

**Métrica Para Evaluar La Colaboración En El Sprint Review Y El Daily
Scrum En Equipos De Trabajo Que Utilizan El Marco De Trabajo
SCRUM**



Trabajo presentado al profesor:
César Jesús Pardo Calvache, PhD. MS.c. Eng.

**Ledy Mayerly Astudillo Calderón
Janier Yulder Gómez Galíndez
Naren Alejandro Imbachi Quinayas
Santiago Nieto Guaca**

Universidad del Cauca

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Programa de Ingeniería de Sistemas
Asignatura Electiva Metodologías Ágiles
Popayán, 26 de febrero de 2025**

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen.....	4
2. Introducción	4
3. Objetivos	4
3.1. Objetivo General	4
3.2. Objetivos específicos	4
4. Desarrollo del Trabajo	5
4.1 Métrica Para El Índice De Participación En Tareas Compartidas (IPTC).....	6
4.2. Métrica para la Frecuencia de Interacción Efectiva (FIE).....	7
4.2.1. Métrica para el Índice de Interacciones Sincrónicas (IIS)	7
4.2.2. Métrica para el Índice de Interacciones Asincrónicas (IIA)	7
4.2.3. Métrica para la Frecuencia de Interacción Efectiva (FIE).....	9
4.3. Métricas para la Acumulación de Conflictos Solucionados y No Solucionados	9
4.3.1. Métrica para Calcular la Tasa de Resolución de Conflictos Interpersonales (TREC-P)	9
4.3.2. Métrica para la Acumulación de Conflictos Interpersonales No Resueltos (ACNR-P).....	11
4.4. Métrica para el Índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas (ICFP)	11
4.5. Métrica para el Índice de Colaboración y Cumplimiento en el Desarrollo de Software (ICCDs).....	12
5. Simulaciones	13
6. Análisis de Resultados	21
7. Conclusiones	23
8. Bibliografía	24

índice de tablas

Tabla 1: Cualidades	5
Tabla 2 :Definición de Objetivo (Goal)	5
Tabla 3: Preguntas (Questions)	5
Tabla 4: Métrica IPTC	6
Tabla 5: Métrica IIS	7
Tabla 6: Métrica IIA	8
Tabla 7: Métrica FIE	9
Tabla 8: Métrica TREC-P	10
Tabla 9: Métrica ACNR-P	11
Tabla 10: Métrica IEF	11
Tabla 11: Métrica global ICCDS.....	12
Tabla 12: Datos generados para evaluar la Colaboración en un Equipo de Desarrollo de Software en la Daily Scrum.	14
Tabla 13: Datos generados para evaluar la Colaboración en un Equipo de Desarrollo de Software en el Sprint Review.	14
Tabla 14: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Sincrónicas (IIS) en el Daily Scrum.	15
Tabla 15: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Sincrónicas (IIS) en el Sprint Review.....	15
Tabla 16: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Asincrónicas (IIA) en el Daily Scrum.	15
Tabla 17: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Asincrónicas (IIA) en el Sprint Review.....	16
Tabla 18: Datos generados para evaluar métrica de Resolución de Conflictos interpersonales.	16
Tabla 19: Datos generados para evaluar métrica de índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas.	17
Tabla 20: Datos generados para evaluar la Colaboración en un Equipo de Desarrollo de Software en la Daily Scrum.	18
Tabla 21: Datos generados para evaluar la Colaboración en un Equipo de Desarrollo de Software en el Sprint Review.	18
Tabla 22: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Sincrónicas (IIS) en el Daily Scrum.	19
Tabla 23: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Sincrónicas (IIS) en el Sprint Review.....	19
Tabla 24: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Asincrónicas (IIA) en el Daily Scrum.	19
Tabla 25: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Asincrónicas (IIA) en el Sprint Review.....	20
Tabla 26: Datos generados para evaluar métrica de Resolución de Conflictos interpersonales.	20
Tabla 27: Datos generados para evaluar métrica de índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas.	21

1. Resumen

El presente documento propone un conjunto de métricas basadas en el enfoque Goal-Question-Metric (GQM) para evaluar la colaboración y comunicación en equipos de desarrollo de software dentro del marco de trabajo Scrum, específicamente en los eventos Daily Scrum y Sprint Review. Se diseñaron métricas que permiten medir la participación en tareas compartidas, la efectividad de las interacciones, la resolución de conflictos y el cumplimiento de funcionalidades planificadas.

Para validar la utilidad de estas métricas, se realizaron simulaciones que permitieron analizar diferentes escenarios y su impacto en el rendimiento del equipo. Los resultados obtenidos evidencian que el uso de métricas estructuradas facilita la identificación de problemas en la dinámica del equipo y proporciona información valiosa para mejorar la planificación, la comunicación y la eficiencia en la entrega de software.

2. Introducción

En el desarrollo de software, la colaboración efectiva dentro del equipo es bastante importante, ya que gracias a ello aumenta la productividad del equipo, la innovación y aumenta la satisfacción de los miembros del equipo [1]. Pero problemas como, la falta de interacción eficiente entre los miembros puede generar lo que se conoce como "deuda social, esto lo explica [2] donde se habla de algunos de los problemas que surgen en el trabajo en equipo cuando no hay colaboración, como lo son el no tener objetivos claros, no compartir bien la información y no dar suficiente retroalimentación.

SCRUM es uno de los marcos de trabajo más utilizados para la gestión ágil de proyectos de software, y dentro de sus eventos clave se encuentran la Daily Scrum y el Sprint Review, los cuales son eventos en los que dentro del equipo se pretende mejorar la transparencia, la inspección y la adaptación, siendo estos últimos los pilares de SCRUM [3]. Sin embargo, esto no siempre es posible y mucho menos la colaboración efectiva en estas reuniones lo que puede resultar en problemas como la poca eficiencia del equipo y la calidad de los entregables.

Para abordar este problema, en este informe se propone una métrica basada en el enfoque Goal-Question-Metric (GQM) [4], con el objetivo de medir y analizar el impacto de la colaboración en el Sprint Review y el Daily Scrum. Esta métrica permitirá medir la interacción entre los miembros del equipo y los resultados que traerá para el final del sprint.

Además, se presentará una simulación usando inteligencia artificial [5], con escenarios hipotéticos que permitirá probar la métrica y ver si su efectividad. Para así poder ver lo que puede pasar en los equipos y mejorar la dinámica de trabajo.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Proponer una métrica fiable basada en GQM (Goal-Question-Metric) para medir la colaboración en el sprint review y el Daily Scrum, en equipos de trabajo que utilizan el marco de trabajo SCRUM.

3.2. Objetivos específicos

- Diseñar una métrica que permita analizar el impacto de la colaboración en la eficiencia y calidad de los resultados del sprint.
- Desarrollar una simulación utilizando inteligencia artificial para aplicar la métrica propuesta y evaluar su eficiencia en escenarios hipotéticos.
- Analizar los resultados de las simulaciones para identificar patrones de poca colaboración y las consecuencias que traerá para el equipo.

4. Desarrollo del Trabajo

En el contexto de la ingeniería de software, la colaboración y la comunicación efectiva son fundamentales para el éxito de los equipos de desarrollo. Sin embargo, la falta de estas prácticas puede generar deuda social, un concepto que se refiere a los costos acumulados debido a decisiones sociotécnicas subóptimas que afectan la dinámica del equipo, la productividad y la calidad del software [3]. La deuda social se manifiesta a través de olores comunitarios, como la falta de comunicación, la exclusión en la toma de decisiones y la acumulación de conflictos no resueltos, los cuales impactan negativamente en el rendimiento del equipo y en la calidad del producto final [1].

Este trabajo se enfoca en proponer métricas que permitan medir y mejorar la colaboración y comunicación dentro de los equipos de desarrollo, con el objetivo de reducir la deuda social, aumentar la productividad y mejorar la calidad de software. Para ello se utiliza el enfoque Goal-Question-Metric (GQM), que permite vincular los objetivos del proyecto con métricas específicas, facilitando el análisis de los aspectos más relevantes en el contexto de estudio [2].

Inicialmente se definen las cualidades que se van a tener en cuenta para el desarrollo de las métricas:

Tabla 1: Cualidades

ID	Título	Definición
C1	Colaboración	Grado en el que los miembros del equipo trabajan juntos en tareas compartidas.
C2	Comunicación	Nivel de interacciones efectivas entre los miembros del equipo.
C3	Resolución de Conflictos	Capacidad del equipo para resolver conflictos de manera efectiva sin acumular deuda social.
C4	Productividad	Capacidad del equipo para entregar nuevas funcionalidades de manera eficiente.

De acuerdo con las cualidades, se procede a establecer el objetivo, identificando el problema y el proceso para tener en cuenta:

Tabla 2 :Definición de Objetivo (Goal)

Propósito	Proponer una métrica fiable basada en GQM (Goal-Question-Metric) para medir el impacto de la colaboración en eventos scrum tales como el Daily Scrum y el Sprint Review, en equipos de desarrollo de software, permitiendo evaluar cómo esté factor influye en la productividad, la calidad del código y la satisfacción del equipo.
Problema	Falta de métricas efectivas que permitan evaluar la colaboración en el equipo de desarrollo.
Objeto (Proceso)	Evaluación del desempeño del equipo en términos de colaboración, comunicación, resolución de conflictos, productividad y cumplimiento de planificación.
Punto de vista	Desde la perspectiva del equipo de desarrollo y de los responsables de la gestión del proyecto.

A continuación, se plantean las preguntas que ayudarán a orientar el desarrollo de las métricas para cada caso:

Tabla 3: Preguntas (Questions)

ID	Pregunta	Cualidad Relacionada
P1	¿Qué tan frecuente es la colaboración en tareas compartidas dentro del equipo?	C1 - Colaboración

P2	¿Con qué frecuencia los miembros del equipo interactúan efectivamente en reuniones o chats de trabajo?	C2 - Comunicación
P3	¿Qué porcentaje de los conflictos reportados quedan sin resolver después de un periodo de tiempo (sprint o iteración)?	C3 - Resolución de Conflictos
P4	¿Cuál es la velocidad promedio de entrega de nuevas funcionalidades?	C4 - Productividad

4.1 Métrica Para El Índice De Participación En Tareas Compartidas (IPTC)

Tabla 4: Métrica IPTC

ID	IPTC
Nombre	Porcentaje de tareas colaborativas
Descripción	Mide el nivel de colaboración dentro de un equipo durante un periodo definido, con el fin de identificar dinámicas de trabajo conjunto, detectar oportunidades de mejora grupal y optimizar la distribución de responsabilidades. Esta métrica mide la proporción de tareas realizadas de manera colaborativa frente al total de tareas ejecutadas, permitiendo determinar si el equipo prioriza el trabajo colectivo o tiende hacia la individualidad.
Tipo de métrica	Directa
Ámbito	Colaboración
Tipo de Escala	Proporción
Rango de Escala	[0,1]
Unidad	Porcentaje
Fórmula	$IPTC = \frac{Tc}{Ti}$

Donde:

- **Tc:** Número de Tareas Colaborativas.
- **Ti:** Número total de tareas.

Interpretación:

- **$IPTC \geq 0.8$:** Alta colaboración
- **$0.4 \leq IPTC < 0.8$:** Colaboración moderada.
- **$IPTC < 0.4$:** Baja colaboración, lo cual podría indicar un mayor trabajo independiente.

4.2. Métrica para la Frecuencia de Interacción Efectiva (FIE)

Para el desarrollo de esta métrica (Tabla 7), se considera la combinación entre la IIS y la IIA que se pueden observar en las tablas 5 y 6 respectivamente.

4.2.1. Métrica para el Índice de Interacciones Sincrónicas (IIS)

Tabla 5: Métrica IIS

ID	IIS
Nombre	Índice de Interacciones Sincrónicas
Descripción	Evalúa la frecuencia de las comunicaciones en tiempo real dentro de un equipo de desarrollo durante un ciclo definido (Daily Scrum o Sprint Review). Su finalidad es garantizar la alineación operativa, mitigar riesgos de descoordinación y permitir la efectividad de las interacciones. Esta métrica compara el número de interacciones sincrónicas registradas (reuniones, llamadas) contra un umbral máximo esperado (I_{max}), identificando si el equipo mantiene un equilibrio entre la colaboración activa y la sobrecarga de reuniones.
Tipo de métrica	Directa
Ámbito	Comunicación en equipo
Tipo de Escala	Proporción
Rango de Escala	[0,1]
Unidad	Porcentaje
Fórmula	$IIS = \min\left(\frac{Is}{I_{max}}, 1\right)$

Donde:

- Is : Número de interacciones sincrónicas registradas.
- I_{max} : Umbral máximo esperado de interacciones sincrónicas (ej. 3 por día o 15 por Sprint).

Interpretación:

- $0.80 \leq IIS \leq 1$: Comunicación en tiempo real óptima.
- $0.60 \leq IIS < 0.80$: Comunicación moderada-alta, pero con oportunidades de mejora.
- $0.20 \leq IIS < 0.60$: Comunicación moderada-baja, posible riesgo de aislamiento parcial.
- $0 \leq IIS < 0.20$: Comunicación en tiempo real muy baja, riesgo de falta de alineación en el equipo.

4.2.2. Métrica para el Índice de Interacciones Asincrónicas (IIA)

Tabla 6: Métrica IIA

ID	IIA
Nombre	Índice de Interacciones Asincrónicas
Descripción	Evalúa la suficiencia y calidad de las comunicaciones no presenciales dentro del equipo en un ciclo de trabajo determinado, con el fin de garantizar la trazabilidad de la información, evitar cuellos de botella en la toma de decisiones y equilibrar la carga de comunicación sincrónica. Esta métrica mide la proporción de interacciones asincrónicas registradas (mensajes, comentarios en herramientas, revisiones de código) frente a un umbral máximo establecido (I_{max}), identificando si el equipo aprovecha eficazmente los canales no inmediatos para mantener la alineación sin saturar los flujos de trabajo.
Tipo de métrica	Directa
Ámbito	Comunicación en equipo
Tipo de Escala	Proporción
Rango de Escala	[0,1]
Unidad	Porcentaje
Fórmula	$IIA = \min \left(\frac{I_a}{I_{max}}, 1 \right)$

Donde:

- I_a : Número de interacciones asincrónicas registradas.
- I_{max} : Umbral máximo esperado de interacciones asincrónicas (ej. 5 por día o 25 por Sprint).

Interpretación:

- $0.80 \leq IIA \leq 1$: Comunicación asincrónica eficiente.
- $0.60 \leq IIA < 0.80$: Comunicación moderada-alta, pero con oportunidades de mejora.
- $0.20 \leq IIA < 0.60$: Comunicación moderada-baja, posible falta de alineación en algunas áreas.
- $0 \leq IIA < 0.20$: Comunicación asincrónica muy baja, riesgo de descoordinación en el equipo.

4.2.3. Métrica para la Frecuencia de Interacción Efectiva (FIE)

Tabla 7: Métrica FIE

ID	FIE
Nombre	Frecuencia de Interacciones Efectivas
Descripción	Evalúa el equilibrio y la suficiencia global de las comunicaciones en un equipo de desarrollo, combinando las interacciones sincrónicas (IIS) y asincrónicas (IIA) en un único indicador. Su objetivo es identificar si el equipo mantiene un equilibrio adecuado entre ambos tipos de comunicación, evitando sesgos hacia un extremo (exceso de reuniones o dependencia excesiva en mensajes asincrónicos) que puedan afectar la productividad o la claridad en la colaboración.
Tipo de métrica	Derivada
Ámbito	Comunicación en equipo
Tipo de Escala	Proporción
Rango de Escala	[0,1]
Unidad	Porcentaje
Fórmula	$FIE = 0.5 * IIS + 0.5 * IIA$

Donde:

- **IIS**: Índice de Interacciones Sincrónicas.
- **IIA**: Índice de Interacciones Asincrónicas.

Interpretación:

- $0.80 \leq FIE \leq 1$: Alta frecuencia de interacciones efectivas, comunicación excelente.
- $0.60 \leq FIE < 0.80$: Frecuencia moderada-alta, buena comunicación, pero con margen de mejora.
- $0.20 \leq FIE < 0.60$: Frecuencia moderada-baja, posible falta de alineación en el equipo.
- $0 \leq FIE < 0.20$: Baja frecuencia de interacciones, riesgo de descoordinación en el equipo.

4.3. Métricas para la Acumulación de Conflictos Solucionados y No Solucionados

Para identificar la tasa de resolución de conflictos se establece la métrica presentada en la tabla 8, y de la misma manera para determinar la tasa de conflictos no resueltos se presenta la métrica que se detalla en la tabla 9.

4.3.1. Métrica para Calcular la Tasa de Resolución de Conflictos Interpersonales (TREC-P)

Tabla 8: Métrica TREC-P

ID	TREC-P
Nombre	Tasa de Resolución de Conflictos Interpersonales
Descripción	Esta métrica mide la efectividad con la que se gestionan y resuelven los conflictos interpersonales dentro de un equipo o entorno organizacional. Se expresa como el porcentaje de conflictos que han sido solucionados en relación con el total de conflictos reportados en un período determinado de tiempo (Sprint) y se reporta sus resultados en Sprint Review o Daily Scrum.
Tipo de métrica	Directa
Ámbito	Comunicación en equipo, clima laboral y relaciones interpersonales
Tipo de Escala	Proporción
Rango de Escala	[0,1]
Unidad	Porcentaje
Fórmula	$TREC_p = \min \left(\frac{CR_p}{CT_p}, 1 \right)$

Donde:

- CR_p : Número de conflictos interpersonales resueltos en un periodo.
- CT_p : Número total de conflictos interpersonales reportados

Interpretación:

- $TREC_p \approx 1$: Todos los conflictos interpersonales se resuelven de manera efectiva.
- $0.8 \leq TREC_p < 1$: La mayoría de los conflictos se resuelven, aunque algunos pueden permanecer abiertos temporalmente
- $0.4 \leq TREC_p < 0.8$: Se resuelven solo alrededor de la mitad o un poco más de los conflictos, lo que puede indicar problemas en los procesos de resolución.
- $TREC_p < 0.4$: Baja resolución de conflictos puede generar acumulación de problemas y tensiones en el entorno laboral.

4.3.2. Métrica para la Acumulación de Conflictos Interpersonales No Resueltos (ACNR-P)

Tabla 9: Métrica ACNR-P

ID	ACNR-P
Nombre	Frecuencia de Interacciones Efectivas
Descripción	Esta métrica mide el porcentaje de conflictos interpersonales que permanecen sin resolver dentro de un equipo o entorno organizacional. Un alto valor de esta métrica indica que los conflictos tienden a acumularse con el tiempo, lo que puede generar un ambiente de trabajo tenso, afectar la colaboración y reducir la productividad del equipo.
Tipo de métrica	Derivada
Ámbito	Clima laboral y relaciones interpersonales
Tipo de Escala	Proporción
Rango de Escala	[0,1]
Unidad	Porcentaje
Fórmula	$ACNR_p = 1 - TREC_p$

Donde:

- $TREC_p$: Tasa de Resolución de Conflictos Interpersonales.

Interpretación:

- $ACNR_p = 0$: Todos los conflictos interpersonales fueron resueltos
- $0 \leq ACNR_p < 0.3$: Buen manejo de conflictos interpersonales, pocos quedan sin resolver.
- $0.3 \leq ACNR_p < 0.6$: Manejo moderado, hay margen de mejora.
- $ACNR_p > 0.6$: Muchos conflictos interpersonales no resueltos, riesgo de tensiones dentro del equipo.

4.4. Métrica para el Índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas (ICFP)

Tabla 10: Métrica IEF

ID	ICFP
Nombre	Índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas.
Descripción	Evalúa la proporción de funcionalidades entregadas dentro del plazo respecto a los inicialmente planificados en un periodo de tiempo determinado (por lo general en la duración del Sprint), con el objetivo de medir la capacidad del equipo para cumplir con el alcance comprometido en los tiempos establecidos. Esta métrica ayuda a detectar desviaciones entre lo planeado y lo ejecutado,

	facilitando la toma de decisiones para ajustar expectativas, priorizar tareas críticas o mejorar la precisión en la definición de alcances.
Tipo de métrica	Directa.
Ámbito	Gestión de proyectos y planificación de desarrollo
Tipo de Escala	Proporción
Rango de Escala	[0,1]
Unidad	Porcentaje
Fórmula	$ICFP = \frac{F_{et}}{F_p}$

Donde:

- F_{et} : Número de funcionalidades entregadas en o antes de la fecha planificada.
- F_p : Número de funcionalidades que se tenían previsto entregar en dicho periodo.

Interpretación:

- $ICFP \geq 0.8$: Se cumple en gran parte con el plan de funcionalidades, evidenciando una excelente capacidad de ejecución.
- $0.6 \leq ICFP < 0.8$: Cumplimiento parcial del plan de funcionalidades, con margen para mejorar la ejecución o estimación de alcance.
- $ICFP < 0.6$: Baja proporción de funcionalidades entregados respecto a lo planificado, señalando problemas en la ejecución o estimación inicial.

4.5. Métrica para el Índice de Colaboración y Cumplimiento en el Desarrollo de Software (ICCDs)

Tabla 11: Métrica global ICCDS

ID	ICCDs
Nombre	Índice de Colaboración y Cumplimiento en el Desarrollo de Software
Descripción	Mide el nivel de colaboración, comunicación efectiva, resolución de conflictos y cumplimiento de planificación dentro del equipo de desarrollo, integrando las métricas anteriormente definidas.
Tipo de métrica	Derivada
Ámbito	Colaboración, comunicación y productividad
Tipo de Escala	Proporción
Rango de Escala	[0,1]
Unidad	Porcentaje
Fórmula	$ICCDs = 0.3 * IPTC + 0.25 * FIE + 0.20 * TRECP + 0.25 * ICFP$

Donde:

- $IPTC$: Índice de Participación en Tareas Compartidas.
- FIE : Frecuencia de Interacciones Efectivas.
- $TRECP$: Tasa de Resolución de Conflictos Interpersonales.
- $ICFP$: Índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas.

Interpretación:

- $0.80 \leq ICCDS \leq 1$: Alto nivel de colaboración y cumplimiento, equipo bien alineado.
- $0.60 \leq ICCDS < 0.80$: Nivel moderado-alto, equipo con buen rendimiento, pero con oportunidades de mejora.
- $0.20 \leq ICCDS < 0.60$: Nivel moderado-bajo, existen problemas en colaboración, comunicación o planificación.
- $0 \leq ICCDS < 0.20$: Bajo nivel de colaboración y cumplimiento, alto riesgo de deuda social.

5. Simulaciones

Una vez se identificaron las métricas, el paso siguiente es realizar las simulaciones para cada métrica y de esta manera responder la pregunta asociada a cada una de ellas.

Se define un equipo de 8 miembros con los siguientes perfiles:

1. Scrum Master

- **Género:** Femenino
- **Nivel de Formación:** Especialización en Gestión Ágil
- **Habilidades:** Facilitación de eventos Scrum, resolución de impedimentos, coaching ágil, liderazgo de equipo.

2. Product Owner

- **Género:** Masculino
- **Nivel de Formación:** Maestría en Administración de Proyectos
- **Habilidades:** Gestión del Product Backlog, priorización de requisitos, comunicación con stakeholders.

3. Desarrollador Backend

- **Género:** Masculino
- **Nivel de Formación:** Ingeniero de Sistemas
- **Habilidades:** Desarrollo en Node.js y Python, bases de datos SQL y NoSQL, integración de APIs.

4. Desarrolladora Frontend

- **Género:** Femenino
- **Nivel de Formación:** Tecnóloga en Desarrollo de Software
- **Habilidades:** Angular, React, diseño de interfaces, accesibilidad web.

5. Desarrollador Full Stack

- **Género:** Masculino
- **Nivel de Formación:** Licenciado en Ciencias de la Computación
- **Habilidades:** JavaScript, bases de datos, arquitecturas RESTful, integración con DevOps.

6. Especialista en DevOps

- **Género:** Masculino
- **Nivel de Formación:** Ingeniero en Computación
- **Habilidades:** CI/CD, Docker, Kubernetes, monitoreo de infraestructura en la nube.

7. QA & Tester

- **Género:** Femenino
- **Nivel de Formación:** Técnica en Pruebas de Software
- **Habilidades:** Pruebas automatizadas con Selenium, gestión de calidad, reportes de bugs.

8. Especialista en Seguridad

- **Género:** Masculino
- **Nivel de Formación:** Ingeniero en Ciberseguridad
- **Habilidades:** Ethical hacking, auditoría de seguridad, detección de vulnerabilidades.

El equipo trabaja en la implementación de nuevas funcionalidades y corrección de errores en una aplicación móvil durante un Sprint de cuatro semanas. El objetivo es medir su desempeño en términos de colaboración, comunicación, resolución de conflictos y cumplimiento de planificación.

El equipo ha recopilado datos de varias métricas clave durante el Sprint para evaluar su rendimiento.

Simulación 1 Sprint con alto desempeño:

- **Pregunta 1:** ¿Qué tan frecuente es la colaboración en tareas compartidas dentro del equipo en el Daily Scrum y el Sprint Review?

Con el objetivo de evaluar la colaboración en tareas compartidas y determinar si es necesario mejorar la comunicación y distribución del trabajo, la empresa aplica la métrica Índice de Participación en Tareas Compartidas (IPTC).

1. Daily Scrum

Tabla 12: Datos generados para evaluar la Colaboración en un Equipo de Desarrollo de Software en la Daily Scrum.

Nombre de variable	Valor
Número total de tareas discutidas (T_i)	28
Número de tareas colaborativas (T_c)	23

Se calcula la métrica IPTC con los datos de la tabla anterior:

$$IPTC_{Daily} = \frac{T_c}{T_i} = \frac{23}{28} \approx 0.82$$

2. Sprint Review

A continuación, se presentan los datos aleatorios usados para este cálculo:

Tabla 13: Datos generados para evaluar la Colaboración en un Equipo de Desarrollo de Software en el Sprint Review.

Nombre de variable	Valor
Número total de tareas presentadas (T_i)	25
Número de tareas colaborativas (T_c)	20

Se calcula la métrica IPTC con los datos de la tabla anterior:

$$IPTC_{Review} = \frac{T_c}{T_i} = \frac{20}{25} \approx 0.80$$

Ahora se calcula el **IPTC** promedio del sprint:

$$IPTC_{Total} = \frac{IPTC_{Daily} + IPTC_{Review}}{2} = \frac{0.82 + 0.80}{2} \approx 0.81$$

Como el valor obtenido anteriormente es superior a 0.8, indica que la colaboración es alta.

- **Pregunta 2:** ¿Con qué frecuencia los miembros del equipo interactúan efectivamente en reuniones o chats de trabajo?

La empresa quiere evaluar la calidad y frecuencia de las interacciones dentro del equipo para garantizar que la comunicación sea efectiva y evitar problemas de alineación. Para ello, durante un Sprint de dos semanas, se monitorean las reuniones (sprint review o daily scrum), llamadas, mensajes en chats de trabajo y comentarios en herramientas colaborativas para analizar el flujo de comunicación.

Interacciones Sincrónicas (IIS).

1. Daily Scrum

Tabla 14: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Sincrónicas (IIS) en el Daily Scrum.

Nombre de variable	Valor
Número de interacciones sincrónicas registradas. (I_s):	9
Umbral máximo esperado de interacciones sincrónicas (I_{max}):	10

Se calcula la métrica ISS con los datos de la tabla anterior:

$$IIS_{Daily} = \frac{I_s}{I_{max}} = \frac{9}{10} = 0.90$$

2. Sprint Review

Tabla 15: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Sincrónicas (IIS) en el Sprint Review.

Nombre de variable	Valor
Número de interacciones sincrónicas registradas. (I_s):	10
Umbral máximo esperado de interacciones sincrónicas (I_{max}):	12

$$IIS_{Review} = \frac{I_s}{I_{max}} = \frac{10}{12} = 0.83$$

Ahora se calcula el **IIS** promedio del sprint:

$$IIS_{Total} = \frac{IIS_{Daily} + IIS_{Review}}{2} = \frac{0.9 + 0.83}{2} \approx 0.86$$

Como el valor obtenido es mayor a 0.8 se dice que la comunicación sincrónica es alta.

Interacciones Asincrónicas (IIA).

1. Daily Scrum

Tabla 16: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Asincrónicas (IIA) en el Daily Scrum.

Nombre de variable	Valor
Número de interacciones asincrónicas registradas (I_a):	18
Umbral máximo esperado de interacciones asincrónicas (I_{max}):	21

$$IIA_{Daily} = \frac{Ia}{I_{max}} = \frac{18}{21} = 0.85$$

2. Sprint Review

Tabla 17: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Asincrónicas (IIA) en el Sprint Review.

Nombre de variable	Valor
Número de interacciones asincrónicas registradas (Ia)	16
Umbral máximo esperado de interacciones asincrónicas (Imax):	20

$$IIA_{Review} = \frac{Ia}{I_{max}} = \frac{16}{20} = 0.80$$

Ahora se calcula el **IIA** promedio del sprint:

$$IIS_{Total} = \frac{IIA_{Daily} + IIA_{Review}}{2} = \frac{0.85 + 0.80}{2} \approx 0.82$$

Como el valor obtenido es mayor a 0.8 se dice que la comunicación sincrónica es alta.

De acuerdo con las 2 métricas anteriores se calcula la métrica derivada Frecuencia de Interacción Efectiva (FIE):

$$FIE = 0.5 \times IIS + 0.5 \times IIA$$

$$FIE = 0.5 \times 0.85 + 0.5 \times 0.825 = 0.84$$

Dado que el valor obtenido se encuentra en el rango de 0.8 a 1, se considera que la frecuencia es alta, lo que indica una buena comunicación.

- **Pregunta 3:** ¿Qué porcentaje de los conflictos reportados quedan sin resolver después de un periodo de tiempo (sprint o iteración)?

Durante un Sprint de dos semanas, se han identificado algunos conflictos interpersonales relacionados con diferencias en la asignación de tareas, discrepancias en decisiones técnicas y problemas de comunicación, los cuales se han ido anotando. Al final del sprint en la reunión del Sprint Review se hace la revisión de estos conflictos mediante las métricas Tasa de Resolución de Conflictos Interpersonales (TREC-P) y Acumulación de Conflictos No Resueltos (ACNR-P), esto para evaluar cómo estos conflictos afectan el clima laboral y si los procesos de resolución de conflictos son efectivos.

Tabla 18: Datos generados para evaluar métrica de Resolución de Conflictos interpersonales.

Nombre de variable	Valor
Número de conflictos interpersonales resueltos en un periodo de tiempo	10
Número total de conflictos interpersonales reportados	12

Se calcula la métrica $TREC_p$ con los datos de la tabla anterior:

$$TREC_p = \frac{CRP}{CTP} = \frac{10}{12} = 0.83$$

Como el valor obtenido se encuentra entre 0.8 y 1 indica que se resuelven la mayoría alrededor de los conflictos, lo que puede indicar un buen manejo en los procesos de resolución.

Ahora con el resultado que se encontró anteriormente se calcula la Acumulaciones Conflictos No Resueltos:

$$ACNR_p = 1 - TREC_p = 1 - 0.83 = 0.17$$

Como el valor obtenido se encuentra entre 0 y 0.3 indica buen manejo de conflictos interpersonales, pocos quedan sin resolver.

- **Pregunta 4:** ¿Cuál es la velocidad promedio de entrega de nuevas funcionalidades? El objetivo es en la reunión del Sprint Review evaluar el cumplimiento de tiempos y la entrega de funcionalidades planificadas en el sprint para mejorar la gestión del proyecto y la productividad del equipo.

Tabla 19: Datos generados para evaluar métrica de índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas.

Nombre de variable	Valor
Número de funcionalidades entregadas en o antes de la fecha planificada	14
Número de funcionalidades que se tenían previsto entregar en dicho periodo.	17

Se calcula la métrica ICFP con los datos de la tabla anterior:

$$ICFP = \frac{F_{et}}{F_p} = \frac{14}{17} = 0.82$$

Como el valor obtenido es mayor a 0.8 indica que cumple en gran parte con el plan de funcionalidades, evidenciando una excelente capacidad de ejecución.

A continuación, utilizando todos los valores obtenidos en las métricas anteriores, se procede al cálculo de la métrica global, como se detalla a continuación.

$$\begin{aligned}
 ICCDS &= 0.3 * IPTC + 0.25 * FIE + 0.20 * TREC_p + 0.25 * ICFP \\
 ICCDS &= 0.3 * 0.81 + 0.25 * 0.8375 + 0.20 * 0.83 + 0.25 * 0.82 \\
 ICCDS &\approx 0.82
 \end{aligned}$$

Por lo cual como el valor obtenido esta entre 0.8 y 1, se dice que hay un alto nivel de colaboración y cumplimiento, por lo que se considera que el equipo está bien alineado.

Simulación 2:

- **Pregunta 1:** ¿Qué tan frecuente es la colaboración en tareas compartidas dentro del equipo?

Con el objetivo de evaluar la colaboración en tareas compartidas y determinar si es necesario mejorar la comunicación y distribución del trabajo, la empresa aplica la métrica Índice de Participación en Tareas Compartidas (IPTC). A continuación, se presentan los datos aleatorios usados para este cálculo:

1. Daily Scrum

Tabla 20: Datos generados para evaluar la Colaboración en un Equipo de Desarrollo de Software en la Daily Scrum.

Nombre de variable	Valor
Número total de tareas discutidas (T_i)	20
Número de tareas colaborativas (T_c)	9

Se calcula la métrica IPTC con los datos de la tabla anterior:

$$IPTC_{Daily} = \frac{T_c}{T_i} = \frac{9}{20} \approx 0.45$$

2. Sprint Review

A continuación, se presentan los datos aleatorios usados para este cálculo:

Tabla 21: Datos generados para evaluar la Colaboración en un Equipo de Desarrollo de Software en el Sprint Review.

Nombre de variable	Valor
Número total de tareas presentadas (T_i)	19
Número de tareas colaborativas (T_c)	7

Se calcula la métrica IPTC con los datos de la tabla anterior:

$$IPTC_{Review} = \frac{T_c}{T_i} = \frac{7}{19} \approx 0.36$$

Ahora se calcula el **IPTC** promedio del sprint:

$$IPTC_{Total} = \frac{IPTC_{Daily} + IPTC_{Review}}{2} = \frac{0.45 + 0.36}{2} \approx 0.40$$

Como el valor obtenido de IPTC en promedio está en el rango de **[0.20,0.60)**, se dice que esta frecuencia se considera moderada-baja, lo cual indica una posible falta de alineación en el equipo.

- **Pregunta 2:** ¿Con qué frecuencia los miembros del equipo interactúan efectivamente en reuniones o chats de trabajo?

La empresa quiere evaluar la calidad y frecuencia de las interacciones dentro del equipo para garantizar que la comunicación sea efectiva y evitar problemas de alineación. Para ello, durante un Sprint de cuatro semanas, se monitorean las reuniones (sprint review o daily scrum), llamadas, mensajes en chats de trabajo y comentarios en herramientas colaborativas para analizar el flujo de comunicación.

Interacciones Sincrónicas (IIS).

3. Daily Scrum

Tabla 22: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Sincrónicas (IIS) en el Daily Scrum.

Nombre de variable	Valor
Número de interacciones sincrónicas registradas. (Is):	4
Umbral máximo esperado de interacciones sincrónicas (Imax):	15

Se calcula la métrica ISS con los datos de la tabla anterior:

$$IIS_{Daily} = \frac{Is}{I_{max}} = \frac{4}{15} = 0.26$$

4. Sprint Review

Tabla 23: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Sincrónicas (IIS) en el Sprint Review.

Nombre de variable	Valor
Número de interacciones sincrónicas registradas. (Is):	7
Umbral máximo esperado de interacciones sincrónicas (Imax):	14

$$IIS_{Review} = \frac{Is}{I_{max}} = \frac{7}{14} = 0.50$$

Ahora se calcula el IIS promedio del sprint:

$$IIS_{Total} = \frac{IIS_{Daily} + IIS_{Review}}{2} = \frac{0.26 + 0.50}{2} \approx 0.38$$

Como el valor obtenido es 0.38, se dice que la comunicación sincrónica es moderada-baja, lo cual indica posible riesgo de aislamiento entre los participantes.

Interacciones Asincrónicas (IIA).

3. Daily Scrum

Tabla 24: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Asincrónicas (IIA) en el Daily Scrum.

Nombre de variable	Valor
Número de interacciones asincrónicas registradas (Ia)	7
Umbral máximo esperado de interacciones asincrónicas (Imax):	15

$$IIA_{Daily} = \frac{Ia}{I_{max}} = \frac{7}{15} = 0.46$$

4. Sprint Review

Tabla 25: Datos generados para evaluar métrica de Interacciones Asincrónicas (IIA) en el Sprint Review.

Nombre de variable	Valor
Número de interacciones asincrónicas registradas (I_a)	10
Umbral máximo esperado de interacciones asincrónicas (I_{max}):	18

$$IIA_{Review} = \frac{I_a}{I_{max}} = \frac{10}{18} = 0.55$$

Ahora se calcula el **IIA** promedio del sprint:

$$IIS_{Total} = \frac{IIA_{Daily} + IIA_{Review}}{2} = \frac{0.46 + 0.55}{2} \approx 0.50$$

Como el valor obtenido es 0.50, se dice que la comunicación es moderada-baja, lo cual indica posible falta de alineación en algunas áreas.

De acuerdo con las 2 métricas anteriores se calcula la métrica derivada de Frecuencia de Interacción Efectiva (FIE)

$$FIE = 0.5 \times IIS + 0.5 \times IIA$$

$$FIE = 0.5 \times 0.38 + 0.5 \times 0.50 = 0.44$$

Dado que el valor obtenido se encuentra en el rango de 0.2 a 0.6, se considera que la frecuencia de interacciones efectivas se clasifica como moderada-baja, lo cual en términos generales indica que existe una falta de alineación y comunicación en el equipo.

- **Pregunta 3:** ¿Qué porcentaje de los conflictos reportados quedan sin resolver después de un periodo de tiempo (sprint o iteración)?

Durante un Sprint de cuatro semanas, se han identificado algunos conflictos interpersonales relacionados con diferencias en la asignación de tareas, discrepancias en decisiones técnicas y problemas de comunicación. La empresa busca evaluar cómo estos conflictos afectan el clima laboral y si los procesos de resolución de conflictos son efectivos. Al final del sprint en la reunión del Sprint Review se hace la revisión de estos conflictos mediante las métricas Tasa de Resolución de Conflictos Interpersonales (TREC-P) y Acumulación de Conflictos No Resueltos (ACNR-P).

Tabla 26: Datos generados para evaluar métrica de Resolución de Conflictos interpersonales.

Nombre de variable	Valor
Número de conflictos interpersonales resueltos en un periodo de tiempo	5
Número total de conflictos interpersonales reportados	11

Se calcula la métrica $TREC_p$ con los datos de la tabla anterior:

$$TREC_p = \frac{CRP}{CTP} = \frac{5}{11} = 0.45$$

Como el valor obtenido se encuentra entre 0.40 y 0.80 indica que se resuelven solo alrededor de la mitad o un poco más de los conflictos, lo que puede indicar problemas en los procesos de resolución.

Ahora con el resultado que se encontró anteriormente se calcula la Acumulaciones Conflictos No Resueltos:

$$ACNR_p = 1 - TREC_p = 1 - 0.45 = 0.55$$

Como el valor obtenido se encuentra entre 0.30 y 0.60 indica que hay muchos conflictos interpersonales no resueltos, lo cual podría implicar que existe un riesgo de tensiones dentro del equipo.

- **Pregunta 4:** ¿Cuál es la velocidad promedio de entrega de nuevas funcionalidades?

El objetivo es evaluar el cumplimiento de tiempos y la entrega de funcionalidades planificadas para mejorar la gestión del proyecto y la productividad del equipo, ésta métrica se calcula en el Sprint Review para posteriormente mejorar las conclusiones en la reunión de retrospectiva.

Tabla 27: Datos generados para evaluar métrica de índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas.

Nombre de variable	Valor
Número de funcionalidades entregadas en o antes de la fecha planificada	5
Número de funcionalidades que se tenían previsto entregar en dicho periodo.	12

Se calcula la métrica ICFP con los datos de la tabla anterior:

$$ICFP = \frac{F_{et}}{F_p} = \frac{5}{12} = 0.41$$

El valor obtenido es menor a 0.6, lo cual indica una baja proporción de funcionalidades entregados respecto a lo planificado, señalando problemas en la ejecución o estimación inicial, lo cual es probablemente producto de problemas en la colaboración, las interacciones y la resolución de conflictos.

A continuación, utilizando todos los valores obtenidos en las métricas anteriores, se procede al cálculo de la métrica global, como se detalla a continuación.

$$\begin{aligned}
 ICCDS &= 0.3 * IPTC + 0.25 * FIE + 0.20 * TREC_p + 0.25 * ICFP \\
 ICCDS &= 0.3 * 0.40 + 0.25 * 0.44 + 0.20 * 0.45 + 0.25 * 0.41 \\
 ICCDS &\approx 0.42
 \end{aligned}$$

Dado que el valor obtenido se encuentra entre 0.20 y 0.60, se considera un nivel moderado-bajo. Esto sugiere que existen dificultades en la colaboración, comunicación, planificación y coordinación dentro del equipo; en consecuencia, es recomendable realizar un análisis detallado para identificar áreas de mejora y fortalecer el desempeño del equipo.

6. Análisis de Resultados

El análisis de los resultados obtenidos a partir de las simulaciones se centra en evaluar aspectos de la dinámica de equipos Scrum, utilizando métricas basadas en el enfoque Goal-Question-Metric (GQM) para medir la colaboración, la efectividad de la comunicación, la resolución de conflictos y el cumplimiento de funcionalidades planificadas. En este contexto, se emplearon indicadores como el

Índice de Participación en Tareas Compartidas (IPTC), el Índice de Interacciones Sincrónicas (IIS), el Índice de Interacciones Asincrónicas (IIA), la Frecuencia de Interacciones Efectivas (FIE), la Tasa de Resolución de Conflictos Interpersonales (TREC-P), la Acumulación de Conflictos No Resueltos (ACNR-P) y el Índice de Cumplimiento de Funcionalidades Planificadas (ICFP). Estos indicadores se integraron en la métrica global ICCDS, que proporciona una visión integral del desempeño del equipo.

En la primera simulación se observaron resultados muy positivos. La evaluación del IPTC arrojó un valor superior a 0.8, ya que en el Daily Scrum se discutieron 28 tareas de las cuales 23 fueron colaborativas, mientras que en el Sprint Review se presentaron 25 tareas con 20 colaborativas. Estos datos indican que la mayoría de las tareas fueron ejecutadas en conjunto, favoreciendo un fuerte compromiso del equipo en el trabajo colaborativo. En cuanto a la comunicación, tanto las interacciones sincrónicas como las asincrónicas mostraron índices altos; en el Daily Scrum se registraron 9 interacciones sincrónicas sobre un umbral de 10 y 18 interacciones asincrónicas sobre un umbral de 21, mientras que en el Sprint Review se obtuvieron 10 interacciones sincrónicas (de 12 esperadas) y 16 asincrónicas (de 20 esperadas). Estos resultados, con ratios superiores a 0.8, permiten afirmar que la comunicación, tanto en tiempo real como diferida, es excelente, lo que se refleja en una FIE elevada. La capacidad del equipo para gestionar conflictos es también destacable, pues la TREC-P mostró que 10 de 12 conflictos fueron resueltos (aproximadamente 0.83), y la ACNR-P se ubicó en el rango de 0 a 0.3, lo que indica un manejo adecuado y oportuno de las discrepancias interpersonales. Finalmente, el ICFP evidenció que 14 de 17 funcionalidades planificadas se entregaron en o antes de la fecha prevista, lo que corrobora una excelente capacidad de ejecución. La integración de estos resultados en la métrica global ICCDS sitúa al equipo en un nivel de desempeño alto, con valores entre 0.8 y 1, lo que denota una sólida alineación en términos de colaboración y cumplimiento.

En la segunda simulación se presenta un panorama diferente. La medición del IPTC en esta simulación reflejó una participación colaborativa considerablemente inferior, con un ratio promedio que se ubicó en el rango moderado-bajo; en el Daily Scrum se discutieron 20 tareas de las cuales solo 9 fueron colaborativas (0.45), y en el Sprint Review se presentaron 19 tareas con 7 colaborativas (aproximadamente 0.37). Estos datos sugieren una significativa falta de alineación en la ejecución conjunta de las tareas, lo cual podría afectar negativamente la cohesión del equipo. En el ámbito de la comunicación, los resultados fueron menos alentadores, las interacciones sincrónicas en el Daily Scrum fueron tan solo 4 de 15 (0.27) y en el Sprint Review 7 de 14 (0.50), lo que arroja un valor promedio de 0.38, evidenciando una comunicación en tiempo real moderada-baja y un riesgo considerable de aislamiento entre los participantes. Asimismo, las interacciones asincrónicas se evaluaron en 7 de 15 (0.47) en el Daily Scrum y 10 de 18 (0.56) en el Sprint Review, dando un promedio aproximado de 0.51, lo que refuerza la conclusión de que la comunicación diferida es insuficiente para compensar las deficiencias en las interacciones sincrónicas. Como resultado, la FIE se ubicó en el rango de 0.2 a 0.6, lo que en conjunto indica una frecuencia de interacciones efectivas moderada-baja y una notable falta de alineación en la comunicación interna.

La resolución de conflictos en la segunda simulación también muestra áreas de mejora. La TREC-P indicó que solamente 5 de 11 conflictos fueron resueltos (alrededor de 0.45), lo que se traduce en que casi la mitad de los conflictos no se gestionaron adecuadamente. La ACNR-P, con un valor entre 0.30 y 0.60, confirma la acumulación de numerosos conflictos no resueltos, situación que incrementa el riesgo de tensiones y afecta la colaboración entre los miembros del equipo. Por otro lado, el ICFP fue preocupante, ya que solo se entregaron 5 de 12 funcionalidades planificadas (aproximadamente 0.42), reflejando problemas significativos en la ejecución y la estimación inicial de las tareas. En conjunto, estos indicadores se integraron en la métrica global ICCDS, la cual se ubicó en un rango de 0.20 a 0.60, evidenciando un nivel de desempeño moderado-bajo. Este resultado sugiere que el equipo enfrenta serias dificultades en términos de colaboración, comunicación, resolución de conflictos y cumplimiento de los objetivos planificados.

Los resultados del primer escenario demuestran que una alta colaboración en tareas y una comunicación efectiva, tanto sincrónica como asincrónica, pueden generar un ambiente de trabajo

favorable y mejorar significativamente la ejecución de funcionalidades. Sin embargo, el segundo escenario pone de relieve que la baja participación colaborativa, la deficiente comunicación y la inadecuada resolución de conflictos repercuten de manera negativa en la productividad y en la capacidad de cumplir los objetivos planificados. Este análisis refleja la importancia de mantener un equilibrio integral entre la colaboración, la comunicación efectiva y la gestión de conflictos, ya que cada uno de estos factores incide de manera determinante en el desempeño global del equipo. Por ello, es imperativo que se implementen estrategias para mejorar la alineación en la participación de tareas, fortalecer los canales de comunicación y optimizar los procesos de resolución de conflictos, con el fin de elevar la eficacia del equipo y garantizar una ejecución de funcionalidades acorde con lo planificado.

7. Conclusiones

- El uso del enfoque GQM permitió estructurar métricas precisas y accionables, alineadas con los objetivos del equipo de desarrollo y enfocadas en evaluar aspectos clave como colaboración, comunicación, resolución de conflictos y cumplimiento de entregas.
- Las métricas diseñadas proporcionan una visión cuantificable del desempeño del equipo, permitiendo identificar áreas de mejora en la interacción diaria y la planificación del trabajo. En particular, métricas como IPTC (Índice de Participación en Tareas Compartidas) y FIE (Frecuencia de Interacción Efectiva) facilitaron el análisis del nivel de colaboración entre los miembros del equipo.
- Las simulaciones permitieron validar la aplicabilidad de las métricas en distintos escenarios, demostrando que un equipo con baja colaboración y comunicación efectiva tiende a presentar mayor acumulación de conflictos no resueltos, menor velocidad de entrega de funcionalidades y menor cumplimiento de fechas de entrega.
- La métrica global ICCDS (Índice de Colaboración y Cumplimiento en el Desarrollo de Software) demostró ser un indicador clave, ya que integra múltiples métricas individuales para ofrecer un diagnóstico holístico del estado del equipo, facilitando la toma de decisiones informadas.
- La implementación de estas métricas en equipos reales puede contribuir a mejorar la eficiencia y calidad del software desarrollado, proporcionando información objetiva que respalde acciones de mejora en la dinámica del equipo.
- Este estudio resalta la importancia de contar con métricas bien definidas en entornos ágiles, no solo para evaluar el desempeño del equipo, sino también para fomentar una cultura de mejora continua basada en datos objetivos.
- Se propone validar las métricas en equipos reales, automatizar su medición con herramientas de seguimiento y explorar el uso de IA para detectar patrones y optimizar la colaboración en el desarrollo de software.

8. Bibliografía

- [1] Asana, «11 ways to boost team collaboration and get more done [2025]», Asana. Accedido: 22 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://asana.com/es/resources/collaboration-in-the-workplace>
- [2] «socdebt-3.pdf», Google Docs. Accedido: 17 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://drive.google.com/file/u/0/d/1zYYGJDcnCr9U6QtLyYdhsMRqBMj6kDTC/view?usp=classroom_web&usp=embed_facebook
- [3] Atlassian, «Los tres pilares del scrum: conoce los principios fundamentales del scrum», Atlassian. Accedido: 22 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/3-pillars-scrum>
- [4] «GQM Approach.pdf - Google Drive». Accedido: 18 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1r8f7G92pTTlahsEby24__Ai8CaLv1_ml/view
- [5] «ChatGPT». Accedido: 22 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://chatgpt.com>