






Modelo de referencia ágil y escalado para la industria de software

Agile and Scaled Reference Model for the Software Industry

Modelo de referência ágil e escalonado para a indústria de software

Cristian-Esthibel Gómez-Campo¹ 
Tania-Guadalupe Cañizares-Hernández² 
César-Jesús Pardo-Calvache³ 

Recibido: agosto de 2021

Aceptado: octubre de 2021

Para citar este artículo: Gómez-Campo, C. E., Cañizares-Hernández, T. G. y Pardo-Calvache, C. J. (2022). Modelo de referencia ágil y escalado para la industria de software. *Revista Científica*, 43(1), 80-92. <https://doi.org/10.14483/23448350.18353>

Resumen

Los beneficios de los marcos ágiles aplicados en proyectos pequeños han despertado el interés de la industria de software a gran escala. Sin embargo, aplicarlos en ambientes escalados ha significado superar múltiples desafíos, entre ellos: comunicación, coordinación y cooperación. Como respuesta a estos desafíos, surgen los marcos escalados, que describen guías de implementación para lograr la transformación a gran escala; no obstante, se identificó en la literatura una falta de claridad conceptual con respecto a los elementos prescritos por estos marcos. Este artículo presenta el modelo de referencia Scaled Agile Model (SAM), el cual integra la experiencia reportada en la literatura y los atributos fundamentales de los marcos escalados SAFe, LeSS, Nexus y DAD. Se siguió una estrategia de armonización de

múltiples modelos que permitió integrar y obtener un modelo de referencia en función de los resultados de la armonización de los marcos y la literatura encontrada. SAM fue evaluado en términos de claridad, idoneidad y completitud mediante un grupo focal. El modelo de referencia propuesto define 16 roles, 3 niveles de escalamiento y 34 prácticas, agrupadas en 8 categorías de prácticas. Los hallazgos sugieren una buena aceptación por parte de los expertos que evaluaron la propuesta. Asimismo, el modelo propuesto pretende ser de gran beneficio práctico para las empresas que desean escalar sus prácticas, que las estén escalando o que ya escalan y quieren evaluar su implementación.

Palabras clave: DAD; desarrollo ágil a gran escala (DAGE); desarrollo global de software (DGS); escalamiento ágil; LeSS; Nexus; SAFe.

1. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. cristiangomez@unicauca.edu.co.
2. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. ctania@unicauca.edu.co.
3. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. cpardo@unicauca.edu.co.

Abstract

The benefits of agile frameworks applied to small projects have aroused interest in the large-scale software industry. However, applying them in scaled environments has meant facing multiple challenges, including communication, coordination, and cooperation. Scaled frameworks emerge in response to these challenges, describing the implementation guides to achieve the agile large-scale transformation. However, a lack of conceptual clarity regarding the elements prescribed by these frameworks was identified in the literature. This article introduces the Scaled Agile Model reference model, which integrates the experience reported in the literature and the fundamental attributes of scaled agile frameworks: SAFe, LeSS, Nexus, and DAD. A protocol was followed for the harmonization of multiple models, which allowed integrating and obtaining a reference model from the results of the harmonization of frameworks and the literature found. Additionally, SAM was evaluated for clarity, suitability, and completeness through a focus group. Thus, the proposed reference model defines sixteen roles, three levels of scale, and 34 practices grouped into 8 categories. The results suggest a good acceptance by the experts who evaluated the proposal. Likewise, the proposed model aims to be of great practical benefit for companies that want to scale, companies that are scaling, or companies that have already scaled and want to evaluate their implementation.

Keywords: DAD; large scale agile development (LSAD); LeSS; Nexus; SAFe; scaling agile; software global development (SGD).

Resumo

Os benefícios de frameworks ágeis aplicados em pequenos projetos têm despertado o interesse da indústria de software de grande escala. No entanto, aplicá-los em ambientes dimensionados significou superar vários desafios, incluindo: comunicação, coordenação e cooperação. Em resposta a esses desafios, surgem estruturas escalonadas, que descrevem guias de implementação para alcançar uma transformação em grande escala; no entanto, uma falta de clareza conceitual em relação aos elementos prescritos por essas estruturas foi identificada na literatura. Este artigo apresenta o modelo de

referência Scaled Agile Model (SAM), que integra a experiência relatada na literatura e os atributos fundamentais dos frameworks escalonados SAFe, LeSS, Nexus e DAD. Foi seguida uma estratégia de harmonização multimodelo que permitiu integrar e obter um modelo de referência baseado nos resultados da harmonização dos frameworks e na literatura encontrada. Além disso, o SAM foi avaliado quanto à clareza, adequação e integridade por meio de um grupo de foco. O modelo de referência proposto define 16 funções, 3 níveis de escalonamento e 34 práticas, agrupadas em 8 categorias de práticas. Os achados sugerem uma boa aceitação pelos especialistas que avaliaram a proposta. Da mesma forma, o modelo proposto visa ser de grande benefício prático para empresas que desejam dimensionar suas práticas, que as estão dimensionando ou que já as dimensionaram e desejam avaliar sua implementação.

Palavras-chaves: DAD; desenvolvimento ágil em grande escala (DAGE); desenvolvimento global de software (DGS); escalonamento ágil; LeSS; Nexus; SAFe.

Introducción

Desde la inclusión del manifiesto ágil en el año 2001, las soluciones (en adelante marcos) ágiles han transformado la manera en la que se desarrolla software ([Caffery, Taylor, y Coleman, 2007](#); [Amir et al., 2013](#); [Dingsøyr, Fægri e Itkonen, 2014](#)). Estos marcos enfatizan en tolerancia al cambio, participación activa del cliente, entregas evolutivas, aumento en la calidad del producto y reducción del riesgo en cada entrega ([Kalenda, 2017](#); [Dingsøyr et al., 2014](#)), entre otros. Algunos de los marcos más conocidos guiados por el manifiesto ágil son: Extreme Programming (XP) (Extreme Programming, s.f.), Lean Software Development (LSD) ([Poppendieck y Poppendieck, 2003](#)), Scrum ([Schwaber y Sutherland, 2017](#)). Los marcos ágiles permiten que equipos pequeños puedan desarrollar software de alta calidad ([Schwaber y Sutherland, 2017](#)); sin embargo, existen desafíos para lograr la misma ganancia de productividad a medida que utilizan técnicas de desarrollo ágil en proyectos a gran escala ([Kalenda, 2017](#)), por ejemplo: la comunicación y

la coordinación se convierten en aspectos importantes a considerar para mejorar el éxito en el desarrollo de software (Ebert y Paasivaara, 2017; Dikert, Paasivaara y Lassenius, 2016). Para enfrentar estos desafíos han surgido nuevos marcos centrados en el desarrollo ágil a gran escala (en adelante DAGE), por ejemplo: LeSS (LeSS Framework, s.f.), Nexus (Schwaber, 2018), SAFe (SAFe for Lean Enterprises, s.f.), Disciplined Agile Delivery (DAD) (Project Management Institute, 2019).

Tomando como referencia el mapeo sistemático de la literatura presentado por Cañizares, Gómez y Pardo (2020), ha sido posible observar que algunos autores proponen soluciones como: (i) una taxonomía que clasifica y define los niveles de escala (Dingsøyr et al., 2014), (ii) principios ágiles para proyectos a gran escala (Dingsøyr y Moe, 2014; Laanti, 2014), (iii) modelos para el soporte de la arquitectura emergente en grandes entornos (Eckstein, 2014), (iv) artefactos que facilitan el desarrollo offshore a gran escala (Bass, 2016), y (v) factores de éxito y desafíos identificados en 42 casos industriales (Dikert et al., 2016). Sin embargo, hasta el momento ninguno de los estudios encontrados realiza la integración de las experiencias reportadas en los trabajos relacionados, o que integren los atributos comunes entre los marcos escalados más usados en la industria. Además, con la revisión de la literatura se encontró que aún no queda claro cómo llevar a cabo la adopción de un marco de DAGE (Dikert et al., 2016), y no se han logrado resolver preguntas cómo: (i) ¿cuándo es adecuado escalar?, (ii) ¿cómo adaptar un marco escalado de acuerdo con las necesidades de una empresa?, (iii) ¿qué herramientas existen para apoyar la implementación de prácticas ágiles en empresas con equipos y proyectos distribuidos geográficamente? y (iv) ¿cómo gestionar las dependencias que surjan entre equipos y proyectos?

Considerando lo anterior, este artículo presenta un modelo de referencia que integra los atributos comunes de los marcos LeSS, Nexus, SAFe y DAD, y las propuestas encontradas en trabajos relacionados, aplicando la estrategia de armonización

de múltiples modelos (Gómez-Campo, Cañizares-Hernández y Pardo-Calvache, 2020) e integración de los resultados del mapeo sistemático de la literatura presentado en Cañizares et al. (2020). El modelo propuesto Scaled Agile Model (en adelante SAM) se compone de prácticas fundamentales y opcionales agrupadas de acuerdo con un conjunto de categorías, y roles fundamentales y opcionales agrupados en niveles de escalamiento (escala pequeña, mediana o grande, según la cantidad de colaboradores/equipos de la empresa). Este modelo pretende ser de gran beneficio para las empresas de desarrollo de software, ya que al integrar los elementos en común de SAFe, LeSS, Nexus, DAD y la información empírica reportada en la literatura, lo convierte en un modelo ágil escalado con el que se puede apoyar la transformación y la evaluación del desarrollo ágil a gran escala en la industria de software. Esto debido a que SAM permite tener una primera visión de cuáles son los elementos mínimos necesarios para empezar el proceso de escalamiento, también habilita la posibilidad de enfocar los proyectos de mejora de las empresas hacia alguno de los marcos en los que SAM está basado, además permite contrastar las prácticas implementadas con las prácticas de otros marcos y las prácticas reportadas como experiencia por otras empresas al momento de escalar, y, finalmente, SAM permite a las empresas evaluarse frente a las prácticas que se consideran fundamentales en un contexto de desarrollo ágil a gran escala.

El presente artículo está estructurado de la siguiente forma: primero, presenta los trabajos relacionados, el estado del arte y el modelo de referencia SAM. Más adelante presenta el proceso y los resultados de la evaluación del modelo mediante un grupo focal. Finalmente, aborda las conclusiones y el trabajo futuro.

Metodología

En esta sección se presenta un resumen de los trabajos relacionados y el modelo de referencia propuesto.

Trabajos relacionados

A partir de los resultados obtenidos del mapeo sistemático presentado en [Cañizares et al. \(2020\)](#), se evidenció que el interés de la comunidad científica en lo relacionado con el desarrollo ágil de software a gran escala está creciendo, especialmente, después de llevado a cabo el evento global Workshop XP2014 ([Dingsøyr y Moe, 2014](#)), cuyo tema central fue “Agile in the large”. De acuerdo con el mapeo sistemático presentado en [Cañizares et al. \(2020\)](#), enfocado en identificar aquellos atributos fundamentales dentro del proceso de escalamiento, se encontraron esfuerzos centrados en: (i) establecer aspectos para referirse al término “a gran escala”, estos son: duración del proyecto, número de personas involucradas, tamaño del proyecto y número de equipos en un proyecto; (ii) presentar los resultados de revisiones sistemáticas; (iii) ofrecer propuestas como modelos, artefactos, principios, prácticas, entre otros, para facilitar o guiar el proceso de escalamiento; (iv) presentar a través de un estudio de caso las experiencias de empresas de software que han decidido escalar; y (v) mostrar resúmenes de talleres o reportes investigativos sobre el desarrollo de software a gran escala.

Además, a partir de [Cañizares et al. \(2020\)](#), también fue posible encontrar: (a) 34 prácticas y recomendaciones consideradas como fundamentales para escalar en una empresa de software sus procesos de desarrollo; (b) 19 roles y estructuras de trabajo que se sugiere adoptar de acuerdo con la complejidad de la arquitectura ([Eckstein, 2014](#)) o de acuerdo con el propósito, por ejemplo: roles que apoyen la coordinación entre equipos ([Gustavsson, 2017](#)), (c) 21 desafíos inherentes al escalamiento; y (d) 16 factores de éxito que permitan abordar dichos desafíos. Además, con el fin de establecer los hallazgos más relevantes como atributos potenciales para el DAGE, en [Cañizares et al. \(2020\)](#) se clasifican prácticas, recomendaciones, factores de éxito y desafíos alrededor de los interrogantes: ¿qué tener en cuenta para escalar? y ¿cómo lograrlo? Esta clasificación reveló que, de

71 propuestas, el 60.6 % responde qué tener en cuenta para escalar y el 39.4 % responde a la pregunta de cómo lograrlo.

Los hallazgos presentados en [Cañizares et al. \(2020\)](#) permitieron evidenciar múltiples propuestas que buscan apoyar el escalamiento; sin embargo, estas propuestas necesitan más detalle a fin de aclarar los atributos que las componen, como por ejemplo: los artefactos para facilitar la coordinación y establecer valor compartido ([Bass, 2016](#)). Por otra parte, se pudo observar que los marcos escalados existentes proporcionan una idea central, ya que describen una ruta para alcanzar el escalamiento; sin embargo, muchas empresas declararon sentirse desorientadas al desconocer: (i) si están realizando correctamente la adopción de un marco escalado, (ii) qué nivel de completitud en la transformación ágil han alcanzado, o (iii) cómo abordar los desafíos inherentes al escalamiento ([Laanti, 2017](#)). También, en [Bass \(2019\)](#) se evidenció que la información reportada como experiencia de empresas que han escalado es complementaria a la documentación presentada en los marcos escalados al momento de implementar un marco de DAGE.

Modelo de referencia SAM

El modelo de referencia Scaled Agile Model (SAM) es el resultado de la integración de los atributos del modelo presentado por [Gómez-Campo et al. \(2020\)](#) y los hallazgos del mapeo sistemático sobre DAGE presentado por [Cañizares et al. \(2020\)](#). SAM tiene por objetivo servir de referencia para fomentar y apoyar el escalamiento de las prácticas definidas por algún marco ágil no escalado hacia prácticas ágiles para equipos de desarrollo dispersos geográficamente en empresas de desarrollo de software, o apoyar a aquellas empresas que desean evaluar el nivel de implementación de los procesos de una empresa respecto a los atributos fundamentales que deberían ser considerados en los enfoques ágiles a gran escala. La [Figura 1](#) presenta a SAM, el cual está compuesto por: 16 roles

—14 de ellos fundamentales y 2 opcionales—, 34 prácticas —19 de ellas fundamentales y 15 opcionales— y 8 categorías de prácticas —transversal, inicio, gestión del trabajo pendiente, planeación, implementación, revisión, despliegue e inspección y adaptación, las cuales se encargan de agrupar las prácticas del modelo—. SAM puede consultarse con mayor detalle en: <https://scaledagilemodel.github.io>. Cabe resaltar que las prácticas y los roles opcionales en su calidad de opcionales pueden ser implementados según la necesidad de cada empresa, se presentan como sugerencia frente a un posible escenario del escalamiento de procesos.

Roles SAM

En la [Figura 2](#) se puede observar que SAM propone un conjunto de 16 roles y los agrupa en roles fundamentales (14) y opcionales (2) a través de 4 grupos de trabajo: (i) programa, un grupo de trabajo conformado por equipos ágiles SAM centrados

en características específicas del producto, y un equipo de liderazgo encargado de la coordinación y orientación del programa; (ii) roles técnicos, un grupo de trabajo que comprende los roles que trabajan junto a los equipos de desarrollo para respaldar la ejecución de sus tareas y brindar apoyo en diseño, implementación y lanzamientos; (iii) roles de apoyo, un grupo de trabajo que introduce roles de forma provisional cuando se requiere superar un problema de adquisición de conocimiento especializado; y (iv) administración de líneas de producto, un grupo de trabajo que se encarga de cumplir las funciones de gobernanza y control de los proyectos.

Teniendo en cuenta lo anterior, con el fin de dimensionar la cantidad de personas que debería considerar una empresa para implementar SAM, se sugiere adoptar los roles de acuerdo con el nivel de escalamiento de la empresa en términos del número de equipos/colaboradores que posea, estos niveles se presentan en la [Tabla 1](#).

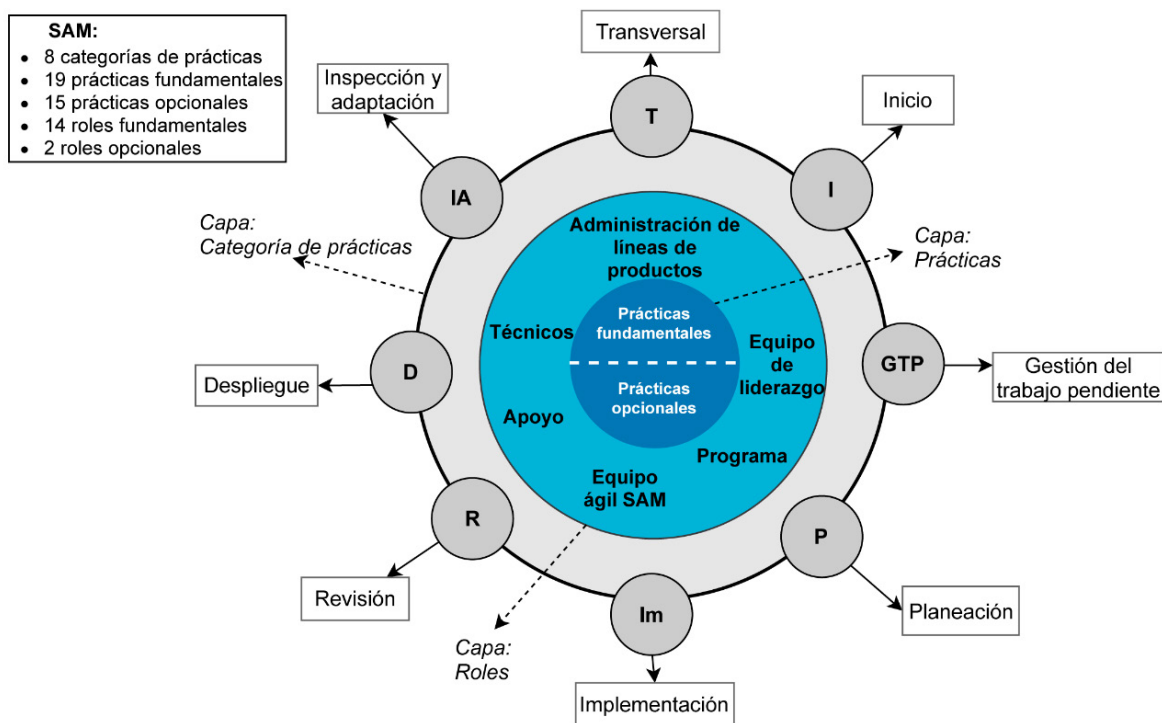


Figura 1: Esquema de SAM

Fuente: elaboración propia

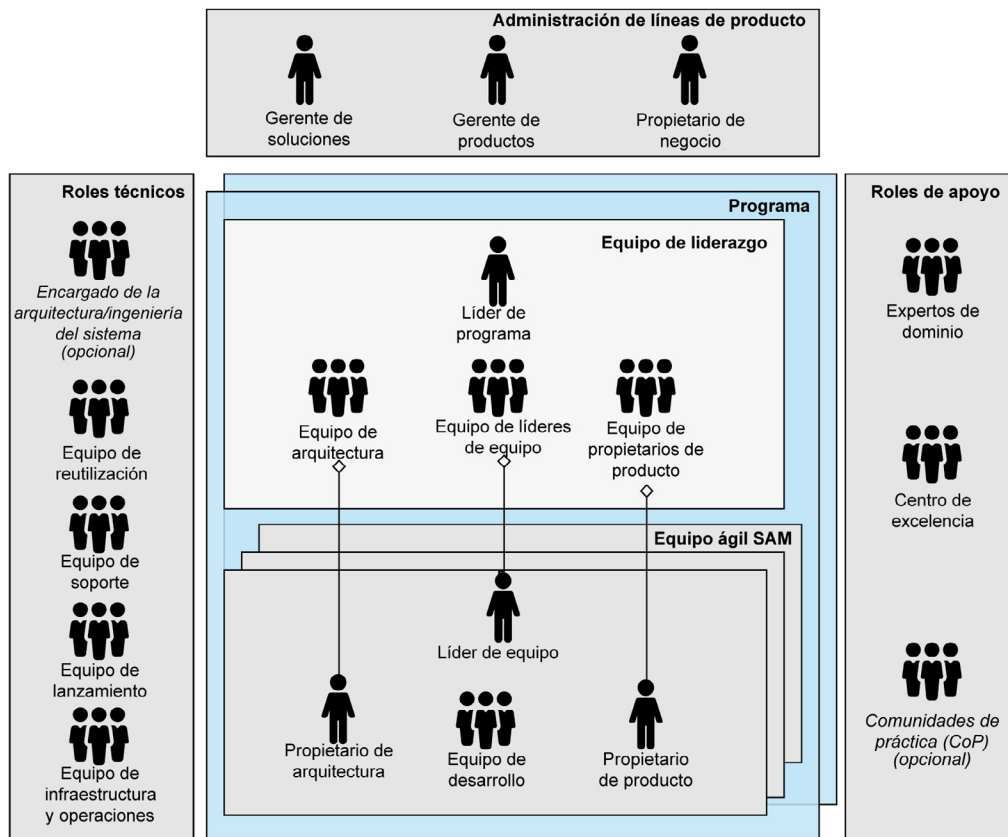


Figura 2: Roles de SAM
 Fuente: elaboración propia

Tabla 1: Niveles de escalamiento de una empresa

Nivel	Descripción	Número de personas
Escala pequeña	En este nivel se encuentran las empresas que cuentan con un único programa conformado por dos o tres equipos ágiles SAM.	15 - 20
Escala mediana	En este nivel se encuentran las empresas que tienen de tres a nueve equipos ágiles SAM distribuidos en uno o más programas.	21 - 50
Escala grande	En este nivel se encuentran las empresas que tienen más de diez equipos ágiles SAM distribuidos en uno o más programas.	> 50

Roles en empresas de escala pequeña

Las empresas que tienen entre 15 y 20 personas se organizan en un nivel de escalamiento de escala pequeña, y para ellas aplican los roles que pertenecen al grupo de trabajo *Programa*, es decir, los roles del *Equipo ágil SAM* y del *Equipo de*

liderazgo. Debido a la cantidad de personas, en este nivel de escalamiento es posible que una persona pueda desempeñar más de un rol a la vez, por ejemplo, un líder de equipo puede desempeñarse a su vez como el líder de programa; en este sentido, analizar la sobrecarga de trabajo será responsabilidad de la empresa.

Roles en empresas de escala mediana

Las empresas que tienen entre 20 y 50 personas se organizan en un nivel de escalamiento de escala mediana, en el que, adicional a los roles del grupo de trabajo *Programa*, se incluyen los grupos *roles de apoyo* y *roles técnicos*, los cuales proporcionan una estructura de coordinación necesaria para respaldar los *programas*. De la misma manera, en este nivel de escalamiento, y debido a la necesidad de coordinación entre programas, se recomienda que los *roles de liderazgo* sean roles de dedicación completa.

Roles en empresas de escala grande

Las empresas que tienen más de 50 personas se organizan en un nivel de escala grande, y para ellas aplican todos los roles propuestos por SAM. A diferencia de las escalas pequeña y mediana, se propone un grupo de trabajo adicional llamado *Administración de líneas de producto*.

Prácticas SAM

SAM se compone de 34 prácticas, 19 de ellas fundamentales y 15 opcionales, agrupadas en 8 categorías de prácticas: (i) transversal, que contiene las prácticas que se presentan a lo largo del proceso de desarrollo de software; (ii) inicio, que abarca las prácticas necesarias para dar inicio al desarrollo; (iii) gestión del trabajo pendiente, que incluye las prácticas relacionadas con la gestión del backlog de producto, programa y equipo; (iv) planeación, que envuelve las prácticas relacionadas con planeación y asignación del trabajo pendiente; (v) implementación, que comprende las prácticas relacionadas con ejecución y construcción del trabajo asignado; (vi) revisión, que contiene las prácticas relacionadas con la validación del trabajo realizado en la implementación; (vii) despliegue, que abarca las prácticas relacionadas con la entrega del producto a los clientes o usuarios finales; (viii)

inspección y adaptación, que incluye las prácticas relacionadas con la exploración de oportunidades de mejora del desarrollo ágil a gran escala y la creación de planes para abordar dichas oportunidades. Un mayor detalle sobre las prácticas y las categorías se puede consultar en: <https://bit.ly/3js6iqV>.

Relación entre prácticas y roles de SAM

La [Tabla 2](#) presenta un extracto de la correspondencia entre las prácticas y los roles de SAM organizados en categorías de prácticas. De la misma manera, es posible identificar qué roles dan cumplimiento a cada práctica de acuerdo con el nivel de escalamiento de una empresa, dichos niveles se corresponden de la siguiente manera: uno (1), cuando el rol aplique para escala pequeña; dos (2), cuando el rol aplique para escala mediana; y tres (3), cuando el rol aplique para escala grande; asimismo, es posible que el rol aplique por ejemplo para 1, 2 y 3, lo cual indicaría que es un rol que aplica en cualquier nivel de escalamiento. No obstante, algunas prácticas no muestran roles asociados cuando se presentan a lo largo del proceso de desarrollo o cuando son prácticas opcionales. La [Tabla 2](#) completa puede ser consultada en: <https://bit.ly/3lB87oj>.

Resultados

El modelo propuesto fue evaluado a través del método de investigación cualitativo llamado Grupo Focal ([Mendoza-Moreno, González-Serrano y Pino, 2013](#)). Algunas de sus ventajas son: la recopilación de información confiable a un costo menor en comparación con las herramientas de investigación tradicionales, la generación de nuevas ideas resultado del debate, y la rapidez y la eficacia en la recopilación de información de usuarios y profesionales ([Kontio, Bragge y Lehtola, 2008](#)). Las actividades llevadas a cabo en el grupo focal se describen a continuación.

Tabla 2. Extracto de la relación entre las prácticas y los roles de SAM

Fundamental	Prácticas / Roles																			
		Equipo de desarrollo	Propietario del producto	Líder de equipo	Propietario de la arquitectura	Líder de programa	Equipo de arquitectura	Equipo de líderes de equipo	Equipo de propietarios de producto	Expertos de dominio	Centros de excelencia	Comunidades de práctica	Equipo de infraestructura y operaciones	Equipo de lanzamientos	Equipo de soporte	Equipo de reutilización	Encargado de la arquitectura/ingeniería del sistema	Propietario de negocio	Gerente de productos	Gerente de soluciones
Categoría Inicio																				
✓	Identificar los elementos de trabajo necesarios para la construcción del producto.		1,2,3															2,3	3	
✓	Identificar y formar el equipo de equipos (programa).	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3														
✓	Elegir y personalizar un marco ágil.			1,2,3		1,2,3		2,3												
✓	Gestionar los niveles jerárquicos y el balance de la estructura organizacional.																			
×	Establecer los equipos de liderazgo para los equipos de equipos (programas)					2,3	2,3	2,3	2,3											
×	Formar a ejecutivos, gerentes y líderes.																			
Categoría Gestión del trabajo pendiente																				
✓	Refinar y priorizar los elementos identificados para la construcción del producto.		1					2,3										2,3	3	
✓	Construir el backlog de programa para el próximo incremento de producto.		1					2,3										2,3	3	
✓	Refinar y priorizar el backlog de programa.		1					2,3	1,2,3									2,3	3	
✓	Construir, refinar y priorizar los backlogs de equipo.	1,2,3	1,2,3																	

Definición del problema de investigación

Inicialmente, se estableció un objetivo de grupo focal, el cual fue: conocer y analizar la opinión y la percepción de profesionales con experiencia en el desarrollo ágil de software a gran escala con respecto a las variables de completitud, idoneidad y claridad del modelo propuesto. Los objetivos de la evaluación se enfocaron en: (i) evaluar la propuesta; (ii) extraer lecciones aprendidas y recomendaciones; y (iii) ajustar la propuesta de acuerdo con las acciones de mejora identificadas a través del análisis de recomendaciones y sugerencias de los participantes.

Selección de los participantes

Para llevar a cabo esta actividad se definieron los siguientes criterios: (i) estar activo en la industria del desarrollo de software a gran escala (proyectos

que cuenten con al menos dos equipos que se encuentren distribuidos geográficamente), (ii) tener conocimientos sobre enfoques ágiles o enfoques ágiles escalados y su aplicación en la industria de software, y (iii) ser profesional con experiencia en la industria de software (mínimo dos años de experiencia). Durante la selección de participantes, se definió una lista de 14 posibles asistentes, de los cuales se descartaron 3 y se eligieron 11, quienes cumplieron los requisitos establecidos. Posteriormente, se envió una invitación por correo electrónico a los posibles participantes seleccionados, para confirmar su asistencia y coordinar la sesión de discusión, y una vez obtenida la afirmación de los participantes, tres semanas antes de la sesión de discusión, se envió un segundo mensaje con la documentación de la propuesta y el protocolo definido. Finalmente, 8 participantes asistieron a la sesión del grupo focal. A continuación, en la [Tabla 3](#) se presenta el perfil profesional de cada uno.

Tabla 3. Perfil profesional de los participantes del grupo focal

No.	Ocupación	Estudios	Experiencia
1	Analista de calidad.	Ingeniería de sistemas. Estudiante de maestría en computación.	Se desempeña en modalidad teletrabajo hace dos años con una empresa de desarrollo de software estadounidense con sede en Medellín, Colombia.
2	Docente.	Ingeniería de software. Maestría y doctorado en ingeniería de software.	Tiene más de tres años de experiencia trabajando con enfoques ágiles y DevOps.
3	Administrador de plataformas web y analista de datos.	Ingeniería de sistemas. Estudiante de maestría en computación.	Trabaja en una institución universitaria como ingeniero en desarrollo de plataformas web.
4	Arquitecto de software.	Ingeniería en informática y de sistemas. Ingeniería en computación. Maestría en computación	Propietario de una empresa de desarrollo de software a la medida. Lleva más de tres años trabajando en la industria.
5	Desarrollador senior de Golang.	Ingeniería de sistemas.	Se ha desempeñado por más de cuatro años como desarrollador en Makrosoft y Merqueo, lleva más de dos años dentro del desarrollo software distribuido. Se especializa en desarrollo <i>backend</i> y arquitectura en la nube.
6	Docente.	Ingeniería de sistemas. Maestría en computación.	Se ha desempeñado como docente universitario y de básica secundaria en el área de tecnología. Trabajó como desarrollador web en la empresa europea Sopra Group. Dirigió un proyecto en torno a la metodología ágil Scrum. Tiene más de tres años de experiencia.
7	Docente.	Ingeniería de sistemas. Estudiante de maestría en computación.	Se desempeña como docente universitario. Es ingeniero de sistemas y se encuentra realizando la maestría en computación.
8	Arquitecto / Desarrollador Senior.	Ingeniero. Maestría en computación.	Tiene más de tres años de experiencia.

Realización de la sesión del grupo focal

La sesión de discusión fue conducida y coordinada por un moderador, y la captura de información estuvo a cargo del relator, ambos miembros del grupo de investigación. Durante la sesión, el relator tomó nota de las apreciaciones, los comentarios y las sugerencias relevantes, resultado de la intervención de cada participante; además, al finalizar la sesión del grupo focal, se solicitó a los participantes responder un cuestionario.

Análisis de la información y reporte de los resultados

Una vez obtenidas las respuestas de los participantes al cuestionario diligenciado al final de la sesión,

el grupo investigador realizó el análisis de la información. Inicialmente, se contaron y analizaron las respuestas de cada participante a las preguntas cerradas. El cuestionario se elaboró teniendo en cuenta que las preguntas estuvieran destinadas a definir el grado de completitud (3 preguntas), idoneidad (6 preguntas) y claridad (7 preguntas) de la propuesta de investigación. La [Tabla 4](#) presenta el conteo de respuestas a las preguntas cerradas 1 a 16. Para dar respuesta a las preguntas cerradas, se utilizó una escala Likert de la siguiente manera: muy mal, muy insatisfecho: valor (1); mal, poco satisfecho: valor (2); bien, suficiente, adecuado, algo satisfecho: valor (3); bastante bien, adecuado, satisfecho: valor (4); muy bien, muy adecuado, muy satisfecho: valor (5). Un resumen gráfico del conteo se presenta en: <https://bit.ly/3CoAfka>.

Tabla 4. Conteo de respuestas a las preguntas del grupo focal

Id.	Pregunta	Escala				
		1	2	3	4	5
P1	¿Considera que las prácticas fundamentales propuestas por SAM abarcan los elementos mínimos necesarios a tener en cuenta para escalar los procesos de desarrollo de software de una empresa?	0	0	1	6	1
P2	¿Considera que las prácticas opcionales propuestas por SAM son suficientes para apoyar el escalamiento de los procesos de desarrollo de software de una empresa?	0	0	1	7	0
P3	¿Considera que las categorías de prácticas propuestas son suficientes para agrupar las prácticas opcionales y fundamentales de SAM?	0	0	0	8	0
P4	¿Considera que los roles propuestos son suficientes para lograr escalar un enfoque de desarrollo ágil de software?	0	1	5	2	0
P5	¿Considera que las relaciones establecidas entre prácticas y roles son suficientes?	0	0	3	5	0
P6	¿Considera que las prácticas fundamentales propuestas permiten tener una base sólida para escalar un enfoque de desarrollo de software?	0	0	1	4	3
P7	¿Considera que las prácticas opcionales propuestas permiten apoyar el escalamiento de un enfoque de desarrollo de software?	0	0	1	6	1
P8	¿Considera que las categorías de prácticas establecidas son convenientes para un contexto de desarrollo ágil a gran escala?	0	0	2	6	0
P9	¿Considera que los roles propuestos son adecuados en un contexto de desarrollo ágil a gran escala?	0	2	4	1	1
P10	¿Considera que las definiciones de las prácticas fundamentales propuestas son claras y de fácil comprensión?	0	0	1	5	2
P11	¿Considera que las definiciones de las prácticas opcionales propuestas son claras y de fácil comprensión?	0	0	0	6	2
P12	¿Considera que las definiciones de los roles propuestos son claras y de fácil comprensión?	0	2	2	2	2
P13	¿Considera que las definiciones de las categorías de prácticas son claras y de fácil comprensión?	0	0	0	6	2
P14	¿Considera que la distribución y la organización de los elementos de la Figura 1. Esquema de SAM son claras y de fácil comprensión?	0	0	1	7	0
P15	¿Considera que la distribución y la organización de los elementos de la Figura 2. Roles de SAM son claras y de fácil comprensión?	0	0	1	6	1
P16	¿Considera que la distribución y la organización de los elementos de la Figura 3. La vista general de SAM son claras y de fácil comprensión?	0	0	2	6	0

Posteriormente, se realizó el análisis a las preguntas abiertas, las cuales permitieron a los participantes proponer ajustes y recomendaciones sobre los elementos del modelo propuesto y realizar cualquier comentario adicional sobre él. Estas respuestas fueron recopiladas y analizadas como oportunidades de mejora para ajustar la propuesta. Como puede verse, existe un consenso común con la propuesta; es decir, que los elementos que se presentaron y evaluaron en la sesión del grupo focal son considerados relevantes para lograr el escalamiento de los procesos de desarrollo de software. Sin embargo, las respuestas a las preguntas 4, 9 y 12 fueron desfavorables (cinco participantes apuntaron mal/poco satisfecho según la escala Likert definida), estas preguntas estaban enfocadas en determinar si los roles propuestos eran suficientes, adecuados y claros para lograr el escalamiento de procesos de desarrollo de software. La principal discusión fue un exceso de roles, los cuales eran casi imposibles de adoptar teniendo en cuenta el tamaño de una empresa; por lo tanto, estos comentarios fueron abordados como acciones de mejora, una de ellas fue la reestructuración de 9 grupos de trabajo que se presentaban como roles fundamentales, pero se concluyó que no eran aplicables en todos los niveles de escalamiento. También se dimensionó el tamaño de una empresa y el número de roles que debería considerar; es decir, qué roles necesita adoptar una empresa teniendo en cuenta su tamaño en términos del número de personas/equipos.

Los demás comentarios y opiniones de los participantes también fueron seleccionados y tomados en cuenta para aplicar las acciones de mejora al modelo, resultando así una segunda versión, la cual se presenta en este documento. En resumen, las siguientes fueron las acciones de mejora aplicadas: (i) a través del dimensionamiento de roles de acuerdo con el nivel de escalamiento de una empresa, se disminuyó el número de roles fundamentales del modelo; (ii) se redefinieron algunos roles, ya que algunos participantes expresaron que estos no eran claros; (iii) se asociaron roles

a las prácticas opcionales cuando aplicaba; y (iv) se realizó una evaluación de agilidad del modelo propuesto con el fin de presentar qué tan alineado estaba el modelo con los principios del manifiesto ágil.

Limitaciones del grupo focal

Durante el grupo focal surgieron las siguientes limitaciones: (i) los estilos de comunicación de los participantes y la falta de experiencia del moderador influyeron en la dinámica del grupo focal, esto fue corregido por el investigador más experimentado equilibrando la discusión y activando a los participantes menos activos; (ii) los participantes pudieron sentirse reacios de expresar sus pensamientos u opiniones de manera transparente, más cuando su opinión se oponía a las de otros participantes, esto fue abordado por el moderador, quien resaltó reiteradamente el valor de intervenciones y aportes de cada participante; y (iii) el riesgo de conocimientos limitados y comprensión sobre la temática evaluada de los participantes, lo cual fue abordado seleccionando a participantes con el mismo nivel de experiencia; además, se proporcionó un material de lectura del modelo SAM con 15 días de antelación al desarrollo del grupo focal.

Conclusiones

Con relación a las preguntas de motivación que se plantean en la introducción, desde el punto de vista de SAM, estas se pueden responder de la siguiente manera: (i) ¿Cuándo es adecuado escalar?, R/ Cuando la empresa tenga claros sus procedimientos y procesos para desarrollar software y que esta empresa de alguna manera se plantee el desafío de tener una distribución geográfica en sus equipos para apoyar el desarrollo global de software. (ii) ¿Cómo adaptar un marco escalado de acuerdo con las necesidades de una empresa? R/ SAM posibilita que una empresa pueda transformar su proceso de desarrollo de software convencional a una solución escalada, manteniendo

algunas de las prácticas que inicialmente utilizaba e integrando y armonizando nuevas o mejores prácticas para el desarrollo global de software. (iii) ¿Qué herramientas existen para apoyar la implementación de prácticas ágiles en empresas con equipos y proyectos distribuidos geográficamente? R/ SAM incorpora las prácticas de los marcos ágiles escalados más utilizados en la industria y esto posibilita que una empresa que utilice SAM pueda decidir qué camino recorrer desde el punto de vista de su certificación; de la misma manera, se han incorporado algunos elementos de proceso como roles y equipos de trabajo para facilitar la comprensión, así como clarificar y proveer mayores herramientas a las empresas para su aplicación. Finalmente, (iv) ¿Cómo gestionar las dependencias entre equipos y proyectos? R/ Se pueden seguir, por ejemplo, las relaciones establecidas a nivel de estructuras de trabajo propuestas por SAM, las cuales son sensibles de ser adaptadas y mejoradas de acuerdo con las necesidades de la empresa y su nivel de escalamiento.

Evaluar el modelo de referencia propuesto a través de un grupo focal permitió reunir a expertos en el área de ingeniería de software, desarrollo de software distribuido y enfoques ágiles, quienes desde su experiencia y conocimiento identificaron oportunidades de mejora para el modelo propuesto. El uso de este método de investigación aportó retroalimentación, resultado de la discusión de diferentes puntos de vista entre los participantes y permitió evidenciar la aceptación del modelo por parte de los integrantes del grupo. Como resultado del grupo focal, se generó una nueva versión ajustada del modelo, la cual se presenta en este artículo.

El modelo de referencia SAM integra los atributos comunes de los marcos LeSS, Nexus, SAFe, DAD y las propuestas identificadas en la revisión sistemática de la literatura. El modelo de referencia plantea un conjunto de prácticas y roles fundamentales y opcionales que apoyan el desarrollo de software a gran escala. Este modelo ofrece beneficios para: (i) empresas que desconocen cómo

empezar a escalar sus procesos, (ii) empresas que se encuentran en el proceso de escalamiento, (iii) empresas que han escalado y desean evaluar si han implementado prácticas que pueden resultar fundamentales en el desarrollo ágil a gran escala, y (iv) empresas que buscan un paso inicial que las lleve a adoptar y alcanzar una certificación de algún marco escalado como SAFe, LeSS, Nexus o DAD. Sin embargo, es necesario plantearse como trabajo futuro el iterar nuevamente el proceso de armonización, incluyendo los atributos no considerados en la primera iteración, tales como: fases, artefactos, principios, entre otros, que se puedan encontrar en la literatura y en los marcos LeSS, Nexus, SAFe y DAD. Asimismo, realizar un estudio de caso que permita evaluar nuevamente el modelo a fin de mejorarlo con las experiencias que se puedan recopilar de su aplicación en escenarios reales de la industria. Finalmente, crear un instrumento de evaluación a partir del modelo de referencia propuesto.

Agradecimientos

El profesor César Pardo agradece la contribución de la Universidad del Cauca, donde trabaja como profesor asociado.

Referencias

- Amir, M., Khan, K., Khan, A., Khan, M. (2013). An appraisal of agile software development process. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 58, 75-86. <https://doi.org/10.14257/ijast.2013.58.07>
- Bass, J. M. (2016). Artefacts and agile method tailoring in large-scale offshore software development programmes. *Information and Software Technology*, 75, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.03.001>
- Bass, J. M. (2019). Future trends in agile at scale: A summary of the 7 th international workshop on large-scale agile development. En *International Conference on Agile Software Development*, 75-80. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30126-2_9

- Caffery, F. M., Taylor, P. S., Coleman, G. (2007). Adept: A unified assessment method for small software companies. *IEEE Software*, 24(1), 24-31. <https://doi.org/10.1109/MS.2007.3>
- Cañizares, T., Gómez, C., Pardo, C. (2020). Hacia el escalamiento de soluciones ágiles en grandes empresas de software: un mapeo sistemático. *INGE CUC*, 16(2), e13. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.16.2.2020.13>
- Dikert, K., Paasivaara, M., Lassenius, C. (2016). Challenges and success factors for large-scale agile transformations: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 119, 87-108. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.06.013>
- Dingsøyr, T., Fægri, T. E., Itkonen, J. (2014). What is large in large-scale? A taxonomy of scale for agile software development. En *International Conference on Product-Focused Software Process Improvement*, 273-276. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13835-0_20
- Dingsøyr, T., Moe, N. B. (2014). Towards principles of large-scale agile development. En *International Conference on Agile Software Development*, 1-8. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14358-3_1
- Ebert, C., Paasivaara, M. (2017). Scaling agile. *IEEE Software*, 34(6), 98-103. <https://doi.org/10.1109/MS.2017.4121226>
- Eckstein, J. (2014). Architecture in large scale agile development. En *International Conference on Agile Software Development*, 21-29. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14358-3_3
- Extreme Programming. (s.f.). A Gentle Introduction. <https://bit.ly/1d2TP1e>
- Gómez-Campo, C. E., Cañizares-Hernández, T. G., Pardo-Calvache, C. J. (2020). SAM: modelo híbrido preliminar para apoyar la transformación ágil a gran escala en industrias de software. *Revista Facultad de Ingeniería*, 29(54). <https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.11763>
- Gustavsson, T. (2017). Assigned roles for inter-team coordination in large-scale agile development: A literature review. En *Proceedings of the XP2017 Scientific Workshops*. <https://doi.org/10.1145/3120459.3120475>
- Kalenda, M. (2017). Scaling Agile Software Development in Large Organizations (tesis de máster). Masaryk University, República Checa
- Kontio, J., Bragge, J., Lehtola, L. (2008). The focus group method as an empirical tool in software engineering. En F. Shull, J. Singer, D.I.K. Sjøberg (eds.), *Guide to Advanced Empirical Software Engineering* (pp. 93-116). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-044-5_4
- Laanti, M. (2014). Characteristics and principles of scaled agile. En: *International Conference on Agile Software Development*, 9-20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14358-3_2
- Laanti, M. (2017). Agile transformation model for large software development organizations. En *Proceedings of the XP2017 Scientific Workshops*. <https://doi.org/10.1145/3120459.3120479>
- LeSS Framework. (s.f.). Large Scale Scrum (LeSS). <https://bit.ly/2BKJU78>
- Mendoza-Moreno, M., González-Serrano, C., Pino, F. J. (2013). Focus group como proceso en ingeniería de software: una experiencia desde la práctica. *Dyna*, 80 (181), 51-60
- Poppendieck, M., Poppendieck, T. (2003). *Lean Software Development: An Agile Toolkit*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley
- Project Management Institute. (2019). Disciplined Agile Delivery. <https://bit.ly/3p8o2bH>
- SAFe for Lean Enterprises. (s.f.). SAFe 5 for Lean Enterprises. <https://bit.ly/2FAcOu5>
- Schwaber, K. (2018). *The Definitive Guide to Scaling Scrum with Nexus: The Rules of the Game*. <https://bit.ly/2GNKKoe>
- Schwaber, K., Sutherland, J. (2017). *The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. <https://bit.ly/2t35PVI>

