

## **Análisis, propuesta y representación de indicadores en proyectos ágiles con SCRUM**

Juan Ricardo Cogollo Oyola

Especialista en gerencia de proyectos informáticos, SCRUM Developer.  
Estudiante de Maestría en Ingeniería Administrativa,  
Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.  
Correo: jrcogollo@unal.edu.co



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

Recibido: 19 de agosto 2013  
Aceptado: 24 de octubre 2013

### **Resumen**

SCRUM es un marco de trabajo usado con frecuencia como metodología para guiar el proceso de ejecución de proyectos de desarrollo de software, sin embargo, se puede emplear en cualquier tipo de proyectos. SCRUM cambia los conceptos tradicionales de la Gestión de Proyectos e Ingeniería de Requisitos, y facilita principalmente el control de cambios durante la marcha del proceso, agregando dinamismo, rapidez y adaptación. Lo anterior implica que el control y seguimiento de los proyectos debe ser ágil y que los indicadores usados se deben definir y representar para ser entendidos por líderes gerenciales de la organización. En el presente trabajo se analizan los indicadores de uso frecuente en SCRUM y se proponen nuevos indicadores usando un documento técnico llamado “Hoja de vida del indicador”.

**Palabras clave:** Indicadores, SCRUM, Proyectos ágiles, Hoja de vida del indicador, documento técnico.

### **An analysis, proposal and index representation in agile projects with SCRUM**

#### **Abstract**

SCRUM is a framework widely used as a methodology to guide the execution of software development projects. However, it can be used on any type of project. SCRUM changes the classic concepts of Project Management and Requirements Engineering mainly by facilitating change control throughout the process, thus adding dynamism, speed and adaptation. This means that project control and monitoring needs to be agile and indexes employed are to be defined and represented, so that they can be understood by the organization’s managerial leaders. In this paper, indexes frequently used on SCRUM are analyzed, and new indexes are advanced forward using a technical document called “Indicator Reference Sheet Template”.

**Keywords:** Indicators, SCRUM, Agile Project, Indicator Reference Sheet Template, technical document.

## 1. Introducción

La manera como se ejecuta el proceso de desarrollo de software ha tenido cambios significativos a través del tiempo, lo cual ha conducido al uso de diferentes enfoques para guiar dicho proceso. Dos de los principales enfoques son: La gerencia de proyectos basada en las directrices del PMI (PMI, 2004) y la gerencia de proyectos basada en el agilísimo (Coram & Bohner, 2005); la primera enfocada de manera rigurosa en la definición de un plan estructurado y de su respectivo seguimiento a lo largo de la ejecución del mismo, la segunda orientada a un plan simple y a corto plazo, destacando principalmente la adaptación al cambio durante el proceso.

Uno de los retos del desarrollo ágil de software ha sido lograr plantear prácticas de mediciones tan ágiles como el mismo proceso (Javdani et al., 2013), tales como la estimación del esfuerzo, velocidad del equipo, Burndown Chart, Diagrama de Flujo Acumulado, entre otras. Dichas mediciones se emplean para realizar control del proyecto, verificar el avance e identificar riesgos. El presente trabajo busca enmarcar dichas mediciones de manera estandarizada haciendo uso del documento técnico “Hoja de vida del indicador”, además de analizar los indicadores actuales y proponer nuevos indicadores adicionales.

El artículo, además de la introducción, está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza un Marco Teórico referente a indicadores y al marco de trabajo SCRUM. En la sección 3 se hace análisis de propuestas encontradas en la literatura con respecto a la medición de proyectos ágiles y estructuras usadas para definir indicadores. En la sección 4 se propone un documento técnico llamado “Hoja de vida del indicador para Proyectos ágiles con SCRUM”. Posteriormente, en la sección 5, se propone un listado de indicadores para SCRUM. Finalmente, se muestran las conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Marco teórico

Concepto de indicador: El concepto de indicador no es derivado de la ingeniería de software, en la literatura existen varias definiciones normalmente provenientes de la estadística, a continuación se citan

dos que se consideran importantes en el marco del presente trabajo:

Según Kohler (1996), “un indicador es el resultado del comportamiento de una variable cualitativa o cuantitativa en un período determinado”.

Según Martínez (2009):

*Los indicadores son estadísticas seleccionadas por su capacidad de mostrar un fenómeno importante. Los indicadores, a menudo, resultan de procesar series estadísticas en formas de agregación, proporción, tasas de crecimiento (entre otras), para poder mostrar el estado, la evolución y las tendencias de un fenómeno que interesa monitorear. Los indicadores se diseñan y producen con el propósito de seguir y monitorear algunos fenómenos o conjuntos de dinámicas que requieren algún tipo de intervención o programa. Por lo tanto, a los indicadores se les entrega intencionalidad desde su origen, y requieren un cuidadoso proceso de producción en el que se calibran varios criterios como la disponibilidad y calidad de información, la relevancia del indicador y el aporte del indicador al sistema de indicadores, entre otros. Los indicadores a menudo se presentan en forma contextualizada (se explica al usuario qué muestra el indicador; su importancia e implicaciones), se representan en forma amigable y clara (utilizando infografía, gráficos y mapas) y, en general, se publican como sistemas de indicadores (del tema en cuestión) como documento en papel y digital, y en forma de sitios Web para facilitar el acceso no experto a su contenido.*

### Hoja de vida del indicador

Se refiere a un documento técnico donde se especifican los datos e información relacionados con el cálculo, la frecuencia de cálculo, la forma de presentar resultados, el origen de los valores necesarios para el cálculo, etc., que conforman un indicador. Existen diferentes tipos de propuestas para este documento. Se conoce también como ficha técnica del indicador, hoja metodológica del indicador, hoja de registro de medida de rendimiento.

## Documento técnico

Se refiere a un tipo de documentos estructurados, usados en las organizaciones para especificar procesos, procedimientos, manuales y, en general, para cualquier necesidad de especificación de atributos para documentar registros. Ejemplos de ello son: manuales de calidad, manuales de procedimiento, manuales de usuario, documento hoja de vida del indicador, etc. Según Zapata y Losada (2013), actualmente los documentos técnicos son objeto de estudio y se propone su uso para extraer conocimiento de la organización.

## SCRUM

Martín Alaimo es uno de los principales exponentes de SCRUM en Latinoamérica, por medio de la compañía Argentina de Coach y formación en SCRUM llamada Kleer. Sus teorías están fundamentadas en el “Manifiesto ágil” propuesto por Beck et al. (2001). Según Alaimo (2013):

*SCRUM es un marco de trabajo que nos permite encontrar prácticas emergentes en dominios complejos, como la gestión de proyectos y la innovación. No es un proceso completo, y mucho menos, una metodología. En lugar de proporcionar una descripción completa y detallada de cómo realizarse las tareas de un proyecto, genera un contexto relacional e iterativo, de inspección y adaptación constante para que los involucrados vayan creando su propio proceso. Esto ocurre debido a que no existen ni mejores ni buenas prácticas en un contexto complejo.*

Los roles de SCRUM son: Equipo de desarrollo, Product Owner y SCRUM Master. El equipo de desarrollo está formado por el personal necesario para la construcción del producto, es el responsable de su construcción y calidad. El Product Owner es la persona responsable del éxito del producto desde el punto de vista de los stakeholders, es quien determina la visión y las expectativas, recolecta requerimientos, características funcionales y prioridades. El SCRUM Master es el Coach del equipo y quien ayuda a alcanzar su máximo nivel posible de productividad, se le considera el facilitador de todo lo que el equipo

de desarrollo requiera para cumplir sus compromisos (Alaimo, 2013).

**Elementos de SCRUM:** Según Alaimo (2013), los elementos de SCRUM son los siguientes:

◦ **Producto Backlog:** *Se refiere a un listado de elementos que contiene los requerimientos del cliente, conocidos comúnmente como historias de usuario, las cuales se encuentran ordenadas de acuerdo a su prioridad.*

◦ **Sprint Backlog:** *Es el conjunto de historias de usuario que se seleccionan para ser realizadas durante un Sprint, las cuales han sido estimadas y analizadas por el equipo de trabajo.*

◦ **Incremento funcional potencialmente entregable:** *Corresponde al resultado de la ejecución de un Sprint, es decir, el producto esperado por el cliente en la iteración, que debe ser funcional, nuevo o modificado, y con calidad suficiente para ser entregado.*

**Flujo de trabajo:** Según Alaimo (2013), el flujo de trabajo en SCRUM comprende las siguientes actividades:

◦ **Sprint (Iteración):** *Corresponde a un ciclo de trabajo definido por el equipo, que normalmente oscila entre 1 y 4 semanas, en el cual se compromete a realizar cierta cantidad de historias de usuario.*

◦ **Sprint Planning Meeting (Planificación de Sprint):** *Es la reunión inicial de cada Sprint, donde se analizan y estiman, según su prioridad, las historias de usuario que el Product Owner decide.*

◦ **SCRUM diario:** *Es una reunión ágil de seguimiento, la cual no debe durar más de 15 minutos, donde cada integrante del equipo cuenta a los demás el avance con el desarrollo de las historias de usuario comprometidas en el planning. Se responden tres preguntas: ¿Qué se realizó desde la última reunión?, ¿en qué se trabajará desde el momento actual hasta*

la siguiente reunión?, y ¿qué problemas o impedimentos se tienen?

◦ **Revisión de Sprint:** Es una reunión que se realiza al finalizar el Sprint, con el fin de evaluar el incremento funcional potencialmente entregable construido por el equipo, para determinar si se cumplió con las historias de usuario que se comprometieron en el Planning. Esta reunión se centra en revisar el “qué” se hizo durante el Sprint.

◦ **Retrospectiva:** Es una reunión de cierre de Sprint, que consiste en reflexionar respecto al trabajo realizado y los acontecimientos que surgieron en el Sprint. Busca identificar puntos débiles, corregirlos e incentivar la mejora continua y la felicidad del equipo. Esta reunión se centra en revisar el proceso ejecutado durante el Sprint, es decir, el “cómo”.

◦ **Refinamiento del Product Backlog:** Es una actividad en la cual se revisan las prioridades y la completitud de las historias de usuario.

### 3. Revisión de propuestas

A continuación se hace una revisión de propuestas de indicadores usados para medir el desarrollo ágil de software. Adicionalmente se analizan propuestas de hoja de vida de indicadores usadas en diversos contextos, con el fin de ser analizadas posteriormente en el marco de la representación de indicadores en SCRUM.

#### 3.1 Medición del desarrollo ágil de software

En el estudio de Mahnic y Zabkar (2012) se evidencia la preocupación que existe con respecto a la pérdida de control de gestión cuando se adoptan formas ágiles de trabajar, se plantea que en el proceso continuo del desarrollo se debe hacer control continuo para garantizar la visibilidad, inspección y adaptación. Se realizó un caso de estudio con un proyecto de desarrollo de software, donde se observaron la velocidad (“Velocity”), “The Release burndown chart”, “The

Sprint burndown chart” y “Earned value management (EVM)”. Por último, se concluye que cada medida propuesta indica un aspecto valioso para medir en el proceso de proyectos de desarrollo de software basados en SCRUM, y que la recolección de datos no requiere trabajo administrativo adicional que perjudicaría la agilidad del proceso de desarrollo.

Ktata y Lévesque (2012) plantean que la única medida en SCRUM es la velocidad, cuyo propósito es evidenciar los avances en la entrega de software funcional. Se muestra que los equipos ágiles, en comparación con los equipos de desarrollo tradicional, tienen necesidades diferentes cuando se intenta establecer un programa de medición. Además, los equipos ágiles, así como muchos otros, son resistentes y reacios al cambio. Los resultados mostraron que los integrantes de equipos ágiles se interesan principalmente en la deuda técnica y la entrega de valor, y que cooperan con la entrega de datos para medición cuando disponen de herramientas que lo hacen por ellos. A continuación se muestra el proceso seguido en el estudio para encontrar los indicadores que se necesitan en SCRUM, se hizo uso de una plantilla para indagar respecto de los indicadores, como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Plantilla usada para recolectar indicadores

<b>Viewpoint:</b>
Perspective of the goal (who`s viewpoint): e.g., project manager, developer, customer, project team.
<b>Environment:</b>
Context or scope of the measurement program, e.g., project X or division B.
<b>Object:</b>
The product or process under study: e.g., testing phase or a subsystem of the end product.
<b>Purpose:</b>
Motivation behind the goal (why): e.g., better understanding better guidance, control, prediction, improvement.

<b>Focus:</b>
The quality attribute of the object under study (what): e. g., reliability, effort, error slippage.

Fuente: Ktata y Lévesque (2012)

Frente a lo anterior los entrevistados se mostraron reacios a diligenciar, por lo cual se procedió a indagar mediante entrevista lo que pensaban, y posteriormente se llenó en la plantilla. Las tablas 2, 3, 4, 5 y 6 resumen los resultados de los indicadores obtenidos.

**Tabla 2.** Total de interesados e indicadores

Voters	Total
Total Stakeholders by real role	12
Total Distinct indicators by role	30
Total Cote Indicators by role	41

Fuente: Ktata y Lévesque(2012)

**Tabla3.** Equipo de indicadores dinámicos

Indicator need or improvement arca	Votes
Team dynamics indicators	16
Visibility of Debt (technical)	4
Transparency on collaboration issues	1
Team efficiency (in taking the right decisions)	4
Individual performance: contribution to value delivery	3
Team and individual motivational level variations	1
Team performance: evaluate learnability	2
Maturity- on transitions to agility	1

Fuente: Ktata y Lévesque(2012)

**Tabla 4.** Indicadores de calidad

Internal quality aspects	2
Test coverage: number of tests in each level of test and area of the software	2

Fuente: Ktata y Lévesque(2012)

**Tabla 5.** Indicadores de procesos y proyectos relacionados

Process and project related indicators	12
Estimation of user stories in terms of size and time	5
Estimation of tasks decomposition	1
Adherence to the process and good practices	2
User story cycle time (time between WWidentification and completion)	1
Work in progress: Variability in time	1
Project governance: Risk management user story cycle: indicator about risky user stories	2

Fuente: Ktata y Lévesque (2012)

**Tabla 6.** Indicadores de clientes relacionados con mejoras

Customer related improvements	11
Visibility of Business Value	7
Visibility on support performance	1
Financial aspects of projects, ROI	2
Customer satisfaction indicator	1

Fuente: Ktata y Lévesque (2012)

Los autores concluyen con lo siguiente:

*Como conclusión, parece que la necesidad de indicadores se concentra en la dinámica del equipo y el proceso y las categorías de gestión de proyectos, que son áreas clave para los desarrolladores de software. Sin embargo, el indicador más votado es un indicador orientado al cliente, es decir, la visibilidad valor de negocios. El siguiente es la estimación de*

historias de usuario en términos de tamaño y la descomposición en tareas. El tercer indicador se relaciona con problemas de visibilidad de la deuda técnica. La categoría menos importante de los indicadores se refiere a la calidad interna del código.

En Javdani et al. (2013) se plantea que las prácticas de medición en los métodos ágiles son más importantes que los métodos tradicionales, debido a que los métodos ágiles carecen de prácticas de medición apropiadas y eficaces, lo cual tiende a aumentar el riesgo del proyecto. Se analizan las siguientes prácticas de medición ágil: “Effort estimation, Software size”, “Velocity (Productivity)”, “Burndown Chart”, “Cumulative Flow”, “Responding to Change/Re-work”, “Earned Business Value”, “Total Effort Estimation”. Las tablas 7 y 8 muestran los miembros del equipo y la frecuencia de cada práctica de medición.

**Tabla 7.** Objetivo y bases de las prácticas

Practice	Main aim	Basis of practice
Software size	Estimation of software size/effort	User Stories
Velocity	Overall productivity of team	User Story points
Burndown chart	Progress monitoring	User Stories
Cumulative flow	Observation of lead time and WIP queue depth	Work in Process/ Progress
Responding to change	Indicator of ability of team to hand over product quality	Defects fixing cost
Earned Business Value	Monitoring business value delivered to customer	Business value
Total Estimation Effort	Planning and budgeting	User Stories and Re-works

Fuente: Adaptado de Javdani et al. (2013)

**Tabla 8.** Beneficiarios y frecuencia de la práctica

Practice	Beneficiary	Frequency
Software size	Project manager	At start of each iteration
Velocity	Project manager	At end of each iteration
Burndown chart	All team members	At end of each iteration
Cumulative flow	Top managers/ customers	At end of each iteration
Responding to change	Project manager	At end of each iteration/At end of project
Earned Business Value	Top managers/ customers	As each feature is delivered
Total Estimation Effort	Top managers/ customers	At beginning of the project

Fuente: Adaptado de Javdani et al. (2013)

Adicionalmente a las prácticas mencionadas, en este trabajo se analizó COSMIC, que en su primer esfuerzo publicó una guía para la estimación del tamaño del software en proyectos ágiles, que además es consistente con los principios ágiles.

Miranda y Bourque (2010) proponen el uso de “line of balance” como indicador para obtener información que no proveen indicadores como “burndown charts” o “cumulative flow diagrams”, dos de los indicadores comúnmente usados para seguir y reportar el progreso en proyectos ágiles.

### 3.2 Revisión de estructuras propuestas para hoja de vida de indicadores

Bahamón (2006) propone la construcción de indicadores de gestión bajo un enfoque sistémico, enfocado en identificar si los indicadores son de eficiencia o eficacia, para establecer qué parámetros medir. Se parte de objetivos y estrategias para identificar factores críticos de éxito y, posteriormente, definir indicadores por cada uno, y así establecer mecanismos de monitoreo y control. Luego se determinan rangos donde podrán oscilar los

resultados de la medición, se establece el valor deseado y el valor actual. Por último, se determinan por cada indicador las fuentes de información, la frecuencia de la medición, la forma de tabulación, el análisis y la presentación de la información. En esta propuesta, aunque formalmente no se establece un documento o estructura para la hoja de vida del indicador, de acuerdo con lo planteado, se puede inferir lo siguiente:

**Campos para hoja de vida del indicador (inferidos a partir del enfoque planteado)**

- Nombre del indicador
- Naturaleza del indicador
- Objetivos y estrategias
- Factor crítico de éxito (Asociado con objetivo o estrategia)
- Rango aceptable
- Estado (Valor actual del indicador)
- Valor óptimo deseado
- Fuente de información
- Frecuencia de medición (por cada variable)
- Forma de presentación de la información

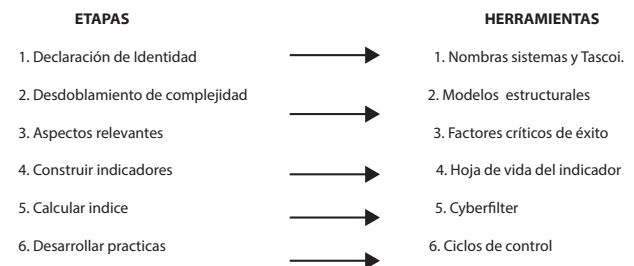
Neely et al. (1997) proponen un marco de trabajo, una hoja de registro de medida de rendimiento, la cual se asemeja por sus campos a la hoja de vida de un indicador. Dicha propuesta resulta de una revisión detallada de la literatura acerca de las teorías propuestas para medir el rendimiento, de donde se deriva un listado de recomendaciones para los campos a tener en cuenta, como se puede ver en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Listado de recomendaciones en los campos  
Fuente: Tomado de Neely et al. (1997)

Details	
Title	Who measures?
Purpose	Source of data
Relates to	Who owns the measure?
Target	What do they do?
Formula	Who acts on the data?
Frequency of measurement	What do they do?
Frequency of review	Notes and comments

Esta propuesta comparte muchos campos en común con la propuesta mencionada (Bahamón, 2006). Se discute una tabla de recomendaciones de campos, que se pueden tomar en consideración al momento de definir un enfoque diferente de la estructura del documento “Hoja de vida del indicador”.

Rojas (2008) da a conocer una propuesta basada en el método Cybersyn orientada al control de gestión, en la cual se plantea el control mediante ciclos, adaptándolo a un enfoque cibernético, haciendo uso de indicadores e índices. Esta propuesta se basa en las etapas del método Cybersyn que se ilustran en la Figura 1.



**Figura 1.** Método Cybersyn  
Fuente: Adaptado de Rojas (2008)

Como se puede notar en la Figura 1, el cuarto paso, “Construir indicadores”, se asocia con la hoja de vida del indicador, la cual se define como la herramienta que permite visualizar todo lo referente al indicador en estudio. Sin embargo, en este trabajo se definieron los indicadores solo en términos de la caracterización de eficacia, eficiencia y efectividad, pero nunca se construyó la hoja de vida del indicador ni se hizo uso de ella para especificar y detallar el cálculo de los indicadores, la fuente de datos, la forma de presentación, etc. Una de las ventajas de esta metodología es que permite evaluar mediante una forma directa si la gestión en un área, grupo o departamento de una organización está cumpliendo con lo planeado mediante el manejo de indicadores e índices.

Del Rey et al. (2003) plantean un marco de trabajo para definir indicadores claves de desempeño para gestión del conocimiento. En dicho trabajo se realiza un caso de estudio donde se usa la plantilla para describir el modelo de un indicador clave de desempeño (KPI, por su sigla en inglés) en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Plantilla Modelo KPI

KPI model	KPI description
KPI	Time reduced in trials due to the reutilization of previous components/number of new products launched
Measurable action (MA)	Reutilization of previous knowledge in the product development department
Competitive dimension	Quality
Inputs	Reutilization of previous knowledge about formulation and physical properties from previous trials
Activity description	Measurement of improvement of quality of ideas in the product development department because of more time in thinking due to the reutilization of previous knowledge
Agents	Project a team
Outputs	To measure the improvement of quality of the ideas generation phase

Fuente: Tomado Del Rey-Chamorro et al. (2003)

Si bien el marco de trabajo planteado es útil para la gestión del conocimiento, la plantilla que se usa como hoja de vida del indicador es básica respecto de los elementos que contiene, carece, por ejemplo, de fórmula, frecuencia y origen de los datos de entrada, entre otros.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) de la República de Colombia, publicó en el año 2009 un documento titulado “Guía metodológica para la formulación de indicadores”, en el cual se responde a la pregunta ¿Cómo se formula un indicador? Con los siguientes cinco pasos:

1. Identificación de objetivo a verificar.
2. Definición de tipología del indicador.
3. Redacción del indicador.
4. Selección de indicadores claros, relevantes, económicos, medibles y adecuados.
5. Elaboración de la hoja de vida del indicador con información de identificación, programación y seguimiento.

*En la Tabla 11 se muestra la estructura que se plantea para la hoja de vida del indicador, la cual es bastante simple, pero útil dentro de la metodología propuesta.*

**Tabla 11.** Hoja de vida del indicador

Nombre	Descripción	Unidad de Medida	Fórmula	VARIABLES	Periodicidad	Tipología	Fecha de Creación

Fuente: Tomado de DNP (2009)

Algunos de los trabajos revisados se enfocan en el control de gestión, y se concentran en la medición de variables como eficiencia, eficacia y efectividad; otros, en los indicadores claves de desempeño, y otros en evaluar el cumplimiento de objetivos respecto de los planes y factores críticos de éxito dentro de una organización. Enmarcando dichos enfoques en la teoría de SCRUM, se puede establecer cierta relación que existe con los objetivos de dicho marco de trabajo, ya que SCRUM tiende a garantizar la productividad, el logro de objetivos y el cumplimiento de metas. En la siguiente sección se presenta una propuesta para representar indicadores en proyectos ágiles con SCRUM, considerando algunos de los enfoques hasta ahora revisados en las últimas dos secciones.

#### 4. Propuesta Hoja de vida del indicador para proyectos ágiles con SCRUM

En un modelo ágil y orientado a dejar a un lado la documentación excesiva, puede ser incoherente el uso de formatos de documentos para representar los indicadores, así como el uso de una metodología rigurosa para construirlos, evaluarlos y presentarlos. Considerando lo anterior, a continuación se proponen las características que debería tener una estructura de documento para ser usada en la definición y representación de indicadores en proyectos ágiles con SCRUM:

- **Nombre del indicador:** Nombre del indicador que se desea medir.

- **Objetivo del indicador/Razón de ser:** Se debe justificar si el indicador aporta valor al cliente, al equipo o a los directivos de la organización.

- **Roles que intervienen:** Pueden ser SCRUM Master, Product Owner o los definidos en el equipo de desarrollo, como Testers, Ingenieros de Software, etc. Se debe especificar claramente



*cuál es el rol objeto de la medición y cuál es el rol responsable de medirlo.*

*- **Elementos que intervienen:** Puede ser el Product Backlog, las Historias de Usuario, Resultados de pruebas, Incremento funcional potencialmente entregable.*

*- **Actividad donde se mide:** Se debe indicar en cuál de las actividades del ciclo de SCRUM se debe medir el indicador, haciendo claridad si al iniciar, al finalizar o durante su ejecución.*

*- **Fórmula del indicador:** Se debe especificar la fórmula matemática para calcular el indicador, detallando las variables que intervienen y la fuente de información de donde se tomará la fórmula.*

*- **Representación gráfica:** Aplica para indicadores cuyos resultados se puedan expresar gráficamente.*

*- **Frecuencia:** Especificar si la medición será diaria, al inicio o fin del Sprint, en alguna actividad como planeación, retrospectiva, revisión, o refinamiento, al inicio o fin del proyecto, etc.*

*- **Valor esperado:** Especificar la tendencia o límite permitido como aceptable para el valor de la medición. Se pueden definir rangos como bajo, medio, alto, etc., de acuerdo con la necesidad.*

## 5. Indicadores propuestos

En la sección 3.1 se revisaron diferentes prácticas de indicadores propuestos para medir el desarrollo ágil de software. A continuación se propone un conjunto de indicadores, que resultan de analizar las responsabilidades, entradas y salidas de cada una de las fases del ciclo de vida de un proyecto ágil gestionado con SCRUM:

*- **Número total de historias de usuario del Product Backlog con respecto a las historias correctas.** Se entiende por correcta que la*

*historia de usuario cumple totalmente con el INVEST (Independent, Negotiable, Valuable, Estimable, Small, Testable) y que está debidamente priorizada.*

*- **Número total de historias de usuario del Product Backlog con respecto a las historias de usuario desarrolladas a lo largo del proyecto.***

*- **Puntos de esfuerzo estimados por Sprint con respecto a la cantidad de integrantes del equipo de desarrollo.***

*- **Comparativo de puntos comprometidos y cumplidos por Sprint.***

*- **Para cada historia de usuario, cantidad de defectos encontrados en la tarea de pruebas por cada criterio de aceptación.***

*- **Número de cambios que sufre cada historia de usuario durante la ejecución del Sprint.***

*- **Escala de satisfacción del cliente con la historia de usuario entregada.***

*- **Felicidad estimada del equipo con base en la retrospectiva.***

*- **Cantidad de obstáculos o impedimentos detectados en la reunión diaria.***

*- **Tiempo de duración de cada Sprint.***

*- **Tiempo total invertido del proyecto con respecto a los puntos logrados.***

*- **Horas hombre invertidas por proyecto.***

*- **Horas hombre invertidas por Sprint.***

*- **Costo total del proyecto***

Cabe aclarar que estos indicadores propuestos no son indispensables, pero la mayoría aportaría gran valor informativo a instancias gerenciales de la organización, para tomar decisiones respecto a los proyectos,

recursos, planes y metas que se tienen.

## 6. Conclusiones y trabajos futuros

La estructura propuesta de la “Hoja de vida del indicador para proyectos ágiles con SCRUM” difiere de uno de los principales planteamientos de SCRUM, el cual establece que no deben existir medidas ni resultados individuales, sino que, por el contrario, todo se debe visualizar como equipo. Sin embargo, eso mismo puede ser visto desde otra óptica como una desventaja, ya que a los líderes gerenciales de las organizaciones les interesa, además de conocer el resultado grupal de los equipos, conocer el detalle individual de los integrantes, con el fin de realizar planes de mejora individual y tomar decisiones con el ánimo de incrementar la productividad, el desempeño y la calidad de los equipos ágiles. La estructura propuesta para definir y representar indicadores ágiles permite identificar dicho detalle individual. Adicionalmente a la estructura, se propone (pero no se define) una lista de indicadores que pueden ser de gran valor informativo y apoyo a la toma de decisiones gerenciales de la organización.

Como trabajo futuro, se puede optar por definir los indicadores propuestos usando la estructura del documento de “Hoja de vida de indicador” o la mejora de la misma, el cual también se propuso en este estudio. Adicionalmente, se puede proponer un aplicativo de software para la gestión de indicadores en proyectos ágiles con SCRUM.

## Referencias

Alaimo, M. (2013). *Proyectos Ágiles con #Scrum, Flexibilidad, Aprendizaje, Innovación y Colaboración en contextos complejos*. Buenos Aires: Impresiones Dunken.

Bahamón, J. (2006). *Construcción de indicadores de gestión bajo el enfoque de sistemas*. Revista Sistemas & Telemática. Biblioteca digital Universidad ICESI, pp. 77-87, Bogotá.

Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M. et al. (2001). *Manifiesto for agile software development*. Disponible en: <http://www.agilemanifesto.org/>

Colombia, Departamento Nacional de Planeación

—DNP— (2009). *Guía metodológica para la formulación de indicadores*, Bogotá D.C.: Scripto Gómez y Rosales.

Coram, M. & Bohner, S. (2005). *The impact of agile methods on software project management*. In *Engineering of Computer-Based Systems. ECBS'05. 12th IEEE International Conference and Workshops*. pp. 363-370.

Del Rey, F., Roy, R., Van, B. & Steele, A. (2003). *A framework to create key performance indicators for knowledge management solutions*. *Journal of Knowledge management*, Vol. 7 N° 2, pp. 46-62.

Javdani, T., Zulzalil, H., Ghani, A., Sultan, A. & Parizi, R. (2013). *On the current measurement practices in agile software development*. arXiv preprint arXiv:1301.5964.

Kohler, H. (1996). *Estadística para negocios y economía*. México: Editorial Cecsca.

Ktata, O. & Lévesque, G. (2010). *Designing and Implementing a Measurement Program for Scrum Teams: What do agile developers really need and want?* In *Proceedings of the Third C\* Conference on Computer Science and Software Engineering* (pp. 101-107).

Mahnic, V. & Zabkar, N. (2012). *Measuring Progress of Scrum-based Software Projects*. *Electronics and electrical engineering*, Vol. 18, N° 8, pp. 73-76.

Martínez, R. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL.

Miranda, E. & Bourque, P. (2010). *Agile monitoring using the line of balance*. *Journal of Systems and Software*, Vol. 83, N° 7, pp. 1205-1215.

Neely, A., Richards, H., Mills, J., Platts, K. & Bourne, M. (1997). *Designing performance measures: A structured approach*. *International journal of operations & Production management*, Vol. 17 N° 11, pp. 1131-1152.

PMI (2004). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: (PMBOK Guide)*. Project

Management Institute, Incorporated.

Rojas, M. (2008). Practical application of cybersyn method. Revista DYNA, Vol. 72, N° 147, pp. 96-103.

Zapata, C. y Losada, B. (2013). Diseño de reglas gramaticales para transformar documentos técnicos corporativos escritos en lenguaje natural en discursos controlados. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software, Vol. 1, N° 2, pp. 35-41.