

Métricas para medir los riesgos relacionados con la comunicación, cooperación y coordinación en equipos de desarrollo global de software



Trabajo de Grado

Gustavo Adolfo Salazar Escobar
Gabriel Fernando Vargas Arias

Director: PhD. MSc. César Jesús Pardo Calvache¹
Codirector: PhD(c). MSc. Jhon Eder Masso Daza

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas

¹Grupo de I+D en Tecnologías de la información (GTI)
Popayán, noviembre de 2018

Métricas para medir los riesgos relacionados con la comunicación, cooperación y coordinación en equipos de desarrollo global de software



Trabajo de Grado

Gustavo Adolfo Salazar Escobar
Gabriel Fernando Vargas Arias

Director: PhD. MSc. César Jesús Pardo Calvache¹
Codirector: PhD(c). MSc. Jhon Eder Masso Daza

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas

¹Grupo de I+D en Tecnologías de la información (GTI)
Popayán, noviembre de 2018

Agradecimientos

Agradezco por la realización de este trabajo principalmente a Dios, por permitirme avanzar hasta este punto en mi formación profesional. A mi madre, hermano y el resto de mi familia y amigos quienes de una u otra manera aportaron un granito de arena en que yo pudiera culminar este ciclo de mi vida.

Un agradecimiento especial al ingeniero Carlos Ardilla quien brindo su conocimiento en la ayuda de la definición una parte importante de este trabajo de una manera atenta y desinteresada. También agradecerles a quienes me guiaron en la realización de este trabajo, mis tutores los ingenieros Cesar Pardo y Jhon Masso, ya que gracias a su dedicación, motivación y paciencia no hubiera sido posible llevar a buen término este trabajo.

Gracias a los expertos quienes de forma desinteresada participaron en la evaluación de la propuesta y así lograr una mejora significativa en el conjunto de métricas y los riesgos asociados a estas.

Gustavo Adolfo Salazar Escobar
Popayán, noviembre 2018

Tabla de contenido

1	Capítulo I. Introducción	1
1.1	Problemática y justificación	1
1.2	Objetivos	5
1.2.1	Objetivo general.....	5
1.2.2	Objetivos específicos.....	5
1.2.3	Estrategia de la investigación	5
1.3	Estructura del documento	7
2	Capítulo II. Marco teórico y estado del arte	9
2.1	Marco teórico	9
2.1.1	Teoría del riesgo.....	9
2.1.1.1	Riesgo.....	9
2.1.1.2	Gestión del riesgo	9
2.1.1.2.1	Proceso de gestión del riesgo	9
2.1.2	Métrica.....	10
2.1.3	Desarrollo global de software (DGS)	11
2.1.4	Beneficios de DGS	11
2.1.4.1	Beneficios conocidos	11
2.1.4.2	Otros beneficios	11
2.1.4.3	Procesos afectados en DGS	13
2.1.4.4	Distancias que afectan los procesos en DGS	15
2.1.4.5	Otras distancias encontradas en la literatura	16
2.1.5	Importancia de la gestión de riesgos en DGS.....	16
2.2	Mediciones y métricas en DGS	17
2.2.1	Indicadores, métricas y medidas	17
2.2.2	Metodologías y estándares de medición	18
2.2.2.1	Measure Model Life Cycle (MMLC).....	19
2.2.2.2	ISO/IEC 15939	20
2.2.2.3	Goal Question Metric (GQM).....	20
2.3	Proyectos de DGS.....	22
2.4	Equipos de DGS.....	22
2.5	Revisión de los estudios realizados	22
2.5.1	Enfoque de la pregunta	22

2.5.2	Pregunta de investigación.....	23
2.5.3	Planeación de la búsqueda de los estudios realizados	23
2.5.4	Cadena de búsqueda	23
2.5.5	Recursos literarios	24
2.5.6	Proceso de selección de los estudios	24
2.5.6.1	Criterios de inclusión y exclusión	24
2.5.7	Resultados de la Revisión de la Literatura	25
2.5.7.1	Análisis de la gráfica	25
2.5.7.2	Categorización de artículos según el modelo de referencia implementado en cada estudio:.....	26
2.6	C1: Estudios relacionados que categorizan o identifican factores de riesgo 27	
2.6.1	Test strategies in distributed software development environments....	27
2.6.2	Essential communication practices for Extreme Programming in a global software development team	27
2.6.3	Awareness Support in Global Software Development: A Systematic Review Based on the 3C Collaboration Model Conference	28
2.7	C2: Estudios relacionados que proponen Metodologías, Modelos u otras herramientas	28
2.7.1	Challenges of project management in global software development: A client-vendor analysis	28
2.7.2	A process for managing risk in Distributed teams.....	28
2.7.3	Managing risks in distributed software projects: An integrative framework	29
2.7.4	Risk Management in Global Software Development Process Planning 29	
2.7.5	Risk Assessment on Distributed Software Projects	29
2.7.6	A Flexible Management Approach for Globally Distributed Software Projects30	
2.7.7	Challenges of project management in global software development: A client-vendor analysis	30
2.7.8	Towards effective project management across multiple projects with distributed performing centers	31
2.8	C3: Estudios relacionados que proponen métricas	31
2.8.1	Proposal of Risk Management Metrics for Multiple Project Software Development.....	31
2.8.2	Software Engineering Approaches for Offshore and Outsourced Development.....	31

2.8.3	Measuring global distance: A survey of distance factors and interventions	32
2.8.4	Metrics and Measurements in Global Software Development	32
2.9	Aportes.....	32
	En el área investigativa, este proyecto realiza aportes mediante:	33
3	Capítulo III. Caracterización de los riesgos que afectan los 3c en equipos DGS	34
3.1	Identificación de riesgos en el desarrollo global de software	34
3.1.1	Riesgos identificados en el proceso de coordinación	35
3.1.2	Riesgos identificados en el proceso de comunicación.....	35
3.1.3	Riesgos identificados en el proceso de cooperación	36
3.1.4	Conclusión de la identificación de riesgos	36
3.2	Proceso de tratamiento de riesgos (PTR)	36
3.2.1	Descripción de las actividades del proceso de tratamiento de los riesgos	37
3.3	Resultados obtenidos.....	40
3.4	Análisis de resultados	42
3.4.1	Riesgos en comunicación	42
3.4.2	Riesgos en Coordinación.....	43
3.4.3	Riesgos en Cooperación	43
4	Capítulo IV. Métricas propuestas.....	44
4.1	Vista general	44
4.1.1	Requerimientos.....	44
4.1.2	Alcance.....	44
4.1.3	Criterios empleados.....	45
4.2	Método de trabajo	45
4.3	Mecanismo de definición de las métricas.....	46
4.4	Métricas para medir los riesgos asociados a la Comunicación, Coordinación y Cooperación en equipos DGS.....	47
4.4.1	Definición de las métricas para los riesgos asociados al proceso de comunicación.....	47
4.4.2	Definición de las hipótesis	48
4.4.3	Definición de las preguntas.....	48
4.4.4	Definición de Métricas Base y Derivadas	49
4.4.5	Definición e Interpretación	49
4.4.5.1	Métricas para los riesgos de Comunicación	50

4.4.5.1.1	Métricas Riesgos R1 (Aumento del esfuerzo de comunicación)	50
4.4.5.1.2	Métricas Riesgo R2 (Reducción en la frecuencia de comunicación) 52	
4.4.5.1.3	Métricas Riesgos R3 (Retrasos en la resolución de problemas)	55
4.4.5.1.4	Métricas Riesgos R4 (No hay establecida una terminología homogénea).....	57
4.4.5.1.5	Métricas riesgo R5 (requisitos poco claros).....	61
4.4.5.2	Métricas para los riesgos de Coordinación.....	63
4.4.5.2.1	Métrica Riesgo R6 (Deficiencias en la distribución de actividades)	63
4.4.5.2.2	Métricas para medir el riesgo 7 (Definición inadecuada del alcance del proyecto)	67
4.4.5.2.3	Métricas para medir el riesgo R8 (Deficiencias en la comprensión de los procesos del proyecto)	69
4.4.5.3	Métricas para los riesgos de Cooperación	70
4.4.5.3.1	Métricas para medir el riesgo R9 (Deficiente colaboración entre los miembros del equipo (orientado hacia la solución de actividades)).....	71
5	Capítulo V. Grupo Focal	72
5.1	Estructura de la aplicación del grupo focal.....	72
5.2	Realización del grupo focal	72
5.2.1	. Planteamiento de la investigación	73
5.2.1.2	Estructura del protocolo del grupo focal.....	73
5.2.1.2.1	Elementos necesarios para llevar a cabo el grupo focal.....	74
5.2.1.2.2	Captura y registro de información.....	74
5.2.1.2.3	Métodos de análisis de la información.....	74
5.2.1.2.4	Diseño de grupos de discusión (Reclutamiento).....	74
5.2.1.2.5	Selección de participantes.....	75
5.2.1.2.6	Fases de conducción de la sesión de debate.....	75
5.2.1.2.7	Captura de información	76
5.2.1.2.8	Análisis de la Información y reporte de resultados	76
5.2.1.2.9	Resultados del grupo focal	76
5.2.1.2.9.1	Resultados del grupo focal Evaluación del conjunto de riesgos.....	76
5.2.1.2.9.2	Resultados del grupo focal Evaluación del conjunto de métricas...	79
5.2.1.2.9.3	Análisis Estadístico.....	80
5.2.1.2.9.3.1	Análisis estadístico de las respuestas para el conjunto de riesgos 81	

5.2.1.2.9.3.2	Análisis estadístico de las respuestas para el conjunto de métricas	87
5.2.1.2.9.4	Información extraída de la relatoría	93
5.2.1.2.9.5	Acciones de mejora	93
6	Capítulo VI. Aplicación web: GSD Metrics	94
6.1	Descripción del prototipo Web	94
6.1.1	Módulo Equipo	94
6.1.2	Módulo Usuario	94
6.1.3	Módulo de Valoración	94
6.1.4	Módulo de Resultados	94
6.2	Arquitectura	95
6.2.1	Modelo	95
6.2.2	Vista	96
6.2.3	Controlador	96
6.3	Diagrama de secuencia	96
6.4	Diagrama de clases	97
6.5	Requerimientos software tenidos en cuenta	98
6.6	Método de desarrollo	99
6.7	Resultado	100
7	Capítulo VII. Conclusiones y lecciones aprendidas	102
7.1	Análisis de los objetivos de investigación	102
7.2	Conclusiones	103
7.4	Trabajos futuros	105
7.5	Contribución en el área de la ingeniería del software	106
7.6	Contribución a la divulgación del conocimiento	107
7.7	Contribuciones de la investigación	107
8	Bibliografía	108
9	Anexos	111
9.1	Anexo 1: Tablas para el proceso de tratamiento de riesgos	111
9.2	Anexo 2: Tablas para la definición de métricas	127
9.3	Anexo 3: Historias de usuario	129
9.4	Anexo 4: Propuesta de riesgos y métricas presentada a los expertos ...	130
1.	Introducción	2
2.	Objetivo del Grupo Focal	3
3.	Objetivos de Investigación	3

4.	Protocolo del Grupo Focal	3
5.	Agenda del día.....	3
6.	Riesgos y métricas propuestas.....	4
6.1.	Conceptos definidos para el Desarrollo Global de Software	4
6.2.	Conjunto de riesgos para realizar la medición	5
6.3	Conjunto de métricas propuesto	6
6.3.1	Definición e Interpretación de las métricas	8
6.3.1.1	Métricas para los riesgos de Comunicación:	9
6.3.1.2	Métricas para los riesgos de Coordinación	14
7.	Formulario de preguntas.....	16
7.1.	Preguntas para evaluar el conjunto de riesgos	16
7.2.	Preguntas para evaluar las métricas propuestas	17

Índice de tablas

Tabla 1.	Beneficios Conocidos de DGS.	11
Tabla 2.	Beneficios desconocidos de DGS. Riesgos en DGS.....	13
Tabla 3.	Ontología de la medición del Software	18
Tabla 4.	Palabras clave y sinónimos.....	23
Tabla 5.	Cadena de búsqueda básica.....	24
Tabla 6.	Clasificación por cantidad de publicaciones anuales.....	25
Tabla 7.	Categorización de estudios por solución propuesta.	26
Tabla 8.	Esquema Tabla Riesgos.	38
Tabla 9.	Esquema tabla Datos adicionales.	39
Tabla 10.	Estructura tabla resultado de integración.	40
Tabla 11.	Riesgos consolidados de coordinación.	41
Tabla 12.	Muestra de Riesgos consolidados de comunicación.	41
Tabla 13.	Riesgos consolidados de cooperación.	42
Tabla 14.	Subconjunto de riesgos.	46
Tabla 15.	Objetivos asociados a los riesgos.	48
Tabla 16.	Hipótesis asociadas a los objetivos.	48
Tabla 17.	Preguntas asociadas a los objetivos de medida.....	49
Tabla 18.	Extracto de tabla de métricas propuestas para medir los riesgos.	49
Tabla 19.	Escala de interpretación ascendente.....	50
Tabla 20.	Escala de interpretación descendente.....	50
Tabla 21.	Ejemplo puntaje evaluación terminología.	60
Tabla 22.	Protocolo del grupo focal.....	74
Tabla 23.	Elementos del debate de grupo focal.	74
Tabla 24.	Perfil profesional de los participantes.	75
Tabla 25.	Organización del grupo focal.....	76
Tabla 26.	Escala de Likert.....	77

Tabla 27. Cuento de preguntas nivel de conformidad para conjunto de riesgos...	77
Tabla 28. Consolidado de preguntas dicotómicas para el conjunto de riesgos.	78
Tabla 29. Cuento de preguntas nivel de conformidad para conjunto de métricas.	79
Tabla 30. Consolidado de preguntas dicotómicas.....	80
Tabla 31. Comentarios o sugerencias de los participantes.	93
Tabla 32. Acciones de mejora.	93
Tabla 33. Sprints implementados en el desarrollo de prototipo.....	100
Tabla 34. Resumen de artículos y póster escritos durante el desarrollo del proyecto.....	107
Tabla 35. Riesgos de comunicación.....	115
Tabla 36. Riesgos de coordinación.	118
Tabla 37. Información adicional de riesgos de comunicación.	124
Tabla 38. Riesgos resultantes para coordinación.....	125
Tabla 39. Riesgos resultantes de comunicación.	126
Tabla 40. Medidas propuestas para medir los riesgos.	128
Tabla 41. Historias de usuario.....	135

Índice de figuras

Figura 1. Proceso Gestión del Riesgo: Adaptado ISO 31000.....	10
Figura 2. Impacto distancias: Adaptado de [27].	15
Figura 3. Modelo GQM.....	21
Figura 4. Primer paso para la definición de métricas a partir de riesgos.	21
Figura 5. Cantidad de artículos publicados por año.	25
Figura 6. Clasificación de los artículos por solución propuesta.	26
Figura 7. Diagrama de proceso para tratamiento de riesgos.....	36
Figura 8. Subproceso registrar riesgos.....	37
Figura 9. Subproceso Armonizar riesgos.	37
Figura 10. Análisis de cantidad de riesgos resultantes para la comunicación.	42
Figura 11. Análisis de la cantidad de riesgos resultantes para la coordinación.....	43
Figura 12. Análisis del consolidado de las preguntas relacionadas con el nivel de conformidad para el conjunto de riesgos.....	78
Figura 13. Análisis del consolidado de preguntas dicotómicas para el conjunto de riesgos.....	78
Figura 14. Análisis del consolidado de preguntas relacionadas con el nivel de conformidad para el conjunto de métricas.....	80
Figura 15. Análisis del consolidado de preguntas dicotómicas para el conjunto de métricas.....	80
Figura 16. Resultados obtenidos pregunta 1 relacionada al conjunto de riesgos..	81
Figura 17. Resultados obtenidos pregunta 2 relacionada al conjunto de riesgos..	81
Figura 18. Resultados obtenidos pregunta 3 relacionada al conjunto de riesgos..	82
Figura 19. Resultados obtenidos pregunta 4 relacionada al conjunto de riesgos..	82
Figura 20. Resultados obtenidos pregunta 5 relacionada al conjunto de riesgos..	83
Figura 21. Resultados obtenidos pregunta 6 relacionada al conjunto de riesgos..	83

Figura 22. Resultados obtenidos pregunta 7 relacionada al conjunto de riesgos..	84
Figura 23. Resultados obtenidos pregunta 8 relacionada al conjunto de riesgos..	85
Figura 24. Resultados obtenidos pregunta 9 relacionada al conjunto de riesgos..	85
Figura 25. Resultados obtenidos pregunta 10 relacionada al conjunto de riesgos.	86
Figura 26. Resultados obtenidos pregunta 11 relacionada al conjunto de riesgos.	86
Figura 27. Resultados obtenidos pregunta 1 relacionada al conjunto de métricas.	87
Figura 28. Resultados obtenidos pregunta 2 relacionada al conjunto de métricas.	87
Figura 29. Resultados obtenidos pregunta 3 relacionada al conjunto de métricas.	88
Figura 30. Resultados obtenidos pregunta 4 relacionada al conjunto de métricas.	88
Figura 31. Resultados obtenidos pregunta 5 relacionada al conjunto de métricas.	89
Figura 32. Resultados obtenidos pregunta 6 relacionada al conjunto de métricas.	89
Figura 33. Resultados obtenidos pregunta 7 relacionada al conjunto de métricas.	90
Figura 34. Resultados obtenidos pregunta 8 relacionada al conjunto de métricas.	91
Figura 35. Resultados obtenidos pregunta 9 relacionada al conjunto de métricas.	91
Figura 36. Resultados obtenidos pregunta 10 relacionada al conjunto de métricas.	92
Figura 37. Resultados obtenidos pregunta 11 relacionada al conjunto de métricas.	92
Figura 38. Arquitectura del prototipo web GSD Metrics.	95
Figura 39. Diagrama de secuencia GSD Metrics.	97
Figura 40. Diagrama de clases GSD Metrics.	98
Figura 41. Formato de historias de usuario.	99
Figura 42. Resultado de la valoración.	100
Figura 43. Gestión de equipos.	100
Figura 44. Diligenciamiento de valoración.	101
Figura 45. Histórico de resultados de valoraciones.	101

1 Capítulo I. Introducción

Este capítulo presenta una descripción detallada de la motivación, problemática y justificación de este trabajo de investigación; los objetivos definidos, la estrategia utilizada para realizar la investigación y la descripción de la solución propuesta. Finalmente, se presenta la estructura del documento en el cual se resume el contenido de cada capítulo.

1.1 Problemática y justificación

En las últimas décadas, la industria del desarrollo de software ha venido sufriendo cambios drásticos en diferentes aspectos, algunos de los más importantes y que están siendo materia de investigación son los relacionados con las metodologías para gestionar los proyectos y conformar los equipos de trabajo. Además, como consecuencia de la economía de globalización, los productos software empezaron a ser desarrollados por equipos dispersos geográficamente a nivel mundial, lo que dio lugar a la formación de equipos distribuidos y abrió nuevas oportunidades a la industria del software, para replantear las formas tradicionales de estructurar los equipos de trabajo y así beneficiarse de las diferentes ventajas competitivas que se ofrecen en cada país [1].

Actualmente, la industria del software requiere que los productos desarrollados cumplan con los más altos estándares de calidad; esto implica que se debe contratar personal altamente calificado para el trabajo y que esto no involucre un aumento en los costos de producción. Al mismo tiempo, la fuerte competencia que se vive entre las empresas dedicadas al desarrollo de software obliga a que el tiempo en que se libera un producto sea más corto, lo cual presiona a las empresas a conformar sus equipos de desarrollo bajo las restricciones de tiempo y costos impuestas [2]. Como respuesta a lo anterior, surgió un modelo productivo llamado Desarrollo Global de Software (DGS), que se puede definir como: una variación especial del desarrollo de software distribuido (DSD), en donde los equipos se distribuyen más allá de las fronteras geográficas de un país [3], y su alcance abarca tanto el desarrollo distribuido como la tercerización de algunas actividades relacionadas al ciclo de vida de los productos software, por ejemplo: ingeniería de requerimientos, desarrollo, pruebas (testing), soporte, mantenimiento, entre otros [4]. No obstante, en la literatura se pueden encontrar diferentes términos relacionados con el desarrollo de software como: desarrollo distribuido de software (DSD), desarrollo multisitio¹, desarrollo disperso, externalización y subcontratación [5]. Sin embargo, DGS es el término que más se ha adaptado en el contexto de la conformación de equipos globalmente dispersos. Además, actualmente es el término más mencionado e investigado en el área de ingeniería de software a nivel de equipos distribuidos, es por esto que en adelante se va a utilizar el término desarrollo global de software (DGS) en todo el documento.

¹ Esta palabra no se encuentra en el diccionario de la RAE, se utiliza el anglicismo multisitio para referirse a la capacidad de los equipos de desarrollo de software distribuidos geográficamente para colaborar en proyectos de software comunes.

El surgimiento de DGS fue impulsado en gran medida gracias a la economía de globalización y a la apertura de los canales de comunicación e interacción que existe actualmente y que están en constante evolución. Su auge hoy en día, se debe a la deslocalización, que implica la transferencia de una función organizativa a otro país, esto ocurre normalmente cuando los recursos humanos son más baratos e incluso escasos. Otro aspecto es el nearshoring, donde los trabajos son transferidos a países geográficamente más cercanos, evitando así las diferencias culturales, diferencias de tiempo entre los miembros y ahorrando costos de viaje y comunicación [6]. DGS permite que el desarrollo de software se haga en diferentes ubicaciones geográficas, este escenario ofrece a las compañías grandes ventajas [2], entre las que se pueden destacar: (i) reducir la falta de talento humano localizado en el mismo lugar, esto, al permitir involucrar individuos de diferentes lugares geográficos, (ii) solucionar la limitación de espacio físico en el lugar donde se va a desarrollar el proyecto, (iii) permitir contratar personal altamente calificado de otros lugares del planeta con salarios altamente competitivos o profesionales con ciertas destrezas, capacidades y habilidades escasas en el lugar donde se va a llevar a cabo el proyecto, (iv) reducción del tiempo de comercialización basado en el modelo de desarrollo llamado “follow-the-sun” el cual traduce: **seguir el sol**, que consiste en maximizar la eficacia de la zona horaria para abarcar las 24 horas del día (en el mejor de los casos), este enfoque implica que los grupos de trabajo envíen su tarea a diario a otro grupo para que ellos puedan continuarlo a medida que el mundo va girando [7], y (v) proximidad al mercado y al cliente, porque al contar con equipos en los países donde se encuentran los clientes de la empresa, permite que el software se desarrolle más cercano a las necesidades del mismo, además de permitir conocer mejor el mercado local [8].

Sin embargo, así como DGS ofrece grandes beneficios, también trae consigo ciertos desafíos y riesgos, entre ellos: (i) gestionar adecuadamente los equipos de trabajo que van a estar distribuidos, (ii) lograr la eficiencia de los equipos, (iii) definir y establecer los mecanismos de comunicación y gestión del conocimiento, (iv) gestión del tiempo, el espacio y las diferencias culturales [9], (v) falta de conciencia grupal; puesto que en equipos DGS se puede sentir algún tipo de aislamiento e indiferencia (vi) gestionar la configuración del software; se presentan problemas derivados de conflictos relacionados con el control del código fuente, (vii) dar soporte a todos los procesos de software, (viii) asegurar la calidad de los productos software; cuando se descubre un problema en este sentido, es más difícil lograr corregirlo en el contexto DGS que cuando el proyecto está co-localizado [3], entre otros. En relación con los equipos, la complejidad y problemáticas en su conformación e interacción en el DGS, particularmente se pueden encontrar algunos riesgos relacionados con: (i) limitaciones en la interacción social, (ii) barreras en el idioma, lo que a su vez puede traer ruptura de la comunicación (pérdida de riqueza en la comunicación), (iii) diferentes zonas horarias [10], que puede ocasionar dificultad o pérdida de la coordinación y el control (por la dispersión geográfica), (iv) barreras de cohesión (pérdida de compañerismo), que se refiere a pérdida de los lazos sociales entre los miembros del equipo y (v) choque de culturas (diferencias culturales), debido a diferentes normas de comunicación [11].

Actualmente, los riesgos relacionados con equipos DGS son objeto de estudio por parte de los expertos en ingeniería del software, donde se evidencia que se ha intentado categorizarlos y agruparlos como en [12], donde se clasifican en tres categorías: comunicación, coordinación y control. Después de realizar el análisis de la literatura, se evidenció que algunos riesgos no cuentan con una descripción, son muy ambiguos, difíciles de entender o son transversales en las tres categorías, lo que hace difícil saber en realidad a que categoría pertenece. Por lo tanto y a pesar de los esfuerzos realizados por varios autores para lograr una caracterización idónea aún sigue siendo complejo y ambiguo lograr dicha caracterización de los riesgos en este contexto. Específicamente se deben resaltar los riesgos referentes a cómo los equipos en un entorno global distribuido se colaboran entre sí, puesto que el desarrollo de software es una actividad colaborativa en la que deben interactuar todos los interesados, por ejemplo: analistas de negocios, clientes, ingenieros de sistemas, arquitectos y desarrolladores, entre otros [3], por lo tanto, es necesario un mayor esfuerzo para coordinar a los miembros del equipo. Además, si falla la coordinación, todos los esfuerzos realizados para comunicarse efectivamente se perderán durante la cooperación entre los equipos [13]. Por esto, es importante tener en cuenta los riesgos que están relacionados específicamente con las dimensiones del modelo de colaboración 3C; modelo que define la colaboración como la unión de: la Comunicación, la Cooperación y la Coordinación; aspectos que son determinantes para lograr una colaboración óptima entre los equipos DGS [14]. En adelante nos referiremos a estos 3 aspectos como las 3C.

Asimismo, a través de una revisión sistemática de la literatura (RSL) no se evidencian mecanismos que apoyen la toma de decisiones mediante el uso de herramientas que ayuden a medir los riesgos referentes a las 3C en equipos DGS, además, los mecanismos existentes para poder monitorear y/o controlar los riesgos en contextos DGS son los mismos que se utilizan en contextos tradicionales [11]. A partir de un análisis del estado del arte realizado en el desarrollo de este proyecto, se han encontrado varios trabajos relacionados en los que se identifican riesgos en proyectos DGS, por ejemplo: “Prácticas de comunicación esenciales para XP² en un equipo global de desarrollo de software” [4]. En este artículo se realizó un estudio de caso para entender cómo un equipo distribuido, utilizando la metodología XP, logra superar los riesgos u obstáculos que se generan en proyectos asociados a equipos de desarrollo global de software. Propuestas de modelos o metodologías para gestionar proyectos DGS como: “Gestión de Riesgos en la Planificación Global de Procesos de Desarrollo de Software” [15], donde se propone un modelo de simulación estocástica para realizar un análisis de los datos de un proyecto e identificar posibles factores de riesgo que pudieran afectar la productividad del equipo y, estudios que proponen algunas métricas o medidas como: “Métricas y Medidas en DGS” [16], donde se propone una guía de cuáles podrían ser algunas posibles métricas para problemas relacionados con DGS, pero no se definen formalmente, solo se propone una guía y “Medición de la distancia global: un estudio

² Metodología de Programación Extrema del nombre original en inglés EXTREME PROGRAMMING

de los factores de distancia y las intervenciones” [17], donde se define una métrica para medir la distancia entre los equipos de desarrollo, la cual tiene en cuenta tres factores que son: la distancia cultural, la distancia temporal y la distancia geográfica, entre otros artículos encontrados. Sin embargo, con el análisis de los trabajos relacionados se evidencian muy pocos estudios donde se planteen guías de cómo se podría monitorear o controlar los riesgos relacionados con las 3C en los equipos DGS, esto basándose en mecanismos que ayuden a (valorar) cuantificar el impacto de los riesgos. Por esta razón, se hace importante clasificar los riesgos de una manera menos ambigua y más objetiva, que permita un mayor grado de comprensión de estos y poder así definir y aplicar herramientas de medición con las que se logre observar la medida del impacto de dichos riesgos y, además, que se puedan generar algunos indicadores que apoyen la toma de decisiones en los equipos de desarrollo global de software.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el desarrollo global de software es importante gestionar adecuadamente los riesgos asociados a las 3C en los equipos globalmente distribuidos, en este sentido, es pertinente preguntarnos: **¿De qué manera se pueden clasificar los riesgos de la comunicación, coordinación y cooperación (3C) que se presentan en el contexto DGS y, además, valorar el impacto de estos riesgos en equipos de desarrollo global de software para apoyar la toma de decisiones y así evitar o mitigar dichos riesgos?** La respuesta a esta pregunta no es fácil; cabe resaltar que en la literatura se puede evidenciar que existen algunas iniciativas relacionadas con análisis de propuestas de métricas y la identificación de riesgos que afectan los procesos de comunicación, cooperación y coordinación en equipos DGS, pero no se evidencia la definición de una caracterización homogénea de los riesgos, es decir que no genere cierta ambigüedad y subjetividad, ni se evidencio la propuesta formal de métricas relacionadas a estos riesgos, que permitan a su vez generar medidas e indicadores que alimenten y permitan apoyar la toma de decisiones durante el desarrollo de los proyectos de desarrollo global de software

Por lo tanto, es necesario contar con elementos que permitan cuantificar el efecto que tienen los riesgos relacionados con las 3C en equipos de desarrollo global de software. Así como también ofrecer una solución que apoye y facilite el proceso de valoración del riesgo [18], con el objetivo de poder crear estrategias para mitigarlos o contenerlos si estos llegan a ocurrir, dado que un riesgo no siempre se debe ver como una amenaza, también se puede ver como una oportunidad de mejora dentro de las empresas que les permite generar valor agregado.

En este sentido, es importante en primer lugar clasificar y analizar los riesgos con el fin de tratar su ambigüedad y subjetividad, para luego proponer una solución que plantee un conjunto de métricas útiles y razonables que puedan medir el impacto de dichos riesgos y mediante las que se pueda orientar a los responsables de los equipos de desarrollo global de software, sobre cómo interpretar y tomar decisiones basándose en medidas e indicadores obtenidos. Además, sería un gran aporte en el área de la ingeniería de software, ya que a través de la definición de las métricas

para riesgos relacionados con las dimensiones del modelo de colaboración 3C, se podrá medir y generar indicadores que ayuden a analizar, evaluar y tomar decisiones que apoyen el proceso de colaboración en las diferentes etapas del ciclo de vida del desarrollo de software, por parte de los equipos DGS, que también se podrían extender a contextos de desarrollo de software no distribuidos geográficamente.

Finalmente, con la solución propuesta el conjunto de métricas y el conjunto de riesgos se espera impactar en la industria del software nacional y local a través del diseño de un mecanismo que permitirá tener claros los riesgos asociados a la comunicación, cooperación y coordinación. Éstos Aspectos son fundamentales en los equipos de desarrollo global de software. Asimismo, este un conjunto de métricas facilitará la medición e interpretación de los riesgos por medio de la aplicación de un conjunto de métricas que permitan conocer el estado de los equipos frente a los riesgos relacionados a las 3C. De esta manera, la industria de desarrollo de software actual, podrá gestionar de manera adecuada los riesgos relacionados con las prácticas de desarrollo de software global, crear planes de mitigación y contingencia, toma de decisiones, solución de las ambigüedades relacionadas con la definición y clasificación de riesgos, entre otros.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Definir un conjunto de métricas para la medición y evaluación de riesgos relacionados con la Comunicación, Cooperación y Coordinación en equipos de Desarrollo Global de Software con el cual se facilite la toma de decisiones, prevención o mitigación de los riesgos mencionados en dicho contexto.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir una clasificación de los elementos o riesgos potenciales a nivel de la Comunicación, Cooperación y Coordinación, en equipos DGS, que permita organizarlos de acuerdo a sus características.
- Definir un conjunto de métricas a partir de los elementos identificados en el OE1.
- Evaluar el conjunto de métricas propuesto a través de su aplicación en un grupo focal (focus group).
- Desarrollar un prototipo de una aplicación web que permita realizar análisis gráfico de las mediciones obtenidas a través del conjunto de métricas propuesto en el OE2.

1.2.3 Estrategia de la investigación

Para realizar la ejecución de este trabajo, se utilizó el método Investigación Acción con múltiples ciclos de forma lineal [19] y grupo focal como métodos de investigación [20], [21]. Teniendo en cuenta las fases y actividades planteadas por la metodología Investigación Acción, para el desarrollo de esta propuesta se llevaron a cabo seis ciclos de investigación. A continuación, se describen los ciclos y las actividades

realizadas de manera secuencial e incremental para el desarrollo de este proyecto de investigación.

- **Ciclo 1. Análisis conceptual.** En esta fase se llevó a cabo la revisión del estado del arte actual relacionado con los riesgos en equipos DGS, en escenarios donde se evidencia que los riesgos tienen un gran impacto. Asimismo, se realizó la identificación y el análisis de los riesgos que se han encontrado en esta clase de equipos, soluciones existentes y elementos sensibles que se deben tener en cuenta para la definición de la solución.
 - **Actividad 1.1. Revisión de la literatura existente.** Se realizó una investigación detallada de los diferentes estudios relacionados con los riesgos en equipo de desarrollo global de software y entornos en los que estos podrían presentarse.
 - **Actividad 1.2. Estudio de la literatura.** Se identificaron y seleccionaron los diferentes riesgos y sus impactos en los equipos de desarrollo global de software, algunas soluciones propuestas y las brechas existentes para la solución del impacto que generan los riesgos en esta clase de equipos.
 - **Actividad 1.3. Síntesis de la literatura seleccionada.** Para la síntesis de la literatura, se analizaron los diferentes estudios que involucran la gestión de riesgos en equipos de desarrollo global de software, su impacto y sus posibles soluciones. Adicionalmente se identificaron los principales elementos a tener en cuenta para definir las métricas correspondientes.
- **Ciclo 2. Selección de riesgos.**
 - **Actividad 2.1. Análisis de los riesgos.** Se analizan los riesgos identificados en varios artículos, con el fin de conocer su definición, grado de ambigüedad, subjetividad y alcance.
 - **Actividad 2.2. Aplicación del proceso de tratamiento de los riesgos.** Se aplica el proceso de tratamiento de los riesgos que se define en el Capítulo III obteniendo como resultado un conjunto de riesgos clasificados.
 - **Actividad 2.3. Selección del subconjunto de riesgos.** A partir del conjunto de riesgos obtenido en la actividad 2.2, se seleccionó un subconjunto de riesgos que sirvieron como base para definir las métricas.
 - **Actividad 2.4. Validación del subconjunto de riesgos.** Se presentó el subconjunto de riesgos a un experto para su validación, se obtuvieron algunas sugerencias para ajustar estos riesgos y así lograr definir métricas adecuadas.
- **Ciclo 3. Definición y propuesta de métricas.** En este ciclo se definió un conjunto de métricas que pretende medir el impacto de un subconjunto de riesgos escogido, dentro de los equipos de desarrollo de software global.

- **Actividad 3.1. Análisis de métricas existentes.** Analizar los diferentes estudios científicos que involucran métricas para la gestión y medición del impacto de los riesgos en los equipos de desarrollo.
 - **Actividad 3.2. Propuesta de las métricas.** Proponer un conjunto de métricas fáciles de interpretar y utilizar, para medir el impacto de un subconjunto de riesgos que se presentan en los equipos de desarrollo global de software, en los procesos de Comunicación, Coordinación y Cooperación.
 - **Actividad 3.3. Validación de métricas y medidas del método de evaluación.** Una vez definidas las métricas y medidas, estas se validaron con un experto en métricas de software de la facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca.
 - **Actividad 3.4. Evaluar el conjunto de métricas propuesto.** Para llevar a cabo la evaluación del conjunto de métricas propuesto se realizó un grupo focal el cual estuvo basado en los lineamientos planteados en [22].
- **Ciclo 4. Documentación y socialización.** Este ciclo se llevará a cabo de manera transversal al proyecto. En esta fase se espera llevar a cabo las siguientes actividades:
 - **Actividad 3.1.** Elaboración de la monografía y los anexos que resulten durante la realización del trabajo de grado o documento final.
 - **Actividad 3.2.** Elaboración de un artículo de investigación que describa los resultados obtenidos durante la realización y aplicación de la propuesta.
 - **Actividad 3.3.** Presentar y sustentar los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto.

1.3 Estructura del documento

A continuación, se presentan los seis capítulos que componen este trabajo de investigación, junto con una breve descripción de su contenido.

Capítulo I. Introducción. En este capítulo se presenta la problemática y la justificación que motivan la realización de este proyecto de investigación. Adicionalmente, se presentan los objetivos planteados y la estrategia utilizada para llevar a cabo el proyecto.

Capítulo II. Marco teórico y estado del arte. Este capítulo contiene las bases teóricas sobre las cuales se desarrolla el proyecto, información fundamental de los riesgos, su impacto en los equipos de desarrollo global de software y algunas soluciones propuestas por los investigadores. También se analizan investigaciones recientes que han propuesto alguna solución que pretende medir el impacto de los riesgos, se presentan los aportes de esta investigación al tema de interés.

Capítulo III. Caracterización de riesgos. En este capítulo se presentan los principales elementos y características que se deben tener en cuenta para el desarrollo de este trabajo de grado. Adicionalmente, se presenta una caracterización de los riesgos que afectan a los equipos de desarrollo global de software y algunas descripciones y definiciones de esos riesgos, permitiendo de esta manera conocerlos y abordarlos adecuadamente.

Capítulo IV. Conjunto de métricas. En este capítulo se propone un conjunto de métricas asociado a un subconjunto de riesgos que fueron seleccionados de los riesgos que resultaron en el capítulo III y que pretenden ayudar a medir el impacto que tiene dichos riesgos en los equipos de desarrollo global de software. Para realizar la definición de las métricas se siguió el modelo GQM.

Capítulo V. Evaluación de la propuesta. En este capítulo se presenta la evaluación del proceso a través de un grupo focal. Inicialmente, se realiza una descripción a alto nivel de la técnica utilizada y cada una de sus actividades relacionadas. También se presentan los objetivos, comentarios de los participantes y las propuestas de mejora que surgen del ejercicio. Finalmente, se realiza el análisis de los resultados obtenidos durante el grupo focal.

Capítulo VI. Aplicación web para medir el impacto de los riesgos. En este capítulo se presenta un prototipo web cuyo objetivo es poder tener de forma gráfica el impacto de los riesgos al aplicar la métrica correspondiente a cada uno de ellos.

Capítulo VII. Conclusiones y lecciones aprendidas. Describe las conclusiones obtenidas a partir del trabajo de investigación, las lecciones aprendidas y las posibles vías de investigación futuras. Además, se presenta el resumen de cómo se cumplieron los objetivos de investigación y los aportes investigativos del proyecto en el área de la ingeniería de software.

De manera complementaria, como resultado de este trabajo se presentarán los siguientes artefactos: (i) monografía del trabajo de grado, (ii) anexos, (iii) artículo técnico y (iv) un disco compacto con todos los artefactos mencionados anteriormente en formato digital.

2 Capítulo II. Marco teórico y estado del arte

Este capítulo presenta el estado del arte actual en el área de las métricas para medir riesgos asociados a la Comunicación, Coordinación y Cooperación en equipos de desarrollo global de software a través de la descripción y el estudio de las propuestas existentes. Además, se presenta el análisis y estudio de una revisión de la literatura que busca conocer las propuestas, iniciativas y trabajos relacionados con el área de las métricas en equipos DGS. El objetivo para seguir con el desarrollo de la revisión de la literatura fue conocer el estado actual del área e identificar los aspectos que no se han trabajado y que pueden servir como líneas de investigación futura. Los trabajos relacionados encontrados se clasifican y analizan teniendo en cuenta los mecanismos o herramientas propuestos que intentan dar una solución al reto de medir riesgos en equipos DGS.

2.1 Marco teórico

Para empezar a desarrollar este capítulo vemos necesario empezar por la definición de métrica y riesgo, que son, en esencia, la base de este trabajo de investigación.

2.1.1 Teoría del riesgo

2.1.1.1 Riesgo

Según la norma ISO 31000, el riesgo se define como el efecto de la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos [23].

2.1.1.2 Gestión del riesgo

Todas las actividades de una organización implican un riesgo. Las organizaciones deben realizar una gestión de riesgos en donde identifican y analizan los riesgos para luego evaluar si dicho riesgo debe ser abordado y tratado por algún plan o mecanismo tratamiento del riesgo, a fin de satisfacer y reducir sus criterios de riesgo [23].

2.1.1.2.1 Proceso de gestión del riesgo

El proceso de la gestión del riesgo implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las actividades de comunicación y consulta, establecimiento del contexto y evaluación, tratamiento, seguimiento, revisión, registro e informe del riesgo [23], como se ilustra en la **Figura 1**.

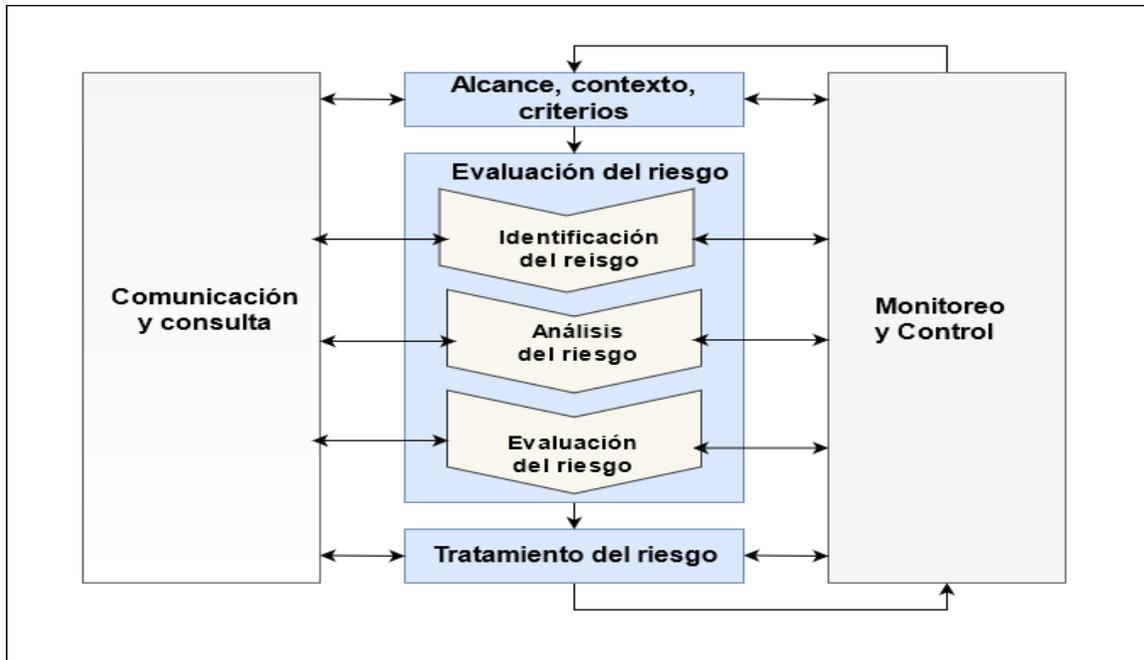


Figura 1. Proceso Gestión del Riesgo: Adaptado ISO 31000

Para este trabajo de investigación es de vital importancia la actividad de valoración del riesgo, que hace parte del proceso de evaluación del riesgo. La valoración del riesgo sirve para apoyar la toma de decisiones, esta implica comparar los resultados del análisis del riesgo con los criterios del riesgo establecidos para determinar cuándo se requiere una acción adicional que puede conducir a una decisión como: no hacer nada más, considerar opciones para el tratamiento del riesgo, realizar un análisis adicional para comprender mejor el riesgo, mantener los controles existentes o reconsiderar los objetivos [23].

Las decisiones deberían tener en cuenta un contexto más amplio y las consecuencia reales y percibidas por las partes interesadas (externas e internas) [23].

Los resultados de la valoración del riesgo se deberían registrar, comunicar y luego validar a los niveles apropiados de la organización [23].

2.1.2 Métrica

Las métricas de software se pueden definir como: la aplicación continua de técnicas basadas en mediciones al proceso de desarrollo de software y su producto para suministrar información de gestión significativa y oportuna, buscando la mejora de software y proceso [24]. Otra definición dice que la métrica de software es un factor valioso para la administración y el control de muchas actividades relacionadas con el software, por ejemplo: costo, esfuerzo y cronograma de estimación, productividad, confiabilidad y medidas de calidad [11].

Para el desarrollo de este proyecto se decide utilizar la definición que propone la Ontología de la Medición del Software, donde una métrica se define como una forma

de medir y una escala, definidas para realizar mediciones de uno o varios atributos [25]. Este concepto se abarca a mayor detalle en capítulos posteriores.

2.1.3 Desarrollo global de software (DGS)

Actualmente, las tendencias en DGS evidencian que el tamaño y la complejidad de los productos software a desarrollar continuarán creciendo, lo que dificulta que las empresas desarrollen todas las funcionalidades requeridas por sí solas [26]. Por lo tanto, los productos se desarrollan cada vez más de forma distribuida a nivel mundial y en colaboración con subcontratistas, proveedores externos y desarrolladores internos [26]. Esto implica una serie de riesgos a los que se exponen los equipos DGS debido a varios factores que se abordarán más adelante.

Una definición concisa y adecuada para DGS sería: “*desarrollo de software que utiliza equipos de múltiples locaciones geográficas, donde dichos equipos pueden ser parte de la misma organización o equipos de diferentes organizaciones involucradas por colaboración o subcontratación*” [27].

2.1.4 Beneficios de DGS

2.1.4.1 Beneficios conocidos

El auge del DGS en las empresas hoy en día es debido a los múltiples beneficios que este contexto ofrece a continuación se destacan algunos de los beneficios que se han podido encontrar en la literatura revisada (ver **Tabla 1**):

Beneficio	Descripción	Ref.
Reducción de costos	Gracias al despliegue de canales intercontinentales de comunicación de alta velocidad que facilitan la transferencia instantánea de los productos software que se desarrollan a la par entre los diferentes equipos de trabajo.	[8]
Acceso a fuerza de trabajo mejor capacitada	DGS ofrece un importante beneficio a las empresas, el cual consiste en aprovechar grandes grupos de mano de obra calificada mediante la coordinación a distancia de equipos. Así se tiene la oportunidad de ampliar las actividades de desarrollo de software para incluir trabajadores calificados, donde sea que se encuentren.	[8]
Reducción de tiempo de mercadeo	Este beneficio se da gracias al enfoque “ <i>follow-the-sun</i> ”, que consiste en maximizar la productividad al aumentar el número de horas durante las 24 horas del día en las que los equipos desarrollan software, lo cual reduce los tiempos de desarrollo. Esto se logra gracias a que al final de la jornada un equipo entrega su trabajo para que otro equipo ubicado en otra zona horaria lo continúe y así ayudar a las empresas a reducir el tiempo de comercialización de un producto.	[8]
Proximidad al mercado y al cliente	Las empresas que establecen nuevas sedes en los países donde se encuentran sus clientes, a través de DGS permite que el software que se desarrolla sea más cercano a lo que en realidad los clientes quieren, además permite que la empresa conozca más sobre el mercado local, esto con el fin de expandirse a otros mercados.	[8]

Tabla 1. Beneficios Conocidos de DGS.

2.1.4.2 Otros beneficios

En la literatura también se pueden encontrar algunos beneficios que no son tan conocidos o mencionados, pero que son tan importantes como los mencionados anteriormente. En [8] los llaman beneficios desconocidos, estos son aplicables a nivel de la organización (igual que los beneficios conocidos). También se ven

afectados aspectos como la coordinación y colaboración dentro y entre los equipos de software DGS [8], así como las tareas y procesos básicos del desarrollo de software (ver **Tabla 2**).

Categoría	Beneficio	Descripción	Ref.
BENEFICIOS ORGANIZACIONALES	Innovación y mejores prácticas de compartición	Dada la colaboración de los miembros del equipo que provienen de diferentes orígenes nacionales y organizacionales, se puede aprovechar para incrementar la innovación y mejores prácticas compartidas.	[8]
	Asignación mejorada de Recursos	Beneficio adicional de acceso a grandes grupos de trabajo con múltiples habilidades, puesto que se pueden reasignar los recursos redundantes de más alto costo a otras actividades. Dichas reasignaciones pueden servir para evitar que los empleados más experimentados o mejor capacitados se queden aislados del resto de empleados y no haya un intercambio de conocimiento, por el contrario, se busca crear tareas que fomenten la ampliación de habilidades y trabajo en equipo efectivo.	[8]
BENEFICIOS DE EQUIPO	Mejora de la modularización de tareas	Debido a la naturaleza de DGS que obliga a los equipos a dividir su trabajo a través del contenido de características en módulos independientes bien definidos, lo anterior permite tomar decisiones sobre cada componente en forma aislada. La división horizontal de tareas de trabajo da como resultado que cada sitio tenga la responsabilidad de cada ciclo de vida completo de funciones/módulos particulares, además, disminuyen las interdependencias y por lo tanto, los costos de coordinación.	[8]
	Reducción de Costo de coordinación	Dado que la distancia temporal puede afectar de manera negativa varios procesos en DGS, para el caso de los equipos, también puede verse como un beneficio, ya que en términos de coordinación los costos se reducen cuando los miembros del equipo no trabajan al mismo tiempo. Los costos de coordinación se reducen ya que no depende de una coordinación directa, es decir cuando dos personas no trabajan al mismo tiempo en una misma tarea o actividad.	[8]
	Aumento de la autonomía del equipo	La distribución organizacional y geográfica de las unidades de desarrollo de software implica un cierto grado de autonomía para cada unidad, ésta autonomía permite mantener las diferentes culturas de trabajo de cada equipo.	[8]
BENEFICIOS PROCESOS/TAREAS	Registro formal de comunicación	Dado que la comunicación asincrónica se basa en el uso de herramientas tecnológicas como el correo electrónico, entre otros. Generalmente a través de estas herramientas se deja un historial de comunicación escrita, que proporciona mayor trazabilidad y rendición de cuentas, además, permite el aporte de diversos interesados, independientemente de su ubicación geográfica.	[8]
	Documentación mejorada	Los equipos distribuidos tienen un mayor enfoque en la documentación para ayudar a su comunicación. La información se documenta y distribuye de forma electrónica en lugar de discutirse cara a cara, lo que permite la transmisión del conocimiento específico del proyecto en entornos distribuidos.	[8]

	Procesos claramente definidos	Las definiciones de proceso se compilan más cuidadosamente en configuraciones distribuidas. Se observó que, si los miembros del equipo estaban ubicados conjuntamente, muchos de los procesos probablemente no se formalizarían.	[8]
--	-------------------------------	--	-----

Tabla 2. Beneficios desconocidos de DGS. Riesgos en DGS.

Algunas definiciones de riesgo serían:

- Un riesgo en general se puede definir como: *“la posibilidad de que algo adverso ocurra”* [15].
- Otra definición más específica sería: *“el riesgo es la probabilidad de sufrir pérdidas al perseguir los objetivos debido a factores que son impredecibles o que no se pueden detectar”* [27].
- Los riesgos son las consecuencias de sufrir pérdidas en el futuro [27].
- En [28] se define el riesgo como: *“una incertidumbre que afecta uno o más objetivos”*.

En este sentido, implementar proyectos DGS tiene varios inconvenientes, y es importante notar que los problemas escalan a un alcance más amplio en comparación con el desarrollo de software co-ubicado³, lo cual se debe principalmente a las complejidades que conlleva el desarrollo de software en este contexto [27]. A continuación, se mencionan los principales procesos y dimensiones que se ven afectados por los riesgos.

2.1.4.3 Procesos afectados en DGS

Para hablar de los procesos afectados por DGS, primero se debe hablar del modelo que en este estudio enmarca dichos procesos el modelo 3c en el cual se hace referencia a que estos 3 procesos están dentro de la colaboración.

Colaboración: se define en [14] como: “La interacción entre comunicación, coordinación y cooperación”, dicha interacción se da como una operación conjunta en un espacio de trabajo compartido.

Comunicación: Uno de los aspectos fundamentales en el desarrollo de las diferentes actividades humanas es la comunicación. La comunicación se refiere al intercambio de información entre el emisor y el receptor para un propósito particular; para el contexto del desarrollo de software se puede decir que la comunicación es el proceso de transmisión de conocimiento entre los miembros del equipo [29].

³ Co-ubicado es una traducción literal de la palabra del inglés *“co-located”* y se refiere a la situación que se da cuando todos los miembros del equipo de un proyecto se encuentran trabajando en el mismo lugar, preferiblemente en una oficina dedicada al proyecto, junto con el Gerente de Proyecto.

En DGS, la comunicación es la clave del éxito, esto debido a que es considerado un factor importante entre los miembros durante todo el proceso de desarrollo de software. Asimismo, es importante resaltar que la comunicación requiere una interacción adecuada para comprender la estructura del software, resolver los problemas, observar el progreso, crear la coordinación del equipo, la negociación entre el cliente y el proveedor, la organización del desarrollo de software, y aspectos como: la coordinación, control y cooperación dependen directamente de la comunicación [29].

La comunicación se puede clasificar en 2 tipos:

- **Comunicación Formal:** la comunicación formal es la que se presenta a través de la cadena de mando, donde se debe cumplir con ciertas tareas como: presentar documentos específicos, solicitudes de gestión de cambios, planes de reuniones y programaciones de pruebas [30]. Es decir, este tipo de comunicación no es espontánea, sino que ya está estipulada dentro de la planeación de los proyectos.
- **Comunicación Informal:** se refiere a una respuesta repentina en caso de cualquier problema y, por lo tanto, no se planifican de antemano. Los miembros del equipo no son notificados formalmente. La comunicación informal incluye en general: comunicación cara a cara, reuniones de pausa, reunión inesperada con miembros del equipo, chat no planificado, entre otras, sin embargo, la comunicación cara a cara ocurre con poca frecuencia en equipos DGS [31].

La comunicación informal entre los miembros del equipo generalmente ocurre en un desarrollo de software co-ubicado y ayuda a crear un fuerte vínculo entre ellos. En DGS, la comunicación es comparativamente más desafiante que el desarrollo de software co-ubicado, esto, debido a las distancias geográficas, temporales y socioculturales [29].

Coordinación: la coordinación se define como la contribución de diferentes personas que trabajan juntas en una tarea para un objetivo específico. En el desarrollo de software la coordinación se refiere al esfuerzo conjunto de varias personas que trabajan juntas en un proyecto, comparten la misma idea de lo que están desarrollando y comparten información. La coordinación hace a los miembros del equipo interdependientes entre sí. Si los miembros del equipo están trabajando en el mismo proyecto, pero en direcciones diferentes, entonces carecen de coordinación. En DGS, la coordinación es el proceso clave para alcanzar éxito en el desarrollo de un proyecto de software a distancia [29].

Cooperación: se refiere a la operación conjunta en el espacio de trabajo compartido [14]. La cooperación es la operación conjunta de los miembros del grupo en un espacio compartido, que busca ejecutar tareas y generar y manipular objetos de cooperación. Para que la cooperación sea un éxito se requiere llevar a cabo rondas de comunicación, generando un ciclo que indique la naturaleza iterativa de la

colaboración, además en entornos DGS se requiere mayor cooperación para que los equipos de desarrollo puedan editar y debatir artefactos compartidos [13].

2.1.4.4 Distancias que afectan los procesos en DGS

Como se muestra en **Figura 2**, la distancia (temporal, sociocultural o geográfica) tiene un impacto negativo en los procesos antes mencionados. La distancia incrementa en gran medida los problemas de coordinación y cooperación. A medida que aumentan las distancias, se intensifica el impacto negativo en la comunicación, lo que a su vez afecta indirectamente la efectividad de los procesos de coordinación y cooperación [27].

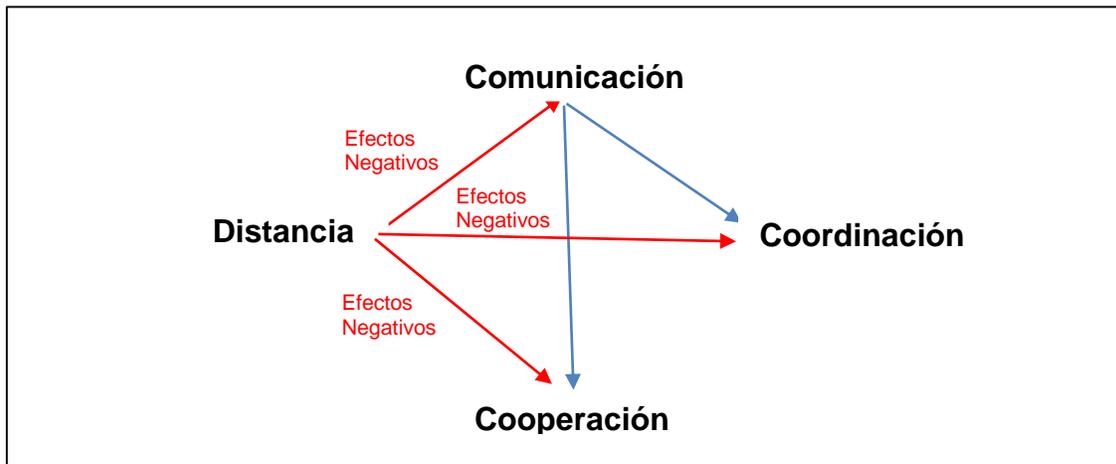


Figura 2. Impacto distancias: Adaptado de [27].

- **Distancia Geográfica:** se puede definir como la distancia espacial entre dos entidades (organizaciones, personas, ciudades, entre otros) o también puede verse como el esfuerzo requerido para que un miembro del equipo pueda visitar a otro [32]. Existen variables que permiten determinar dicho esfuerzo como, por ejemplo: el costo y los tiempos invertidos. También hay diferentes factores que pueden hacer que esta distancia sea mayor o menor, por ejemplo: el tipo de transporte, el tiempo necesario para viajar de un lugar a otro y la necesidad de tener una visa u otro permiso, la imposibilidad de hacer reuniones cara a cara frecuentemente y la dificultad para establecer relaciones interpersonales [27]. Teniendo en cuenta la asimetría de la distancia geográfica [15] y las limitaciones de los elementos, herramientas de trabajo y comunicación, podemos decir que: si la distancia geográfica es baja, esta impactará positivamente sobre el trabajo en equipo mutuo y comunicación informal no planificada, se puede hablar de una relación inversamente proporcional [29].
- **Distancia Sociocultural:** es una medida para conocer qué tanto un miembro del equipo comprende los valores y prácticas normativas de otro miembro del equipo [33]. La distancia socio-cultural implica: cultura nacional, antecedentes organizacionales y políticas y principios morales. La distancia

sociocultural está estrechamente relacionada con la distancia geográfica, puesto que así, la distancia geográfica que exista entre los miembros sea pequeña también causa una distancia sociocultural, incluso las personas que residen en el mismo país pueden tener diferencias culturales. Lo mismo sucede con los miembros de los equipos en los países grandes, estos pueden tener baja distancia cultural, inclusive si están ampliamente separados geográficamente, pero, aun así, hay una distancia sociocultural que afecta a los miembros del equipo [29], en pocas palabras, ambas distancias son directamente proporcionales.

- **Distancia Temporal:** es la medida de la diferencia de tiempo experimentada por dos actores que desean comunicarse. La distancia temporal ocurre cuando las horas de trabajo no se superponen entre dos ubicaciones. También cabe resaltar que esta distancia aumenta entre dos ubicaciones en la medida en que las horas de superposición disminuyen [32].

2.1.4.5 Otras distancias encontradas en la literatura

- **Distancia Organizacional:** el DGS necesita una estrecha sincronización de los procesos de desarrollo de los equipos participantes. Un gran problema se produce cuando los miembros de los equipos de DGS no comprenden suficientemente los procesos comunes. Los métodos de desarrollo utilizados en DGS pueden variar y plantear problemas durante las diferentes fases de desarrollo y, además, podrían provocar un impacto en la calidad de los resultados obtenidos [15].
- **Distancia Tecnológica:** las diferentes plataformas tecnológicas utilizadas por los miembros de DGS puede inducir grandes problemas, especialmente durante la fase de pruebas. Por ejemplo, el código probado y validado en un servidor puede generar resultados diferentes mientras se prueba en otros servidores. Además, la diferencia de la base de datos utilizada para las pruebas también puede generar problemas o no permitir la reproducción de errores obtenidos en diferentes sitios [15].
- **Distancia Conocimiento:** la falta de conocimiento sobre la solución puede causar una mala especificación de los requisitos del sistema y, por lo tanto, un mal diseño de la solución. La especificación incompleta, insuficiente o poco clara de los requisitos puede ser considerada por un miembro del equipo que esté ubicado en otro lugar, como una causa que puede crear algunos problemas graves y que, a nivel local, podría ser un problema fácil de resolver. Este no sería un inconveniente fácil de resolver en equipos DGS [15].

2.1.5 Importancia de la gestión de riesgos en DGS

Expertos tanto académicos como de la industria expresan que el DGS es difícil de realizar y es propenso a fallas. Además, se vuelve más desafiante el desarrollo de software en el contexto DGS, ya que requiere esfuerzo adicional en términos de

gestión de proyectos, por lo tanto, afecta el proceso de gestión de riesgos. DGS agrava los riesgos existentes e introduce nuevos riesgos que son exclusivos de esta configuración. Como resultado, el trabajo en entornos DGS es más problemático que en los entornos centralizados; en este sentido, la gestión efectiva del riesgo nunca se puede depreciar [27].

En el contexto DGS la gestión del riesgo se convierte en una actividad importante, puesto que es difícil implementar, ejecutar y controlar proyectos en entornos DGS debido a factores no técnicos relacionados con aspectos: sociales, culturales, de comportamiento y políticos. Además, se debe tener en cuenta que tener equipos distantes, usar tecnologías de colaboración y desarrollar soluciones específicas para proyectos distribuidos, también agrega más factores de riesgo a los proyectos [34].

2.2 Mediciones y métricas en DGS

Las mediciones y métricas ofrecen mecanismos útiles para controlar y administrar un proyecto durante el desarrollo de un producto, específicamente, las mediciones y métricas se enfatizan en las actividades para el desarrollo global de productos software [26].

Debido que las métricas de software pueden componerse de varios elementos de datos de medición individualmente o combinados, las mediciones y las métricas se han relacionado estrechamente con las herramientas de desarrollo utilizadas durante la producción. El desarrollo de software a nivel mundial genera nuevos desafíos y dificultades con relación a las mediciones. Por ejemplo, la recopilación de datos de mediciones puede ser problemática puesto que existen diferentes herramientas de desarrollo y además versiones de cada una de ellas; las prácticas de trabajo pueden variar según los interesados del proyecto; o la confiabilidad de los datos recopilados puede ser diferente a causa de las diferencias culturales, especialmente en evaluaciones subjetivas [26].

2.2.1 Indicadores, métricas y medidas

El estándar Internacional ISO/IEC 15939 identifica las actividades y tareas que son necesarias para identificar, definir, seleccionar, aplicar y mejorar la medición con éxito dentro de un proyecto general o una estructura de medición organizacional. Además, este estándar identifica un proceso que admite la definición de un conjunto adecuado de medidas que abordan necesidades de información específicas.

ISO/IEC 15939 define *indicador* como: “*medida que proporciona una estimación o evaluación de los atributos especificados derivados de un modelo con respecto a las necesidades de información definidas*” [35].

En [36] se pueden encontrar los términos, conceptos y relaciones que ayudan y soportan este trabajo. A continuación, en la se encuentra el glosario de conceptos de la Ontología que se utilizan en este trabajo.

Término	Definición	Ejemplo
Atributo	Una propiedad medible, física o abstracta, que comparten todas las entidades de una categoría de entidad	Tamaño de código fuente
Forma de medir	Conjunto de operaciones cuyo objetivo es determinar el valor de una medida.	
Métrica	Una forma de medir y una escala, definidas para realizar mediciones de uno o varios atributos.	La métrica "líneas de código puede ser" definida para realizar mediciones del "tamaño" de un "módulo en C"
Indicador	Una métrica cuya forma de medir es un modelo de análisis. Esta se deriva de otras medidas	CDP (Costos del Proyecto)
Medición	La acción que permite obtener el valor de una medida para un atributo de una entidad, usando una forma de medir	Acción consistente en usar la forma de medir "contar el número de líneas de código" para obtener el resultado de la medición del atributo "tamaño" de la entidad "módulo nominas".
Medida	Resultado de una medición	35000 líneas de código, 200 páginas, 50 clases
Necesidad de la información	Información necesaria para gestionar un proyecto (sus objetivos, hitos, riesgos y problemas)	Determinar si los recursos del proyecto son adecuados para satisfacer sus objetivos
Concepto medible	Relación abstracta entre atributos y necesidades de información	Ratio de productividad de un equipo de desarrollo frente a un grado de productividad objetivo
Modelo de calidad	Un marco conceptual que especifica una serie de conceptos medibles y sus relaciones, para una determinada categoría de entidad	Modelo de calidad para productos software de ISO 9126
Unidad de medición	Una cantidad particular, definida y adoptada por convención, con la que poder comparar otras cantidades de la misma clase para expresar sus magnitudes respecto a esa cantidad en particular.	Líneas de código, Personas-Mes
Escala	Un conjunto de valores con propiedades definidas.	el tamaño de un código software expresado en líneas de código: Conjunto de los números naturales (Ratio)
Tipo de escala	Indica la naturaleza de la relación entre los valores de la escala	Nominal, Ordinal, Intervalo, Ratio y Absoluta.
Medida base	Una medida de un atributo que no depende de ninguna otra medida, y cuya forma de medir es un método de medición	LCF (Líneas de Código Fuente Escritas), HPD (Horas-Programador Diarias)
Medida derivada	Una medida que es derivada de otra medida base o derivada, utilizando una <i>función de cálculo</i> como <i>forma de medir</i> .	HPT (horas-programador totales, que es la sumatoria de las HPD de cada día), LCFH (líneas de código fuente por hora de programador).

Tabla 3. Ontología de la medición del Software

2.2.2 Metodologías y estándares de medición

Para poder aplicar planes de mejora a los procesos de una organización, se debe partir de una base cuantitativa que permita determinar de manera objetiva los puntos fuertes o débiles de los procesos. Las métricas son la base necesaria para poder crear y ejecutar un proceso de evaluación y definición de estrategias de mejora para

los procesos que se llevan a cabo dentro de los equipos de desarrollo de global software [25].

La medición es un aspecto que se tiene en cuenta en modelos de evaluación como ISO/IEC 15504, donde se define un proceso para la medición. También, como soporte al proceso de medición, existen diversos métodos como GQM⁴ (Goal Question Metric) y algunos estándares como el ISO 15939. Los anteriores estándares y marcos de trabajo proporcionan el soporte y la referencia necesaria para poder sustentar el proceso de medición de manera efectiva, teniendo como base el principio relacionado con que la medición es un proceso que debe ejecutarse con base en una serie de objetivos [25].

2.2.2.1 Measure Model Life Cycle (MMLC)

Este modelo consta de varias fases que se tienen en cuenta para la definición de las métricas, como: identificación de los objetivos e hipótesis de trabajo, hasta la aplicación de las medidas (para nuestro caso será la validación de dichas métricas con expertos en el tema).

Las etapas del MMLC que tenidas en cuenta en este trabajo son:

1. Identificación de la métrica, que es donde se definen los objetivos y las hipótesis de medición.
2. Etapa de creación, que es donde se define la métrica y se valida de forma teórica. En este trabajo se utilizaron métricas propias y métricas de otros trabajos realizados.
3. Etapa de validación empírica, que para este trabajo se realizará a través de un grupo focal conformado por expertos.

A continuación, se definen de forma más detallada las etapas que se llevan a cabo para obtener el conjunto de métricas:

Identificación: en esta etapa se definen los objetivos de cada métrica y se plantean también las hipótesis de la manera en que se va a llevar a cabo la medición. En esta etapa obtenemos también los requisitos que debe cumplir cada métrica. Con los objetivos se pretende definir qué es lo que se quiere conseguir con la ejecución de las métricas propuestas. Los objetivos son la razón de la creación de cada métrica.

Creación: en esta etapa se lleva a cabo el proceso de definición; este se realiza teniendo en cuenta las características de los equipos que se desea medir, y la experiencia de los miembros del equipo. Es importante que se definan objetivos claros para entender y buscar exactamente lo que se quiere medir. En este trabajo

⁴ Paradigma Objetivo, Pregunta, Métrica del nombre original en inglés, Goal Question Metric (GQM).

se utilizó GQM, con el fin de poder definir claramente los objetivos, preguntas y métricas precisas.

Validación teórica: el enfoque teórico de la validación de las métricas requiere que se aclare qué atributos del software se están midiendo y cómo hacer para medir estos atributos. *“Una métrica debe medir lo que pretende medir”* [37]. Además, esta validación permite obtener información relacionada con escalas de medidas, y determinar así las operaciones matemáticas que se pueden aplicar para luego analizar los valores que se obtienen de las medidas.

Validación empírica: el objetivo de esta etapa es probar la utilidad práctica de las medidas propuestas. El saber general, la intuición o la especulación, no son fuentes fiables de conocimiento [38]. Para este trabajo de investigación, esta fase no se llevó a cabo.

Aplicación: en esta etapa se utiliza la medida en un entorno real. Se pretende de esta manera obtener medidas que permitan identificar posibles fallas, oportunidades de mejora y también replicar con los otros equipos lo que se está haciendo bien. Para este trabajo de investigación, esta fase no se llevó a cabo.

2.2.2.2 ISO/IEC 15939

Esta norma internacional define un proceso de medición aplicable a las disciplinas de ingeniería y gestión de sistemas y software. El proceso se describe a través de un modelo que define las actividades del proceso de medición que se requieren para especificar adecuadamente qué información de medición se requiere, cómo se deben aplicar las medidas y los resultados del análisis, y cómo determinar si los resultados del análisis son válidos. El proceso de medición es flexible y adaptable a las necesidades de diferentes usuarios.

2.2.2.3 Goal Question Metric (GQM)

El método GQM fue originalmente definido por Basili y Weiss [39] y luego extendido por Rombach [40]. El principio básico del método GQM es que la medición debe ser realizada siempre orientada hacia un objetivo. GQM define un objetivo, refina este objetivo en preguntas y define métricas que intentan dar información para responder a estas preguntas [25].

El paradigma Goal/Question/Metric, es un mecanismo para definir y evaluar un conjunto de objetivos operacionales, usando mediciones. Representa un enfoque sistemático para los objetivos de integración con modelos de procesos de software, productos y perspectivas de calidad, en función de las necesidades específicas del proyecto y la organización [39].

Los objetivos se definen de una manera operacional y tratable refinándolos en un conjunto cuantificable que se utiliza para extraer la información apropiada de los modelos. Las preguntas y modelos definen un conjunto específico de métricas y datos y proveen un marco de trabajo para su interpretación [39].

Más concretamente, el paradigma GQM dice que cualquier métrica se puede definir mediante un esquema descendente. Al aplicar GQM se obtiene un modelo de tres niveles: i) el nivel conceptual, que es donde los objetivos son definidos (goal), ii) el nivel operacional, que es donde las preguntas son definidas (question), iii) y el nivel cuantitativo, que es donde las métricas son definidas (metric). Así, se puede definir el objetivo a través de la definición de unas preguntas que después serán redefinidas mediante unas métricas. En la **Figura 3** se puede observar el funcionamiento del paradigma GQM [25].

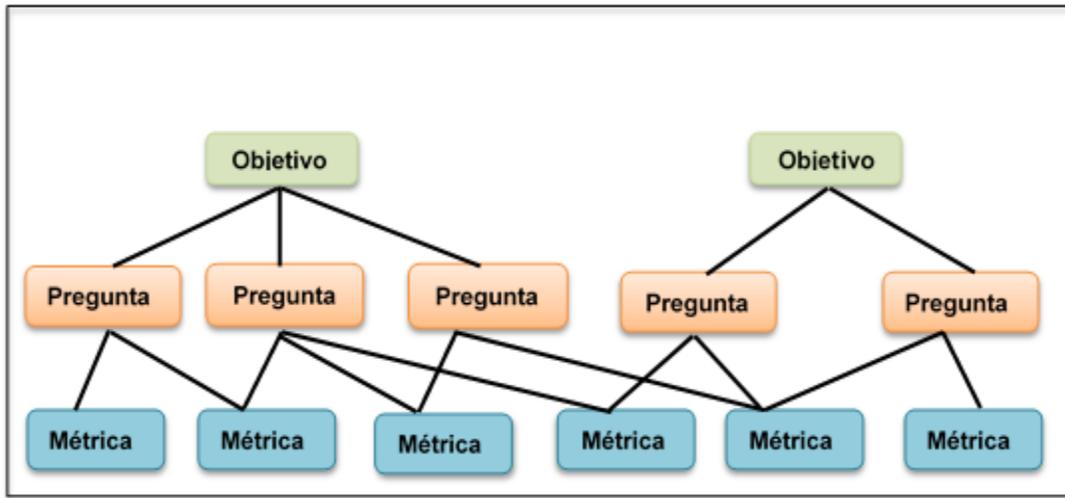


Figura 3. Modelo GQM.

Al usar este paradigma se da soporte a la definición de las métricas teniendo en cuenta el objetivo; esto no quiere decir que el uso de GQM dé como resultado unas métricas acertadas, debido a que para ello se deben validar teórica y empíricamente [25]. Por lo tanto, es de suma importancia que la definición de las métricas se realice de manera formal para evitar ambigüedades. Para iniciar, los objetivos, las hipótesis planteadas y los riesgos seleccionados nos conducen a la identificación de las métricas, tal como lo ilustra la **Figura 4**.

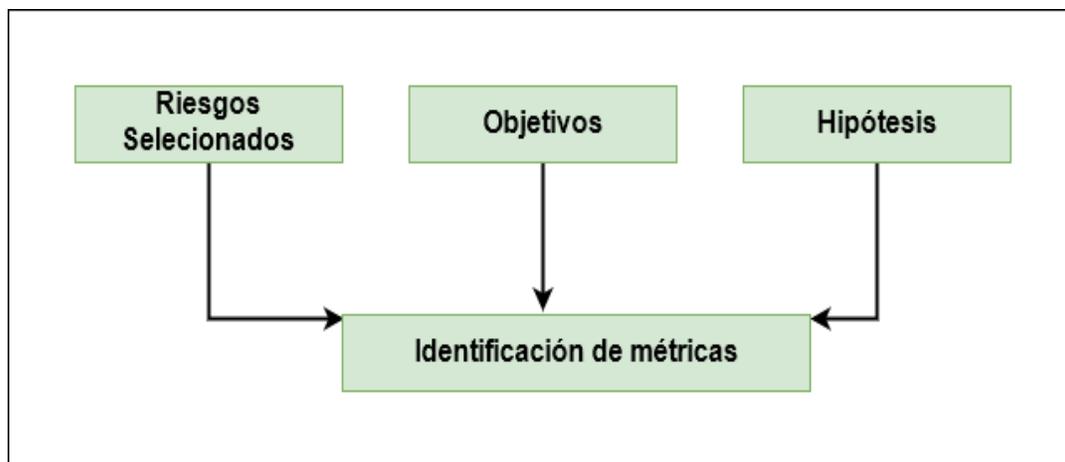


Figura 4. Primer paso para la definición de métricas a partir de riesgos.

2.3 Proyectos de DGS

En este tipo de proyectos se asignan tareas que podrían basarse en su distribución teniendo en cuenta el producto (o módulos) o considerando el proceso (por ejemplo, “*follow-the-sun*”, como se menciona en **1.1 Problemática y justificación**). La asignación de tareas puede estar basada en módulos, lo que significa que el trabajo se divide en módulos de productos relacionados con al menos un producto de trabajo. Sin embargo, la asignación de tareas también puede basarse en procesos, lo que significa que el trabajo se dividirá en procesos de DGS que pertenecen a un elemento de trabajo [41].

2.4 Equipos de DGS

Un equipo de desarrollo de software se define como un equipo cuyo objetivo es lograr la implementación de un proyecto de software [42]. Además, la globalización ha llevado a la evolución de los equipos de desarrollo de software y ha creado varios tipos de equipos con características similares. Entre estos tipos se encuentran los equipos de DGS (Desarrollo Global de Software), equipos geográficamente distribuidos, que utilizan canales de comunicación virtuales como el correo electrónico y cuya actividad se centra en el desarrollo de software. Estos equipos se pueden considerar como una especificación de los equipos virtuales y se ven aún más motivados por las relaciones entre los clientes de organizaciones de desarrollo de software y los desarrolladores [42]. En otras palabras, se refiere a un conjunto de miembros de un equipo que trabajan en un sitio en particular con una ubicación y zona horaria que podrían ser diferentes.

En la literatura se pueden encontrar varios términos que se usan para referirse a los equipos de desarrollo de software en el contexto DGS como, por ejemplo: equipos virtuales, equipos co-ubicados y equipos de DGS.

2.5 Revisión de los estudios realizados

En esta sección se muestra el proceso de búsqueda y análisis de los estudios que se utilizaron para la creación del estado del arte actual a través de una revisión de la literatura.

Para realizar esta búsqueda se siguieron los lineamientos planteados en [43]. Algunos elementos de la revisión de la literatura se resumen a continuación y están relacionados con: enfoque de la pregunta, pregunta de investigación y planeación de la búsqueda de los estudios realizados.

2.5.1 Enfoque de la pregunta

La búsqueda e investigación de la literatura tiene como principal objetivo encontrar las propuestas, soluciones y trabajos relacionados con los riesgos asociados a la comunicación, coordinación y cooperación en equipos de desarrollo global de software.

2.5.2 Pregunta de investigación

La búsqueda y análisis realizado a los artículos de investigación para este trabajo, surge debido a la necesidad de buscar una respuesta a la siguiente pregunta de investigación: **¿De qué manera se pueden clasificar los riesgos de la comunicación, coordinación y cooperación (3C) que se presentan en el contexto DGS y, además, valorar el impacto de estos riesgos en equipos de desarrollo global de software para apoyar la toma de decisiones y así evitar o mitigar dichos riesgos?**

2.5.3 Planeación de la búsqueda de los estudios realizados

La búsqueda de los estudios realizados se llevó a cabo mediante la selección de estudios primarios sometidos a juicio de los expertos. El criterio de selección de las fuentes de búsqueda está basado sobre las fuentes que están relacionadas con el tema de la revisión sistemática y que además se encuentren disponibles y puedan ser accedidos por motores de búsqueda en línea. De la misma manera, el listado de fuentes está apoyado bajo la recomendación y experiencia de expertos, quienes listan las fuentes sobre las que se realizó dicha revisión.

A continuación, en la **Tabla 4** se muestra un resumen de los principales términos y palabras clave utilizados para resolver la pregunta planteada en la búsqueda de los estudios.

No.	Palabra clave	Sinónimos en inglés
1	Riesgo	Risk, danger, gamble
2	Modelo	Standard, models, pattern
3	Tecnología de la información	Information technology, IT
4	Gestión	Management
5	Información	Information
7	Amenaza	Threat
8	Evaluación de riesgos	Risk evaluation
9	Comunicación	Communication
10	Coordinación	Coordination
11	Cooperación	Cooperation

Tabla 4. Palabras clave y sinónimos.

2.5.4 Cadena de búsqueda

Con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación, se diseñó una cadena de búsqueda basada en las recomendaciones definidas en [43] y usando palabras clave relevantes para la investigación. Al realizar combinaciones de las palabras clave con el uso de los conectores lógicos “AND” y “OR” se pudo obtener la cadena de búsqueda expuesta en la **Tabla 4**, que fue posteriormente usada en los buscadores de artículos científicos que se mencionan más adelante.

No.	Cadena de búsqueda básica
1	(Risk management team OR Risk factors OR Risk Global software development) AND (Cooperation OR Communication OR Coordination)

Tabla 5. Cadena de búsqueda básica.

La cadena de búsqueda de la **Tabla 5**, se aplicó en primera instancia en el buscador de artículos científicos “Springer”, luego se hizo una adaptación de la misma para poder aplicarla en los buscadores que se listan a continuación.

2.5.5 Recursos literarios

La cadena de búsqueda mostrada en la **Tabla 5** fue utilizada en las siguientes fuentes de búsqueda:

- Science@Direct.
- IEEE Digital Library.
- Springer.
- Scopus.
- Literatura gris.

Literatura Gris: también llamada no convencional, semi-publicada, invisible, menor o informal, se puede definir como cualquier tipo de documento que no se difunde por los canales ordinarios de publicación comercial, por lo tanto, puede causar problemas de acceso. Algunas características de la llamada literatura gris son: i) en el caso de documentos impresos, son de producción limitada y tienen publicaciones de pocos ejemplares; ii) no siguen necesariamente normas de las ediciones tradicionales como los libros y las revistas; iii) el contenido está dirigido a lectores especializados; y iv) no se ajusta a las normas de control bibliográfico [44].

2.5.6 Proceso de selección de los estudios

El proceso de selección de los estudios candidatos se llevó a cabo teniendo en cuenta la relevancia de los artículos basados en su título, resumen y conclusiones. Para la selección de los estudios más relevantes se usaron los criterios de inclusión (CI) y exclusión (CE) definidos a continuación:

2.5.6.1 Criterios de inclusión y exclusión

CI1: El artículo se encuentra en un contexto del desarrollo global de software y/o hace referencia a riesgos que afectan la comunicación, coordinación y cooperación en los equipos de desarrollo global de software (DGS).

CI2: El artículo propone una solución o estrategia enfocada a la medición y/o identificación de los riesgos asociados a la comunicación, coordinación y cooperación en equipos de DGS.

CE1: El artículo no debe haber sido publicado antes del año 2006, ya que se busca obtener información actualizada del contexto.

2.5.7 Resultados de la Revisión de la Literatura

A continuación, se presentan los hallazgos evidenciados a partir de la revisión sistemática llevada a cabo con el fin de analizar el estado actual de la literatura en el campo de los riesgos relacionados con la comunicación, coordinación y cooperación en equipos DGS. Para ello, se analizó si los trabajos relacionados han propuesto modelos, métricas, metodologías, entre otros mecanismos que midan los riesgos en equipos DGS y que ayuden a la toma de decisiones.

En total, se identificaron quince (15) estudios relacionados con los riesgos asociados a la cooperación, coordinación y cooperación en equipos DGS. A continuación, en la **Tabla 6** se presenta la clasificación de los artículos primarios organizados por año, cantidad de publicaciones y referencia.

Año de publicación	Conteo	Referencia
2016	4	[45], [17], [46], [45]
2015	1	[47]
2013	2	[48], [49]
2012	1	[11]
2011	2	[9], [34]
2010	1	[50], [51]
2009	2	[10]
2008	1	[52]
2006	1	[4]

Tabla 6. Clasificación por cantidad de publicaciones anuales.



Figura 5. Cantidad de artículos publicados por año.

2.5.7.1 Análisis de la gráfica

En la **Figura 5** se realiza un conteo de publicaciones por año, donde se puede evidenciar que, aunque hace varios años se viene tocando el tema del DGS, es en el último año donde se ha suscitado un interés por realizar trabajos relacionados

con los mecanismos que ayuden a la gestión de riesgos en equipos de desarrollo global de software. Por otra parte, el año 2017 por ser el año en curso a la realización de esta revisión puede omitir algunos estudios relacionados que aún no hayan sido indexados.

La **Tabla 7** muestra la clasificación de estudios relacionados según la herramienta propuesta para intentar medir los riesgos asociados a la comunicación, coordinación y cooperación en equipos DGS.

Categorías según su propuesta		Conteo
C1	Estudios que identifican o categorizan factores de riesgo	3
C2	Estudios que proponen métricas	4
C3	Estudios que proponen modelos, metodologías u otras herramientas	8

Tabla 7. Categorización de estudios por solución propuesta.

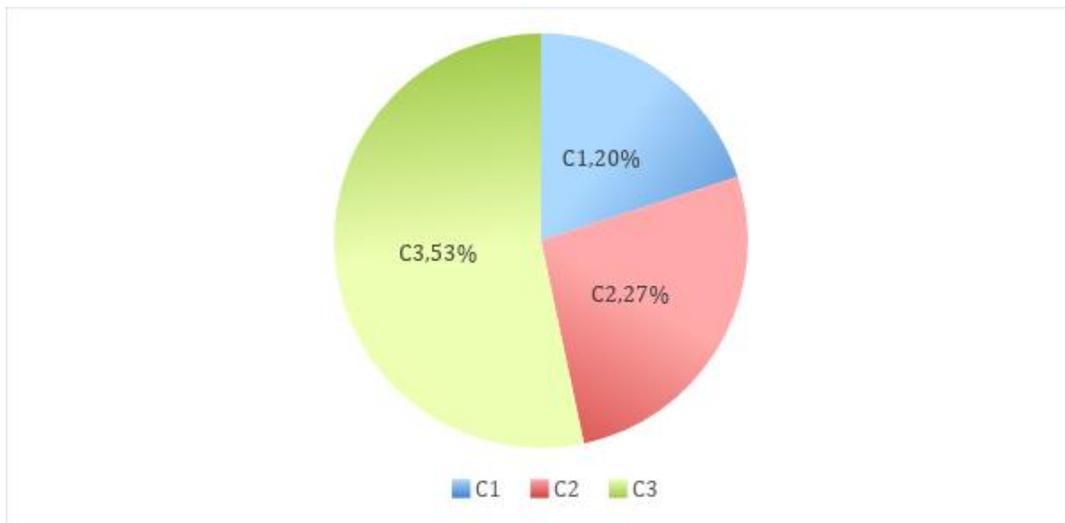


Figura 6. Clasificación de los artículos por solución propuesta.

2.5.7.2 Categorización de artículos según el modelo de referencia implementado en cada estudio:

Como se puede observar en la **Figura 8** el 59% de los estudios proponen características, modelos, metodologías u otras herramientas, seguido con un 25% que proponen métricas relacionadas con los riesgos en equipos DGS, y, por último, estudios que categorizan o identifican los riesgos para estos equipos con un 19%.

A continuación, se presenta un resumen de cada uno de los artículos relacionados con este proyecto. Los artículos son organizados según la categorización de estudios por solución propuesta presentado en la **Tabla 7**.

2.6 C1: Estudios relacionados que categorizan o identifican factores de riesgo

2.6.1 Test strategies in distributed software development environments

En [48], Mathrani y Mathran proponen el estudio de las estrategias de pruebas realizadas por un proveedor líder de soluciones de software para profesionales de la atención primaria de salud en Australia. El proveedor participa en actividades de desarrollo de software distribuidos con equipos virtuales repartidos en Nueva Zelanda, Australia y la India. Se encontraron 2 aspectos relevantes en este estudio: (i) el estudio revela el alto nivel de las políticas y procedimientos de gestión empleadas por las organizaciones para gestionar sus estrategias de prueba en entornos distribuidos globalmente, (ii) los ciclos de vida de desarrollo de software para incluir la mitigación de riesgos y permitir versiones incrementales de líneas de productos, mediante la sincronización de tareas en equipos distribuidos ha ilustrado un ambiente vivo. Se puede concluir de este estudio que, aunque se desarrolla con un enfoque distribuido en cuanto a la conformación del equipo de desarrollo y se mencionan estrategias que deberían utilizar los equipos distribuidos para minimizar los riesgos en el desarrollo del proyecto, hace falta una definición de métricas que ayuden a respaldar la implementación de dichas estrategias.

2.6.2 Essential communication practices for Extreme Programming in a global software development team

En [4], L. Layman et al. presentan un estudio de caso para entender cómo un equipo distribuido, utilizando la metodología XP, logra superar los riesgos u obstáculos que se generan en proyectos asociados a equipos de desarrollo distribuidos. Para entender mejor cómo se hizo, recopilamos datos cuantitativos y cualitativos utilizando el Marco de Evaluación XP (XP-EF), se analizaron los artefactos del equipo del proyecto, también se llevaron a cabo entrevistas con los clientes y el personal asociado al proyecto. En el estudio se resalta uno de los aspectos más relevantes cuando se habla de trabajar en equipos para desarrollar software, entre ellos: la comunicación, la cual puede convertirse en un factor de riesgo crítico en cualquier tipo de proyecto y más aún los desarrollados por equipos distribuidos. Aunque se mencionan ciertas recomendaciones para que la comunicación sea un éxito, no se proponen métricas que sirvan para medir el estado en que se encuentran los equipos en cuanto a este factor.

2.6.3 Awareness Support in Global Software Development: A Systematic Review Based on the 3C Collaboration Model Conference

En [49], I. Steinmacher et al. realizaron una revisión sistemática de los estudios realizados sobre el soporte awareness⁵ en el contexto DGS, posteriormente se clasifican dentro de las 3 dimensiones del modelo 3C las cuales son: (i) Comunicación, (ii) Coordinación y (iii) Cooperación. Como resultado de la investigación se pudo identificar que existe gran cantidad de estudios relacionados con el soporte awareness en GSD, esto debido a que en este contexto es necesario un alto grado de colaboración para lograr un objetivo en común. Aunque en este estudio se identificó una gran cantidad de herramientas utilizadas en el entorno GSD, no se hace una revisión sobre estudios relacionados con métricas o medidas en el contexto GSD que sirvan para conocer el estado de las 3 dimensiones del modelo 3C en un proyecto.

2.7 C2: Estudios relacionados que proponen Metodologías, Modelos u otras herramientas

2.7.1 Challenges of project management in global software development: A client-vendor analysis

En [45], M. Niazi et al. realizaron un estudio con el fin de proporcionar a los profesionales de software, clientes y vendedores, un conjunto completo de desafíos que los apoyarán en su gestión de proyectos globales. El estudio sigue un enfoque basado en dos fases: (i) identificar los desafíos a través de una revisión sistemática de la literatura (RSL) y (ii) los desafíos identificados son validados mediante una encuesta basada en cuestionario. El estudio revela que los principales retos en la gestión de proyectos de software global son: falta de comprensión cultural en los equipos y falta de comunicación. El objetivo final de la investigación es desarrollar un marco global inicial de preparación para la gestión de proyectos (GLOB) para ayudar a las organizaciones de desarrollo de software a medir y mejorar su preparación para la gestión de proyectos antes de iniciar actividades globales. Los autores concluyen que las organizaciones de DGS deben tratar de abordar los desafíos identificados al manejar sus actividades globales de desarrollo de software para aumentar la probabilidad de éxito del proyecto.

2.7.2 A process for managing risk in Distributed teams

En [9], J. S. Persson y L. Mathiassen proponen un proceso para la gestión del riesgo en equipos distribuidos, el cual es compatible con CMMI, y así ayudar a que los administradores puedan planificar actividades de manejo de riesgos e invocarlas

⁵ Awareness en el entorno colaborativo se puede definir como: “Una comprensión de las actividades de los demás que proporcionan un contexto para las actividades propias” [49].

durante todo el ciclo de vida del proyecto. Se realizó una clasificación de los riesgos en una taxonomía de dos niveles. En primer lugar, se identificaron ocho áreas de riesgo [10]: (i) Distribución de tareas, (ii) Gestión del conocimiento, (iii) Distribución geográfica, (iv) Estructura de colaboración, (v) Distribución cultural, (vi) Relaciones con las partes interesadas, (vii) Infraestructura de comunicación, y (viii) Configuración de la tecnología. Después se identificaron los factores de riesgo específicos para caracterizar cada área de riesgo. También se proponen 4 técnicas de resolución de problemas para equipos distribuidos: (i) técnicas de planificación, (ii) técnicas de control, (iii) técnicas de integración social y (iv) técnicas de integración técnica. Por último, se identificó un conjunto de técnicas para cada tipo de riesgo, y cómo se deben aplicar estas técnicas.

2.7.3 Managing risks in distributed software projects: An integrative framework

En [10], J. S. Persson et al. proponen un marco donde se integrará el conocimiento existente sobre la gestión de riesgos en Proyectos de Software Distribuidos Geográficamente (GSDP), el marco fue el resultado de varios pasos previamente llevados a cabo en este estudio. En las conclusiones de este artículo se menciona que en el grupo focal que se llevó a cabo para evaluar en la práctica el marco propuesto, pudo haber algunos cambios en cuanto a la interpretación de los textos explicativos puesto que las personas que se incluyeron en la evaluación fueron de origen danés, español y finlandés debido a su diversidad cultural. Se puede decir que la propuesta de un marco integrativo hecha en este artículo, es muy interesante para el contexto de desarrollo distribuido de software, ya que se resaltan factores de riesgo propios de los equipos distribuidos donde se establecen valores cualitativos para los factores de riesgo que posteriormente se transformarían en valores cuantitativos. Hace falta algún mecanismo formal de medición para dichos factores de riesgo.

2.7.4 Risk Management in Global Software Development Process Planning

En [34], S. Betz et al. proponen una metodología para integrar la gestión del riesgo en la planificación de un proceso global de desarrollo de software. Al integrar los factores de riesgo en el proceso se pretende facilitar y mejorar la planificación del proceso de desarrollo global de software. Para ello se utilizó una lista de factores de riesgo para los procesos globales de desarrollo de software la cual fue desarrollada en un proyecto anterior. Se describen detalladamente cuatro pasos de la metodología y se explica cómo una herramienta debe ayudar a la aplicación de esos pasos. Como una limitante en este estudio sus autores identificaron la evaluación de las probabilidades y el impacto que tendría la aplicación de esta metodología.

2.7.5 Risk Assessment on Distributed Software Projects

En [50], A. M. Lima propone un modelo de simulación estocástica para realizar un análisis de los datos de un proyecto e identificar posibles factores de riesgo que pudieran afectar la productividad del equipo, como también la capacidad de

cumplimiento de los objetivos. El modelo pretende proporcionar un enfoque cuantitativo que sirva como apoyo para el proceso de evaluación de riesgos en proyectos de software distribuidos. El modelo propuesto se aplicó para evaluar los factores más relevantes en el desarrollo global de software, específicamente aspectos como: (i) la comunicación entre sitios y (ii) conocimiento del dominio. De este estudio se puede concluir que se mencionan algunos aspectos de la evolución de riesgos en proyectos distribuidos de software y de los equipos distribuidos. No se evidencia el planteamiento de la definición de ningún valor cualitativo referente a medir riesgos en equipo distribuidos.

2.7.6 A Flexible Management Approach for Globally Distributed Software Projects

En [46], V. Yadav indica que uno de los mayores retos para la industria de TI es el desarrollo y administración de proyectos software distribuidos a nivel mundial. Para lo anterior, los autores proponen un enfoque de gestión flexible que ofrece la flexibilidad de los enfoques ágiles junto con el rigor de los enfoques tradicionales para trabajar en proyectos de software global distribuido y se hace énfasis, por parte de los investigadores y los profesionales, en que éste se debe adoptar a nivel teórico y práctico. Además, debido a que la dimensión de la distribución de los equipos aumenta enormemente la complejidad de la gestión de proyectos en entornos de trabajo globalizados y a los riesgos inherentes al desarrollo distribuido. En general, la mayoría de los estudios encontrados sugieren la necesidad de utilizar la flexibilidad junto con el rigor para hacer frente a los desafíos de la distribución. También se anticipa que los métodos ágiles dirigidos por la práctica son una posible respuesta a la crisis del DGS porque alientan la flexibilidad, la comunicación, la innovación y el trabajo en equipo.

2.7.7 Challenges of project management in global software development: A client-vendor analysis

En [45],v M. Niazi et al. realizaron un estudio con el fin de proporcionar a los profesionales de software, clientes y vendedores, un conjunto completo de desafíos que los apoyarán en su gestión de proyectos globales. El estudio sigue un enfoque basado en dos fases: (i) identificar los desafíos a través de una revisión sistemática de la literatura (RSL) y (ii) los desafíos identificados son validados mediante una encuesta basada en cuestionario. El estudio revela que los principales retos en la gestión de proyectos de software global son: falta de comprensión cultural en los equipos y falta de comunicación. El objetivo final de la investigación es desarrollar un marco global inicial de preparación para la gestión de proyectos (GLOB) para ayudar a las organizaciones de desarrollo de software a medir y mejorar su preparación para la gestión de proyectos antes de iniciar actividades globales. Los autores concluyen que las organizaciones de DGS deben tratar de abordar los desafíos identificados al manejar sus actividades globales de desarrollo de software para aumentar la probabilidad de éxito del proyecto.

2.7.8 Towards effective project management across multiple projects with distributed performing centers

En [52], R. M. Lotlikar et al. proponen un marco para gestionar eficazmente el proyecto de un cliente, a través de múltiples proyectos con centros distribuidos. Esto con el fin de intentar limitar los costos mientras se optimizan los costos globales del proyecto. Dicho marco se denominó Marco de Gestión de Proyectos Globales (GPMF), para ello se utilizó como herramienta el Estándar para la Gestión de Proyectos (SPM). También se mencionan algunas métricas referentes a una unidad de trabajo denominada Work Request (WR), cuyo objetivo es medir tamaño de la unidad, productividad y costo entre otras. No se habla de métricas para la gestión de riesgos en equipos distribuidos de desarrollo de software.

2.8 C3: Estudios relacionados que proponen métricas

2.8.1 Proposal of Risk Management Metrics for Multiple Project Software Development

En [47], M. Wanderley et al. proponen el uso de dos métricas para la gestión de riesgos de software: (i) Pure Risk Point (PRP) y (ii) Exponential Risk Point (ERP), ambos basados en una métrica llamada Risk Point. Risk Point es una herramienta de soporte para la gestión de proyectos múltiples con énfasis en factores de riesgo. Los autores presentan y discuten la métrica identificando algunos puntos de ajuste. También se muestra una aplicación de métricas en un entorno de proyectos múltiples de desarrollo de software con el objetivo de analizar su aplicabilidad y utilidad como herramienta de soporte para tomar decisiones y monitorear los riesgos durante el ciclo de vida del proyecto. Se concluye que PRP es más eficiente a la hora de evaluar los riesgos presentes en el proyecto. ERP acentúa las ocurrencias de riesgos según su clasificación, los riesgos altos y muy altos tienen pesos más altos.

2.8.2 Software Engineering Approaches for Offshore and Outsourced Development

En [51], P. Björndal presenta los resultados de algunas entrevistas cualitativas y cuestionarios dirigidas a gerentes de proyectos dentro de una compañía, estos resultados pretenden servir de apoyo a los gerentes de proyectos y líderes en la planificación y ejecución de proyectos para realizar la identificación, medición y gestión activa de los riesgos relacionados con DGS de una manera eficaz. También se desarrolló un conjunto de métricas DGS a través de GQM para identificar medidas claves para los proyectos DGS y su gestión. Los datos recolectados se clasificaron en las siguientes categorías derivadas de las métricas DGS: (i) zona horaria, (ii) equipo, (iii) confianza, (iv) comunicación e (v) innovación.

2.8.3 Measuring global distance: A survey of distance factors and interventions

En [17], J. Noll y S. Beecham presentan los resultados obtenidos a través de una encuesta en la que se evaluó el impacto que tiene varios factores, por ejemplo: (i) geográfica, (ii) temporal y (iii) cultural, que permiten reducir la distancia global en proyectos de desarrollo de software. Estos resultados se utilizaron para la creación de una métrica de distancia global llamada “Dglobal” cuyo objetivo es cuantificar el impacto de la distancia en la Comunicación y Colaboración. Una limitante identificada por los autores es la calibración de la métrica, debido a que no permite establecer cuándo una medida de distancia es mayor que otra.

2.8.4 Metrics and Measurements in Global Software Development

En [11], M. Tihinen et al. presentan un estudio donde se describe un conjunto de métricas esenciales utilizadas en el contexto Desarrollo Global de Software (DGS). Las métricas propuestas se eligieron teniendo en cuenta su capacidad de generar alertas tempranas a problemas potenciales en el proyecto. En este estudio se muestran métricas y medidas referentes a las diferentes fases de desarrollo del proyecto, también se mencionan algunas propuestas de cuáles serían las métricas relacionadas específicamente a 8 problemas identificados en compañías que aplican el desarrollo global de software. Aunque no se llega a definir formalmente dichas métricas, lo establecido en este estudio es de suma utilidad e importancia para la solución que se pretende proponer.

2.9 Aportes

A partir de los antecedentes y análisis de los trabajos encontrados, se puede observar que ya existen algunas propuestas que intentan apoyar la gestión del riesgo en equipos de desarrollo global de software a través de modelos, metodologías y procesos, entre otros. Sin embargo, se evidencia poco desarrollo formal de métricas para cuantificar el efecto de los factores de riesgo relacionados con la Comunicación, Coordinación y Cooperación que apoyen la gestión de los equipos de desarrollo global de software; además, gracias a los buenos profesionales que egresan de las universidades de nuestra región y al bajo costo de vida en algunas ciudades del país, varias empresas están optando por contratar personal o abrir nuevos centros de desarrollo de software en nuestra región.

Teniendo en cuenta lo anterior, con el desarrollo de este trabajo se pueden identificar los siguientes aportes:

- Se brindará un aporte en la industria de la ingeniería de software, puesto que a través de la definición de las métricas para riesgos relacionados con las dimensiones del modelo de colaboración 3C, se podrá medir y generar indicadores que ayuden a analizar, evaluar y tomar decisiones que apoyen el proceso de colaboración en las diferentes etapas del ciclo de vida del desarrollo de software, por parte de los equipos DGS, que también se podrían

extender a contextos de desarrollo de software no distribuidos geográficamente.

- Contribuye a la ciencia con la definición de un conjunto de métricas que permita apoyar la gestión del riesgo en equipos de Desarrollo Global de Software para los elementos relacionados con la Comunicación, Coordinación y Cooperación, ideal para las actuales prácticas en la industria de desarrollo de software en la región y para los intereses en el área de la ingeniería de software, porque se evidencia que las empresas de desarrollo de software están expandiéndose geográficamente hacia otros países, abriendo nuevas sedes y buscando ampliar sus perspectivas de mercado. Además, construir un prototipo web en el que se puedan observar los resultados y que pueda facilitar la interpretación de las métricas propuestas y así apoyar la gestión del riesgo en equipos de Desarrollo Global de Software.
- Llevar a cabo una caracterización o categorización de los riesgos encontrados con el fin de abordarlos de una mejor manera.
- Llevar a cabo un grupo focal que cuenta con la participación de expertos en el área de ingeniería del software para evaluar la propuesta desarrollada en este proyecto de investigación. Asimismo, el grupo focal se lleva a cabo con actores que hacen parte de la comunidad académica y actores que llevan varios años trabajando en la industria local, lo cual dará una perspectiva completa desde los dos puntos de vista que permitirá realizar una evaluación objetiva del proceso propuesto.

En el área investigativa, este proyecto realiza aportes mediante:

- Revisión de la literatura en cuanto a las métricas para la gestión del riesgo en equipos de Desarrollo Global de Software.
- Recomendaciones a la comunidad académica e industrial en la implementación de las métricas utilizadas y extensión de los resultados obtenidos.
- Se generará un aporte a la industria del software tanto a nivel nacional como local, porque se evidencia que la tendencia actual de las empresas de desarrollo de software es expandirse geográficamente abriendo nuevas sedes en otras ciudades y países, buscando así un mayor beneficio y optimización de todos los recursos, pero asumiendo grandes riesgos al seguir esta tendencia.

3 Capítulo III. Caracterización de los riesgos que afectan los 3c en equipos DGS

Este capítulo presenta la clasificación de los riesgos tenidos en cuenta para el desarrollo de este proyecto; esta clasificación es la base para el proceso de definición de las métricas que permitirán medir el impacto que tienen algunos de esos riesgos en los equipos de desarrollo de software global. Asimismo, se describe el proceso de análisis realizado a los riesgos con el fin de lograr identificar similitudes entre ellos y poder unificarlos o fusionarlos teniendo en cuenta los criterios definidos para esto; de esta manera podremos obtener un grupo de riesgos donde se ha reducido aspectos como la ambigüedad en su definición, nombre y estructura de clasificación.

Después de hacer un análisis detallado de los estudios relacionados con riesgos en DGS, fue posible también identificar que varios autores proponen las mismas categorías (coordinación, comunicación y cooperación) y subcategorías que los agrupan (distancia temporal, distancia geográfica y distancia sociocultural) como, por ejemplo: [12], [29], [32], entre otros, por lo tanto, se decidió tomar como referencia la clasificación que ya estaba definida en [12]. Sin embargo, se evidenció que no había una homogeneidad en cuanto a la cantidad y nombre de los riesgos por categoría entre las propuestas de los autores. Debido a esto, se decidió junto con los tutores, analizar y verificar la posibilidad de integrar estos riesgos.

También se encontraron riesgos que no estaban categorizados en alguna de las subcategorías antes mencionadas, además, para algunos riesgos no se encontró una descripción establecida o que no es posible definir una descripción de estos debido a que se podría prestar para malas interpretaciones (por ambigüedad en la terminología que se ha identificado) por cosas como que en un país determinado una palabra tiene un significado y en otro país la misma palabra puede significar algo diferente. Debido a lo anterior se toma la decisión de no incluir dichos riesgos dentro del proceso.

3.1 Identificación de riesgos en el desarrollo global de software

Luego de seleccionar los artículos primarios para realizar esta investigación, se procedió a obtener los riesgos que ya se habían definido en estos. Después de realizar el análisis del estado del arte, se pudo observar que algunas de los estudios proponen riesgos y adicionalmente los categorizan por proceso, los procesos propuestos son: coordinación, comunicación y cooperación. Además, solo los procesos de comunicación y coordinación se subdividen en las siguientes dimensiones: distancia geográfica, distancia temporal y distancia sociocultural [referencia], no así para el proceso de cooperación.

Por otra parte, se decidió utilizar los riesgos encontrados en los estudios analizados, ya que en estos estudios los expertos realizaron una revisión sistemática de la literatura y se observa que hallaron una gran cantidad de riesgos, los cuales servirán de insumo para realizar un proceso de integración de estos a través de un método que se propone más adelante en este capítulo. Además, se decidió utilizar la caracterización de riesgos, según las categorías propuestas en [12], en los cuales se puede evidenciar que hay una similitud en la caracterización propuesta por los autores de esos estudios, al menos en 2 (comunicación y coordinación) de las 3 categorías de interés para el desarrollo de este proyecto (comunicación, coordinación y cooperación).

A continuación, se lleva a cabo la caracterización y clasificación de los riesgos identificados en los trabajos relacionados analizados. Las categorías utilizadas para clasificar los riesgos son: Comunicación, Cooperación y Coordinación, su vez estos procesos se dividen en las siguientes dimensiones: distancia geográfica, distancia temporal y distancia sociocultural.

3.1.1 Riesgos identificados en el proceso de coordinación

En [12] se encontraron en total un número de: 15 riesgos para el proceso de coordinación distribuidos de la siguiente manera: 1 riesgo para distancia temporal, distancia geográfica 11 y distancia sociocultural 3. En [15] se encontraron 4 riesgos para el proceso de coordinación, éstos riesgos no estaban organizados en alguna de las dimensiones utilizadas (distancia geográfica, distancia temporal y distancia sociocultural). En [53] se encontraron 4 riesgos para el proceso de coordinación, también sin categorización dimensional. En [9] se encontraron 5 riesgos para el proceso de coordinación, también sin clasificación dimensional. En [54] se encontraron 5 riesgos para el proceso de coordinación, éstos también sin clasificación dimensional. Los resultados de los riesgos encontrados en estos artículos se registran en **Anexo 1: Tabla 36**, tabla en la cual se encuentra en compilado de todos los riesgos encontrados en los diferentes estudios para el proceso de coordinación.

3.1.2 Riesgos identificados en el proceso de comunicación

En [32] se encontraron en total un número de: 31 riesgos para el proceso de comunicación distribuidos de la siguiente manera: 9 riesgos para distancia temporal, distancia geográfica 11 y distancia sociocultural 11. En [12] se encontraron 16 riesgos distribuidos de la siguiente manera: 10 riesgos para distancia geográfica, 2 riesgos para distancia temporal y 4 riesgos para distancia sociocultural. En [29] se encontraron 31 riesgos distribuidos de la siguiente manera: 9 riesgo para distancia temporal, 11 para distancia geográfica 11 y distancia sociocultural 3. En [55] se encontraron 35 riesgos distribuidos de la siguiente manera: 6 riesgos para distancia temporal, 13 riesgos para distancia geográfica y 16 riesgos para distancia sociocultural. Los resultados de los riesgos encontrados en estos artículos se pueden ver con mayor detalle en **Anexos 1: Tabla 35**, tabla en la cual se encuentra

en compilado de todos los riesgos encontrados en los diferentes estudios para el proceso de comunicación.

3.1.3 Riesgos identificados en el proceso de cooperación

En [9] se identificaron 3 riesgos sin categorización dimensional, los cuales se pueden ver en **Tabla 11**, tabla en la cual se encuentra en compilado de todos los riesgos encontrados en los diferentes estudios para el proceso de cooperación.

3.1.4 Conclusión de la identificación de riesgos

Por todo lo anterior, se puede evidenciar que la comunicación es el proceso que más sufre la posibilidad de ser afectado por los riesgos a los que se exponen los equipos de desarrollo global de software, ya que de este proceso depende los otros 2 como puede observarse en **Figura 2** [27] También se evidencia a partir del trabajo llevado a cabo en la identificación de los riesgos que la cooperación es uno de los procesos menos investigados puesto que en la literatura se hallaron muy pocos riesgos asociados a este.

3.2 Proceso de tratamiento de riesgos (PTR)

La **Figura 7** resume de manera detallada el proceso que se siguió para soportar la caracterización de los riesgos identificados de las diferentes propuestas analizadas, este proceso tuvo en cuenta las actividades relacionadas con la comparación, modificación e integración de los riesgos identificados.

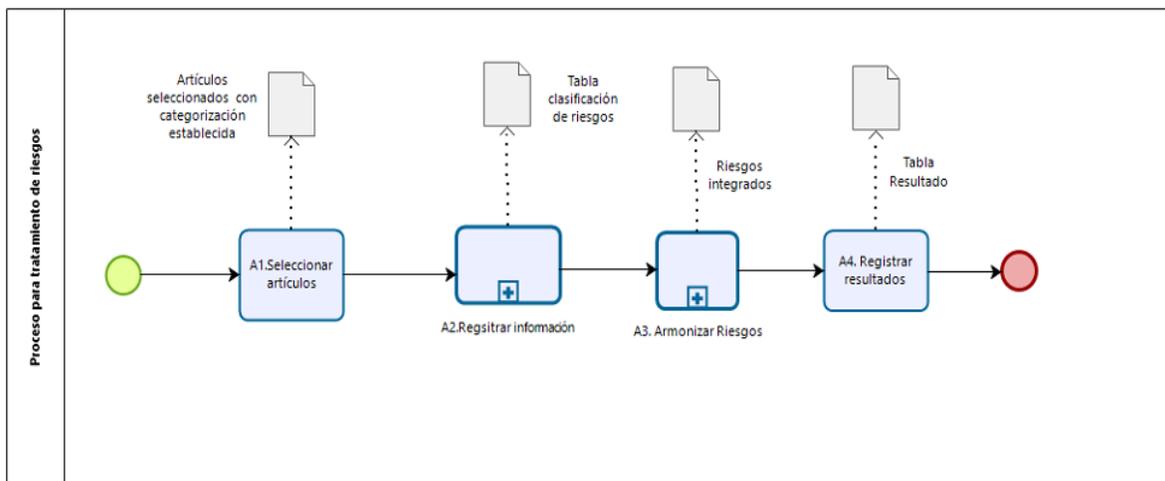


Figura 7. Diagrama de proceso para tratamiento de riesgos.

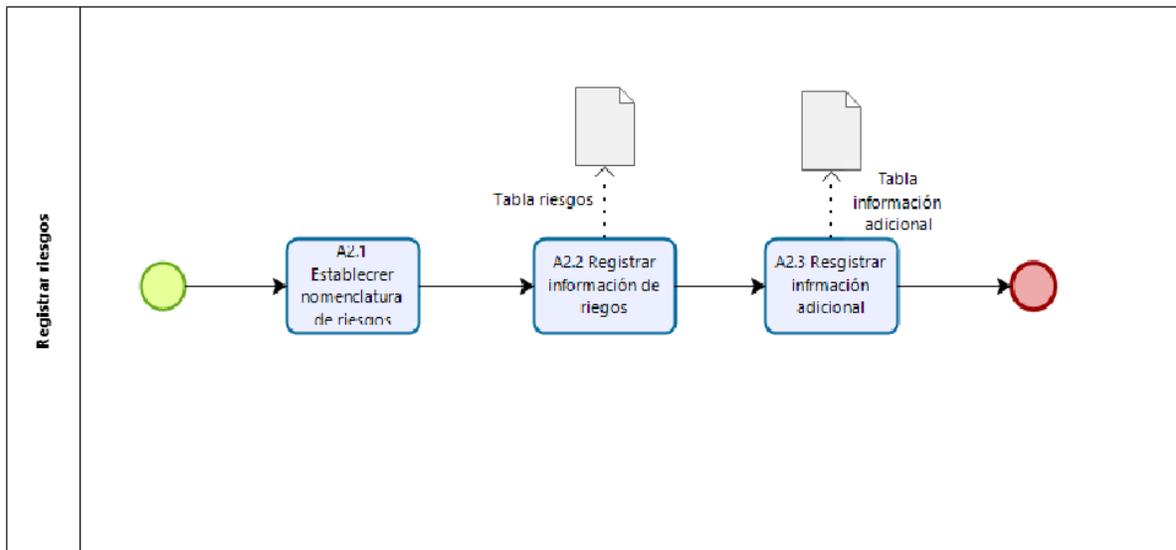


Figura 8. Subproceso registrar riesgos.

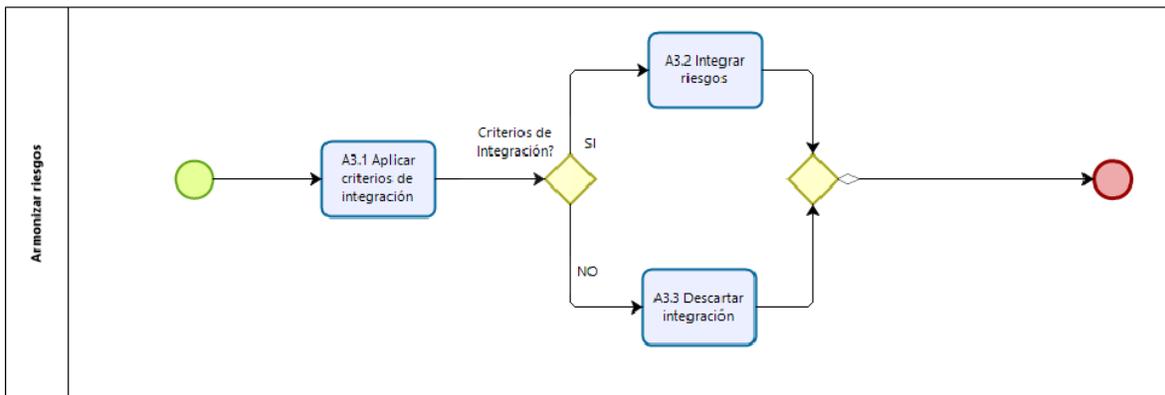


Figura 9. Subproceso Armonizar⁶ riesgos.

3.2.1 Descripción de las actividades del proceso de tratamiento de los riesgos

Para realizar la comparación, integración y posterior definición con el fin de generar riesgos más completos, representativos y relevantes en el contexto en que se enmarca este trabajo, se realizaron las siguientes actividades:

1. *A1. Seleccionar artículos:* se seleccionaron los artículos donde la clasificación de los riesgos estuviera dada por los procesos: comunicación, cooperación y coordinación y estos a su vez subdivididos en las dimensiones: distancia geográfica, distancia temporal y distancia socio cultural, puesto que esta fue la clasificación más usada que se encontró en la literatura. Como resultado de este proceso se obtuvieron 4 artículos. Para el proceso de Cooperación no se evidenció en ninguno de los estudios que existiera dicha

⁶ **Armonizar:** según la RAE, armonizar se define como poner en armonía, o hacer que no discuerden o se rechacen dos o más partes de un todo o dos o más cosas que deben concurrir al mismo fin.

subdivisión, por esta razón los riesgos seleccionados para este proceso no se encuentran divididos por distancias.

2. *A2. Registrar información en tablas:*

A2.1 También es necesario establecer una nomenclatura para identificar cada riesgo:

- Se define un código para identificar cada riesgo y así poder tener un mejor control sobre ellos; la nomenclatura se define de la siguiente manera:
 - A#: artículo y el número que se ha asignado para este.
 - CR: coordinación.
 - CP: cooperación.
 - CM: comunicación.
 - DT: distancia temporal.
 - DG: distancia geográfica.
 - DSC: distancia socio cultural.
 - R#: riesgo y el número que se ha asignado para este.

En un ejemplo se vería de la siguiente manera: **A1CRDTR01**, lo que significa que este riesgo pertenece al artículo 1, que está en la categoría Coordinación, que hace parte de la subcategoría Distancia Temporal y que es el riesgo número 01.

A2.2 Registrar riesgos: en esta actividad se crea una tabla con los datos más representativos de los riesgos para poder tener una identificación y visión más clara y amplia de cada uno de ellos y poder así conocerlos y abordarlos de una mejor manera, un ejemplo de la plantilla utilizada se presenta en la **Tabla 8**.

Nomenclatura	Riesgo	Información Adicional	Definición/Descripción	Referencia

Tabla 8. Esquema Tabla Riesgos.

Posteriormente se procede a registrar la información de los riesgos todos identificados en los artículos seleccionados en el A1.

A2.3. Se establece una tabla llamada datos adicionales (Ver **Tabla 9**) y una nomenclatura para identificar la información adicional para facilitar el proceso asociación de cada riesgo de la tabla riesgos de comunicación con la información aquí registrada.

Dado que existen criterios adicionales para realizar la comparación de los riesgos previamente identificados, se hace necesario crear una tabla para registrar los datos adicionales de estos (factores de riesgo, efectos, causas). Además, es necesario establecer una nomenclatura para identificar dichos

datos adicionales de los riesgos (Riesgos de comunicación por su gran cantidad), así:

- EFn: Efectos
- CSn: Causas
- FRn: Factor de Riesgo

Nomenclatura	Nombre	Descripción
CSR1	Visibilidad limitada de los miembros del equipo	NE
CSR2	Falta de coordinación	NE
EFR1	Miedo a expresar sentimientos	NE

Tabla 9. Esquema tabla Datos adicionales.

Se identifican y se registran en una tabla llamada *datos adicionales* los aspectos adicionales a la descripción que servirán como criterio de armonización (ver **Anexos 1: Tabla 37**). En esta tabla se registra la información adicional necesaria para realizar la comparación de los riesgos asociados a la comunicación causados por las tres distancias (Geográfica, temporal y socio-cultural).

3. A3. Armonizar riesgos:

A3.1 Aplicar criterios de aceptación: Se realiza la integración de los riesgos, adapta el método de integración definido en [56] llamado "IMethod" y se utilizan varios criterios para realizar el proceso de integración. Estos criterios son: definición, descripción, etiqueta, efectos asociados, causas asociadas y factores de riesgo.

Aquí se presenta una bifurcación en la tarea que altera el flujo del proceso, ya que dependiendo de si el riesgo cumple con los criterios de aceptación se realiza la actividad A3.2, de lo contrario el riesgo se descarta para una posible integración con otros riesgos actividad A3.3.

A3.2. Integrar los riesgos: Se procede a realizar la integración de los riesgos haciendo uso de elementos de la teoría de conjuntos tales como: Intersección, complemento y unión. El proceso de comparación se hizo uno a uno, donde dependiendo de la información con que se cuenta de cada riesgo, se buscaron diferentes similitudes: en su descripción, en sus nombres o etiquetas. También se tuvo en cuenta la información adicional de cada riesgo como: causas, efectos y factores de riesgo. Específicamente esta información se utilizó para verificar que al comparar el riesgo A con el riesgo B, el riesgo B este estaba contenido como información adicional del riesgo A, es decir, el riesgo B bien era una causa, un efecto o un factor de riesgo del riesgo A.

A3.3. Descartar riesgos: Aquí se descartan los riesgos que no evidencian el cumplimiento de los criterios de comparación para realizar la integración con otros riesgos. Por lo tanto, estos riesgos no sufren modificación alguna y se

registran en la tabla de resultado ver **Anexo 1: Tabla 38**, donde en el campo descripción se hace la aclaración antes mencionada.

4. *A5 Registrar resultados*: Se asigna un nombre al riesgo resultante del paso anterior con el nombre del riesgo más completo o más significativo. Una vez completada la fusión de los riesgos, estos se etiquetan con el nombre del riesgo más completo o el que más se acerque a una definición completa.

En la **Tabla 10** se consolidaron los riesgos resultantes según su clasificación. Aquí se muestran tres columnas: Categoría/subcategoría; Descripción de Armonización; y Riesgo Resultado.

Dimensión	Descripción de Integración	Riesgo Resultado
Distancia Geográfica	Los riesgos A1CMDGR3, A2CMDGR10, A3CMDGR10, A4CMDG_R5, se integran en el riesgo A3CMDGR10 como criterio se utilizó además la similitud de etiqueta, causas, efectos, factores de riesgo.	Desconfianza
	Los riesgos A1CMDGR4, A1CMDGR6, A1CMDGR7, A4CMDG_R7, A4CMDGR9, A4CMDGR12, A2CMDGR7, se integran en Falta de Comunicación Informal, se utilizó criterios como similitud de etiquetas, causas y efectos.	Falta de Comunicación Informal
	Los riesgos A1CMDGR5, A4CMDGR10, se integran por similitud de etiquetas	Calidad y riqueza reducidas en comunicación

Tabla 10. Estructura tabla resultado de integración.

3.3 Resultados obtenidos

A continuación, se presenta una explicación de los resultados obtenidos al aplicar el proceso para tratamiento de riesgos definido para cada uno de los procesos.

- **Coordinación**: En esta categoría se identificaron 33 riesgos, de los cuales, al realizar la actividad de comparación, se lograron encontrar similitudes entre algunos de ellos por lo que se decidió junto con los tutores fusionar o completar dichos riesgos con sus similares. En la **Tabla 11** se muestra un extracto de la tabla completa debido a las limitaciones de espacio (la tabla completa se muestra en **Anexo 1: Tabla 38**), en la cual se registra una descripción de los riesgos que se integraron. Por organización y espacio en la tabla no se menciona la etiqueta de los riesgos que se integraron, sino el código asignado a este. También se mencionan los criterios que se usaron para realizar la integración de los riesgos (columna Descripción de los riesgos) y el nombre del riesgo resultado de la integración (columna Resultado).

Descripción de Integración	Resultado
Los siguientes riesgos: A1CRDGR07, A5CRR01, se compararon e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de definir adecuadamente el alcance, objetivos y metas del proyecto.
Los siguientes riesgos: A7CRR04, A1CRDGR10, A1CRDSCR01, A7CRR02, se compararon e integraron teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de flujo de información causa problemas con la gestión del conocimiento.
Los siguientes riesgos: A1CRDGR04, A1CRDGR05, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Las herramientas apropiadas no están disponibles o son insuficientes.

Tabla 11. Riesgos consolidados de coordinación.

- Comunicación:** para el caso del proceso de comunicación se encontraron 113 riesgos categorizados al proceso de comunicación en DGS, y clasificados en las dimensiones de las distancias: temporal, geográfica y socio-cultural. Aplicando los pasos del proceso definido. Como resultado se obtuvieron 16 riesgos que se integraron a través de diferentes criterios establecidos en el proceso, además, se encontraron 2 riesgos que no se pudieron integrar debido a falta de información o por no encontrarse una relación con alguno de los otros riesgos. Por otra parte, al realizar el proceso de integración se encontró que algunos riesgos estaban clasificados en más de una distancia (geográfica, temporal o socio-cultural), para esta situación se decidió categorizar los riesgos en la distancia donde se considere que causa más impacto sobre el proceso de comunicación en DGS. En la **Tabla 12** se muestra un extracto con algunos de los riesgos resultados de aplicar el proceso antes mencionado, la totalidad de los riesgos resultado se puede ver en **Anexo 1: Tabla 39**.

Descripción de Integración	Resultado
Los riesgos A1CMDGR1, A2CMDGR1, A3CMDGR1, A4CMDGR8 y A3CMDTR31, A4CMDGR3 se integran, se utilizó como criterio de comparación la similitud de etiqueta, lo cual resultó en la formación del riesgo Falta de Cohesión grupal CMDGRI.	Falta de Cohesión Grupal
Los riesgos A1CMDGR2, A2CMDGR2, A3CMDGR2, A4CMDGR1 se integran, para esta decidir esto se utilizó como criterios: semejanza de etiqueta, causas y efectos y el factor que causa este riesgo fue el criterio que impulsó a que en el riesgo A4CMDGR1 se integrarán los otros riesgos.	Aumento del esfuerzo de comunicación
Los riesgos A1CMDGR3, A2CMDGR10, A3CMDGR10, A4CMDGR5 (A4CMDGR6, A2CMDGR6), A2CMDGR9, A3CMDGR9, se integran en el riesgo A3CMDGR10 como criterio se utilizó además la similitud de etiqueta, causas, efectos, factores de riesgo.	Desconfianza
Los riesgos A1CMDGR4, A1CMDGR6, A1CMDGR7, A4CMDGR7 (A2CMDGR5, A3CMDGR5), A4CMDGR9, A4CMDGR12, A2CMDGR7, A3CMDGR3, A2CMDGR3, A1CMDGR8, A3CMDGR6, se integran en Falta de Comunicación Informal, se utilizó criterios como similitud de etiquetas, causas y efectos.	Falta de Comunicación Informal

Tabla 12. Muestra de Riesgos consolidados de comunicación.

- Cooperación:** para este proceso solo se obtuvieron 3 riesgos, los cuales no se pudieron integrar y se mantuvieron como se encontraron originalmente en la revisión de la literatura. La **Tabla 13** presenta los riesgos asociados para este proceso.

Descripción de integración	Resultado
ND	Los miembros del equipo no pueden colaborar en todos los sitios.
ND	El sesgo cultural afecta la comunicación y la cooperación entre los sitios.
ND	Falta de confianza entre las partes interesadas en todos los sitios.

Tabla 13. Riesgos consolidados de cooperación.

ND: No Disponible

3.4 Análisis de resultados

A continuación, se presenta un análisis de los resultados que se obtuvieron al aplicar el proceso definido en el ítem 3.2 (Proceso de tratamiento de riesgos).

3.4.1 Riesgos en comunicación

En relación con los riesgos asociados al proceso de comunicación se pudo evidenciar que varios autores como: [12], [32], hallaron varios riesgos iguales o similares, razón por la cual, al momento de realizar el proceso de tratamiento de riesgos (PTR), particularmente, los riesgos asociados con la comunicación se redujeron en gran medida, debido a que se pasó de tener 113 riesgos (Ver **Anexo 1: Tabla 35**) a 18 riesgos en total (ver tabla completa en **Anexo 1: Tabla 39**). Además, como resultado del proceso del tratamiento se obtuvo lo siguiente: para la distancia geográfica se obtuvieron 7 riesgos y 2 más que no se pudieron comparar con los otros debido a que no se encontró alguna relación para poder realizar dicha comparación; por lo tanto, el total es de 9 riesgos para dicha dimensión. Para el caso de la distancia temporal se obtuvieron 4 riesgos después de aplicar el PTR, 1 riesgo no se pudo comparar con los demás por no encontrarse alguna relación que permitiera la comparación; además, se descartaron 3 riesgos puesto que ya se encontraban clasificados dentro de la distancia geográfica, por esto se consideró pertinente que estos riesgos deberían permanecer únicamente en esa dimensión.

En cuanto a la distancia socio-cultural se obtuvieron 5 riesgos y se descartaron 6 riesgos más, porque ya se encontraban clasificados en la distancia temporal y se consideró conveniente que se mantuvieran clasificados en esa subcategoría.

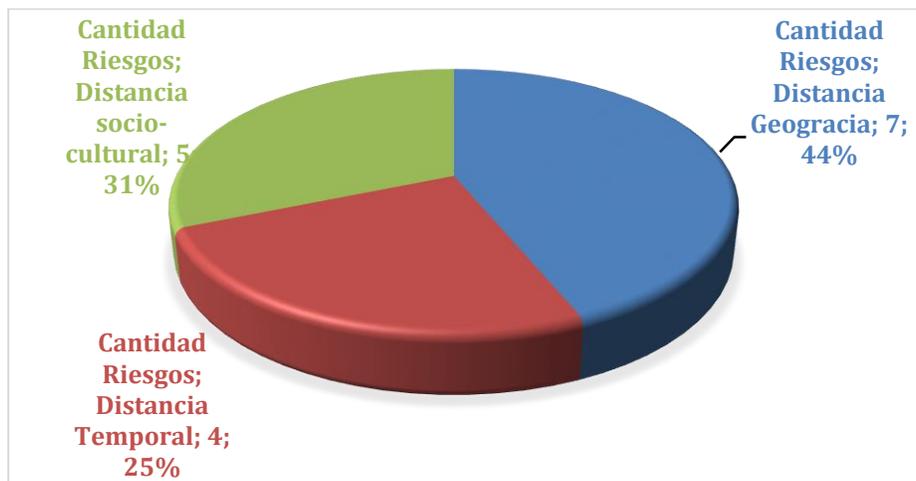


Figura 10. Análisis de cantidad de riesgos resultantes para la comunicación.

Como puede observarse en la **Figura 10**, la distancia más propensa a riesgos en el proceso de comunicación en DGS es la distancia geográfica con un 44% (cantidad) del total de los riesgos para este proceso. Esto debido a múltiples factores de riesgos, causas y retos que se derivan de tener equipos distribuidos geográficamente. Para las dimensiones distancia temporal y distancia sociocultural se encontraron 31% y 25%, respectivamente.

Para los riesgos de los procesos de coordinación y cooperación no ha sido posible obtener una figura similar a la de la figura 6 debido a que no todos ellos están clasificados en las dimensiones aquí mencionadas.

3.4.2 Riesgos en Coordinación

Para el proceso de Coordinación se evidencia que, al igual que en el proceso de comunicación, los autores han identificado en sus investigaciones varios riesgos similares y también las dimensiones propuestas para el DGS. La cantidad de riesgos encontrados es de 33, cantidad que se redujo a 18 luego de aplicar el proceso de tratamiento de riesgos. Estos riesgos están registrados en el **Anexo 1: Tabla 38** de los resultados.

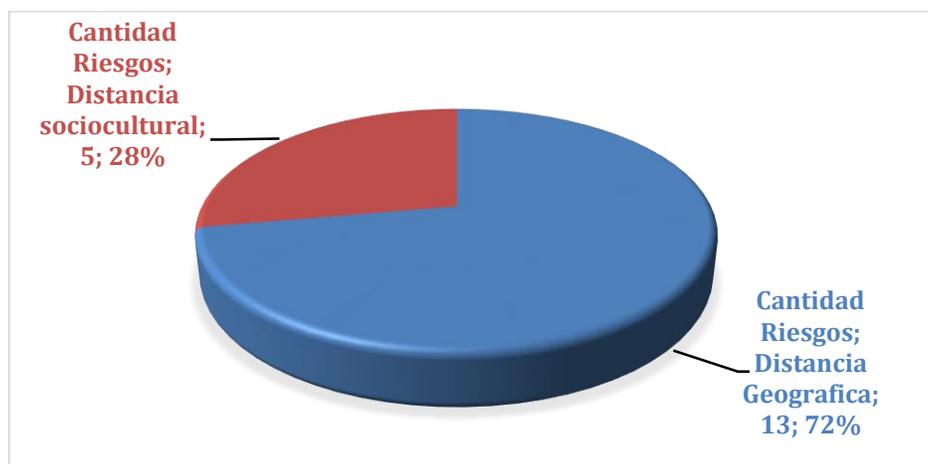


Figura 11. Análisis de la cantidad de riesgos resultantes para la coordinación.

Como puede observarse en la **Figura 11**, la distancia que más genera riesgos en el proceso de coordinación en DGS es la distancia geográfica con un 76.5% (cantidad) del total de los riesgos para este proceso. Esto debido a múltiples factores de riesgos, causas y retos que se derivan de tener equipos distribuidos geográficamente. Para la distancia sociocultural se tiene el 23.5% y para la distancia temporal no se evidenciaron riesgos.

3.4.3 Riesgos en Cooperación

En cuanto al proceso de Cooperación, al analizar los estudios realizados se encontraron 3 riesgos. Dichos riesgos no sufrieron ningún cambio durante el proceso de tratamiento de riesgos y están registrados en la **Tabla 12**

4 Capítulo IV. Métricas propuestas

En este capítulo se describen de manera detallada métricas para un subconjunto de los riesgos extraído del conjunto de riesgos resultante del proceso de tratamiento de los riesgos descrito en el **Capítulo III**.

Se decidió trabajar con algunos de ellos debido a las limitaciones del alcance del proyecto, asimismo, dicho subconjunto de riesgos se seleccionó con ayuda de los directores del presente trabajo, como criterios de selección se usaron: (i) evitar la subjetividad del riesgo a medir y (ii) evitar que los riesgos estén sujetos a factores interpersonales. Los riesgos a los que se les ha definido métricas corresponden a los presentados en la **Tabla 14**, estos riesgos están relacionados principalmente con la Comunicación, Coordinación y Cooperación en equipos DGS, entre ellos: aumento del esfuerzo de comunicación, reducción en la frecuencia de comunicación, retrasos en la resolución de problemas, terminología ambigua, requisitos poco claros, deficiencias en la distribución de actividades, definición inadecuada del alcance del proyecto, deficiencias en la comprensión de los procesos del proyecto y colaboración deficiente entre los miembros del equipo.

Para definir el conjunto de métricas de una manera sistemática y organizada se tuvieron en cuenta los pasos planteados en el paradigma GQM, para lo cual se identifican las metas que permitan cuantificar los objetivos de negocio y los objetivos de medida definidos.

4.1 Vista general

4.1.1 Requerimientos

Este conjunto de métricas es propuesto para brindar un aporte en la industria de software. Esto debido a que hoy en día la mayoría de las empresas están entrando a experimentar el modelo de desarrollo global de software. El aporte se enfoca en poder brindar herramientas que les permitan medir y diagnosticar el impacto de los riesgos asociados a los equipos, los cuales podrían afectar el flujo del proceso de desarrollo durante el proyecto. A través de estas métricas se pretende facilitar la generación de valor agregado a las empresas mediante el apoyo a la toma de decisiones.

4.1.2 Alcance

Este conjunto de métricas y medidas ha sido pensado y está dirigido a empresas que usan DGS como modelo para el desarrollo de software. Además, se debe resaltar que a nivel mundial se está buscando formar equipos de trabajo con miembros geográficamente distribuidos e incluso, sin trascender las fronteras nacionales, por lo cual es posible observar que las industrias del software en Colombia en los últimos años están ubicando equipos de desarrollo lo largo del país. Además, gracias al talento humano nacional y especialmente de nuestra región,

muchas empresas nacionales y extranjeras están optando por crear equipos de desarrollo en Colombia y el Cauca como, por ejemplo: Aranda Software, Siigo.

Las empresas que no cuenten con métricas establecidas para medir el impacto de los riesgos dentro de sus proyectos podrían adaptar dichas métricas a sus necesidades y las que ya tienen unas métricas establecidas, podrían apoyarse también en estas para identificar otros factores o riesgos que podrían afectar los procesos de su empresa.

4.1.3 Criterios empleados

Los criterios que se tienen en cuenta para la creación y propuesta del conjunto de métricas para medir los riesgos relacionados con la comunicación, cooperación y coordinación en equipos de desarrollo global de software son las siguientes:

- Generar métricas específicas, fáciles de entender y de utilizar por parte de las empresas colombianas de desarrollo de software que trabajan con equipos cuyos miembros están distribuidos geográficamente.
- Seleccionar los factores más representativos en los tres campos de estudio (comunicación, coordinación y cooperación) y permita evidenciar que estos son de vital importancia para el éxito o fracaso de proyectos que se realizan por equipos DGS.
- Las métricas se puedan adaptar o adecuar dependiendo de las necesidades de cada empresa, sabiendo que la industria del software depende en gran medida del conocimiento, talento humano y experticia de sus colaboradores y cada uno de ellos podría tener en cuenta algunos elementos que otros no.
- Fundamentar las métricas en metodologías y estándares internacionales como GQM, para obtener un conjunto de métricas de bases sólidas y que se puedan adaptar a la industria.

4.2 Método de trabajo

Las métricas propuestas tienen en cuenta las variables más significativas y de las que se puedan obtener datos confiables, con el fin de crear métricas coherentes y que logren medir fácil y claramente el impacto del riesgo que se está abordando. El método de trabajo que se usó fue una integración de GQM (mecanismo para la creación de métricas) propuesto por [57], [39], dentro del método MMLC (Measure Model Life Cycle) [37], en la etapa de creación que MMLC propone y que se explicó en el ítem 2.2.2.1.

4.3 Mecanismo de definición de las métricas

La definición de las métricas es un paso relevante en el desarrollo de este trabajo; por esto, se deben tener en cuenta las características de los equipos y características geográficas que se desean medir. Es importante realizar esta tarea teniendo como base metodologías donde se puedan crear objetivos claros. Al definir una métrica se debe tener en cuenta que ésta debe estar enfocada a resolver el objetivo, esto con el fin de evitar definir métricas que no permitan llegar al objetivo, sino que por el contrario, la alejen de él [25].

Para realizar una definición de métricas, y siguiendo las metodologías mencionadas en el ítem anterior, se tomó como punto de partida los riesgos de la **Tabla 14**. Más adelante se indican los pasos seguidos para la definición de las métricas. También se tuvieron en cuenta algunas características que deben tener las métricas de software para su correcta definición: (i) cuantificables, (ii) independientes, (iii) explicables y (iv) precisas [58].

Categoría / Subcategoría	Riesgo		
	ID	Nombre	Descripción / Ejemplo
Distancia Geográfica	R1	Aumento del esfuerzo de comunicación	Por ejemplo, cuando las son poco productivas, esto implicaría tener que comunicarse más veces de lo necesario.
	R2	Reducción en la frecuencia de comunicación	Por ejemplo, la frecuencia de comunicación puede verse reducida cuando las horas de solapamiento entre los miembros del equipo son muy pocas.
Distancia Temporal	R3	Retrasos en la resolución de problemas	Se refiere al retraso en la solución de problemas donde se debe tener en cuenta el tiempo desde que se reporta el problema hasta su solución.
Distancia Sociocultural	R4	No hay establecida una terminología homogénea	Por ejemplo, puede que existan varios términos que dado las diferencias culturales de los miembros del equipo signifiquen diferente, por eso es importante homogeneizar los términos y lograr un nivel en la comprensión de esta.
	R5	Los requisitos están poco claros	Cuando los requisitos están poco claros al llevarlos a las fases de desarrollo, no pasaran las pruebas estáticas que se les realicen.
Coordinación			
Distancia Geográfica	R6	Deficiencias en la distribución de actividades.	Por ejemplo, cuando existe sobrecarga de tareas o se asignan tareas a colaboradores con poca experiencia.
	R7	Definición inadecuada del alcance del proyecto.	Por ejemplo, cuando no se hace la planeación de la manera adecuada para tener unos objetivos y tiempos adecuados.
	R8	Deficiencias en la comprensión de los procesos del proyecto.	Por ejemplo, al no realizar capacitaciones o socializar adecuadamente los procesos del proyecto.
Cooperación			
	R9	Deficiente colaboración entre los miembros del equipo	Por ejemplo, cuando se quiere medir la colaboración de los empleados a través de la medición de objetivos cumplidos

Tabla 14. Subconjunto de riesgos.

4.4 Métricas para medir los riesgos asociados a la Comunicación, Coordinación y Cooperación en equipos DGS

Aunque se han llevado a cabo muchos estudios exhaustivos para medir el riesgo de desarrollo de software, y además, las métricas de proceso se han vuelto importantes para la gestión y la mejora del proceso [59], en las investigaciones que se han realizado no se evidencian métricas propuestas para el contexto de DGS o experiencias de su uso.

Además, desde una visión orientada a la gestión de proyectos, las mediciones y las métricas son elementos importantes para el desarrollo exitoso de productos. Para el caso particular de DGS, trae varios desafíos adicionales al desarrollo, que también afecta las prácticas de medición, los resultados y la interpretación. El objetivo principal de las mediciones y métricas en la producción de software consiste en crear los medios para la supervisión y el control que proporcionan soporte para la toma de decisiones y la gestión de proyectos [11].

El objetivo de crear estas métricas es generar información que permita conocer el estado en el que se encuentra el equipo con relación a los riesgos que afectan los procesos de Comunicación, Cooperación y Coordinación en DGS. Dado que la medición de los riesgos de DGS es difícil, es importante seguir y detectar los síntomas que indican problemas en los equipos, ya que los miembros de los equipos son los que a través de la práctica conocen mejor los riesgos y problemas que se pueden presentar.

Por todo lo anterior, en el siguiente apartado, se presentan los objetivos específicos relacionados con cada uno de los riesgos a los que se pretende generar métricas para obtener una medida.

4.4.1 Definición de las métricas para los riesgos asociados al proceso de comunicación

A continuación, en la **Tabla 15** se presentan los objetivos de medida asociados a cada uno de los riesgos presentados en la **Tabla 14**:

Riesgo	Objetivo	ID del objetivo
R1	Reducir la dificultad que conlleva la comunicación entre miembros del equipo DGS.	O1
R2	Aumentar la eficacia ⁷ de la comunicación entre los miembros de los equipos.	O2
R3	Aumentar la eficacia en la resolución de problemas.	O3
R4	Aumentar el grado de comprensión del conjunto de términos homogéneos entre los miembros del equipo.	O4
R5	Lograr que la totalidad de los requisitos evaluados superen las pruebas basadas en técnicas estáticas. (Aumentar la calidad de los requisitos del proyecto).	O5
R6	Aumentar la efectividad de la resolución de tareas mediante la distribución de las actividades.	O6

⁷ La eficacia se define como la capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción.

R7	Aumentar la efectividad en la ejecución del proyecto.	O7
R8	Aumentar el grado de comprensión de los procesos del proyecto.	O8
R9	Aumentar la cooperación de los miembros del equipo desde su ubicación.	O9

Tabla 15. Objetivos asociados a los riesgos.

4.4.2 Definición de las hipótesis

En la **Tabla 16** se presentan las hipótesis definidas que se han asociado a cada objetivo propuesto.

ID	Hipótesis	Objetivo
H1	Se logra mejorar la frecuencia de comunicación, determinando si las reuniones se están llevando a cabo según lo planificado y los tiempos para ello son óptimos.	O1
H2	Se logra conocer cuál es el esfuerzo realizado por los equipos para comunicarse y así permitir su reducción.	O2
H3	Se logra determinar qué tan eficiente es la resolución de problemas por parte de los equipos.	O3
H4	Se logra determinar qué tanto entienden los miembros del equipo de la terminología utilizada.	O4
H5	Se logra determinar el nivel de entendimiento de los requisitos por parte de los miembros del equipo.	O5
H6	Un plan de distribución de actividades bien definido permite mejorar el porcentaje de cumplimiento del plan de trabajo definido para el proyecto.	O6
H7	La definición adecuada del alcance del proyecto permite lograr de mejor manera el éxito del mismo.	O7
H8	Asimilar plenamente, por parte del equipo, los procesos que se desarrollan de manera global son determinante para el éxito del proyecto.	O8
H9	La colaboración aumenta la velocidad en la resolución de problemas y con esto la efectividad para desarrollar el proyecto. Además, se transmite conocimiento.	O9

Tabla 16. Hipótesis asociadas a los objetivos.

4.4.3 Definición de las preguntas

En la **Tabla 17** se muestra las preguntas asociadas a los objetivos de medida de la **Tabla 15**.

Id	Preguntas	Objetivo
P1	¿Cuántas reuniones se planificaron?	O1
P2	¿Cuántas de las reuniones que se tenían planeadas se llevaron a cabo?	
P3	¿Cuánto tiempo se planificó para la reunión?	
P4	¿Cuánto tiempo se utilizó para la reunión?	
P5	¿Qué tan eficaces fueron las reuniones que se realizaron?	
P6	¿Cuánto esfuerzo se realiza por parte de los miembros de los equipos al comunicarse?	O2
P7	¿Con qué frecuencia se llevan a cabo las reuniones?	
P8	¿Cuánto esfuerzo se estimó para realizar las reuniones?	
P9	¿Qué tiempo se tarda en dar solución a un problema?	O3
P10	¿Cuántos problemas se reportaron en total?	
P11	¿A cuántos de los problemas reportados se logró dar solución?	
P12	¿Cuál es el esfuerzo necesario para comprender la terminología?	O4
P13	¿Cuál es el nivel de entendimiento de terminología?	
P14	¿Qué cantidad de términos han sido comprendidos?	
P15	¿Cuál es la cantidad de requisitos totales?	O5
P16	¿Cantidad de requisitos que aprobaron las pruebas estáticas?	
P17	¿Cantidad de requisitos redefinidos?	
P18	¿Cantidad de requisitos que no aprobaron las pruebas estáticas?	
P19	¿Qué porcentaje de las actividades distribuidas se ha completado?	O6
P20	¿Porcentaje del proyecto que abarcan las actividades individuales?	
P21	¿Porcentaje del proyecto que abarcan las actividades grupales?	

P23	¿Cantidad total de reuniones planeadas?	07
P24	¿Cantidad de reuniones productivas?	
P27	¿Qué tiempo se ha estimado para cumplir con el alcance del proyecto?	
P28	¿Cuál es el tiempo real de cumplimiento del alcance del proyecto?	
P29	¿Cuál es la cantidad de objetivos planeados?	
P30	¿Cuál es la cantidad de objetivos cumplidos?	
P31	¿Qué porcentaje del proyecto cubren los objetivos cumplidos?	08
P33	¿Qué cantidad de colaboradores que están involucrados en el proyecto?	
P34	¿Qué porcentaje de colaboradores ha asimilado los procesos?	
P35	¿Qué porcentaje de las actividades grupales se ha completado?	09
P36	¿Porcentaje del proyecto que abarcan las actividades grupales?	

Tabla 17. Preguntas asociadas a los objetivos de medida.

4.4.4 Definición de Métricas Base y Derivadas

A continuación, se presenta la definición de las métricas, las cuales están orientadas hacia los objetivos definidos para cada uno de los riesgos. De esta manera y teniendo como base la metodología de medición GQM, se han establecido los objetivos de las métricas, las hipótesis asociadas a estos objetivos y las preguntas que responden a estas; ahora se establecen las métricas asociadas para satisfacer las necesidades de información respecto a los objetivos planteados. Estas se presentan en **Anexos 2:Tabla 40**. En la **Tabla 18** se muestra la forma como se organizan las métricas: en la columna **¿Qué mide?** Se establece el atributo que mide; en la columna **¿Cómo lo mide?** Se indica la métrica, su descripción, el tipo de métrica y la escala de cada métrica [25].

¿Qué mide?	¿Cómo lo mide?				Riesgo Asociado
	Medida	Descripción	Tipo	Escala	
Tiempo	TTSP	Tiempo total para dar solución a un problema	Base	Horas(días)	R3
Tiempo	TESP	Tiempo estimado para la solución del problema	Base	Horas	
Porcentaje	IRSP	Indicador de retraso en la solución de problemas	Indicador	Ratio	
Cantidad	TPNR	Total de problemas no resueltos	Derivada	Problemas	

Tabla 18. Extracto de tabla de métricas propuestas para medir los riesgos.

4.4.5 Definición e Interpretación

En este ítem también se da una descripción de cada una de las métricas y se indica la forma adecuada de interpretar los indicadores resultantes. Además, se aclara que para todas las medidas obtenidas el único valor que se debe tener en cuenta es el entero, para evitar ambigüedades.

Indicador de eficacia (IE):

$$IE = \left(\frac{\text{Utilizado}}{\text{Estimado}} \right) * 100$$

Para la interpretación del resultado de las métricas se decidió utilizar la escala establecida en la norma ISO / IEC 15504 [60] como referencia, ya que es una escala ampliamente conocida y aceptada a nivel mundial. Por lo tanto, los valores se

expresan en una escala discreta, a continuación, en las **Tabla 19** y **Tabla 20** se describen los criterios de evaluación.

Rango	Acrónimo	Calificación
0% - 15%	NA	No alcanzado
16% - 50%	PA	Parcialmente Alcanzado
51% - 85%	AA	Altamente Alcanzado
86% - 100%	TA	Totalmente Alcanzado

Tabla 19. Escala de interpretación ascendente.

Rango	Acrónimo	Calificación
0% - 15%	TA	Totalmente Alcanzado
16% - 50%	AA	Altamente Alcanzado
51% - 85%	PA	Parcialmente Alcanzado
86% - 100%	NA	No alcanzado

Tabla 20. Escala de interpretación descendente.

La escala en la **Tabla 19** se usará para la interpretación de la mayoría de resultados de las métricas, pero existen resultados en donde la escala de interpretación debe invertirse como se muestra en la **Tabla 20**, la escala de calificación de esta tabla se utilizará para interpretar los resultados de las siguientes métricas: Porcentaje de comunicaciones Asincrónicas (PCA), Indicador esfuerzo necesario para comunicarse (IENC), Indicador de retraso en la solución de problemas (IRSP).

4.4.5.1 Métricas para los riesgos de Comunicación

A continuación, se presentan las métricas propuestas por cada uno de los riesgos de Comunicación.

4.4.5.1.1 Métricas Riesgos R1 (Aumento del esfuerzo de comunicación)

- **Indicador esfuerzo necesario para comunicarse**

$$IENC = \frac{ERC}{EEC} * 100$$

Dónde:

- IENC: indicador de esfuerzo necesario para comunicarse
- ERC: esfuerzo realizado para comunicarse (horas/persona)
- EEC: esfuerzo estimado para comunicarse (horas/persona)

IENC se calcula el porcentaje del esfuerzo necesario para comunicarse. Para calcularlo es necesario conocer el esfuerzo realizado para comunicarse **ERC** y el esfuerzo estimado **EEC**. Para el cálculo de esta métrica se debe tener en cuenta que: si **ERC** es mayor que **EEC**, se está realizando un sobre esfuerzo, es decir se está realizando un esfuerzo mayor al 100%. Los resultados mayores a 100% no se tendrán en cuenta en la tabla de interpretación.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variará entre 0 y 100, el mejor valor de **IENC** es el más cercano a 0, porque indicará que el equipo realiza poco esfuerzo para comunicarse. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 20**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber que tanto esfuerzo está invirtiendo su equipo en establecer comunicaciones (reuniones cara a cara, e-mail, reuniones espontaneas, etc.) frente a lo que el estimo para realizar esta tarea, aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: si se estima un esfuerzo para comunicarse de 18 horas/persona y el esfuerzo realizado en realidad fue de 15 horas/persona.

Tenemos que:

$$\begin{aligned} ERC &= 15 \text{ horas/persona} \\ EEC &= 18 \text{ horas/persona} \end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$IENC = \frac{15}{18} * 100 = 83,33 \%$$

El indicador dará como resultado es 83,33%, según la **Tabla 20** equivale a: Parcialmente Alcanzado, lo que significa que el equipo está realizando un esfuerzo grande para poder comunicarse, es decir entre mayor sea el porcentaje resultado de esta métrica, indicara un mayor esfuerzo para lograr la comunicación.

- **Porcentaje de Canales Utilizado para Comunicarse**

$$PCUC = \frac{NTCCU}{NTCCD} * 100;$$

Dónde:

- PCUC: porcentaje canales utilizados para comunicarse
- NTCCU: número total de canales de comunicación utilizados (canales)
- NTCCD: número total de canales de comunicación disponibles (canales)

Con PCCU se obtiene porcentaje de los canales de comunicación utilizados frente al total de canales de comunicación disponibles. Para esto se debe saber el número total de canales de comunicación usados (NTCCU) y el número total de canales de comunicación disponibles (NTCCD).

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de PCUC es el más cercano a 0, por que indicara que se está haciendo uso de un número razonable de canales de comunicación. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 20**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber el porcentaje de uso de los canales disponibles en la empresa para en establecer comunicaciones (reuniones cara a cara, e-mail, reuniones espontaneas, etc.), aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: la empresa tiene establecidos 10 canales de comunicación disponibles, pero el equipo solo utiliza 4 canales para hacerlo.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned}NTCCU &= 3 \\NTCCD &= 10\end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$PCCU = \frac{3}{10} * 100 = 30 \%$$

El resultado será 30%, para interpretar este resultado se usará la **Tabla 20**, donde es equivalente a: Altamente Alcanzado, es decir se están usando pocos canales de comunicación.

4.4.5.1.2 Métricas Riesgo R2 (Reducción en la frecuencia de comunicación)

- **Porcentaje de Comunicaciones Asíncronas**

$$PCA = \frac{NCA}{NTC} * 100;$$

Dónde:

- PCA: porcentaje de comunicaciones asíncronas
- NCA: número de comunicaciones asíncronas (comunicaciones)
- NTC: número total de comunicaciones (comunicaciones)

Con **PCA** se obtiene el porcentaje de comunicaciones asíncronas, esta métrica busca conocer qué porcentaje de las comunicaciones totales establecidas entre los miembros del equipo corresponden a comunicaciones asíncronas, puesto que este es un factor importante de comunicación. Para esto se debe contar con el número de comunicaciones asíncronas **NCA** y el número total de comunicaciones **NTC**.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variará entre 0 y 100, el mejor valor de **PCA** es el más cercano a 100, porque indicará que el miembro del equipo no depende de estar cara a cara para poder comunicarse y esto favorece la

frecuencia de comunicación entre ellos. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber qué porcentaje de las comunicaciones totales establecidas por su equipo fueron comunicaciones asíncronas, aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: se tiene: 20 comunicaciones totales, de las cuales 14 se establecieron de manera asincrónica.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned} NTC &= 20 \\ NCA &= 14 \end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$PCA = \frac{14}{20} * 100 = 70 \% \text{ comunicaciones asíncronas}$$

Por lo tanto, este resultado indica que del total de comunicaciones establecidas el 70% se hizo de manera asincrónica. Este resultado se puede interpretar según los rangos establecidos en la **Tabla 19**, que para este caso equivale a: Altamente Alcanzado, y se puede interpretar así: el equipo se comunica continuamente sin importar que no se haga en tiempo real, indica que la comunicación asincrónica es una alternativa importante de comunicación entre los miembros del equipo.

- **Porcentaje de Comunicaciones Síncronas**

$$PCS = \frac{NCS}{NTC} * 100$$

Dónde:

- PCS: porcentaje de comunicaciones síncronas
- NCS: número de comunicaciones síncronas (comunicaciones)
- NTC: número total de comunicaciones (comunicaciones)

Con **PCS** se obtiene porcentaje de comunicaciones síncronas, esta métrica busca conocer qué porcentaje de las comunicaciones totales establecidas entre los miembros del equipo corresponden a comunicaciones síncronas, es decir, en las que los miembros del equipo se reúnen en tiempo real. Para esto se debe tener el número de comunicaciones síncronas **NCS** y el número total de comunicaciones **NTC**.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de **PCS** es el más cercano a 0, por que indicara que la cantidad de comunicaciones síncronas son pocas con relación a las comunicaciones totales. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 20**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber qué porcentaje de las comunicaciones totales establecidas por su equipo fueron comunicaciones síncronas, aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: se reportan 20 comunicaciones totales, de las cuales 14 de estas se establecieron síncronamente.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned} NTC &= 20 \\ NCS &= 14 \end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$PCS = \frac{14}{20} * 100 = 70 \% \text{ comunicaciones síncronas}$$

Por lo tanto, el resultado será el 70%, lo cual indica que, del total de comunicaciones establecidas, el 70% se hizo síncronamente. Este resultado se puede interpretar según los rangos establecidos en la **Tabla 20** para este caso equivale a: Parcialmente Alcanzado, se podría decir al respecto que las comunicaciones en el equipo están siendo muy dependientes que se hagan en tiempo real, pero en este contexto donde se cuenta con poco tiempo para comiscarse debido a la poca disponibilidad de los miembros del equipo por las diferencias horarias de los sitios donde se encuentran. Así, entre más alto del resultado para esta métrica peor será la interpretación que se le dará al estado del equipo frente a este aspecto.

- **Indicador de Eficacia en la Comunicación**

$$IEC = \frac{NTCP}{NTC} * 100$$

Dónde:

- IEC: indicador de eficacia en la comunicación
- NTCP: número total de comunicaciones productivas (comunicaciones)
- NTC: número total de comunicaciones (comunicaciones)

Con **IEC** se evalúa la eficacia de la comunicación en términos de las comunicaciones productivas, es decir comunicaciones que sirvieron para la toma de decisiones, frente al número total de comunicaciones. Se debe conocer el valor para Número Total de Comunicaciones Productivas **NTCP**, las comunicaciones productivas son aquellas donde se cumple con unos objetivos establecidos. También se debe contar con el Número Total de comunicaciones **NTC**.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de **IEC** es el más cercano a 100, por que indicara que el equipo está siendo

eficaz a la hora de comunicarse. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber qué tan eficaz fue su equipo para comunicarse y saber si la cantidad de comunicaciones que se planearon se llevaron a cabo de manera eficaz, aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: se reporta un total de 30 comunicaciones, de las cuales 18 fueron realmente productivas.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned} NTC &= 30 \\ NTCP &= 18 \end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$IEC = \frac{18}{30} * 100 = 60 \% \text{ de eficacia}$$

El resultado de este indicador será de 60%, según lo establecido en la **Tabla 19**, se interpretaría así: la eficacia de la comunicación estaría Altamente Alcanzada, dado que se tiene una gran cantidad de comunicaciones productivas respecto a las comunicaciones totales.

4.4.5.1.3 Métricas Riesgos R3 (Retrasos en la resolución de problemas)

- **Indicador de retraso en la solución de problemas**

$$IRSP = \frac{TTSP}{TESP} * 100$$

Dónde:

- IRSP: indicador de retraso en la resolución de problemas
- TTSP: tiempo total de la solución de problemas (horas)
- TESP tiempo estimado para la solución de problemas (horas)

IRSP indica el retraso en la solución de problemas en función del tiempo, para ello se debe conocer el tiempo estimado para solucionar el problema **TESP**, y el tiempo total que lleva solucionar el problema **TTSP**, calculo que se indica a más adelante.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de **IRSP** es el más cercano a 0, por que indicara que la solución de problemas está teniendo poco retraso, es decir se está cumpliendo con los tiempos estimados

para dicha tarea. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 20**.

- **Tiempo Total de Solución a Problemas**

$$TTSP = TR + TD;$$

Dónde:

- TTSP: tiempo total para solución de problema
- TR: tiempo de respuesta a la solución del problema (horas)
- TD: tiempo de demora a la solución del problema (horas)

TTSP sirve para calcular el total de tiempo necesario para la solución de problemas, el cual se calcula sumando el tiempo de respuesta TR y el tiempo de demora TD.

Ejemplo de uso: se tiene que ya realizado el cálculo del tiempo total de solución de problemas dio 8 horas, y se había estimado 9 horas para la solución de problemas.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned} TTSP &= 8 \\ TESP &= 9 \end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$IRSP = \frac{8}{9} * 100 = 88.88\%$$

El resultado es 88.88%, para interpretar este resultado se usará la **Tabla 19**, donde es equivalente a: Totalmente Alcanzado, lo cual indica que el retraso en la solución de problemas ha sido mínimo según lo estimado para ello.

Indicador de eficacia en la solución de problemas

$$IESP = \frac{NTPS}{NTPR} * 100$$

Dónde:

- IESP: indicador de eficacia en la solución de problemas
- NTPS: número total de problemas solucionados (problemas)
- NTPR: número total de problemas reportados

Con **IESP** se evalúa la eficacia en la solución de problemas en términos de la cantidad de problemas solucionados y la cantidad de problemas reportados. Para ello se debe conocer el Número Total de Problemas solucionados **NTPS** y el Número Total de Problemas Reportados **NTPR**.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de **IESP** es el más cercano a 100, por que indicara que el equipo está siendo eficaz en cuanto a la cantidad de problemas solucionados. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber qué tan eficaz fue su equipo en la solución de problemas, aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: se tiene que se reportaron 15 problemas en total y el equipo logró dar solución a 8 problemas nada más.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned}NTPS &= 8 \\NTPR &= 15\end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$IESP = \frac{8}{15} * 100 = 53.33\%$$

El resultado será 53.33%, para interpretar este resultado se usará la **Tabla 19**, donde es equivalente a: Altamente Alcanzado, lo cual indica que la eficacia en la solución de problemas ha sido buena ya que se logró dar solución a más de la mitad de los problemas reportados.

4.4.5.1.4 Métricas Riesgos R4 (No hay establecida una terminología homogénea)

- **Indicador de esfuerzo para entender la terminología**

$$IEET = \frac{ENET}{ECET} * 100$$

Dónde:

- IEET: indicador de esfuerzo para entender la terminología
- ENET: esfuerzo necesario para entender la terminología (horas/persona)
- ECET: esfuerzo calculado para entender la terminología (horas/persona)

Con **IEET** se indica en nivel de esfuerzo necesario para entender la terminología, se debe saber de antemano el esfuerzo que conllevo entender la terminología (**ENET**) el cual más adelante se explica cómo calcular y el esfuerzo estimado para esta tarea **ECET**.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de **IEET** es el más cercano a 0, porque entre menor sea porcentaje de este resultado indicara que los miembros del equipo entienden más fácilmente la terminología. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 20**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber qué tanto esfuerzo le tomo a los miembros de su equipo comprender la terminología que maneja la empresa, aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: se tiene 0,90 horas/persona de esfuerzo para la comprensión de la terminología, pero en realidad el esfuerzo necesario fue 0,61 horas/persona.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned} ENET &= 0,61 \\ ECET &= 0,90 \end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$IEET = \frac{0,61}{0,90} * 100 = 67.77\%$$

El resultado será 67.77%, para interpretar este resultado se usará la **Tabla 20** donde es equivalente a: Parcialmente Alcanzado, lo cual indica que el esfuerzo que se realizó en la comprensión de la terminología es alto respecto al que se estimó.

Para hacer calcular esta métrica se debe calcular previamente la métrica **ENET**, su descripción se muestra a continuación:

- **Esfuerzo necesario del equipo para entender la terminología**

$$ENET = \frac{TTC + TTE}{TME}$$

Dónde:

- ENET: indicador esfuerzo necesario para entender la terminología (horas/persona)
- TCC: tiempo total de comprensión de la terminología (horas)
- TTE: tiempo total de evaluación de la terminología (horas)
- TME: total miembros del equipo(personas)

Con **ENET** se calcula el esfuerzo necesario para para entender la terminología, se debe saber el tiempo total de comprensión de la terminología, el tiempo total de evaluación y el total de miembros del equipo. El Tiempo que conlleva el entendimiento es la suma de los tiempos de comprensión y de evaluación, este valor se divide entre e total de personas del equipo.

El valor que tomará **TME** no deberá ser mayor a 15, ya que estas métricas se definen para MiPyMEs donde ese es el número máximo de empleados. Por lo tanto, ENET deberá estar entre 0 y 1

Ejemplo de uso: Se tiene que el equipo se demoró 6 horas en la comprensión de la terminología, 2 horas en la evaluación sobre sus conocimientos en dicha terminología y el total de miembros del equipo es 13 personas.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned}TTC &= 6 \\TTE &= 2 \\TME &= 13\end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$ENET = \frac{6 + 2}{13} = 0,61 \text{ hora/persona}$$

El resultado será 0,61 horas/persona, este resultado se utilizará para alimentar una de la medida de la métrica IEET.

- **Promedio puntaje del equipo en la evaluación de la terminología**

$$PET = \frac{\sum_{i=1}^n PIET}{TME}$$

Dónde:

- PET: promedio de entendimiento de la terminología.
- PIET: puntaje individual entendimiento de la terminología. (puntos)
- TME: total miembros del equipo (personas)

En **PET** se calcula el promedio del puntaje obtenido por los miembros del equipo en la evaluación del entendimiento de la terminología, el puntaje se obtendría al realizar una prueba a los miembros del equipo, evaluando su nivel de conocimiento sobre la terminología.

PET deberá variar entre 0 y el mayor puntaje definido para la evaluación, la cual la definirá quien diseñe la evaluación.

Ejemplo de uso: se tiene un total de 4 personas en el equipo, además se registra un puntaje (el cual va de 0 a (100) cien para este ejemplo) obtenido en una evaluación realizada a los miembros del equipo sobre su conocimiento en la terminología de la empresa.

Persona	Puntaje
P1	60
P2	78
P3	81
P4	95

Tabla 21. Ejemplo puntaje evaluación terminología.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$TME = 4$$

PIET, cada uno de los puntajes que están registrados en la **Tabla 21**.

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$\sum_{i=1}^n PIET = 314$$

$$EPT = \frac{314}{4} = 78,15 \text{ promedio del equipo; donde } n = 4$$

El resultado será 78,15 como promedio de los puntajes obtenidos por los miembros del equipo en la evaluación de conocimientos en la terminología.

- **Porcentaje del entendimiento grupal de la terminología**

$$PEGT = \frac{NEPT}{PME} * 100$$

Dónde:

- PEGT: porcentaje de entendimiento grupal de la terminología.
- PET: promedio de entendimiento de la terminología. (Puntos)
- PME: puntaje máximo de la evaluación. (Puntos)

En **PEGT** se obtiene el porcentaje del nivel de entendimiento de todo el equipo sobre la terminología, para ello se debe tener el promedio del puntaje de todos los miembros del equipo **NPET**, el cual se indicó como calcular antes en este documento, y el puntaje máximo **PME** que se puede sacar en la prueba, el cual depende de la escala usada en la evaluación.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de **PEGT** es el más cercano a 100, porque mostrara un alto grado de

entendimiento de la terminología por parte de los miembros del equipo. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber qué tanto comprende en general todo su equipo la terminología manejada, aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: el promedio obtenido por un equipo en la evaluación de la terminología es de 42.5 puntos, y el puntaje máximo total del aprueba de evaluación se estableció en 50 puntos.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned}PET &= 42.5 \\PME &= 50\end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$PEGT = \frac{42.5}{50} * 100 = 85\%$$

El resultado será 85%, para interpretar este resultado se usará la **Tabla 19**, donde es equivalente a: Totalmente Alcanzado, lo cual indica que el nivel grupal de comprensión de la terminología es alto.

4.4.5.1.5 Métricas riesgo R5 (requisitos poco claros)

- **Indicador grado de especificad los requisitos del proyecto**

$$IGER = \left(\frac{NRII}{NTR}\right) * 100$$

Dónde:

- IGER: indicador de especificad de los requisitos
- NRII: número de requisitos con igual interpretación (requisitos)
- NTR: número total de requisitos (requisitos)

IGER se obtiene para cuantificar el porcentaje de la especificidad o falta de ambigüedad en la definición de los requisitos, lo cual indica la claridad de estos por de los miembros del equipo. Para calcular esta métrica deben conocer el Número de Requisitos con Igual Interpretación **NRII** y el Número Total de Requisitos definidos **NTR**, donde **NTR** es la suma de los requisitos funcionales **NRF** y No funcionales **NRNF**.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de IGER es el más cercano a 100, porque indicara que mayor será la consistencia de la interpretación por parte de los miembros del equipo para cada

requisito y menor será la ambigüedad. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber qué tan ambiguos o poco claros están los requisitos para su equipo, aplicaría la métrica así:

Ejemplos de uso: Si uno proyecto tienen total 20 requisitos (funcionales mas no funcionales y la cantidad de requisitos que tuvieron la misma interpretación por parte de los miembros del equipo de lo que se quería con ese requisito fue de 14.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned}NTR &= 20 \\NRII &= 14\end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$IGER = \frac{14}{20} * 100 = 70 \% \text{ requisitos con la misma interpretación}$$

El resultado de este indicador será de 70%, según lo establecido en la **Tabla 19**, se interpretaría así: la eficacia de la comunicación estaría Altamente Alcanzada (AA), dado que se tiene una gran cantidad de los requisitos tienen la misma interpretación para los miembros del equipo.

- **Indicador grado de validación de los requisitos**

$$IGVR = \left(\frac{NTRVC}{NTRNV + NTRVC} \right) * 100$$

Dónde:

- IGVR: indicador grado de validación de los requisitos
- NTRVC: número total de requisitos validados correctos (requisitos)
- NTRNV: número total de requisitos no validados (requisitos)

IGVR calcula el porcentaje del grado de validación de los requerimientos mide la corrección en la definición de los requerimientos. La validación de los requerimientos se realiza en consenso con los miembros del equipo de desarrollo al contrastar lo que desea el cliente con la posibilidad real de implementarlo. Para calcular esta métrica se debe conocer el número total de requisitos validados como correctos **NTRVC** y el número total de requisitos no validados **NTRNV**.

El resultado de esta métrica será un porcentaje que variara entre 0 y 100, el mejor valor de **IGVR** es el más cercano a 100, porque indicara un alto nivel de corrección en la definición de los requerimientos. La interpretación del resultado obtenido se dará según la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: dado el caso que el jefe de un equipo de desarrollo quisiera saber qué cantidad de requisitos se deben redefinir debido a que no fueron validados por su equipo ya que no se vio probable desarrollarlos, aplicaría la métrica así:

Ejemplo de uso: Si un reporta como requisitos correctos 25 y requisitos no validados 3.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned}NTRVC &= 25 \\NTRNV &= 3\end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$IEC = \frac{25}{25+3} * 100 = 89 \% \text{ requisitos validados son correctos}$$

El resultado de este indicador será de 89%, según lo establecido en la **Tabla 19**, se interpretaría así: la eficacia de la comunicación estaría Totalmente Alcanzada, dado que la mayoría de los requisitos ya fueron validados como correctos.

4.4.5.2 Métricas para los riesgos de Coordinación

A continuación, se presentan las métricas propuestas para los riesgos del proceso de Coordinación.

4.4.5.2.1 Métrica Riesgo R6 (Deficiencias en la distribución de actividades)

Para lograr una mejor medida del riesgo R6, se decidió dividir las actividades del proyecto en aquellas que puedan resolverse de manera individual y aquellas que puedan ser resueltas por equipos, y obtener el porcentaje que cada uno de estos grupos representa para el proyecto.

- **Porcentaje de actividades individuales**

$$pAI = \frac{AI}{cTAP} * 100$$

Donde:

- pAI: porcentaje de actividades individuales. (Porcentaje)
- AI: actividades individuales. (Actividades)
- cTAP: cantidad total de actividades del proyecto. (Actividades)

En **pAI** se guarda el porcentaje de actividades individuales del proyecto **AI**. Se debe tener el número de actividades individuales del proyecto y estas se dividen entre la

cantidad total de actividades del proyecto **cTAP**, este resultado lo multiplicamos por 100 y de esta manera obtenemos el valor de **pAI**.

Esta métrica ofrece valores entre 0 y 100. El valor de **pAI** mostrará qué porcentaje del proyecto abarcan las actividades individuales.

Contexto de ejemplo: cuando el director de proyectos desea saber cuántas del total de las actividades del proyecto son individuales, con el fin de tener un porcentaje para hacer un seguimiento y control al proyecto, podría ayudarse con el uso de esta métrica.

Ejemplo de uso: queremos saber el porcentaje de actividades individuales que abarca el proyecto. Para ello tenemos que la cantidad total de actividades del proyecto son 70. Después de realizar la clasificación de las actividades, (individuales o grupales) se identifica que hay 45 actividades individuales y 25 grupales.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$\begin{aligned}cTAP &= 70 \\AI &= 45\end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$pAI = \frac{AI}{cTAP} * 100 = 64.285\% \text{ actividades individuales.}$$

Lo que nos indica que el porcentaje del proyecto que abarcan las actividades individuales es el 64.285%.

- **Porcentaje de actividades grupales**

$$pAG = \frac{AG}{cTAP} * 100$$

Donde:

- pAG: porcentaje de actividades grupales. (Porcentaje)
- AG: actividades grupales. (Actividades)
- cTAP: cantidad de total de actividades del proyecto. (Actividades)

En **pAG** se guarda el porcentaje de actividades grupales del proyecto **AG**. Se debe tener el número de actividades grupales del proyecto y estas se dividen entre el número de total de actividades del proyecto **cTAP**, este resultado lo multiplicamos por 100 y esta manera obtenemos el valor de **pAG**.

Esta métrica ofrece valores entre 0 y 100. El valor de **pAG** mostrará qué porcentaje del proyecto abarcan las actividades grupales.

Contexto de ejemplo: cuando el director de proyectos desea saber cuántas del total de las actividades del proyecto son grupales, con el fin de tener un porcentaje para hacer un seguimiento y control al proyecto, podría ayudarse con el uso de esta métrica.

Ejemplo de uso: continuando con el ejemplo anterior, habíamos dicho que la cantidad total de actividades del proyecto es 70, y de ellas 45 son individuales, lo que nos deja 25 actividades grupales. Para conocer el porcentaje de actividades que estas abarcan, podríamos restar el porcentaje de actividades individuales del 100% de actividades y obtendríamos el resultado o también utilizar la métrica propuesta para este fin.

$$\begin{aligned}cTAP &= 70 \\AG &= 25\end{aligned}$$

Sabiendo esto y aplicando la fórmula podemos determinar que:

$$pAG = \frac{25}{70} * 100 = 35.71\% \text{ actividades grupales.}$$

Lo que nos indica que el porcentaje de actividades grupales que abarca el proyecto es el 35.71%.

Una vez se tengan los porcentajes es posible hacer un seguimiento para saber la cantidad o el porcentaje de tareas, de cada uno de los grupos, que se han logrado realizar.

- **Métrica para obtener el porcentaje de actividades individuales realizadas:**

$$pAIR = \frac{cAIR}{cTAI} * 100$$

Donde:

- pAIR: porcentaje de actividades individuales realizadas. (Porcentaje)
- cAIR: cantidad de actividades individuales realizadas. (Actividades)
- cTAI: cantidad total de actividades individuales. (Actividades)

En **pAIR** se guarda el porcentaje de actividades individuales del proyecto que han sido realizadas **cAIR**. Se debe tener la cantidad de actividades individuales realizadas y estas se dividen entre la cantidad total de actividades individuales del proyecto **cTAI**, este resultado lo multiplicamos por 100 y de esta manera obtenemos el valor de **pAIR**.

Esta métrica ofrece valores entre 0 y 100. El mejor valor de **pAIR** es el cercano a 100 porque indica que se ha completado una mayor cantidad de actividades. La interpretación del resultado de esta métrica se puede leer en la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: cuando el director de proyectos desea saber cuántas del total de las actividades individuales del proyecto han sido realizadas, con el fin de hacer un seguimiento y control al proyecto, podría ayudarse con el uso de esta métrica.

Ejemplo de uso: una vez se tiene la cantidad total de actividades individuales, se procede a revisar cuántas de estas ya se han completado o realizado. Teniendo estos dos datos, se procede a utilizar la métrica

$$\begin{aligned}cAIR &= 25 \\cTAI &= 45\end{aligned}$$

entonces,

$$pAIR = \frac{25}{45} * 100 = 55.56\% \text{ de actividades individuales que se han realizado.}$$

Lo que nos indica que el porcentaje de actividades individuales que se ha realizado es el 55.56%. Utilizando las categorías de calificación de la **Tabla 19** se puede interpretar mejor el resultado obtenido al utilizar esta métrica.

- **Métrica para obtener el porcentaje de actividades grupales realizadas:**

$$pAGR = \frac{cAGR}{cTAG} * 100$$

Donde:

- pAGR: porcentaje de actividades grupales. (Porcentaje)
- cAGR: cantidad de actividades grupales realizadas. (Actividades)
- cTAG: cantidad total de actividades grupales. (Actividades)

En **pAGR** se guarda el porcentaje de actividades grupales del proyecto que han sido realizadas. Se debe tener la cantidad de actividades grupales realizadas **cAGR** y estas se dividen entre la cantidad total de actividades grupales del proyecto **cTAG**, este resultado lo multiplicamos por 100 y de esta manera obtenemos el valor de **pAIR**.

Esta métrica ofrece valores entre 0 y 100. El mejor valor de **pAGR** es el cercano a 100 porque indica que se ha completado una mayor cantidad de actividades. La interpretación del resultado de esta métrica se puede leer en la **Tabla 19**.

Una vez se tiene la cantidad total de actividades grupales, se procede a revisar cuántas de estas ya se han completado o realizado. Teniendo estos dos datos, se procede a utilizar la métrica.

Contexto de ejemplo: cuando el director de proyectos desea saber cuántas del total de las actividades grupales del proyecto han sido realizadas, con el fin de hacer un seguimiento y control al proyecto, podría ayudarse con el uso de esta métrica.

Ejemplo de uso: si tenemos que la cantidad de actividades grupales realizadas es 12 y el total de actividades grupales es de 25, entonces:

$$\begin{aligned}cAGR &= 12 \\cTAG &= 25\end{aligned}$$

entonces,

$$pAGR = \frac{12}{25} * 100 = 26.67\% \text{ de actividades grupales que se han realizado.}$$

Lo que nos indica que el porcentaje de actividades grupales que se ha realizado es el 26.67%. Utilizando las categorías de calificación de la **Tabla 19** se puede interpretar mejor el resultado obtenido al utilizar esta métrica.

Al sumar estos porcentajes se obtiene el porcentaje de actividades realizadas para todo el proyecto, lo que nos puede ayudar a determinar si estamos atrasados o estamos a tiempo y, además, el tiempo que durará desarrollar todo el proyecto.

4.4.5.2.2 Métricas para medir el riesgo 7 (Definición inadecuada del alcance del proyecto)

- **Porcentaje de reuniones productivas**

$$pRProd = \frac{cRProd}{cRP} * 100 ;$$

Donde:

- pRProd: porcentaje de reuniones productivas. (Porcentaje)
- cRProd: cantidad de reuniones productivas. (Reuniones)
- cRP: cantidad de reuniones planeadas. (Reuniones)

En **pRProd** se guarda el porcentaje de reuniones han sido efectivas y productivas, es decir, aquellas donde cumplieron los objetivos planteados. Para esto se obtiene la cantidad de reuniones que se consideran productivas **cRProd**, según el cumplimiento de los objetivos. Este valor se divide entre la cantidad total de reuniones planeadas **cRP** y su resultado se multiplica por 100 para poder obtener el porcentaje.

Esta métrica ofrece valores entre 0 y 100. El mejor valor de **pRProd** es el cercano a 100 porque indica que ha habido una buena cantidad de reuniones que han sido productivas. La interpretación del resultado de esta métrica se puede leer en la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: cuando el director de proyectos desea saber cuántas del total de reuniones realizadas fueron productivas, es decir, en cuántas de ellas se

cumplieron los objetivos planteados, con el fin de conocer la productividad de las reuniones del proyecto, podría ayudarse con el uso de esta métrica.

Ejemplo de uso: se quiere saber el porcentaje de reuniones que han sido efectivas; para esto se necesita tener la cantidad total de reuniones programadas y también la cantidad de reuniones donde se han logrado los objetivos propuestos. Teniendo los datos anteriores se procede a usar la métrica.

$$\begin{aligned}cRProd &= 20 \\cRP &= 30\end{aligned}$$

entonces,

$$pRProd = \frac{20}{30} * 100 = 66.66\% \text{ de reuniones.}$$

Lo que nos indica que el 66.66% de las reuniones han sido productivas o se ha cumplido su objetivo. Utilizando las categorías de calificación de la **Tabla 19** se puede interpretar mejor el resultado obtenido al utilizar esta métrica.

- **Métrica para el porcentaje de objetivos cumplidos**

$$pOC = \frac{cOC}{cOP} * 100$$

Donde:

- pOC: porcentaje de objetivos cumplidos. (Porcentaje)
- cOC: cantidad de objetivos cumplidos. (Objetivos)
- cOP: cantidad de objetivos planeados. (Objetivos)

En **pOC** se guarda el porcentaje de objetivos cumplidos por los equipos. Para esto se obtiene la cantidad de objetivos cumplidos **cOC** y este valor se divide entre la cantidad de objetivos planeados **cOP**. El resultado de lo anterior se multiplica por 100 para poder así obtener su porcentaje.

Esta métrica ofrece valores entre 0 y 100. El mejor valor de **pOC** es el cercano a 100 porque indica que se ha cumplido con gran parte de los objetivos. La interpretación del resultado de esta métrica se puede leer en la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: cuando el director de proyectos desea saber cuántos del total de objetivos de la reunión se han cumplido, con el fin de saber si la reunión ha sido efectiva y productiva, podría ayudarse con el uso de esta métrica.

Ejemplo de uso: se quiere conocer el porcentaje de objetivos cumplidos. Para esto se necesita la cantidad de objetivos cumplidos y también la cantidad total de los objetivos propuestos. Teniendo lo anterior se procede a utilizar la métrica.

$$cOP = 50$$

$$cOC = 15$$

entonces,

$$pOC = \frac{15}{50} * 100 = 30\% \text{ cantidad de objetivos cumplidos o completados.}$$

Lo que indica que la cantidad de objetivos que se ha cumplido es del 30%. Se utiliza la tabla 20 para interpretar lo que nos dice el resultado de la métrica.

Teniendo lo anterior se puede también ir más allá para medir la actualidad del proyecto. Se puede utilizar una regla de 3 de la siguiente manera:

Si se ha planeado cumplir con los 50 objetivos en 45 días, y para el día 30 solo se ha cumplido con 15 de ellos se puede decir que realizando una regla de tres tenemos:

$$cOC = \frac{45 * 25}{30} = 37.5 \text{ cantidad de objetivos cumplidos en 30 días.}$$

entonces,

Un aproximado de la cantidad objetivos que se puede cumplir en 45 días es:

$$\frac{37.5}{50} * 100 = 75\% \text{ de los objetivos.}$$

4.4.5.2.3 Métricas para medir el riesgo R8 (Deficiencias en la comprensión de los procesos del proyecto)

- **Métrica cantidad de colaboradores que asimilan los procesos**

$$ctCAPr = \sum_{i=1}^n cCAPr (i)$$

Donde:

- ctCAPr: cantidad total de colaboradores que asimilaron los procesos. (Colaboradores)

En **ctCAPr** se guarda la cantidad de colaboradores que han asimilado los procesos establecidos. Este número se puede obtener realizando un test de conocimientos y dependiendo de su calificación saber si el colaborador en cuestión ha asimilado o no los procesos establecidos. Cada colaborador que ha asimilado los procesos se irá acumulando en la variable (*i*), sumando de a 1, para obtener la cantidad total de colaboradores que han asimilado los procesos.

$$pCAPr = \frac{ctCAPr}{cCPy} * 100$$

Donde:

- pCAPr: porcentaje de colaboradores que han asimilado los procesos. (Porcentaje)
- ctCAPr: cantidad de colaboradores que han asimilado los procesos. (Personas)
- cCPy: cantidad de colaboradores del proyecto. (Personas)

En **pCAPr** se guarda el porcentaje de colaboradores que han asimilado los procesos. Primero se obtiene la cantidad de colaboradores que han asimilado el proceso **ctCAPr** y este número se divide entre la cantidad de colaboradores del proyecto **cCPy**. Finalmente, el valor obtenido se multiplica por 100 para obtener el porcentaje.

Esta métrica ofrece valores entre 0 y 100. El mejor valor de **pOC** es el cercano a 100 porque indica que una gran cantidad de colaboradores asimilan los procesos. La interpretación del resultado de esta métrica se puede leer en la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: cuando el director de proyectos desea saber si los procesos que se manejan dentro del proyecto han sido asimilados por colaboradores implicados, con el fin de cerciorarse de que todos entienden dichos procesos, podría ayudarse con el uso de esta métrica.

Ejemplo de uso: se necesita saber el porcentaje de colaboradores que ha asimilado los procesos que se usan para el desarrollo de un proyecto, dentro del equipo de desarrollo. Teniendo la cantidad de colaboradores que han asimilado los procesos y la cantidad de colaboradores del proyecto, se procede a usar la métrica.

$$\begin{aligned} ctCAPr &= 35 \\ cCPy &= 50 \end{aligned}$$

entonces,

$$pCAPr = \frac{35}{50} * 100 = 70\% \text{ de colaboradores que han asimilado los procesos.}$$

Utilizando las categorías de calificación de la **Tabla 19** se puede interpretar mejor el resultado obtenido al utilizar esta métrica.

4.4.5.3 Métricas para los riesgos de Cooperación

A continuación, se presentan las métricas propuestas para los riesgos del proceso de Cooperación.

4.4.5.3.1 Métricas para medir el riesgo R9 (Deficiente colaboración entre los miembros del equipo (orientado hacia la solución de actividades))

A continuación, se presentan los riesgos propuestos para el proceso de Cooperación.

- **Métrica para obtener el porcentaje de actividades grupales realizadas:**

$$pAGR = \frac{cAGR}{cTAG} * 100$$

Donde:

- pAGR: porcentaje de actividades grupales realizadas. (Porcentaje)
- cAGR: cantidad de actividades grupales realizadas. (Actividades)
- cTAG: cantidad total de actividades grupales. (Actividades)

En **pAGR** se guarda el porcentaje de actividades grupales del proyecto que han sido realizadas. Se debe tener la cantidad de actividades grupales realizadas **cAGR** y estas se dividen entre la cantidad total de actividades grupales del proyecto **cTAG**, este resultado lo multiplicamos por 100 y de esta manera obtenemos el valor de **pAIR**.

Esta métrica ofrece valores entre 0 y 100. El mejor valor de **pAGR** es el cercano a 100 porque indica que se ha completado una mayor cantidad de actividades. La interpretación del resultado de esta métrica se puede leer en la **Tabla 19**.

Contexto de ejemplo: cuando el director de proyectos desea saber cuántas del total de las actividades grupales del proyecto han sido realizadas, con el fin de hacer un seguimiento y control al proyecto, podría ayudarse con el uso de esta métrica.

Ejemplo de uso: si tenemos que la cantidad de actividades grupales realizadas es 20 y el total de actividades grupales es de 25, entonces:

$$\begin{aligned}cAGR &= 20 \\cTAG &= 25\end{aligned}$$

entonces,

$$pAGR = \frac{20}{25} * 100 = 80\% \text{ de actividades grupales que se han realizado.}$$

Lo que nos indica que el porcentaje de actividades grupales que se ha realizado es del 80%. Utilizando las categorías de calificación de la **Tabla 19** se puede interpretar mejor el resultado obtenido al utilizar esta métrica.

5 Capítulo V. Grupo Focal

En este capítulo se presenta la aplicación del grupo focal al subconjunto de riesgos de la **Tabla 14**, los cuales están relacionados con los procesos de comunicación, coordinación y cooperación. Además, se evaluaron las métricas diseñadas asociadas a estos riesgos, estas métricas son presentadas en el **Capítulo IV**, cabe aclarar que se sometió a evaluación las métricas correspondientes a los riesgos de comunicación y coordinación, se excluyeron las métricas propuestas para el proceso de cooperación debido a que el riesgo asociado a este proceso estaba sujeto a cierto grado de subjetividad. El principal objetivo del grupo focal fue presentar un subconjunto de los riesgos propuestos y sus métricas asociadas, para encontrar oportunidades de mejora. La opinión y retroalimentación de expertos permitió refinar y mejorar aún más la propuesta.

5.1 Estructura de la aplicación del grupo focal

La evaluación del conjunto de métricas y el subconjunto de riesgos fue ejecutada bajo la modalidad de un grupo focal, esta aplicación estuvo basada en los lineamientos planteados en [22], los cuales son presentados a continuación:

- **Planteamiento de la investigación:** se detalla y especifica el problema e investigación. También se definen los elementos que harán parte de la aplicación del grupo focal, así como: protocolo, agenda, tipo de debate y otros.
- **Diseño de grupos de discusión (Reclutamiento):** se definen las estrategias de selección de los participantes del grupo focal.
- **Conducción de las sesiones del grupo focal (Moderación):** se llevan a cabo los procesos establecidos durante la fase de planteamiento para obtener información que permita retroalimentar la propuesta.
- **Análisis de la información y reporte de resultados:** se realiza el análisis de tipo cualitativo y/o cuantitativo utilizando estadística descriptiva o métodos de tipo cuantitativo.

5.2 Realización del grupo focal

Al terminar de diseñar la primera versión de riesgos relacionados con la Comunicación, Cooperación y Coordinación, y las dimensiones que los afectan: distancia temporal, geográfica y sociocultural, además de proponer un conjunto de métricas asociadas para facilitar su medición, un subconjunto fue seleccionado y sometido a una evaluación por medio de un grupo focal, el cual estuvo conformado por expertos en diferentes áreas del conocimiento y experiencia en: procesos, ingeniería del software y en calidad de software. Por medio del grupo focal se pudo evaluar aspectos técnicos enfocado en la: (i) idoneidad, (ii) facilidad de comprensión y (iii) facilidad de medición de un conjunto de riesgos seleccionados y, la: (i) idoneidad, (ii) completitud, (iii) facilidad de comprensión y aplicación de las métricas asociadas a dichos riesgos.

La ejecución del grupo focal fue llevada a cabo bajo el protocolo descrito a continuación.

5.2.1. Planteamiento de la investigación

Como parte del planteamiento de la investigación, se definió el problema de investigación y los objetivos tanto del grupo focal y de investigación. A continuación, se presentan estos elementos de manera detallada.

5.2.1.1 Definición del problema de investigación

La aplicación del grupo focal como evaluación del conjunto de riesgos asociados a la comunicación y coordinación y las métricas propuestas en relación a estos riesgos, se realiza con el fin de lograr los siguientes objetivos:

- **Objetivo del Grupo Focal**

Obtener realimentación de los participantes acerca de la idoneidad, facilidad de comprensión y facilidad de medición de un conjunto de riesgos seleccionados y, la idoneidad, completitud, facilidad de comprender y aplicar de las métricas propuestas relacionadas con el conjunto de riesgos, y así, poder apoyar a las empresas que tienen equipos de desarrollo global de software en la toma de decisiones.

- **Objetivos de Investigación**

- Realizar la evaluación de diferentes aspectos concernientes al conjunto de riesgos escogidos y las métricas relacionadas a ellos.
- Recopilar recomendaciones de lecciones aprendidas y oportunidades de mejora para los riesgos y métricas evaluadas.
- Realizar las adaptaciones o cambios que se estimen convenientes en los riesgos y métricas evaluadas.

Preparación de materiales y métodos a cumplir por parte del grupo investigador

El objetivo de esta actividad es definir los elementos, procedimientos y técnicas que serán empleados en la ejecución del grupo focal, entre los elementos se encuentran: (i) estructura del protocolo del debate, (ii) los instrumentos y métodos que serán empleados, (iii) socialización y formalización de documentos a los participantes, (iv) definición de métodos de captura y registro de información y (v) la definición de los métodos de análisis de la información obtenida en el debate.

5.2.1.2 Estructura del protocolo del grupo focal

A continuación, en la **Tabla 22** se presentan los aspectos correspondientes al protocolo definido para llevar a cabo las diferentes sesiones de debate.

N°	Elemento	Descripción
1	Agenda de trabajo	Documento que indica las actividades que se llevarán a cabo durante la aplicación del grupo focal por cada una de las partes
2	Cuestionario	Documento que contiene un conjunto de preguntas para obtener información relevante para la evaluación de la propuesta durante el debate
3	Estructura de protocolo	Documento que contiene el protocolo a seguido para la realización del grupo focal
4	Propuesta a evaluar	Documento donde se describe la propuesta planteada y que se desea evaluar

Tabla 22. Protocolo del grupo focal.

5.2.1.2.1 Elementos necesarios para llevar a cabo el grupo focal

En la **Tabla 23** se presentan los elementos necesarios para la realización del grupo focal.

Elemento	Descripción
Fecha de realización	Fecha de realización del grupo focal
Hora de inicio	Hora exacta de inicio del grupo focal
Hora de Finalización	Hora exacta de realización del grupo focal
Lugar	Lugar de realización del grupo focal
Tema a tratar	Tema de debate para el grupo focal
Moderador	Nombre de la persona encargada de asegurar que los participantes hagan sus aportes acordes al tema a tratar y cumplan con la agenda definida
Supervisor	Persona encargada de recopilar información importante
Relator	Persona encargada de exponer le tema del grupo focal
Participantes	Personas encargadas de evaluar la propuesta presentada
Objetivo Grupo Focal	Objetivo principal de la realización grupo focal
Objetivo de investigación	Objetivos relacionados a las actividades realizadas durante el grupo focal

Tabla 23. Elementos del debate de grupo focal.

5.2.1.2.2 Captura y registro de información

Para llevar a cabo la ejecución del grupo focal se realizó un documento escrito en el cual se explica la propuesta que fue evaluada, además, se contó con el apoyo de un relator, quien tomó nota de las apreciaciones, comentarios y sugerencias relevantes de cada participante. También, se hizo entrega a cada participante de un cuestionario y una versión resumida con el subconjunto de riesgos y las métricas propuestas para medirlos. Además, se realizó un registro de audio de lo dicho por los participantes y organizadores durante el grupo focal, esto con el fin de tener material adicional de apoyo.

5.2.1.2.3 Métodos de análisis de la información

Posterior a la realización del grupo focal, el grupo de investigación realizó un análisis estadístico de la información plasmada en los cuestionarios y un análisis cualitativo a partir de las observaciones y oportunidades de mejora registrados en el grupo focal.

5.2.1.2.4 Diseño de grupos de discusión (Reclutamiento)

En esta sección se definen las estrategias de selección de los participantes del grupo focal.

5.2.1.2.5 Selección de participantes

Esta actividad está a cargo del grupo investigador y está compuesta de las siguientes actividades:

- **Definición del perfil del participante**

Para la selección de expertos, se definieron los siguientes criterios:

- Estar activo en un entorno académico ya sea como profesor o como estudiante.
- Tener conocimientos avanzados sobre métricas, indicadores, medidas e ingeniería del software y su aplicación en la industria del software.
- Personas con experiencia en la industria de software.

- **Identificación de potenciales participantes**

Teniendo en cuenta los criterios anteriormente definidos, se identifican los posibles participantes para el grupo focal.

El grupo conformado para aplicar el grupo focal estuvo compuesto por miembros con experiencia y conocimiento en diferentes áreas de la ingeniería del software, así como también por personas con conocimientos en metodologías ágiles. La **Tabla 24**, presenta una descripción del perfil profesional de los participantes.

N°	Ocupación	Experiencia Profesional	Estudios Realizados
Participante 1	Docente Universidad del Cauca	<ul style="list-style-type: none"> • Diez (10) años como docente de la Universidad del Cauca 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de sistemas • Especialización en redes y servicios telemáticos • Maestría en computación
Participante 2	Docente Universidad del Cauca	<ul style="list-style-type: none"> • Un (1) año como docente de la Universidad del Cauca • Un (1) año como Desarrollador de Software 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de Sistemas • Cursando Maestría en computación
Participante 3	Docente Universidad del Cauca	<ul style="list-style-type: none"> • Un (1) año como docente de la universidad del Cauca • Un (1) año como Desarrollador de Software 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de Sistemas • Cursando Maestría en computación
Participante 4	Estudiante de Maestría	<ul style="list-style-type: none"> • Seis (06) meses como docente de la universidad del Cauca 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de Sistemas
Participante 5	Desarrollador web	<ul style="list-style-type: none"> • Líder de desarrollo de software con equipos distribuidos geográficamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería de Sistemas • Certificación Scrum Master (CMS)

Tabla 24. Perfil profesional de los participantes.

5.2.1.2.6 Fases de conducción de la sesión de debate

La sesión de debate fue coordinada por un moderador el cual hace parte del grupo investigador. El moderador siguió el orden y la secuencia presentada en la **Tabla 25**. Además, a cada participante se le entregó un documento el cual contenía la propuesta en detalle (ver **Anexo 4**).

N°	Descripción	Hora	
		Inicio	Fin
1	Bienvenida a los participantes	4:00pm	4:10pm
2	Presentación del grupo investigador, objetivos del grupo focal y de investigación	4:10pm	4:15pm
3	Presentación de los participantes	4:15pm	4:25pm
4	Presentación de los riesgos y las métricas propuesta	4:25pm	5:00pm
5	Discusión de la propuesta por parte de los participantes	5:00pm	5:30pm
6	Realización de la encuesta	5:30pm	5:45pm
7	Firma de asistencia	5:45pm	5:50pm
8	Agradecimiento a los participantes	5:50pm	6:00pm
9	Finalización del grupo Focal	6:00pm	6:10pm

Tabla 25. Organización del grupo focal.

5.2.1.2.7 Captura de información

El proceso de captura de información se realizó teniendo en cuenta las estrategias definidas en la fase de métodos de captura y registro de información.

- El relator fue la persona encargada de tomar atenta nota de cada observación y comentario que realizaran los participantes.
- Además, como apoyo a los comentarios recibidos se pidió a los participantes que respondan un cuestionario al final de la sesión de debate.

5.2.1.2.8 Análisis de la Información y reporte de resultados

Una vez finalizada la aplicación de los grupos focales, se llevó a cabo un análisis de los cuestionarios diligenciados por cada uno de los participantes y una clasificación de los aportes realizados durante las sesiones de debate.

A continuación, se presentan las actividades llevadas a cabo para realizar el análisis de la información obtenida en el grupo focal.

5.2.1.2.9 Resultados del grupo focal

Una vez finalizo la sesión de debate, el grupo investigador entregó a los participantes un cuestionario, esto con el fin de realizar un análisis cuantitativo de los aspectos más relevantes de la propuesta. El análisis de los cuestionarios se realizó mediante el conteo de las respuestas de los participantes. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en 2 partes: una para el conjunto de riesgos y otra para las métricas propuestas relacionadas a estos.

5.2.1.2.9.1 Resultados del grupo focal Evaluación del conjunto de riesgos

El cuestionario fue diseñado con preguntas que estuvieran orientadas a determinar el grado de facilidad de entendimiento, completitud y facilidad de medición de los riesgos, para tal propósito se organizaron preguntas de la siguiente manera:

- En las preguntas 1-6 se cuestiona a los participantes sobre su nivel de conformidad respecto a aspectos como facilidad de entendimiento, pertinencia, completitud, entre otros aspectos de los riesgos propuestos. El nivel de conformidad de los participantes es evaluado a través de una escala de Likert⁸ presentada en la **Tabla 26**. El consolidado de respuestas obtenidas en este tipo de preguntas para el cuestionario aplicado en el grupo focal se presenta en la: **Figura 12**, de lo cual se puede concluir que se debe revisar varios aspectos respecto a los riesgos propuestos como: la facilidad de medición y la completitud.

Valor numérico	Concordancia	Acrónimo	Color
5	Muy Satisfecho	(MS)	Verde
4	Algo Satisfecho	(AS)	Azul
3	Satisfecho	(S)	Amarillo
2	Poco satisfecho	(PS)	Naranja
1	Muy insatisfecho	(MI)	Rojo

Tabla 26. Escala de Likert.

En la **Tabla 27**, se presenta el consolidado de las respuestas de las preguntas 1 a 6, las cuales fueron evaluadas con la escala definida en la **Tabla 26**.

ID	Pregunta	Nivel de conformidad				
		MS	AS	S	PS	MI
P1	¿Considera que el conjunto de riesgos es fácil de comprender?	1	4	0	0	0
P2	¿Considera que los riesgos son concisos (expresar un concepto con exactitud)?	1	3	1	0	0
P3	¿Considera que los riesgos son completos?	3	1	1	0	0
P4	¿Considera que los riesgos seleccionados son no ambiguos (Que no puede entenderse de varios modos o admitir distintas interpretaciones para no dar, por consiguiente, motivo a dudas, incertidumbre o confusión)?	3	2	0	0	0
P5	¿Considera que los riesgos son pertinentes para las MiPyMEs?	4	1	0	0	0
P6	¿Considera que el conjunto de riesgos es fácil de aplicar a través de métricas?	1	2	1	1	0

Tabla 27. Conteo de preguntas nivel de conformidad para conjunto de riesgos.

⁸ Escala de Likert: destinada a medir actitudes; predisposiciones individuales a actuar de cierta manera en contextos sociales específicos o bien a actuar a favor o en contra de personas, organizaciones, objetos entre otros [73].

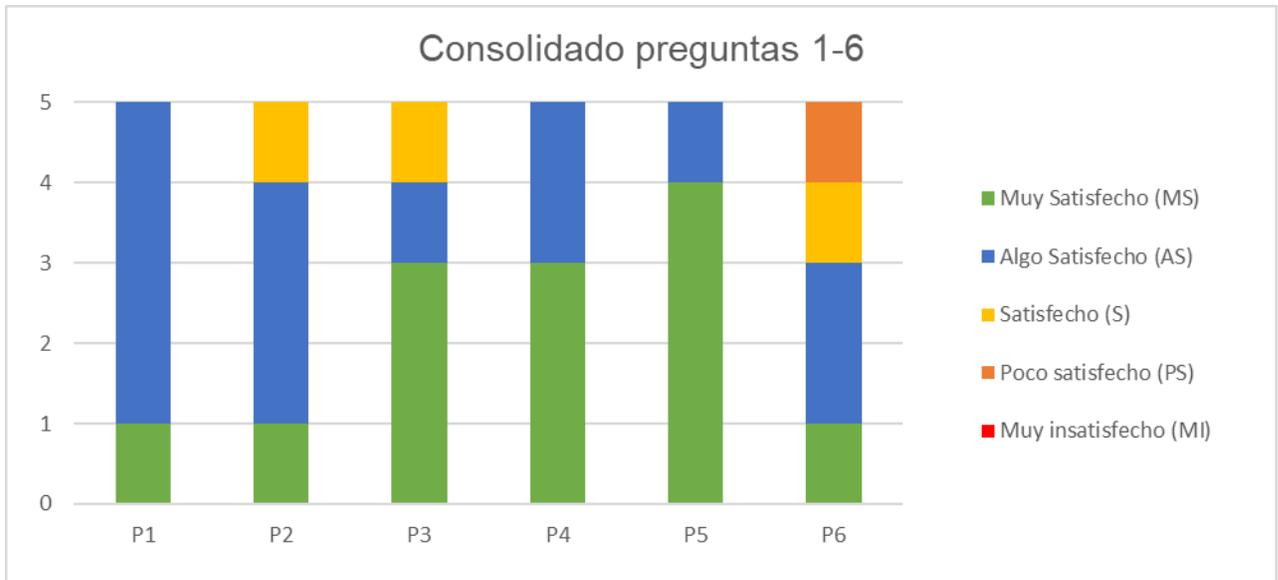


Figura 12. Análisis del consolidado de las preguntas relacionadas con el nivel de conformidad para el conjunto de riesgos.

- Las preguntas 7-11 se formulan preguntas con opciones de respuestas dicotómicas (Sí y No) como se muestra en la **Tabla 28**. El consolidado de respuestas obtenidas en este tipo de preguntas para el cuestionario aplicado en el grupo focal se presenta en la **Figura 13**.

ID	Preguntas abiertas	Resultado	
		SI	NO
P7	¿Considera que el conjunto de riesgos es suficiente para apoyar la toma decisiones en MiPyMEs dedicadas al desarrollo Global de software?	5	0
P8	¿Considera que se debe replantear alguno de los riesgos?	1	4
P9	¿Considera que se ha omitido algún riesgo que usted crea necesario agregar?	4	1
P10	¿Considera que alguno de los riesgos es complementario y no fundamental?	0	5
P11	¿Considera que se debe eliminar alguno de los riesgos?	0	5

Tabla 28. Consolidado de preguntas dicotómicas para el conjunto de riesgos.

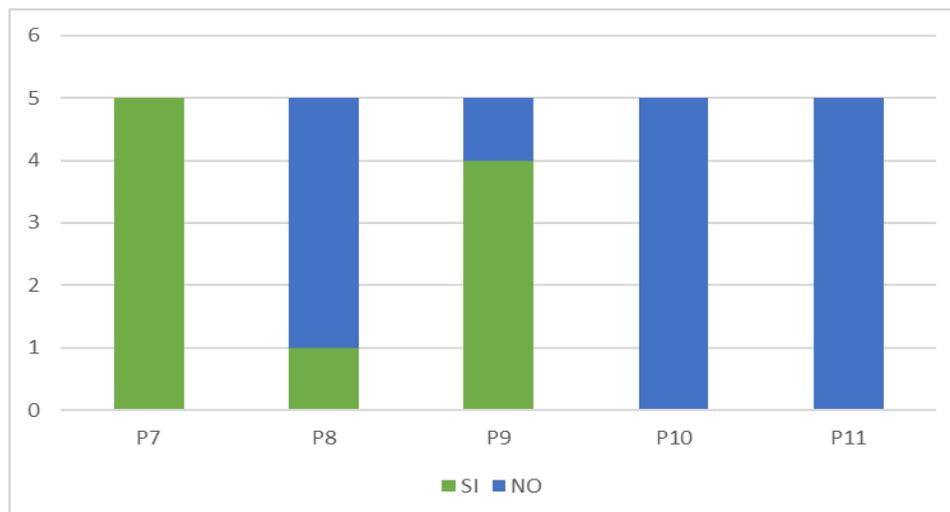


Figura 13. Análisis del consolidado de preguntas dicotómicas para el conjunto de riesgos.

En: Figura 12 y **Figura 13**, es posible observar de manera general, que los participantes estuvieron de acuerdo con la mayoría de los aspectos evaluados durante la sesión del grupo focal.

5.2.1.2.9.2 Resultados del grupo focal Evaluación del conjunto de métricas

El cuestionario fue diseñado con preguntas que estuvieran orientadas a determinar la idoneidad, completitud, facilidad de comprensión y aplicación de las métricas, para tal propósito se organizaron preguntas de la siguiente manera:

- En las preguntas 1-9 se cuestiona a los participantes sobre su nivel de conformidad respecto a aspectos como complejidad, cohesión, y facilidad de aplicación entre otros, de los riesgos propuestos. El nivel de conformidad de los participantes es evaluado a través de una escala de Likert presentada en la **Tabla 26**. El análisis del consolidado de respuestas obtenidas en este tipo de preguntas para el cuestionario aplicado en el grupo focal se presenta en la **Figura 14**.

En la **Tabla 29**, se presenta el consolidado de las respuestas de las preguntas 1 a 9, las cuales fueron evaluadas con la escala definida en la **Tabla 26**.

ID	Pregunta	Nivel de conformidad				
		MS	AS	S	PS	MI
P1	¿Qué grado de complejidad considera que tienen las métricas propuestas?	1	0	4	0	0
P2	¿Considera que la descripción asociada a las métricas es clara?	1	2	2	0	0
P3	¿Considera que el conjunto de métricas propuesto corresponde con los riesgos que se pretenden medir?	2	3	0	0	0
P4	¿Considera que las métricas definidas son coherentes?	3	2	0	0	0
P5	¿Considera que las métricas definidas son cuantificables (es decir deben basarse en hechos, no en opiniones)?	2	1	2	0	0
P6	¿Considera que las métricas definidas son precisas?	2	3	0	0	0
P7	¿Considera que las métricas propuestas son fáciles de aplicar?	1	1	2	1	0
P8	¿Considera que el conjunto de métricas propuestas es pertinente para MyPiMEs dedicadas al desarrollo global de software?	4	1	0	0	0
P9	¿Considera que el conjunto de métricas propuestas genera valor en MyPiMEs dedicadas al desarrollo global de software?	4	1	0	0	0

Tabla 29. Conteo de preguntas nivel de conformidad para conjunto de métricas.

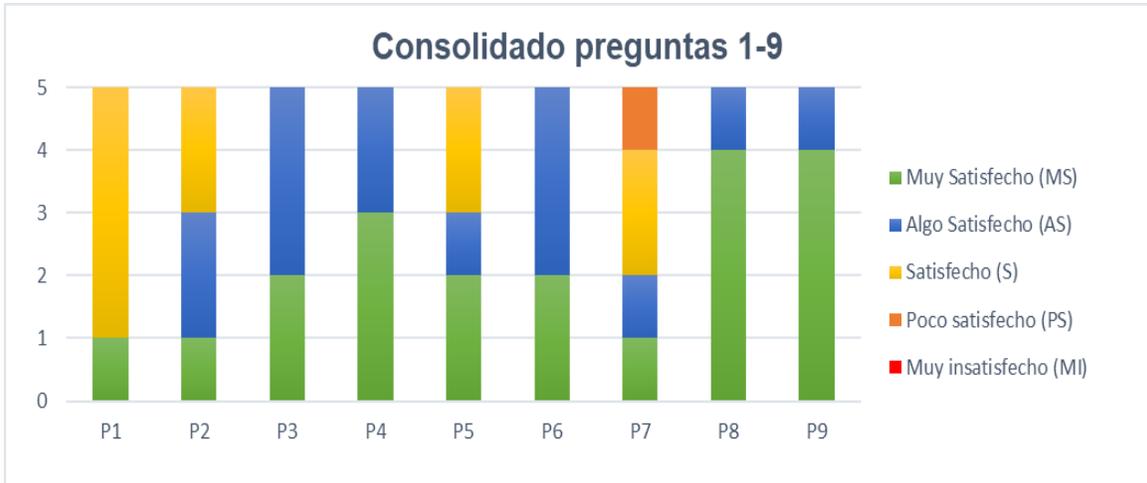


Figura 14. Análisis del consolidado de preguntas relacionadas con el nivel de conformidad para el conjunto de métricas.

- Las preguntas 10-11 se formulan preguntas con opciones de respuestas dicotómicas (Sí y No) como se muestra en la **Tabla 30**. El consolidado de respuestas obtenidas en este tipo de preguntas para el cuestionario aplicado en el grupo focal se presenta en la **Figura 15**.

ID	Pregunta	Resultado	
		SI	NO
P10	¿Considera que se debe replantear alguna de las métricas propuestas?	2	3
P11	¿Considera que se debe eliminar alguna de las métricas propuestas?	1	4

Tabla 30. Consolidado de preguntas dicotómicas.

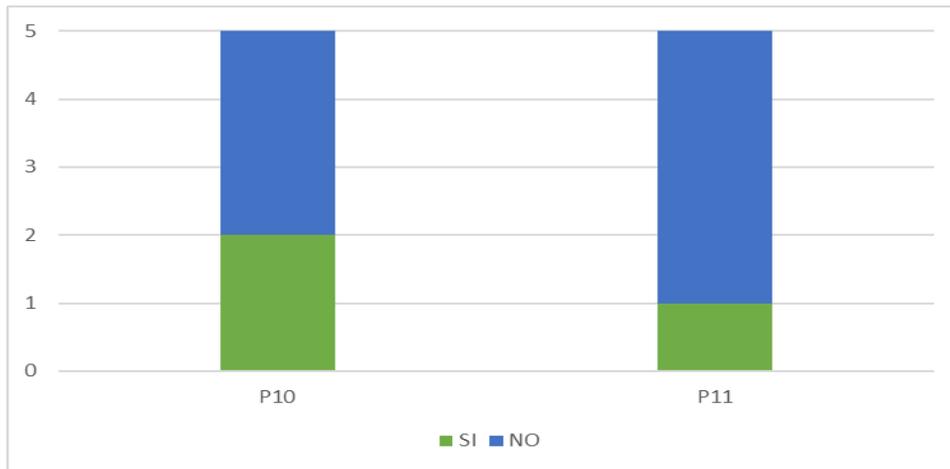


Figura 15. Análisis del consolidado de preguntas dicotómicas para el conjunto de métricas.

5.2.1.2.9.3 Análisis Estadístico

Al terminar el consolidado de las respuestas dadas por los participantes del grupo focal, se procede a realizar un análisis detallado por cada pregunta, el cual se presenta a continuación.

5.2.1.2.9.3.1 Análisis estadístico de las respuestas para el conjunto de riesgos

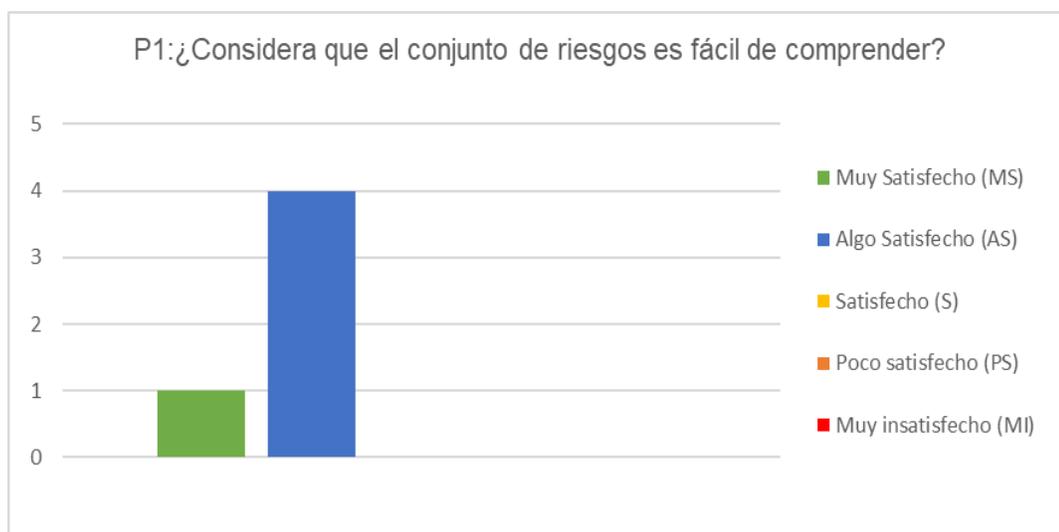


Figura 16. Resultados obtenidos pregunta 1 relacionada al conjunto de riesgos.

En la primera pregunta se interroga a los participantes sobre la facilidad de comprensión de los riesgos propuestos. Como se puede apreciar en **Figura 16**, 1 (un) participante otorgó una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además, se aprecia que 4 de los expertos otorgan una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que, los riesgos propuestos en su gran mayoría son fáciles de comprender.

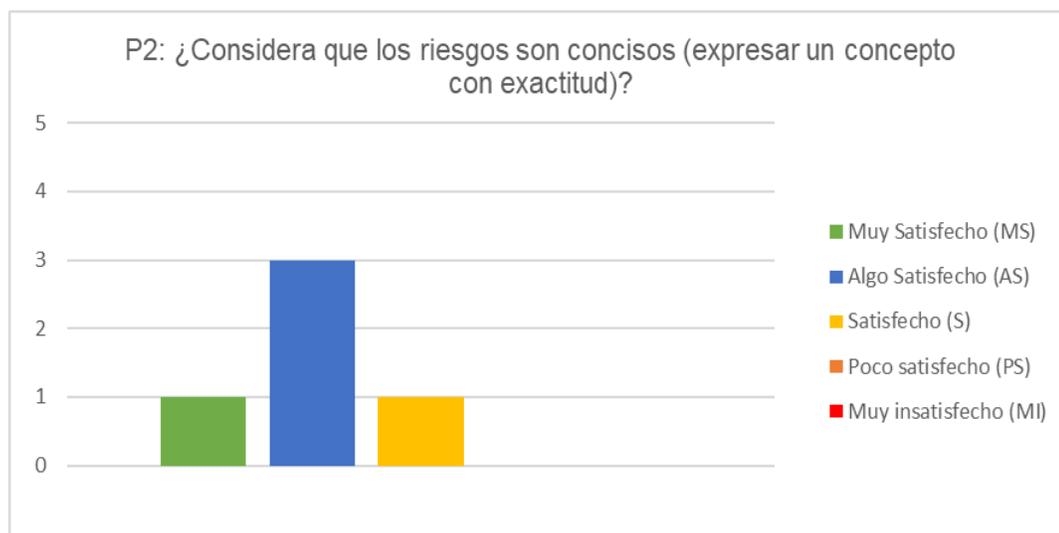


Figura 17. Resultados obtenidos pregunta 2 relacionada al conjunto de riesgos.

En la segunda pregunta se interroga a los participantes acerca de si los riesgos se expresan con exactitud. Como se puede apreciar en la **Figura 17**, 1 (un) participante otorgó una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que 4 de los expertos otorgan una calificación

de 4, equivalente a: bastante satisfecho, y 1 (un) participante otorgó una calificación de 3, equivalente a: satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que, los riesgos propuestos en su gran parte expresan lo que en realidad se pretende decir con ellos.



Figura 18. Resultados obtenidos pregunta 3 relacionada al conjunto de riesgos.

En la tercera pregunta se interroga a los participantes sobre la completitud de los riesgos. Como se puede apreciar en la **Figura 18**, 3 de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que uno (1) de los expertos otorgan una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho, y 1 (un) participante otorgó una calificación de 3, equivalente a: satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que, los riesgos propuestos son completos.

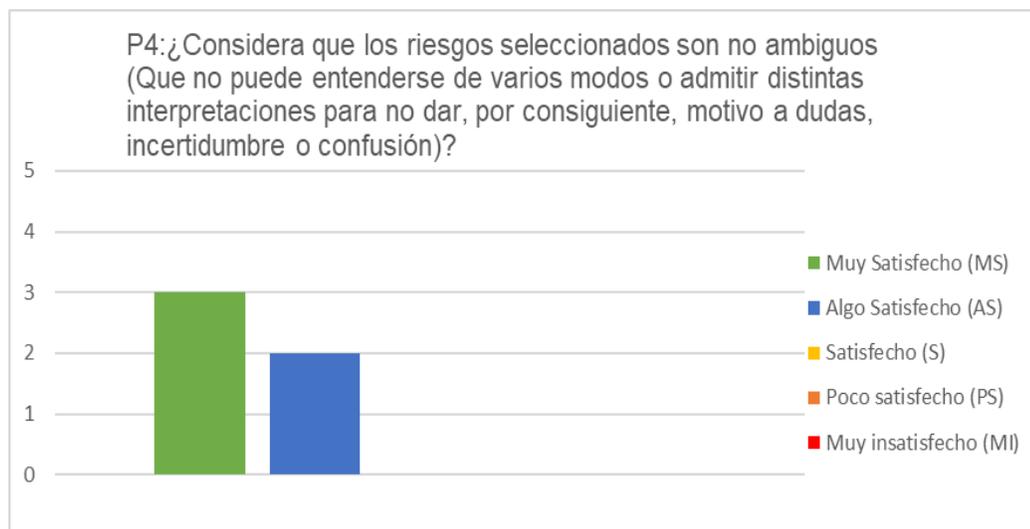


Figura 19. Resultados obtenidos pregunta 4 relacionada al conjunto de riesgos.

En la cuarta pregunta se interroga a los participantes sobre la ambigüedad de los riesgos propuestos. Como se puede apreciar en la **Figura 19**, 3 de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla**

26 a: muy satisfecho, además se aprecia que 2 de los expertos otorgan una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que, los riesgos propuestos no presentan ambigüedad es decir no dan lugar a confusiones.

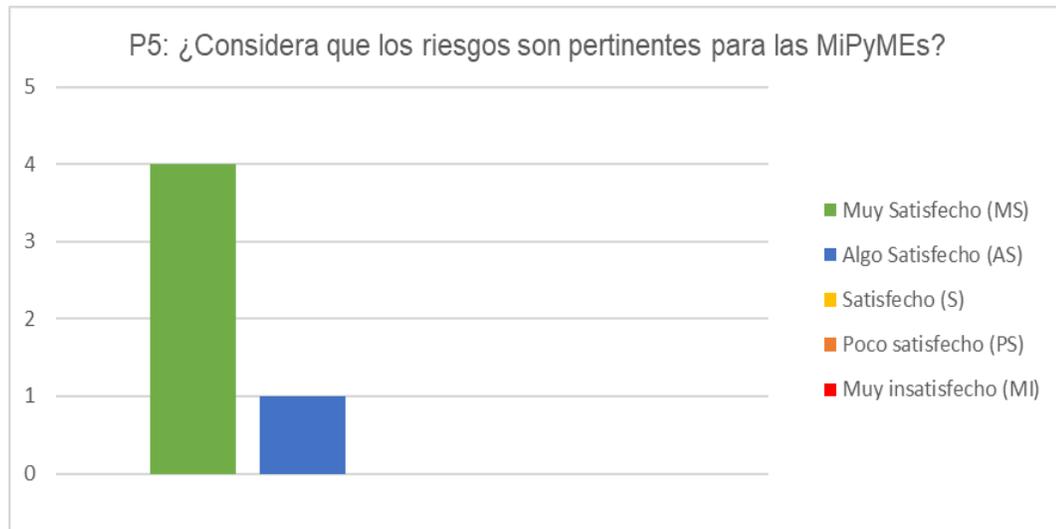


Figura 20. Resultados obtenidos pregunta 5 relacionada al conjunto de riesgos.

En la quinta pregunta se interroga a los participantes sobre la ambigüedad de los riesgos propuestos. Como se puede apreciar en la **Figura 20**, 4 de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26 a:** muy satisfecho, además se aprecia que 1 (uno) de los expertos otorgan una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que, los riesgos propuestos son pertinentes para el entorno en el que se definió su posible aplicación.



Figura 21. Resultados obtenidos pregunta 6 relacionada al conjunto de riesgos.

En la sexta pregunta se interroga a los participantes sobre la ambigüedad de los riesgos propuestos. Como se puede apreciar en la **Figura 21**, 1 (un) participante otorgó una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que 2 de los expertos otorgan una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho, 1 (uno) otorgó una calificación de 3 equivalente a: satisfecho y 1 (uno) otorgó una calificación de 2 equivalente a: poco satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que los riesgos propuestos en su gran mayoría son fáciles de medir a través de métricas.

A continuación, se presenta el análisis correspondiente a la sección de preguntas 7-11 las cuales contaban con las opciones de respuesta Sí y No.

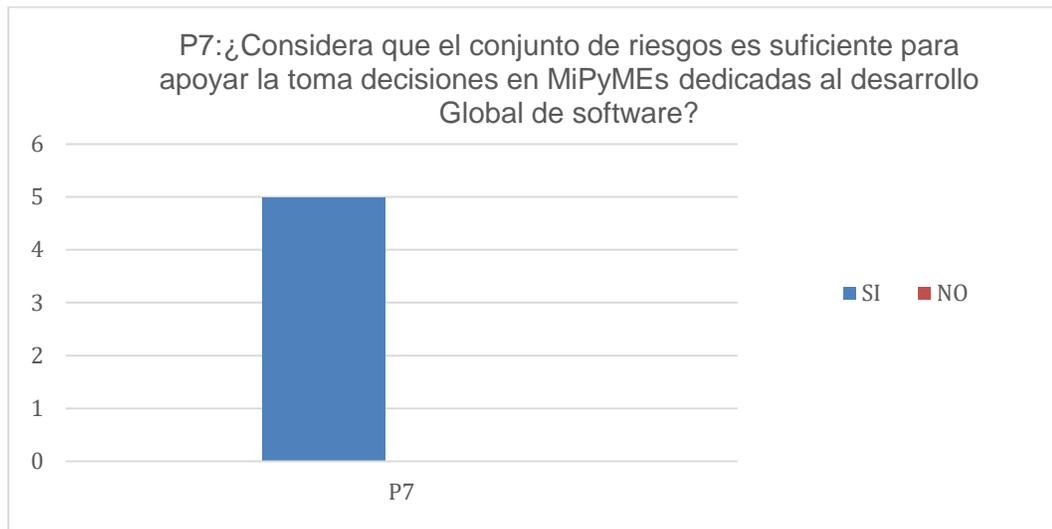


Figura 22. Resultados obtenidos pregunta 7 relacionada al conjunto de riesgos.

Como se observa en la **Figura 22**, todos los participantes del grupo focal consideran que los riesgos propuestos son suficientes para apoyar la toma de decisiones en MiPyMEs dedicadas al desarrollo global de software.

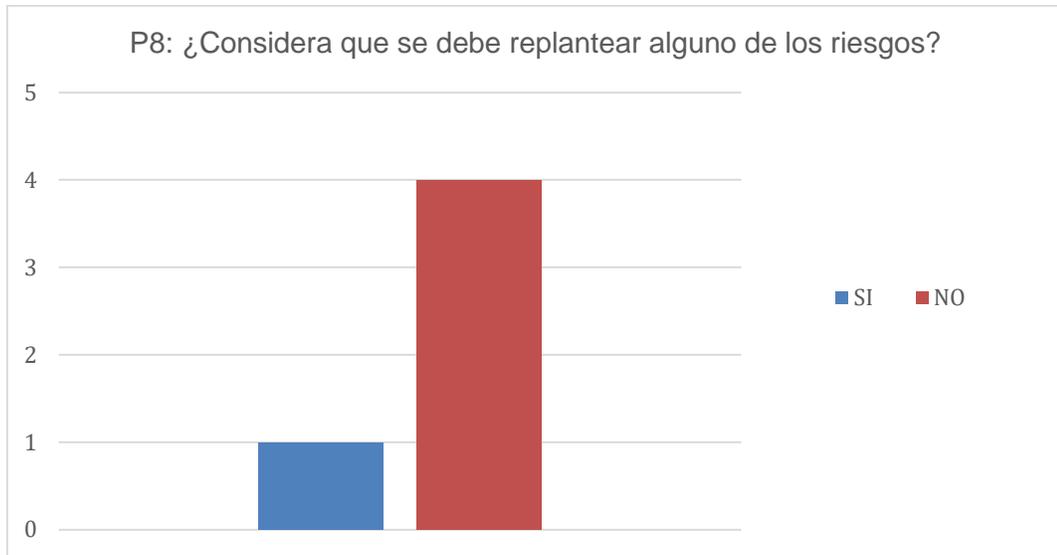


Figura 23. Resultados obtenidos pregunta 8 relacionada al conjunto de riesgos.

Como se observa en la **Figura 23**, solo uno los participantes del grupo focal consideran que se debe replantear alguno de los riesgos, los otros 4 coinciden en que No se debe replantear ninguno de los riesgos.



Figura 24. Resultados obtenidos pregunta 9 relacionada al conjunto de riesgos.

Como se observa en la **Figura 24**, 4 de los participantes del grupo focal consideran que pudo haberse omitido algún riesgo necesario, solo 1 (uno) de los expertos considera lo contrario.

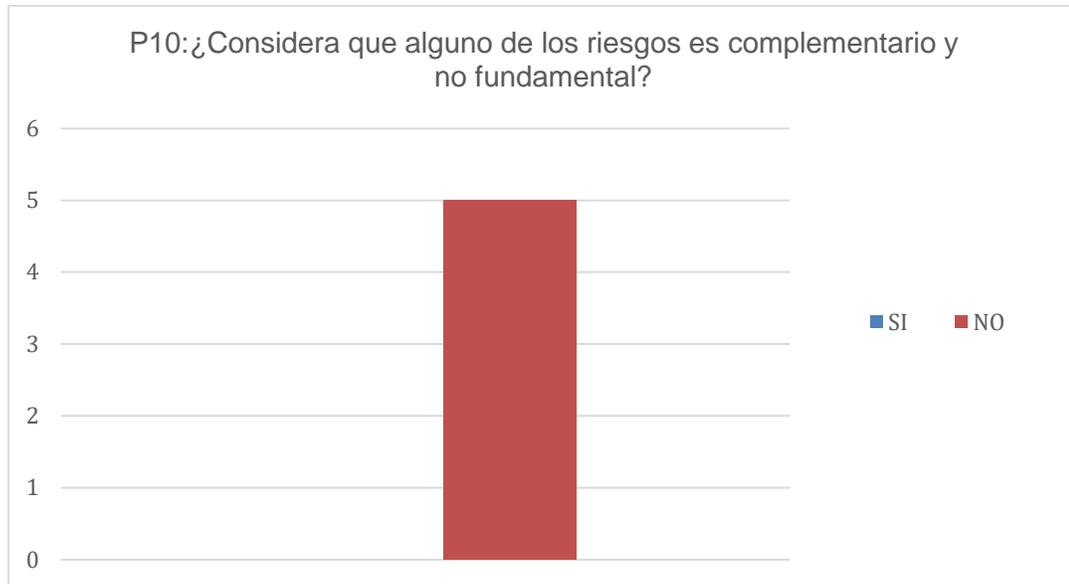


Figura 25. Resultados obtenidos pregunta 10 relacionada al conjunto de riesgos.

Como se observa en la **Figura 25**, todos los participantes del grupo focal consideran que los riesgos propuestos son fundamentales, es decir hacen parte primordial de la propuesta.



Figura 26. Resultados obtenidos pregunta 11 relacionada al conjunto de riesgos.

Como se observa en la **Figura 26**, todos los participantes del grupo focal consideran que no se debe eliminar ninguno de los riesgos propuestos.

5.2.1.2.9.3.2 Análisis estadístico de las respuestas para el conjunto de métricas

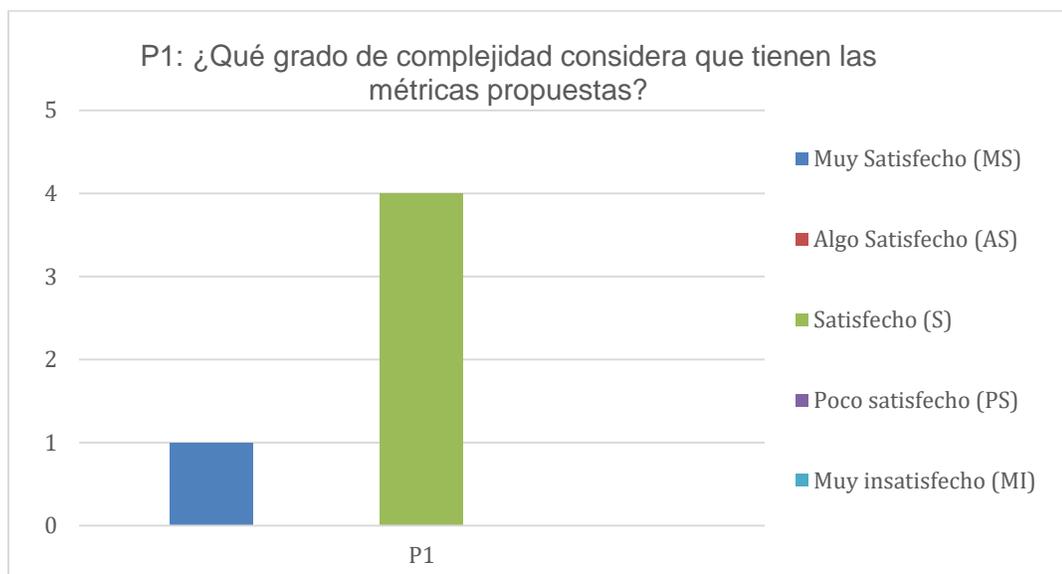


Figura 27. Resultados obtenidos pregunta 1 relacionada al conjunto de métricas.

En la primera pregunta se interroga a los participantes sobre la complejidad de las métricas propuestas. Como se puede apreciar en la **Figura 27**, 1 (un) participante otorgó una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que 4 de los expertos otorgan una calificación de 3, equivalente a: satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que, las métricas propuestas en su gran mayoría no son tan complejas.



Figura 28. Resultados obtenidos pregunta 2 relacionada al conjunto de métricas.

En la segunda pregunta se interroga a los participantes sobre la claridad en la descripción de las métricas. Como se puede apreciar en la **Figura 28**, 1 (un) participante otorgó una calificación de 3, equivalente según la escala propuesta en

la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que: 1 (uno) de los expertos otorgan una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho y los otros 3 le otorgaron una calificación de 3, equivalente a: satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que, las descripciones de las métricas propuestas no son muy clara, por lo cual se debe mejorar este aspecto.

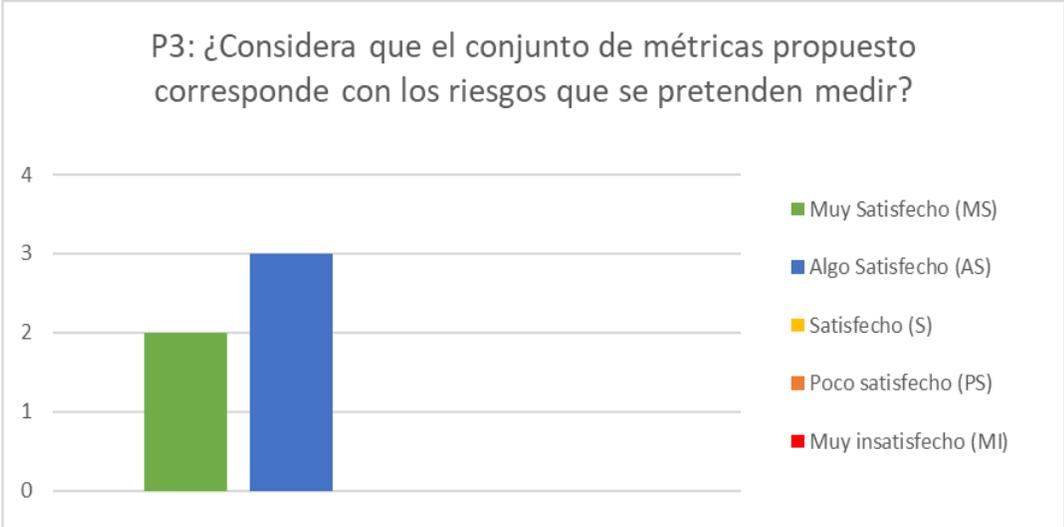


Figura 29. Resultados obtenidos pregunta 3 relacionada al conjunto de métricas.

En la tercera pregunta se interroga a los participantes sobre la correspondencia entre las métricas propuestas y los riesgos asociados a estas. Como se puede apreciar en la **Figura 29**, dos de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que 3 de los expertos otorgan una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que las métricas propuestas si están relacionadas con los riesgos que se pretenden medir.

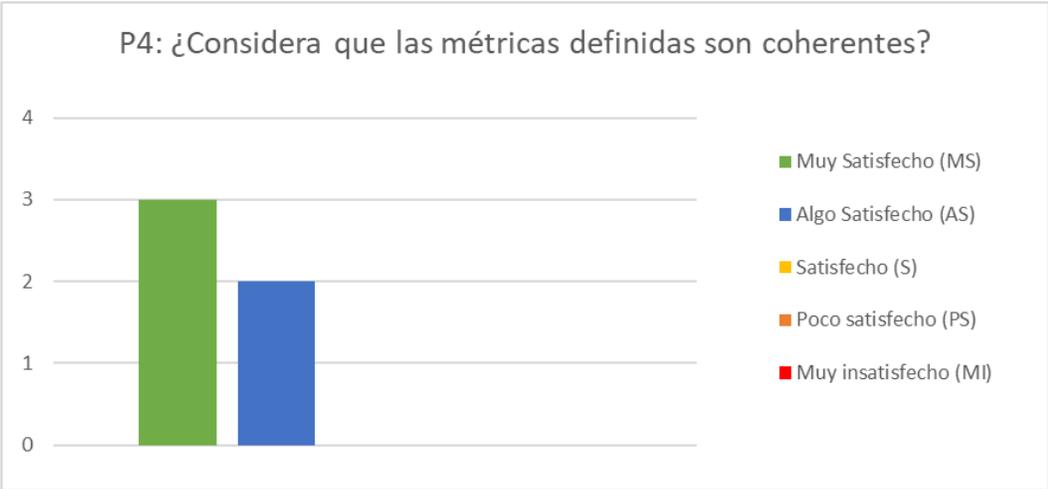


Figura 30. Resultados obtenidos pregunta 4 relacionada al conjunto de métricas.

En la cuarta pregunta se interroga a los participantes sobre la coherencia de las métricas propuestas. Como se puede apreciar en la **Figura 30**, 3 de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26 a**: muy satisfecho, además se aprecia que dos de los expertos otorgó una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que las métricas propuestas son lo bastante coherentes.

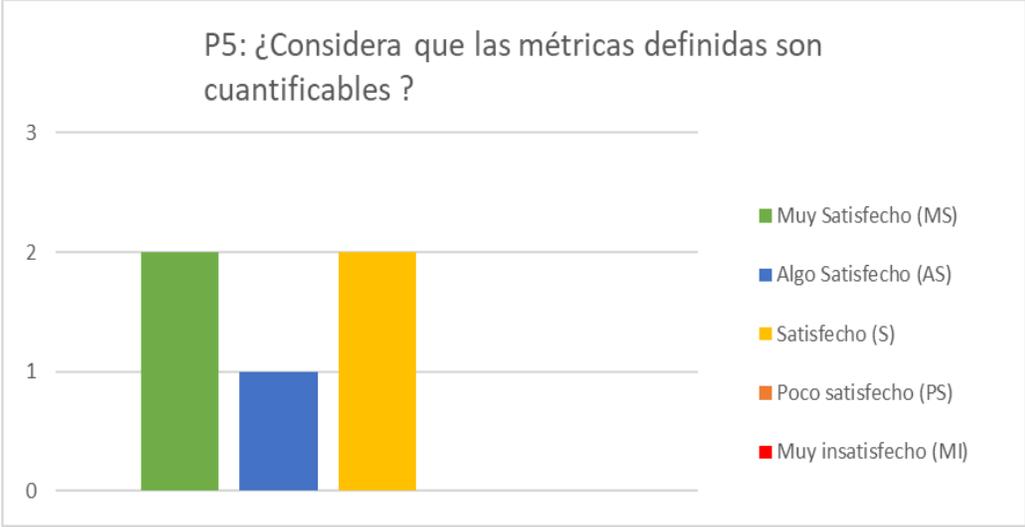


Figura 31. Resultados obtenidos pregunta 5 relacionada al conjunto de métricas.

En la quinta pregunta se interroga a los participantes sobre lo cuantificable de las métricas propuestas. Como se puede apreciar en la **Figura 31**, 2 de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26 a**: muy satisfecho, además se aprecia que 1 (uno) de los expertos otorgó una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho y 2 de los expertos otorgaron una calificación de 3, equivalente a: satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que las métricas propuestas en cierto grado son cuantificables, pero se debe evaluar este aspecto en algunas de ellas.

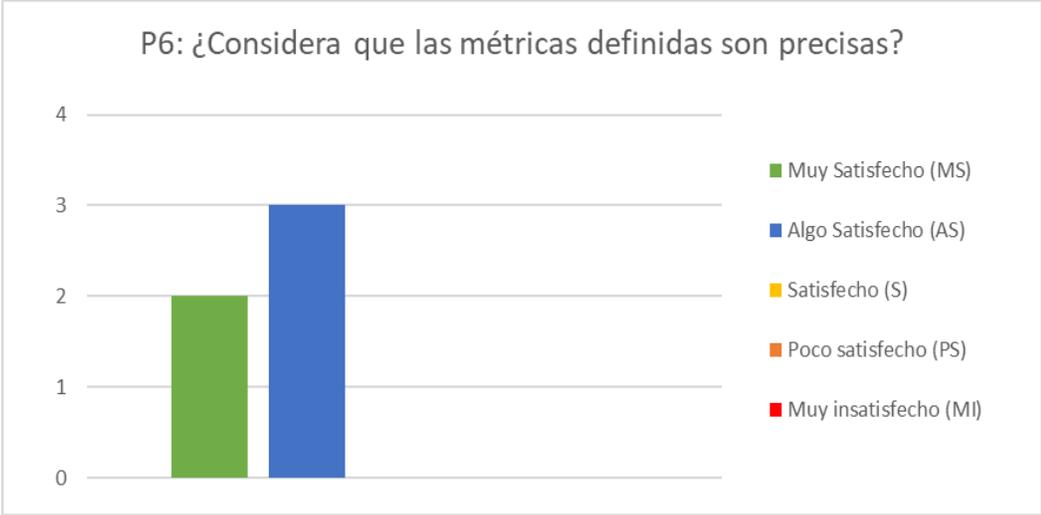


Figura 32. Resultados obtenidos pregunta 6 relacionada al conjunto de métricas.

En la sexta pregunta se interroga a los participantes sobre la precisión de las métricas propuestas. Como se puede apreciar en la **Figura 32**, 2 de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que 3 de los expertos otorgaron una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que las métricas propuestas en su gran mayoría son precisas.

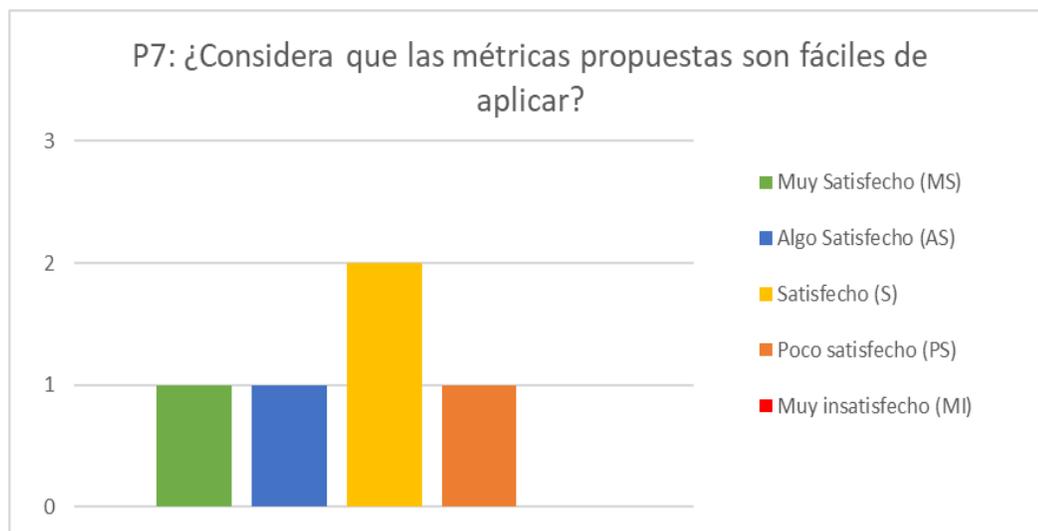


Figura 33. Resultados obtenidos pregunta 7 relacionada al conjunto de métricas.

En la séptima pregunta se interroga a los participantes sobre la facilidad de aplicación de las métricas propuestas. Como se puede apreciar en la **Figura 33**, 1 (uno) de los participantes otorgó una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que 1 (uno) de los expertos otorgó una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho, 2 de los expertos otorgaron una calificación de 3, equivalente a: satisfecho y 1 (uno) de los expertos otorgó una calificación de 3, equivalente a: poco satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que las métricas propuestas quizás no sean del todo fáciles de aplicar en un entorno real debido al esfuerzo necesario para alimentarlas.

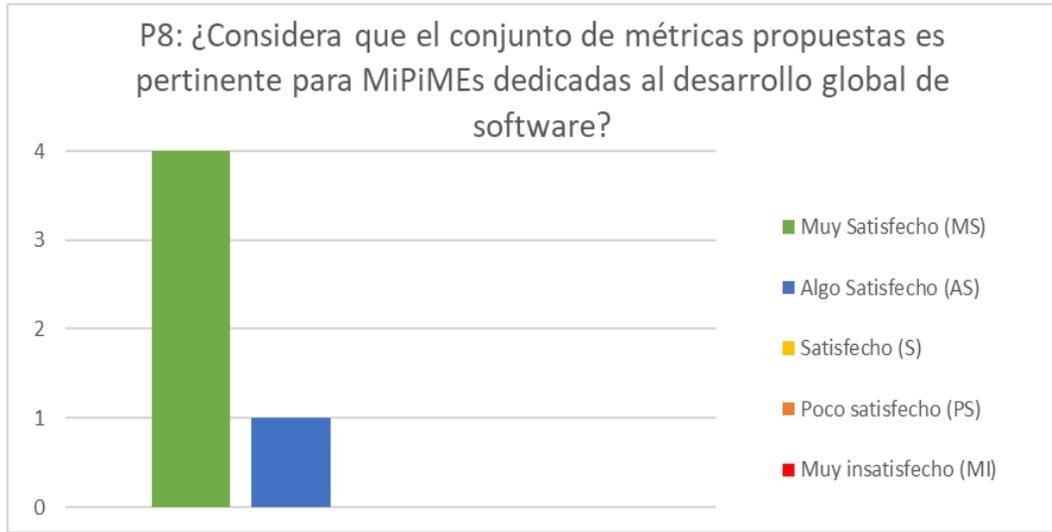


Figura 34. Resultados obtenidos pregunta 8 relacionada al conjunto de métricas.

En la octava pregunta se interroga a los participantes sobre la pertinencia las métricas para el contexto de las MyPiMEs dedicadas al desarrollo global de software. Como se puede apreciar en la **Figura 34**, 4 de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que 1 (uno) de los expertos otorgó una calificación de 4, equivalente a: bastante satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que las métricas propuestas son pertinentes para el entorno de aplicación.

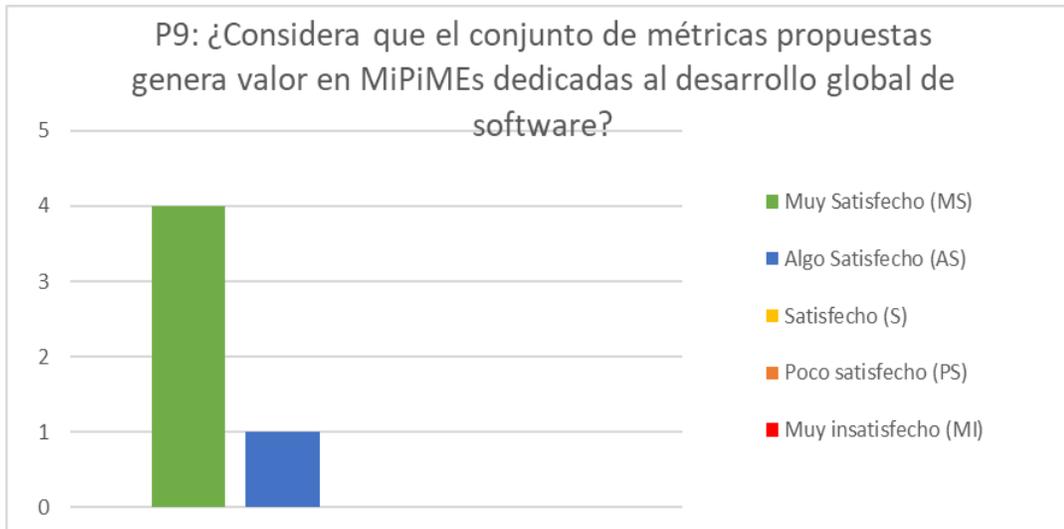


Figura 35. Resultados obtenidos pregunta 9 relacionada al conjunto de métricas.

En la novena pregunta se interroga a los participantes sobre la generación de valor agregado para las MiPyMEs a través de las métricas propuestas. Como se puede apreciar en la **Figura 35**, 4 de los participantes otorgaron una calificación de 5, equivalente según la escala propuesta en la **Tabla 26** a: muy satisfecho, además se aprecia que uno de los expertos otorgó una calificación de 4, equivalente a:

bastante satisfecho. Se puede concluir de lo anterior que las métricas propuestas si generan valor a las empresas.

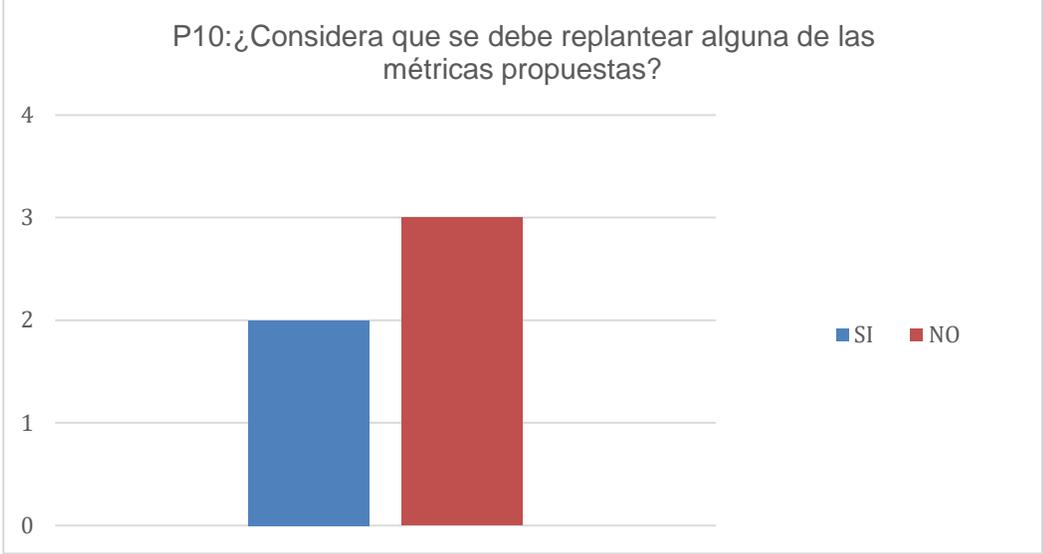


Figura 36. Resultados obtenidos pregunta 10 relacionada al conjunto de métricas.

Como se observa en la **Figura 36**, dos los participantes del grupo focal consideran que los se debería replantear alguna métrica de las propuestas, por el contrario 3 de los participantes consideran que no. Se puede concluir de lo anterior que se debería replantear algunas de las métricas.

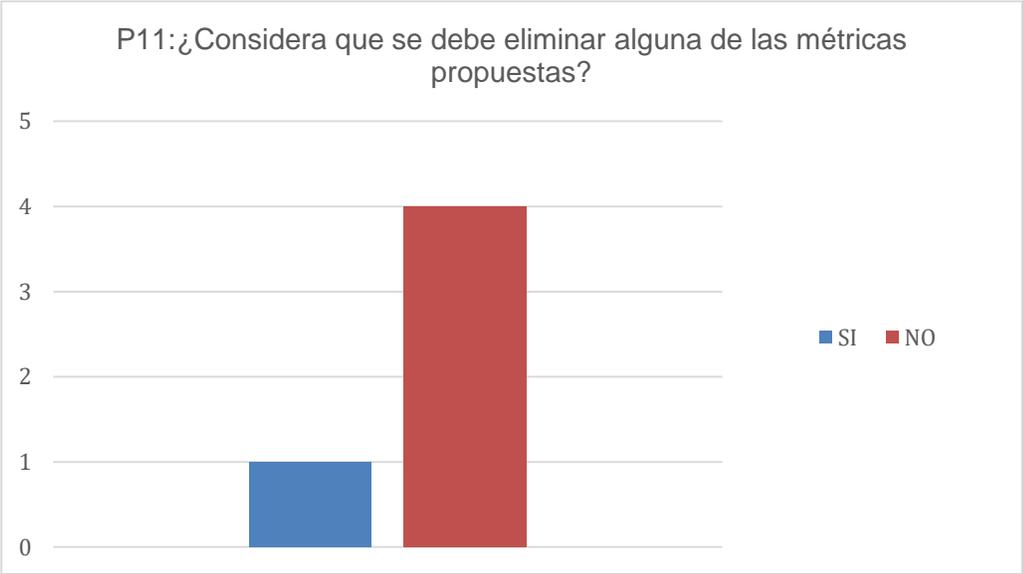


Figura 37. Resultados obtenidos pregunta 11 relacionada al conjunto de métricas.

Como se observa en la **Figura 37**, 1 (uno) de los participantes del grupo focal consideran que los se debería eliminar alguna métrica de las propuestas, por el

contrario 4 de los participantes consideran que no. Se puede concluir de lo anterior que en gran medida no se debe eliminar alguna de las métricas propuestas.

5.2.1.2.9.4 Información extraída de la relatoría

Además de las preguntas planteadas en el cuestionario del grupo focal, en el debate se obtuvieron algunos comentarios y sugerencias de manera verbal por parte de los expertos, lo cual permitió enriquecer aún más el debate, de esta manera se obtuvieron algunas oportunidades de mejora que permitieron mejorar el subconjunto de riesgos y métricas de la propuesta. En la **Tabla 31** se muestra de manera textual las sugerencias y los comentarios de los participantes.

N°	Comentario o Sugerencia
1	"Agregar una descripción o ejemplo de los riesgos para evitar mal interpretar a que se refiere el riesgo"
2	"Agregar ejemplo para el uso de métricas, dado que algunas métricas se evidencian claramente cómo usarse"
3	"Algunas medidas serían difíciles de capturar para alimentar las métricas"
4	"Verificar porque algunas métricas están normalizadas y otras no"
5	"Especificar cuando una métrica derivada es usada para calcular otra"
6	"¿Se debe incluir el concepto de las escalas de calificación, pensando en que las métricas se podrían usar en cualquier parte del mundo?"

Tabla 31. Comentarios o sugerencias de los participantes.

5.2.1.2.9.5 Acciones de mejora

Posterior al análisis de los resultados, comentarios y opiniones obtenidas en el grupo focal, se realizaron acciones de mejora sobre el conjunto de riesgos y métricas propuestos, obteniendo así una segunda versión, la cual es presentada en este documento. A continuación, en la **Tabla 32**, se presentan las acciones de mejora realizadas en la nueva versión de los riesgos y métricas.

N°	Acciones de mejora
1	Se agregó ejemplos/descripciones de los riesgos
2	En la descripción de cada métrica se agregó un ejemplo para ilustrar mejor el uso de estas
3	Algunas métricas se descartaron y otras se replantearon por sugerencia de los expertos participantes en el grupo focal.
4	Se explica detalladamente, cuando una métrica hace uso de una métrica derivada que debe ser calculada previamente
5	Se adopta la clasificación cualitativa de la ISO/IEC 15504, para dar la interpretación de las métricas propuestas
6	Se revisa la redacción y presentación general de la guía con el fin de mejorar su comprensión y eliminar algunos errores tipográficos o de diseño

Tabla 32. Acciones de mejora.

6 Capítulo VI. Aplicación web: GSD Metrics

Una vez se realizó el proceso de validación y refinamiento de las métricas propuestas, se desarrolló un prototipo web llamada GSD Metrics que permite que los equipos puedan evaluarse en diferentes periodos de tiempo mediante la medición de riesgos relacionados a los procesos de comunicación, coordinación y cooperación. En este capítulo se presentará una descripción detallada del proceso de construcción del prototipo web construido. Se puede acceder al prototipo a través del siguiente enlace: <http://jeft1788-001-site1.dtempurl.com/>.

6.1 Descripción del prototipo Web

El sitio web cuenta con una ventana de inicio donde los usuarios que ingresan a la página pueden encontrar una breve introducción acerca de GSD Metrics, también pueden encontrar las opciones de registro y autenticación de usuarios. Una vez los usuarios hayan realizado el proceso de registro y/o validación pueden acceder a la aplicación donde encontrarán los siguientes módulos: (i) Módulo Equipo, (ii) Módulo Usuarios, (iii) Módulo Valoración y (iv) Módulo Resultados. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los módulos:

6.1.1 Módulo Equipo

En el módulo de Equipo, los usuarios pueden gestionar sus equipos (crear, actualizar, ver y eliminar). Además, los usuarios pueden consultar información básica de los equipos con los que se tiene algún tipo de relación, con el fin de utilizar las métricas.

6.1.2 Módulo Usuario

En el módulo de Usuario, se definen los integrantes de los equipos, es decir, se hace la asignación de los roles a los usuarios que se quiere agregar a un equipo.

6.1.3 Módulo de Valoración

En el módulo de Valoración, se pueden consultar y realizar las valoraciones de las métricas definidas en el capítulo 4 y que se han realizado en diferentes periodos de tiempo para los equipos. Es importante resaltar que esta aplicación está pensada para que solo el gerente del proyecto o el usuario que creó el equipo pueda crear una nueva valoración y definir el responsable del equipo que alimentará las métricas.

6.1.4 Módulo de Resultados

En el módulo de resultados, se pueden conocer los resultados de las valoraciones para cada equipo. Asimismo, se pueden conocer los históricos de los resultados de las métricas, teniendo en cuenta las valoraciones realizadas para cada equipo en un periodo de tiempo.

6.2 Arquitectura

La arquitectura de una aplicación web describe la estructura que permite al sistema alcanzar sus objetivos, la cual debe construirse mediante la implementación de capas con el fin de separar las responsabilidades [61]. Teniendo en cuenta lo anterior, la arquitectura que se utilizó para el desarrollo del prototipo web GSD Metrics (ver figura **Figura 38**), es una arquitectura de tres capas conocida como la arquitectura modelo vista controlador (MVC), que permite desacoplar la interfaz de usuario de la navegación y del comportamiento de la aplicación [61]. De esta manera el usuario interactúa con la aplicación por medio de eventos que se generan a partir de, por ejemplo, dar clic en un botón o acceder a un enlace. Este evento lo recibe el controlador, de parte de los elementos de la vista, y realiza la gestión necesaria para acceder al modelo y procesar la información. Dentro del modelo se realiza el procesamiento de la solicitud realizada por el usuario y por último la vista actualiza la información que se presenta a dicho usuario.

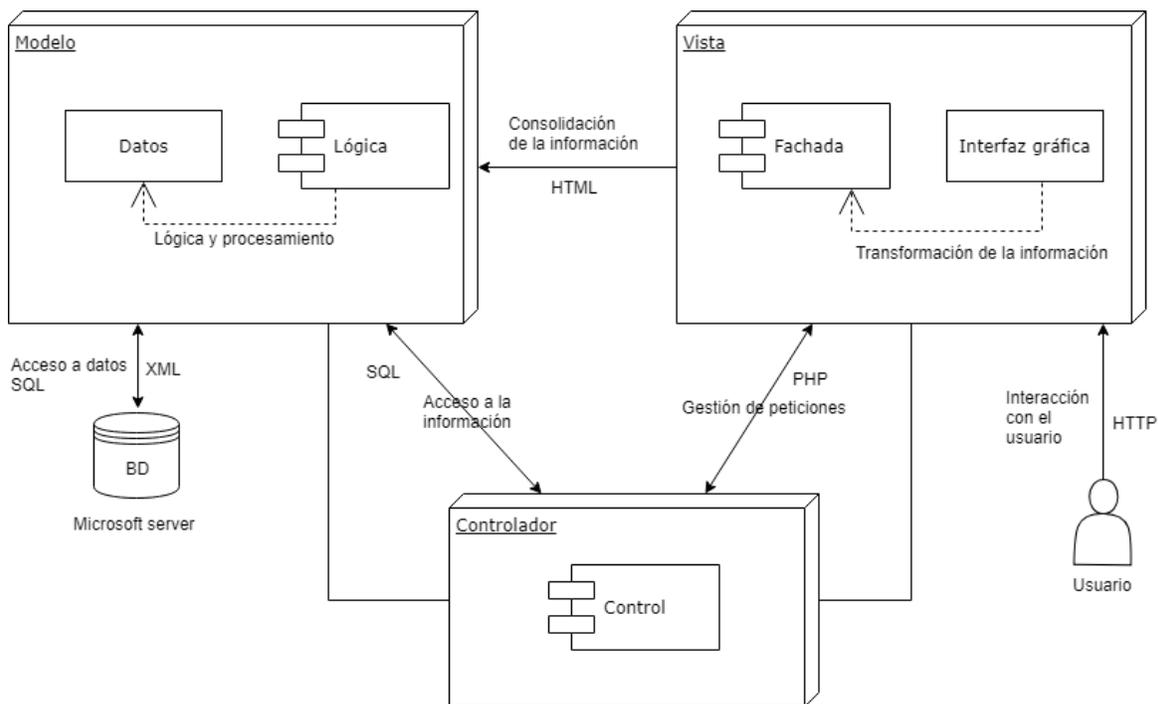


Figura 38. Arquitectura del prototipo web GSD Metrics.

6.2.1 Modelo

El modelo contiene todo lo referente a la definición de los diferentes tipos de datos, la lógica y procesamiento de la información, así como el acceso a diferentes fuentes externas de información. Para este prototipo el modelo está conformado por datos y lógica, que se describen a continuación:

- **Datos:** dentro de datos se encuentra la definición de los objetos (clases) necesarios para la gestión del contenido del prototipo, además de la gestión y el acceso a las fuentes de información externa como la base de datos (BD).

- Lógica: se encarga de la lógica y procesamiento de los datos con el fin de obtener y consolidar la información.

6.2.2 Vista

Las vistas contienen los elementos específicos para la interfaz, además de la lógica de presentación de la información y el contenido que requiere el usuario final. La arquitectura de la vista para el prototipo GSD Metrics está conformada por interfaz gráfica y modelos, que se describen a continuación:

- Interfaz Gráfica: contiene todo lo relacionado al contenido y lógica de la presentación de la información al usuario final, como: (i) HTML, (ii) JavaScript, (iii) CSS, (iv) imágenes.
- Fachada: se encuentran elementos necesarios para la transformación de la información, con el fin de simplificar la estructura de los datos y presentar al usuario final contenido coherente.

6.2.3 Controlador

El controlador se encarga de gestionar la coordinación entre la vista y el modelo a partir de las solicitudes del usuario con el fin de presentar la información requerida. Para el prototipo de GSD Metrics el controlador tiene una clase control que se encarga de cumplir con esta función.

6.3 Diagrama de secuencia

El diagrama de secuencia **Figura 39** se utiliza para representar el comportamiento y las transiciones que provoca un evento de un objeto a otro [61]. En este sentido, se utiliza el diagrama de secuencia para representar el comportamiento de la solicitud de un usuario a través de la arquitectura definida para el prototipo GSD Metrics.

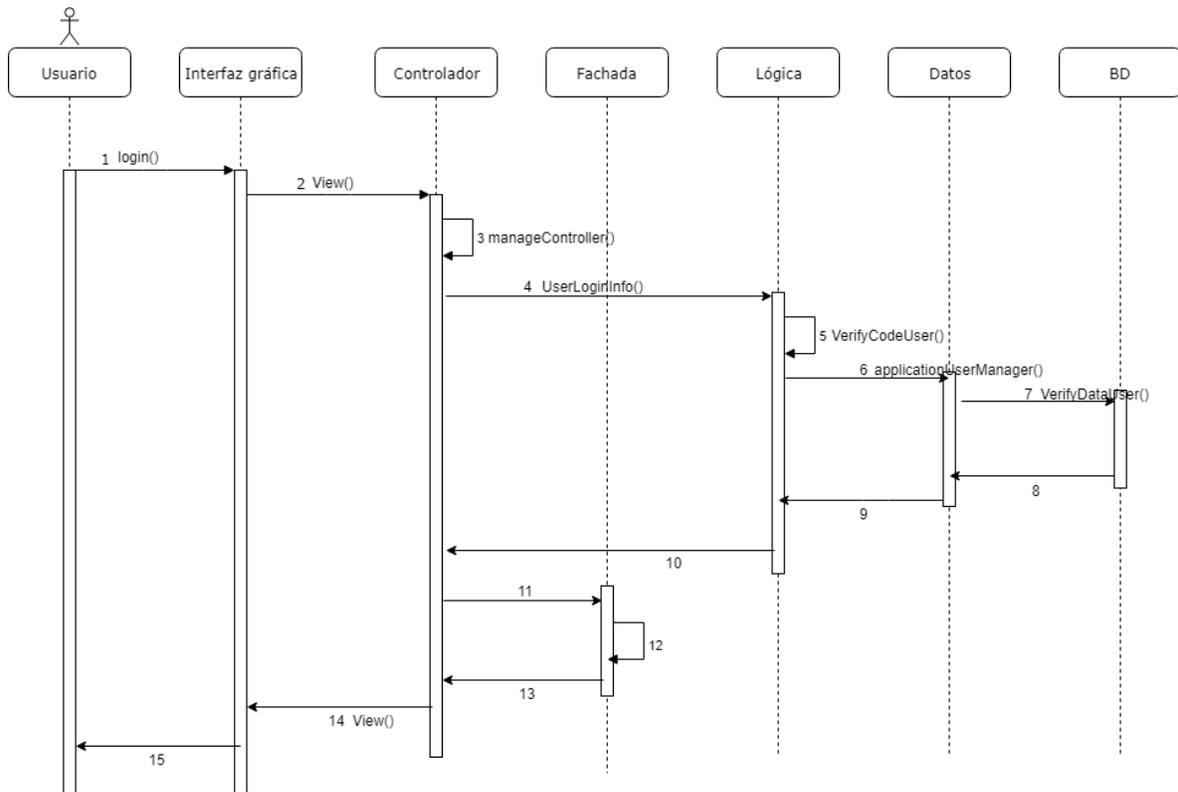


Figura 39. Diagrama de secuencia GSD Metrics.

1. Petición de un usuario que realiza sobre la interfaz gráfica.
1. La interfaz realiza una solicitud al controlador.
2. El controlador se encarga de gestionar la solicitud y coordinar el comportamiento de la aplicación.
3. Una vez definido el comportamiento de la aplicación, el control realiza una petición hacia la lógica.
4. La lógica se encarga de procesar la información.
5. La lógica define los tipos de datos y realiza la solicitud para consolidar la información.
6. Los datos se encargan de realizar las peticiones a la base de datos.
7. Retorna los resultados de las transacciones realizados a la base de datos.
8. Devuelve los tipos de datos consolidados necesarios para la gestión contenido de la aplicación.
9. Termina de realizar las operaciones para gestión de la aplicación y retorna la información al controlador.
10. El controlador hace una petición a la fachada.
11. Fachada se encarga de transformar y presentar información coherente al usuario.
12. Retorna el contenido al controlador.
13. El control retorna la información a la interfaz.
14. La interfaz ajusta el contenido para su presentación al usuario.

6.4 Diagrama de clases

Los diagramas de clases representan los objetos, operaciones, relaciones y colaboraciones que definen el comportamiento de un sistema [61].

Teniendo en cuenta lo anterior, se utiliza el diagrama de clases para representar el comportamiento y las relaciones de los objetos definidos para realizar las operaciones que requieren las métricas en GSD Metrics. Se debe tener en cuenta que para cada una de las clases se cumple con la arquitectura definida anteriormente.

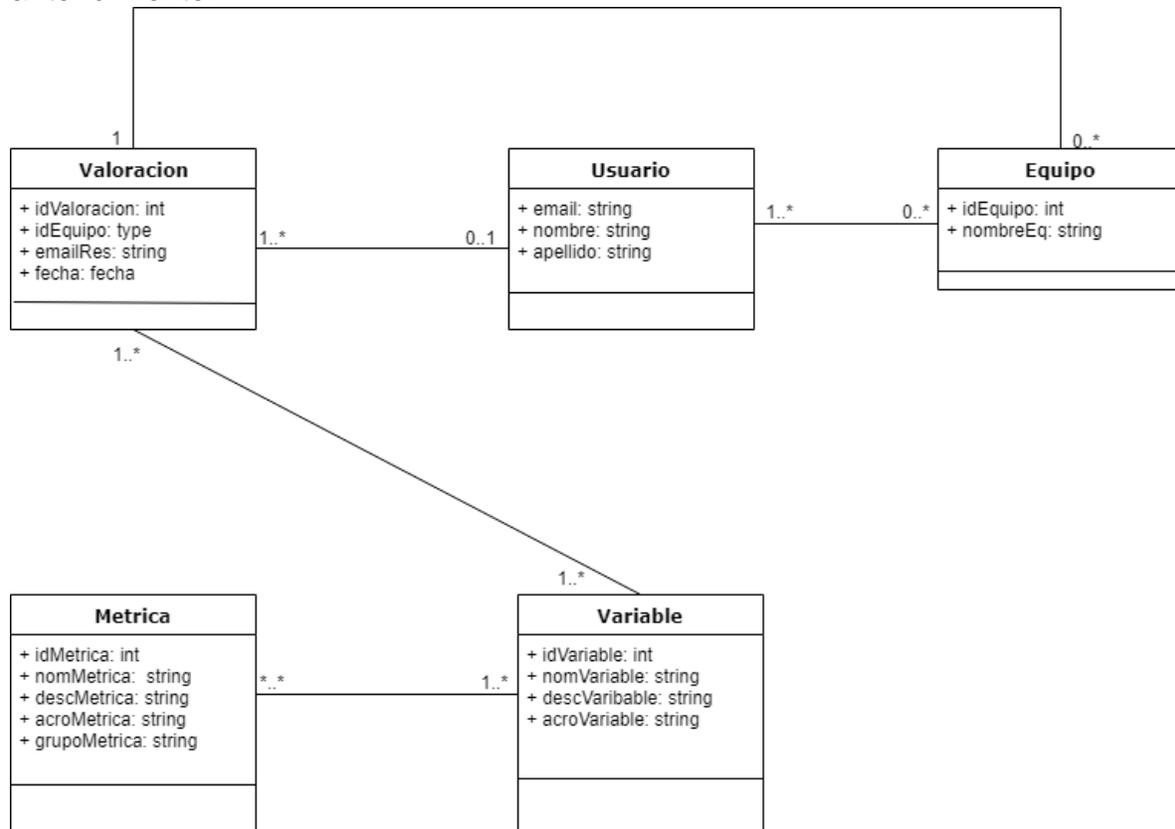


Figura 40. Diagrama de clases GSD Metrics.

6.5 Requerimientos software tenidos en cuenta

La ingeniería de requerimientos permite implantar un puente entre el diseño y la construcción del software, esto debido a que permite definir las necesidades del negocio, describir los escenarios, delimitar las funciones y características e identificar las restricciones del proyecto [61].

Teniendo en cuenta lo anterior, los requerimientos para el prototipo web de GSD Metrics se presentan como historias de usuario siguiendo el formato de desarrollo ágil: historias de usuario y criterios de aceptación, ver **Figura 41** **Figura 41** establecido por PMOinformatica.com. Este formato permite: (i) identificar la historia de usuario (requerimiento) por un código, en este caso consecutivo, (ii) rol que requiere o necesita la funcionalidad, (iii) descripción de la característica o funcionalidad, (iv) razón o resultado que describe la finalidad del requerimiento, (v) escenario o escenarios, el cual está compuesto por un número, un criterio de

Con formato

Con formato
ortografía y

aceptación, el contexto y el evento generador para cada uno de los posibles escenarios.

En la **Figura 41** se presenta una historia de usuario como muestra. El listado completo de historias de usuario que describen los requerimientos para el desarrollo del prototipo se encuentran en el **Anexo 3**.

Desarrollo ágil: Historias de usuario y criterios de aceptación

Elaborado por: oficinaproyectosinformatica.blogspot.com

Identificador (ID) de la Historia	Enunciado de la Historia				Criterios de Aceptación		
	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento
XX-XXXX-XXXX	Como un [Rol]	Necesito [Descripción de la Funcionalidad]	Con la finalidad de [Descripción razón o resultado]	1	[Título del escenario]	En caso que [Contexto] y/ o [Contexto]	cuando [Evento]
				2	[Título del escenario]	En caso que [Contexto] y/ o [Contexto]	cuando [Evento]
				3	[Título del escenario]	En caso que [Contexto] y/ o [Contexto]	cuando [Evento]
				4	[Título del escenario]	En caso que [Contexto] y/ o [Contexto]	cuando [Evento]
XX-XXXX-XXXX	Como un [Rol]	Necesito [Descripción de la Funcionalidad]	Con la finalidad de [Descripción razón o resultado]	1	[Título del escenario]	En caso que [Contexto] y/ o [Contexto]	cuando [Evento]
				2	[Título del escenario]	En caso que [Contexto] y/ o [Contexto]	cuando [Evento]
				3	[Título del escenario]	En caso que [Contexto] y/ o [Contexto]	cuando [Evento]
				4	[Título del escenario]	En caso que [Contexto] y/ o [Contexto]	cuando [Evento]

Figura 41. Formato de historias de usuario.

6.6 Método de desarrollo

Para el desarrollo del prototipo de medición de riesgos se usó el enfoque Scrum como marco de trabajo bajo la guía del director del trabajo de grado y experto en enfoques ágiles PhD. César Jesús Pardo Calvache. Los roles del equipo Scrum se definieron de la siguiente manera:

- Scrum Master: César Jesús Pardo Calvache.
- Apoyo: Jhon Eder Masso Daza.
- Dueño del producto: Gustavo Adolfo Salazar Escobar.
- Equipo de desarrollo: Gabriel Fernando Vargas Arias.

Para la definición de los requisitos se realizó una reunión con los interesados en el desarrollo del proyecto (Gabriel Fernando Vargas Arias, Gustavo Adolfo Salazar Escobar, Jhon Eder Masso Daza y César Jesús Pardo Calvache), donde se describieron las necesidades y funcionalidades que se debían realizar para el desarrollo del prototipo de medición de riesgos GSD Metrics. Los requisitos se definen bajo el formato de historias de usuario descrito en la **Figura 41**.

El proceso de desarrollo se realizó por sprint's iterativos con un periodo de tiempo no superior a 4 semanas, donde al finalizar cada sprint se realizaba la respectiva entrega de un prototipo y revisión de este. En la **Tabla 33** se puede observar el

tiempo en semanas que duró cada sprint, así como las historias de usuario que se desarrollaron en cada uno de ellos.

Sprint	Historia de usuario	Tiempo (semanas)
1	HU-01, HU-02, HU-03, HU-04, HU-05	3
2	HU-06, HU-07, HU-08, HU-09, HU-10	3
3	HU-11, HU-12, HU-13, HU-14	2
4	HU-15, HU-16, HU-17, HU-18	2

Tabla 33. Sprints implementados en el desarrollo de prototipo

En total se desarrollaron 18 historias de usuario en un periodo de 10 semanas.

6.7 Resultado

Como resultado final se tiene un prototipo web que permite evaluar los equipos de desarrollo mediante la medición de ciertos riesgos, a través de una valoración ver **Figura 44**. Además, permite gestionar los equipos (ver **Figura 43**), consultar los resultados de las métricas (ver **Figura 42**) y consultar el histórico de resultados de valoraciones aplicados en diferentes periodos de tiempo, ver **Figura 45**.

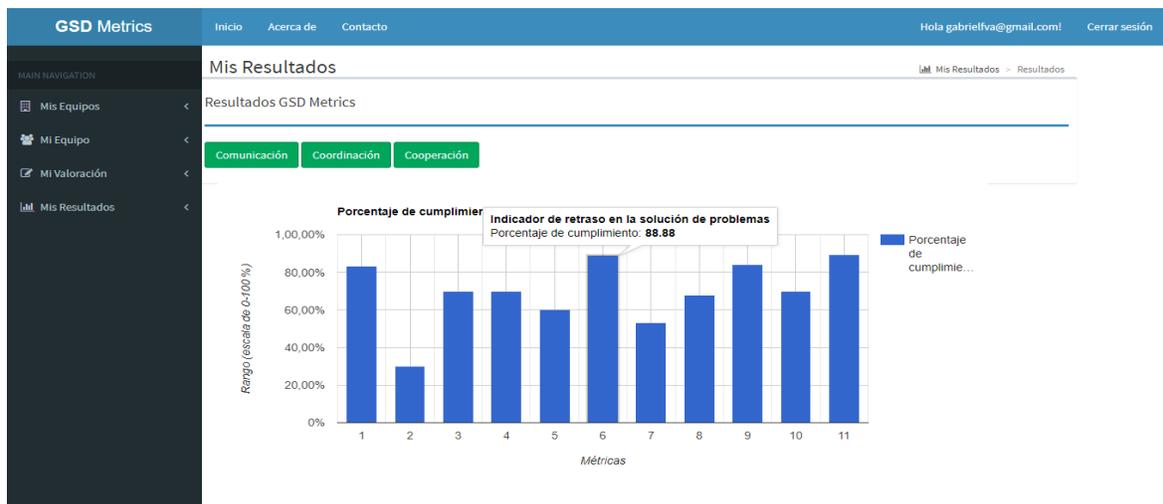


Figura 42. Resultado de la valoración.

GSD Metrics Inicio Acerca de Contacto Hola gabrielfva@gmail.com! Cerrar sesión

Mis Equipos Mis Equipos

Nombre del equipo	Acciones
Londres	
Popayán	
Medellín	
Roma	

1

Figura 43. Gestión de equipos.

GSD Metrics Inicio Acerca de Contacto Hola gabrielfva@gmail.com! Cerrar sesión

Mi Valoración Mi Valoración > Mis Valoraciones

¡Advertencia!
Recuerde que se debe terminar el proceso de ajuste de métricas completamente. Si requiere realizar un nuevo ajuste debe reiniciar todo el proceso.

Métrica Indicador esfuerzo necesario para comunicarse (Comunicacion)

Calcula el porcentaje de esfuerzo necesario para comunicarse. Para calcularlo es necesario conocer el esfuerzo realizado para comunicarse ERC y el esfuerzo estimado EEC

Esfuerzo realizado para comunicarse ERC
Esfuerzo realizado para comunicarse

ERC
0,00

Esfuerzo estimado para comunicarse EEC
Esfuerzo estimado para comunicarse

EEC
0,00

Siguiete Métrica Cancelar

Figura 44. Diligenciamiento de valoración.



Figura 45. Histórico de resultados de valoraciones.

Link de la aplicación: <http://jeft1788-001-site1.dtempurl.com/>.

7 Capítulo VII. Conclusiones y lecciones aprendidas

7.1 Análisis de los objetivos de investigación

Para la realización de este trabajo de investigación se definió un conjunto de objetivos que fueron cumplidos de manera sistemática siguiendo las actividades que se describieron en capítulos anteriores. A continuación, se muestra un resumen de la forma en que se cumplió cada objetivo propuesto.

- OE1: definir una clasificación de los elementos o riesgos potenciales a nivel de la Comunicación, Cooperación y Coordinación, en equipos DGS, que permita organizarlos de acuerdo a sus características.

En el capítulo III. Caracterización de los riesgos que afectan los 3C en equipos DGS, se presenta un conjunto de riesgos encontrados, producto de la revisión de la literatura y posterior extracción de los riesgos identificados y publicados por diferentes autores. Mediante esta caracterización fue posible conocer e identificar atributos y elementos de dichos riesgos. Además, en este capítulo se presenta el proceso que se llevó a cabo para lograr la caracterización.

- OE2: definir un conjunto de métricas a partir de los elementos identificados en el OE1.

En el capítulo IV. Métricas propuestas, se propone un conjunto de métricas que permite medir el impacto del subconjunto de riesgos del capítulo III, además una descripción y un ejemplo de su uso. Para la construcción del conjunto de métricas se usaron las metodologías: GQM y MMLC, que permitió definir elementos como: el objetivo de negocio, unos objetivos de medida asociados a los riesgos, hipótesis, preguntas, medidas y posteriormente las métricas.

- OE3: evaluar el conjunto de métricas propuesto a través de su aplicación en un grupo focal (focus group).

En el capítulo V. Grupo focal, se presenta detalladamente el proceso de la actividad que se realizó con el grupo de expertos en ingeniería de software, industria del desarrollo de software y de la academia para que ellos pudieran evaluar y hacer recomendaciones respecto a la propuesta. Luego de obtener los comentarios y recomendaciones de los expertos se procedió a integrar los que se consideraron pertinentes y se generó una nueva versión de la propuesta.

- OE4: desarrollar un prototipo de una aplicación web que permita realizar análisis gráfico de las mediciones obtenidas a través del conjunto de métricas propuesto en el OE2.

En el Capítulo VI. Aplicación Web, se presenta la descripción detallada de la aplicación web la cual es un prototipo web que permite evaluar a través de un conjunto de métricas, cómo se encuentran los equipos respecto a los riesgos antes escogidos. Además, se describen los diagramas de: bases de datos, arquitectura, historias de usuario y demás documentación necesaria para entender los módulos de la aplicación que fueron desarrollados.

Como resultado, al cumplir cada uno de los 4 objetivos específicos propuestos, se cumplió con el objetivo principal de manera exitosa. Se establecieron las bases conceptuales y elementos necesarios para definir el conjunto de métricas que evaluará el subconjunto de riesgos propuesto. La propuesta aquí presentada permitirá ayudar a las empresas de software a evaluar en el momento en que se crea conveniente los riesgos asociados al desarrollo de software global a través de métricas específicas y basadas en riesgos como los aquí definidos.

7.2 Conclusiones

En este trabajo de investigación se presenta un conjunto de métricas asociadas a algunos de los riesgos que se presentan en DGS, específicamente los relacionados con la comunicación, cooperación y coordinación. Este conjunto de métricas permite generar valor a las empresas mediante el apoyo de toma de decisiones. Como resultado del trabajo realizado durante el desarrollo del proyecto, se concluye:

Aunque se ha venido trabajando de manera continua en la investigación e identificación de los riesgos que se presentan en el contexto del DGS, es importante establecer o proponer un estándar de definición de riesgos, con el fin de evitar su ambigüedad y subjetividad y conocer las características precisas de cada uno de ellos. Lo anterior con el fin de poder tratarlos y generar soluciones adecuadas para ellos.

Trabajar en la creación de métricas es un trabajo muy interesante y a la vez difícil de manejar, debido a la gran cantidad de variables que se deben tener en cuenta para poder crear métricas adecuadas. Teniendo en cuenta esto, se crearon métricas genéricas, con el fin de que la empresa o institución que desee utilizarlas, pueda adaptarlas a sus necesidades y así obtener la información pertinente para ella.

El prototipo web creado, llamado DGS Metrics, pretende ayudar al personal que interactúa con él a identificar cuáles de los riesgos propuestos se están presentando, para así poder tomar una decisión frente a las acciones que se deben ejecutar. Es una primera versión de prototipo, pero se espera poder crear una nueva versión con mejoras que sería interesante observar en el futuro.

Producto de la revisión de la literatura llevada a cabo en este trabajo, se pudo identificar y conocer propuestas y estudios relacionados con los riesgos que afectan la comunicación, cooperación y coordinación en equipos DGS, en los cuales se hallaron una gran cantidad de riesgos relacionados que habían sido identificados por varios autores. Además, se llevó a cabo una caracterización en la que se pudo evidenciar que había heterogeneidad en cuanto a definiciones, descripciones, efectos y causas. Posteriormente se definió una clasificación basada en propuestas ya existentes en los estudios hallados en la literatura.

El desarrollo de las métricas relacionadas a los riesgos de comunicación, cooperación y coordinación se hizo mediante la aplicación del paradigma GQM, donde se toma como punto de partida un subconjunto de riesgos que fueron escogidos junto con los tutores del proyecto. Luego, se definió el conjunto de métricas para poder medir los riesgos y permitir generar valor a las empresas mediante el apoyo a la toma de decisiones.

Al realizar el grupo focal como método de evaluación de la propuesta de los riesgos a medir y el conjunto de métricas diseñadas para ello. Se puede decir que fue adecuado, dado que gracias a los diferentes puntos de vista de los expertos que evaluaron las propuestas y tomando en cuenta sus comentarios, sugerencias y calificaciones se obtuvieron oportunidades de mejora que permitieron el refinamiento de las propuestas y generar así una segunda versión, que fue la versión final del conjunto de métricas.

Como resultado final del desarrollo de este trabajo, se puede concluir que la construcción de métricas es un trabajo que requiere un gran esfuerzo y debe hacerse de manera metódica, donde se deben tener en cuenta muchos aspectos importantes que permitan crearlas de manera óptima. Además, como la creación de

las métricas en este trabajo se realizó tomando como base un conjunto de riesgos, se aumentó en cierta medida la dificultad del trabajo. Pero finalmente se logró desarrollar la propuesta de las métricas asociada a la comunicación, cooperación y coordinación en equipos DGS, gracias al apoyo de expertos, sus recomendaciones y oportunidades de mejora surgidas por ello.

7.3 Lecciones aprendidas

Durante la realización de este trabajo surgieron diferentes situaciones, las cuales podrán ser tenidas en cuenta para la realización de futuros trabajos. Estas situaciones son descritas a continuación:

- Durante el análisis de los riesgos encontrados en la literatura, no se encontró en primera instancia los elementos necesarios como: definiciones o descripciones de estos, que permitiera realizar la comparación de los riesgos, razón por la cual se optó por utilizar información adicional como: efectos, causas y factores de riesgo.
- Durante el proceso de definición del conjunto de métricas se encontró que algunos riesgos no estaban escritos de forma correcta y debido a esto presentaban ambigüedad en su interpretación, por lo tanto, se decidió reescribir algunos de los riesgos escogidos para ser medidos, lo que permitió definir de mejor manera el conjunto de métricas.
- En el proceso de construcción de las métricas se encontraron algunos desafíos relacionados como: (i) evitar que las métricas definidas tuvieran un alto grado de subjetividad, (ii) que cumplieran con el objetivo de medida asociado a su respectivo riesgo, (iii) fueran coherentes y (iv) como realizar la medición (cualitativamente o cuantitativamente). Se decidió que todas las métricas fueran cuantitativas ya que para las empresas es más relevante los resultados dados con valores numéricos
- Debido a la amplitud en cuanto alcance y la subjetividad del riesgo relacionado a la cooperación, se adoptó la recomendación hecha por parte de un experto, quien indicó excluir del grupo focal las métricas definidas para este riesgo.
- En la realización de la evaluación del conjunto de métricas a través del grupo focal se pudo obtener una retroalimentación desde diferentes puntos de vista en cuanto a diferentes aspectos de las métricas. Por lo tanto, este tipo de evaluación no permite evaluar en la práctica la aplicación de las métricas.
- Algunos de los objetivos propuestos para la creación de las métricas para algunos riesgos, parecen objetivos de mejora de procesos. Se deben escribir mejor dichos objetivos para dejar claro que estos sean objetivos de medida.

- Para la interpretación de los resultados que arrojan las métricas, se utilizó la escala establecida en la norma ISO/IEC 15504 debido a su amplio uso y aceptación, pero quizá se podrían ajustar las etiquetas de los rangos para una mejor interpretación de los resultados obtenidos, de la siguiente manera: (i) significativamente alto, (ii) medio, (iii) bajo e (iv) insignificante, según corresponda.
- Al proponer las preguntas para el grupo focal, estas se deben redactar de tal manera que no generen un sesgo para el participante de dicha actividad.
- Los grupos focales serían más efectivos si se genera un ambiente crítico para generar discusión de la temática y que esto permita obtener mayor realimentación de las opiniones de los participantes.

7.4 Trabajos futuros

En la medida que se fue desarrollando este trabajo, se evidenció diversas líneas de investigación que pueden ser tratadas a futuro; algunas de ellas están directamente relacionados con el trabajo presentado y otras líneas que no están directamente relacionadas, pero pueden ser retomadas posteriormente o ser opción de trabajos futuros para otros investigadores.

A continuación, se presentan algunos trabajos futuros que pueden apoyar y mejorarla propuesta presentada en este documento:

- **Actualizar del estado del arte.** A pesar de haber realizado una revisión sistemática para hallar trabajos relacionados con los riesgos asociados a la comunicación, cooperación y coordinación en equipos DGS y las métricas asociadas a estos, se hace necesario realizar una actualización de la revisión realizada.
- **Realizar la evaluación de la propuesta mediante un estudio de caso.** La evaluación realizada a través de un grupo focal posee una limitación en la validación del conjunto de métricas. Por esta razón, se hace necesario realizar una nueva evaluación mediante uno o más casos de estudio que permitan verificar la facilidad de aplicación del conjunto de métricas en un entorno real.
- **Crear un mecanismo para solucionar la ambigüedad de los riesgos.** Dada la cantidad de riesgos existentes en la literatura relacionados a la comunicación, coordinación y cooperación que presentan un alto grado de ambigüedad, y por falta de definiciones, descripciones o ejemplos que permitan establecer la definición de los riesgos. Por lo tanto, se hace necesario la creación de un mecanismo que permita solucionar dicha ambigüedad de los riesgos, dado que los riesgos que no están definidos de manera correcta podrían afectar la creación de métricas a partir de estos.

- **Crear una guía para oportunidades de mejora.** Sería necesario crear una guía que permita abordar las oportunidades de mejora obtenidas a partir de la evaluación llevada a cabo con las métricas propuestas, y que permita genere valor a las empresas. Si bien el resultado de la evaluación indicara en que se está fallando, no se presenta alguna recomendación o como gestionar esa oportunidad de mejora.
- **Diseñar una herramienta que facilite la gestión de métricas.** El desarrollo de una herramienta que permita a las empresas gestionar nuevas métricas. También que facilite el monitoreo y control con el fin de poder hacer un seguimiento de las oportunidades de mejora en la empresa.
- **Desarrollo de sistemas inteligentes.** Otro trabajo futuro sería la creación de un sistema inteligente que alimente las métricas, sin la necesidad de tener a una o varias personas recolectando los datos para alimentar las métricas manualmente. En su lugar sería bueno que el sistema a través de inferencias pueda proveer los datos para alimentarlas.

7.5 Contribución en el área de la ingeniería del software

Como resultado de este trabajo de investigación surgieron diferentes artefactos, entre los que se destacan principalmente: (i) una revisión sistemática de la literatura, referente a los riesgos asociados en equipos de desarrollo global de software, (ii) una armonización de riesgos y (iii) un conjunto de métricas asociadas a los riesgos que afectan la comunicación, coordinación y cooperación.

7.6 Contribución a la divulgación del conocimiento

Durante la realización de este trabajo de grado se desarrollaron dos posters que fueron enviados a eventos nacionales con el objetivo de difundir la investigación a la comunidad académica, adicionalmente con esta divulgación se pretende que los resultados obtenidos hasta el momento fueran discutidos y evaluados por expertos. A continuación, en la **Tabla 34** se presenta el nombre de los posters junto con el nombre de los eventos a los que fueron enviados:

N°	Artículo/Poster	Evento/revista	Estado
1	Estado del arte de las métricas utilizadas para medir los riesgos relacionados con la comunicación, cooperación y coordinación en equipos de desarrollo global de software (DGS).	REDIS Expo Póster 2017	ACEPTADO
2	Métricas para medir los riesgos relacionados con la comunicación, cooperación y coordinación en equipos de desarrollo global de software (DGS)	REDIS Expo Póster 2018	ACEPTADO
3	Métricas para medir los riesgos relacionados con la comunicación, cooperación y coordinación en equipos de desarrollo global de software (DGS)	Evento/revista	POR ENVIAR

Tabla 34. Resumen de artículos y póster escritos durante el desarrollo del proyecto.

7.7 Contribuciones de la investigación

Tanto la revisión sistemática de la literatura como la armonización de los riesgos y la definición del conjunto de métricas, resumen los principales aportes que este trabajo de investigación realiza a la comunidad académica. A continuación, se describen las principales contribuciones realizadas por este trabajo de grado:

- La realización de la revisión sistemática de la literatura relacionada a los riesgos de comunicación, coordinación y cooperación en equipos DGS, permitió identificar los principales trabajos relacionados sobre el tema. Sin embargo, se evidenció que aún no se han definido propuestas que intenten apoyar la toma de decisiones mediante métricas que midan dichos riesgos bajo el contexto DGS.
- La armonización de los riesgos encontrados en la literatura, ofrece a la comunidad académica una visión más compacta y menos ambigua de los riesgos que afectan los equipos DGS.
- El conjunto de métricas propuesto ofrece a la industria una herramienta para generar valor mediante el apoyo a la toma de decisiones, puesto que podrán evaluarse como se encuentran frente a los riesgos y así poder identificar oportunidades de mejora para sus empresas.

8 Bibliografía

- [1] L. Yu and A. Mishra, "Risk Analysis of Global Software Development and Proposed Solutions," *Automatika*, vol. 51, no. 1, pp. 89–98, 2010.
- [2] J. Campo, P. Francisco, C. Ardila, and C. Pardo, "Modelo de procesos en el desarrollo de software global.," *Ingenium*, vol. 9, no. 23, pp. 17–26, 2015.
- [3] M. Jiménez, M. Piattini, and A. Vizcaíno, "Challenges and Improvements in Distributed Software Development: A Systematic Review," *Adv. Softw. Eng.*, vol. 2009, pp. 1–14, 2009.
- [4] L. Layman, L. Williams, D. Damian, and H. Bures, "Essential communication practices for Extreme Programming in a global software development team," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 48, no. 9, pp. 781–794, 2006.
- [5] S. V. Shrivastava and U. Rathod, "Categorization of risk factors for distributed agile projects," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 58, pp. 373–387, 2015.
- [6] J. Miguel and M. Piattini, *Problems and Solutions in Distributed Software Development - A Systematic Review*. 2009.
- [7] J. Caresani, "Modelación y aplicación de Follow the Sun para grupos de soporte ERP." pp. 1–74, 2015.
- [8] P. J. Ågerfalk, B. Fitzgerald, H. H. Olsson, and E. Ó. Conchúir, "Benefits of Global Software Development: The Known and Unknown," *Mak. Glob. Distrib. Softw. Dev. a Success Story*, vol. 5007, pp. 1–9, 2008.
- [9] J. S. Persson and L. Mathiassen, "A process for managing risk in Distributed teams.," *IEEE Softw.*, vol. 27, no. 1, pp. 20–29, 2011.
- [10] J. S. Persson, L. Mathiassen, J. Boeg, T. S. Madsen, and F. Steinson, "Managing risks in distributed software projects: An integrative framework," *IEEE Trans. Eng.*

- Manag.*, vol. 56, no. 3, pp. 508–532, 2009.
- [11] M. Tihinen, R. Kommeren, D. Systems, J. Rotherham, and P. M. Office, “Metrics and Measurements in Global Software Development,” *Int. J. Adv. Softw.*, vol. 5, no. 3, pp. 278–292, 2012.
 - [12] I. Nurdiani, R. Jabangwe, D. Šmite, and D. Damian, “Risk Identification and Risk Mitigation Instruments for Global Software Development: Systematic Review and Survey Results,” *2011 IEEE Sixth Int. Conf. Glob. Softw. Eng. Work.*, pp. 36–41, 2011.
 - [13] L. S. B and H. U. Hoppe, “Collaboration and Technology,” vol. 9848, no. September, pp. 115–130, 2016.
 - [14] H. Fuks *et al.*, “The 3C Collaboration Model,” *Encycl. E-Collaboration*, no. January, pp. 637–644, 2007.
 - [15] Q. Khan and S. Ghayyur, “Software risks and mitigation in global software development,” *J. Theor. Appl. Inf. Technol.*, vol. 22, no. 1, pp. 58–69, 2010.
 - [16] J. S. Persson, L. Mathiassen, J. Boeg, T. S. Madsen, and F. Steinson, “Managing Risks in Distributed Software Projects : An Integrative Framework,” vol. 56, no. 3, pp. 508–532, 2009.
 - [17] J. Noll and S. Beecham, “Measuring global distance: A survey of distance factors and interventions,” *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 609, pp. 227–240, 2016.
 - [18] ICONTEC, “Norma Técnica ntc-iso colombiana 31000 Gestión del Riesgo. principios y directrices e: risk management. principios and guidelines correspondencia: esta norma es una adopción idéntica (IDT) por traducción de la norma,” no. 571, 2011.
 - [19] S. García Rodríguez, N. Herráiz Domingo, and M. P. de la H. M. M. S. M. P. Z. I. C. P. S. B. Escámez, “Investigación Acción,” *Métodos Investig. en Educ. Espec.*, p. 32, 2011.
 - [20] M. Mendoza, C. González, and F. J. Pino, “Focus group como proceso en ingeniería de software: Una experiencia desde la práctica,” *DYNA*, vol. 80, no. 1, pp. 51–60, 2013.
 - [21] S. Juan and A. Roussos, “El focus group como técnica de investigación cualitativa,” *Doc. Trab. N° 256*, vol. 9, pp. 1–12, 2010.
 - [22] M. Mendoza, C. González, and F. J. Pino, “Focus Group Como Proceso En Ingeniería De Software: Una Experiencia Desde La Práctica.,” *DYNA*, vol. 80, no. 1, pp. 51–60, 2013.
 - [23] “ISO 31.000 - Gestión de riesgos,” *Iso*, no. 1, pp. 1–23, 2009.
 - [24] G. Papadopoulos, “Moving from Traditional to Agile Software Development Methodologies Also on Large, Distributed Projects.,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 175, pp. 455–463, 2015.
 - [25] T. De Grado, “Mejora de Procesos de desarrollo Software MLM - PDS,” 2007.
 - [26] M. Tihinen, *Measurement-based management of global software development projects*. 2014.
 - [27] R. Jabangwe and I. Nurdiani, “Global Software Development Challenges and Mitigation Strategies A Systematic Review and Survey Results,” *Strategies*, no. May, 2010.
 - [28] D. Hillson and R. Murray-Webster, “Understanding and managing risk attitude,” *Proc. 7th Annu. Risk Conf. held London, UK*, vol. 26, pp. 1–11, 2007.
 - [29] H. Kong, “Communication Risk Framework in Global Software Development : Empirical Study in GSD Industry,” no. July 2014, 2015.
 - [30] M. Eykelhoff, “Communication in global software development : A pilot study,” *Twente student Conf. IT, Univ. Twente, Faculty Electr. Eng. Math. Comput. Sci.*, 2007.
 - [31] M. Usman, F. Azam, and N. Hashmi, “Disintegrating and Reduction of Risk Factor in 3-C ’ s Model Communication Phase Used in Global Software Development (G . S .

- D),” *J. Basic Appl. Sci. Res.*, vol. 4, pp. 58–70, 2014.
- [32] A. A. Khan, S. Basri, and P. D. D. Dominic, “Communication risks in GSD during RCM: Results from SLR,” *2014 Int. Conf. Comput. Inf. Sci. ICCOINS 2014 - A Conf. World Eng. Sci. Technol. Congr. ESTCON 2014 - Proc.*, 2014.
- [33] A. Vizcaíno, F. García, I. Caballero, J. C. Villar, and M. Piattini, “Towards an ontology for global software development,” *IET Softw.*, vol. 6, no. 3, p. 214, 2012.
- [34] S. Betz, S. Hickl, and A. Oberweis, “Risk Management in Global Software Development Process Planning,” *2011 37th EUROMICRO Conf. Softw. Eng. Adv. Appl.*, pp. 357–361, 2011.
- [35] ISO/IEC/IEEE, “Iso / Iec / Ieee 15939,” vol. 2017, 2017.
- [36] K. Lyczkowska, “Una Ontología de la Medición del Software,” p. 45, 2017.
- [37] G. Cantone and P. Donzelli, “Production and maintenance of goal-oriented software measurement models,” *Int. J. Softw. Eng. Knowl. Eng.*, vol. 10, no. 5, pp. 605–626, 2000.
- [38] V. R. Basili, F. Shull, F. Lanubile, and I. C. Society, “Building Knowledge through Families of Experiments,” *Knowl. Creat. Diffus. Util.*, vol. 25, no. 4, pp. 456–473, 1999.
- [39] V. R. Basili and D. M. Weiss, “A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data,” *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. SE-10, no. 6, pp. 728–738, 1984.
- [40] H. D. Rombach, “Design measurement: some lessons learned,” *IEEE Softw.*, vol. 7, no. 2, pp. 17–25, 1990.
- [41] A. Vizcaíno, F. García, M. Piattini, and S. Beecham, “A validated ontology for global software development,” *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 46, pp. 66–78, 2016.
- [42] A. Hernández López, R. Colomo Palacios, Á. García Crespo, and P. Soto Acosta, “Team Software Process in GSD Teams: A study of new work practices and models,” *Int. J. Hum. Cap. Inf. Technol. Prof.*, vol. 1, no. September, pp. 32–53, 2010.
- [43] B. Kitchenham and S. Charters, “Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering Version 2.3,” *Engineering*, vol. 45, no. 4ve, p. 1051, 2007.
- [44] M. Dolores, A. García, and V. M. Navarro, “La Literatura Gris en Entornos Digitales: Estrategias de Calidad y Evaluación,” *Rev. Interam. Bibl.*, vol. 27, no. 2, pp. 49–70, 2004.
- [45] M. Niazi *et al.*, “Challenges of project management in global software development: A client-vendor analysis,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 80, pp. 1–19, 2016.
- [46] V. Yadav, “A Flexible Management Approach for Globally Distributed Software Projects,” *Glob. J. Flex. Syst. Manag.*, vol. 17, no. 1, pp. 29–40, 2016.
- [47] M. Wanderley, J. Menezes, C. Gusmão, and F. Lima, “Proposal of Risk Management Metrics for Multiple Project Software Development,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 64, pp. 1001–1009, 2015.
- [48] A. Mathrani and S. Mathrani, “Test strategies in distributed software development environments,” *Comput. Ind.*, vol. 64, no. 1, pp. 1–9, 2013.
- [49] I. Steinmacher, A. Paula, and C. Steinmacher, “Awareness Support in Global Software Development: A Systematic Review Based on the 3C Collaboration Model Conference,” vol. 8224, no. September, 2013.
- [50] A. M. Lima, “Risk assessment on distributed software projects,” *Proc. 32nd ACM/IEEE Int. Conf. Softw. Eng. - ICSE '10*, vol. 2, p. 349, 2010.
- [51] P. Björndal, “Software Engineering Approaches for Offshore and Outsourced Development,” vol. 54, no. January, 2010.
- [52] R. M. Lotlikar, R. Polavarapu, S. Sharma, and B. Srivastava, “Towards effective project management across multiple projects with distributed performing centers,” *Proc. - 2008 IEEE Int. Conf. Serv. Comput. SCC 2008*, vol. 1, pp. 33–40, 2008.
- [53] J. M. Verner, O. P. Brereton, B. A. Kitchenham, M. Turner, and M. Niazi, “Risks and

- risk mitigation in global software development: A tertiary study,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 56, no. 1, pp. 54–78, 2014.
- [54] A. A. Khan, J. Keung, M. Niazi, S. Hussain, and A. Ahmad, “Systematic literature review and empirical investigation of barriers to process improvement in global software development: Client–vendor perspective,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 87, pp. 180–205, 2017.
- [55] A. Iqbal and S. S. Abbas, “Communication Risks and Best practices in Global Software Development,” p. 212, 2011.
- [56] C. Jesús and P. Calvache, “A Framework to Support the Harmonization between Multiple Models and Standards,” University of Castilla, 2012.
- [57] V. R. Basili and H. Dieter Rombach, “The TAME Project: Towards Improvement-Oriented Software Environments,” *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 14, no. 6, pp. 758–773, 1988.
- [58] R. Prieto, L. Susana, and A. García, “Mejores Prácticas para el Establecimiento y Aseguramiento de la Calidad del Software,” *Unidad Multidiscip. CIET*, 2008.
- [59] J. Li, M. Li, D. Wu, and H. Song, “An integrated risk measurement and optimization model for trustworthy software process management,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 191, no. 15, pp. 47–60, 2012.
- [60] ISO/IEC, “ISO/IEC 15504- 1:2004,” 2004. [Online]. Available: <https://goo.gl/im7nX5>.
- [61] R. S. Pressman and D. Ph, *Ingeniería del software*.
- [62] J. Espinosa, S. Slaughter, R. Kraut, and J. Herbsleb, “Team Knowledge and Coordination in Geographically Distributed Software Development,” *J. Manag. Inf. Syst.*, vol. 24, no. 1, pp. 135–169, 2007.

9 Anexos

9.1 Anexo 1: Tablas para el proceso de tratamiento de riesgos

ND: No Disponible

Nomenclatura	Riesgo	Información Adicional	Definición/Descripción	Referencia
A1CMDGR1	Falta de cohesión del equipo	ND	ND	[12]
A1CMDGR2	Sobrecarga de esfuerzo de comunicación	ND	ND	
A1CMDGR3	Falta de confianza	ND	ND	
A1CMDGR4	Rumiones cara a cara limitadas	ND	ND	
A1CMDGR5	Calidad o riqueza de la comunicación reducidas	ND	ND	
A1CMDGR6	Posibilidades reducidas de comunicación informal	ND	ND	
A1CMDGR7	Costos adicionales de viajes	ND	ND	
A1CMDGR8	Restricción de la relación interpersonal acumulada	ND	ND	
A1CMDGR9	Pérdida de datos durante las transferencias	ND	ND	
A1CMDGR10	Frecuencia de comunicación reducidas	ND	ND	
A1CMDTR1	Falta de comunicación sincrónica	ND	ND	
A1CMDTR2	Retroalimentación retrasada	ND	ND	
A1CMDSCR1	Diferencia en el lenguaje	ND	ND	
A1CMDSCR2	Diferente uso de terminología entre sitios	ND	ND	
A1CMDSCR3	Diversidad cultural	ND	ND	
A1CMDSCR4	Falta de entendimiento mutuo o compartido	ND	ND	
A2CMDGR1	Falta de agrupación organizada	CSR1, EFR1	ND	[32]
A2CMDGR2	Aumento del esfuerzo de comunicación	CSR2, EFR2	ND	
A2CMDGR3	Pobre relación interpersonal	CSR3, EFR3	ND	
A2CMDGR4	Dificultad para garantizar que la información sobre los cambios en los requisitos se distribuya correctamente entre el equipo remoto	CSR4, EFR4	ND	
A2CMDGR5	Ambigüedad	CSR5, EFR5	ND	
A2CMDGR6	Insatisfacción	CSR6, EFR6	ND	
A2CMDGR7	Falta de comunicación informal	CSR7, EFR7	ND	
A2CMDGR8	Incertidumbre de tareas	CSR8, EFR8	ND	
A2CMDGR9	Baja velocidad de comunicación	CSR9, EFR9	ND	
A2CMDGR10	Desconfianza	CSR10, EFR10	ND	

Nomenclatura	Riesgo	Información Adicional	Definición/Descripción	Referencia	
A2CMDGR11	Pérdida de datos durante la transferencia	CSR11, EFR11	ND		
A2CMDSCR1	Reducción de la calidad de la comunicación	CSR12, EFR12	ND		
A2CMDSCR2	Complicación deficiente de problemas	CSR13, EFR13	ND		
A2CMDSCR3	Riesgo de identidad oculta	CSR14, EFR14	ND		
A2CMDSCR4	Débil retroalimentación	CSR15, EFR15	ND		
A2CMDSCR5	Falta de comunicación del equipo	CSR16, EFR16	ND		
A2CMDSCR6	Disminuye la experiencia en el lenguaje comercial	CSR17, EFR17	ND		
A2CMDSCR7	Requisitos poco claros	CSR18, EFR18	ND		
A2CMDSCR8	Comunicación irregular	CSR19, EFR19	ND		
A2CMDSCR9	Intercambio de retroalimentación poco frecuente	CSR20, EFR20	ND		
A2CMDSCR10	No está dispuesto a creerse el uno al otro	CSR21, EFR21	ND		
A2CMDSCR11	Información oculta	CSR22, EFR22	ND		
A2CMDTR1	disponibilidad limitada de los miembros del equipo remotos	CSR23, EFR23	ND		
A2CMDTR2	Menos posibilidades de retener a los miembros del equipo en comunicación	CSR24, EFR24	ND		
A2CMDTR3	falta de comunicación sincrónica	CSR25, EFR25	ND		
A2CMDTR4	resolución del problema puede retrasarse	CSR26, EFR26	ND		
A2CMDTR5	Pérdida de confianza	CSR27, EFR27	ND		
A2CMDTR6	equipo remoto piensa que otros son mentirosos	CSR28, EFR28	ND		
A2CMDTR7	Oportunidad limitada para comunicarse	CSR29, EFR29	ND		
A2CMDTR8	comunicación necesita más esfuerzo	CSR30, EFR30	ND		
A2CMDTR9	Cohesión grupal	CSR31, EFR31	ND		
A3CMDGR1	Falta de cohesión grupal	FR1	ND		[29]
A3CMDGR2	Aumento del esfuerzo de comunicación	FR1	ND		
A3CMDGR3	Pobre relación interpersonal	FR1	ND		
A3CMDGR4	dificultad garantizar que la información sobre los cambios en los requisitos se distribuya correctamente entre el equipo remoto	FR1	ND		
A3CMDGR5	Ambigüedad	FR2	ND		
A3CMDGR6	Insatisfacción	FR2	ND		
A3CMDGR7	Perdida de comunicación formal	FR2	ND		
A3CMDGR8	Incertidumbre de tareas	FR3	ND		
A3CMDGR9	Baja velocidad de comunicación	FR3	ND		
A3CMDGR10	Desconfianza	FR3	ND		
A3CMDGR11	Perdida de datos durante la transferencia	FR3	ND		
A3CMDSCR12	Calidad de comunicación reducida	FR4	ND		
A3CMDSCR13	Pobre entendimiento del problema	FR4	ND		

Nomenclatura	Riesgo	Información Adicional	Definición/Descripción	Referencia	
A3CMDSCR14	Identidad Oculta	FR4	ND		
A3CMDSCR15	Retroalimentación débil	FR4	ND		
A3CMDSCR16	Falta de comunicación del equipo	FR4	ND		
A3CMDSCR17	Disminuye la experiencia en el idioma de negocios	FR5	ND		
A3CMDSCR18	Requisitos poco claros	FR5	ND		
A3CMDSCR19	Comunicación irregular	FR6	ND		
A3CMDSCR20	Infrecuente intercambio de comentarios	FR6	ND		
A3CMDSCR21	Poca disposición a creer el uno al otro	FR6	ND		
A3CMDSCR22	Ocultación de información	FR6	ND		
A3CMDTR23	Disponibilidad limitada de miembros remotos del equipo	FR7	ND		
A3CMDTR24	Menos posibilidades de retener a los miembros del equipo en comunicación	FR7	ND		
A3CMDTR25	La falta de comunicación sincrónica	FR7	ND		
A3CMDTR26	La resolución del problema puede retrasarse	FR7	ND		
A3CMDTR27	Confianza suelta	FR8	ND		
A3CMDTR28	equipo remoto piensa que otros son mentirosos	FR8	ND		
A3CMDTR29	Oportunidades limitadas de comunicación	FR9	ND		
A3CMDTR30	la comunicación necesita más esfuerzo	FR9	ND		
A3CMDTR31	Menos cohesión grupal	FR9	ND		
A4CMDGR1	Aumento del esfuerzo de comunicación	CS1, CS2, CS3	ND		[55]
A4CMDGR2	Dependencias de las TIC (herramientas de información y comunicación)	CS1	ND		
A4CMDGR3	Falta de conciencia grupal	CS1, CS3	ND		
A4CMDGR4	Identidad Oculta	CS3	ND		
A4CMDGR5	Falta de confianza	CS1, CS3, CS4, CS5, CS6	ND		
A4CMDGR6	Insatisfacción	A4CMDGR5	ND		
A4CMDGR7	Falta de reuniones cara a cara	CS1, CS7, CS8	ND		
A4CMDGR8	Falta de cohesión	CS1, CS9	ND		
A4CMDGR9	La falta de relación interpersonal	CS1	ND		
A4CMDGR10	Calidad y riqueza reducidas en comunicación	CS1, CS10	ND		
A4CMDGR11	Frecuencia de comunicación reducidas	CS1, CS4, CS9, CS11	ND		
A4CMDGR12	Falta de comunicación informal	CS1,CS9	ND		
A4CMDGR13	Asegurar que la información con respecto a los cambios en los requisitos distribuidos entre el equipo remoto correctamente	CS1	ND		
A4CMDTR14	Demora en la respuesta	CS12, CS13	ND		
A4CMDTR15	Reducción de frecuencia de comunicación	NE	ND		

Nomenclatura	Riesgo	Información Adicional	Definición/Descripción	Referencia
A4CMDTR16	La falta de comunicación sincrónica	CS11,CS12, CS13	ND	
A4CMDTR17	Aumento del esfuerzo de comunicación	CS12	ND	
A4CMDTR18	No hay intercambio frecuente de retroalimentaciones	CS11, CS12	ND	
A4CMDTR19	Disponibilidad limitada de miembros del equipo remoto	CS12, CS14	ND	
A4CMDSCR20	Falta de conciencia grupal	CS15	ND	
A4CMDSCR21	Falta de habilidades de lenguaje comercial	CS15, CS16	ND	
A4CMDSCR22	Miedo a expresar sentimientos (en un idioma extranjero)	CS17	ND	
A4CMDSCR23	La falta de entendimiento mutuo	CS15, A4CMDSCR20, CS18 (A4CMDSCR22) , CS19	ND	
A4CMDSCR24	falta de comunicación sincrónica	CS15, A4CMDSCR20, CS19	ND	
A4CMDSCR25	Es bastante difícil garantizar una transferencia de conocimiento adecuada en el sitio remoto	CS15, CS19, A4CMDSCR20	ND	
A4CMDSCR26	poco dispuesto / incapaz de compartir conocimiento / mejores prácticas	CS15, CS19, CS20, CS21, CS22, CS23	ND	
A4CMDSCR27	Falta de comunicación informal	CS15, CS19, CS24, CS25, CS26	ND	
A4CMDSCR28	Diferencias de terminologías	CS15	ND	
A4CMDSCR29	Requisitos poco claros	CS15	ND	
A4CMDSCR30	La comunicación es usada como arma para atacar a colegas remotos	NE	ND	
A4CMDSCR31	No dispuesto a creer en los demás	CS18	ND	
A4CMDSCR32	gastos generales de comunicación	CS19	ND	
A4CMDSCR33	Demora en la respuesta	CS15, CS19, CS27	ND	
A4CMDSCR34	Sin intercambio de retroalimentaciones frecuentes	CS15, CS19	ND	
A4CMDSCR35	Falta de cohesión	CS15, CS20	ND	

Tabla 35. Riesgos de comunicación.

Nomenclatura	Riesgo	Información adicional	Definición/Descripción	Referencia
A1CRDTR01	Limitado o sin horas de trabajo superpuestas	ND	ND	[12]

Nomenclatura	Riesgo	Información adicional	Definición/Descripción	Referencia
A1CRDGR01	Asegurar la transparencia de roles y responsabilidades	ND	ND	
A1CRDGR02	Asegurar la conciencia de los cambios en los artefactos del proyecto	ND	ND	
A1CRDGR03	Definir un proceso de desarrollo de software adecuado	ND	ND	
A1CRDGR04	Herramientas incompatibles en todos los sitios	ND	ND	
A1CRDGR05	Las herramientas apropiadas no están disponibles o son insuficientes	ND	ND	
A1CRDGR06	Experiencia limitada trabajando juntos como equipo	ND	ND	
A1CRDGR07	Definir adecuadamente el alcance del proyecto	ND	ND	
A1CRDGR08	Asegurar la igualdad de acceso a la información	ND	ND	
A1CRDGR09	Planificar la distribución de actividades apropiadas	ND	ND	
A1CRDGR10	Falta de asegurar un flujo de información apropiado	ND	ND	
A1CRDGR11	Definir un proceso adecuado de gestión de cambios	ND	ND	
A1CRDSCR01	Conocimiento e intercambio de información insuficientes	ND	ND	
A1CRDSCR02	Comprensión poco común en la forma de trabajar	ND	ND	
A1CRDSCR03	Definir, implementar y administrar procesos conjuntos	ND	ND	

Nomenclatura	Riesgo	Información adicional	Definición/Descripción	Referencia
A5CRR01	Objetivos y metas definidos de forma poco clara	ND	Esto se asocia con metas y objetivos del proyecto de software offshore poco definidos antes de comenzar el proceso de subcontratación en el extranjero. Los objetivos del cliente para reducir los costos están directamente relacionados con los talentos excesivos, así como sus enfoques innovadores, creativos y avanzados [27]. Esto requiere identificar qué se debe deslocalizar, las características del proyecto y el perfil del proveedor de servicios adecuado.	[15]
A5CRR02	No tener una visión más amplia	ND	Muchos clientes no ven la visión más amplia [28-30] de la subcontratación en el extranjero. De acuerdo con Davis et al. [34], la deslocalización es generalmente responsabilidad del director de información (CIO) que funciona teniendo en cuenta las diferencias culturales y jurídicas y los riesgos asociados con la deslocalización y la externalización en general.	
A5CRR03	Falta de Variedad de Perspectivas en el Proceso de Selección.	ND	Michell y Fitzgerald [58] concluyeron de su investigación afirmando que "los proveedores claramente no son todos iguales y el proceso de selección de proveedores debe coincidir no solo con el historial 'duro', la estabilidad financiera, la calidad y los requisitos de capacidad, sino también con el 'más suave' "problemas de visión del proveedor, cultura, antecedentes y problemas de gestión de recursos humanos".	
A5CRR04	Planificación inadecuada de los sistemas de información e interconexión con el proveedor de servicios	ND	Existe una causa de falla en el outsourcing externo: la heterogeneidad de los sistemas de información tanto del cliente como del proveedor del servicio. Una adecuada preparación y alineación de ambos sistemas es la clave para resolver este riesgo.	
A7CRR01	La falta de coordinación causa problemas tales como líneas de comunicación poco claras y un manejo deficiente de los plazos e hitos.	ND	ND	[53]
A7CRR02	La falta de flujo de información apropiado en todo el proyecto causa problemas con la gestión del conocimiento	ND	ND	

Nomenclatura	Riesgo	Información adicional	Definición/Descripción	Referencia
A7CRR03	La coordinación en el desarrollo multisitio se vuelve más difícil en términos de articulación del trabajo, ya que los problemas de la comunicación no tienen conciencia del grupo y la complejidad de la organización aparece e influye en la forma en que debe estructurarse el trabajo.	ND	ND	
A7CRR04	La incertidumbre de la tarea representa la falta de información necesaria para desarrollar el software, y puede dar lugar a una lenta coordinación de cambios y conflictos de procesos y relaciones	ND	ND	
A8CRR01	Los mecanismos de coordinación no son apropiados en todos los sitios.	ND	ND	[9]
A8CRR02	Los procesos no están alineados en todos los sitios	ND	ND	
A8CRR03	La cultura del trabajo difiere entre los sitios.	ND	ND	
A8CRR04	El proyecto no puede integrar partes interesadas en todos los sitios	ND	ND	
A8CRR05	Falta de gestión de la configuración entre los sitios	ND	ND	
A9CRR01	Diferencias culturales	ND	ND	[54]
A9CRR02	Falta de confianza	ND	ND	
A9CRR03	Falta de retroalimentación	ND	ND	
A9CRR04	Choques de personalidad	ND	ND	
A9CRR05	Falta de comunicación	ND	ND	

Tabla 36. Riesgos de coordinación.

Nomenclatura	Nombre	Descripción
CSR1	Visibilidad limitada de los miembros del equipo	ND
CSR2	Falta de Coordinación	ND
CSR3	Bajo ancho de banda	ND
CSR4	Disponibilidad limitada de miembros del equipo remoto	ND
CSR5	Mala comunicación informal	ND
CSR6	Nivel de experiencia en el lenguaje de negocios	ND
CSR7	Dispersión de sitios	ND
CSR8	Mala comunicación del equipo	ND
CSR9	Conectividad de comunicación limitada	ND
CSR10	Un gran número de sitios remotos	ND
CSR11	Pocas capacidades técnicas	ND
CSR12	Uso de diversos idiomas	ND
CSR13	Pobre comprensión cultural	ND
CSR14	Requisitos de negocio poco claros	ND
CSR15	El conflicto ocurre entre los miembros del equipo	ND
CSR16	Uso de diferentes terminologías	ND
CSR17	Uso de herramientas de comunicación no sincronizadas	ND
CSR18	Diversidad en el acento del idioma de negocios	ND
CSR19	Diversidad en estilos culturales	ND
CSR20	Varias normas culturales	ND
CSR21	Diversidad política y cultural	ND
CSR22	Baja conciencia sociocultural	ND
CSR23	Diferentes días hábiles	ND
CSR24	Diversidad en el tiempo de oficina	ND
CSR25	Pocas horas superpuestas	ND

Nomenclatura	Nombre	Descripción
CSR26	Disponibilidad limitada de miembros remotos del equipo	ND
CSR27	Diferentes días hábiles	ND
CSR28	Bajo nivel de respuesta	ND
CSR29	Herramientas de comunicación asincrónica	ND
CSR30	Uso de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones)	ND
CSR31	Comunicación no sincronizada	ND
	Factores de Riesgo	ND
FR1	Comunicación inadecuada	Las visitas regulares a ubicaciones remotas ayudan a los miembros del equipo a conocerse, entender su cultura e intercambiar sus ideas. El GSD se ve privado de la cohesión grupal entre los miembros del equipo, lo que causa una comunicación inadecuada y, por lo tanto, produce varios riesgos de comunicación. Una comunicación inadecuada puede llevar a interpretaciones erróneas, falta de comunicación informal e incluso interrupción de la comunicación.
FR2	Falta de comunicación cara a cara	En la literatura de GSD, la falta de comunicación cara a cara se ha destacado como un componente principal del enfoque del desarrollo de software. La comunicación informal es un proceso natural de desarrollo co-ubicado. Sucede en los pasillos, durante las comidas y antes y después de las reuniones formales. En GSD, el colapso en la comunicación informal podría conducir fácilmente a riesgos / problemas de comunicación y es necesaria una reunión cara a cara para superar los malentendidos de los requisitos. La falta de comunicación informal significa que las suposiciones conflictivas de los desarrolladores en ambos sitios se llevan a cabo hasta la integración.

Nomenclatura	Nombre	Descripción
FR3	Falta de Confianza	La confianza actúa como un factor importante en el desarrollo de redes personales y relaciones personales. La confianza toma tiempo para establecerse. Requiere una interacción cercana con la otra parte para desarrollarse. La comunicación en el GSD se ve muy afectada por la distancia geográfica que causa la falta de confianza. En equipos dispersos, los miembros del equipo apenas se conocen entre sí y dificultan la construcción de confianza. La confianza también puede corroerse debido a las fallas que se producen debido a la ignorancia del desarrollador al no tratar de ponerse en contacto con un miembro del equipo remoto antes de cualquier alteración en el sistema. En GSD, la confianza mutua es importante para que las personas puedan comunicarse plenamente y trabajar con sus colegas. La falta de confianza produce falta de voluntad para comunicarse que puede dar lugar a diversos riesgos / problemas de comunicación.
FR4	falta de entendimiento mutuo	Debido a la diferencia cultural, social y política, el problema de la falta de comprensión mutua ocurre repetidamente durante GSD. La falta de comprensión mutua resultó en una disminución de la comunicación y generó riesgos de comunicación entre equipos geográficamente dispersos.
FR5	Pobres habilidades de lenguaje empresarial	Los desarrolladores de software se interconectan usando un idioma oficial mutuo. Sin embargo, la distancia organizacional y sociocultural afecta la comprensión del significado pretendido de dicho lenguaje, debido a que la comprensión depende de la organización, profesión, cultura, política local y contextos.
FR6	Falta de conciencia cultural	Cada cultura tiene sus propios estilos, valores y normas, que pueden producir problemas de comunicación cuando la comunicación se lleva a cabo entre personas de diversos orígenes culturales. Por lo tanto, la falta de conciencia cultural tiene un impacto negativo en la comunicación en GSD. Cuando los miembros del equipo provienen de entornos culturales diversos y tratan de comunicarse, pueden ocurrir varios riesgos de comunicación.

Nomenclatura	Nombre	Descripción
FR7	Menos tiempo de superposición	Las ubicaciones distribuidas temporalmente enfrentan desventajas de la reducción del número de horas superpuestas durante el día, lo que causa riesgos y riesgos de comunicación. Incluso una diferencia de zona horaria de una hora puede dar como resultado una gran reducción de horas superpuestas. Por lo tanto, se ha observado que una menor superposición de tiempo aumenta la tasa de riesgos y problemas de comunicación en GSD.
FR8	Retraso en la respuesta	El retraso en la respuesta se comporta como un factor insoportable y molesto para los miembros del equipo que trabajan en diferentes zonas horarias y que están geográficamente distribuidos el uno del otro. el seguimiento del proceso de desarrollo de software general se vuelve difícil para los miembros del equipo debido al desarrollo de software distribuido.
FR9	dependencia en la comunicación asíncrona	La comunicación sincrónica entre los miembros del equipo geográficamente distribuidos en el GSD no es posible debido a que se adopta la comunicación asincrónica. Las herramientas utilizadas para la comunicación asincrónica son correo electrónico, fax, etc. La comunicación asincrónica también aumenta las posibilidades de mala comunicación y mala interpretación entre los miembros del equipo.
CS1	Visibilidad limitada del sitio remoto	ND
CS2	Negociación con el cliente y el desarrollador para un nivel aceptable de calidad	ND
CS3	dependencias de las TIC	ND
CS4	Falta de conocimiento del grupo	ND
CS5	Gran cantidad de sitios	ND
CS6	Ocultamiento de información	ND
CS7	Costo de viaje	ND
CS8	inservibilidad en la comunicación	ND
CS9	La falta de reunión cara a cara	ND
CS10	Equipo de alta experiencia trabajando con equipo de baja experiencia	ND
CS11	Oportunidad limitada para comunicarse	ND

Nomenclatura	Nombre	Descripción
CS12	Menos superposición entre miembros del equipo distribuido	ND
CS13	Confianza en la comunicación asíncrona	ND
CS14	Diferentes días hábiles	ND
CS15	Pobre ajuste sociocultural	ND
CS16	Diversidad en el lenguaje comercial	ND
CS17	diferente nivel de experiencia en el lenguaje de negocios	ND
CS18	Miedo para expresar los sentimientos en un idioma extranjero	ND
CS19	Diferentes niveles de experiencia en lengua nativa / comercial	ND
CS20	Rehusar y dudar en comunicarse	ND
CS21	Falta de habilidad para comunicarse bien	ND
CS22	comunicación impredecible	ND
CS23	mala estructura de comunicación en la organización jerárquica	ND
CS24	falta de habilidad técnica	ND
CS25	Formalidad	ND
CS26	Intrusividad	ND
CS27	La conciencia con las herramientas de comunicación varía de persona a persona	ND
EFR1	Miedo a expresar sentimientos	ND
EFR2	Ruptura de la comunicación	ND
EFR3	Aumenta la frecuencia de trabajo	ND
EFR4	Pobre relación interpersonal	ND
EFR5	No Registra	ND
EFR6	Débil comunicación entre equipos	ND
EFR7	No se puede transferir el conocimiento adecuado	ND
EFR8	Irritación	ND
EFR9	Se produce un retraso en la resolución del problema	ND
EFR10	La moral del equipo puede disminuir	ND

Nomenclatura	Nombre	Descripción
EFR11	Percepción Errónea	ND
EFR12	Insatisfacción	ND
EFR13	Efecto negativo de la Coordinación	ND
EFR14	Crea Insatisfacción	ND
EFR15	Pobre retroalimentación	ND
EFR16	Ruptura de la Comunicación	ND
EFR17	Afectar negativamente el ciclo de vida del desarrollo de software	ND
EFR18	Mal entendimiento	ND
EFR19	Disminuye la comunicación informal	ND
EFR20	Débil nivel de reconocimiento	ND
EFR21	Ruptura de la relación	ND
EFR22	Frustración	ND
EFR23	La moral del equipo puede disminuir	ND
EFR24	La frecuencia de comunicación disminuye	ND
EFR25	Pobre retroalimentación	ND
EFR26	Dificultad en la toma de decisiones	ND
EFR27	Ruptura de la relación	ND
EFR28	Crea Frustración	ND
EFR29	Ambigüedad en la solución de problemas	ND
EFR30	No registra	ND
EFR31	Dificultad en la coordinación	ND

Tabla 37. Información adicional de riesgos de comunicación.

Dimensión	Descripción de Integración	Riesgo resultado
Distancia Geográfica	Los siguientes riesgos: A1CRDGR07, A5CRR01, se compararon e integraron teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de definir adecuadamente el alcance, objetivos y metas del proyecto.
	Los siguientes riesgos: A7CRR04, A1CRDGR10, A1CRDSCR01, A7CRR02, se compararon e integraron teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de flujo de información causa problemas con la gestión del conocimiento.
	Los siguientes riesgos: A1CRDGR10, A1CRDGR08, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Asegurar la igualdad de acceso a la información.
	Los siguientes riesgos: A1CRDGR04, A1CRDGR05, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Las herramientas apropiadas no están disponibles o son insuficientes.
	Los siguientes riesgos: A8CRR01, A7CRR03, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de mecanismos de coordinación apropiados
	Los siguientes riesgos: A8CRR02, A1CRDGR03, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de definición y alineación de procesos adecuados
	Los siguientes riesgos: A8CRR05, A1CRDGR11, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de definición de un proceso de gestión y configuración de cambios.
	Los siguientes riesgos: A9CRR03, A7CRR01, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Líneas de comunicación poco claras debido a la falta de coordinación
	Los siguientes riesgos: A9CRR05, A7CRR01, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de coordinación causa problemas de comunicación y manejo deficiente de los plazos e hitos
	Este riesgo no sufrió ningún cambio	Asegurar la conciencia de los cambios en los artefactos del proyecto
	Este riesgo no sufrió ningún cambio	Planificar la distribución de actividades apropiadas
	Este riesgo no sufrió ningún cambio	Definir, implementar y administrar procesos conjuntos
Distancia Sociocultural	Este riesgo no sufrió ningún cambio	Planificación inadecuada de los sistemas de información e interconexión con el proveedor de servicios
	Los siguientes riesgos: A8CRR03, A5CRR02, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Diferencia culturales y limitaciones en la subcontratación en el extranjero
	Los siguientes riesgos: A9CRR01, A8CRR03, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Existencia de diferencias culturales
	Los siguientes riesgos: A9CRR02, A7CRR01, se comparan e integran teniendo en cuenta su nombre o etiqueta.	Falta de confianza entre miembros del equipo
	Este riesgo no sufrió ningún cambio	Falta de variedad de perspectivas en el proceso de selección.
Este riesgo no sufrió ningún cambio	Choques de personalidad	

Tabla 38. Riesgos resultantes para coordinación.

Dimensión	Descripción de Integración	Riesgo Resultado
Distancia Geográfica	Los riesgos A1CMDGR2, A2CMDGR2, A3CMDGR2, A4CMDGR1 se integran , para esta decidir esto se utilizó como criterios: semejanza de etiqueta, causas y efectos y el factor que causa este riesgo fue el criterio que impulso a que en el riesgo A4CMDGR1 se integraran los otros riesgos.	Aumento del esfuerzo de comunicación
	Los riesgos A1CMDGR3, A2CMDGR10, A3CMDGR10, A4CMDGR5 , se integran en el riesgo A3CMDGR10 como criterio se utilizó además la similitud de etiqueta, causas, efectos, factores de riesgo.	Desconfianza
	Los riesgos A1CMDGR4, A1CMDGR6, A1CMDGR7, A4CMDGR7, A4CMDGR9, A4CMDGR12, A2CMDGR7, se integran en Falta de Comunicación Informal, se utilizó criterios como similitud d de etiquetas , causas y efectos.	Falta de Comunicación Informal
	Los riesgos A1CMDGR5, A4CMDGR10, se integran por similitud de etiquetas	Calidad y riqueza reducidas en comunicación
Distancia Temporal	Los riesgos A1CMDTR1, A2CMDTR3, A3CMDTR25,A2CMDTR7, A4CMDTR16, A3CMDTR29, se unifican en A4CMDTR16 por similitud de etiquetas, y relación entre causas efectos y factores.	Falta de comunicación sincrónica
	Los riesgos A2CMDTR1, A3CMDTR23, se integran por similitud de etiquetas	Disponibilidad limitada de los miembros del equipo remotos
	Los riesgos A2CMDTR2, A4CMDTR15, al primero absorbe al segundo por estar contenido dentro de los efectos del primero, y el riego resultante se integra con A4CMDTR15 por similitud de criterio.	Menos posibilidades de retener a los miembros del equipo en comunicación
	Los riesgos A2CMDTR4, A3CMDTR26, se integras por criterios como etiquetas, efectos, y factores de riesgo, además el resultado de esta integración absorbe el riesgo disponibilidad de los miembros del equipo remoto el cual es una causa del riesgo resolución del problema puede retrasarse	Resolución del problema puede retrasarse
Distancia Socio-Cultural	Se integran los riesgos A4CMDSCR28, A1CMDSCR2 por criterios como semejanza de etiquetas.	Terminología no homogénea
	Se integran los riesgos A2CMDSCR1, A2CMDSCR8, por criterios como causas, efectos	Diversidad cultural
	Se integran los riesgos A4CMDSCR23, A4CMDSCR21	Falta de entendimiento mutuo o compartido
	Los riesgos A3CMDSCR14, A4CMDSCR23, A1CMDSCR4 se integran por criterios como semejanza de etiquetas, efectos y causas	Identidad oculta
	se integra los riesgos A3CMDGR3, A3CMDSCR15, A4CMDSCR34, por criterio como semejanza de etiquetas	Débil retroalimentación

Tabla 39. Riesgos resultantes de comunicación.

9.2 Anexo 2: Tablas para la definición de métricas

¿Qué mide?	¿Cómo lo mide?				
	Medida	Descripción	Tipo	Escala	Riesgo
	IENC	indicador de esfuerzo necesario para comunicarse	indicador	Porcentaje	R1
Esfuerzo	ERC	Esfuerzo realizado para comunicarse	Base	Horas/persona	
Esfuerzo	EEC	Esfuerzo estimado para comunicarse	Base	Horas/persona	
	PCUC	Porcentaje canales utilizados para comunicarse	indicador	Porcentaje	
Cantidad	NTCCU	Número total de canales de comunicación utilizados	Base	Canales	
Cantidad	NTCCD	Número total de canales de comunicación disponibles	Base	Canales	
	PCA	Porcentaje de comunicaciones asíncronas	Indicador	Porcentaje	R2
Cantidad	NCA	Número de comunicaciones asíncronas	Base	Comunicaciones	
Cantidad	NTC	Número total de comunicaciones	Base	Comunicaciones	
	PCS	Porcentaje de comunicaciones síncronas	indicador	Porcentaje	
Cantidad	NCS	Numero de comunicaciones síncronas	Base	Comunicaciones	
	IEC	Indicador de eficacia en la comunicación	Indicador	Porcentaje	
Cantidad	NTCP	Número total de comunicaciones productivas	Base	Comunicaciones	R3
	IRSP	Indicador de retraso en la solución de problemas	indicador	Porcentaje	
Tiempo	TTSP	Tiempo total de la solución del problema	Derivada	Horas	
Tiempo	TESP	Tiempo estimado para la solución del problema	Base	Horas	
Tiempo	TR	Tiempo de respuesta a la solución del problema	Base	Horas	
Tiempo	TD	Tiempo de demora en la solución del problema	Base	Horas	
	IESP	Indicador de eficacia en la solución de problemas	Indicador	Porcentaje	
Cantidad	NTPS	Número total de problemas solucionados	Base	Problemas	
Cantidad	NTPR	Número total de problemas reportados	base	problemas	R4
	IEET	Indicador esfuerzo para entender la terminología	indicador	porcentaje	
Esfuerzo	ENET	Esfuerzo necesario para entender la terminología	Base	Horas/persona	
Esfuerzo	ECET	Esfuerzo calculado para entender al terminología	Base	Horas/persona	
Tiempo	TTC	Tiempo total de comprensión de la terminología	Base	Horas	
Tiempo	TTE	Tiempo total de evaluación de la terminología	Base	Horas	
Cantidad	TME	Total miembros del equipo	Base	Personas	
Promedio	PET	Promedio del puntaje grupal de entendimiento de la terminología	Derivada	Puntos	
Calificación	PIET	Puntaje individual de entendimiento de la terminología	Base	Puntos	
	PGET	Porcentaje de entendimiento grupal de la terminología	Indicador	Porcentaje	
Calificación	PME	Puntaje máximo de la evaluación	Base	Puntos	R5
	IGER	Indicador de especificad de los requisitos	Indicador	porcentaje	
Cantidad	NRII	Numero de requisitos con igual interpretación	Base	Requisitos	

Cantidad	NTR	Número total de requisitos	Base	Requisitos	
	IGVR	Indicador del grado de validación de los requisitos	Indicador	Porcentaje	
Cantidad	NTRVC	Número total de requisitos validados como correctos	Base	Requisitos	
Cantidad	NTRNV	Número total de requisitos no validados	Base	Requisitos	
	pAI	Porcentaje de las actividades del proyecto que abarcan actividades individuales.	Indicador	Porcentaje	R6
Cantidad	AI	Actividades individuales	Base	Actividad	
Cantidad	cTAP	Cantidad Total de Actividades del proyecto	Base	Actividad	
	pAG	Porcentaje de las actividades del proyecto que abarcan actividades grupales	Indicador	Porcentaje	
Cantidad	AG	Actividades grupales	Base	Actividad	
	pAIR	Porcentaje de actividades individuales realizadas	Indicador	Porcentaje	
Cantidad	cAIR	Cantidad de actividades individuales realizadas	Base	Actividad	
Cantidad	cTAI	Cantidad Total de Actividades Individuales	Base	Actividad	
	pAGR	Porcentaje de actividades grupales realizadas	indicador	porcentaje	
Cantidad	cAGR	Cantidad de actividades grupales realizadas	Base	Actividad	
Cantidad	cTAG	Cantidad Total de actividades grupales	Base	Actividad	
	pRProd	Porcentaje de reuniones productivas	indicador	Porcentaje	
Cantidad	cRProd	Cantidad de reuniones productivas	Base	Reuniones	
Cantidad	cRP	Cantidad de reuniones planeadas	Base	Reuniones	
	pOC	Porcentaje de objetivos cumplidos	Indicador	Porcentaje	
Cantidad	cOC	Cantidad de objetivos cumplidos	Base	Objetivos	
Cantidad	cOP	Cantidad de objetivos planeados	Base	Objetivos	
	ctCAPr	Porcentaje de colaboradores que han asimilado los procesos	Indicador	Porcentaje	R8
Cantidad	pCAPr	Cantidad de colaboradores que han asimilado los procesos	Base	Personas	
Cantidad	cCPy	Cantidad de colaboradores del proyecto	Base	Personas	
	pAGR	Porcentaje de actividades grupales realizadas	Indicador	Porcentaje	R9
Cantidad	cAGR	Cantidad de actividades grupales realizadas	Base	Actividades	
Cantidad	cTAG	Cantidad total de actividades grupales	Base	Actividades	

Tabla 40. Medidas propuestas para medir los riesgos.

9.3 Anexo 3: Historias de usuario

Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU-01	Como usuario	Necesito conocer acerca de la aplicación.	Con la finalidad de tener una base con la cual empezar a utilizar las herramientas que esta ofrece	1	Presentar una breve descripción acerca de la aplicación	En caso de que se quiera conocer un poco más sobre los riesgos y métricas propuestas	Cuando se seleccione la opción "acerca de"	Se presenta una breve descripción acerca de GSD Metrics
HU-02	Como usuario nuevo	Necesito registrarme a la aplicación	Con la finalidad acceder a ella y lograr utilizar los servicios que esta ofrece	1	Registro realizado con éxito	Cuando el usuario nuevo complete la información (nombre, apellido, correo, contraseña y validar contraseña) necesaria para el registro	Cuando dé clic en el botón registrar	Se realiza el ingreso del usuario en la aplicación y esta debe redirigirlo a la página de inicio de la aplicación.
				2	Registro realizado sin éxito	Cuando, el usuario nuevo no complete la información (nombre, apellido, correo, contraseña y validar contraseña) necesaria para el registro	Cuando se dé clic en el botón registrar	La aplicación debe notificar al usuario que la información es obligatoria
				3	Registro realizado sin éxito	Cuando el correo registrado por el usuario ya se encuentra almacenado en la aplicación.	Cuando se dé clic en el botón registrar	Se debe mostrar una notificación al usuario de que el correo ya está inscrito en la aplicación.

Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU-03	Como usuario	Necesito iniciar sesión en la aplicación	Con la finalidad de utilizar los servicios que ofrece la aplicación	1	Inicio de sesión válido	Al ingresar el correo y contraseña	Cuando se dé clic en el botón iniciar	Se debe redirigir a la página de inicio de la aplicación.
				2	Inicio de sesión no válido	En caso de que no se ingrese el correo o la contraseña	Cuando se dé clic en el botón iniciar	Se debe mostrar un mensaje que informe que los campos que no se diligenciaron son obligatorios.
				3	Inicio de sesión no válido	En caso de que la información ingresada en los campos "correo y contraseña" no sea correcta	Cuando se dé clic en el botón iniciar	El sistema debe notificar que la información ingresada es incorrecta.
HU-04	Como usuario gerente de proyecto	Necesito cerrar sesión en la aplicación	Con el fin de terminar la sesión de manera segura	1	Cerrar sesión	En caso de terminar la sesión	Cuando se dé clic en el botón cerrar sesión	El sistema debe terminar la sesión y debe redirigirlo a la página de inicio de sesión de la aplicación.
HU-05	Como usuario gerente de proyecto	Necesito ver un listado de equipos con las que estoy asociado	Con la finalidad de listar los equipos con los que el usuario tiene una relación	1	Listado de equipos con los que el usuario tiene alguna relación donde pueda editar, ver, y eliminar un equipo	En caso de que el usuario tenga equipos asociadas.	cuando se listen los equipos	Se mostrará una vista de mis equipos, donde en una tabla con paginación donde se listarán los equipos asociados a un usuario, teniendo en cuenta que se debe poder modificar, ver y eliminar los equipos.
				2	Usuario sin equipos asociadas	En caso de que el usuario no tenga equipos asociados.	Cuando se despliegue el listado de categorías a seleccionar	Se debe redireccionar a la vista de mis equipos donde podrá crear un equipo

Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU-06	Como usuario gerente de proyecto	Necesito crear un equipo	Con la finalidad realizar el control de los riesgos a ese equipo.	1	Agregar equipo con éxito	En el caso de que se desee agregar un equipo (nombre) esté completa	Cuando dé clic en el botón crear equipo	Se agregará el equipo a la lista de equipos del usuario y se mostrará este equipo en la lista.
				2	Agregar un equipo sin éxito	En el caso de que se desee agregar un equipo y la información (nombre) no esté completa	Cuando se dé clic en el botón "Crear equipo"	El sistema debe mostrar un mensaje advirtiendo que todos los campos son obligatorios
				3	Agregar un equipo con el mismo nombre	Si se desea agregar un equipo con un nombre que ya existe en el sistema	Al dar clic en el botón "Crear grupo"	El sistema debe notificar al usuario con un mensaje que diga que ese nombre ya ha sido utilizado y no debe crear el grupo.
HU-07	Como usuario gerente de proyecto	Necesito ver la información del equipo	Con la finalidad de conocer a más detalle la información del equipo	1	Consultar la información los equipos con los que se tenga relación	En el caso de que se desee consultar la información de un equipo	Cuando se dé clic en el botón ver equipo	Se debe mostrar una vista con la información del equipo

Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU-08	Como usuario gerente de proyecto	Necesito editar información de un equipo	Con la finalidad de actualizar la información de un equipo	1	Editar la información de un equipo con éxito	En caso de que se desee editar la información de un equipo y sus campos (nombre) estén completos	Cuando se dé clic en el botón editar equipo	Se mostrará una vista con la información actualizada del equipo
				2	Editar la información de un equipo sin éxito	En el caso de que se desee editar un equipo y la información (nombre) no esté completa	Cuando se dé clic en el botón editar equipo	El sistema debe mostrar un mensaje advirtiendo que todos los campos son obligatorios.
HU-09	Como usuario gerente de proyecto	Necesito eliminar un equipo	Con la finalidad de eliminar equipos que ya no estén físicamente creados	1	Eliminar un equipo con éxito	En caso de que se desee eliminar un equipo	Cuando se dé clic en el botón eliminar equipo	Se debe mostrar una vista con la tabla de los equipos actualizada.
HU-10	Como usuario gerente de proyecto	Necesito crear colaboradores	Con la finalidad de poder llevar un registro de los colaboradores que hacen parte de equipo	1	Agregar un colaborador con éxito	Al diligenciar los campos necesarios para agregar un colaborador (nombre, apellido, correo electrónico, contraseña, confirmar contraseña)	Cuando se dé clic en el botón registrar	El sistema debe agregar el colaborador al equipo seleccionando previamente

Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
				2	Agregar un colaborador sin éxito	Al no diligenciar adecuadamente los campos necesarios para agregar un colaborador (nombre, apellido, correo electrónico, contraseña, confirmar contraseña)	Cuando se dé clic en el botón registrar	El sistema debe notificar que los campos son obligatorios.
HU-11	Como usuario gerente de proyecto	Necesito conocer a los integrantes de un equipo	Con la finalidad de tener información de los colaboradores que hacen parte de un equipo	1	Listar los integrantes de un equipo	En el caso que se desee conocer a los miembros de un equipo	Cuando se dé clic en el botón ver	Se debe mostrar una lista de integrantes del equipo con las columnas Nombre, correo electrónico, rol.
HU-12	Como usuario gerente de proyecto	Necesito poder escoger un equipo para valorar	Con la finalidad de conocer el estado del equipo en cuanto al riesgo escogido	1	Seleccionar equipo	En caso de que se desee hacer seguimiento a un equipo en cuanto a alguno de los riesgos escogido	Cuando se dé clic en el botón "Nueva valoración"	Se debe mostrar una pantalla con los campos "Equipo" (para seleccionar un equipo) y "Responsable", cuyo responsable se mostrará automáticamente al escoger el equipo.
HU-13	Como usuario gerente de proyecto	Necesito poder valorar un equipo previamente escogido	Con la finalidad de conocer el estado del riesgo seleccionado	1	Crear valoración	En caso de querer crear una valoración	Cuando se dé clic en el botón "Crear valoración"	Se debe iniciar el proceso de alimentación de las métricas de todos los procesos.

Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU-14	Como usuario gerente de proyecto	Necesito poder alimentar las métricas con los datos necesarios	Con la finalidad de insertar la información pertinente a las métricas y poder obtener unos resultados	1	Agregar datos	En caso de querer alimentar las métricas	Cuando se dé clic en "diligenciar métricas"	Se debe poder insertar la información pertinente para cada una de las métricas propuestas.
				2	Validar campos vacíos	En caso de que alguno de los campos de cada métrica no se haya diligenciado	Cuando se dé clic en el botón "Siguiete métrica"	El sistema mostrará un mensaje que indica que es necesario llenar el campo que está vacío
HU-15	Como usuario gerente de proyecto	Necesita cancelar un proceso de valoración	Con la finalidad de cancela la valoración	1	Cancelar proceso de valoración	En caso de que se desee cancelar un proceso de valoración	Cuando se dé clic en el botón "Cancelar"	El sistema cancelará el proceso y mostrará la página principal de "Mi valoración"
HU-16	Como usuario gerente de proyecto	Necesito poder escoger un proceso para ver sus resultados	Con la finalidad de tener un diagnóstico y poder ejecutar planes de solución o mitigación	1	Listar equipos	En el caso de que se quiera ver un listado de los equipos que tienen resultados	Cuando se dé clic en el botón "mis resultados" del menú lateral (izquierda)	El sistema debe mostrar los equipos que tienen ya una valoración previa
				2	Escoger un proceso	En el caso de que se quieran ver los resultados de las valoraciones de un proceso determinado	Cuando se dé clic en el botón ver	El sistema mostrará los procesos que se miden (comunicación, coordinación y cooperación) y permitirá dar clic a uno de ellos para mostrar sus resultados

Identificador (ID) de la Historia	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de Escenario	Criterio de Aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
HU-17	Como usuario gerente de proyecto	Necesito graficar los resultados de las métricas por cada proceso	Con la finalidad de poder entender cómo está mi equipo en determinado proceso	1	Ver resultados gráficos	En el caso de que se desee ver los resultados de las valoraciones	Cuando se dé clic en el en alguno de los procesos (comunicación, coordinación, cooperación)	El sistema mostrará un gráfico de barras donde se muestran los resultados de cada una de las métricas del proceso escogido
HU-18	Como usuario gerente de proyecto	Necesito ver un histórico de resultados	Con el fin de saber el estado de mis procesos	1	Ver histórico	En caso de que desee ver un histórico de alguna de las métricas	Cuando se seleccione el equipo, la métrica y el rango de fecha desde y hasta donde se quiere tener conocimiento	Al dar clic en el botón "Graficar histórico" el sistema mostrará todos los resultados que existen para esa métrica en el rango de fechas escogido.

Tabla 41. Historias de usuario.

9.4 Anexo 4: Propuesta de riesgos y métricas presentada a los expertos

Riesgos en equipos de desarrollo global de software y métricas para medir su impacto

Gabriel Fernando Vargas Arias
Gustavo Adolfo Salazar Escobar
Director: PhD. César Pardo
Co Director: PhD (C). John Masso

Contenido

1.	Introducción	2
2.	Objetivo del Grupo Focal	3
3.	Objetivos de Investigación	3
4.	Protocolo del Grupo Focal	3
5.	Agenda del día	4
6.	Riesgos y métricas propuestas	4
6.1.	Conceptos definidos para el Desarrollo Global de Software	4
6.2.	Conjunto de riesgos para realizar la medición	6
6.3	Conjunto de métricas propuesto	6
6.3.1	Definición e Interpretación de las métricas	9
6.3.1.1	Métricas para los riesgos de Comunicación:	9
6.3.1.2	Métricas para los riesgos de Coordinación	15
7.	Formulario de preguntas	18
7.1.	Preguntas para evaluar el conjunto de riesgos	18
7.2.	. Preguntas para evaluar las métricas propuestas	19

1. Introducción

En la última década la industria del desarrollo de software ha venido sufriendo cambios drásticos en diferentes aspectos, algunos de los más importantes y que están siendo materia de investigación son los relacionados con las metodologías para gestionar los proyectos y conformar los equipos de trabajo. Además, como consecuencia de la economía de globalización, los productos software empezaron a ser desarrollados por equipos dispersos geográficamente a nivel mundial, lo que dio lugar a la formación de equipos distribuidos y abrió nuevas oportunidades a la industria del software, para replantear las formas tradicionales de estructurar los equipos de trabajo y así beneficiarse de las diferentes ventajas competitivas que se ofrecen en cada país [1]

Como respuesta a lo anterior, surgió un modelo productivo llamado Desarrollo Global de Software (DGS), que se puede definir como: una variación especial del desarrollo de software distribuido (DSD), en donde los equipos se distribuyen más allá de las fronteras geográficas de un país [3] y su alcance abarca tanto el desarrollo distribuido como la tercerización de algunas actividades relacionadas con el ciclo de vida de los productos software, por ejemplo: ingeniería de requerimientos, desarrollo, pruebas (testing), soporte, mantenimiento, entre otros [4].

Sin embargo, así como DGS ofrece grandes beneficios, también trae consigo ciertos desafíos y riesgos, entre ellos: (i) gestionar adecuadamente los equipos de trabajo que van a estar distribuidos, (ii) controlar la eficiencia de los equipos, (iii) definir y establecer los mecanismos de comunicación y gestión del conocimiento, (iv) gestión del tiempo, el espacio y las diferencias culturales [9], (v) falta de conciencia grupal; puesto que en equipos DGS se puede sentir algún tipo de aislamiento e indiferencia (vi) gestionar la configuración del software; se presentan problemas derivados de conflictos relacionados con el control del código fuente, (vii) dar soporte a todos los procesos de software, (viii) asegurar la calidad de los productos software; cuando se descubre un problema en este sentido es más difícil lograr corregirlo en el contexto DGS que cuando el proyecto está co-localizado [3], entre otros. En relación con los equipos, la complejidad y problemáticas en su conformación e interacción en el DGS, particularmente se pueden encontrar algunos riesgos relacionados con: (i) limitaciones en la interacción social, (ii) barreras en el idioma, lo que a su vez puede traer ruptura de la comunicación (pérdida de riqueza en la comunicación), (iii) diferentes zonas horarias [10], que puede ocasionar dificultad o pérdida de la coordinación y el control (por la dispersión geográfica), (iv) barreras de cohesión (pérdida de compañerismo), que se refiere a pérdida de los lazos sociales entre los miembros del equipo y (v) choque de culturas (diferencias culturales), debido a diferentes normas de comunicación [11].

Teniendo en cuenta lo anterior, en este documento se presenta un conjunto de riesgos que se encuentran clasificados en las dimensiones del desarrollo de software que define el modelo de las 3C (Coordinación, Comunicación y Cooperación) y que pretenden dar una visión del estado en que está cada una de estas dimensiones en un equipo de desarrollo con enfoque DGS. También se presentan las métricas que se crearon, siguiendo el paradigma de creación de medidas y métricas GQM⁹, con el fin de poder dar una medida cuantitativa al impacto que tienen estos riesgos sobre los equipos de desarrollo de software.

Esta palabra no se encuentra en el diccionario de la RAE, se utiliza el anglicismo multisitio para

El documento se encuentra organizado de la siguiente manera para mejorar su comprensión: en la Sección 2 se presenta el objetivo general del Grupo Focal. En la sección 3 se encuentran los objetivos de la investigación. En la sección 4 se describe el protocolo del Grupo Focal. En la sección 5 se presenta la agenda del día. En la sección 6 se presentan los riesgos y métricas propuestas. Finalmente, en la sección 7 se presenta el formulario de preguntas.

2. Objetivo del Grupo Focal

- Obtener realimentación de los participantes acerca de la idoneidad, facilidad de comprensión y facilidad de medición de un conjunto de riesgos seleccionados y, la idoneidad, completitud, facilidad de comprender y aplicar las métricas propuestas relacionadas con el conjunto de riesgos, y así, poder apoyar a las empresas que tienen equipos de desarrollo global de software en la toma de decisiones.

3. Objetivos de Investigación

- Realizar la evaluación de diferentes aspectos concernientes al conjunto de riesgos escogidos y las métricas relacionadas a ellos.
- Recopilar recomendaciones de lecciones aprendidas y oportunidades de mejora para los riesgos y métricas evaluadas.
- Realizar las adaptaciones o cambios que se estimen convenientes en los riesgos y métricas evaluadas.

4. Protocolo del Grupo Focal

A continuación, se presenta el protocolo a seguir durante la aplicación del grupo focal:

Elemento	Descripción
Fecha de realización	
Hora de inicio	
Hora de Finalización	
Lugar	Universidad del Cauca.
Tema a tratar	Idoneidad del conjunto de riesgos seleccionado y verificación del conjunto de métricas propuesto para medir el impacto de estos riesgos en equipos de desarrollo global de software.
Moderador	
Supervisor	
Relator	
Participantes	Grupo de expertos en diferentes áreas del conocimiento.
Objetivo Grupo Focal	
Objetivo de investigación	

5. Agenda del día

La siguiente es la agenda a seguir durante el desarrollo del grupo focal

N°	Descripción	Hora	
		Inicio	Fin
1	Bienvenida a los participantes.	6:00	6:05
2	Presentación del grupo investigador, objetivos del grupo focal y de investigación.	6:05	6:10
3	Presentación de los participantes.	6:10	6:20
4	Presentación de los riesgos y las métricas propuestas.	6:20	6:50
5	Discusión de la propuesta por parte de los participantes.	6:50	7:30
6	Realización de la encuesta.	7:30	7:40
7	Firma de asistencia.	7:40	7:45
8	Agradecimiento a los participantes.	7:45	7:50
9	Finalización del grupo Focal.	7:50	8:00

6. Riesgos y métricas propuestas

La idea de crear un conjunto de métricas que pueda medir el impacto de un conjunto de riesgos escogidos para la coordinación, comunicación y cooperación surge debido a la necesidad de medir el impacto de los riesgos asociados a estos tres procesos en los equipos DGS, con el fin de identificar cómo se encuentran los equipos de desarrollo frente a estos riesgos y, poder así, apoyar la toma de decisiones que permita a los gerentes o líderes de proyectos mitigar su impacto. El conjunto de riesgos se seleccionó de un conjunto de riesgos resultado de aplicar el proceso de tratamiento a los riesgos categorizado que se hallaron en los estudios como [12], [32], [29], entre otros, que están relacionados con el entorno que se está investigando. Teniendo en cuenta lo anterior, este documento será familiar a quienes hayan tenido la experiencia de trabajar de manera distribuida o global.

6.1. Conceptos definidos para el Desarrollo Global de Software

A continuación, se presenta el listado de conceptos importantes para la guía.

Concepto definido para DGS	Descripción
Coordinación	La coordinación se define como la contribución de diferentes personas que trabajan juntas en una tarea para un objetivo específico. En el desarrollo de software la coordinación se refiere al esfuerzo conjunto de varias personas que trabajan juntas en un proyecto, comparten la misma idea de lo que están desarrollando y comparten información. La coordinación hace a los miembros del equipo interdependientes entre sí. Si los miembros del equipo están trabajando en el mismo proyecto, pero en direcciones diferentes, entonces carecen de coordinación [29].
Comunicación	La comunicación es el proceso de transmisión de conocimiento entre los miembros del equipo [29]. En DGS, la comunicación es la clave del éxito, esto debido a que es considerado un factor importante entre los miembros durante todo el proceso de desarrollo de software. Asimismo, es importante resaltar que la comunicación requiere una interacción adecuada para comprender la estructura del software, resolver los problemas, observar el progreso, crear la coordinación del equipo, la negociación entre el cliente y el proveedor, la organización del desarrollo de software, y aspectos como: la coordinación, control y cooperación dependen directamente de la comunicación [29].
Cooperación	Se refiere a la operación conjunta en el espacio de trabajo compartido [14]. La cooperación es la operación conjunta de los miembros del grupo en un espacio compartido, que busca ejecutar tareas y generar y

	manipular objetos de cooperación. Para que la cooperación sea un éxito se requiere llevar a cabo rondas de comunicación, generando un ciclo que indique la naturaleza iterativa de la colaboración, además en entornos DGS se requiere mayor cooperación para que los equipos de desarrollo puedan editar y debatir artefactos compartidos [13].
Distancia geográfica	Se puede definir como la distancia espacial entre dos entidades (organizaciones, personas, ciudades, entre otros) o también puede verse como el esfuerzo requerido para que un miembro del equipo pueda visitar a otro [32]. Teniendo en cuenta la asimetría de la distancia geográfica [53] y las limitaciones de los elementos, herramientas de trabajo y comunicación, podemos decir que: si la distancia geográfica es baja, esta impactará positivamente sobre el trabajo en equipo mutuo y comunicación informal no planificada, se puede hablar de una relación inversamente proporcional [29].
Distancia temporal	Es la medida de la diferencia de tiempo experimentada por dos actores que desean comunicarse. La distancia temporal ocurre cuando las horas de trabajo no se superponen entre dos ubicaciones [32]. La distancia temporal está estrechamente ligada con la distancia geográfica, ya que se puede decir que la distancia geográfica también crea una distancia temporal entre los miembros que intentan comunicarse entre sí [62], además, se debe aclarar que aunque ambas distancias están estrechamente relacionadas, la gran distancia geográfica no necesariamente implica distancia temporal porque las dos ubicaciones pueden estar dentro de la misma zona horaria [29].
Distancia sociocultural	Es una medida para conocer qué tanto un miembro del equipo comprende los valores y prácticas normativas de otro miembro del equipo [33]. La distancia socio-cultural implica: cultura nacional, antecedentes organizacionales y políticas y principios morales. La distancia sociocultural está estrechamente relacionada con la distancia geográfica, puesto que así, la distancia geográfica que exista entre los miembros sea pequeña también causa una distancia sociocultural, incluso las personas que residen en el mismo país pueden tener diferencias culturales [29], en pocas palabras, ambas distancias son directamente proporcionales.

6.2. Conjunto de riesgos para realizar la medición

Categoría/Subcategoría	Riesgo	
Comunicación	Nombre	ID
Distancia Geográfica	Aumento del esfuerzo de comunicación	R1
	Reducción en la frecuencia de comunicación	R2
Distancia Temporal	Retrasos en la resolución de problemas	R3
Distancia Sociocultural	No hay establecida una terminología no homogénea	R4
	Los requisitos están poco claros	R5
Coordinación		
	Deficiencias en la distribución de actividades.	R6
	Definición inadecuada del alcance del proyecto.	R7
	Deficiencias en la comprensión de los procesos del proyecto.	R8

6.3 Conjunto de métricas propuesto

¿Qué mide?	¿Cómo lo mide?				Riesgo Asociado
	Medida	Descripción	Tipo	Escala	
Reuniones	NTC	Número total comunicaciones	Derivada	Reuniones	R1
Reuniones	NTCP	Número total de comunicaciones productivas	Base	Reuniones	
Cantidad comunicaciones	NTCPL	Número total de comunicaciones planificadas	Base	Comunicaciones	
Cantidad comunicaciones	NCS	Número de comunicaciones síncronas	Base	Comunicaciones	
Cantidad comunicaciones	NCA	Número de comunicaciones asíncronas	Base	Comunicaciones	
Cantidad comunicaciones	NCI	Número de comunicaciones informales	Base	Comunicaciones	
Eficacia	IEC	Indicador eficacia de comunicación	indicador	Porcentaje	
Comunicaciones	PCA	Porcentaje de comunicaciones asíncronas	indicador	Porcentaje	
	PCS	Porcentaje reuniones síncronas	indicador	Porcentaje	
Eficacia	IETR	Indicador de eficacia en los tiempos de reunión	Indicador	Porcentaje	
Esfuerzo	IENC	Indicador Esfuerzo necesario para comunicarse	Indicador	Porcentaje	
Esfuerzo	EEC	Esfuerzo estimado para comunicarse	Base	Horas/persona	
Esfuerzo	EIC	Esfuerzo invertido para comunicarse	Base	Horas/persona	
Tiempo	TMEP	Total miembros del equipo	Base	Personas	R2
Tiempo	THS	Total horas de solapamiento entre los equipos	Base	Horas	
Esfuerzo	ENCS	Esfuerzo necesario para comunicarse de manera síncrona	Derivada	Horas/persona	
Cantidad	NTCCD	Número total de canales de comunicación disponibles	Base	canales	
Cantidad	NTCCU	Número total de canales de comunicación utilizados	Base	canales	
Canales	PCCU	Porcentaje canales de comunicación utilizados	Indicador	Porcentaje	
Tiempo	TTSP	Tiempo total para dar solución a un problema	Base	Horas(días)	
Tiempo	TESP	Tiempo estimado para la solución del problema	Base	Horas	R3

¿Qué mide?	¿Cómo lo mide?				Riesgo Asociado
	Medida	Descripción	Tipo	Escala	
Porcentaje	IRSP	Indicador de retraso en la solución de problemas	indicador	Ratio	
Cantidad	TPNR	Total problemas No resueltos	Derivada	Problemas	
Eficacia	IESP	Indicador Eficacia Solución de problemas	Indicador	Ratio	
Cantidad	NTPC	Número Total Problemas Corregidos	Base	Problemas	
Cantidad	NTPR	Número Total Problemas Reportados	Base	Problemas	
Tiempo	TTC	Tiempo Total de capacitación	Base	Horas	
Tiempo	TTE	Tiempo Total Evaluación	Base	Horas	
Capacidad	PIET	Puntaje Individual que obtuvo en la evaluación de la terminología	base	puntaje	
Esfuerzo	ENET	Esfuerzo necesario para el entendimiento de la terminología	Derivada	Horas/persona	
	IEET	Indicador esfuerzo en la comprensión de la terminología	Indicador	Porcentaje	
Nivel	NGET	Nivel del equipo del entendimiento de la terminología	Indicador	porcentaje	R5
Cantidad	NRR	Número de Requisitos redefinidos	Base	requisitos	
Porcentaje	CTRP	Calidad Total Requisitos del Proyecto	Indicador		
Cantidad	NRA	Número Requisitos aprueban las pruebas estáticas	Base	requisitos	
Cantidad	NRNA	Número de Requisitos que no aprueban las pruebas estáticas	Base	requisitos	
Requisitos	PRAP	Porcentaje de requisitos que aprobaron las pruebas estáticas	Indicador	Porcentaje	
Cantidad	NTR	Número Total de requisitos	Base	requisitos	
Cantidad	AI	Actividades individuales	Base	Actividad	
Cantidad	AG	Actividades grupales	Base	Actividad	
Cantidad	cAIR	Cantidad de actividades individuales realizadas	Base	Actividad	
Cantidad	cAGR	Cantidad de actividades grupales realizadas	Base	Actividad	
Cantidad	cTAI	Cantidad Total de Actividades Individuales	Base	Actividad	

¿Qué mide?	¿Cómo lo mide?				Riesgo Asociado
	Medida	Descripción	Tipo	Escala	
Cantidad	cTAP	Cantidad Total de Actividades del proyecto	Base	Actividad	
Actividades	pAC	Porcentaje de actividades completadas	Indicador	Porcentaje	
Actividades	pAI	Porcentaje de las actividades del proyecto que abarcan actividades individuales.	Indicador	Porcentaje	
Actividades	pAG	Porcentaje de las actividades del proyecto que abarcan actividades grupales.	Indicador	Porcentaje	
Actividades	pAGR	Porcentaje de actividades grupales realizadas	Indicador	Porcentaje	
Actividades	pAIR	Porcentaje de actividades individuales realizadas	Indicador	Porcentaje	
Tiempo	tECO	Tiempo estimado para cumplir con objetivos.	Base	Días	
Tiempo	tRCO	Tiempo real del cumplimiento de los objetivos del proyecto.	Base	Días	
Objetivos	cOP	Cantidad de objetivos planeados.	Base	Cantidad	
Objetivos	cOC	Cantidad de objetivos cumplidos	Base	Cantidad	
Objetivos	pOC	Porcentaje de objetivos cumplidos	Base	Porcentaje	
Colaboradores	cCPy	Cantidad de colaboradores.	Base	Cantidad	
Colaboradores	pCAPr	Porcentaje de colaboradores que asimilan los procesos.	Derivada	Porcentaje	
Colaboradores	ctCAPr(i)	Cantidad de colaboradores que asimila los procesos.	Derivada	Cantidad	

6.3.1 Definición e Interpretación de las métricas

En este ítem también se indica la forma adecuada de interpretar dichos indicadores.

$$Indicador = \frac{Numerador}{Denominador} * 100$$

Indicador de eficacia (IE):

$$IE = \frac{Recursos\ utilizados}{Recursos\ Asignados} * 100$$

6.3.1.1 Métricas para los riesgos de Comunicación:

- **Métricas Riesgo R1:**

Porcentaje de Comunicaciones Informales

$$PCI = \frac{NCI}{NTC} * 100$$

Con PCI se obtiene porcentaje de comunicaciones informales, esta métrica busca conocer qué porcentaje de las comunicaciones totales establecidas entre los miembros del equipo corresponden a comunicaciones informales es decir no planeadas, puesto que este es un factor importante de comunicación. Para esto se obtiene el número de comunicaciones informales (NCI) y el número total de comunicaciones (NTC). El porcentaje se obtiene al dividir NCI entre NTC y multiplicar este resultado por 100 para que el resultado obtenido sea un porcentaje.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

Porcentaje de Comunicaciones Asíncronas

$$PCA = \frac{NCA * 100}{NTC}$$

Con PCA se obtiene porcentaje de comunicaciones asíncronas, esta métrica busca conocer qué porcentaje de las comunicaciones totales establecidas entre los miembros del equipo corresponden a comunicaciones asíncronas, puesto que este es un factor importante de comunicación. Para esto se obtiene el número de comunicaciones asíncronas (NCA) y el número total de comunicaciones (NTC). El porcentaje se obtiene al dividir NCI entre NTC y multiplicar este resultado por 100 para que el resultado obtenido sea un porcentaje.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Excelente
25.1 - 60	Sobresaliente
60.1 - 90	Aceptable
90.1 - 100	Insuficiente

Porcentaje de Comunicaciones Síncronas

$$PCS = \frac{NCS * 100}{NTC}$$

Con PCS se obtiene porcentaje de comunicaciones síncronas, esta métrica busca conocer qué porcentaje de las comunicaciones totales establecidas entre los miembros del equipo corresponden a comunicaciones síncronas, puesto que este es un factor importante de comunicación. Para esto se obtiene el número de comunicaciones asíncronas (NCS) y el

número total de comunicaciones (NTC). El porcentaje se obtiene al dividir NCS entre NTC y multiplicar este resultado por 100 para que el resultado obtenido sea un porcentaje.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

Indicador de eficacia en la comunicación

$$IEC = \frac{NTCP}{NTC} * 100$$

Con IEC se evalúa la eficacia de la comunicación en términos de las reuniones (comunicaciones) productivas, decir es reuniones (comunicaciones) que sirvieron para la toma de decisiones, frente al número total de reuniones (comunicaciones).

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

- **Métricas Riesgos R2**

Indicador esfuerzo necesario para comunicarse

$$IENC = \frac{ERC}{EEC} * 100$$

IENC determina porcentaje del esfuerzo necesario para comunicarse, para calcularlo es necesario conocer el esfuerzo realizado para comunicarse ERC y el esfuerzo estimado EEC.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Excelente
25.1 - 60	Sobresaliente
60.1 - 90	Aceptable
90.1 - 100	Insuficiente

Porcentaje de canales utilizado para comunicarse

$$PCCU = \frac{NTCCU}{NTCCD} * 100$$

Con PCCU se obtiene porcentaje de los canales de comunicación utilizados frente a al total de canales de comunicación que hay. Para esto se debe saber el número de total de canales de comunicación usados (NTCCU) y el número total de canales de comunicación disponibles (NTCCD). El porcentaje se obtiene al dividir NTCCU entre NTCCD y multiplicar este resultado por 100 para que el resultado obtenido sea un porcentaje.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Excelente
25.1 - 60	Sobresaliente
60.1 - 90	Aceptable
90.1 - 100	Insuficiente

Esfuerzo necesario para establecer comunicación sincrónica

$$ENCS = \frac{THS}{TMEP}$$

ENCS determina el esfuerzo necesario para que los equipos puedan comunicarse de forma sincrónica, por lo que se debe tener en cuenta la ventana de tiempo disponible de todos los miembros dispersos geográficamente, a través de la variable Total Horas de solapamiento THS entre el Total de miembros del equipo del proyecto. El resultado de esta métrica estará dado en horas/persona, y variará entre $0 < ENCS < 1$, donde 1 sería el Caso Ideal, entre más cercano 0 del resultado mayor será el esfuerzo en horas por persona para reunirse, esto se determina basados en una de las causas de este riesgo (CS12 tabla datos adicionales riesgos comunicación).

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

- **Métricas Riesgos R3**

Tiempo total de solución a problemas

$$TTSP = TR * TD$$

TTSP sirve para calcular el total de tiempo necesario para la solución de problemas, el cual se calcula sumando el tiempo de respuesta TR y el tiempo de demora TD.

Indicador de retraso en la solución de problemas

$$IRSP = \frac{TTSP * 100}{TESP}$$

IRSP indica el retraso en la solución de problemas en función del tiempo, para ello se debe contar con el tiempo total que lleva solucionar el problema TTSP y el tiempo estimado para solucionar el problema.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Excelente
25.1 - 60	Sobresaliente
60.1 - 90	Aceptable
90.1 - 100	Insuficiente

Indicador de eficacia en la solución de problemas

$$IESP = \frac{NTPC * 100}{NTPR}$$

Con IESP se evalúa la eficacia en la solución de problemas en términos de la cantidad de problemas solucionados y la cantidad de problemas reportados. Para ello se debe conocer el Número Total de Problemas Corregidos NTPC y el Número Total de Problemas Reportados NTPR.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

- **Métricas Riesgos R4**

Esfuerzo necesario del equipo para entender la terminología

$$ENET = \frac{TTC + TTE}{TMEP}$$

Con ENET se calcula el esfuerzo necesario para para entender la terminología, se debe saber el tiempo total de comprensión de la terminología, el tiempo total de evaluación y el total de miembros del equipo. El Tiempo que conlleva el entendimiento es la suma de los tiempos de comprensión y de evaluación, este valor se divide entre e total de personas del equipo.

Indicador de esfuerzo para entender la terminología

$$IEET = \frac{ENET}{ECET} * 100$$

Con IEET se indica en nivel de esfuerzo necesario para entender la terminología, se debe saber de antemano el esfuerzo que conlleva entender la terminología y el esfuerzo estimado para esta tarea, entre menor sea porcentaje de este resultado indica casi no se está realizando un esfuerzo por parte del equipo para entender la terminología.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

Promedio puntaje del equipo en la evaluación de la terminología

$$NGET = \frac{\sum_{i=1}^n PIETi}{TMEP}$$

En NGET se calcula el promedio del puntaje obtenido por los miembros del equipo en la evaluación del entendimiento de la terminología, el puntaje se obtendría al realizar una

prueba a los miembros del equipo, evaluando su nivel de conocimiento sobre la terminología.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

Porcentaje del entendimiento grupal de a terminología

$$PEGT = \frac{NEGT * 100}{PME}$$

En PEGT se obtiene el porcentaje del nivel de entendimiento de todo el equipo sobre la terminología, para ello se debe tener el promedio del puntaje de todos los miembros del equipo y el puntaje máximo que se puede sacar en la prueba.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

- **Métricas riesgo R5**

Calidad Total de los requisitos del proyecto

$$CTRP = \frac{NRAN}{NTR} * \frac{NRR}{NRNA}$$

En CTRP se obtiene el nivel de calidad total de los requisitos del proyecto, para esto se debe conocer el número de requisitos que aprueban las pruebas estáticas, el número total de requisitos del proyecto, el número de requisitos redefinidos y el número de requisitos que no aprobaron las pruebas estáticas.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

Porcentaje de requisitos que aprueban las pruebas

$$PRAP = \frac{NRA * 100}{NTR}$$

En PRAP se obtienen el porcentaje de requisitos que aprobaron las pruebas estáticas. Es importante conocer en qué estado se encuentran los requisitos totales del proyecto frente a los cuales aprobaron las pruebas realizadas.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

6.3.1.2 Métricas para los riesgos de Coordinación

Para lograr una mejor medida de este riesgo, se decidió dividir las actividades del proyecto en aquellas que puedan resolverse de manera individual y aquella que puedan ser resueltas por equipos, y obtener el porcentaje que cada uno de estos grupos representa para el proyecto.

- **Métrica Riesgo R6**

Porcentaje de actividades individuales

$$pAI = \frac{AI}{cTAP} * 100$$

En pAG se guarda el porcentaje de actividades grupales del proyecto (AG). Se debe tener el número de actividades grupales del proyecto y estas se dividen entre el número de total de actividades del proyecto (cTAP), este resultado lo multiplicamos por 100 y esta manera obtenemos el valor de pAG .

Una vez se tengan los porcentajes es posible hacer un seguimiento para saber la cantidad o el porcentaje de tareas, de cada uno de los grupos, que se han logrado realizar. Para esto se utilizan las siguientes métricas:

Porcentaje de actividades grupales

$$pAG = \frac{AG}{cTAP} * 100$$

En pAG se guarda el porcentaje de actividades grupales del proyecto (AG). Se debe tener el número de actividades grupales del proyecto y estas se dividen entre el número de total de actividades del proyecto (cTAP), este resultado lo multiplicamos por 100 y esta manera obtenemos el valor de pAG .

Una vez se tengan los porcentajes es posible hacer un seguimiento para saber la cantidad o el porcentaje de tareas, de cada uno de los grupos, que se han logrado realizar. Para esto se utilizan las siguientes métricas:

Métrica para obtener el porcentaje de actividades individuales realizadas:

$$pAIR = \frac{cAIRc}{TAI} * 100$$

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

En $pAIR$ se guarda el porcentaje de actividades individuales del proyecto que han sido realizadas ($cAIR$). Se debe tener la cantidad de actividades individuales realizadas y estas se dividen entre la cantidad total de actividades individuales del proyecto ($cTAI$), este resultado lo multiplicamos por 100 y de esta manera obtenemos el valor de $pAIR$.

Métrica para obtener el porcentaje de actividades grupales realizadas:

$$pAGR = \frac{cAGR}{cTAG} * 100$$

Al sumar estos porcentajes se obtiene el porcentaje de actividades realizadas para todo el proyecto, lo que nos puede ayudar a determinar si estamos atrasados o estamos a tiempo y, además, el tiempo que durará desarrollar todo el proyecto.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

- **Métricas Riesgo 7**

Porcentaje de reuniones productivas

$$pRProd = \frac{cRProd}{cRP} * 100$$

En $pRProd$ se guarda el porcentaje de reuniones han sido efectivas y productivas, es decir, que en ellas se cumplieron los objetivos. Para esto se obtiene la cantidad de reuniones que se consideran productivas, según el cumplimiento de los objetivos ($cRProd$). Este valor ($cRProd$) se divide entre la cantidad total de reuniones planeadas (cRP) y su resultado se multiplica por 100 para poder obtener el porcentaje.

$$pOC = \frac{cOC}{cOP} * 100$$

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

en pOC se guarda el porcentaje de objetivos cumplidos por los equipos. Para esto se obtiene la cantidad de objetivos cumplidos (cOC) y este valor se divide entre la cantidad de objetivos planeados (cOP). El resultado de lo anterior se multiplica por 100 para poder así obtener su porcentaje.

- **Métricas Riesgo 8**

Cantidad de colaboradores que asimilan los procesos

$$ctCAPr = \sum_{i=1}^n cCAPr i$$

En ctAPr se guarda la cantidad de colaboradores que han asimilado los procesos establecidos. Este número se puede obtener realizando un test de conocimientos y dependiendo de su calificación saber si el colaborador en cuestión ha asimilado o no los procesos establecidos. Cada colaborador que ha asimilado los procesos se irá acumulando en la variable, sumando de a 1, para obtener la cantidad total de colaboradores que han asimilado los procesos.

$$pCAPr = \frac{ctCAPr}{cCPy} * 100$$

En pCAPr se guarda el porcentaje de colaboradores que han asimilado el proceso. Primero se obtiene la cantidad de colaboradores que han asimilado el proceso (ctCAPr) y este número se divide entre la cantidad de colaboradores del proyecto. Finalmente, el valor obtenido se multiplica por 100 para obtener el porcentaje.

Porcentaje	Calificación
0 - 25	Insuficiente
25.1 - 60	Aceptable
60.1 - 90	Sobresaliente
90.1 - 100	Excelente

7. Formulario de preguntas

7.1. Preguntas para evaluar el conjunto de riesgos

Conjunto de riesgos que impactan los procesos de Comunicación, Coordinación y Cooperación en los equipos de desarrollo global de software.

Favor marque con una x, según corresponda, siendo cinco el nivel máximo de conformidad y cero el nivel mínimo.

N°	Pregunta	Nivel de conformidad					
		5	4	3	2	1	0
1	¿Considera que el conjunto de riesgos es fácil de comprender?						
2	¿Considera que los riesgos son concisos (expresar un concepto con exactitud)?						
3	¿Considera que los riesgos son completos ()?						
4	¿Considera que los riesgos seleccionados son no ambiguos (Que no puede entenderse de varios modos o admitir distintas interpretaciones para no dar, por consiguiente, motivo a dudas, incertidumbre o confusión)?						
5	¿Considera que los riesgos son pertinentes para las MiPyMEs?						

6	¿Considera que el conjunto de riesgos es fácil de aplicar a través de métricas?						
---	---	--	--	--	--	--	--

En las preguntas abiertas por favor responder marcando con una X en alguna de las casillas SI o NO. Si su respuesta es NO, favor justificar porqué.

No.	Preguntas abiertas	SI	NO	¿Por qué?
7	¿Considera que el conjunto de riesgos es suficiente para apoyar la toma decisiones en MiPyMEs dedicadas al desarrollo Global de software?			
8	¿Considera que se debe replantear alguno de los riesgos?			
9	¿Considera que se ha omitido algún riesgo que usted crea necesario agregar?			
10	¿Considera que alguno de los riesgos es complementario y no fundamental?			
11	¿Considera que se debe eliminar alguno de los riesgos?			

7.2. Preguntas para evaluar las métricas propuestas

Conjunto de métricas propuesto para medir el conjunto de riesgos que impactan los procesos de Comunicación, Coordinación y Cooperación en los equipos de desarrollo global de software (DGS).

Marque con una **X**, según corresponda, siendo cinco el nivel máximo de conformidad y cero el nivel mínimo.

N°	Pregunta	Nivel de conformidad					
		5	4	3	2	1	0
1	¿Qué grado de complejidad considera que tienen las métricas propuestas?						
	¿Considera que la descripción asociada a las métricas es clara?						
2	¿Considera que el conjunto de métricas propuesto corresponde con los riesgos que se pretenden medir?						
3	¿Considera que las métricas definidas son coherentes?						
4	¿Considera que las métricas definidas son cuantificables (es decir deben basarse en hechos, no en opiniones)?						
5	¿Considera que las métricas definidas son precisas?						
6	¿Considera que las métricas propuestas son fáciles de aplicar?						
7	¿Considera que el conjunto de métricas propuestas es pertinente para MyPiMEs dedicadas al desarrollo global de software?						
8	¿Considera que el conjunto de métricas propuestas genera valor en MyPiMEs dedicadas al desarrollo global de software?						

En las preguntas abiertas por favor responder marcando con una X en alguna de las casillas SI o NO. Si su respuesta es NO, favor justificar porqué.

No.	Preguntas abiertas	SI	NO	¿Por qué?
9	¿Considera que se debe replantear alguna de las métricas propuestas?			
10	¿Considera que se debe eliminar alguna de las métricas propuestas?			