

**Diseño del mapa de ruta para la gestión de madurez en Gerencia de Proyectos
en MIPYMES del Sector de Desarrollo de Software**

John Alejandro Barahona Pineda
Junio del 2023.

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
POSGRADOS FACULTAD DE INGENIERÍA
Maestría en Gerencia Organizacional de Proyectos

Dedicatoria

iii

Este trabajo está dedicado a diferentes personas que me han ayudado durante este camino, principalmente a mi familia, por su apoyo incondicional en este proceso, su ayuda y motivación constante para culminar esta meta, su comprensión y su cariño son pilares fundamentales para enfrentar todos los retos de la vida.

Agradecimientos

iv

Agradezco inmensamente a mi familia que siempre está allí brindándome su apoyo incondicional.

A mi directora de tesis, Claudia por su apoyo, ayuda y excelente disposición al momento de aclarar dudas y guiar este trabajo.

A los profesores que nos compartieron los conocimientos necesarios y formación integrada para desarrollar a un excelente profesional.

A las empresas y personas que participaron en el estudio, por su confianza y disposición.

Esta investigación, llevada a cabo con un enfoque cualitativo y un diseño de estudio de caso, se enfocó en identificar un modelo de madurez en gestión de proyectos que sea aplicable a las MIPYMES del sector de software en Colombia. En particular, se optó por el Agile Maturity Model (AMM) propuesto por (Patel & Ramachandran, 2009). A través de una revisión bibliográfica exhaustiva, se exploraron modelos existentes, tendencias de la industria, el estado actual de la tecnología y las sugerencias y conceptos de los principales investigadores a nivel global. Una vez examinados los diferentes modelos disponibles, se seleccionó el AMM, el cual toma como referencia el CMMI. Este modelo sirvió de base para la construcción de una guía y una hoja de ruta que asistan a las empresas en su camino hacia una mayor madurez en la gestión de proyectos. El resultado fue un roadmap fundamentado en el AMM, útil para aquellas organizaciones que deseen comprender más sobre la madurez y realizar un autodiagnóstico. Así, pueden comenzar a construir paso a paso sus capacidades para responder a la alta demanda del mercado. En el documento, se presentan conclusiones relacionadas con los objetivos de la creación del mapa de ruta y cómo esta satisface las necesidades de una compañía interesada en aplicar un modelo de madurez.

Abstract

This research, conducted with a qualitative approach and a case study design, focused on identifying a project management maturity model that is applicable to MSMEs in the software sector in Colombia. In particular, the Agile Maturity Model (AMM) proposed by (Patel & Ramachandran, 2009) was chosen. Through an exhaustive literature review, existing models, industry trends, the current state of technology and the suggestions and concepts of leading global researchers were explored. Once the different models available were examined, the AMM

was selected, which takes CMMI as a reference. This model served as the basis for the construction of a guide and a roadmap to assist companies on their way to greater maturity in project management. The result was a roadmap based on the AMM, useful for those organizations that wish to understand more about maturity and perform a self-diagnosis. Thus, they can start building step by step their capabilities to respond to the high market demand. In the paper, conclusions are presented related to the objectives of creating the roadmap and how it meets the needs of a company interested in applying a maturity model.

CMMI: Integración del Modelo de Madurez de las Capacidades.

AMM: Modelo de Madurez Ágil.

OPM3: Modelo de Madurez Organizacional en Gestión de Proyectos.

Modelo de Madurez: instrumento para la evaluación, diagnóstico y análisis de una organización, en un área como gerencia de proyectos.

MIPYMES: Micro, pequeña y mediana empresa.

Hoja de Ruta: implica un proceso de autoevaluación que ayuda a las compañías a reconocer áreas de mejora y plantear metas y planes de trabajo para alcanzarlas.

Scrum: marco de trabajo liviano que ayuda a las personas, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos.

Blockchain: tecnología de registro distribuido, utiliza algoritmos criptográficos para garantizar la integridad y la confianza en la información almacenada. Sistema transparente y descentralizado donde las transacciones y los registros son inmutables, verificables y rastreables.

Metaverso: entorno virtual que abarca realidades virtuales, donde las personas pueden interactuar por medio de avatares y objetos, combina elementos del mundo real y la realidad virtual.

Transformación digital: proceso en el cual las organizaciones adoptan y utilizan de manera estratégica las tecnologías digitales para mejorar sus operaciones, servicios, productos y modelos de negocio.

Introducción	1
Capítulo 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONTEXTUAL.....	3
Tendencias	3
Mercado	7
Modelos y buenas prácticas	12
Marco teórico	15
Estado del arte.....	27
Capítulo 2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	36
Contexto organizacional	36
Situación problema	37
Justificación del proyecto	39
Capítulo 3 MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN	42
Enfoque y diseño del estudio	42
Población y muestra.....	43
Cronograma.....	46
Técnicas e instrumentos.....	47
Consideraciones éticas	49
Capítulo 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
Resultados	51
Discusión.....	63
Capítulo 5 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	65

Diseño	65	ix
Aplicación de la guía		66
Capítulo 6 CONCLUSIONES		67
Capítulo 7 APORTACIONES		72
Limitaciones del estudio		72
Propuestas para nuevas investigaciones.....		72
Referencias.....		74
Anexos		84
Anexo A. Consentimiento informado.....		84
Anexo B. Instrumento para entrevistas.....		86
Anexo C. Instrumentos para medir la madurez basados en AMM.....		87
Anexo D. Roadmap del modelo AMM.....		87
Anexo E. Transcripciones de entrevistas		88
Anexo F. Resultados de encuestas		88

Lista de tablas

x

Tabla 1. Modelos de Madurez en Agilidad (Enfoques Adaptativos). Fuente: (Schmitt et al., 2019)	13
Tabla 2. Diferencias entre Ágil y Waterfall. Fuente: (Deloitte, 2023)	21
Tabla 3. Modelos de Madurez en Proyectos (Enfoques Predictivos). Fuentes: (Rodríguez Otero & Gómez Ortiz, 2021), (Arbeláez Osorio et al., 2020).....	30
Tabla 4. Cronograma para el estudio. Fuente: Elaboración Propia	46

Figura 1. Empresas estudiadas en Armenia, Bogotá, Cali, Manizales, Medellín y Pereira. Fuente: (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019).....	4
Figura 2. Metodologías Ágiles aplicadas por las empresas estudiadas. Fuente: (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019).....	5
Figura 3. Industria de Software en Cifras, Años: 2020-2021. Fuente: (Barona, 2022).....	8
Figura 4. Tendencias TIC 2023. Fuentes: (Ramírez Peña, 2022), (Deloitte, 2022), Elaboración propia.	10
Figura 5. Empresas de software CIIU J6201 renovadas año 2022. Fuentes: Base de datos Cámara de Comercio de Bogotá, Elaboración propia.	12
Figura 6. Reporte State of Agile 2022, Metodologías ágiles usadas en los equipos. Fuente: (State of Agile, 2022).....	14
Figura 7. Desafíos para la implementación de la agilidad en las empresas. Fuente: (State of Agile, 2022).....	15
Figura 8. Concepto Modelo de Madurez. Fuente: Elaboración Propia, (AL KAILANI, 2021), (PMI, 2003), (Andersen & Jessen, 2003).....	16
Figura 9. Concepto Gestión de Proyectos, Fuente: Elaboración Propia, (PMI, 2023), (Terrazas, 2009), (Moreno Monsalve et al., 2019), (Gómez Arias et al., 2009).....	18
Figura 10. Concepto Metodología Tradicional y Ágil en Proyectos Fuente: Elaboración Propia, (Deloitte, 2023), (White, 2008).....	20
Figura 11. Concepto Agilidad. Fuente: Elaboración Propia. (White, 2008), (PMI, 2017).....	22

Figura 12. Concepto Éxito en los Proyectos, Fuente: Elaboración Propia, (Cobb, 2015), (Serrador & Pinto, 2015), (Rigby et al., 2016), (Thomas et al., 2001).....	xii 23
Figura 13. Concepto Hoja de Ruta. Fuente: Elaboración Propia, (Carnegie Mellon University, 2010; Humphrey, 1989; ISO, 2015; Paulk et al., 1993)	24
Figura 14. Clasificación Empresas en Colombia MIPYMES. Fuente: Elaboración propia	26
Figura 15. Metodologías Utilizadas en investigaciones similares. Elaboración Propia	35
Figura 16. Causas comunes de baja competitividad. Elaboración propia.....	38
Figura 17. Causas comunes de insatisfacción del cliente. Elaboración propia.....	38
Figura 18. Fallas comunes en los proyectos de una compañía. Elaboración propia.....	39
Figura 19. Tasa de Éxito por tamaño del Proyecto. Fuente: (Loaiza, 2020)	40
Figura 20. Población. Fuente: Elaboración Propia	44
Figura 21. Madurez. Fuente: Elaboración Propia	52
Figura 22. Problemas en Proyectos. Fuente: Elaboración Propia.....	53
Figura 23. Resultados medición Nivel 2. Fuente: Elaboración Propia	56
Figura 24. Resultados medición Nivel 3. Fuente: Elaboración Propia	58
Figura 25. Resultados medición Nivel 4. Fuente: Elaboración Propia	60
Figura 26. Resultados medición Nivel 5. Fuente: Elaboración Propia	62

Introducción

En el contexto del dinámico sector del desarrollo de software, las empresas, en especial las MIPYMES, afrontan desafíos multifacéticos. El auge de la transformación digital, la proliferación de tecnologías disruptivas, la creciente migración de infraestructuras empresariales a la nube y la insaciable demanda del mercado por aplicaciones personalizadas y fiables, dedicadas a digitalizar y automatizar procesos, son solo algunas de las pruebas a superar.

Estos desafíos aumentan la presión sobre las MIPYMES del sector del software para continuar siendo competitivas en el mercado y para atender su cuota de mercado, mientras generan empleo. Como indica un reportaje de (Barona, 2022), la industria del software en Colombia representa un monto cercano a los 10.000 millones de dólares. Este significativo valor enfatiza la importancia de adaptarse y mantenerse al día con las cambiantes tendencias del mercado para lograr un rendimiento óptimo.

Sin embargo, hay obstáculos en el camino. Como resaltan (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019), a pesar de la importancia crucial de la gestión de proyectos, existe un déficit considerable en esta área dentro de muchas MIPYMES. Para ser verdaderamente competitivas, estas empresas necesitan desarrollar y fortalecer sus capacidades internas, lo que les permitirá gestionar eficazmente a sus clientes y asegurar su satisfacción. Aun así, las restricciones financieras a menudo obstaculizan a estas empresas para identificar áreas de mejora o contratar a consultores para que las guíen en este proceso.

Frente a este panorama desafiante, se ha presentado la oportunidad de explorar este problema en profundidad como parte de un trabajo de grado para la Maestría en Gerencia Organizacional de Proyectos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque. Este documento ofrece un análisis detallado de este problema. Un capítulo de fundamentación teórica y contexto identifica las tendencias actuales, examina el mercado, presenta un panorama de los modelos existentes y destaca las mejores prácticas. A través de una minuciosa revisión literaria, se examinan diversos modelos de madurez en la gestión de proyectos, incluyendo el reconocido CMMI, el OPM3 y modelos ágiles como el AMM, que se pueden observar en la Tabla 1 y la Tabla 3. Tras una exhaustiva formulación del problema que justifica la necesidad de esta investigación, se establece un marco metodológico que define el tipo de estudio, identifica los instrumentos que se utilizarán y describe otros aspectos relevantes.

Los hallazgos de la investigación destacan la imperiosa necesidad de las empresas de mejorar sus prácticas en la gestión de proyectos en esta industria. En respuesta a esta necesidad, la principal propuesta de esta investigación es la creación de una guía o hoja de ruta diseñada para apoyar a las MIPYMES del sector software en su viaje hacia la madurez en la gestión de proyectos. Este recurso, diseñado y construido específicamente para satisfacer las necesidades de estas empresas, tiene el potencial de convertirse en una herramienta invaluable en su camino hacia la mejora continua y la excelencia en la gestión de proyectos.

Capítulo 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONTEXTUAL

Tendencias

Los modelos de madurez en gerencia de proyectos plantean diversas herramientas para producir desarrollos exitosos de manera repetitiva en las organizaciones. Es evidente que a mayor nivel de desarrollo existen menos posibilidades de fracasos; madurar hace referencia a la facultad de auto evaluación y auto reconocimiento para identificar sus diferentes prácticas y procesos comparados con un estándar, lo que permite aclarar que la madurez no necesariamente está relacionada con el tiempo de operación de una empresa sino con su cultura y su capacidad organizacional permitiendo generar entregas exitosas en la gestión de proyectos (Higuera, 2019).

Al hablar de gestión de proyectos en la industria del software, esta construcción de productos también incluye diversas actividades, extendiéndose más allá de las tareas técnicas (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019). En esta línea, (Pressman & Maxim, 2015), interpretan la implementación de programas informáticos como un proceso de aprendizaje colectivo, dada la interacción entre herramientas, usuarios y diseñadores. Esto explica por qué las metodologías más usadas en el desarrollo de aplicaciones son ágiles, las cuales aplican los valores y principios del manifiesto ágil definidos por (Beck et al., 2001), enfocándose en las personas y sus interacciones para proporcionar valor.

Observando la relevancia de las metodologías ágiles, (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019) analizaron 51 compañías del sector software distribuidas en Colombia en las ciudades de Armenia, Bogotá, Cali, Manizales, Medellín y Pereira, y encontraron que

el 53% son pequeñas empresas¹, el 29% medianas y el 18% grandes como se observa en la Figura 1. En su análisis establecen que 33% de las organizaciones estudiadas, no se identifican con ningún enfoque, ni adaptativo que desprende las metodologías ágiles ni predictivo que desprende al metodología waterfall, siendo en su totalidad empresas pequeñas; el resto indicó aplicar un marco ágil.



Figura 1. Empresas estudiadas en Armenia, Bogotá, Cali, Manizales, Medellín y Pereira.

Fuente: (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019)

Considerando las metodologías ágiles, (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019) encontraron que el 45% de las organizaciones no aplica ninguna metodología que este formalmente definida, siendo en su mayoría organizaciones pequeñas. En contraste, el 55% restante si usan metodologías ágiles formalmente especificadas, y este porcentaje

¹ Ver: Figura 14. Clasificación Empresas en Colombia MIPYMES. Fuente: Elaboración propia

comprende empresas grandes y medianas. Según se muestra en la Figura 2, Scrum es la más usada y algunas compañías reportaron tener métodos propios.

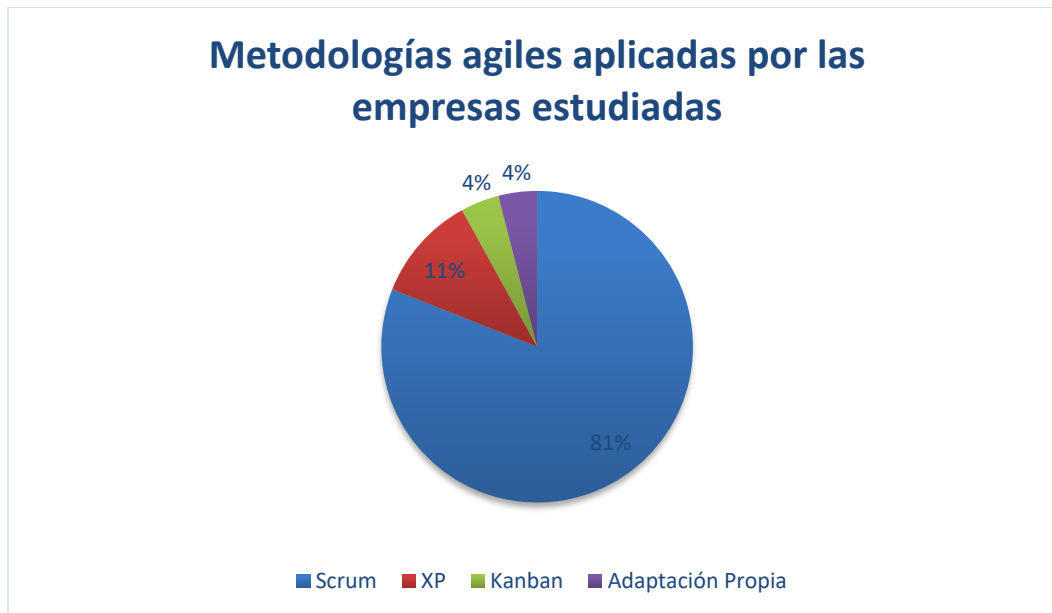


Figura 2. Metodologías Ágiles aplicadas por las empresas estudiadas. Fuente: (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019)

A pesar de que la metodología más utilizada es Scrum según la investigación de (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019), se observaron variaciones en la práctica de sus ceremonias. Por ejemplo, en el caso del “daily” o “stand up” (reunión diaria o reunión de pie), de las compañías que usan Scrum, 43% no realizan reuniones diarias. Este fenómeno se identificó principalmente en las pequeñas organizaciones. En conclusión, (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019) identifican una falta de formalismo en las empresas pequeñas.

El análisis realizado por (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019) revela que las empresas no emplean metodologías formalmente definidas y no son necesariamente consistentes en sus procesos de gestión y desarrollo de proyectos. Sin embargo, esto no

permite determinar si estas organizaciones tienen o aplican modelos de madurez en gerencia de proyectos. La aplicación de un modelo de madurez permite identificar oportunidades de mejora, decidir qué métodos usar, y evaluar su implementación, entre otros aspectos. Si una empresa declara no usar metodologías, o si estas que dice usar, no son aplicadas de acuerdo con sus buenas prácticas, es posible inferir que su nivel de madurez es bajo.

Es importante destacar que, en el sector de software, es común utilizar metodologías ágiles debido al ambiente cambiante y de alta incertidumbre que suele caracterizar a la mayoría de las iniciativas. Esto conduce a la adopción de estrategias como entregas iterativas y definición de productos mínimos viables, para evitar la entrega de un producto que no cumpla con las expectativas o cuyos objetivos de negocio hayan cambiado. Analizando las grandes empresas que tienen éxito en sus operaciones, se evidencia que estas aplican metodologías ágiles con procesos bien definidos, lo que permite ubicarlas en niveles de desarrollo más altos que las organizaciones pequeñas. En este contexto, en 2014, el MinTIC en Colombia promovió la adopción de un modelo de madurez basado en capacidades, el cual es conocido como CMMI (MinTIC, 2014), esta promoción tenía el objetivo de incluir en los pliegos de condiciones y contrataciones estatales, que las empresas participantes de los diferentes procesos de contratación del estado estuvieran certificadas en CMMI y así asegurar capacidades y calidades mínimas.

Además, existen estudios, como el de (A. Yin et al., 2011), que avalan el éxito de estos modelos de madurez. Este último validó el Scrum Maturity Model (SMM) para establecer hojas de ruta en organizaciones de software. Se ha constatado que las empresas

están adoptando diferentes métodos manera organizada y con mediciones constantes para identificar las brechas y de las áreas de mejora en la gestión de proyectos. Algunas usan enfoques tradicionales como CMM, CMMI, SPICE², otras combinan estos con metodologías ágiles como Scrum (Corona et al., 2016).

Por último, en el sector público colombiano se están adoptando diferentes enfoques tanto como predictivos, adaptativos e híbridos para transformar y mejorar los proyectos de desarrollo de software, recurriendo a herramientas y buenas prácticas que aumenten la probabilidad de éxito y generación de valor. Un estudio realizado por (MinTIC, 2016), reveló esfuerzos para evaluar procesos y analizar métodos ágiles y predictivos, para definir el curso de sus esfuerzos en los proyectos, lo que refuerza la idea de que la madurez y la mejora continua son esenciales tanto en el sector privado como el público.

Mercado

Según Ximena Duque Álzate, presidente ejecutiva de Fedesoft, la industria del software en Colombia ha experimentado un notable crecimiento. En 2012, esta industria representaba el 0.6% del PIB del país, pero hoy en día esa cifra ha aumentado al 3% (Barona, 2022). Este crecimiento acelerado se atribuye al auge de la transformación digital. En consecuencia, muchas compañías están aumentando recursos y capacidad para mantener los niveles de servicio y satisfacer la alta demanda de sistemas de información

² Ver: Tabla 3. Modelos de Madurez en Proyectos (Enfoques Predictivos). Fuentes: (Rodríguez Otero & Gómez Ortiz, 2021), (Arbeláez Osorio et al., 2020).

y consultoría de TI (Barona, 2022). Adicionalmente en la Figura 3 observamos las líneas de negocio principales, el crecimiento de la industria, tamaño de las empresas como grandes y MIPYMES (Micro Pequeñas y Medianas Empresas).

Fedesoft también señala que Colombia se ha convertido en un exportador significativo de servicios de software, atrayendo así inversión extranjera (Portafolio, 2022). Un ejemplo particular de esta tendencia es el Valle de Aburrá, que aspira a convertirse en el Valle del Software. Según el Plan de Gestión 2020-2023 Futuro Sostenible de la (Alcaldía de Medellín, 2020), esta estrategia involucra fomentar el uso de las TIC, mejorar la formación de profesionales, emplear software y servicios TIC para evolucionar hacia una metrópoli inteligente, teniendo en cuenta diversos factores de gobernanza pública y fortaleciendo la conexión con la comunidad a través de las TIC.

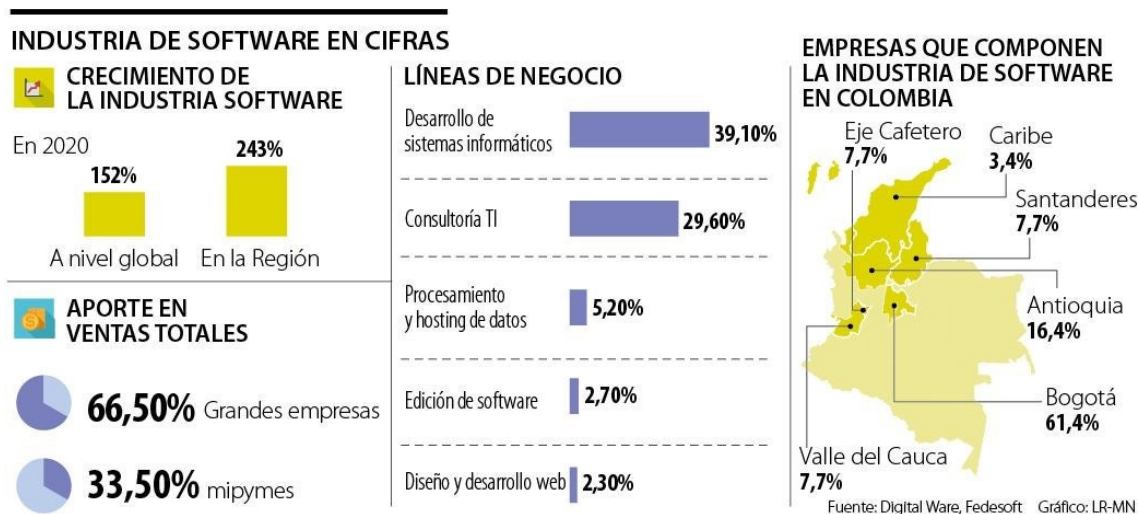
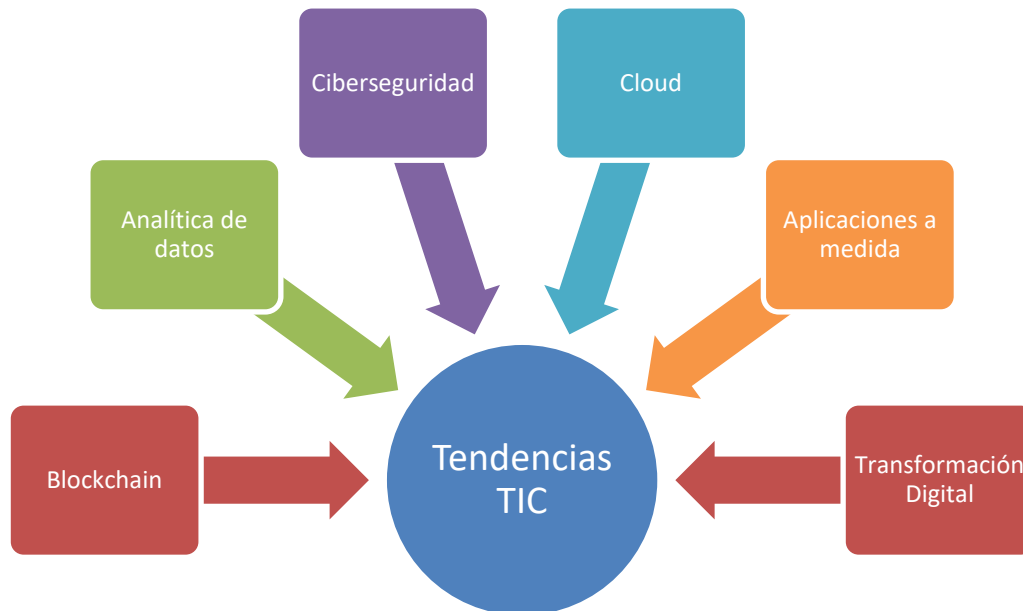


Figura 3. Industria de Software en Cifras, Años: 2020-2021. Fuente: (Barona, 2022)

En línea con estas iniciativas locales, a nivel nacional el sector público también desempeña un papel fundamental en la transformación digital; las autoridades han implementado diferentes estrategias para impulsar esta tendencia, que incluyen el

fomento de la cultura digital, software libre y la mejora de la prestación de servicios, enmarcados en la Política de Gobierno Digital (CONPES, 2019). Además, en el 2022 se ha observado una inclinación hacia el uso de analítica de datos en la dirección estratégica, para que las empresas puedan tener una visualización de su información y a partir de allí tomar decisiones estratégicas. Las organizaciones utilizan software corporativo, ya sea comercial o a la medida, para visualizar y recoger datos que les ayuden a mantener su competitividad en el mercado (Ramírez Peña, 2022). Acorde a (Deloitte, 2022) , las tecnologías en auge están relacionadas con la cuarta revolución industrial, que incluye analítica de datos, ciberseguridad, blockchain, servicios en la nube, como se observa en la Figura 4; lo que resalta el crecimiento en las tecnologías requeridas para el desarrollo de estas iniciativas.



*Figura 4. Tendencias TIC 2023. Fuentes: (Ramírez Peña, 2022), (Deloitte, 2022),
Elaboración propia.*

Para el 2023 hay tendencias marcadas a continuar con la transformación digital de las empresas la cual se vio acelerada por el COVID 19, áreas emergentes como el metaverso y la analítica de datos cada vez más sofisticada necesitan software especializado para operar eficazmente (Álvarez, 2022). En Colombia, las contrataciones públicas a veces exigen que las empresas contratistas estén certificadas en el nivel 3 del Modelo de Madurez de Capacidad para el Desarrollo (CMMI-DEV 3). Esto se puede observar en los requisitos técnicos establecidos en los pliegos de condiciones que se publican en plataformas como SECOP II y Colombia Compra Eficiente. De esta manera, se garantiza que los oferentes cumplen con unos requisitos mínimos de capacidad y calidad para proporcionar servicios de acuerdo con los estándares establecidos en el sector.

Los beneficios de aplicar modelos de madurez como CMMI-DEV 3, OPM3, entre otros, son múltiples y aumentan con cada nivel de certificación. Estos incluyen una mayor precisión en las predicciones de los resultados del proyecto y una identificación y resolución más rápida de los problemas de desarrollo (Indeed Editorial Team, 2022). Esos modelos, además de mejorar la capacidad y alinear a los equipos, también fomentan la priorización del conocimiento. Asimismo, aunque son esenciales en la industria del software, igualmente se aplican a otras industrias, proporcionando beneficios similares a medida que las organizaciones maduran en sus niveles y procesos (Indeed Editorial Team, 2021).

De acuerdo con la información de la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) (CCB, 2023), hay registradas y renovadas en 2022 un total de 7766 organizaciones cuya Clasificación de Actividades Económicas (CIIU) principal es J6201, es decir, Actividades de Desarrollo de Sistemas informáticos (planificación, análisis, diseño, programación, pruebas). La mayoría de estas compañías se clasifican como microempresas, seguidas por pequeñas y medianas empresas, como se observa en Figura 5. Dada la competencia y la demanda en este sector, sobresalir en la calidad, los procesos y la consistencia en los productos generados es vital para el crecimiento organizacional y para proporcionar entregables que aporten valor a los clientes.

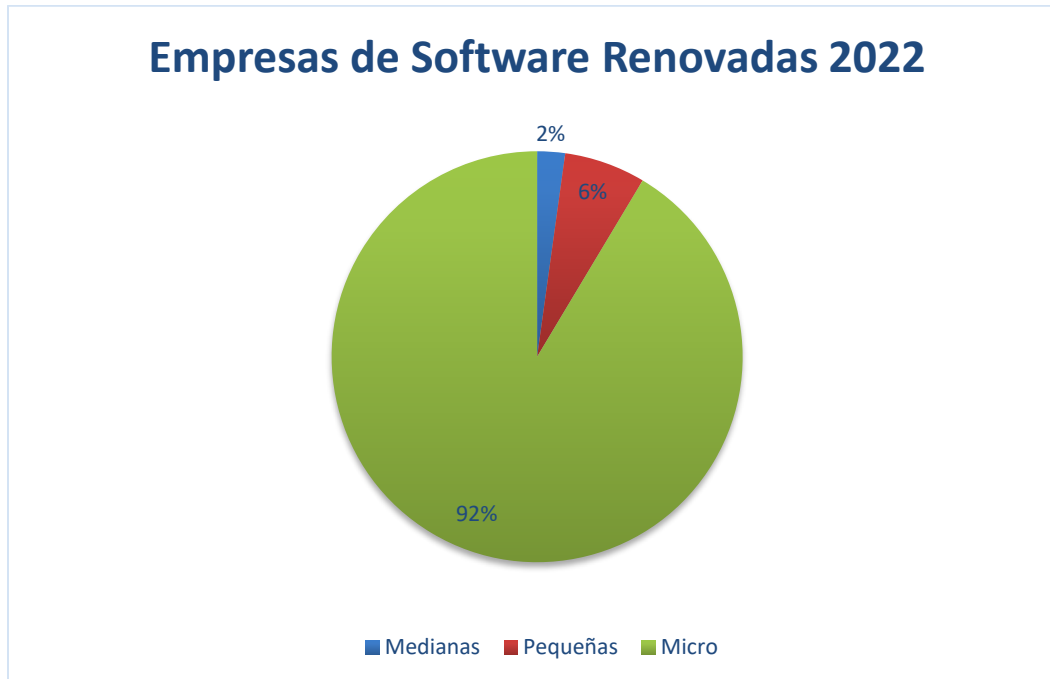


Figura 5. Empresas de software CIU J6201 renovadas año 2022. Fuentes: Base de datos Cámara de Comercio de Bogotá, Elaboración propia.

Modelos y buenas prácticas

La literatura proporciona varios modelos y buenas prácticas para la gestión de proyectos, incluyendo CMMI, OPM3, CP3M, el PMMM (Higuera, 2019). Estos permiten clasificar la maduración de las empresas en diferentes niveles, cada nivel tiene sus instrumentos y sus evaluaciones. En particular, el CMMI es ampliamente utilizado en las iniciativas de software. Además, existe modelos de madurez ágil, para medir el grado de agilidad en los proyectos de las empresas. A continuación, se muestra la Tabla 1 que lista algunos de estos modelos de madurez ágil (AMM por sus siglas en inglés) (Schmitt et al., 2019).

Tabla 1. Modelos de Madurez en Agilidad (Enfoques Adaptativos). Fuente: (Schmitt et al., 2019)

Autor	Año	Título
Ahmed Sidky, James Arthur	2007	The Agile Adoption Framework
Chetankumar Patel, Muthu Ramachandran	2009	Agile Maturity Model (AMM): A Software Process Improvement framework for Agile Software Development Practices
Jez Humble, Rolf Russel	2009	The Agile Maturity Mode – Applied to Building and Releasing Software
Mark Seuffert	2009	Agile Karlskrona test
Robert Benefield	2010	Seven Dimensions of Agile Maturity in the Global Enterprise
Martin Proulx	2010	Agile Maturity Model (AMM): The 5 Levels of Maturity
Shirly Ronen-Harel	2010	Agile Testing Maturity Model
Dan Woords	2011	An Agile BI Maturity Model
Angela Druckman	2011	Agile Transformation Strategy
Alexandre Yin, Soraia Figueiredo, Miguel Mira da Silva	2011	Scrum Maturity Model
Eric Minick, Jeffrey Fredrick	2014	Enterprise Continuous Integration Maturity Model
Raphael Branger	2016	A Maturity Model for Agile BI
Programmedevelopment	-	Agile readiness & maturity
-	2008	Towards an Agile Process Maturity Model

Extendiendo la discusión hacia el contexto colombiano, cabe destacar que varias empresas en el país tienen certificaciones CMMI. De acuerdo con los resultados publicados por el instituto CMMI³ entre los años 2020 y 2023 en Colombia, 57 organizaciones se han evaluado utilizando estos modelos, alcanzando diferentes niveles de madurez. Paralelamente, las compañías usan modelos de agilidad, como Scrum Level,

³ [Resultados Evaluaciones CMMI](#)

estos ayudan a identificar las áreas de mejora para aumentar la madurez, perfeccionar los procesos y fortalecer la cultura organizacional, todo con el objetivo de ofrecer servicios y productos de alta calidad. Según el reporte (State of Agile, 2022), la mayoría de las compañías utilizan Scrum como metodología para sus procesos, como se observa en la Figura 6. Además, se enfrentan a desafíos significativos en la implementación de estos modelos, siendo la consistencia en los procesos y prácticas de los equipos uno de los principales obstáculos, como se ve en la Figura 7.

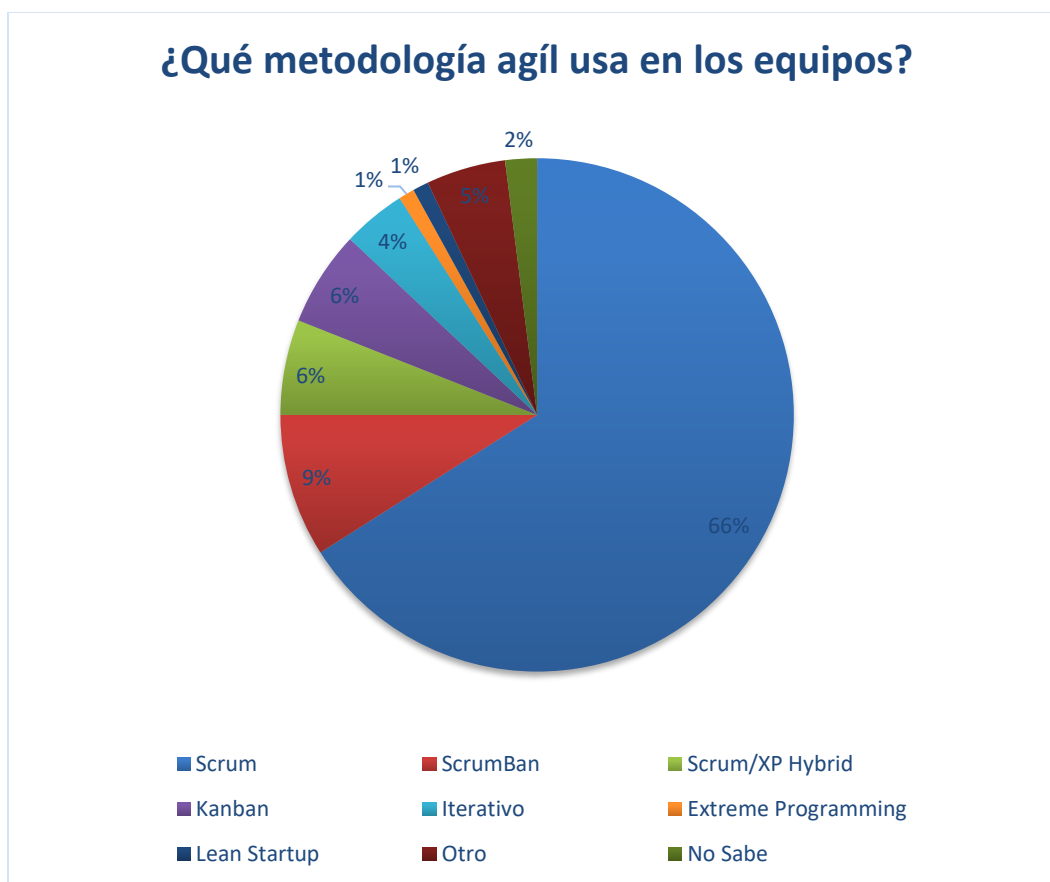


Figura 6. Reporte State of Agile 2022, Metodologías ágiles usadas en los equipos.

Fuente: (State of Agile, 2022)

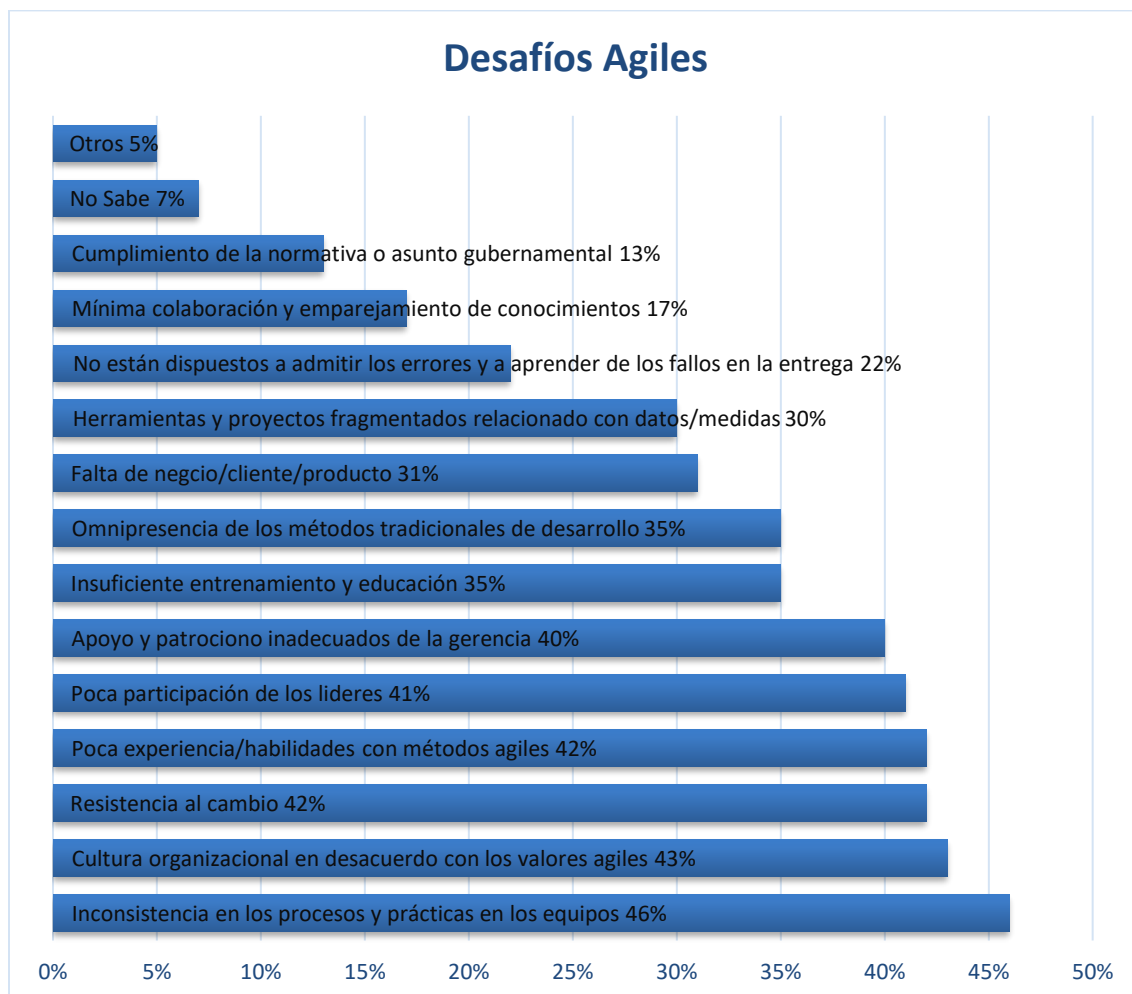


Figura 7. Desafíos para la implementación de la agilidad en las empresas. Fuente: (State of Agile, 2022)

Marco teórico

En esta sección, revisaremos conceptos claves que son fundamentales para esta investigación. Estos incluyen Modelos de Madurez, gestión de proyectos, diferencias entre enfoques adaptativos y predictivos, hojas de ruta, entre otros aspectos relevantes.

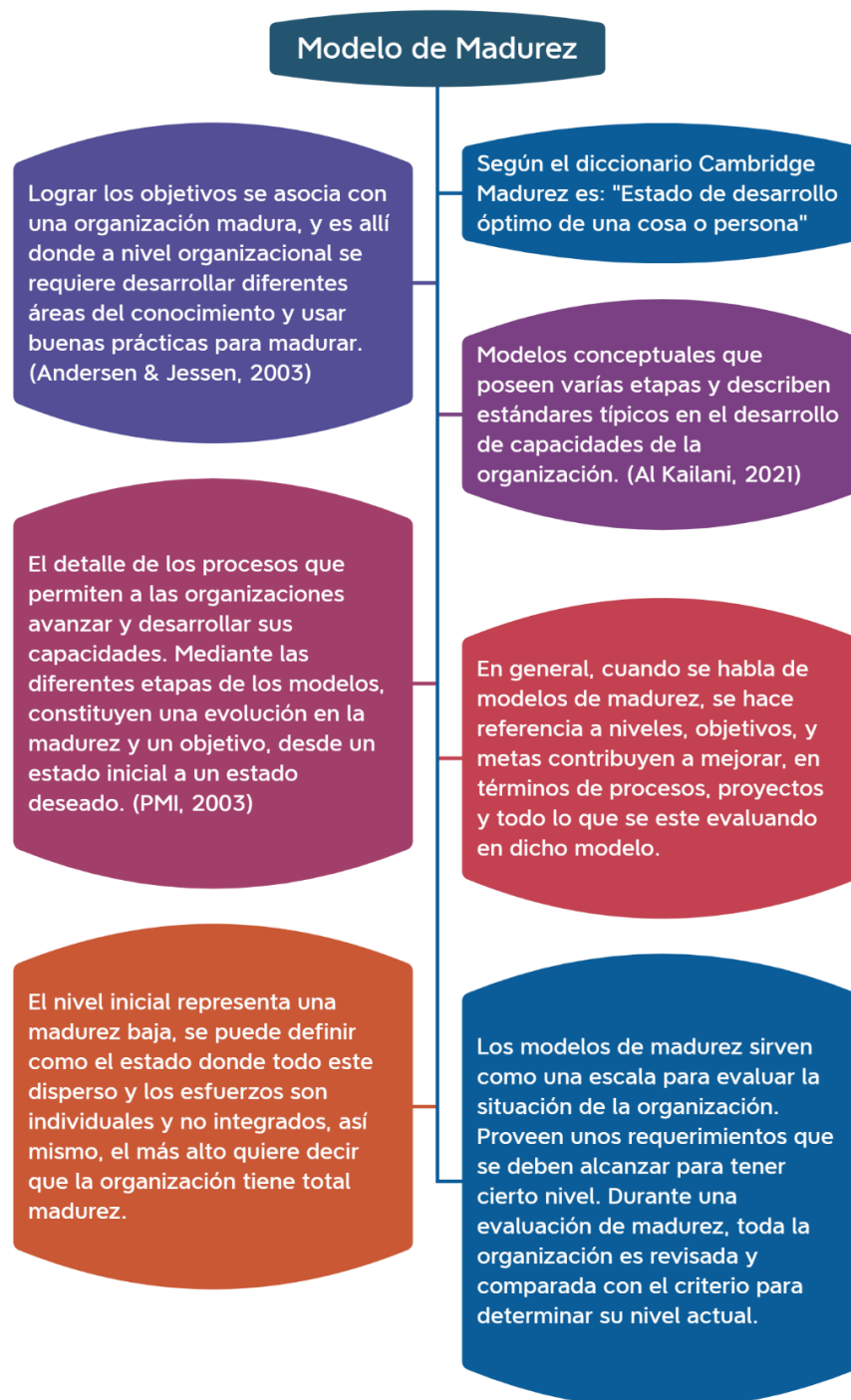


Figura 8. Concepto Modelo de Madurez. Fuente: Elaboración Propia, (AL KAILANI, 2021), (PMI, 2003), (Andersen & Jessen, 2003)

La Figura 8 expone cómo la madurez de una organización se relaciona con su capacidad para lograr sus objetivos y requiere el desarrollo de diferentes áreas de conocimiento y buenas prácticas. Los modelos conceptualizan diversas etapas y estándares típicos para el progreso de las capacidades de una compañía, desde un estado inicial a uno deseado, además proporcionan una escala para evaluar la situación del negocio y establecen requerimientos que se deben alcanzar para tener cierto nivel de maduración. Durante la evaluación, se pueden revisar, áreas, dependencias, departamentos, unidades de negocio o toda la compañía y se compara con el criterio para determinar su nivel actual. En general, los modelos de madurez son una herramienta útil para identificar las áreas de mejora de procesos y proyectos de una empresa.

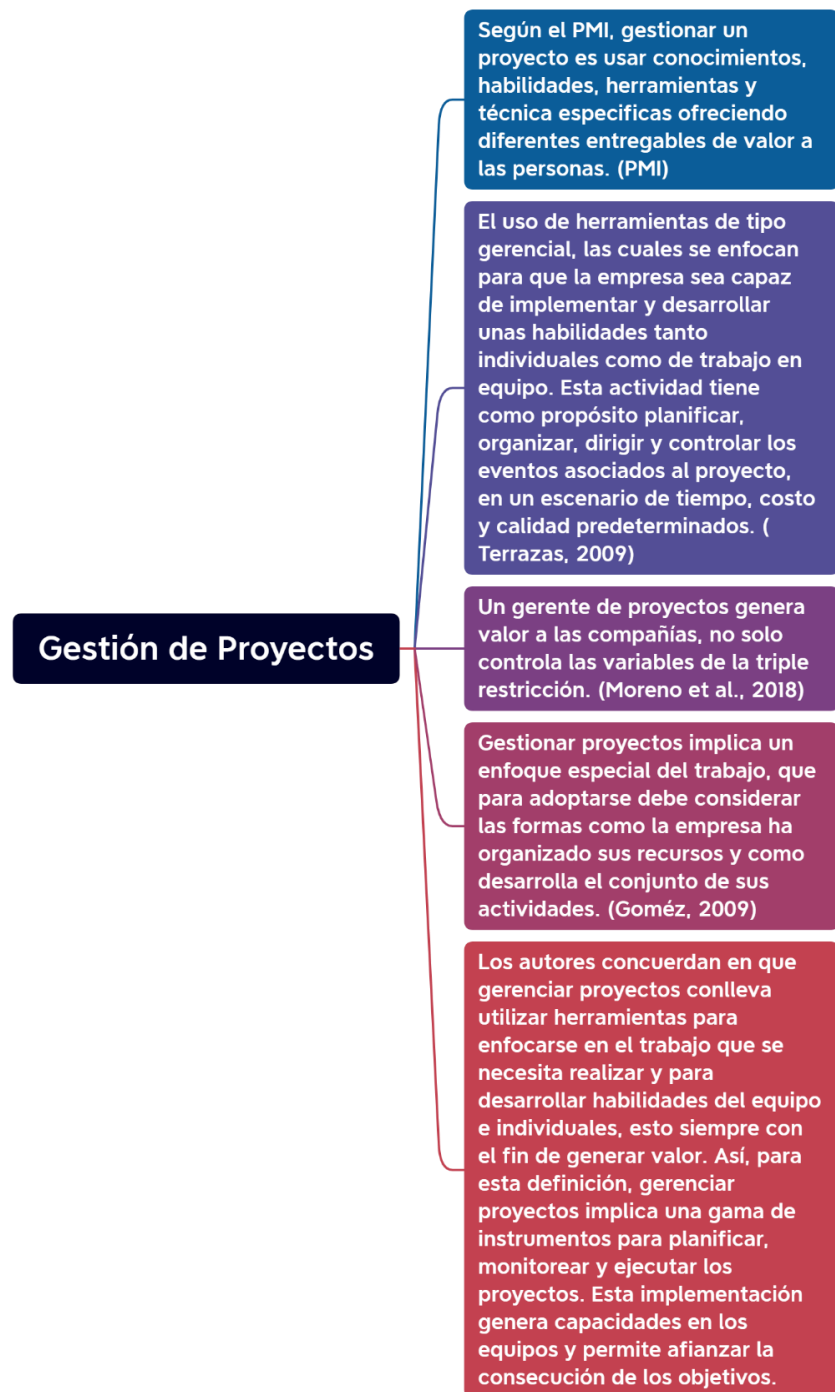


Figura 9. Concepto Gestión de Proyectos, Fuente: Elaboración Propia, (PMI, 2023), (Terrazas, 2009), (Moreno Monsalve et al., 2019), (Gómez Arias et al., 2009)

La Figura 9, muestra cómo gestionar proyectos implica adoptar un enfoque especial del trabajo y considerar cómo la empresa organiza sus recursos y actividades. Según el PMI, gestionar un proyecto es usar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas específicas para ofrecer entregables de valor a las personas. En resumen, gerenciar proyectos implica utilizar herramientas para planificar, monitorear y ejecutar proyectos, desarrollar habilidades del equipo e individuales y generar capacidades en los equipos para afianzar la consecución de los objetivos en un escenario de tiempo, costo y calidad predeterminados.

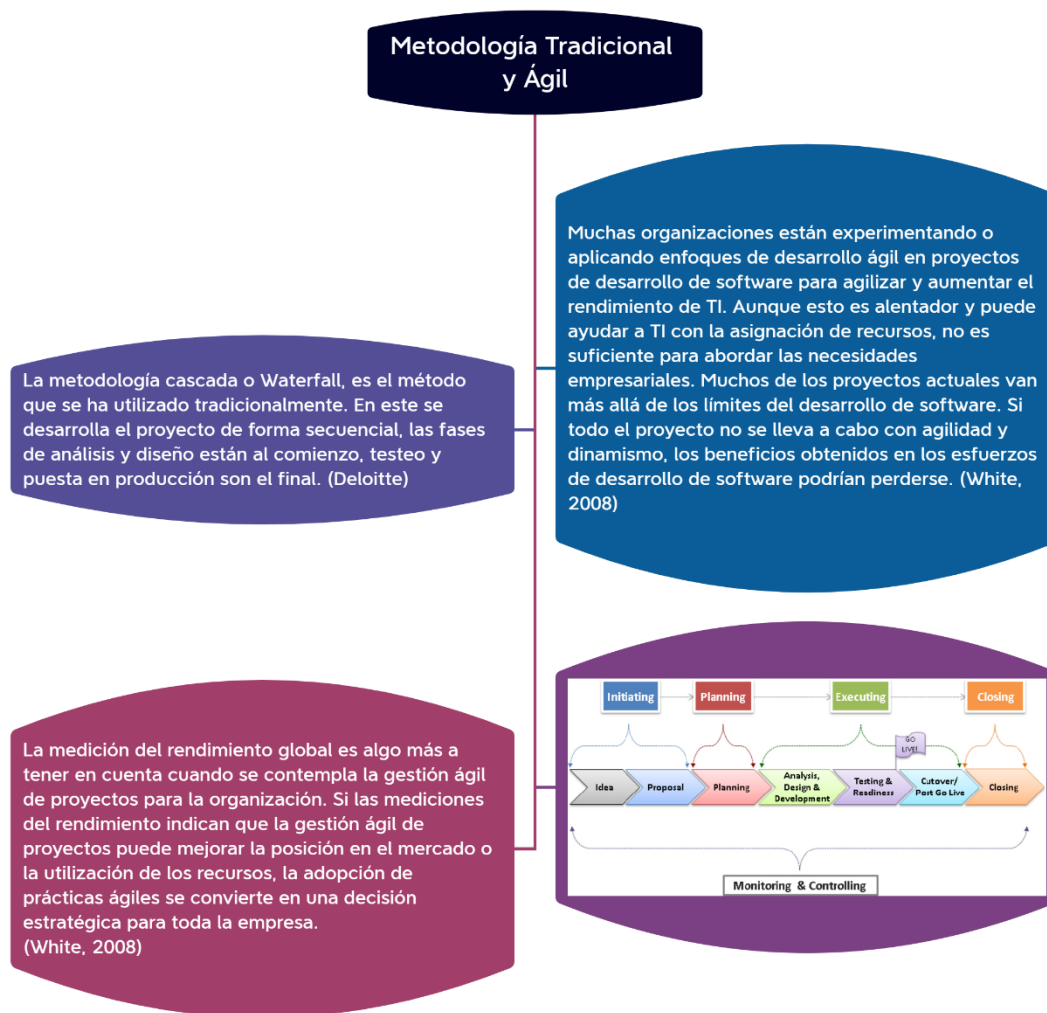


Figura 10. Concepto Metodología Tradicional y Ágil en Proyectos Fuente: Elaboración Propia, (Deloitte, 2023), (White, 2008)

En la Figura 10, se expone cómo la metodología tradicional, sigue un proceso secuencial que inicia con el análisis y diseño y finaliza con las pruebas y puesta en producción. Sin embargo, muchas organizaciones están implementando enfoques adaptativos de desarrollo ágil para mejorar el rendimiento de sus proyectos. Además, si el proyecto no se lleva a cabo con agilidad, los beneficios obtenidos podrían perderse. Por

lo tanto, los diferentes actores implicados en los proyectos deben tener criterio de cuál es la metodología que utilizará el proyecto, teniendo en cuenta sus diferencias, ventajas y desventajas para conseguir entregar valor y construir un producto acorde a las necesidades del cliente. Asimismo, en la Tabla 2, se encuentra una síntesis de las principales diferencias entre los enfoques adaptativos con metodología ágil y predictivos con tradicional o waterfall.

Tabla 2. Diferencias entre Ágil y Waterfall. Fuente: (Deloitte, 2023)

Alineación de Rasgos de Proyectos con las distintas metodologías		
Proyectos Rasgos/Factores	Agile	Waterfall
Disponibilidad del Cliente	Requiere de un cliente disponible durante todo el proyecto.	Requiere de un cliente disponible a principio del proyecto y en los hitos del proyecto.
Velocidad	Se prefiere entregar valor al cliente de manera temprana, antes que disponer del alcance completo.	Se persigue un alcance completo de requisitos, priorizando sobre la velocidad en la entrega del valor del cliente.
Alcance/Requisitos	Los cambios son bienvenidos en cualquier momento del proyecto. Esos cambios tienen impacto en el coste, el tiempo o el alcance del proyecto.	Funciona para entornos en los que el alcance es perfectamente conocido desde el principio y en el que las condiciones que dan lugar al mismo, estimamos que son poco o nada cambiantes.
Priorización de Requisitos	La priorización por valor asegura que las características más valiosas se implementen primero, reduciendo así el riesgo de tener un producto inutilizable una vez que se agotan los fondos. Se maximiza la eficiencia de los fondos. Reduce el riesgo de fracaso total al permitir un éxito "parcial".	El enfoque "Haz todo lo acordado", asegura al cliente el obtener todo lo que solicitó; Este enfoque de 'Todo o Nada' incrementa el riesgo de fallo.
Equipo de trabajo	Equipos pequeños, dedicados y con un alto nivel de coordinación y sincronización. Equipos multidisciplinares.	La coordinación/sincronización de los equipos sólo se produce en los momentos de integración de las partes. Los equipos son especializados.
Presupuesto	Funciona mejor en entornos de Time&Material o mixtos. En entornos de precio cerrado se genera excesivo stress.	Funciona en entornos de Precio Cerrado. Si desean cambios hay que activarlos por procesos de Control de Cambios y suelen generar aumentos presupuestarios.

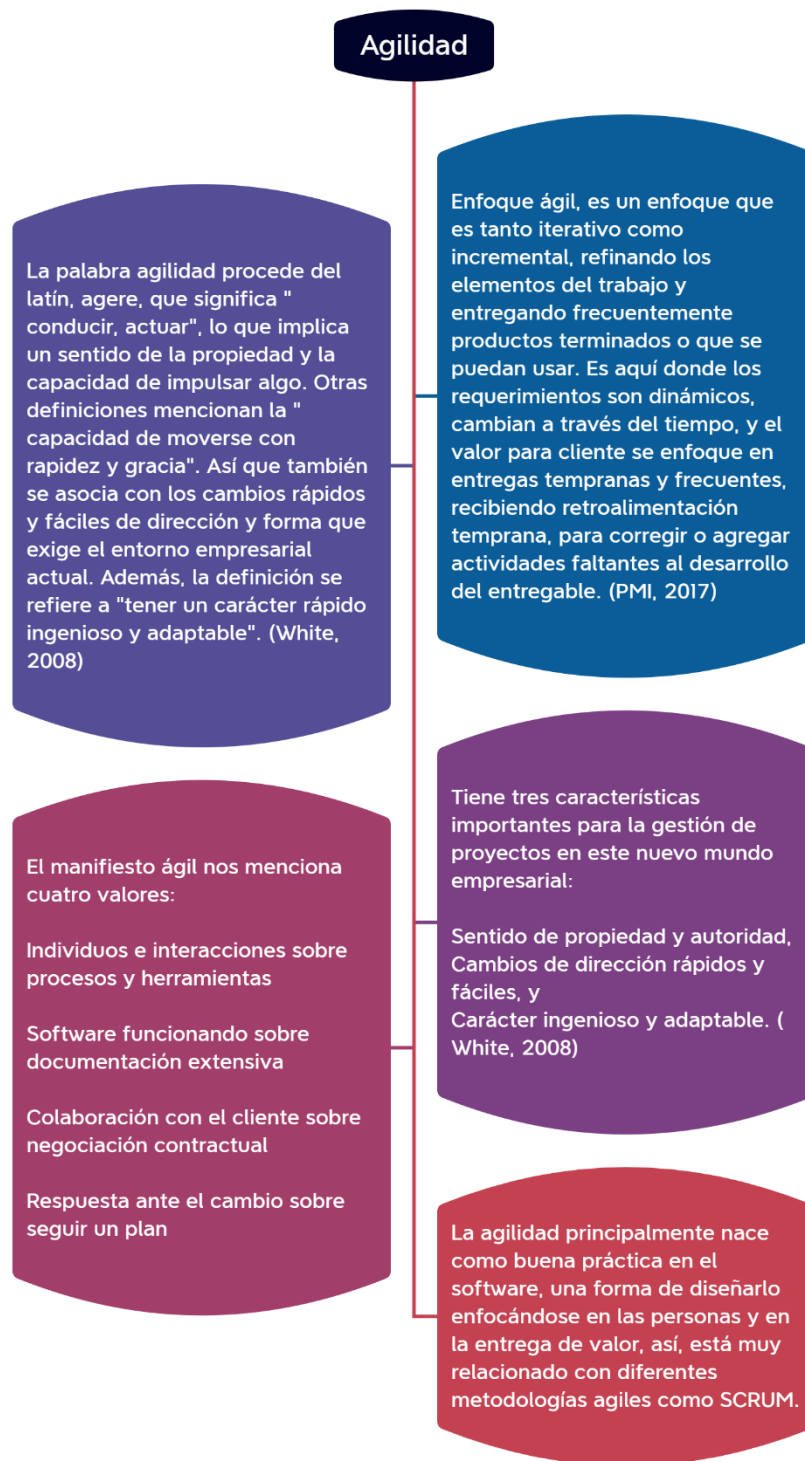


Figura 11. Concepto Agilidad. Fuente: Elaboración Propia. (White, 2008), (PMI, 2017)

La Figura 11, resume cómo la agilidad en la gestión de proyectos se refiere a la capacidad de moverse con rapidez y gracia, con un enfoque iterativo e incremental para adaptarse a los cambios dinámicos en los requerimientos del cliente y entregar productos terminados de manera frecuente. El enfoque adaptativo con la metodología ágil se centra en los valores de individuos e interacciones, software funcionando, colaboración con el cliente y respuesta ante el cambio, como se indica en el manifiesto ágil. Se considera una buena práctica en la industria del software y se aplica en metodologías ágiles como SCRUM. Ágil en la gerencia de proyectos se enfoca en las personas y la entrega de valor, permitiendo cambios de dirección rápidos y un carácter adaptable.

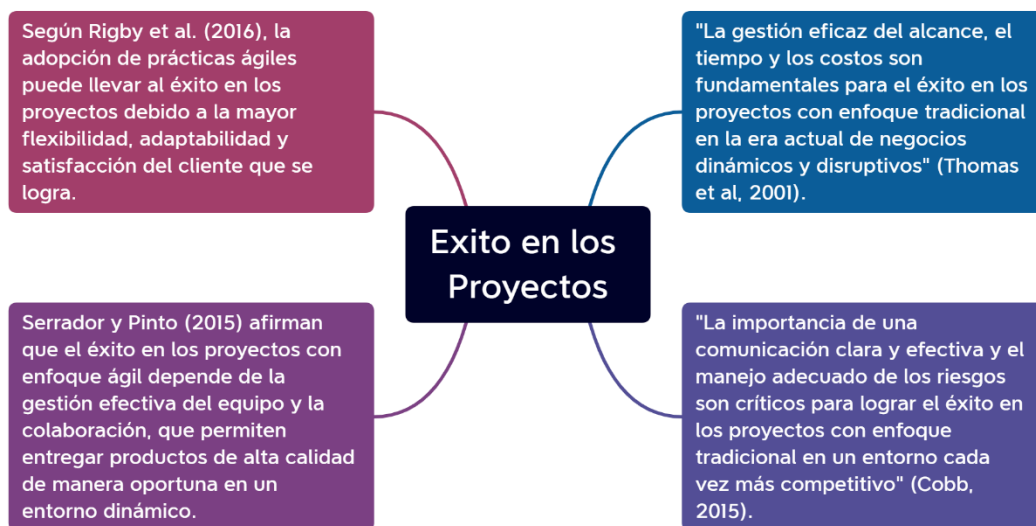


Figura 12. Concepto Éxito en los Proyectos, Fuente: Elaboración Propia, (Cobb, 2015), (Serrador & Pinto, 2015), (Rigby et al., 2016), (Thomas et al., 2001)

En la Figura 12, se observa cómo la adopción de prácticas ágiles puede llevar al éxito en los proyectos debido a la mayor flexibilidad, adaptabilidad y satisfacción del cliente que se logra. Por otro lado, el triunfo en los proyectos con enfoque adaptativo

depende de la gestión efectiva del equipo y la colaboración. En cuanto a las iniciativas con enfoque predictivo, la gestión eficaz del alcance, el tiempo y los costos son fundamentales para su éxito en un entorno dinámico. Además, la comunicación clara y efectiva y el manejo adecuado de los riesgos son críticos para lograr proyectos exitosos en un entorno cada vez más competitivo.

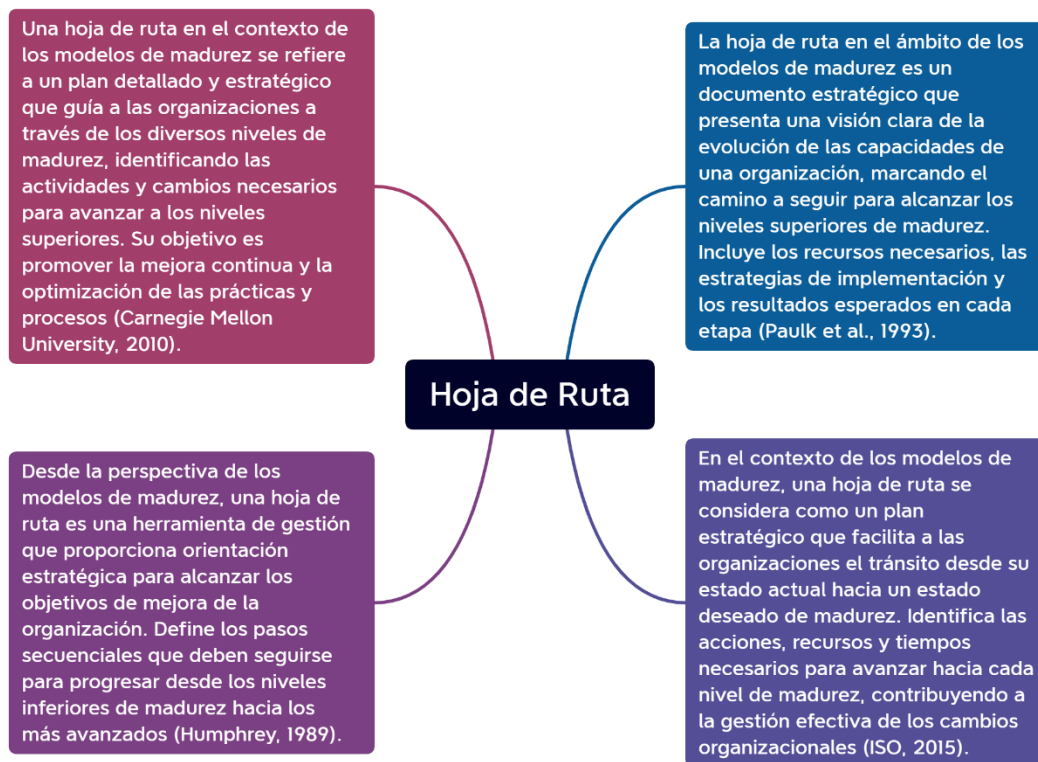


Figura 13. Concepto Hoja de Ruta. Fuente: Elaboración Propia, (Carnegie Mellon University, 2010; Humphrey, 1989; ISO, 2015; Paulk et al., 1993)

La Figura 13, expone cómo una hoja de ruta aplicada a la evaluación de madurez de proyectos es una herramienta valiosa para las organizaciones, ya que les permite identificar las fortalezas y debilidades en la gestión de proyectos. Con esta las empresas pueden establecer objetivos de mejora y definir planes de acción para mejorar la capacidad en la gerencia de proyectos, con el fin de incrementar la eficiencia y eficacia

de estos. El mapa de ruta implica un proceso de autoevaluación que ayuda a las compañías a reconocer áreas de mejora y plantear metas y planes de trabajo para alcanzarlas.

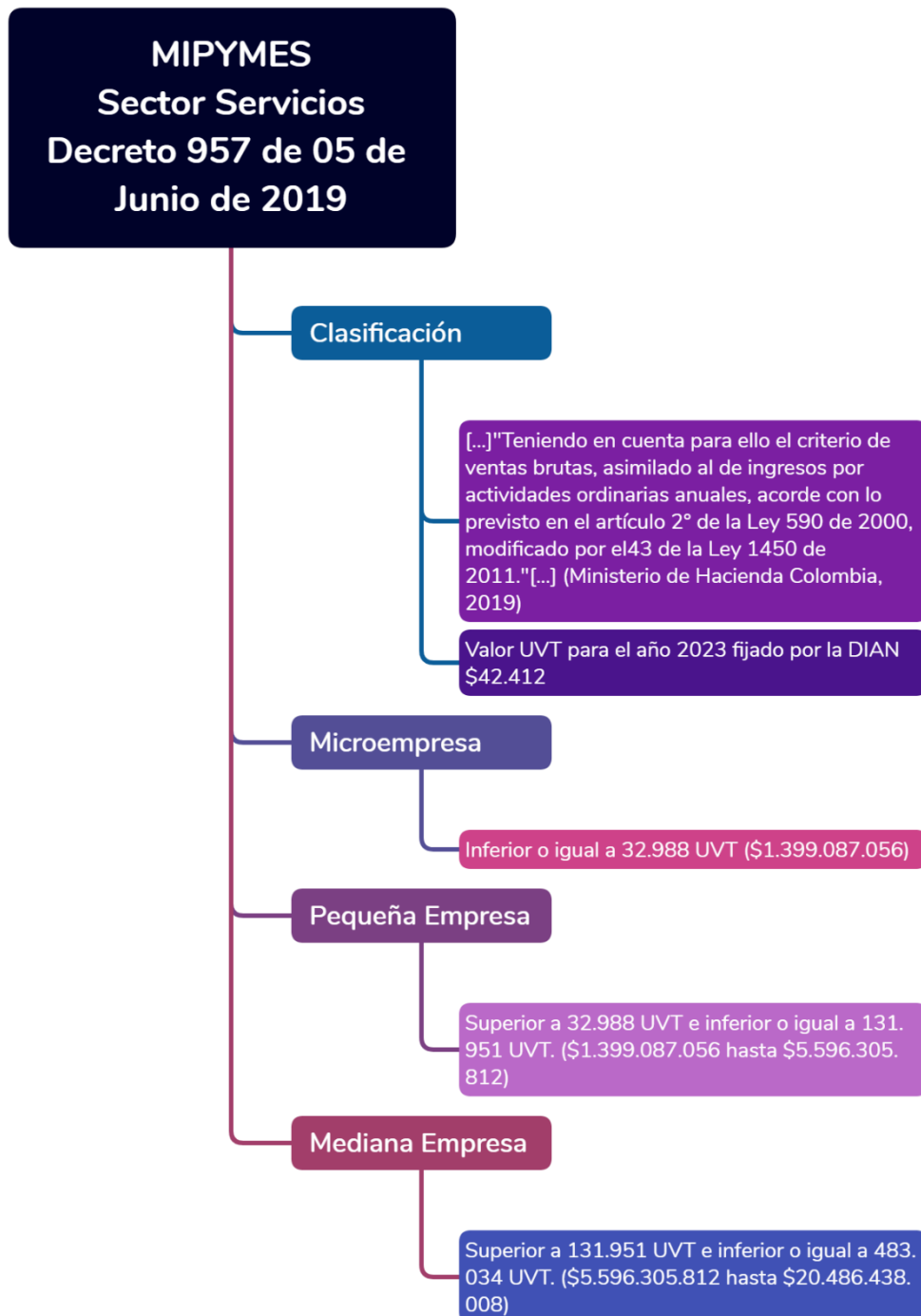


Figura 14. Clasificación Empresas en Colombia MIPYMES. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la ley colombiana cuando se habla de Microempresas, pequeñas y medianas empresas se usa el acrónimo MIPYMES, además de que su clasificación ha cambiado de considerar el número de personas que trabajan en la empresa legalmente para definir su tamaño; ahora se usan los ingresos brutos que reportan las compañías y esto define su tamaño, como lo muestra la Figura 14.

Estado del arte

La industria de software en Colombia ha experimentado un progreso significativo, evidente en la cantidad de artículos académicos y tesis relacionados con metodologías, modelos, evaluaciones de madurez y buenas prácticas en la gestión de proyectos para este sector. Al realizar una búsqueda en Google Académico usando la consulta “*modelos de madurez*+*software*+*Colombia*”, obtenemos fácilmente más de 20 resultados específicos para las compañías de tecnología y desarrollo de software. Dichos estudios provienen no solo de las principales ciudades como Bogotá, sino también de otras regiones que son centros de operaciones para empresas de desarrollo de aplicaciones, como el Eje Cafetero y Medellín.

Dentro de estos estudios académicos, es notable la investigación realizada por (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019), que revela que las MIPYMES de software en Colombia a menudo carecen de procedimientos bien definidos. Aunque estas empresas utilizan algunas técnicas, en general, no se alinean con ninguna metodología formal. Esta observación es respaldada por las investigaciones adicionales de (Nemojón Puentes, 2021), que también enfatiza la falta de procesos formales en la gestión de proyectos de las PYMES en Colombia. Sin embargo, es notorio que las metodologías ágiles y los

enfoques iterativos han ganado popularidad en la industria del software, al permitir una adaptabilidad en el cambio una rápida entrega de valor, además estas ventajas también llaman la atención de otras industrias y no exclusivamente el desarrollo de software.

A pesar de la popularidad de las prácticas ágiles, estudios regionales, como los realizados en Villavicencio por (Díaz Álvarez, 2019), en donde se evaluaron empresas utilizando el modelo Agile Roadmap, revelan que su implementación aún se encuentra en niveles medios y bajos, lo que sugiere un proceso de transformación en curso hacia la agilidad. Esta falta de madurez ha llevado a investigadores como (Pardo et al., 2020) a proponer modelos para la adopción de metodologías ágiles como Scrum, con el fin de evaluar su grado de implementación y reducir la ambigüedad durante su aplicación.

Es importante señalar que la madurez en la gestión de proyectos no se limita solo al sector del software, sino que también se aplica a otros sectores industriales, tanto privados como públicos. En este contexto, autores como (Gómez-Cano & Sánchez-Castillo, 2021) sostienen que un adecuado nivel de madurez en la gerencia de proyectos puede facilitar el éxito de estos y traer consigo una serie de beneficios adicionales que se reflejan en procesos efectivos. Los autores analizaron una organización y sus deficiencias en la cultura de proyectos, identificando debilidades en diferentes áreas estratégicas, incluyendo tiempo, alcance, costos y riesgos.

De los casos de estudio mencionados anteriormente, al evaluar la madurez, se descubre la falta de formalidades en los procesos para construir software, especialmente en las micro y pequeñas empresas. Las grandes compañías, por otro lado, tienen modelos y procedimientos bien definidos. (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019) resaltan que

las metodologías ágiles, cuando están formalmente especificadas, se adaptan con facilidad a equipos de trabajo medianos o grandes, presentando un desafío para los equipos pequeños en los cuales las demandas pueden ser más intensas y difíciles de seguir. Para los equipos pequeños, es crucial contar con enfoques metodológicos que les permitan ser ágiles y eficientes, sin la necesidad de recurrir a prácticas que agoten sus esfuerzos.

Por otro lado, algunos estudios como el de (Rincón Cangrejo, 2019) proponen que las buenas prácticas del PMI son un excelente punto de partida para el seguimiento de los proyectos de software, pero también sugiere que es útil ajustarlas a la industria y empresa específica. Los procesos de mejora continua son de vital importancia debido al rápido crecimiento y actualización de las tecnologías de la información. Esto plantea un desafío para las empresas proveedoras de estos servicios para mantenerse al día e innovar. Por lo tanto, es crucial que las organizaciones tengan un plan de mejora continua que tenga en cuenta los factores actuales y las tendencias cambiantes en el entorno para evitar caer en fallas.

Entre los modelos de madurez para proyectos más populares se encuentran el OPM3, PMMM o KPM3, PM2 The Berkeley PMPMM, MPCM, P2M, P3M3 (Rodríguez Otero & Gómez Ortiz, 2021) Cubo de Madurez de una PMO, CMMI, PMMM (PM solutions), CP3M, MCPM, KP3M, OPM3 (Arbeláez Osorio et al., 2020). A continuación, en la Tabla 3 se relacionan algunos modelos con su acrónimo, nombre y autor.

Tabla 3. Modelos de Madurez en Proyectos (Enfoques Predictivos). Fuentes: (Rodríguez Otero & Gómez Ortiz, 2021), (Arbeláez Osorio et al., 2020).

Acrónimo	Nombre	Autor
OPM3	Organizational Project Management Maturity Model	PMI
PM3MM/KPM3	Project Management Maturity Model	Harold Kerzner
PM2	The Berkeley Project Management Process Maturity Model	Berkeley
MPCM	Maturity by Project Category Model / Darci Prado	Darci Prado
P2M	Program & Project Management for enterprise Innovation	ENAA
P3M3	Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model	Oficina de Comercio UK
CMMI	Capability Maturity Model Integration	ISACA
CP3M	Colombian Project Management Maturity Model	Leonardo Solarte y Luis Sánchez
PM3MM	Project Management Maturity Model	Kent Crawford
-	PMO Maturity Cube	PMI

Asimismo, los investigadores buscan determinar los modelos más apropiados dependiendo de la empresa evaluada o el sector en cuestión, siendo muy interesante que la mayoría de las empresas de software optan por aplicar el modelo CMMI, y algunas incluso logran certificarse en sus diferentes niveles. La calidad es un componente esencial al considerar modelos de madurez y metodologías de proyectos; para construir aplicaciones que satisfagan los requerimientos, es necesario contar con metodologías y marcos de trabajo que encaminen a programadores, directores de proyecto, diseñadores y analistas a lo largo de todo el ciclo de vida del software, siempre respaldado por el compromiso de garantizar la calidad de los procesos utilizados en su desarrollo y mantenimiento.

Aunque muchas empresas implementan el CMMI con la meta de asegurar eficiencia en sus procesos y mayor calidad en sus productos, solo unas pocas logran alcanzar el nivel más alto. Este hito requiere una participación total y un compromiso significativo por parte de la gerencia para establecer marcos de trabajo, factores que a menudo hacen que las compañías se estanquen y no utilicen al máximo sus capacidades (Lasso Cardona et al., 2020).

El modelo de Harold Kerzner, PMMM, también ha sido objeto de amplios estudios, conocido por su aplicabilidad en las PYMES. Para identificar la maduración, las capacidades de la empresa son evaluadas frente a un estándar basado en las buenas prácticas en gestión de proyectos. Para implementarlo con éxito, se sugiere primero medir el perfil de madurez actual de la compañía para definir el alcance y nivel de profundización que se propone. Sin tener en cuenta la forma de desarrollo, se podría desarrollar un modelo que no responde a las necesidades de la empresa. Considerando estos factores, no solo se establece una hoja de ruta que garantizará el éxito de las iniciativas, sino que también facilita la superación de los niveles de madurez, el fomento de la mejora continua y una comprensión más profunda de la gestión de proyectos (Cabrera Ortiz, 2019).

De hecho, la mayoría de las empresas llevan a cabo proyectos para su beneficio dentro de su propia cultura organizacional. Algunas investigaciones como (Higuera, 2019), llegan a la conclusión similar de que el éxito en la aplicación de un modelo de madurez radica en generar un ambiente de mejora continua donde se puedan recopilar

lecciones aprendidas e identificar buenas prácticas en la gestión de proyectos. Sin embargo, es importante destacar que no todos los modelos son aplicables a las PYMES.

Otros investigadores, por su parte, se enfocan en áreas específicas del ciclo de desarrollo del software, comenzando por la gestión de requisitos, la mayoría de los proyectos de software, están en organizaciones unipersonales o MIPYMES, que en gran medida evitan seguir estándares o metodologías aceptadas y reconocidas mundialmente, por estas razones aumentan las estadísticas de iniciativas fracasadas (Peláez Valencia et al., 2019).

Por estas razones se han planteado instrumentos para ayudar a las PYMES con la gerencia de proyectos y sus buenas prácticas en software. (Garcia et al., 2017) se centran en la gestión de riesgos, con técnicas como el catálogo de amenazas, taxonomía de riesgos, y su categorización, documentación de las lecciones aprendidas y procesos de valoración y análisis de escenario para los riesgos. Sin embargo, para aplicar modelos de madurez como CMMI, ISO-12207, ISO-15504, se requiere adaptarlos según el tamaño y el tipo de negocio.

Otros estudios hacen énfasis en los diferentes retos y falencias para implementar modelos de madurez, la informalidad, la baja adopción tecnológica, falta de financiamiento o factores económicos; debido a que alcanzar niveles altos de madurez requiere también de inversión de los recursos y colaboradores, como el entrenamiento y los instrumentos que se usan para generar un conocimiento previo. Igualmente, se evidencia que la poca implantación de metodologías o buenas prácticas, influyen en el fracaso de la ejecución de proyectos que no finalizan, tiempos de desarrollo prolongados

y bajos niveles de calidad; en contraste, se presenta oposición al cambio en la implementación de alguna metodología. En cuanto al uso de modelos ágiles el principal impedimento es la cultura interna de la organización ya que en su mayoría presentan resistencia para su utilización.

Además, plantean que las PYMES deberían empezar por un modelo similar al MGI (Modelo de Gestión Integrado), presentado por (Peña Forero, 2015), este presenta estructuras y lineamientos del Software Engineering Institute SEI, luego escala a procesos más robustos como el BPMM o el CMMI. Cabe resaltar que el uso del CMMI se ha dado en grandes compañías en todo el mundo, obteniendo resultados positivos en la mejora de la calidad de los procedimientos y los productos, en la gestión de presupuestos y en la satisfacción del cliente. Sin embargo, implementar estas estrategias requiere inversiones altas en costos y tiempo que muchas MIPYMES no pueden asumir.

Por ello, se buscan alternativas para tener una implementación ligera, siendo posible combinar metodologías ágiles SCRUM y modelos de madurez de capacidades CMMI, esta integración se logra mediante el entendimiento de las actividades, roles y productos de SCRUM y la estructura y áreas de proceso de CMMI, permitiendo su aplicación en compañías de diferentes tamaños (Pedroza Barrios, 2013). En adición a esto, el CMMI también se ha visto complementado con el OPM3 para ayudar al éxito en las organizaciones, así el OPM3 puede dar valor agregado al CMMI; los dos modelos cubren los aspectos identificados como críticos dentro de la gestión de proyectos de las empresas desarrolladoras de software (Hernández Arbeláez & Beltrán Romero, 2011).

En la continua búsqueda de optimización, investigaciones recientes sugieren la incorporación de enfoques pertenecientes a modelos como CP3M, P3M3, y el OPM3. Facilitando el diseño de una estructura integral, sin restricciones a esquemas propietarios, que permite evaluar el estado de madurez de empresas de distintas dimensiones a través de un instrumento conformado por 40 indicadores enmarcados en 17 factores (Cuadros López et al., 2018).

Por otra parte, en el ámbito internacional la atención se centra en AMM (Agile Maturity Model), e interesantemente en algunas tendencias nacientes como el green software development donde se enfocan en producir aplicaciones con el uso eficiente de la computación y energía. De este último enfoque, surge el Green-Agile Maturity Model (GAMM), para que las organizaciones que buscan este objetivo puedan tener una ruta de mejora sostenible y eficiente (Rashid et al., 2021).

Como parte de este panorama dinámico, encontramos comparaciones para estos modelos ágiles de madurez donde los investigadores buscan el modelo que se ajusta a sus necesidades para mejorar en la adopción de agilidad y sus metodologías, en esta línea, identificaron un modelo que se basa en la mejora y enfocado a resultados. Dicho modelo se centra en la agilidad, pero usa al CMMI como modelo base (Schmitt et al., 2019).

Finalmente se ha concluido que, los modelos de madurez también tienen desafíos que deben ser explorados por las organizaciones para implementarlos de la mejor manera y optimizar sus beneficios, por lo tanto, se ha encontrado de que el uso de diferentes herramientas de evaluación de maduración produce diferentes resultados en la misma compañía y además hay modelos que requieren habilidades especializadas por su

complejidad, por esto también se necesita que los modelos propuestos tenga una guía clara de su implementación con sus pasos bien definidos (Akinpelu et al., 2021).

En relación con las metodologías de investigación utilizadas en trabajos similares entre el 2018 y el 2022 en Colombia en su mayoría son de enfoque cualitativo, utilizando revisiones bibliográficas, encuestas y grupos focales; para las cuantitativas y mixtas se realizan análisis de datos y planteamientos de hipótesis. Estas características se encuentran las investigaciones de (Cuadros López et al., 2018), (Rincón Cangrejo, 2019), (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019), entre otros. Podemos evidenciar en la Figura 15 la cantidad de investigaciones de cada metodología, tomadas por los autores de acuerdo con su enfoque principal de investigación.

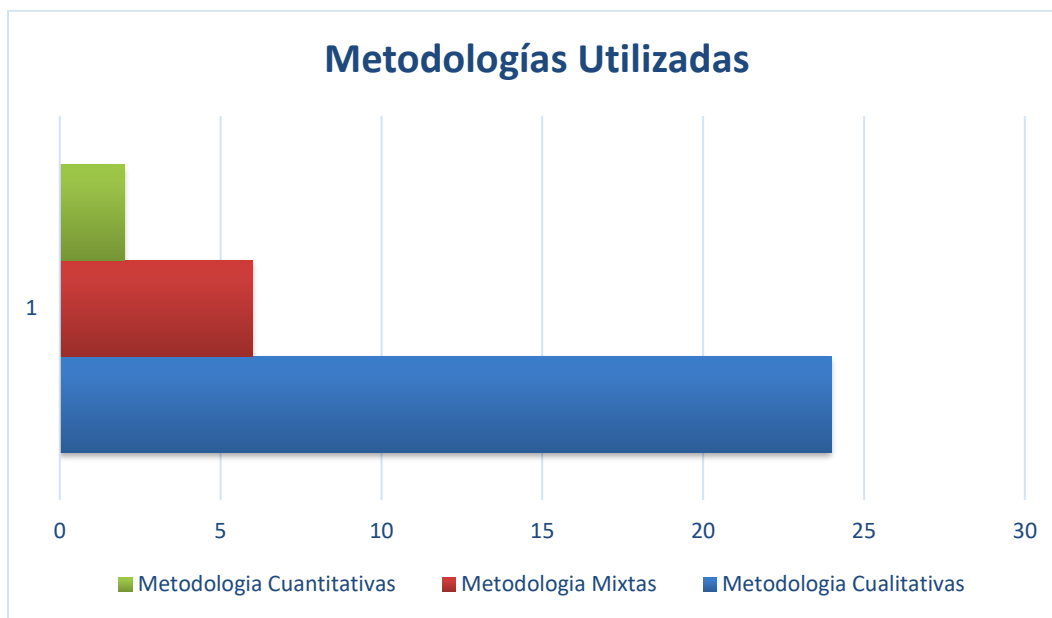


Figura 15. Metodologías Utilizadas en investigaciones similares. Elaboración Propia

Capítulo 2

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Contexto organizacional

Las MIPYMES colombianas desarrolladores de software tienen una gran contribución en la economía del país, sin embargo, de acuerdo con los estudios realizados estas se caracterizan por tener poca planeación o usar métodos no tan claros, y procesos desorganizados o poco formalizados. Normalmente este grupo se compone por empresas unipersonales, o sociedades de acciones simplificadas SAS. Además, la mayoría no siguen estándares o metodologías aceptadas y reconocidas mundialmente, debido a su desconocimiento o poca importancia dada por los gerentes y dueños de negocio, debido a lo anterior, aumentan las estadísticas de iniciativas fracasadas (Peláez Valencia et al., 2019).

Adicionalmente, en investigaciones como la de (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019) y otras similares, se identificó que las empresas cuentan con planeación estratégica, hablando de las PYMES, cuentan con misión, visión y objetivos, sin embargo, en cuanto a la gestión de los proyectos no se usan metodologías formales, se utilizan herramientas y buenas prácticas de estas más no se formalizan, por ejemplo, las dailys no están programadas para la misma hora, no hay retrospectivas. Así estas organizaciones empiezan a incumplir con los plazos acordados, a veces también se saltan las pruebas, o simplemente no tienen establecidos los métodos de pruebas.

Finalmente, la mayoría al ser empresas familiares, la toma de decisiones se centra en pocas personas, normalmente en los socios y la medición de objetivos o planteamiento

de estos puede ser poca o no ir acorde a la situación de los colaboradores. Cabe resaltar que esta información no es compartida con los empleados para generar un foco o valores para llegar a la meta propuesta tal y como lo proponen algunas metodologías con el valor de la transparencia.

Situación problema

Analizando los problemas más comunes en las MIPYMES, no solo en las de software, se encuentran diferentes causas para un problema en común que es la insatisfacción del cliente y la baja competitividad. Lo podemos observar en la Figura 16 y en la Figura 17, donde se analizó información de una MIPYME. Además, estos problemas se han identificado de los estudios que han realizado a empresas de software como (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019), entre otros citados en esta investigación y el análisis de una microempresa de desarrollo de software.

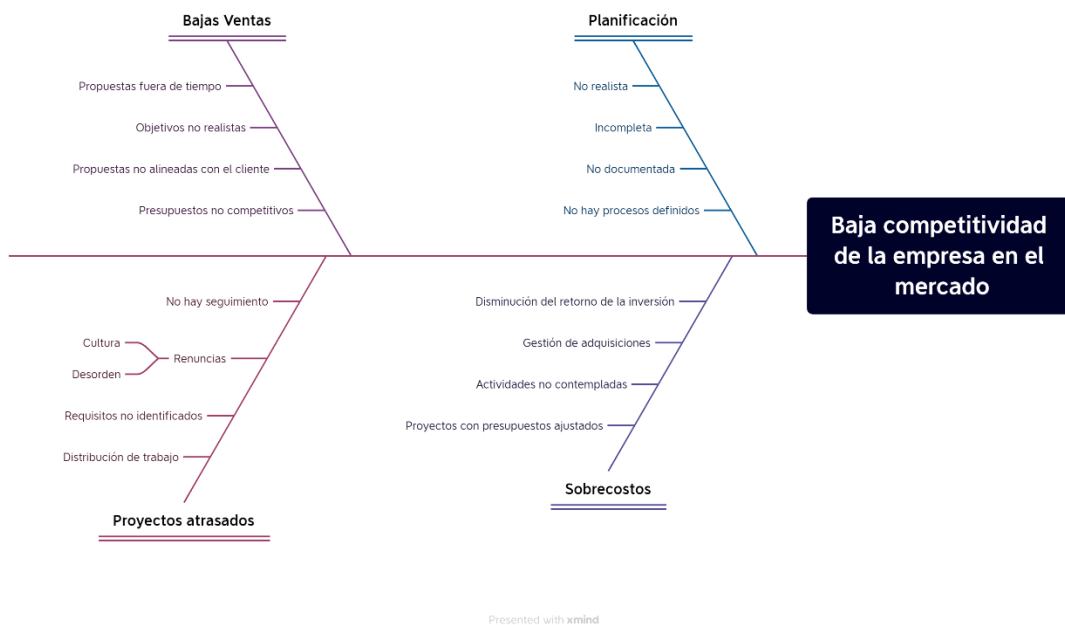


Figura 16. Causas comunes de baja competitividad. Elaboración propia

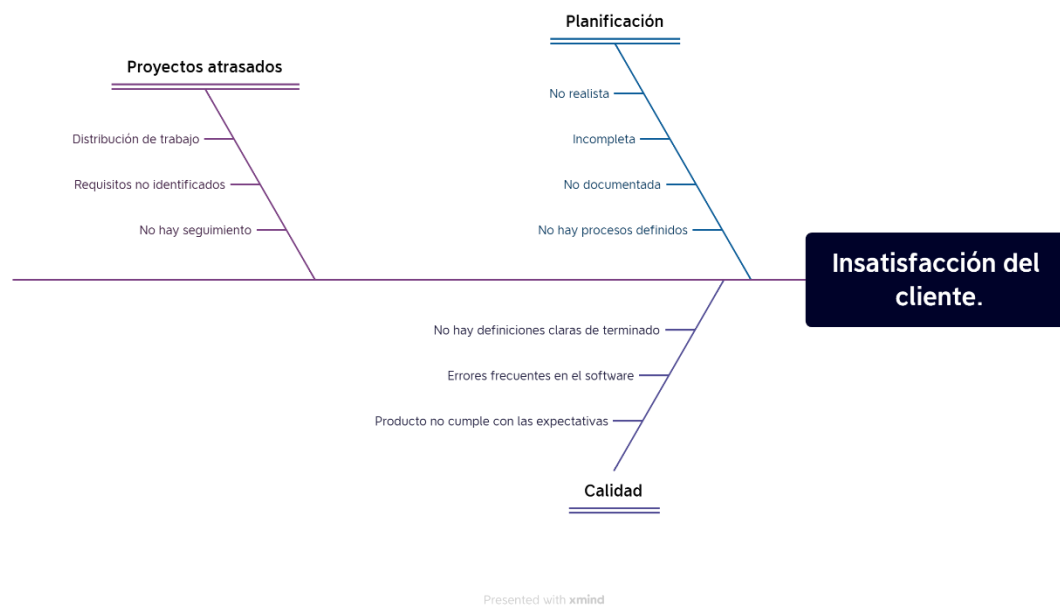


Figura 17. Causas comunes de insatisfacción del cliente. Elaboración propia

Adicionalmente, realizando una entrevista en una microempresa de desarrollo de software registrada en la ciudad de Bogotá, la cual esta proyectizada y de acuerdo con el volumen de trabajo contrata sus colaboradores, no tiene plantilla fija, se encontraron sus fallas más comunes (J. Aragón, comunicación personal, noviembre del 2022), se presenta esta información en la Figura 18 que se observa a continuación. Estos datos fueron tomados de los últimos 2 años en los que se ejecutaron 2 proyectos, es decir que la capacidad de respuesta ante nuevas iniciativas tampoco se encuentra desarrollada.

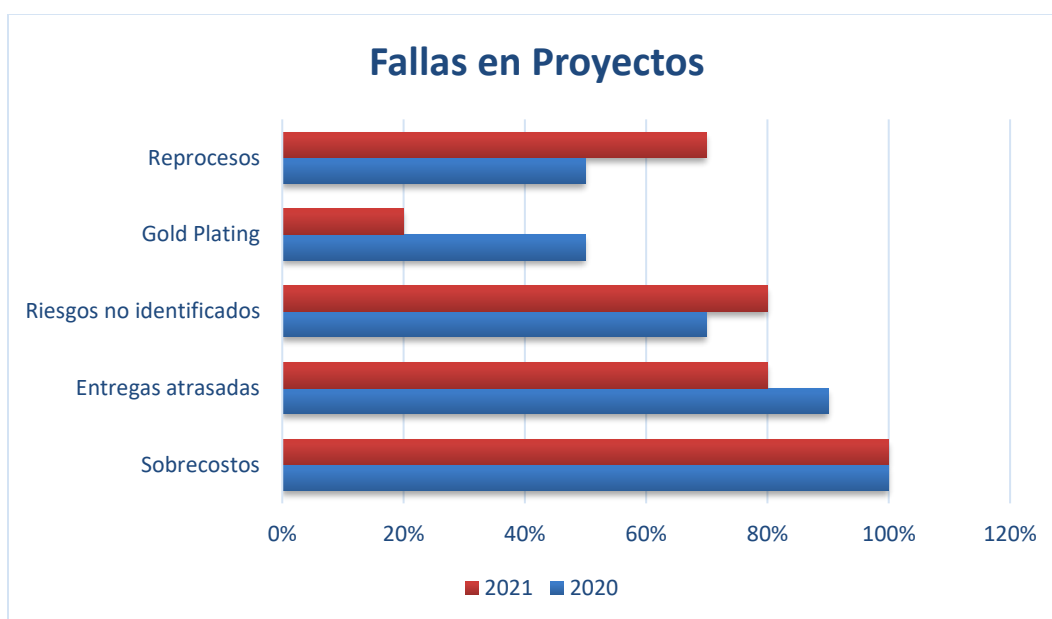


Figura 18. Fallas comunes en los proyectos de una compañía. Elaboración propia.

Justificación del proyecto

Los estudios de modelos de madurez en gerencia de proyectos y aplicación de metodologías mencionan beneficios como entregas consistentes en los proyectos, formas fáciles de identificar problemas, incrementar la productividad, entre otros. (Loaiza, 2020) basándose en The CHAOS Report, sostiene que los proyectos ágiles tienen una mayor

probabilidad de éxito en comparación con los proyectos en cascada. Esta ventaja se debe a que los métodos predictivos no se adaptan adecuadamente a las iniciativas tecnológicas en contextos de alta incertidumbre y complejidad, terrenos donde la agilidad sobresale gracias a su habilidad para adaptarse y manejar el cambio constante. Además, el informe divide las tasas de éxito y fracaso en función del tamaño del proyecto y la metodología o marco de trabajo empleado, como se puede apreciar en la Figura 19.

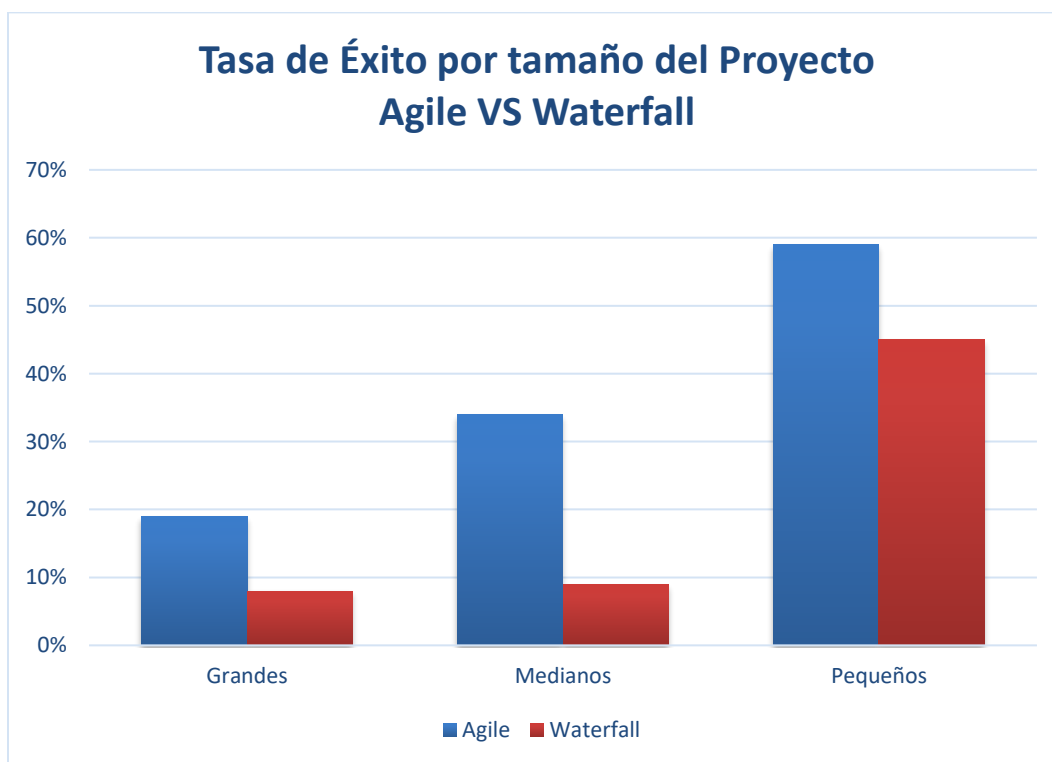


Figura 19. Tasa de Éxito por tamaño del Proyecto. Fuente: (Loaiza, 2020)

Adicionalmente, usar una metodología definida mejora el éxito en los proyectos, sea Agile o Tradicional, esto lo podemos observar en la comparación del reporte ya que a través de los años las iniciativas exitosas han aumentado (en 1994 16%, en 2020 31%), así implementar guías y hojas de ruta para evaluar la maduración de la organización

frente a estos métodos, brinda beneficios notables. Las empresas que han implementado modelos de madurez mencionan que, al seguir los niveles, buenas prácticas y recomendaciones como CMMI logran obtener mejoras en sus procesos, por otra parte, algunos autores desarrollan estructuras compartidas entre el CMMI y SCRUM. Allí se pueden constituir mejoras en los procedimientos y productividad de la empresa (Ruata et al., 2009). Además, estos permiten realizar un benchmarking de las mejores prácticas de gerencia de proyectos y también reconocer la manera de recorrer un proceso de mejoramiento apropiando las prácticas más ampliamente utilizadas (Higuera, 2019).

Finalmente, se desarrolla una hoja de ruta como instrumento de valor para las MIPYMES colombianas, permitiendo determinar áreas que requieren mejora para emprender acciones y establecer la meta de construir y entregar proyectos exitosos. Se espera aumentar los beneficios obtenidos desde las iniciativas y la satisfacción de los clientes para que sea más probable que se conviertan clientes habituales.

Pregunta de investigación

¿Cómo realizar un proceso organizado para diagnosticar el estado inicial de las organizaciones MIPYME del sector software en Colombia, en la gestión de proyectos, y generar una hoja de ruta para guiar su constante maduración?

Objetivo general

Diseñar un mapa de ruta genérico, que sirva como guía metodológica a las organizaciones MIPYME del sector software en Colombia, en la constante evolución del proceso de maduración en la gestión de proyectos.

Objetivos específicos

1. Identificar modelos de madurez en la gestión de proyectos que apliquen a las organizaciones objeto de esta investigación.
2. Definir con base en modelos de madurez en gestión de proyectos existentes, aplicables a las organizaciones que desarrollan software, una guía que les permita evaluar constantemente su nivel de madurez.
3. Diseñar la hoja de ruta como instrumento facilitador para la gestión de la maduración continua en el desarrollo de proyectos en empresas MIPYME del sector software.

Capítulo 3

MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Enfoque y diseño del estudio

El actual trabajo de investigación usa un enfoque cualitativo con un diseño de estudio de caso, que se utiliza en muchas disciplinas para entender características desde la perspectiva de los actores involucrados. Este enfoque se basa en la comprensión de los significados, las experiencias subjetivas de los participantes y genera conceptos a partir de los datos recogidos.

Uno de los autores más reconocidos en el ámbito de la investigación cualitativa es Robert Stake, quien define el estudio de caso como "un diseño de investigación en el que el investigador explorará un fenómeno dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no están claramente definidos" (Stake, 1995).

Otro autor relevante es (R. K. Yin, 2013), quien afirma que el estudio de caso es apropiado cuando se busca responder preguntas del tipo "¿por qué?" y "¿cómo?" en lugar de preguntas del tipo "¿cuánto?" o "¿con qué frecuencia?". El enfoque del estudio de caso es adecuado para investigar temas que no pueden ser manipulados o controlados en un experimento, y es especialmente útil en contextos donde la intervención del investigador puede ser limitada o imposible.

El enfoque cualitativo se caracteriza por la flexibilidad en la recopilación y el análisis de datos. Los métodos de recopilación de datos pueden incluir entrevistas, observación participante y documentos, y los datos pueden analizarse mediante técnicas como el análisis temático o el análisis de contenido. Los investigadores que adoptan este enfoque también tienden a enfatizar la validación de los resultados a través de la triangulación, que implica la comparación de los hallazgos de diferentes fuentes y métodos.

En resumen, la elección de un enfoque cualitativo con diseño de estudio de caso para esta investigación es apropiada ya que se busca generar una hoja de ruta, como instrumento, para el proceso de maduración en gerencia de proyectos para MIPYMES en el sector software, por lo que se quiere explorar las experiencias y significados subjetivos de los participantes.

Población y muestra

La población se define como "el conjunto completo de elementos, individuos, objetos o eventos que tienen una o más características en común que se estudian o analizan" (APA, 2020).

Por otro lado, la muestra se define como "un subconjunto de la población que se selecciona para participar en un estudio o análisis" (APA, 2020).



Figura 20. Población. Fuente: Elaboración Propia

Respecto a la muestra, para este estudio se ha recurrido a una selección intencional, también referida como de conveniencia. Conforme a lo indicado por (Creswell, 2017), este tipo de muestreo implica la elección deliberada de casos o sujetos que sean particularmente pertinentes para el propósito de la investigación. En este caso, se selecciona una microempresa de desarrollo de software, la cual está registrada como sociedad por acciones simplificada (SAS) en la cámara de comercio de Bogotá, esta empresa tiene dos trabajadores de planta, que corresponden a los fundadores, y los demás

colaboradores se contratan de acuerdo con la demanda de proyectos; cuentan con misión y visión, sin embargo, baja planeación y se resalta que su cultura organizacional está enfocada a ser horizontal, es decir, enfocándose en un diseño orgánico. En la microempresa se tenía acceso a su fundador y otras personas que trabajan en MIPYMES en Colombia. La muestra seleccionada para este estudio comprende a los fundadores de la microempresa y a los colaboradores que han participado en el desarrollo de proyectos, incluyendo a desarrolladores, auxiliares administrativos, y otros roles que se desempeñan en un proyecto. Actualmente, dichos colaboradores se han integrado en empresas del mismo sector, pero de distinto tamaño, como las pequeñas y medianas empresas, proporcionando un espectro diverso de experiencias en MIPYMES, estas personas son contactos profesionales del investigador. Para esta investigación se invitaron 20 personas para responder las encuestas, sin embargo, solo se obtuvo una muestra de 10 individuos que respondieron el formulario y 3 personas disponibles para realizar entrevistas, cabe aclarar que ninguna persona de las invitadas trabaja en la misma empresa, lo cual representa 10 empresas diferentes.

Cronograma

A continuación, en la Tabla 4 se encuentra el cronograma de este estudio con las actividades principales.

Tabla 4. Cronograma para el estudio. Fuente: Elaboración Propia

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Revisión de literatura y marco teórico						
Definición de objetivos y preguntas de investigación						
Selección de participantes y obtención de consentimientos						
Recopilación de datos (entrevistas, observaciones)						
Análisis de datos (codificación, categorización)						

Redacción de informe preliminar						
Revisión y edición del informe final						

Técnicas e instrumentos

A continuación, se presentan algunas técnicas e instrumentos utilizados en una investigación cualitativa de estudio de caso:

Cuestionarios: son un tipo de instrumento de investigación que se utiliza para recopilar datos a través de preguntas estandarizadas que se presentan por escrito a los participantes. Estas preguntas pueden ser abiertas o cerradas, y están diseñadas para medir variables específicas relacionadas con el tema de investigación.

Los cuestionarios pueden ser una herramienta valiosa en la investigación, ya que permiten a los investigadores recopilar datos de grandes grupos de personas de manera rápida y eficiente. Además, los cuestionarios pueden ser autoadministrados por los participantes, lo que permite a los investigadores obtener datos de manera más objetiva y reducir el sesgo del investigador. (Creswell, 2017)

Entrevistas: Es una técnica en la cual se busca recopilar información sobre las experiencias, opiniones y percepciones de los participantes. Para diseñar una entrevista, se debe tener en cuenta el tema de investigación y los objetivos, así como preparar preguntas abiertas y cerradas. La validación de las entrevistas se puede realizar mediante

la triangulación, es decir, comparando los resultados con otras fuentes de datos (Denzin & Lincoln, 2018).

Observación: Es una técnica que consiste en observar y registrar los comportamientos y acciones de los participantes. Para diseñar una observación, se debe seleccionar el lugar y momento adecuado, establecer un sistema de categorización y desarrollar una guía de observación. La validación de la observación se puede realizar mediante la triangulación y la revisión por parte de otros investigadores (Creswell & Poth, 2017).

Análisis de documentos: Es una técnica que consiste en recopilar y analizar documentos relevantes para el estudio de caso, como informes, actas, registros y otros documentos escritos. Para diseñar el análisis de documentos, se debe identificar los documentos necesarios y definir las variables a analizar. La validación se puede realizar mediante la triangulación y la revisión por parte de otros investigadores (Miles et al., 2019).

Grupos focales: Es una técnica en la cual se reúne a un grupo de participantes para discutir un tema específico en profundidad. Para diseñar un grupo focal, se debe seleccionar a los participantes adecuados, definir el tema y preparar preguntas abiertas y cerradas. La validación se puede realizar mediante la triangulación y la revisión por parte de otros investigadores (Krueger & Casey, 2014).

Diario de campo: Es un instrumento en el cual el investigador registra sus observaciones, reflexiones y pensamientos durante el proceso de investigación. Para diseñar un diario de campo, se debe establecer un formato, registrar las observaciones y

reflexiones diarias y mantenerlo actualizado. La validación se puede realizar mediante la revisión por parte de otros investigadores (Saldana, 2021).

Para esta investigación se utilizarán las siguientes técnicas e instrumentos:

- Cuestionarios, contruidos para evaluar la madurez de proyectos con los niveles del modelo AMM de (Patel & Ramachandran, 2009), las preguntas se han ajustado de acuerdo con cada nivel, la aplicación de este es por medio de Google forms.
- Entrevistas, semiestructurada para identificar las prácticas para la gestión de los proyectos a nivel organizacional y contrastar los resultados de los cuestionarios con la realidad.

Consideraciones éticas

Como consideraciones esta investigación respeta los derechos y la privacidad de los participantes, asegurándose de que el consentimiento sea informado y libremente dado, y protegiendo la confidencialidad de la información recopilada. Las siguientes son las consideraciones éticas clave para tener en cuenta:

Consentimiento informado: Los participantes deben ser informados sobre los objetivos de la investigación y dar su consentimiento de forma voluntaria e informada (APA, 2017).

Privacidad y confidencialidad: Los investigadores deben garantizar la protección de la privacidad y la confidencialidad de los datos de los participantes (Creswell, 2017).

Beneficencia: Los investigadores deben asegurarse de que la investigación sea beneficiosa para los participantes y no cause daño (National Institutes of Health, 2018).

No maleficencia: Los investigadores deben evitar cualquier daño o sufrimiento que pueda resultar de la investigación (Bryman, 2016).

Respeto por la dignidad de los participantes: Los investigadores deben respetar la dignidad y los derechos de los participantes y evitar cualquier forma de discriminación (APA, 2017).

Conflicto de intereses: Los investigadores deben evitar cualquier conflicto de intereses que pueda comprometer la objetividad de la investigación o poner en riesgo a los participantes (National Institutes of Health, 2018).

Capítulo 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

En las entrevistas realizadas se habla de dos categorías de análisis, Madurez en proyectos y Problemas de gestión de proyectos. Partiendo de la Figura 21 el análisis para la madurez en proyectos, se utilizó el código de metodologías, se observa que los entrevistados hablaron de metodologías, no muy bien definidas o nulas, pero se citaron un 78.3%, lo cual muestra que hay conocimiento en ciertos procesos, funciones de metodologías, lenguaje de proyectos, algunas herramientas como los tableros de historias de usuario para el seguimiento al proyecto, cronogramas, entre otros. Sin embargo, existe un margen de mejora en la estandarización y formalización de estas metodologías, ya que se llevan de una forma desordenada y no se usan en rigor todas las herramientas que estas poseen que pueden contribuir a mejorar la gestión de las organizaciones en las iniciativas.

El otro Código es el entrenamiento, donde se encontró que se cita el 21.7% en las entrevistas, y de acuerdo con lo expuesto, son organizaciones que consideran, buscan o les gustaría entrenar a sus equipos en gestión de proyectos. Este es un área que puede requerir más atención, ya que el entrenamiento adecuado puede mejorar la eficiencia y el éxito del proyecto.

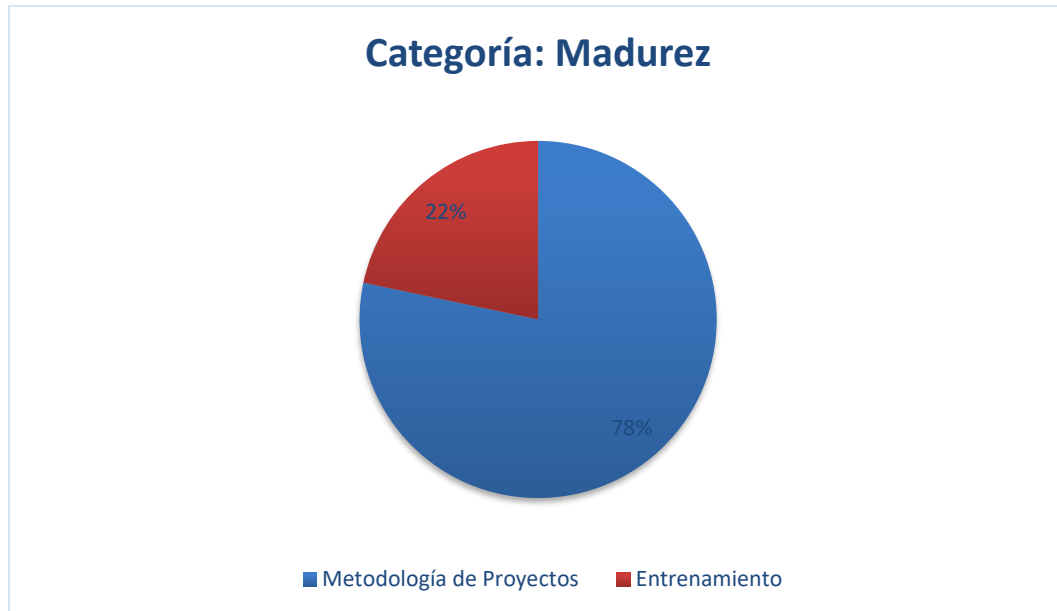


Figura 21. Madurez. Fuente: Elaboración Propia

También se fijó una categoría sobre los problemas o dolores de estas organizaciones, como se observa en la Figura 22, en cuanto a los problemas identificados en la gestión de proyectos, la falta de una metodología formal o consistente fue citada por un 52.6% de los entrevistados. Esto está en línea con nuestros hallazgos de madurez del proyecto y subraya la necesidad de una mejor definición y estandarización de las metodologías de proyecto.

El 26.3% mencionó problemas con los cronogramas, incluyendo retrasos y problemas con la entrega puntual, lo que señala dificultades en la planificación y gestión del tiempo.

Por otro lado, los problemas de alcance y costos fueron mencionados por un 10.5% y un 5.3% respectivamente, indicando que las tareas y los entregables necesarios

para completar los proyectos no siempre están bien definidos, y que hay incidencias de costos adicionales debido a reprocesos y retrasos.

Finalmente, un 5% de los entrevistados mencionó problemas con la satisfacción del cliente, lo que sugiere que hay un espacio para mejorar en cómo se entregan las soluciones y cómo se gestionan las expectativas del cliente, ya que está estrechamente relacionado con el orden de la organización y sus buenas prácticas.

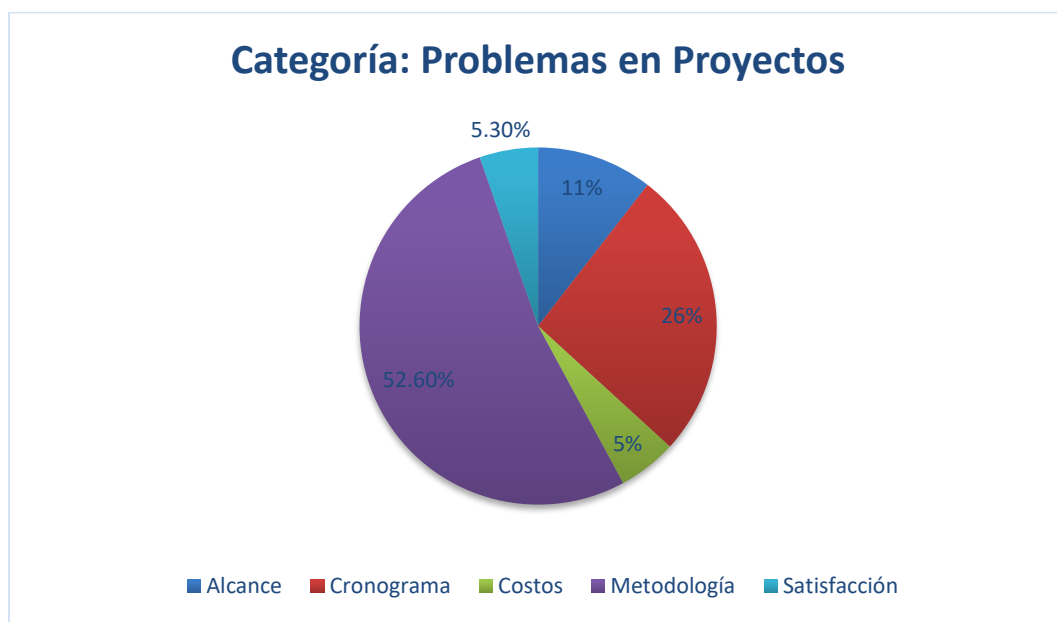


Figura 22. Problemas en Proyectos. Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se invitaron a 20 personas, cada una de empresas diferentes, de las cuales 10 respondieron el cuestionario, estos cuestionarios⁴ se desarrollaron en línea con el modelo de madurez de agilidad AMM por sus siglas en inglés, desarrollado por (Patel

⁴ Ver: Anexo C. Instrumentos para medir la madurez basados en AMM.

& Ramachandran, 2009), este modelo define cinco niveles, donde no solo se habla de gestión de proyectos sino también de buenas prácticas y calidad de software. Este modelo se escogió porque se alinea a los objetivos del sector de estudio, el cual de acuerdo con los autores consultados se caracteriza por utilizar metodologías ágiles para desarrollar sus proyectos.

Nivel 1. Inicial (No se adapta en absoluto No hay objetivos de mejora del proceso definidos en este nivel no estructurado) Las prácticas o el proceso de desarrollo de software son muy escasos a este nivel y no necesariamente repetibles. Las organizaciones no suelen proporcionar un entorno estable para el desarrollo. La empresa de nivel 1 no tiene definido un proceso ágil de desarrollo de software. Los principales problemas en este nivel están relacionados con los plazos excesivos, los retrasos, la comunicación, la calidad del software y el coste del desarrollo. Estas empresas funcionan a su manera y dependen de personas concretas en lugar de todo el equipo. (Paulk et al., 1995) describen el proceso de software tradicional: el éxito en este nivel depende de “la competencia y la heroicidad de las personas de la organización y no puede repetirse a menos que se asigne a las mismas personas al siguiente proyecto”. Para este nivel se desarrolló un cuestionario enfocado en conocer como estaban en un lenguaje común de proyectos y si tenían alguna metodología o forma de abordar sus proyectos.

Aquí se observó que las organizaciones consistentemente conocen términos asociados a la gestión de proyectos y metodologías ágiles tales como Sprint, backlog, cronograma, entre otros, sin embargo solo el 10% de las organizaciones presentan un proceso definido y consistente para los proyectos, las otras si bien dependen de la persona

a cargo para que decida que realiza al iniciar el proyecto o se enfocan en planificar cada detalle antes de iniciar el trabajo, además solo el 10% declaró que no usa ninguna herramienta para seguimiento de proyectos, el 90% utiliza herramientas como Excel, JIRA, MSProject.

El nivel 2 denota unas prácticas de desarrollo de software más estructuradas y completas que el nivel 1. Las organizaciones con capacidad de nivel 2 experimentaron menos problemas con su proceso de desarrollo de software que sus homólogas de nivel 1.

Los problemas de comunicación y las prácticas de codificación e integración siguen siendo un problema importante, junto con la retención de personal. Técnicamente, las dificultades para las empresas de nivel 2 se centraron en la comunicación (interacción mutua), las normas de codificación, los tiempos excesivos y la satisfacción del cliente.

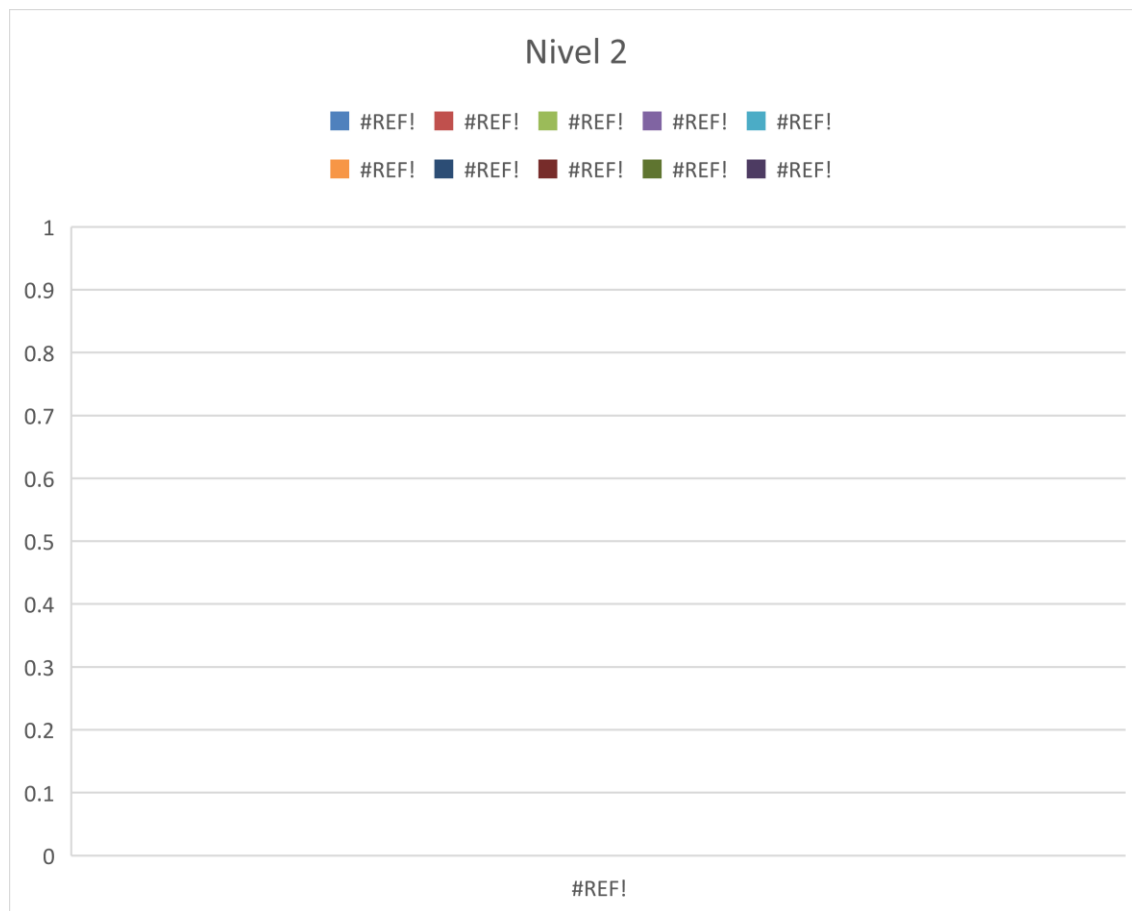


Figura 23. Resultados medición Nivel 2. Fuente: Elaboración Propia

De esta Figura 23 se analiza lo siguiente, enfocándose en las áreas claves de proceso planteadas a continuación.

Planificación del Proyecto: Las calificaciones oscilan entre 2.33 y 5.00, lo que indica una variabilidad en la percepción de la capacidad de planificación de proyectos. Sin embargo, la mayoría de las puntuaciones se encuentran por encima de 3, indicando una percepción de eficacia moderada a alta en esta área. Aquellas empresas con puntuaciones más bajas pueden necesitar revisar y mejorar sus métodos de planificación de proyectos.

Desarrollo por Historias de Usuario (Ingeniería de Requisitos): Aquí, las puntuaciones varían entre 1.33 y 5.00. Este amplio rango sugiere una variabilidad significativa en la percepción de la eficacia del desarrollo de historias de usuario. Es notable que las empresas con puntuaciones más bajas pueden necesitar mejorar la forma en que capturan y trabajan con los requisitos del usuario.

Disponibilidad del Cliente en Sitio: Esta área tiene la mayor variabilidad, con puntuaciones que oscilan entre 1 y 5. Esto puede indicar diferencias significativas en el acceso al cliente o en la efectividad de la colaboración con el cliente entre las diferentes empresas. Las empresas con puntuaciones bajas pueden necesitar trabajar en mejorar la disponibilidad y la colaboración con el cliente.

Introducción a TDD (Desarrollo Guiado por Pruebas): Las puntuaciones para esta área oscilan entre 2 y 5. Algunas empresas parecen estar totalmente de acuerdo en que han adoptado TDD de manera efectiva, mientras que otras no están de acuerdo. Las empresas con puntuaciones bajas pueden necesitar invertir en formación y prácticas para mejorar su eficacia en TDD. En general, los resultados sugieren que hay una variabilidad significativa en las percepciones de la madurez ágil en estas empresas, con algunas áreas, como la Disponibilidad del Cliente en Sitio, que muestran una variabilidad particularmente alta.

El Nivel 3 denota una mayor atención a las prácticas relacionadas con la gestión de las relaciones con los clientes, las entregas frecuentes, la programación en parejas, la comunicación, la codificación, las pruebas y la calidad del software.



Figura 24. Resultados medición Nivel 3. Fuente: Elaboración Propia

Analizando los resultados obtenidos para el Nivel 3 de madurez, se pueden hacer las siguientes observaciones a partir de la Figura 24.

Gestión de Relación con el Cliente: Las puntuaciones varían entre 1.67 y 4.67. Algunas empresas valoran muy bien su capacidad para gestionar las relaciones con los clientes, mientras que otras tienen una puntuación significativamente más baja. Esta variabilidad puede indicar diferencias en el enfoque y la eficacia de la gestión de las relaciones con los clientes entre las empresas.

Entregas Frecuentes: Las puntuaciones oscilan entre 2 y 5, la mayoría de las empresas parecen estar de acuerdo en que realizan entregas frecuentes de manera efectiva. Sin embargo, la Empresa 9, que tiene una puntuación de 2, puede necesitar revisar su proceso de entrega para mejorar su frecuencia y eficiencia.

Programación en Pares: Esta área también presenta una variabilidad significativa, con puntuaciones que oscilan entre 1 y 4.5. La programación en pares es una técnica específica que puede no ser adecuada o efectiva para todas las empresas o todos los proyectos. Aquellas empresas con puntuaciones más bajas pueden necesitar evaluar si la programación en pares podría ser beneficiosa para ellas y, en caso afirmativo, cómo podrían implementarla de manera más efectiva.

Implementación e Interacción: Las puntuaciones en esta área son en general altas, oscilando entre 2 y 5, lo que indica que la mayoría de las empresas perciben una alta eficacia en la implementación y la interacción. Sin embargo, la Empresa 3 con una puntuación de 2 puede necesitar revisar y mejorar sus prácticas en esta área.

Nivel 4, las empresas que se encuentran en este nivel de madurez están en condiciones de recopilar mediciones detalladas del proceso o las prácticas de desarrollo de software y de la calidad del producto; tanto las prácticas como los productos de desarrollo de software se comprenden y controlan cuantitativamente mediante mediciones detalladas.

El nivel mejorado del modelo AMM se centra en la gestión del proyecto, las horas de trabajo, la autoorganización del equipo, la evaluación de riesgos y está más relacionado con el equipo de desarrollo que con el producto en sí. Se trata de un atributo

interno del equipo que no es directamente visible para el cliente. El nivel 4 denota un examen más activo y obligatorio del riesgo y respeto al equipo que va a desarrollar el sistema.

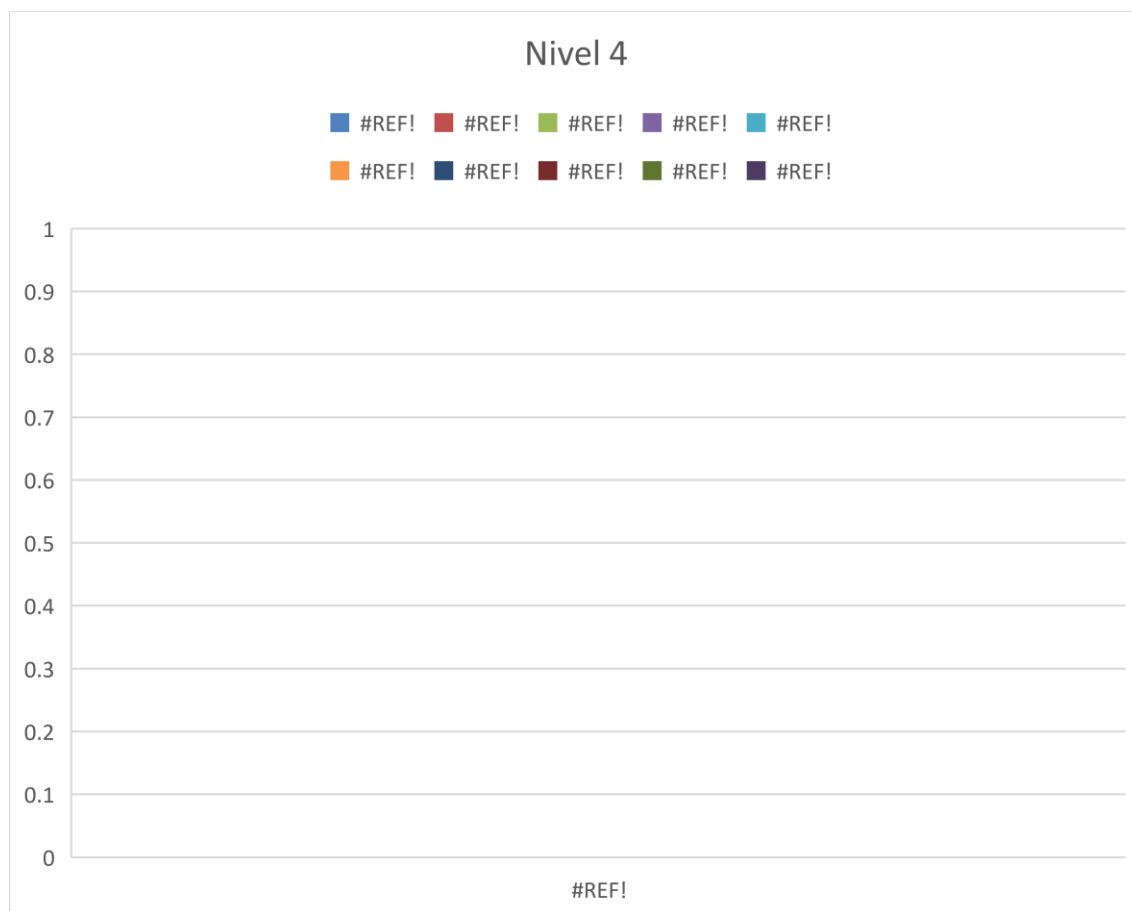


Figura 25. Resultados medición Nivel 4. Fuente: Elaboración Propia

A partir de los datos proporcionados para el Nivel 4 se pueden observar las siguientes tendencias, tomando como referencia la Figura 25.

Gestión de Proyectos: Las calificaciones oscilan entre 1 y 5. Aunque algunas empresas muestran un alto grado de acuerdo con su capacidad para gestionar proyectos de manera efectiva, otras tienen una puntuación notablemente baja. Las empresas con

puntuaciones más bajas pueden necesitar enfocar sus esfuerzos en mejorar la planificación, seguimiento y control de sus proyectos.

Ritmo Sostenible: Las calificaciones varían de 2 a 5. Mientras que algunas empresas están totalmente de acuerdo en que mantienen un ritmo de trabajo sostenible, otras no están de acuerdo con esta afirmación. Aquellas con puntuaciones más bajas pueden necesitar examinar su carga de trabajo y los plazos para garantizar que sean realistas y sostenibles a largo plazo.

Equipos Autoorganizados: Las puntuaciones oscilan entre 2.67 y 5. La mayoría de las empresas parecen estar de acuerdo en que sus equipos son autoorganizados, pero algunas empresas tienen puntuaciones más bajas en esta área. Estas empresas pueden necesitar revisar cómo se forman, se gestionan y se mantienen sus equipos para fomentar la autoorganización.

Evaluación de Riesgos: Las puntuaciones varían significativamente entre 1 y 5. Esto sugiere una variabilidad importante en la percepción de la eficacia de la evaluación de riesgos entre las empresas. Aquellas con puntuaciones más bajas pueden necesitar trabajar en mejorar sus prácticas de identificación y gestión de riesgos.

Nivel 5, las empresas de este nivel mejoran continuamente sus procesos a través de la retroalimentación cuantitativa del proceso y la forma de probar ideas y tecnologías innovadoras. Las empresas que suben del nivel 4 al 5 deben disponer de una gran cantidad de datos métricos para gestionar el curso del proceso.

El nivel maduro de AMM aborda cuestiones de satisfacción del cliente y del desarrollador. Aquí decidimos tener en cuenta no sólo el proceso de software, sino también el resultado obtenido por el equipo.



Figura 26. Resultados medición Nivel 5. Fuente: Elaboración Propia

Examinando los datos proporcionados para el Nivel 5, se pueden observar los siguientes resultados, basándose en la Figura 26.

Planificación del Proyecto: Las calificaciones oscilan entre 2.25 y 3.75, lo cual es una gama bastante estrecha. Esto sugiere que la mayoría de las empresas se encuentran en algún punto medio en términos de su acuerdo con la eficacia de su planificación de

proyectos. No hay ninguna empresa que indique un fuerte desacuerdo (puntuación de 1) o un fuerte acuerdo (puntuación de 5). Este podría ser un área de mejora potencial para todas las empresas en la muestra, ya que la planificación del proyecto es un componente clave para el éxito del desarrollo de software.

Desarrollo de Historias de Usuario (Requisitos): Las calificaciones aquí son un poco más dispersas, variando de 1.5 a 5. Esto sugiere una mayor variabilidad en la percepción de cómo las empresas están manejando el desarrollo de historias de usuario y la gestión de requisitos. Aquellas con puntuaciones más bajas en esta área podrían necesitar examinar su proceso de recopilación y gestión de requisitos, así como su enfoque para la creación de historias de usuario.

Discusión

Como se expuso anteriormente, con base en la muestra de esta investigación se identifica una notoria ausencia de metodología formal en las MIPYMES, corroborando los hallazgos de diversos estudios realizados al respecto, como el de (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019). En la muestra de empresas considerada para este estudio, que engloba micro, pequeñas y medianas empresas, se observa una implementación de prácticas sólidas principalmente en las empresas medianas y algunas pequeñas. No obstante, la carencia de metodologías estructuradas se presenta como un obstáculo común en las entidades micro y pequeñas.

Concretamente, el Nivel 2 del Agile Maturity Model (AMM) resalta dificultades relacionadas con la presencia constante del cliente en el sitio y la adopción de las prácticas del Desarrollo Guiado por Pruebas (TDD). Estos componentes son vitales para

asegurar la alineación del software producido con las demandas del cliente y su evaluación rigurosa para garantizar su calidad.

Avanzando hacia los niveles superiores de madurez, como el 3 y el 4, emergen desafíos vinculados con la gestión de las relaciones con los clientes y la administración de proyectos, así como mantener un ritmo de trabajo sostenible. Esto sugiere que, conforme las empresas crecen y afrontan retos más complejos, enfrentan obstáculos para conservar el ritmo laboral y gestionar de manera eficaz las iniciativas y la interacción con los clientes.

Finalmente, en el Nivel 5 de madurez, se perciben dificultades particulares en la planificación de proyectos y el desarrollo de historias de usuario. La correcta preparación de iniciativas es esencial para asegurar la ejecución oportuna y eficiente de las tareas, mientras que una gestión efectiva de las historias de usuario garantiza que se atiendan adecuadamente las demandas del cliente.

Por tanto, se plantea una hoja de ruta como herramienta guía para las organizaciones. Este recurso permitirá identificar y mostrar las áreas de mejora con relación a los niveles de madurez del AMM, otorgando a las empresas un rumbo claro para mejorar sus procesos y prácticas de gestión de proyectos de desarrollo de software.

Capítulo 5

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Diseño

Para la elaboración de la propuesta investigativa, se analizó la información recopilada que demuestra que, en la industria del software, la adopción de metodologías ágiles generalmente resulta en proyectos exitosos. (Loaiza, 2020) apoyó esta afirmación con datos del CHAOS Report, evidenciando un rendimiento superior en las iniciativas ágiles, tal como se refleja en la Figura 18 que muestra datos distribuidos según el tamaño de las empresas.

Una vez identificados los problemas, como lo vemos en la Figura 22, se seleccionó el modelo propuesto por (Patel & Ramachandran, 2009), ya que aborda metodologías para la gestión de proyectos, calidad en el software, gestión del cliente y otras áreas que son importantes en este sector. Este modelo, que se basa en los niveles de CMMI y se centra en la agilidad y la industria del software, resulta aplicable a este estudio. Propone áreas clave de procesos, abordando temas como la calidad del software, la gestión de la planificación del proyecto y la gestión del cliente en el sitio, entre otros. Estos se pueden revisar más a fondo en el Anexo D.

Se creó una guía detallada y fácil de seguir que incluye sugerencias y buenas prácticas para la identificación, diagnóstico, propuestas de mejora, y gestión del cambio. Asimismo, contempla otros aspectos importantes que una organización debe tener en cuenta al establecer objetivos ambiciosos de mejora y seguir la ruta propuesta en el modelo AMM.

Aplicación de la guía

La implementación de la guía requiere la asignación de un responsable. Este debería ser, preferiblemente, una persona clave que conozca a fondo la empresa o que tenga acceso a los documentos y personas que definen cada proceso que se realiza en la organización. Dependiendo del tamaño de la empresa, este responsable puede ser un rol nuevo o una tarea adicional asignada a un rol existente. Si la empresa tiene gerentes de proyectos, estos podrían tomar la iniciativa para ejecutar el proceso de evaluación y seguimiento, además de proponer las acciones necesarias para mejorar. Esta estructura de implementación es flexible y debe adaptarse al contexto específico de cada organización.

Así se define un perfil sugerido de esta persona:

El responsable de evaluar la maduración de proyectos es un individuo que posee un amplio conocimiento y experiencia en gestión de proyectos. Idealmente, este individuo tendría una comprensión profunda de la empresa y tendría acceso a todos los recursos necesarios para realizar una evaluación precisa. Además de las habilidades técnicas, este papel también requiere habilidades interpersonales fuertes, ya que el responsable tendrá que interactuar con varios departamentos y niveles de gestión dentro de la organización. También se espera que esta persona tenga la capacidad de proponer y dirigir iniciativas de mejora basadas en los resultados de la evaluación.

Capítulo 6

CONCLUSIONES

Esta investigación tuvo como objetivo general, diseñar un mapa de ruta, que sirva como guía metodológica a las organizaciones MIPYME del sector software en Colombia, en la constante evolución del proceso de maduración en la gestión de proyectos.

Para ello, el **primer objetivo específico** consistió en identificar modelos de madurez en la gestión de proyectos que apliquen a las organizaciones objeto de esta investigación, para lograr esto, se realizó una revisión literaria que permitió reconocer los modelos más utilizados en el sector de software y destacar las mejores prácticas.

(Higuera, 2019) cita varios modelos como CMMI, OPM3, CP3M, PMMM, de los cuales el CMMI es frecuentemente implementado para potenciar las habilidades en las compañías de software, siendo reconocido especialmente en grandes empresas. Aunque la adopción de este modelo requiere una inversión significativa, en Colombia, se han promovido iniciativas gubernamentales para fortalecer las MIPYMES, ofreciendo capacitaciones y la posibilidad de certificarse en CMMI (MinTIC, 2014).

Por otro lado, como la agilidad es bastante utilizada para el desarrollo de productos y proyectos en esta industria, tal como lo identifica (Duque Madrid & Solórzano Pardo, 2019), han surgido modelos enfocados en evaluar y fortalecer esta tendencia, tal como el modelo de madurez ágil AMM, el cual basado en el CMMI, plantea capacidades para cada nivel, como evaluarlas y plantear una mejora continua. Otras investigaciones, como la de (A. Yin et al., 2011), también avalan la efectividad de estos modelos de madurez basados en la agilidad. En su estudio, Yin et al. validaron el

Scrum Maturity Model (SMM), estableciendo una hoja de ruta en las organizaciones del sector software.

En síntesis, las empresas están adoptando una variedad de métodos de manera organizada y con evaluaciones constantes, permitiendo identificar brechas y áreas de mejora en la gestión de proyectos. Aunque algunos optan por enfoques más tradicionales como CMM, CMMI, SPICE, otros combinan estas metodologías con enfoques adaptativos como Scrum (Corona et al., 2016).

El **segundo objetivo específico** fue definir con base en modelos de madurez en gestión de proyectos existentes, aplicables a las organizaciones que desarrollan software, una guía que les permita evaluar constantemente su nivel de madurez, Esta guía está diseñada para ser de utilidad a las organizaciones dedicadas al desarrollo de software, proporcionando una herramienta práctica para evaluar continuamente su nivel de madurez.

La guía se fundamentó en diversos estudios previos. (A. Yin et al., 2011), por ejemplo, generaron una guía para evaluar las organizaciones utilizando el Modelo de Madurez Scrum (SMM). De manera similar, (Nemojón Puentes, 2021) propuso una evaluación de la madurez en la gestión de proyectos, construyendo una guía para analizar la madurez de un grupo de empresas.

Además, la utilidad de estas guías fue respaldada por autores como (Díaz Álvarez, 2019) y (Pardo et al., 2020), quienes evidenciaron la eficacia de las guías como herramientas de evaluación continua de la madurez, evitando así procesos desorganizados que pudieran prolongar u obstaculizar los esfuerzos de mejora. Este hallazgo fue

corroborado por los entrevistados de las empresas incluidas en este estudio, quienes resaltaron la utilidad de una guía como instrumento para identificar áreas de mejora.

En vista de estas evidencias, se planteó la guía que se presenta en el Anexo D. Este recurso permite a las empresas disponer de una herramienta efectiva para iniciar su evaluación, definir objetivos y trazar actividades de mejora, todo dentro del marco del Modelo de Madurez Ágil (AMM) como se puede consultar en la investigación de (Patel & Ramachandran, 2009) donde se expone el modelo AMM y además se plantean diferentes opciones para su aplicación e implementación. Con este recurso a su disposición, las organizaciones pueden progresar de manera más organizada y eficiente en su camino hacia la madurez en la gestión de proyectos.

El **tercer objetivo específico** era diseñar la hoja de ruta como instrumento facilitador para la gestión de la maduración continua en el desarrollo de proyectos en empresas MIPYMES del sector software. Este objetivo culminó con el desarrollo de un documento detallado que proporciona un paso a paso y un esquema de proceso de alto nivel, adaptable a las diversas organizaciones del estudio.

Este enfoque se basa en numerosos estudios, como los de (Patel & Ramachandran, 2009), que abogan por la construcción de instrumentos eficaces para identificar áreas de mejora en la gestión de proyectos ágiles. Asimismo, (Díaz Álvarez, 2019) aplicaron un modelo similar, tomando como referencia un modelo de madurez ágil para evaluar, identificar y compartir las mejoras necesarias para alcanzar determinados niveles de madurez.

No obstante, cabe destacar la importancia de fortalecer estas evaluaciones e identificaciones mediante el uso de una hoja de ruta bien definida. Este recurso permite a las organizaciones trazar de forma clara y estructurada el camino que deben seguir para mejorar sus prácticas. Es crucial tener presente que, aunque cada organización es un universo distinto en sí mismo, existen problemas y desafíos similares a la hora de abordar proyectos y retos. De esta manera, las empresas pueden aprender no solo de sus propias experiencias, sino también de las experiencias de otros, lo que en última instancia conduce a un crecimiento más rápido y a una mayor madurez organizativa.

Finalmente, la pregunta de esta investigación fue ¿Cómo realizar un proceso organizado para diagnosticar el estado inicial de las organizaciones MIPYME del sector software en Colombia, en la gestión de proyectos, y generar una hoja de ruta para guiar su constante maduración?, durante el transcurso de este estudio, se descubrió que la mayoría de los procesos de diagnóstico organizados se evaluaban mediante un modelo de madurez. Estos se han mostrado útiles en este contexto, ya que plantean desde el principio ciertas capacidades, procesos, elementos de la cultura empresarial y otras características distintivas de las organizaciones. Existen diferentes modelos de madurez, diseñados para áreas como la gestión de proyectos, la transformación digital y otros ámbitos. La gran ventaja de estos modelos radica en su capacidad para proporcionar un camino predefinido y objetivos generales en cada nivel. Estas características permiten que las empresas determinen qué aspectos son relevantes y aplicables a su situación particular.

Por lo tanto, la respuesta a la pregunta de investigación radica en la utilidad de los modelos de madurez en el diagnóstico y los procesos organizados para mejorar en un área como la gestión de proyectos, ya que posibilitan la realización de diagnósticos detallados de una organización, comparándola con las buenas prácticas en este ámbito. Es posible identificar diversas actividades necesarias en esta evaluación e identificar la aplicabilidad del modelo al sector específico en el que opera la empresa.

Una vez se han aplicado los instrumentos propuestos para el diagnóstico, se puede determinar el nivel de madurez de la organización y establecer un camino hacia la mejora. Este camino se refleja en una hoja de ruta en la que se mide continuamente el progreso de la organización y se trabajan las capacidades requeridas. Esta hoja de ruta actúa como un mapa, proporcionando un marco para el avance hacia una mayor madurez organizativa. Por esta razón, los modelos de madurez proporcionan una hoja de ruta hacia la madurez organizativa y son una respuesta efectiva a la pregunta de investigación planteada en este estudio.

Capítulo 7

APORTACIONES

Limitaciones del estudio

Como limitantes, encontramos que la investigación tuvo un espacio de tiempo reducido para la ejecución de las entrevistas y las encuestas, además de que la participación de algunos invitados no fue posible por ningún método. Cabe resaltar que, aunque en la industria de software se encuentran diferentes trabajos de investigación, no se encontró un trabajo similar al expuesto este documento para este sector y con enfoque en MIPYMES.

Propuestas para nuevas investigaciones

Se sugiere la extensión de esta investigación para futuros trabajos, aplicando y validando la guía desarrollada específicamente en una microempresa. De este estudio emergen interrogantes, como la ausencia de clientes en el lugar de desarrollo de un producto, a pesar de que se necesita de su retroalimentación constante. Sería valioso explorar también una evaluación y elaboración de una hoja de ruta para la gestión organizacional de proyectos, con el fin de establecer evaluaciones coherentes de proyectos, programas y portafolios.

Además, sería provechoso un estudio sobre la cultura organizacional en microempresas, dado que se detectó que muchas de ellas no implementan buenas prácticas. Un análisis así podría ser sumamente enriquecedor para formular nuevas propuestas. Otra cuestión para explorar es por qué, a pesar de la existencia de herramientas gratuitas y el apoyo gubernamental, algunas microempresas no aprovechan

estos beneficios para mejorar sus capacidades. Estas perspectivas ofrecen campos fértiles para futuras investigaciones en el área de gestión de proyectos y madurez organizacional.

Referencias

- Akinpelu, T., van Eck, R., & Zuva, T. (2021). Maturity Models, Challenges and Open Issues. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 230, 110–118.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-77442-4_9/COVER
- AL KAILANI, B. R. (2021). *The Impact of Implementing Maturity Models on IT Project Performance*. <https://bpace.buid.ac.ae/handle/1234/1950>
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Plan de Gestión 2020-2023 Futuro Sostenible*.
https://www.metropol.gov.co/Documentos_SalaPrensa/Plan%20de%20gesti%C3%B3n%202020-2023%20Futuro%20sostenible.pdf
- Álvarez, M. (2022, August). *Tendencias digitales para el 2023 * Imaginario Colectivo*.
<https://www.imaginario.co/blog/tendencias-digitales-para-el-2023/>
- Andersen, E. S., & Jessen, S. A. (2003). Project maturity in organisations. *International Journal of Project Management*, 21(6), 457–461. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00088-1](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00088-1)
- APA. (2017). *Ethical principles of psychologists and code of conduct*.
<https://www.apa.org/ethics/code/>
- APA. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). In *Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.)*. (7th ed.). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Arbeláez Osorio, N., Crotés Cerquera, D. L., & Palacios Cárdenas, Z. J. (2020). *Desarrollo de un Modelo de Madurez Organizacional en Gestión de Beneficios*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

- Barona, G. (2022). *La industria del software representa alrededor de US\$10.000 millones en Colombia*. Editorial La República S.A.S.
<https://www.larepublica.co/internet-economy/la-industria-del-software-representa-alrededor-de-us-10-000-millones-en-colombia-3330546>
- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A. van, Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). *Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software*. <https://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods* (5th ed.). Oxford University Press.
- Cabrera Ortiz, J. G. (2019). Modelo de gestión de proyectos para una pyme del sector de servicios de sonido e iluminación profesional en Colombia. *Perspectivas y Desafíos Para La Competitividad: Una Mirada Global Desde Los Territorios*, 63–97.
<https://doi.org/10.22490/9789586516389.03>
- Carnegie Mellon University. (2010). *Capability Maturity Model Integration (CMMI)*. Software Engineering Institute.
- CCB. (2023). *Bases de datos e información empresarial - Cámara de Comercio de Bogotá*. <https://www.ccb.org.co/Fortalezca-su-empresa/Bases-de-datos-e-informacion-empresarial>
- Cobb, C. G. (2015). *The project manager's guide to mastering agile : principles and practices for an adaptive approach* (Wiley, Ed.; 1st ed.).
- CONPES. (2019). *Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*.

- Corona, B., Muñoz, M., Miramontes, J., Calvo-Manzan, J. A., & San Feliu, T. (2016). *Estado de arte sobre métodos de evaluación de metodologías ágiles en las pymes*. <https://www.redalyc.org/journal/5122/512252666004/html/>
- Creswell, J. W. (2017). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. In *Research Design*. SAGE PUBLICATIONS.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2017). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. SAGE Publications, Inc.
- Cuadros López, A. J., Micán Rincón, C. A., & Orejuela Cabrera, J. P. (2018). Modelo para evaluar la madurez en la gestión de proyectos en Pymes del sector artes gráficas. *Revista Logos Ciencia y Tecnología*. <https://www.redalyc.org/journal/5177/517758004002/html/>
- Deloitte. (2022). *Tech Trends 2022 | Deloitte Colombia*. <https://www2.deloitte.com/co/es/pages/technology/articles/tech-trends-2022.html>
- Deloitte. (2023). *¿Cuál es la metodología más adecuada para tu proyecto?* <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/waterfall-vs-agile.html>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The Sage handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications, Inc.
- Díaz Álvarez, H. D. (2019). *Evaluación del grado de agilidad de empresas desarrolladoras de software en Villavicencio*.
- Duque Madrid, N. B., & Solórzano Pardo, J. H. (2019). Prácticas y metodologías ágiles utilizadas en la industria del software en Colombia. *Tendencias En La Investigación*

Universitaria. Una Visión Desde Latinoamérica. Volumen VIII, 60–72.

<https://doi.org/10.47212/TENDENCIAS2019.5>

García, Y.-M., Muñoz, M., Mejía, J., Martínez, J.-M., Gasca, G.-P., & Hincapié, J.-A.

(2017). *Desarrollo de Herramientas Enfocadas en Ayudar a las Pymes de Desarrollo de Software en la Implementación de Buenas Prácticas de Gestión de Proyectos*. 6(1), 39–59. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=512253717003>

Gómez Arias, R. D., Yepes Delgado, C. E., Rodríguez Ospina, F. L., & Roldán Jaramillo, P. (2009). *Manual de gestión de proyectos Diseño de cubierta* (Universidad de Antioquia, Ed.; 1st ed.).

Gómez-Cano, C. A., & Sánchez-Castillo, V. (2021). Evaluación del nivel de madurez en la gestión de proyectos de una empresa prestadora de servicios públicos. *ECONÓMICAS CUC*, 42(2), 133–144.

<https://doi.org/10.17981/econcuc.42.2.2021.org.7>

Hernández Arbeláez, A. M., & Beltrán Romero, L. M. (2011). Propuesta de complemento a CMMI-DEV V1.3® Nivel 2 basada en las prácticas de OPM3® para pequeñas empresas de desarrollo de software. In G. Balint, B. Antala, C. Carty, J.-M. A. Mabieme, I. B. Amar, & A. Kaplanova (Eds.), *Uniwersytet śląski* (Vol. 7, Issue 1). http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/68020

Higuera, E. (2019). *Modelos de madurez en la gerencia de proyectos*.

Humphrey, W. S. (1989). *Managing the software process*. Addison-Wesley.

- Indeed Editorial Team. (2021, July 27). *What Are Maturity Models? (With Definition, Types and Benefits)* | *Indeed.com*. <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/what-are-maturity-models>
- Indeed Editorial Team. (2022, June 14). *A guide to the capability maturity model (with benefits)* | *Indeed.com UK*. <https://uk.indeed.com/career-advice/career-development/capability-maturity-model>
- ISO. (2015). *ISO/IEC 33004:2015 Information technology — Process assessment — Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination*. ISO.
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2014). *Focus Groups A Practical Guide for Applied Research*. SAGE Publications, Inc. <https://us.sagepub.com/en-us/sam/book/focus-groups-6>
- Lasso Cardona, L. A., Rincón Reyes, E., & Estrada Holguín, G. D. (2020). Introducción a la evaluación de capacidades: una revisión teórica. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA)*, 2(36), 34–10. <https://doi.org/10.24054/16927257.V36.N36.2020.18>
- Loaiza, O. (2020). *The Chaos Report: Agile y el éxito en proyectos de TI* | *Scrum Latam*. <https://scrumlatam.com/the-chaos-report-agile-y-el-exito-en-los-proyectos-de-ti/>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2019). *Qualitative Data Analysis A Methods Sourcebook*. SAGE Publications, Inc. <https://us.sagepub.com/en-us/sam/qualitative-data-analysis/book246128>

- MinTIC. (2014). *MinTIC promueve modelo y certificación CMMI para empresas de la Industria TI del país*. <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/6024:MinTIC-promueve-modelo-y-certificacion-CMMI-para-empresas-de-la-Industria-TI-del-pais>
- MinTIC. (2016). *Mejores prácticas para la transformación de las entidades del Estado en el desarrollo de Sistemas de Información*. https://www.mintic.gov.co/gestionti/615/articles-4797_guia_mejores_practicas.pdf
- Moreno Monsalve, N. A., Sánchez Ayala, L. M., & Velosa García, J. D. (2019). Introducción a la gerencia de proyectos: conceptos y aplicación. In Ediciones EAN (Ed.), *Introducción a la gerencia de proyectos: conceptos y aplicación*. Universidad EAN. <https://doi.org/10.21158/9789587564501>
- National Institutes of Health. (2018). *Belmont Report - Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects of Research*.
- Nemojón Puentes, D. A. (2021). *Evaluación de madurez en gestión de proyectos, estudio de caso múltiple de industrias con procesos galvánicos colombianas, utilizando el modelo KPMMM como herramienta de diagnóstico*.
- Pardo, C., Jojoa, H., Zambrano, R., Ortega, W., & Suescún, E. (2020). *Modelo de referencia para la adopción e implementación de Scrum en la industria de software*. 8, 14–28. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.3.4700>
- Patel, C., & Ramachandran, M. (2009). (PDF) *Agile Maturity Model (AMM): A Software Process Improvement framework for Agile Software Development Practices*. https://www.researchgate.net/publication/45227382_Agile_Maturity_Model_AMM

_A_Software_Process_Improvement_framework_for_Agile_Software_Development_Practices

- Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Capability Maturity Model, Version 1.1. *IEEE Software*, 10(4), 18–27.
- Paulk, M. C., Weber, C. V., Curtis, B., & Chrissis, M. B. (1995). *The Capability Maturity Model for Software : Guidelines for Improving the Software Process (SEI)*. Addison Wesley.
- Pedroza Barrios, P. (2013). Elección de una Metodología de Desarrollo a partir de las Ventajas de una Metodología Ágil y un Modelo Robusto como CMMI-DEV 1.3. *Ingeniare*, 8(14), 113–122. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/INGENIARE.14.618>
- Peláez Valencia, L. E., Toro Lazo, A., Arias Vargas, J. L., & Rodríguez Franco, D. E. (2019). Ingeniería de Software: el aseguramiento de la calidad de los requisitos en la industria del software en el eje cafetero colombiano. *INGE CUC, ISSN 0122-6517, ISSN-e 2382-4700, Vol. 15, N° 2 (July-December), 2019, Págs. 110-122, 15(2), 110–122. https://doi.org/10.17981/ingecuc.15.2.2019.11*
- Peña Forero, J. E. (2015). *Propuesta de diseño de un modelo de gestion basado en la integración de herramientas de tecnologia de informacion (it) a partir del analisis del estado de madurez de procesos (CMMI) para micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) en bogota, caso de estudio [Pontificia Universidad Javeriana]. https://doi.org/10.11144/JAVERIANA.10554.15522*

- PMI. (2003). *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3™)*: Knowledge Foundation.
- PMI. (2017). *Agile Practice Guide*. <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/practice-guides/agile>
- PMI. (2023). *What is Project Management | PMI*. <https://www.pmi.org/about/learn-about-pmi/what-is-project-management>
- Portafolio. (2022, October). *Fedesoft: Industria de software, clave para atraer inversión extranjera a Colombia | Innovación | Portafolio*. <https://www.portafolio.co/innovacion/fedesoft-industria-de-software-clave-para-atraer-inversion-extrajera-a-colombia-573053>
- Pressman, R., & Maxim, B. (2015). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9ed ed.). McGrawHill.
- Ramírez Peña, A. (2022). *Estas serán algunas de las tendencias de TI en Colombia para 2022*. ComputerWeekly.Es, TechTarget, S.A de C.V. <https://www.computerweekly.com/es/cronica/Estas-seran-algunas-de-las-tendencias-de-TI-en-Colombia-para-2022>
- Rashid, N., Khan, S. U., Khan, H. U., & Ilyas, M. (2021). Green-Agile Maturity Model: An Evaluation Framework for Global Software Development Vendors. *IEEE Access*, 9, 71868–71886. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3079194>
- Rigby, D., Sutherland, J., & Takeuchi, H. (2016). Embracing Agile. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2016/05/embracing-agile>

Rincón Cangrejo, A. C. (2019). *Diseño de un protocolo para el seguimiento a proyectos de desarrollo de software para una empresa tipo PYME de desarrollo de software en Colombia.*

Rodríguez Otero, G. A., & Gómez Ortiz, A. (2021). *Modelo de madurez organizacional en gestión de proyectos para universidades públicas del occidente de Colombia: un enfoque con referentes internacionales.*

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/43419>

Ruata, C., Palacio, J., Uribe, R., Alfaro, D., & Navarro, J. (2009). Combinando Agilidad y CMMI (Primera parte) - Podcasts - Podcast en iVoox. In *IVOOX*.

https://www.ivoox.com/combinando-agilidad-cmmi-primera-parte-audios-mp3_rf_150501_1.html

Saldana, J. (2021). *The Coding Manual for Qualitative Researchers* (4th ed.). SAGE Publications, Inc. <https://us.sagepub.com/en-us/sam/the-coding-manual-for-qualitative-researchers/book273583>

Schmitt, A., Theobald, S., & Diebold, P. (2019). Comparison of Agile Maturity Models. In X. Franch, T. Männistö, & S. Martínez-Fernández (Eds.), *Product-Focused Software Process Improvement* (pp. 661–671). Springer International Publishing.

Serrador, P., & Pinto, J. K. (2015). Does Agile work? - A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1040–1051.

<https://doi.org/10.1016/J.IJROMAN.2015.01.006>

Stake, R. (1995). The art of case study. In *SAGE Publications*. SAGE Publications, Inc.

- State of Agile. (2022). 15 th State of Agile Report Agile adoption accelerates across the enterprise. *State of Agile*.
- Terrazas, R. A. (2009). Modelo conceptual para la gestión de proyectos. *Perspectivas*, 24, 165–188.
- Thomas, J., Delisle, C., & Jugdev, K. (2001). Rethinking Project Management: Old Truths and New Insights. *International Project Management Journal*, 7.
- White, K. R. J. (2008). Agile project management: a mandate for the changing business environment. In *PMI® Global Congress 2008*.
<https://www.pmi.org/learning/library/agile-project-management-mandate-changing-requirements-7043>
- Yin, A., Figueiredo, S., & Silva, M. (2011). Scrum Maturity Model: Validation for IT organizations' roadmap to develop software centered on the client role. *International Conference on Software Engineering Advances*.
- Yin, R. K. (2013). *Case Study Research: Design and Methods (Applied Social Research Methods)* (5th ed.). SAGE Publications, Inc.

Anexos

Anexo A. Consentimiento informado

Título del estudio: Diseño del mapa de ruta para la gestión de madurez en Gerencia de Proyectos en MIPYMES del Sector de Desarrollo de Software.

Investigador principal: Alejandro Barahona

Apreciado participante:

Le invitamos a participar en este estudio de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que comprenda los detalles del estudio y que se sienta cómodo con los procedimientos involucrados. A continuación, encontrará información detallada sobre el estudio y lo que puede esperar si decide participar.

Objetivo del estudio:

El objetivo de este estudio es evaluar el nivel de madurez en gerencia de proyectos y agilidad en su empresa

Procedimientos:

Si acepta participar, se le pedirá que responda el siguiente cuestionario de acuerdo con su experiencia, conocimientos y honestamente.

Confidencialidad y privacidad:

Sus respuestas y los datos recopilados serán tratados de manera confidencial y solo serán utilizados para fines de investigación, en cumplimiento del artículo 15 de la Constitución Política de Colombia y la Ley 1581 de 2012. La información será protegida y solo el investigador principal tendrá acceso a ella. En caso de que se publique algún

informe o artículo sobre los resultados de la investigación, su identidad permanecerá en el anonimato en cumplimiento del artículo 12 de la Ley 1581 de 2012.

Participación voluntaria:

Su participación en este estudio es voluntaria y tiene derecho a retirarse en cualquier momento sin ninguna penalización, en cumplimiento del artículo 9 de la Ley 843 de 2003.

Consentimiento:

Al aceptar participar, entiendo que:

Se me ha proporcionado información detallada sobre el estudio y sus procedimientos.

Soy libre de hacer preguntas y aclarar cualquier duda que tenga antes de decidir si participar o no.

Mi participación es voluntaria y puedo retirarme en cualquier momento sin ninguna penalización.

Mis respuestas y datos serán tratados de manera confidencial y solo se utilizarán con fines de investigación.

Mi identidad se mantendrá en el anonimato si se publican informes o artículos sobre los resultados de la investigación.

Si tiene alguna pregunta o preocupación sobre este estudio, no dude en ponerse en contacto con el investigador principal en cualquier momento al correo electrónico

jbarahonap@unbosque.edu.co

Anexo B. Instrumento para entrevistas

Preguntas administrativas

1. ¿Cuenta la organización con una metodología para gestionar proyectos?
2. ¿Considera que existen problemas en la gestión de proyectos para la organización?
3. ¿Cuáles son las principales dificultades que tiene la organización referente a gestión y administración de proyectos?
4. ¿Cuáles son las herramientas para la administración y gestión de proyectos que cuenta?
5. ¿Desarrollan capacidades o entrenamiento en gerencia de proyectos en su organización?
6. ¿Considera pertinente tener una ruta para saber que camino recorrer en la implementación y posterior mejora en la gestión de proyectos de la organización?
7. ¿Cómo realiza los proyectos desde su concepción, entrega y cierre?

Preguntas a desarrolladores

1. ¿Qué actividades realiza al inicio de un proyecto?
2. ¿Conoce si la organización tiene alguna metodología para los proyectos, explique cómo funciona?

3. ¿Cuáles son las principales dificultades se han presentado en los proyectos que ha participado?
4. ¿Realizan reuniones diarias, planning o lanzamientos?
5. ¿El trabajo es autogestionado o asignado o depende del proyecto?
6. ¿Qué herramientas usan para el seguimiento y el trabajo en los proyectos?

Anexo C. Instrumentos para medir la madurez basados en AMM.

La encuesta que se aplicó se encuentra en:

<https://forms.gle/K4T6jmBFgYX2KFGaA>

Además, se construyó una encuesta adicional de más preguntas, ambos instrumentos se pueden encontrar en los siguientes enlaces:

<https://docs.google.com/document/d/1wM8DwmPjqwQFSOsSroDfjKAmsHBkLwaQ/edit?usp=sharing&oid=107727993909186530569&rtpof=true&sd=true>

<https://docs.google.com/document/d/19Wz3MXeHp5IG6LOf7-m4TyOV6RbYTnw/edit?usp=sharing&oid=107727993909186530569&rtpof=true&sd=true>

Anexo D. Roadmap del modelo AMM

Para consultar el documento, se puede ingresar al siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1VMr6RX5lJEwtEfb9woo2f0t9QrX_tyD9/view?usp=sharing

Anexo E. Transcripciones de entrevistas

Los resultados de las entrevistas y su transcripción se encuentran alojados en:

https://drive.google.com/drive/folders/1wBjFXbjcGKQabRf_iRCIODBBD4hHbn8P?usp=sharing

Anexo F. Resultados de encuestas

Los resultados de las encuestas practicadas a través de Google forms, se pueden consultar en el siguiente enlace: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1w-4qEwYQq-fva3P5UMfYcfdJjSe-FH0u/edit?usp=sharing&rtpof=true&sd=true>