

# EVALUACIÓN EN LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LOS PROYECTOS COMPLEJOS, Y SU RELACIÓN CON LA MADUREZ ORGANIZACIONAL

Beltrán Galvis, Nelson<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Francisco de Paula Santander.  
nelsonbeltran@ufps.edu.co.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El éxito en los proyectos de desarrollo de software se asocia a: factores de los equipos de trabajo, uso de estándares para el desarrollo ágil y el mejoramiento de procesos mediante la incorporación de etapas de iniciación, evaluación, control de cambios, así como de validación e implementación por parte de las organizaciones. Lo anterior en conjunto con las demás áreas de gestión, en colaboración con stakeholders, estructuras organizacionales y uso de herramientas transversales en el desarrollo de proyectos, genera mejoras mediante la reducción en tiempos de entrega, e incrementa la capacidad de productividad, flexibilidad y alienación estratégica de proyectos con las organizaciones (Akbar et al., 2019; Cohen et al., 2005; Meredith et al., 2017; Tam et al., 2020). Por lo tanto, tales dinámicas se expresan en la creciente demanda de software, en conjunto con los nuevos paradigmas en su perfeccionamiento, por ello exigen la adaptación en el desarrollo, operación y mantenimiento en las organizaciones, en conjunto con las problemáticas de calidad,

incumplimiento de plazos, costos y baja productividad. Ello se debe a las falencias presentadas durante el seguimiento y el control de las actividades, a pesar del uso de técnicas avanzadas de planificación, y herramientas de seguimiento y control en los proyectos, derivadas por la limitada capacidad de los humanos para estimar, planificar y/o anticipar los impactos de las incertidumbres. Lo cual surge como consecuencia de los acontecimientos y condiciones imprevistas, y se traduce en cambios en la duración de las actividades afectadas, lo que afecta el desarrollo de los proyectos como se tenía previsto en un inicio. A ello puede sumársele el competitivo entorno genera la obligación de responder, con mayor sofisticación, a las diversas demandas de sus clientes, lo que requiere de control y supervisión efectiva del progreso del proyecto, mediante la identificación y medición de las diferencias entre el plan y el rendimiento real del trabajo (Cristóbal, 2017; Dimitrov, 2020; Rebolj et al., 2008).

Por otro lado, los sistemas tradicionales de control son lentos, inexactos, costosos y no controlan las acciones que impliquen correcciones en un tiempo tardío, donde, a mayor tiempo de demora en el reconocimiento de los problemas, mayor es el daño potencial relacionado con sobrecostos y variación en el cronograma estimado (Azimi et al., 2011; Rebolj et al., 2008). No obstante, los estándares y metodologías para el desarrollo de software son poco utilizadas, y existe una aversión al cambio por parte de los integrantes de una organización debido a los nuevos procedimientos y cambios organizacionales requeridos para la adquisición y uso de las herramientas. La incorporación de estándares de gestión y software para el registro, y caracterización de los sistemas de monitoreo y control, proporciona un seguimiento constante del rendimiento, en tiempo real en cualquier lugar y momento. Ello permite monitorear, medir y controlar, lo que revela patrones operativos, puntos susceptibles para mejorar u optimizar operaciones, esto guía hacia la reducción de costos y mayor productividad. Por consiguiente, el seguimiento y control de las actividades correspondientes a proyectos es siempre indispensable, pues produce una visión general, y actualizada, del avance en términos de finalización de actividades, consumo de recursos, retrasos, mejora y/o corrección de las estimaciones iniciales adoptadas en las fases preliminares. Sumada la alta competencia, se lleva a las empresas a buscar la excelencia en el cumplimiento de sus tareas, en conjunto con la formulación de Modelos de Madurez de Capacidades

(MMC), la descripción de técnicas y características para el diagnóstico, y el fortalecimiento de la competitividad mediante la optimización de procesos y capacidad en distintos niveles de madurez. Ello vincula aspectos estratégicos (indicadores de desempeño) y tecnológicos (software) en la formulación de planes para el mejoramiento en la prestación de servicios, así como la calidad, optimización de recursos, gestión del conocimiento relacionados con la ejecución física de actividades y la administración de capacidades operativas en la formulación de objetivos, y medición del desempeño, en las organizaciones inmersas en el desarrollo de proyectos de software (Armando & Santos, 2018; Curtis et al., 2016; Delgado & Solano, 2017; Mayorga & Pinzón, 2008; Mejía Cañas, 2013; The International Centre for Complex Project Management (ICCPM), 2012). Lo cual, también puede observarse en lo que respecta a las funciones de coordinación, seguimiento y control (Cristóbal, 2017; Hazir, 2015).

Por lo tanto, las gestiones realizadas para la supervisión y control en proyectos de software, deben cubrir toda la gama de procedimientos, métodos y controles establecidos por una organización, con el fin de aumentar la probabilidad de alcanzar sus objetivos. Asimismo, resulta importante ayudar a garantizar la fiabilidad de la información financiera y el cumplimiento de las leyes y reglamentos por parte de la empresa (Hunziker, 2017). Consecuentemente, en búsqueda del éxito en proyectos, es esencial identificar los factores que impactan en el seguimiento y control de los mismos, para así aportar información fiable que recopile y permita estimar las variables básicas de un proyecto, como lo es el porcentaje completado, la calidad del trabajo y el costo. La comparación de los datos con los valores planificados indica si el proyecto cumple los objetivos del plan de trabajo, a través de la implementación de un estándar (Azimi et al., 2011). Asimismo, tales herramientas añaden un valor significativo a muchos productos y servicios, lo que permite la diferenciación competitiva de introducción en el mercado, dado que han dado paso a reducir las barreras espaciales, temporales y estructurales en una organización. Aquel aspecto contribuye a que se pueda disfrutar de ventajas como la reducción de costos, acceso a grupos globales de expertos, asesoramiento en tiempo real, formulación de equipos virtuales globales y un desarrollo más cercano al mercado en las 24 horas del día (Dimitrov, 2020; Münch et al., 2013; Wiredu, 2019). Asimismo, permite que se integren con mayor profundidad en las interacciones del

entorno físico y social, en proceso de evaluación del cumplimiento de los objetivos y el porcentaje de desempeño. (Li et al., 2019; Toschi et al., 2017). En consecuencia, se refuerza la formulación y evaluación de proyectos por el creciente entorno competitivo, lo que lleva a las empresas a buscar la excelencia en el cumplimiento de sus tareas y la gestión, lo que prioriza la importancia del uso de herramientas en funciones de coordinación, seguimiento y control (Hazir, 2015). Por lo tanto, el análisis de la complejidad se asocia a las dificultades en la administración del comportamiento humano y del sistema, así como la ambigüedad en la formulación y ejecución de proyectos, la vinculación de riesgos e incertidumbres que impactan las restricciones asociadas con el alcance, y el tiempo y costo de los proyectos en cada una de sus etapas (Hagan et al., 2011). Dichas dinámicas se expresan en la creciente importancia del software, así como los nuevos paradigmas del desarrollo, imponen retos y demandas en el desarrollo, la operación y el mantenimiento (Dimitrov, 2020). Dada la necesidad de establecer mecanismos sistemáticos de coordinación, y cooperación, para crear con éxito y valor, para los Stakeholders, y cumplir con los objetivos de la organización bajo determinadas limitaciones presupuestarias o temporales (Clarke et al., 2016; Curtis et al., 2016; PMI, 2014, 2017).

Por consiguiente, la presente investigación tiene como objetivo general la identificación y caracterización de métodos y mecanismos que permitan el registro y sistematización de proyectos complejos, en conjunto con la identificación de factores que inciden en los procesos organizacionales y su efecto en la madurez organizacional. Por lo anterior, se desglosan los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el impacto de herramientas informáticas en la optimización de esfuerzos y el análisis de interacción de elementos de los sistemas que conforman las organizaciones.
- Relacionar los factores que integran los Modelos de Madurez de Capacidades (MMC), en concordancia con aspectos que

influyen e impactan en el cumplimiento de los objetivos de la organización.

- Formular instrumentos que permitan establecer el impacto en la implementación de herramientas, y modelos (MMC), en organizaciones inmersas en el desarrollo de proyectos complejos.
- Establecer un marco de referencia para la incorporación de procesos concordantes con los estándares de gerencia de proyectos complejos, gestión y mitigación de riesgos, en el desarrollo de software de ingeniería de sistemas.
- Diagnosticar el impacto de herramientas informáticas, y los MMC de organizaciones, en la gestión de proyectos complejos.

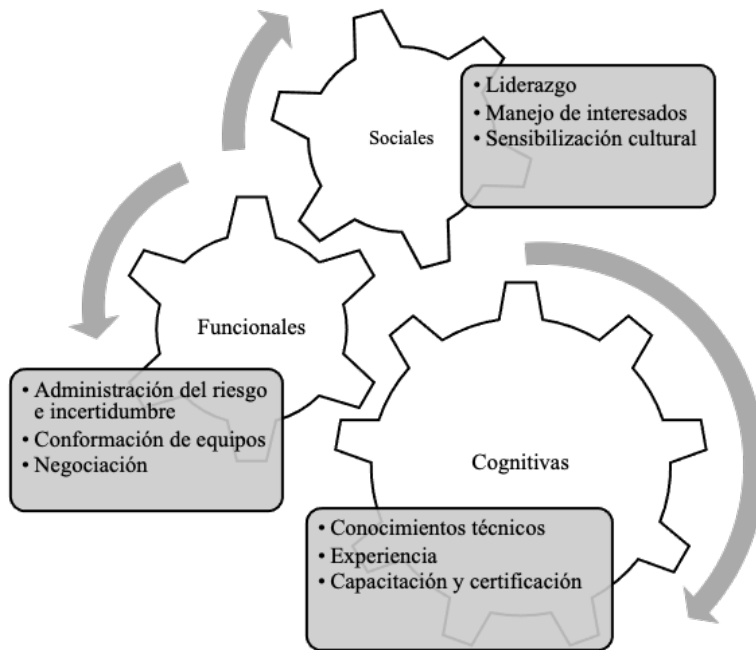
Para tal fin, se recopiló una base teórica robusta de repositorios bibliográficos internacionales, como Scopus® y WoS y SJR, con el fin de cimentar una compilación de fuentes bibliográficas de alto impacto, para así establecer los factores preponderantes al implementar MMC en proyectos complejos, sus características en organizaciones que logran consolidarse mediante la gerencia de este tipo de proyectos. También, evaluando su competencia en bases de datos empresariales, en conjunto con su descripción estadística, para identificar su pertinencia y potencial aplicabilidad en proyectos complejos.

## **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 Implementación de herramientas informáticas en proyectos complejos**

El impulso económico generado por el desarrollo tecnológico, y la mejora de infraestructura de transporte y telecomunicaciones, ha constituido patrones de comportamiento en el consumo de bienes y servicios, representados en la demanda de productos más complejos y con amplias restricciones en alcance, tiempo y costo. Por lo tanto, los fenómenos de globalización establecen desafíos relacionados con la coordinación de procesos y el mejoramiento en el desarrollo de software, a través de la incorporación de equipos de trabajo integrales, a la vez que se eliminan límites geográficos, temporales y culturales (Enríquez et al., 2018; Haq et al., 2019). Asimismo, las organizaciones se encuentran inmersas en procesos relacionados con el fortalecimiento de beneficios

económicos, de calidad y apertura de nuevos mercados, a través de la creación de valor para las partes interesadas (Haq et al., 2019). En consecuencia, incorporar estándares y cuerpos de conocimiento para la gestión de proyectos en prácticas de gerencia, administración del conocimiento y reducción de riesgos, asociados a la formulación y ejecución de proyectos de desarrollo de software, permite integrar competencias y priorizar en el desarrollo de software, como se observa en la Figura 1.



**Fig. 1:** Competencias alrededor de la gerencia de proyectos de software.

*Fuente: Adaptado de Cha & Maytorena-Sánchez (2019).*

De otra parte, la incorporación de procesos sistemáticos para la identificación de requisitos de calidad, y fortalecimiento de la satisfacción del cliente, aborda enfoques y metodologías para la administración y creación de valor en las organizaciones. Por lo tanto, conocer los principales estándares y herramientas tecnológicas juega un papel fundamental en el desempeño y madurez de las organizaciones. Asimismo, el ciclo de vida de proyectos de software representa un proceso iterativo, con temporalidad y fases determinadas, para la sistematización

de procesos relacionados con la trazabilidad en la ejecución de actividades relacionadas con el gobierno, operaciones, desarrollo y mantenimiento de software. Igualmente, también integra las necesidades cambiantes de los clientes como requisitos incorporados durante el ciclo de vida del proyecto (Borrego et al., 2019; Tüzün et al., 2019). Por lo tanto, las organizaciones dedicadas al desarrollo de software asignan esfuerzos en la creación de procesos automatizados, para disminuir la tasa de errores en comparación con la manipulación del proceso manualmente, además de definir el progreso del proyecto y la visibilidad de los componentes de desarrollo, mediante la incorporación de herramientas informáticas (Khan et al., 2019; Tüzün et al., 2019).

El desarrollo enfocado en sistemas para la optimización de procesos en una organización, es considerada una actividad compleja, intensiva y dinámica que requiere una estrecha cooperación y coordinación entre los diversos interesados, incluidos los usuarios, la organización y los desarrolladores. En consecuencia, el desarrollo y la aplicación de herramientas informáticas en proyectos complejos, genera procesos largos y costosos, ligados a grandes exposiciones al riesgo en relación con características de los proyectos modernos, que emplean tecnologías de información donde la disponibilidad de cambios que pueden aplicarse es escasa y no generan el impacto deseado en las condiciones del proyecto, sus objetivos y evaluación cuantitativa. Por lo anterior, se requiere una metodología adecuada para la elaboración de modelos como requisito previo para la buena gestión del plazo, los costos y los riesgos de los proyectos, en conjunto con una buena implementación de tecnologías de la información con mayor capacidad de gestión y la previsibilidad del proyecto (Chaikovska, 2017). No obstante, las inversiones buscan un mejor sustento en proyecciones cimentadas y orientadas a proyectos, lo que involucra miles de millones de dólares (Choudhury & Sabherwal, 2003; Williams, 2017). Por consiguiente, numerosos tipos de herramientas son usadas en diferentes ámbitos dentro de los proyectos en cada fase, como la gestión de cronograma en paralelo con la información del proyecto alrededor del presupuesto, gastos, etc. Ello permite colaborar con los miembros del equipo de trabajo en la ejecución, o evaluación, del proyecto en su formulación, desarrollo y evaluación, este último sustentado en la preparación de informes diferenciados por tipo de Stakeholders (Desmond, 2017).

La construcción de nuevos bienes de capital, la realización de empresas únicas de gran escala, el desarrollo de nuevos productos tecnológicos requieren la realización de grandes proyectos, donde los beneficios de un buen enfoque de la gestión de proyectos pueden visualizarse de muchas maneras: entre ellas figuran la motivación, satisfacción y el dar sentido a la labor de las personas y los equipos (Williams, 2017). Sin embargo, la reputación en la gestión de proyectos es negativa entre la mayoría, ya que los proyectos se retrasan, gastan excesivos recursos y, a menudo, no tienen éxito desde el punto de vista técnico. Ello se intensifica cuando se trata de proyectos de gran complejidad, donde las herramientas informáticas son escasas, pese al desarrollo de muchas metodologías estándar para el proceso de implementación de programas informáticos como: ISO9001, ISO12207, ISO15504, CMM (Modelo de Madurez de Capacidades), MSF (Marco de Solución de Microsoft), RUP (Proceso Unificado Racional), SCRUM, XP (Programación extrema) (Beck K., 1999), Crystal Clear, ASD (Desarrollo de Software Adaptativo), Lean Development (Schwalbe, 2016). No obstante, todos los intentos de formalización han fracasado en consecuencia de la singularidad de los proyectos complejos, en conjunto con el desarrollo de software que permita la identificación, recolección y análisis de las variables en los proyectos, lo que expone las dificultades relacionadas con la elección de los métodos, prácticas y reglas de la reducción de los riesgos del proyecto y la optimización de los procesos en la organización (Chaikovska, 2017).

En consecuencia, el éxito en los proyectos de desarrollo de software llega con gran dificultad. Uno de los mayores desafíos es el entendimiento alrededor de los puntos de mejoramiento del desarrollo de software, para evitar su fracaso en los proyectos complejos (Akbar et al., 2019; Cohen et al., 2005; Meredith et al., 2017; Tam et al., 2020), y la dificultad de los factores externos, internos y subjetivos. Aun así, según Henriksen & Pedersen (2017), la publicación del manifiesto ágil aumentó los índices de éxito de los proyectos, aunque todavía es necesario mejorar y suavizar su uso organizativo. Por lo tanto, las prácticas ágiles ganan espacio en el mundo de los negocios a un ritmo cada vez mayor, lo que permite a las empresas de alta tecnología, y a los equipos de desarrollo de software de Tecnología de la Información (TI), lograr resultados más rápidos de una manera más sabia (Henriksen & Pedersen, 2017; Persson et al., 2012). Como afirman Persson, Mathiassen y Aaen (2012). Teniendo en cuenta que las metodologías ágiles son capaces de proporcionar innovación y



competitividad, se alienta a seguir investigando para encontrar nuevas formas de reducir las tasas de fracaso (Edivandro Carlos Conforto et al., 2016). Asimismo, se ha contribuido a mitigar el fracaso de los proyectos de desarrollo de software ágil, al revelar diferentes factores de éxito en donde “La gente”, es considerada una de las dimensiones con mayor preponderancia, y representa un aspecto fundamental del movimiento ágil que requiere individuos motivados y flexibles en un entorno de apoyo. En cuanto a las razones por las que los proyectos de software fracasaban, se estableció que cuestiones técnicas rara vez eran la causa, y que los problemas pueden surgir de las personas, lo que puede contrarrestarse con una gestión adecuada (Ahimbisibwe et al., 2015; Chow & Cao, 2008; Henriksen & Pedersen, 2017).

## **2.2 Los Modelos de Madurez de Capacidades (MMC) en proyectos complejos**

El Modelo de Madurez de Capacidades (CMM) es un modelo de mejora de procesos de ingeniería de software. El concepto se relaciona intensamente con los modelos de madurez en relación a la capacidad de los procesos aplicados a muchos aspectos del desarrollo de organizaciones, recursos humanos, personas, proyectos y productos, con función como medio de evaluación y parte de un marco de mejora continua (Colombi, John M.; Miller, Michael E.; Schneider, Michael; McGrogan, Jason; Long, David S.; Plaga, 2012). Sin embargo, las aplicaciones a una clase especial de proyectos, denominados complejos en relación con los Sistemas de Productos Complejos (CoPS), es escasa. En consecuencia, existe la necesidad de un modelo desarrollado, específicamente, para su acoplamiento a los proyectos, especialmente en el tratamiento de los riesgos inherentes a la complejidad de las tareas y de las relaciones humanas, vinculadas juntamente con los CoPS. De igual manera, existe una variedad de derivados por los que se han aplicado adaptaciones del CMM a dominios y diversas disciplinas -por ejemplo, gestión de proyectos, recursos humanos, etc.- (Adrian Doss et al., 2017).

Los proyectos de CoPS, se caracterizan por la tarea inherente y compleja de las relaciones humanas con el riesgo, con naturaleza predecible y emergente. Allí se plantea un vínculo íntimo entre la madurez de la capacidad de gestión de proyectos y el éxito de los mismos; tales riesgos se miden por su efecto potencial en el logro de los objetivos del

proyecto. Las organizaciones que desean aplicar un enfoque en torno a CMM, o mejorar su enfoque actual, necesitan un mejor marco operacional para apreciar la naturaleza de los eventos inherentes a proyectos complejos y la madurez de la capacidad requerida, lo que facilita la comparación de sus prácticas actuales mediante el aprendizaje y mejoramiento continuo. En los proyectos de la CoPS, los eventos adversos a menudo surgen como “sorpresas”, donde los productos complejos y los sistemas integrados tienden a exhibir propiedades no lineales y emergentes durante la producción o aplicación. Ello se debe a que a menudo se producen acontecimientos e interacciones imprevistas durante las fases de diseño, ingeniería de sistemas e integración organizacional, lo que puede tener importantes consecuencias para la gestión de sistemas de proyectos complejos. Los enfoques basados en la lógica causal y lineal, de las ciencias mecánicas y la ingeniería, se vuelven contraproducentes cuando las mismas organizaciones despliegan el carácter altamente reflexivo, dependiente del contexto, y dinámico de los sistemas en los que los actores humanos aprenden, reaccionan y se adaptan a la aparición de nuevos patrones, ayudados por metodologías adaptativas a la volubilidad implícita en los proyectos (Colombi, John M.; Miller, Michael E.; Schneider, Michael; McGrogan, Jason; Long, David S.; Plaga, 2012).

### **2.3 La gestión de herramientas ágiles en proyectos complejos**

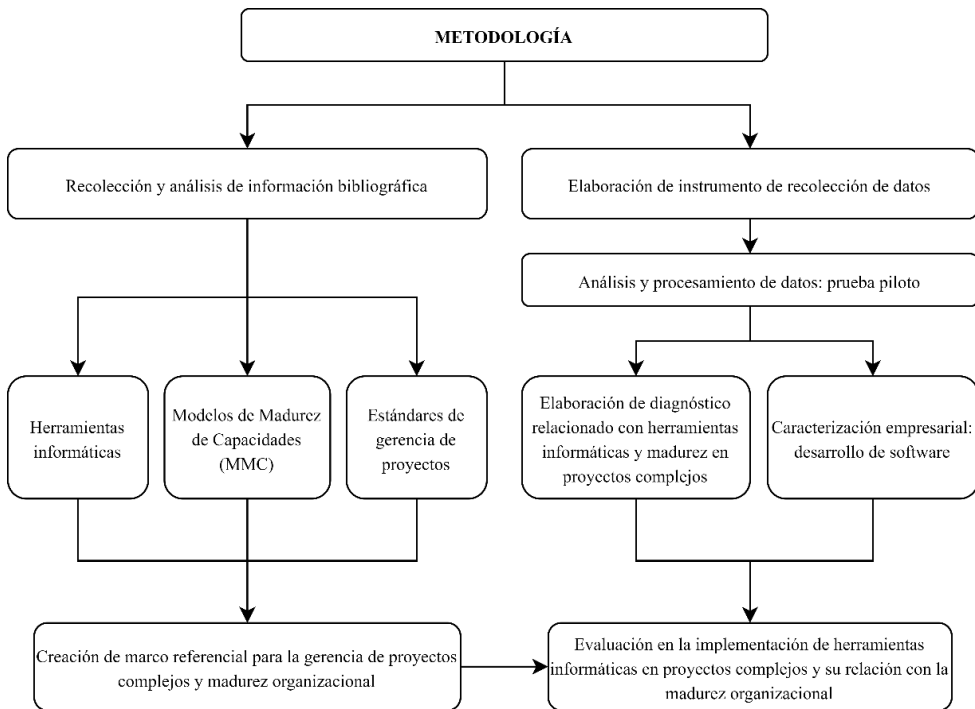
La gestión ágil de proyectos (APM) es un enfoque en creciente expansión en el mercado de las empresas de alta tecnología y en proyectos de desarrollo de software informático (Lee & Yong, 2010; Persson et al., 2012). El enfoque ha evolucionado desde la creación del Manifiesto Ágil para el Desarrollo de Software, en 2001, por un grupo de profesionales que propusieron muchos de los métodos, prácticas y herramientas “ágiles” o ligeras, actualmente usadas (Edivandro Carlos Conforto et al., 2016). Dicho aspecto demostró que el enfoque APM ha recibido gran atención mediante el análisis en salas de juntas, como una forma competitiva de mejorar la capacidad de innovación. Lo que surge a partir del constante, y acelerado, cambio de las necesidades empresariales, lo que se relaciona, principalmente, con la flexibilidad de los procesos de desarrollo. Ello permite una mayor adaptabilidad, para así ocupar un espacio prioritario en el programa de investigadores como profesionales. El énfasis en el “método justo” es un ejemplo de la solución al problema en cuestión.

Sin embargo, es un hecho bien conocido que no existe un método único para el desarrollo de software y sistemas de información, lo que demuestra cómo todos los proyectos complejos son únicos y requieren un apoyo flexible para una adaptación ajustada. Por consiguiente, existe una amplia gama de enfoques y entornos informatizados para la adaptación de métodos, estos integran la selección y construcción de herramientas específicas para proyectos, apoyados en entornos computarizados, en diferentes grados de complejidad. Aunque los métodos ágiles parecen ser adecuados para abordar la flexibilidad en el proceso de desarrollo, todavía no se comprende bien cómo adaptar mejor esos métodos a situaciones de desarrollo, y no hay muchos estudios sobre la adaptación de metodologías ágiles en proyectos complejos (Edivandro C. Conforto et al., 2014; Edivandro Carlos Conforto et al., 2016). Por tanto, resulta necesario el estudio y aplicación de métodos ágiles en proyectos complejos, dado que son usados para el desarrollo de software. No obstante, se ha generado un debate centrado en su aplicación más allá del ámbito de la informática (Edivandro C. Conforto et al., 2014) integrado con metodologías para medir el rendimiento e impacto de las prácticas de APM. Dicho enfoque considera métodos, herramientas y técnicas para mejorar el rendimiento del proyecto, mediante la promoción de “agilidad” como primer paso para poder verificar y validar modelos teóricos con resultados prácticos (Edivandro Carlos Conforto et al., 2016).

### 3. MARCO METODOLÓGICO

De acuerdo con IEEE Computer Society (2014), la necesidad de reducir la complejidad se aplica, esencialmente, a todos los aspectos de la construcción de software, y es particularmente crítica para el desarrollo del mismo. Por lo tanto, la reducción de la complejidad se logra haciendo hincapié en la creación de código simple y legible, en lugar de inteligente, lo cual se logra con el uso de estándares, diseño modular y otras numerosas técnicas relacionadas a la integración de criterios de calidad en los procesos de desarrollo, identificación de estándares y herramientas que fortalecen la identificación de requisitos mínimos a cumplir por las organizaciones, y representan elementos preponderantes en la resolución de conflictos derivados de los proyectos complejos (Dao, Kermanshachi, Shane, & Anderson, 2016; IEEE Computer Society, 2014). En consecuencia, el impulso económico por el desarrollo tecnológico e infraestructura de

telecomunicaciones, ha constituido patrones de comportamiento en el consumo de bienes y servicios, representados en la demanda de productos más complejos y con amplias restricciones en alcance, tiempo y costo. Los que se relacionan con la coordinación de procesos y el mejoramiento en el desarrollo de software a través de la incorporación de equipos de trabajo integrales, mientras se eliminan límites geográficos, temporales y culturales (Enríquez et al., 2018; Haq et al., 2019). Por tanto, la presente investigación se fundamenta en la consecución de información empresarial relevante que permita evaluar, integralmente, el desempeño de herramientas informáticas en las organizaciones que proveen este tipo de servicios. Así como su percepción en la optimización de esfuerzos e interacción de elementos, y su efecto en la capacidad de las organizaciones para establecer procesos aplicados como medio de evaluación y parte de un marco de mejora continua. Dicha información se expone de forma resumida en la Figura 2.



**Fig. 2:** Resumen metodológico para la relación entre modelos de madurez y herramientas informáticas en las organizaciones.

*Fuente: elaboración propia.*

A continuación se desglosa la metodología utilizada en la presente investigación:

### **3.1 Selección de variables que afectan la madurez organizacional**

Ello con el objetivo de constituir una búsqueda sistemática que intente identificar, y acotar, la pesquisa de investigaciones relacionadas con el uso de herramientas informáticas en organizaciones, y su impacto en el desarrollo de proyectos complejos mediante la búsqueda por título, resumen y palabras claves como: complejo, proyecto, herramientas ágiles y modelos de madurez y capacidades. Asimismo, se han considerado palabras clave más reputadas de estudios anteriores adscritas a las cuatro bibliotecas digitales con mayor capacidad en la web, y un amplio servicio de indexación como IEEE Computer Society Digital Library, ACM, Citeseer, Springer, Web of Science y SCOPUS, en los últimos 10 años (2010-2020). Posteriormente, se usó, como principal “cadena de búsqueda”, la combinación de palabras claves mediante funciones booleanas como OR y AND. Para obtener resultados válidos se utilizaron opciones de búsqueda automatizada y manual para cada base de datos bibliográfica (Kitchenham et al., 2010). De igual forma, se realizó una investigación preliminar para asegurar la identificación de diferentes perspectivas y aspectos del dominio de la investigación.

### **3.2 Análisis de las organizaciones en la implementación de herramientas informáticas en proyectos complejos y su relación con la madurez organizacional**

Tal propósito se da con el fin de relacionar los factores que integran los MMC mediante la selección de una muestra aleatoria representativa, conformada por organizaciones que desempeñan actividades de información y comunicaciones conocidas por la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), identificadas con el Título J e inscritas en esta Cámara de Comercio, ubicadas en la ciudad de Cúcuta. Sin olvidar, de igual forma, su debida constitución y soporte en un gremio comercial como la cámara de comercio de Cúcuta. Ello pretende evidenciar el impacto de las herramientas informáticas en el desempeño empresarial, indistintamente de la función de la organización. Posteriormente, se realizará la aplicación de los instrumentos para la muestra representativa,

para lo cual se establecerá una confianza del 95% y error marginal del 5%.

### **3.3 Medición del impacto en la implementación de MMC en organizaciones**

Para la formulación de un instrumento capaz de establecer el impacto en la implementación de herramientas y capacidades organizacionales, según los niveles establecidos en el MMC y en relación con organizaciones inmersas en el desarrollo de proyectos complejos, es necesario evaluar los factores predominantes en el análisis organizacional por el resultado obtenido en el análisis de investigaciones anteriores. Así como, la integración de características principales y procesos relacionados con proyectos complejos en organizaciones, a través de la creación de cuestionarios y entrevistas con preguntas estructuradas de manera que puedan identificarse las principales variables relacionadas con herramientas informáticas y madurez en proyectos complejos. Ello sin dejar atrás la caracterización organizacional con base en su tamaño, según lo establece la Ley 905 de 2004 (Ley 905 de 2004, Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa Colombiana y se dictan otras disposiciones, 2004). Ello de acuerdo con el número de empleados ( $n$ ) y activos ( $A$ ) en el Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV) y su validación conforme a la evaluación global del parque empresarial en Colombia realizada por Franco Ángel (2019). Asimismo, el instrumento integrará la indagación, y el uso de herramientas informáticas relacionadas al desempeño organizacional en cualquier nivel, con el fin de relacionar las capacidades empresariales y el uso de sistemas informáticos como herramientas útiles en la madurez organizacional. Para ello se hizo uso del modelo propuesto por el Organizational Project Management Maturity Model (OPM3), el Project Management Institute (2003) y el Modelo de Madurez de Administración de Proyectos (Kerzner, 2019); Dicho modelo basado en el CMM y en el PMBOK, se usa para soportar organizacionalmente el planeamiento estratégico en un período razonable de tiempo. Las guías metodológicas, en conjunto con los estándares para la clasificación de madurez, se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Guías para la evaluación de madurez en organizaciones.

Estándares de referencia	Clasificación de madurez
Capability Maturity Model (CMM)	Nivel optimizado
	Nivel básico
	Nivel de repetición
	Nivel definido
	Nivel optimizado
Modelo de Madurez de Administración de Proyectos de Kerzner	Lenguaje común
	Procesos comunes
	Metodología Única
	“Benchmarking”
	Mejoramiento continuo
Mejores prácticas SMCI (OPM3)	Procesos de estandarización
	Procesos de medición
	Procesos de control
	Procesos de mejora continua

Fuente: Varios autores.

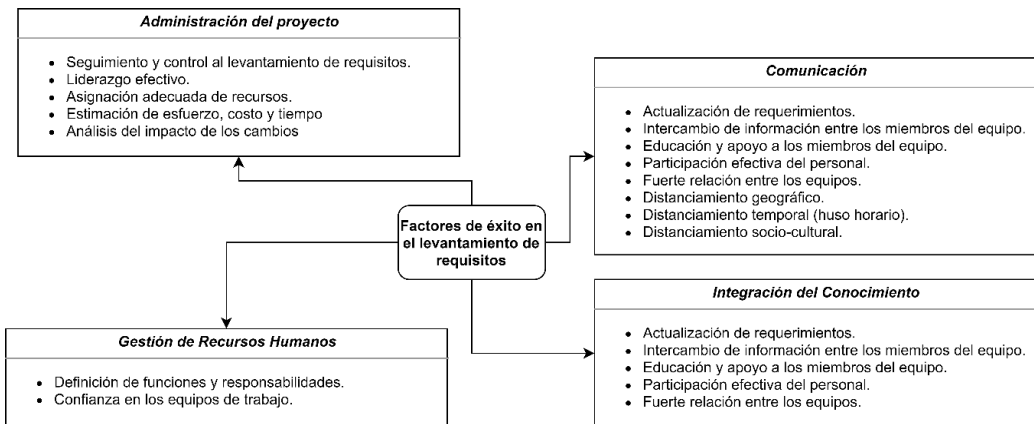
## 4. RESULTADOS

La aplicación del instrumento en una muestra piloto, en cuatro (4) organizaciones, tuvo como finalidad realizar la caracterización empresarial, identificación de características preponderantes relacionadas con la madurez organizacional, conformación de equipos de trabajo y la complejidad de proyectos en organizaciones. Para lo cual se integraron aspectos relacionados con la creación y el ajuste de herramientas para la medición de la totalidad de aspectos propuestos para la caracterización y evaluación de las organizaciones (Na-nan et al., 2018). En consecuencia, el ajuste e incorporación de nuevos aspectos en los instrumentos permitirán la evaluación efectiva de la población de estudio, y su posterior análisis conforme al objeto de la presente investigación para realimentar los resultados con el fin de mejorar el instrumento implementado.

### 4.1 Análisis e implementación de herramientas tecnológicas

El desarrollo de proyectos complejos requiere la incorporación efectiva de requerimientos para realizar la gestión de los equipos de

trabajo. Dicho propósito es logable mediante la integración de herramientas informáticas, lo que garantiza la coordinación de equipos de trabajo con variaciones y distribuciones sociales, culturales, horarios y canales de comunicación distintos (Akbar et al., 2019; Shafiq et al., 2018). A razón de ello, la creación de estándares para la gerencia de proyectos, métodos e instrumentos de gestión de proyectos permitirá fortalecer la comunicación, habilidades, destrezas y confianza en los equipos de trabajo. En correlación con la complejidad de proyectos, donde la adopción de supuestos teóricos de proyectos tradicionales es cuestionable (Verga Matos et al., 2019). El uso de herramientas para la aplicación de conocimientos, aptitudes, herramientas y técnicas, para cumplir requisitos y objetivos de los proyectos, en concordancia con la creación de estrategias para el desarrollo de ventajas competitivas en las organizaciones (Monteiro et al., 2016), como puede observarse en la Figura 3, establece algunos de los factores de éxito en la caracterización de requisitos y gerencia de proyectos complejos.



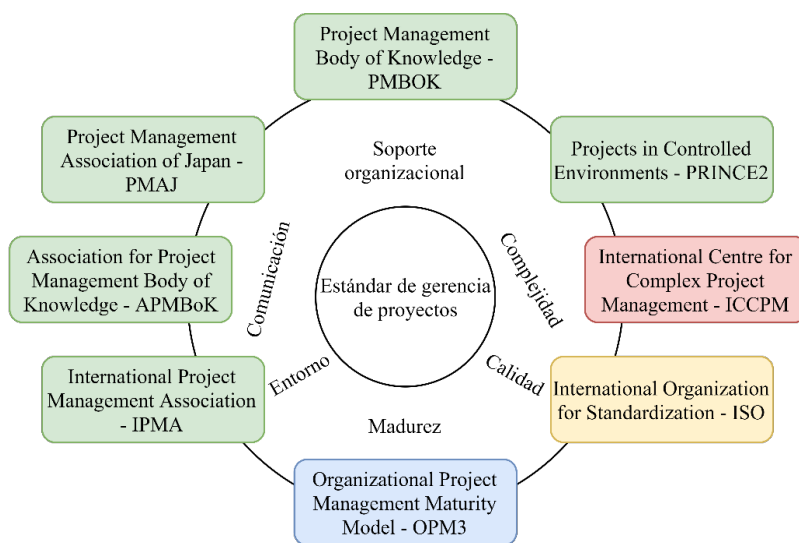
**Fig. 3:** Factores de éxito en el levantamiento de requisitos.

*Fuente: Varios autores*

Por lo tanto, la integración de herramientas, alineadas con las unidades estratégicas y gerenciales de las organizaciones, permite identificar requisitos asociados al incremento de la eficiencia de procesos y equipos de trabajo mediante la sistematización de actividades por el uso de herramientas informáticas. Consecuentemente, autores (Ahlemann et al., 2009; Verga Matos et al., 2019), establecen la importancia del uso de metodologías e instrumentos para la gestión de proyectos. Además



de resaltar la existencia de una “disparidad sustancial entre los conocimientos teóricos y la eficiencia práctica de la gestión de proyectos”. De igual manera, algunas organizaciones internacionales han desarrollado herramientas y estándares, o cuerpos de conocimiento, que abordan actividades derivadas de los procesos ejecutados por las organizaciones, lo que incrementa la eficiencia y efectividad en el uso y administración de recursos. Asimismo, en la Figura 4 se integran algunos de los principales estándares relacionados con la gestión de proyectos.

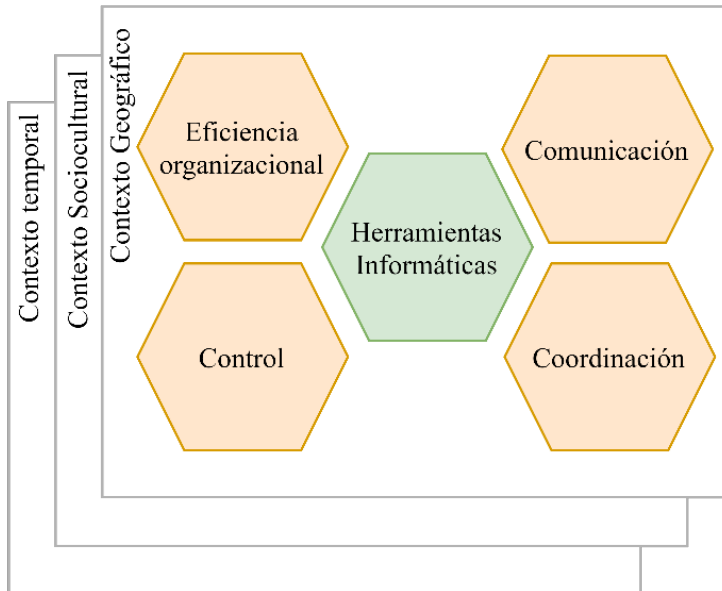


**Fig. 4:** Estándares y guías para la gerencia de proyectos.

*Fuente: Varios autores.*

Por otra parte, el éxito de los procesos organizacionales, en conjunto con la mitigación de impactos, se asocia al incremento en número y complejidad de los proyectos. Dicho aspecto establece retos alrededor de la administración de información, definición de actividades centralizadas en la coordinación de proyectos, sistematización de responsables y políticas relacionadas con el cumplimiento de objetivos de los interesados internos, y externos de las organizaciones. Ello mediante la implementación de herramientas de apoyo a la gestión de la información (Eroshkin et al., 2017; Monteiro et al., 2016; Shafiq et al., 2018). Por otra parte, analizar el contexto geográfico, sociocultural y temporal, resulta pertinente para establecer las características principales, asociadas al uso de herramientas informáticas, para la integración de procesos de

las organizaciones en la gerencia de proyectos. La Figura 5 muestra la relación entre las herramientas informáticas y el contexto de la gerencia de proyectos complejos.



**Fig. 5:** Principales factores y procesos relacionados con el uso de herramientas informáticas en las organizaciones.

*Fuente: Varios autores.*

#### 4.2. Madurez en la conformación de equipos de trabajo

De acuerdo con Kostalova & Tetreova (2018), la tasa de éxito en la ejecución de proyectos se relaciona con la madurez de la gestión de proyectos y el uso de métodos e instrumentos adecuados de gestión de proyectos. Por lo tanto, la identificación de las principales variables alrededor de la madurez organizacional obedece a requerimientos específicos entorno a la complejidad de proyectos y el desempeño de los equipos de trabajo, lo que determina características y habilidades para la gestión y desarrollo de proyectos. Sin olvidar la identificación del grado de madurez conforme a la evaluación del uso de procedimientos, apropiación de herramientas informáticas y demás disposiciones derivadas de la gestión de proyectos. En consecuencia, la Tabla 2., determina las principales variables relacionadas con madurez y conformación de equipos.

Tabla 2. Variables relacionadas con madurez en la conformación de equipos de trabajo.

Variable	Descripción
Comunicación Efectiva	Los miembros del equipo se sienten libres de expresar sus sentimientos. La comunicación se lleva a cabo fuera de las reuniones y es abierta, confiable y honesta.
Comportamiento de vigilancia y apoyo	Ayudar a los miembros del equipo a realizar sus tareas, puede ocurrir (1) proporcionar retroalimentación, (2) ayudar a un compañero de equipo a realizar acciones, o (3) asumir y completar una tarea para un compañero de equipo.
Adaptabilidad	Capacidad de ajustar las estrategias basadas en la información recogida del medio ambiente. Alterar el curso de acción o el repertorio del equipo en respuesta a las condiciones cambiantes.
Gestión de conflictos	El manejo efectivo de conflictos incluye la negociación, el acuerdo y la resolución de conflictos.
Toma de decisiones compartida	Toma de decisiones por consenso entre los miembros del equipo. Contribuye al proceso de decisión añadiendo recursos y diversidad individuales.
Confianza mutua	La confianza mutua se compone de honestidad, fiabilidad y apertura entre los miembros del equipo.
Conformidad	Ajuste del comportamiento para seguir las reglas del equipo.
Claridad de papel y objetivos (propósito)	Expectativas claras sobre los papeles de cada miembro del equipo. Se ha definido la visión, misión, meta o tarea del equipo. Hay un plan de acción.
Responsabilidad compartida	Responsabilidad compartida entre los miembros del equipo.

*Fuente: Varios autores.*

En contraste, la eficiencia organizacional, relacionada con la incorporación de herramientas tecnológicas, es un factor preponderante en la resolución de problemáticas y la reducción de barreras espaciales, temporales y estructurales de las mismas. Por lo tanto, evaluar el desempeño de los equipos de trabajo y la madurez, permitirá obtener ventajas como la reducción de costos, transferencia de conocimiento, integración, adaptabilidad y trazabilidad en la gestión de recursos y comunicaciones en las organizaciones, garantizando la ejecución de actividades mediante equipos de trabajo virtuales a nivel global, con alcances de disponibilidad cercanas a las 24 horas del día (Dimitrov, 2020; Münch et al., 2013; Wiredu, 2019).

## 4.2 Selección de muestra poblacional

La selección de la muestra fue realizada con base en la matrícula mercantil de todas las organizaciones legalmente constituidas en la Cámara de Comercio de Cúcuta, por eso se seleccionaron empresas relacionadas con actividades de información y comunicaciones conocidas por la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), con el Título J (Naciones Unidas, 2009), lo que arrojó a 159 empresas de las 1170 inscritas en esta Cámara de Comercio, es decir, el 8,98% del total. La discriminación por actividades específicas se expone en la Tabla 3.

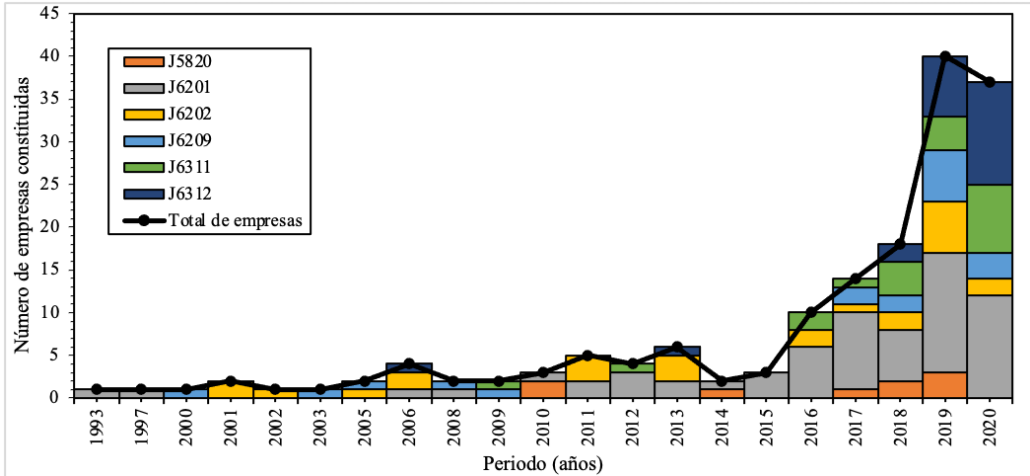
Tabla 3. Sub actividades económicas de las empresas dedicadas a la información y comunicaciones en la Ciudad de Cúcuta.

Código CIIU	Actividad económica	Número de empresas	Participación (%)
J5820	Edición de programas de informática (software).	9	5.66
J6201	Actividades de desarrollo de sistemas informáticos (planificación, análisis, diseño, programación de pruebas).	63	39.62
J6202	Actividades de consultoría informática y actividades de administración de instalaciones informáticas.	25	15.72
J6209	Otras actividades de tecnologías de información y actividades de servicios informático.	18	11.32
J6311	Procesamiento de datos alojamiento (hosting) y actividades relacionadas.	21	13.21
J6312	Portales web.	23	14.47

*Fuente: Elaboración propia.*

Lo anterior refleja una desagregación de actividades relacionadas con brindar apoyo mediante el suministro de herramientas informáticas en proyectos complejos. La Tabla 3, expone como aproximadamente el 40% de organizaciones suple estos procesos informáticos, seguido del 15,7 % de actividades empresariales dedicadas a brindar administración de instalaciones informáticas, en conjunto con el procesamiento de información, ocupando el 13,2 % del total de actividades económicas dedicadas al manejo de información y comunicaciones. Lo que denota que las organizaciones demandan servicios relacionados con sistemas

informáticos, administración y procesamiento de datos, en coherencia con el aumento de competitividad y desarrollo de las organizaciones para su introducción en el mercado (Dimitrov, 2020; Münch et al., 2013; Wiredu, 2019). En consecuencia, el crecimiento sube constantemente, conforme a lo expuesto en la Figura 6.

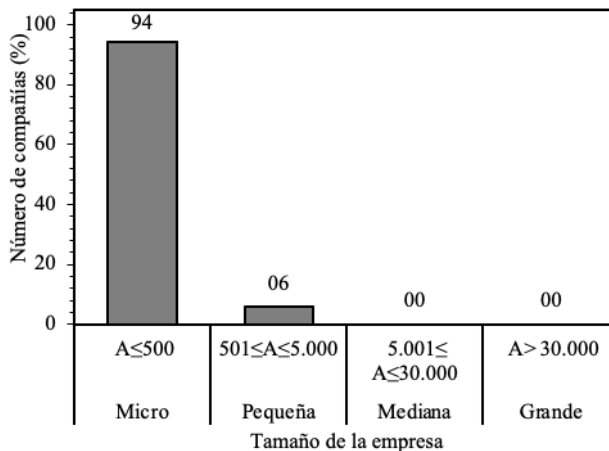


**Fig. 6:** Constitución de las Empresas dedicadas a actividades de información y comunicaciones en la ciudad de Cúcuta.

*Fuente: Elaboración propia*

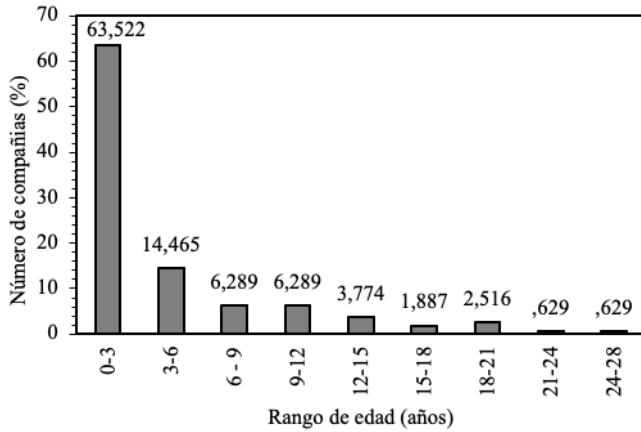
Lo expuesto en la Figura 6 resulta coherente con el crecimiento en requerimientos tecnológicos, incluida la sistematización de procesos relacionados con la trazabilidad en la ejecución de actividades operacionales, el desarrollo y mantenimiento de software, y las necesidades cambiantes de los clientes, como de los requisitos incorporados en el tendiente enfoque de desarrollo web en recientes periodos de tiempo. Asimismo, la incorporación de herramientas informáticas ha crecido exponencialmente en función de las necesidades que las organizaciones requieren con mayor dedicación al desarrollo de software. Para lo cual se asignaron esfuerzos en la creación de procesos automatizados, con el objetivo de disminuir la tasa de errores en comparación con la manipulación del proceso manualmente, además de definir el progreso del proyecto y la visibilidad de los componentes de desarrollo mediante la incorporación de herramientas informáticas. Tal aspecto, ha constituido patrones de comportamiento en el consumo de bienes y servicios,

representados en la demanda de productos más complejos con un alcance mucho mayor. Por lo tanto, los fenómenos de globalización plantean desafíos relacionados con la coordinación de procesos y el mejoramiento en la necesidad de incluir herramientas informáticas en el desempeño organizacional logrado a través de la incorporación de equipos de trabajo integrales, a la vez que se eliminan límites geográficos, temporales y culturales (Enríquez et al., 2018; Haq et al., 2019). No obstante, al evaluar las capacidades empresariales del total de empresas, mediante su edad, clasificación empresarial y cantidad de activos totales, se encontró la Ley 905 de 2004, la cual enuncia: “*Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones*”. Allí se dictamina el tamaño de la empresa según activos (A) en salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV). La caracterización se expone en Figura 7 y Figura 8.



**Fig. 7:** Clasificación empresarial por tamaño según sus activos totales

*Fuente: Elaboración propia*



**Fig. 8:** Histograma de frecuencias según rango de edad.

*Fuente: Elaboración propia*

Lo anterior, expone empresas que integran las pequeñas y medianas empresas (Pymes) en su totalidad, lo que resulta coherente con el tejido empresarial colombiano constituido, en su mayoría, por este tipo de organizaciones, con el 99,5% del parque empresarial nacional (Franco Ángel, 2019). Estas resultan claves para el sustento de las economías modernas y su crecimiento a largo plazo. Esas empresas poseen una estructura plana, con menor burocracia, menos procedimientos y sistemas formales, lo que facilita la rápida toma de decisiones y su capacidad de respuesta al mercado (Usama et al., 2018) en coherencia con el tipo de actividad que desempeñan. Las cuales, en su mayoría, no requieren un equipamiento robusto o altas cuantías de inversión para su desempeño. Sin embargo, dichas empresas poseen debilidades intrínsecas a su tamaño y el restringido manejo de capital, lo que reduce su competitividad y limita su crecimiento, dificultando su acceso a fuentes de financiación, así como a nuevos y mayores recursos. Esto puede causar distancias en la consecución de una madurez empresarial sostenida (Franco Ángel, 2019). Los parámetros gerenciales en relación con el desempeño, las descripciones de técnicas y características para el diagnóstico y fortalecimiento de competitividad; mediante su efecto en la optimización de procesos y capacidad en distintos niveles de madurez. También se vinculan aspectos estratégicos (indicadores

de desempeño) y tecnológicos (software), en la formulación de planes para el mejoramiento en la prestación de servicios, calidad, optimización de recursos, gestión del conocimiento relacionados con la ejecución física de actividades y administración de capacidades operativas en la formulación de objetivos y medición del desempeño en las organizaciones, las cuales se encuentran inmersas en el desarrollo de proyectos de software previamente caracterizadas fue necesario seleccionar una muestra representativa, una confianza del 95% y un error marginal del 5%, dentro del rango de error de un 5%, previamente escogido como representativo, posteriormente se calculó el tamaño muestral según la siguiente ecuación:

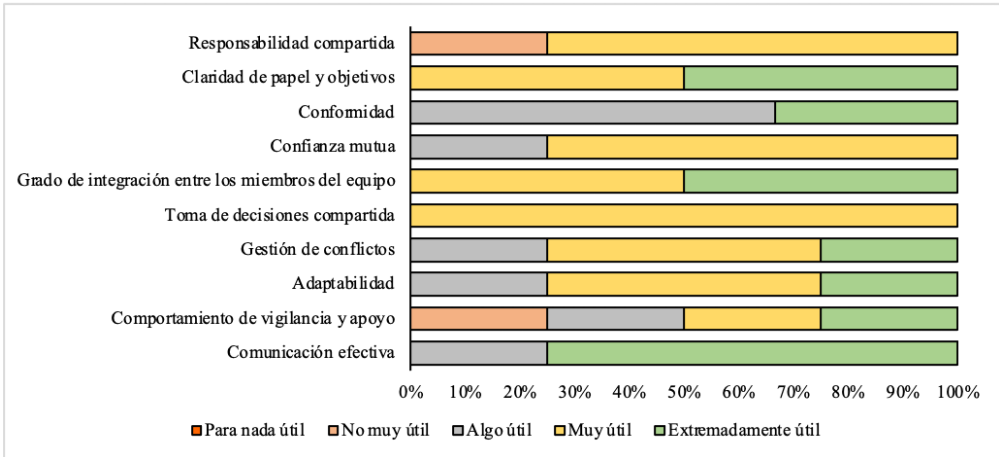
$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Con base en lo anterior, la cuantificación de la muestra representativa corresponde a 30 organizaciones seleccionadas aleatoriamente, evaluadas mediante el instrumento formulado para establecer el impacto en la implementación de herramientas, y modelos (MMC), en organizaciones inmersas en el desarrollo de proyectos complejos.

### 4.3 Habilidades comunicativas en la madurez empresarial

De conformidad a los resultados obtenidos en el instrumento, se determinó que la comunicación efectiva es considerada un factor extremadamente útil en la conformación de equipos, con un 66.6%, seguido de la vigilancia, apoyo, claridad de papel, objetivos y grado de integración entre los miembros del equipo de trabajo, con un 33.3%. En consecuencia, resulta importante disponer de canales y estrategias de comunicación orientadas a la realimentación de procesos organizacionales de manera eficaz e integrada a la totalidad de interesados internos y externos del proyecto, lo que evita situaciones ambiguas o de incertidumbre que puedan afectar el alcance y los requisitos de los proyectos (Senaratne & Ruwanpura, 2016). En la Figura 9, se establecen las habilidades y características relacionadas con la conformación de equipos.





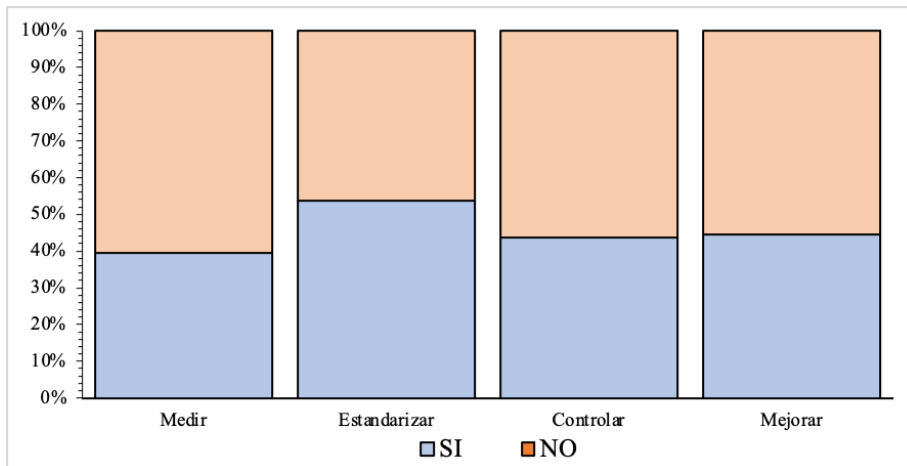
**Fig. 9:** Habilidades y características preponderantes en la conformación de equipos de trabajo.

*Fuente: Elaboración propia*

El modelo de madurez propuesto del Organizational Project Management Maturity Model – OPM3, plantea alcances relacionados con la identificación y desarrollo de herramientas que aseguren la capacidad de los proyectos, programas y carteras, lo que facilita el cumplimiento de los objetivos organizacionales (Project Management Institute (PMI), 2013). Lo mismo puede evidenciarse en la identificación de factores ambientales internos y externos de la organización, en conjunto con el desarrollo y aseguramiento de la capacidad organizacional para la gestión de proyectos, programas y carteras a través de la formulación de mecanismos que integren características estratégicas y tecnológicas, mejoramiento de procesos y optimización de recursos humanos (Irfan et al., 2019; Project Management Institute (PMI), 2013). Ello se relaciona con el comportamiento tradicional de las pymes mediante un acercamiento directo con los interesados con el fin de brindar una oferta comercial deseable, lo cual se facilita gracias a los medios de comunicación digitales. Por lo tanto, se determinó que las organizaciones han desarrollado procesos para la medición, estandarización, control y mejora en los procesos relacionados con las habilidades comunicativas.

#### 4.4 Identificación de buenas prácticas organizacionales

Por medio de ello se destaca la incorporación de “mejores prácticas” para la gestión de carteras, programas y proyectos, lo que se relaciona con los resultados obtenidos a través de la administración del conocimiento, la evaluación y mejora de la gestión y madurez en las organizaciones. De igual manera resaltan las restricciones asociadas al involucramiento y motivación para la mejora de prácticas en las organizaciones mediante la asignación de esfuerzos e inversiones, que permiten el aseguramiento de la calidad (Guangshe et al., 2008; Silva et al., 2019). La Figura 10 ilustra los resultados obtenidos para los procesos y buenas prácticas organizacionales.

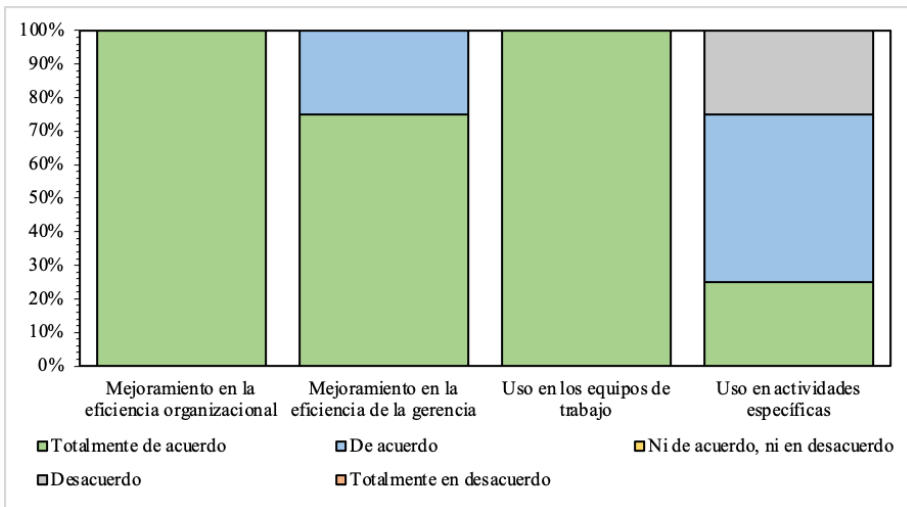


**Fig. 10:** Identificación de buenas prácticas organizacionales.

*Fuente: Elaboración propia.*

Los resultados derivados de la implementación de herramientas y software, por parte de las organizaciones, incrementa la capacidad de realizar un seguimiento automatizado sobre el progreso de los proyectos, así como mediciones cuantitativas a través de tecnologías para el monitoreo y registro constante de actividades. Lo cual, resulta útil en relación a la demanda que otros sectores empresariales requieren en el manejo de las herramientas, lo que refleja una estabilidad económica en el tiempo que permite mejorar los procesos de madurez empresarial en las jóvenes empresas, dedicadas al servicio de información y comunicaciones evaluadas. Asimismo, la vinculación de tecnologías para el

mejoramiento de la comunicación repercute en el mejoramiento de la eficiencia gerencial y organizacional, además de brindar seguimiento de las actividades inmersas en la conformación de equipos de trabajo y actividades específicas o especializadas (Goessens et al., 2018). De otra parte, la supervisión de procesos sigue siendo una tarea principalmente analógica y manual. Por lo tanto, es habitual que todas las tareas realizadas deban ser supervisadas y documentadas, lo que genera demanda en técnicas integrales y detalladas. Esto aumenta su uso en los grandes proyectos, donde la cantidad de tareas impide un manejo manual, así como se requiere mantener una visión general del estado de proyecto (Borrmann et al., 2018; Omar & Nehdi, 2016). Por lo tanto, los resultados expuestos en la Figura 11., ilustran la importancia de las herramientas informáticas entorno al desempeño organizacional y la gestión de los equipos de trabajo entorno al desarrollo de proyectos complejos.



**Fig. 11:** Herramientas informáticas y el desempeño organizacional.

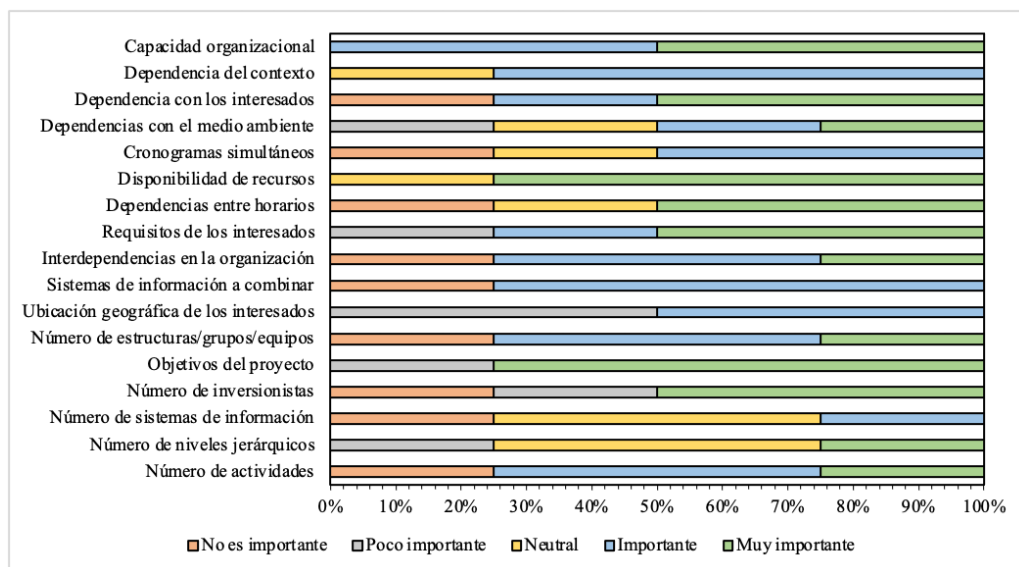
*Fuente: Elaboración propia.*

La labor de las empresas inmersas en el área de la comunicación e información ha permitido avanzar en los procesos realizados en distintas empresas. No obstante, continúan existiendo opiniones divididas en lo que respecta a la importancia de su gestión para la implantación de actividades específicas. Ellas, principalmente, relacionadas con labores organizacionales. Consecuentemente, la labor de dichas empresas se

fundamenta en brindar apoyo al mejoramiento de las comunicaciones, así como a las herramientas que contribuyan con el desarrollo organizacional, direccionándose a una madurez consolidada; sin embargo, estas no interfieren en las actividades realizadas por la organización ni sus roles gerenciales.

#### **4.5 Procesos de identificación y priorización de proyectos complejos**

La complejidad, entorno al desarrollo de proyectos, integra conceptos y características únicas que inciden en el cumplimiento de restricciones, objetivos estratégicos de las organizaciones y los principales procesos derivados de la implementación de estándares de gerencia de proyectos en las organizaciones. Por lo tanto, la identificación de las principales características asociadas a la identificación y ejecución de dichos proyectos, establece que aspectos como: capacidad organizacional, relaciones con interesados, disponibilidad de recursos, definición de objetivos del proyecto y la cantidad de inversionistas, preponderan en la ejecución de proyectos complejos, conforme al impacto que pueden generar en las restricciones y objetivos organizacionales. A razón de ello, algunos autores (Dao, Kermanshachi, Shane, Anderson, et al., 2016), determinan que la complejidad tiende a materializarse cuando los resultados de los proyectos son impredecibles, existe una alta interacción entre las partes internas y externas de la organización, y la comprensión de su alcance es nulo. Por consiguiente, resulta necesaria la asignación de esfuerzos en identificar requisitos y formas de implementar mecanismos, para mitigar los riesgos asociados a la ambigüedad y las limitaciones de tiempo o presupuesto en los proyectos complejos (Kermanshachi et al., 2020). Asimismo, las herramientas tecnológicas permiten fortalecer aspectos relacionados con la administración del tamaño y variedad de proyectos en las organizaciones. Por eso, el 75% de los encuestados determinó que las características de “Disponibilidad de recursos”, en conjunto con la definición de “objetivos del proyecto”, corresponden a procesos de gran importancia para la identificación y gerencia de proyectos complejos. Lo que concuerda con los resultados obtenidos por Bosch-Rekveldt et al. (2018), que determinaron que un alto nivel de complejidad se asocia a la falta de recursos y disponibilidad de conocimientos para la gestión organizacional.



**Fig. 12:** Caracterización de procesos alrededor de la ejecución de proyectos complejos.

*Fuente: Elaboración propia.*

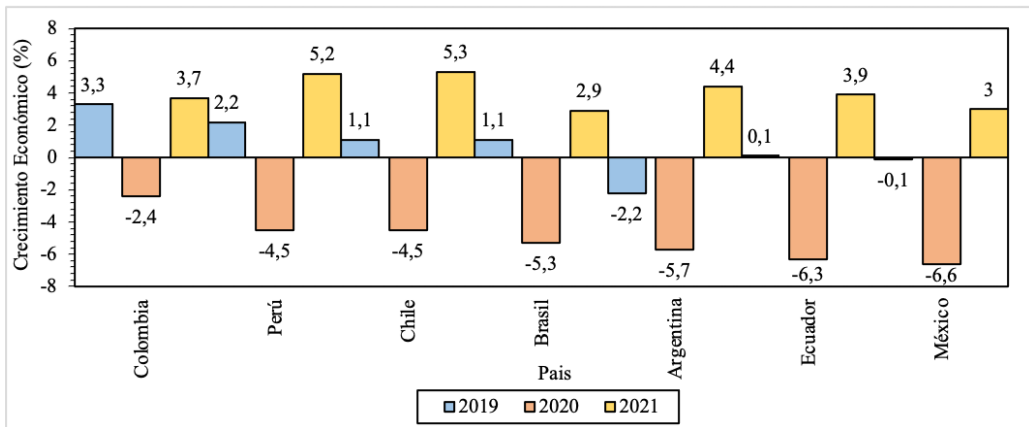
La ubicación geográfica de los inversionistas o interesados, del proyecto, se considera de baja importancia con un 25% y 50% respectivamente. Ello se refleja en gran medida por la coordinación en la ejecución de los proyectos, así como la conformación de equipos de trabajo globales. Así se disponen de facilidades que incrementan la eficiencia en lo respectivo a la ejecución de los proyectos y la obtención de mayores beneficios económicos, derivados de la eliminación de paradigmas relacionados a las distancias físicas, temporales, lingüísticas y culturales (Borrego et al., 2019; Bosch-Rekveltdt et al., 2018), lo cual se compagina con características de las empresas dedicadas a brindar servicios de comunicaciones e información, pues, dada su naturaleza, poseen herramientas ágiles mediante tecnologías remotas y digitales que mejoran el desempeño de los procesos.

## 5. DISCUSIONES

### 5.1 Dinámica empresarial

De conformidad a Mincomercio (2020), la economía colombiana creció 3,3% en 2019, lo que representa la mayor tasa registrada desde

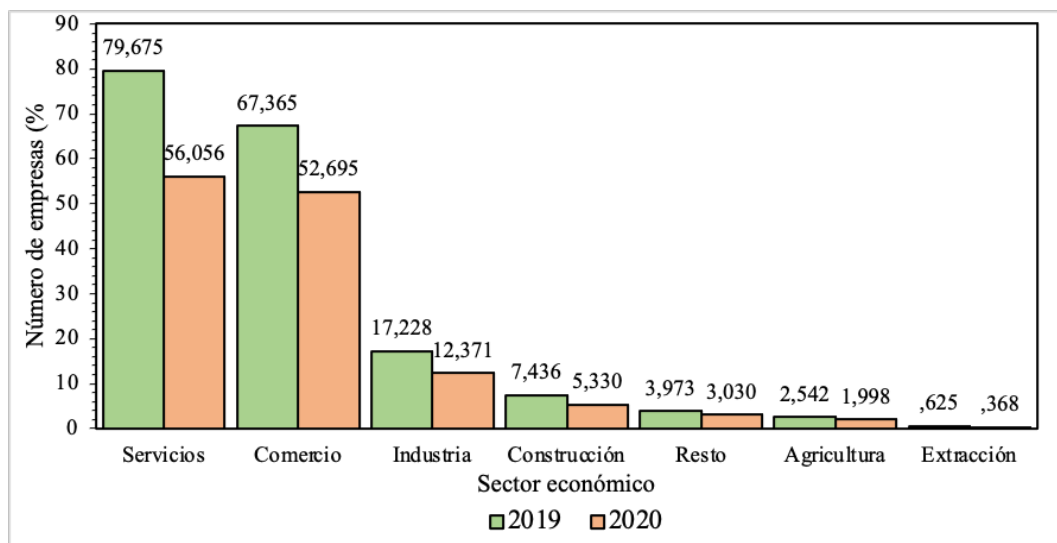
el 2014 (4.5%), además de proyectar un crecimiento positivo en actividades financieras (5.7%), de administración pública (4.9%), comercio, transporte, alojamiento y comidas (4.9%), y actividades profesionales y científicas (3.7%). De igual manera, el (Fondo Monetario Internacional (FMI), 2019), proyecta una reducción del Producto Interno Bruto del 2.4% para Colombia durante el 2020, y una recuperación generalizada para la región durante el 2021 (3.3% a nivel nacional), como se observa en la Figura 13.



**Fig. 13:** Proyecciones de crecimiento del Producto Interno Bruto para Latinoamérica.

*Fuente: (Fondo Monetario Internacional (FMI), 2019)*

De otra parte, la actividad económica nacional, relacionada con la conformación de nuevas empresas, refleja una reducción en la participación de los sectores de servicios, industria y comercio, los cuales conforman alrededor del 91.8% de la participación en relación a la totalidad de unidades productivas (Confecámaras, 2020). Asimismo, Confecámaras (2020), establece que los subsectores con mayor contribución a la disminución se conforman por servicios (-26.9%), comercio (-21.8%) y el sector de la industria (-28.2%). Por lo tanto, el impacto relacionado con factores externos se refleja en el desempeño organizacional y la conformación de nuevas empresas a nivel nacional, como se observa en la Figura 14.



**Fig. 14:** Conformación de nuevas empresas por sectores económicos en Colombia.  
Fuente: (Confecámaras, 2020).

Paralelamente, la conformación de empresas a nivel nacional se relaciona con un 99.53% del total de unidades empresariales conformadas para el 2020, lo que refleja una reducción del 26.37% respecto al 2019. Ello representa una disminución importante en el desarrollo económico y la producción nacional, medida a través del Producto Interno Bruto, además de establecer requerimientos alrededor de la adopción de políticas relacionadas con la mitigación de la contracción económica, menor inversión y pérdida de empleos en el territorio nacional (Clavellina & Domínguez, 2020; Confecámaras, 2020). La Tabla 4, expone la cantidad de empresas conformadas para el periodo enero-junio de 2020, de acuerdo con el tamaño de la organización -el cual se determina mediante Decreto 957 de 2019-.

Tabla 4. Conformación de empresas por tamaño de conformidad al Decreto 957 de 2019.

Tamaño	2019	2020
Microempresa	178221	131229
Pequeña	588	583
Mediana	29	32
Grande	6	4

Fuente: Confecámaras (2020).

En consecuencia, los cambios rápidos del mercado global, el consumo y los canales de comercialización de bienes y servicios demandan el fortalecimiento de la sistematización de las organizaciones, lo que supera las expectativas del mercado, e incorpora la administración, y el flujo de información, a través de la ejecución de procesos estructurados alrededor de las organizaciones (Djerdjouri, 2019).

## 6. CONCLUSIONES

El éxito en los proyectos se asocia con el mayor alcance a factores relacionados con herramientas informáticas. Lo que influye en el equipo de trabajo, a la vez que se mejora el uso de estándares para el desarrollo ágil de los procesos. Ello en conjunto con las demás áreas de gestión, y en colaboración con los stakeholders, las estructuras organizacionales, y el uso de herramientas transversales al desarrollo de proyectos organizacionales. Lo que mejora los procesos de comunicación, reduce los tiempos de entrega e incrementa la capacidad productiva, la flexibilidad y la alienación estratégica de proyectos complejos. La cual, se ve expresada en la creciente demanda de necesidades informáticas y comunicaciones, ello en conjunto con el perfeccionamiento de los nuevos paradigmas que exigen la adaptación en el desarrollo, y la operación y mantenimiento de las organizaciones junto a las problemáticas de calidad. Sin embargo, el aparato empresarial que proporciona tales herramientas transversales es joven, o no se ha consolidado en un músculo empresarial robusto para establecer un modelo de madurez y capacidades en función de su experiencia, lo que influye en las capacidades de su gestión en los proyectos complejos. No obstante, la presente investigación permitió desarrollar herramientas para identificar algunos aspectos conexos a factores relacionados con la implementación de métodos y mecanismos para la sistematización de proyectos complejos en organizaciones. Esto en conjunto con la madurez empresarial para identificar que la integración de procesos tecnológicos incrementa la capacidad organizacional, así como para administrar el conocimiento y reduce la incertidumbre en la ejecución de procesos y procedimientos, al igual que la importancia de incorporar buenas prácticas y estándares alrededor de la gerencia de proyectos. Por lo tanto, estableció un precedente en la utilización de herramientas de análisis no experimental para la evaluación, y mayor comprensión, de



fenómenos en las organizaciones, sumado a la posibilidad de ajustar y validar modelos existentes.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrian Doss, D., Tesiero, R., Gokaraju, B., McElreath, D., & Goza, R. (2017). Proposed Derivation of the Integrated Capability Maturity Model as an Environmental Management Maturity Model. *Energy and Environmental Engineering*, 5(3), 67–73. <https://doi.org/10.13189/eee.2017.050302>

Ahimbisibwe, A., Cavana, R. Y., & Daellenbach, U. (2015). A contingency fit model of critical success factors for software development projects: A comparison of agile and traditional plan-based methodologies. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(1), 7–33. <https://doi.org/10.1108/JEIM-08-2013-0060>

Ahlemann, F., Teuteberg, F., & Vogelsang, K. (2009). Project management standards - Diffusion and application in Germany and Switzerland. *International Journal of Project Management*, 27(3), 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.01.009>

Akbar, M. A., Sang, J., Nasrullah, Khan, A. A., Mahmood, S., Qadri, S. F., Hu, H., & Xiang, H. (2019). Success factors influencing requirements change management process in global software development. *Journal of Computer Languages*, 51(August 2018), 112–130. <https://doi.org/10.1016/j.col.2018.12.005>

Armando, A., & Santos, C. (2018). *Ciencias sociales y humanísticas Tecnología de gestión de recursos humanos*. 3000–3003.

Azimi, R., Lee, S., Abourizk, S. M., & Alvanchi, A. (2011). A framework for an automated and integrated project monitoring and control system for steel fabrication projects. *Automation in Construction*, 20(1), 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.07.001>

Borrego, G., Morán, A. L., Palacio, R. R., Vizcaíno, A., & García, F. O. (2019). Towards a reduction in architectural knowledge vaporization

- during agile global software development. *Information and Software Technology*, 112(April), 68–82. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.04.008>
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018). *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_33)
- Bosch-Rekvelde, M., Bakker, H., & Hertogh, M. (2018). Comparing project complexity across different industry sectors. *Complexity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/3246508>
- Cha, J., & Maytorena-Sanchez, E. (2019). Prioritising project management competences across the software project life cycle. *International Journal of Managing Projects in Business*, 12(4), 961–978. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-11-2017-0145>
- Chaikovska, M. (2017). Metodological Bases of It Project Management With Simulation Modelling Tools. *Scientific Journal of Polonia University*, 21(2), 55–66. <https://doi.org/10.23856/2106>
- Choudhury, V., & Sabherwal, R. (2003). Portfolios of Control in Outsourced Software Development Projects. *Information Systems Research*, 14(3), 291–314. <https://doi.org/10.1287/isre.14.3.291.16563>
- Chow, T., & Cao, D. B. (2008). A survey study of critical success factors in agile software projects. *Journal of Systems and Software*, 81(6), 961–971. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.08.020>
- Clarke, P., O'Connor, R. V., & Leavy, B. (2016). A complexity theory viewpoint on the software development process and situational context. *International Conference on Software and System Process, ICSSP 2016, May*, 86–90. <https://doi.org/10.1145/2904354.2904369>
- Clavellina, J. L., & Domínguez, M. I. (2020). Implicaciones económicas de la pandemia por COVID-19 y opciones de política. *Instituto Belisario Domínguez*, 81, 1–11.

- Cohen, I., Golany, B., & Shtub, A. (2005). Managing stochastic, finite capacity, multi-project systems through the cross-entropy methodology. *Annals of Operations Research*, 134(1), 183–199. <https://doi.org/10.1007/s10479-005-5730-1>
- Colombi, John M.; Miller, Michael E.; Schneider, Michael; McGrogan, Jason; Long, David S.; Plaga, J. (2012). Model Based Systems Engineering with Department of Defense Architectural Framework. *Systems Engineering*, 14(3), 305–326. <https://doi.org/10.1002/sys>
- Confecámaras. (2020). *Dinámica de creación de empresas en colombia: enero-junio de 2020* (p. 15). <http://www.confecamaras.org.co/noticias/509-en-2016-aumento-15-8-la-creacion-de-empresas-en-colombia>
- Conforto, Edivandro C, Salum, F., Amaral, D. C., da Silva, S. L., & Magnanini de Almeida, L. F. (2014). Can Agile Project Management Be Adopted by Industries Other than Software Development? *Project Management Journal*, 45(3), 21–34.
- Conforto, Edivandro Carlos, Amaral, D. C., da Silva, S. L., Di Felippo, A., & Kamikawachi, D. S. L. (2016). The agility construct on project management theory. *International Journal of Project Management*, 34(4), 660–674. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.01.007>
- Ley 905 de 2004, Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones, 14 (2004).
- Cristóbal, J. R. S. (2017). The S-curve envelope as a tool for monitoring and control of projects. *Procedia Computer Science*, 121, 756–761. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.097>
- Curtis, B., Hefley, B., & Miller, S. (2016). *People Capability Maturity Model: A Framework for Human Capital Management*.
- Dao, B., Kermanshachi, S., Shane, J., & Anderson, S. (2016). Project Complexity Assessment and Management Tool. *Procedia*

- Engineering*, 145 (December), 491–496. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.026>
- Dao, B., Kermanshachi, S., Shane, J., Anderson, S., & Hare, E. (2016). Identifying and Measuring Project Complexity. *Procedia Engineering*, 145(October), 476–482. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.024>
- Delgado, A. A., & Solano, D. J. G. (2017). Construcción de un índice sintético de desempeño institucional municipal en Colombia. *Reforma y Democracia*, 2017-Febru (67), 125–162.
- Desmond, C. (2017). Project management tools-software tools. *IEEE Engineering Management Review*, 45(4), 24–25. <https://doi.org/10.1109/EMR.2017.2765439>
- Dimitrov, D. (2020). *Software project estimation intelligent forecasting, project control, and client relationship management*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5025-9>
- Djerdjouri, M. (2019). Data and business intelligence systems for competitive advantage: prospects, challenges, and real-world applications. *Mercados y Negocios*, 1.
- Enríquez, J. G., Sánchez-Begines, J. M., Domínguez-Mayo, F. J., García-García, J. A., & Escalona, M. J. (2018). An approach to characterize and evaluate the quality of Product Lifecycle Management Software Systems. *Computer Standards and Interfaces*, 61, 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.05.003>
- Eroshkin, S. Y., Kameneva, N. A., Kovkov, D. V., & Sukhorukov, A. I. (2017). Conceptual System in the Modern Information Management. *Procedia Computer Science*, 103(October 2016), 609–612. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.079>
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2019). *Perspectiva de la economía mundial, desaceleración del crecimiento, precaria recuperación*. Fondo Monetario Internacional (FMI).

- Franco Ángel, M. (2019). Caracterización de las pymes colombianas y de sus fundadores: un análisis desde dos regiones del país. *Estudios Gerenciales*, 35(150), 81–91. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.150.2968>
- Goessens, S., Mueller, C., & Latteur, P. (2018). Feasibility study for drone-based masonry construction of real-scale structures. *Automation in Construction*, 94(May), 458–480. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.06.015>
- Guangshe, J., Li, C., Jianguo, C., Shuisen, Z., & Jin, W. (2008). Application of organizational project management maturity model (OPM3) to construction in China: An empirical study. *Proceedings of the International Conference on Information Management Proceedings of the International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, ICIII 2008*, 2(Cmmi), 56–62. <https://doi.org/10.1109/ICIII.2008.182>
- Hagan, G., Bower, D., & Smith, N. (2011). Managing complex projects in multi-project environments. In C. Egbu & E. C. W. and Lou (Eds.), *Procs 27th Annual ARCOM Conference* (pp. 787–796). Association of Researchers in Construction Management.
- Haq, S. U., Gu, D., Liang, C., & Abdullah, I. (2019). Project governance mechanisms and the performance of software development projects: Moderating role of requirements risk. *International Journal of Project Management*, 37(4), 533–548. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.02.008>
- Hazir, Ö. (2015). A review of analytical models, approaches and decision support tools in project monitoring and control. *International Journal of Project Management*, 33(4), 808–815. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.09.005>
- Henriksen, A., & Pedersen, S. A. R. (2017). A qualitative case study on agile practices and project success in agile software projects. *Journal of Modern Project Management*, 5(11), 62–73. <https://doi.org/10.19255/JMPM01306>

- Hunziker, S. (2017). Efficiency of internal control: evidence from Swiss non-financial companies. *Journal of Management and Governance*, 21(2), 399–433. <https://doi.org/10.1007/s10997-016-9349-1>
- IEEE Computer Society. (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge Version 3.0 (SWEBOK Guide V3.0)* (3rd ed.).
- Irfan, M., Hassan, M., & Hassan, N. (2019). The effect of project management capabilities on project success in pakistan: An empirical investigation. *IEEE Access*, 7, 39417–39431. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906851>
- Kermanshachi, S., Dao, B., Rouhanizadeh, B., Shane, J., & Anderson, S. (2020). Development of the Project Complexity Assessment and Management Framework for Heavy Industrial Projects. *International Journal of Construction Education and Research*, 16(1), 24–42. <https://doi.org/10.1080/15578771.2018.1499568>
- Kerzner, H. (2019). *Using the Project Management Maturity Model* (Third Edit). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Khan, A. A., Shameem, M., Kumar, R. R., Hussain, S., & Yan, X. (2019). Fuzzy AHP based prioritization and taxonomy of software process improvement success factors in global software development. *Applied Soft Computing Journal*, 83, 105648. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105648>
- Kitchenham, B., Pretorius, R., Budgen, D., Brereton, O. P., Turner, M., Niazi, M., & Linkman, S. (2010). Systematic literature reviews in software engineering-A tertiary study. *Information and Software Technology*, 52(8), 792–805. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.03.006>
- Kostalova, J., & Tetreva, L. (2018). Proposal and Verification of Project Management Methods and Tools Oriented Maturity Model. *Revista de Gestao e Projetos*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.5585/gep.v9i1.595>

- Lee, S., & Yong, H. S. (2010). Distributed agile: Project management in a global environment. *Empirical Software Engineering*, 15(2), 204–217. <https://doi.org/10.1007/s10664-009-9119-7>
- Li, F., Vernadat, F., Siadat, A., & Li, Z. (2019). Visualised Decision Support in Industrial Project Monitoring and Control. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2019-Decem*, 948–951. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607307>
- Mayorga, S. A., & Pinzón, N. B. C. (2008). Diagnóstico de la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas. *Ingeniería y Universidad*, 12(2), 245–267.
- Mejía Cañas, C. A. (2013). *El concepto de la capacidad instalada*. 574, 1–3.
- Meredith, J. R., Shafer, S. M., & Mantel, S. J. (2017). *Project management: a strategic managerial approach*.
- Mincomercio. (2020). *Dinámica de la economía colombiana* (Issue 2, p. 62).
- Monteiro, A., Santos, V., & Varajão, J. (2016). Project Management Office Models - A Review. *Procedia Computer Science*, 100, 1085–1094. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.254>
- Münch, J., Armbrust, O., Kowalczyk, M., & Soto, M. (2013). *Software Process Definition and Management*. Springer.
- Na-nan, K., Chaiprasit, K., & Pukkeeree, P. (2018). A validation of the performance management scale. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(6), 1253–1267. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-04-2017-0064>
- Naciones Unidas. (2009). Revisión 4, Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU). In *Dermatologic Surgery* (Vol. 33, Issue 10). Naciones Unidas. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2007.33271.x>

- Omar, T., & Nehdi, M. L. (2016). Data acquisition technologies for construction progress tracking. *Automation in Construction*, 70, 143–155. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.06.016>
- Persson, J. S., Mathiassen, L., & Aaen, I. (2012). Agile distributed software development: Enacting control through media and context. *Information Systems Journal*, 22(6), 411–433. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2575.2011.00390.x>
- PMI, P. M. I. (2014). *Navigating Complexity: A practice guide*.
- PMI, P. M. I. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (Sexta edic.).
- Project Management Institute. (2003). *Organizational Project Management Maturity Model (OPM3)*. Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute (PMI). (2013). *Organizational Project Management Maturity Model - OPM3* (Third Edit). Project Management Institute, Inc. [www.pmi.org](http://www.pmi.org)
- Rebolj, D., Babič, N. Č., Magdič, A., Podbreznik, P., & Pšunder, M. (2008). Automated construction activity monitoring system. *Advanced Engineering Informatics*, 22(4), 493–503. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2008.06.002>
- Schwalbe, K. (2016). *Information Technology Project Management* (Eighth Edi). Cengage Learning. <https://doi.org/10.4324/9781315672922-11>
- Senaratne, S., & Ruwanpura, M. (2016). Communication in construction: a management perspective through case studies in Sri Lanka. *Architectural Engineering and Design Management*, 12(1), 3–18. <https://doi.org/10.1080/17452007.2015.1056721>
- Shafiq, M., Zhang, Q., Akbar, M. A., Khan, A. A., Hussain, S., Fazal-E-Amin, Khan, A., & Soofi, A. A. (2018). Effect of Project Management in Requirements Engineering and Requirements Change Management Processes for Global Software Development.



*IEEE Access*, 6(c), 25747–25763. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2834473>

Silva, R., Duarte, N., Barros, T., & Fernandes, G. (2019). Project Management Maturity: Case study analysis using OPM3® model in manufacturing industry. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICE.2019.8792586>

Tam, C., Moura, E. J. da C., Oliveira, T., & Varajão, J. (2020). The factors influencing the success of on-going agile software development projects. *International Journal of Project Management*, 38(3), 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.02.001>

The International Centre for Complex Project Management (ICCPM). (2012). Complex Project Manager Competency Standards. *International Centre for Complex Project Management (ICCPM)*, 1(August), 100.

Toschi, G. M., Campos, L. B., & Cugnasca, C. E. (2017). Home automation networks: A survey. *Computer Standards and Interfaces*, 50, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.08.008>

Tüzün, E., Tekinerdogan, B., Macit, Y., & İnce, K. (2019). Adopting integrated application lifecycle management within a large-scale software company: An action research approach. *Journal of Systems and Software*, 149, 63–82. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.11.021>

Usama, M. K., Fauziah, W., & Yusoff, W. (2018). The Relationship Between Entrepreneurs' Financial Literacy and Business Performance Among Entrepreneurs of Bauchi State Nigeria. *International Journal of Entrepreneurship and Business Innovation*, 1(1), 15–26. [www.abjournals.org](http://www.abjournals.org)

Verga Matos, P., Romão, M., Miranda Sarmiento, J., & Abaladas, A. (2019). The adoption of project management methodologies and tools by NGDOs: A mixed methods perspective. *Journal of Business Research*, 101(February), 651–659. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.067>

Williams, T. (2017). The Nature of Risk in Complex Projects. *Project Management Journal*, 48(4), 55–66. <https://doi.org/10.1177/875697281704800405>

Wiredu, G. O. (2019). *Global Software Engineering Virtualization and Coordination*. Taylor & Francis Group.