, de acuerdo a la periodicidad deseada), o mensajes directos en QuAGI en forma de avisos. La configuración dependerá de la decisión de quien administre el proyecto, de forma tal que, aun cuando no se esté haciendo uso en primer plano de i-QuAGI, el seguimiento y control de la calidad del proceso siga activa a través del SMA, el cual reaccionará ante eventos que pudieran afectar los niveles de calidad emitiendo recomendaciones y alertas, que se informarán de forma automática.

La arquitectura y la configuración de este primer prototipo del sistema i-QuAGI, se implementa siguiendo además un entorno simulado, donde se adoptaron las siguientes políticas de sistema que podrían ser modificadas por otras implementaciones:

- *Política de detección de eventos*: la detección de eventos puede ser considerada aprobada o desaprobada, de acuerdo a si corresponde con lo especificado en el modelo de Requerimientos del Dominio del sistema i-QuAGI [8].
- *Política de emisión de alerta*: el Agente Product Backlog puede ofrecer el servicio de alertas, en caso de que el evento detectado aprobado se derive del seguimiento del proyecto usando QuAGI. En la Figura 2, se observa cómo iQuAGI informa sobre alertas al usuario.
- *Política de emisión de recomendaciones*: el Agente Evaluación de Calidad puede ofrecer el servicio de recomendaciones, en caso que una alerta sea atendida y se requiera datos de mejora de los niveles de calidad del proyecto ágil.

Proyecto	Tipo	Agente	Recomendaciones	Fecha de envío	Atendido
Proyecto 2	Urgente	Product Backlog	0	2022/04/15	Si
Proyecto 2	Puede esperar	Evaluación de Calidad	0	2022/04/17	No
Proyecto 1	Puede esperar	Evaluación de Calidad	2	2022/04/17	No

Fig. 2. Pantalla de alertas de i-QuAGI

Para ejecutar las pruebas de simulación del entorno, se trabajó con un conjunto de datos de pruebas disponibles en [9] correspondientes a requerimientos de software expresados como historias de usuario, y que formarán parte de un proyecto de prueba, cuya gestión se realizará a través del uso del framework AQF.

### 3 Diseño de experiencia de validación

En esta sección se describe la experiencia de validación diseñada con el objetivo de demostrar la correctitud y completitud del modelo diseñado para i-QuAGI como herramienta de monitorización automática del proyecto ágil cuya calidad de proceso se quiere evaluar, así como las ventajas que aporta para el seguimiento e implementación de dicho proceso.

El proceso de validación contempla el uso de estudios de casos, un enfoque adecuado para llevar adelante actividades de validación en ingeniería de software, ya que los objetos de estudio son fenómenos contemporáneos, que resultan difíciles de estudiar de forma aislada [10], como resulta ser el caso de procesos de desarrollo de software llevado a cabo por equipos que implementan, por ejemplo, prácticas ágiles en sus ciclos.

Cabe destacar que la experiencia de validación abarcó el análisis de 2 variables independientes y subjetivas:

- *Utilidad del sistema i-QuAGI*: Validar que las alertas y recomendaciones ofrecidas son correctas, respondiendo al diseño del modelo QuAM y lo registrado por QuAGI.
- *Aporte a la evaluación de calidad*: Validar que la monitorización automática ofrecida por i-QuAGI, mejora la calidad del proceso asociado al proyecto ágil que se evalúa.

El estudio de caso se presenta de acuerdo a la siguiente metodología:

1. *Diseño del Estudio*: Esta actividad comprende la definición de componentes asociados al fin del estudio, para ello se establecen 2 tareas relevantes:

6

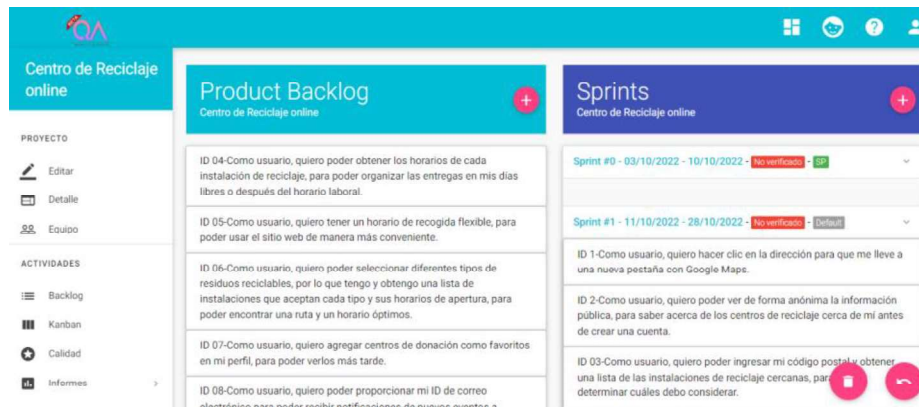
- a. Definición de Objetivos
- b. Definición de Hipótesis
2. *Preparación para la recolección de datos*: Esta actividad comprende la planificación y disposición de elementos necesarios para la ejecución de la experiencia, incluyendo:
  - a. Especificación de la población y de la muestra
  - b. Planificación de la experiencia
3. *Recolección de evidencias*: Esta actividad permite generar inputs para su posterior análisis.
4. *Análisis de los datos*: Esta actividad tiene por objetivo describir los resultados obtenidos desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo.

A continuación, se expone el estudio de caso ejecutado para una primera validación del prototipo de i-QuAGI, a partir de la simulación con datos de prueba de un proyecto ágil utilizando QuAGI y su evaluación de calidad en base a los componentes establecidos por QuAM.

### 3.1 Estudio de Caso: Centro de Reciclado online

De acuerdo con lo antes expuesto, se propone, para la experiencia que aquí se presenta, un estudio de caso en el que se simula la realización del proceso de *Desarrollo de una aplicación web para Centro de Reciclado de la ciudad*, utilizando QuAGI como herramienta de gestión del proyecto.

1. *Diseño de estudio*
  - a. *Objetivo del estudio*: Validar el diseño e implementación de la primera versión del prototipo obtenido para i-QuAGI
  - b. *Hipótesis*: El uso de la herramienta i-QuAGI mejorará los niveles de calidad correspondientes al proceso del proyecto ágil que se evalúa
2. *Preparación de la experiencia*
  - a. *Población y muestra*: El caso de prueba contempla el seguimiento de un product backlog de 51 historias de usuario, que se agruparán en aproximadamente 5 sprints, teniendo en cuenta un equipo conformado por: Cliente, 2 Developers y 1 Project Leader. Para la muestra se considerará la ejecución del primer sprint, conformados por 15 historias de usuario.
  - b. *Planificación de la experiencia*: En primera instancia se procede a la carga de las historias de usuario como parte del product backlog del proyecto inicializado en QuAGI. Luego, en segundo lugar, se realiza el agrupamiento de historias de usuario en sprints. En la Figura 3, se observa un ejemplo de cómo QuAGI muestra esta información.



**Fig. 3.** QuAGI y la gestión web de proyectos ágiles

### 3. Recolección de evidencias

Para la ejecución del estudio de caso, se han definido 3 puntos de control, de forma tal que la validación en cada instante permita validar el funcionamiento del sistema multiagente. Los instantes de análisis son: a) Al iniciar el proyecto y luego de la primera actualización del product backlog, b) Durante el avance del sprint, a mitad de proceso, c) Finalizando el sprint.

El proceso de simulación avanza de acuerdo a la evolución del proyecto en cuestión, a partir de la actualización que se produce haciendo uso de QuAGI.

Y, resulta importante destacar que, entre cada punto de control se tomará registro de los niveles de calidad correspondientes a cada componente del modelo QuAM, y de las variaciones, si las hubiera, para un posterior análisis de resultados. Además, se registran peculiaridades que se consideran importantes en el impacto del uso del sistema i-QuAGI.

### 4. Análisis de los datos

Los resultados obtenidos y el análisis realizado en la ejecución de este estudio de caso, se exponen en la siguiente sección del artículo.

## 4 Resultados de la experiencia de validación

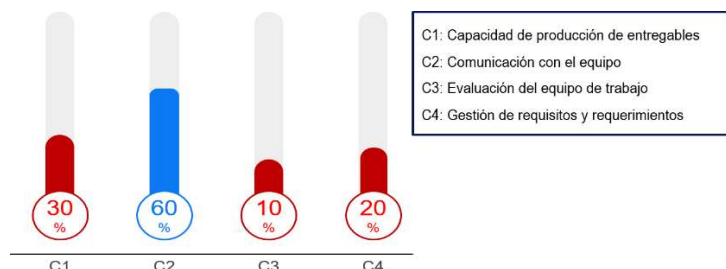
El estudio de los resultados de validación se enfoca en la contribución del sistema i-QuAGI en la evaluación de calidad de procesos ágiles, respecto a cada uno de los componentes considerados en el modelo QuAM<sup>4</sup>. Por ello, luego de la implementación y de la simulación del uso de i-QuAGI, se llevó adelante el análisis de los datos que se lograron recolectar durante la ejecución del estudio de caso.

Primeramente, se tomó registro de los niveles de calidad al inicializar el proyecto, finalizando el punto de control a) descrito en la fase 3 de la descripción del estudio de caso. En ese momento, como se observa en la Figura 4, los niveles de calidad para cada

<sup>4</sup> Se pueden consultar cada uno de ellos en la presentación referenciada en [1].

8

componente en el proceso fueron en su mayoría de nivel MALO<sup>5</sup>, según informó el reporte de *Evaluación de calidad* proporcionado en la herramienta QuAGI.



**Fig. 4.** Niveles de calidad del proceso ágil luego de la primera fase de control

Al mismo tiempo, el sistema i-QuAGI comenzó a monitorear el proceso ágil de desarrollo de software emitiendo las primeras alertas, al detectar eventos que, en segundo plano y fuera del alcance visible a través del seguimiento automático, pudieran estar afectando negativamente los niveles de calidad asociados. A medida que los eventos se fueron detectando cuando se mina el proyecto con historias de usuario, el *Agente Product Backlog* del sistema i-QuAGI ha emitido alertas, tal como se muestran a continuación en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Alertas emitidas por evento detectado – Agente Product Backlog

Evento	Alertas emitidas
Creación de historias de usuario sin estimar	13
Creación de historias de usuario sin detalle de tareas	15
Ausencia de criterios de aceptación en las historias de usuario definidas	15
Existencia de historias de usuario sin priorizar	10

Asimismo, el *Agente Evaluación de Calidad* también detectó eventos que fueron traducidos por el SMA en alertas informadas al rol Project Manager. En este caso, los eventos generaron la emisión de 1 (una) alerta en cada caso, y fueron los que se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Eventos detectados – Agente Evaluación de Calidad

Evento
Más del 40% de historias de usuario sin puntos de historia
Más del 40% de historias de usuario sin validar los criterios de aceptación
Más del 60% de historias de usuario no se adecúa a template en su redacción.
Más del 50% de las tareas sin responsables.
Más del 60% de historias de usuario sin especificar su prioridad.

<sup>5</sup> La figura 4 muestra los niveles de calidad en función a porcentajes de cumplimiento teniendo en cuenta el máximo valor posible en la escala establecida por QuAM. Los componentes 1, 3 y 4 obtuvieron un nivel de calidad MALO. El componente 2, un nivel de calidad BUENO



El sistema i-QuAGI permite, al rol Project Manager, la configuración de la metodología de notificación de alertas más adecuada al contexto. En la simulación, que aquí se presenta como estudio de caso, las alertas emitidas fueron notificadas a través de un único email, habiendo pasado 3 horas de iniciado el proyecto en la plataforma de seguimiento QuAGI. De esta manera, se comprobó el correcto funcionamiento de notificación automática demostrando que el sistema i-QuAGI funciona en segundo plano, sin necesidad de intervención humana.

Con las alertas emitidas, quien administra el Proyecto en cuestión puede decidir, a partir del dashboard de i-QuAGI, *atender* las alertas para que el sistema genere las recomendaciones correspondientes. Por ejemplo, se seleccionó uno de los grupos de alertas “*Creación de Historias de Usuario sin estimar*” del Agente Product Backlog, para que el sistema i-QuAGI muestre las recomendaciones asociadas, tal como puede observarse en la Figura 5.



Fig. 5. Ejemplo de pantalla de *Recomendaciones*

A partir de allí, el sistema i-QuAGI permite la redirección automática a la herramienta de seguimiento del proyecto para que se ajusten los parámetros recomendados y se verifique, entonces, la variación en los niveles de calidad. Esto se produce gracias a la integración entre la plataforma QuAGI y el SMA i-QuAGI, que también fue validada en esta experiencia y ejecución de estudio de caso.

Luego de actualizar el proyecto a partir de las recomendaciones del SMA al atender el 100% de las alertas del grupo “*Creación de historias de usuario sin estimar*”, casi el 75% de las alertas del grupo “*Ausencia de criterios de aceptación en las historias de usuario definidas*” (ambos grupos de alertas emitidas por el Agente Product Backlog) y la alerta “*Más del 60% de historias de usuario no se adecúa a template en su redacción*” (emitida por el Agente Evaluación de Calidad), se volvió a consultar los niveles de calidad del proceso ágil, usando la funcionalidad de *Reportes de Calidad* de QuAGI, obteniéndose notables mejoras en la evaluación. Tal como se ve en la Figura 6, el Componente 1 (C1) correspondiente a la “*Capacidad de producción de entregables*”, mejora su nivel de calidad aumentando su porcentaje de cumplimiento, desde un 30% inicial a un 80%, alcanzando el nivel *Bueno*. Y, el Componente 4 (C4) correspondiente a la “*Gestión de Requisitos y Requerimientos*”, mejora su nivel de calidad desde un 20% a un 90%, alcanzando un nivel *Muy Bueno*.

10

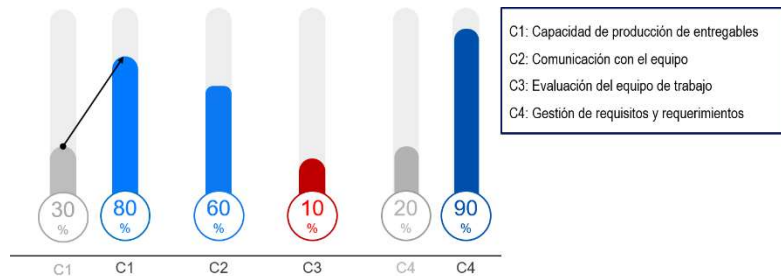


Fig. 6. Niveles de calidad del proceso ágil luego de la segunda fase de control

Al tratarse de una simulación, trabajando el estudio de caso con historias de usuario correspondientes a un proyecto ficticio y con la participación del equipo técnico responsable del desarrollo del sistema, no fue posible validar el funcionamiento respecto a los Componentes 2 y 3, ya que requieren de la interacción y flujo de información dentro de un equipo real abocado a un proyecto ágil de desarrollo de software.

#### 4.1 Reporte de validación de la experiencia

Según proponen Runeson y Host en [11], el proceso de validación culmina con la presentación de informes que destacan ciertos aspectos de la experiencia. Debido a la característica de este estudio de caso, se reemplaza esta actividad con una más integral que, basada en informes cuantitativos, presenta conclusiones que caracterizan a la experiencia. En el caso de la validación de i-QuAGI particularmente, es necesario que se lleve a cabo tanto a nivel micro (a nivel de cada uno de los agentes) como macro (a nivel de la estructura global, entendida como el resultado de las interacciones entre las partes componentes).

Por tanto, y teniendo en cuenta la hipótesis planteada, se observa que el uso complementario de i-QuAGI, cuando se realiza el seguimiento del proyecto ágil a través de QuAGI, ha beneficiado el proceso de evaluación de la calidad del proceso de desarrollo asociado, mejorándose notablemente los niveles obtenidos en los componentes que han podido evaluarse y cuya evolución se mostró más arriba, en esta sección.

Asimismo, durante la experiencia de validación, se ha decidido registrar el tiempo que tomaría mejorar los niveles de calidad comparando el uso o no de i-QuAGI. Como se observa en la Figura 7, sin utilizar el apoyo automático del sistema i-QuAGI mejorar los niveles de calidad asociados al Componente 1 y al Componente 4, requirió un total de 7hs. En cambio, si se utiliza de forma complementaria la asistencia de i-QuAGI, para alcanzar mejores niveles de calidad, se requirieron solo 2hs de trabajo total. Entonces, utilizar el SMA i-QuAGI como asistente de seguimiento del proyecto ágil ahorra al menos 5 horas de trabajo en el proyecto, pues resulta de mucha ayuda a quien toma el rol de administración del proyecto, pues las alertas y recomendaciones habían permitido detectar desviaciones en el registro de requerimientos del cliente y completar información valiosa para el seguimiento del proyecto.

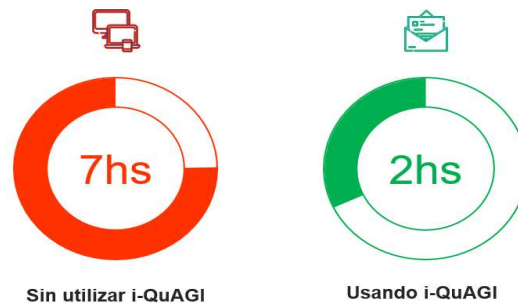


Fig. 7. Comparación de tiempos requeridos en la mejora de calidad

La experiencia de ejecución del estudio de caso que aquí se presenta, ha permitido, además, validar el funcionamiento mancomunado entre los 2 agentes que componen a i-QuAGI, la integración funcional con la herramienta QuAGI y su alineación a las definiciones establecidas en QuAM. Esto ha permitido demostrar que los principales beneficios de un enfoque basado en agentes, como el que aquí se expone, provienen de su flexibilidad, adaptabilidad y descentralización. La característica reactiva que se ha impreso sobre los agentes del sistema i-QuAGI, permite que se realice un monitoreo constante de sus entornos y la reacción automática a los eventos que se detectan y que afectan a los niveles de calidad del proceso.

Se ha observado, por último, la necesidad de incorporar al dashboard del sistema multiagente, un resumen de highlights respecto a proyectos similares anteriores que permitan, a quienes hacen uso de i-QuAGI, comparar resultados históricos, en los que, además, el sistema se basa para enriquecer su base de conocimiento.

## 5 Conclusiones y Trabajos Futuros

En la industria de software, la toma de decisiones es seguramente la tarea más importante y compleja para quienes administran los proyectos de desarrollo de software. Este trabajo ha presentado el reporte de validación de una propuesta basada en técnicas y metodologías de inteligencia artificial para asistir a quienes gestionan proyectos ágiles, con el objetivo de dar un apoyo concreto a la etapa de evaluación de calidad asociada al proceso de desarrollo del software.

Los agentes inteligentes pueden actuar en nombre de usuarios o entidades involucradas en un sistema, pero los resultados dependen de una rigurosa aplicación de la metodología adoptada. Por ello, es importante señalar que el procedimiento de seguimiento y monitorización automática descrito anteriormente no reemplaza las actividades de control y gestión por parte de quien administre el proyecto ágil. Por el contrario, sirve como complemento al acelerar el proceso de eliminación de errores en el seguimiento del proyecto ágil antes de tiempo favoreciendo el incremento en los niveles de calidad del proceso asociado, lo que, seguramente, impactará en una mejor calidad del producto que se obtenga. Esto ha sido demostrado a partir de los resultados preliminares obtenidos en la experiencia de validación que se ha descrito y que muestran notables mejoras

en los niveles de calidad, a partir de la atención a las recomendaciones ofrecidas por i-QuAGI, y reducción del tiempo insumido en el proceso de seguimiento y evaluación de calidad asociada al proyecto ágil en cuestión.

Como trabajos futuros se prevé extender la experiencia de validación aquí presentada, diseñando nuevos estudios de caso que contemplen proyectos que sean guiados por prácticas ágiles y en los que participen equipos de trabajo reales, de forma tal de observar el rendimiento de la interacción entre QuAGI y el sistema inteligente i-QuAGI, en todos los componentes definidos por QuAM. Y, completar el modelo del sistema i-QuAGI, contemplando la inclusión de datos históricos que complementen la información proporcionada para la toma de decisiones respecto al proceso ágil de desarrollo de software.

## Referencias

1. Pinto, N. Framework para la evaluación de calidad de proyectos ágiles de software. (2020). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.
2. Pinto, N., Acuña, C. et al. Validación de la reingeniería aplicada sobre la primera versión de Agile Quality Framework. XIX Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE)-JAIIO 47 (CABA, 2018). 2018.
3. Teng, J., Maidana, L., Tortosa, N., Pinto, N., Acuña, C. "i-QuAGI: Primera aproximación al diseño conceptual de un sistema multi-agente para la gestión y evaluación de calidad de proyectos ágiles de software". CONAIISI 2021
4. CADI 2022
5. Tortosa, N.; Pinto, N.; Acuña, C.; Tomaselli, G. (2022). Sistemas inteligentes como herramienta para el seguimiento de proyectos Agiles: una revisión sistemática de la literatura. Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação, 1(15).
6. Abdalla, R., & Mishra, A. (2021). Agent-Oriented Software Engineering Methodologies: Analysis and Future Directions. Complexity, 2021, 1-21.
7. Información disponible en <http://www.fipa.org/>
8. Teng, J., Maidana, L., Tortosa, N., Pinto, N., Acuña, C. (2021) i-QuAGI: Un enfoque inteligente para la gestión de calidad en proyectos de software ágiles. IV Jornadas de Calidad de Software y Agilidad.
9. Información disponible en <https://data.mendeley.com/datasets/7zbk8zsd8y/1>
10. Kitchenham, B. A., Dyba, T., & Jorgensen, M. (2004). Evidence-based software engineering. In Proceedings. 26th International Conference on Software Engineering (pp. 273-281). IEEE.
11. Runeson, P., & Höst, M. (2009). Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. Empirical software engineering, 14(2), 131.