

**Análisis de factibilidad de la tercerización de servicios de testing y automatización de
software en Colombia**

Elaborado por:

Isabel Gómez Valero Jaime

Andrés Téllez González

Karina Sierra Velandia

Yurith Dayana Tinjacá Ayala

Tutor

Leidy Natalia Zapata Restrepo

Universidad EAN Facultad de ingeniería

Proyecto de integración –Pregrado Bogotá

DC, 13 de noviembre de 2025

Tabla de contenido

Tabla de ilustraciones	3
Resumen	6
Introducción.....	7
1. Objetivos	8
2. Definición Problema	9
3. Justificación	12
4. Marco teórico	15
5. Metodología	31
6. Análisis de resultados	51
Conclusiones	111
Referencias.....	113

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Árbol de problema	11
Ilustración 2. Métricas de la calidad de software.....	16
Ilustración 3 Proceso y Normas de Pruebas de Software.....	19
Ilustración 4 Proceso de Automatización de pruebas de Software	25
Ilustración 5 Pruebas Internas vs tercerización de pruebas	27
Ilustración 6 Porcentaje de empresas con área o dependencia	29
Ilustración 7. Cuestionario calidad de software y tercerización en Pymes y Mipymes de sector TI	39
Ilustración 8. Primera sección cuestionario	40
Ilustración 9. Segunda sección cuestionario	42
Ilustración 10. Diagrama de Gantt	43
Ilustración 11. Pregunta 4 de Encuesta	57
Ilustración 12. Pregunta 6 de Encuesta	59
Ilustración 13. Pregunta 7 de Encuesta	61
Ilustración 14. Pregunta 8 de Encuesta	61
Ilustración 15. Pregunta 10 de Encuesta	63
Ilustración 16. Evolución del sector TIC 2004-2005 Colombia.....	66
Ilustración 17. Indicadores financieros	90
Ilustración 18. Resultados de preguntas cuestionario	97
Ilustración 19. Resultados gráficos autorización cuestionario.....	98
Ilustración 20. Resultados gráficos preguntas de cuestionario	99
Ilustración 21. Las pruebas de usabilidad y rendimiento son fundamentales para asegurar	

la calidad del software.	101
Ilustración 22. En mi empresa se realizan pruebas de software de forma estructurada..	102
Ilustración 23. Las herramientas de testing y automatización mejoran significativamente la calidad del software.	103
Ilustración 24. Se aplican métricas de usabilidad como SUS o SEQ en los proyectos de software.	104
Ilustración 25. Tercerizar los servicios de testing puede mejorar la calidad del software en mi empresa.	105
Ilustración 26. La tercerización de servicios de testing es una opción viable para mi empresa.	106
Ilustración 27. La tercerización permite optimizar los costos operativos en los procesos de calidad	107
Ilustración 28. La tercerización facilita el acceso a herramientas y conocimientos especializados en testing.	108
Ilustración 29. La tercerización contribuye a mejorar la eficiencia de los procesos de desarrollo de software.	109
Tabla 1. Diseño metodológico	31
Tabla 2 Características esperadas de la población objeto	45
Tabla 4. Análisis encuesta.....	53
Tabla 5. Histórico de participación del sector de software en colombia	64
Tabla 6. Suavización exponencial 5 años	65
Tabla 7. Participación en el mercado del software	67

Tabla 8. Tabla de datos generales	69
Tabla 9. Inversión fija.....	71
Tabla 10. Inversión diferida.....	72
Tabla 11. Capital de trabajo	74
Tabla 12. Inversión inicial fija y diferida.....	75
Tabla 13. Depreciación de activos fijos	77
Tabla 14. Tasa de depreciación.....	78
Tabla 15. Amortización diferida.....	79
Tabla 16. Tasas de crédito LI.....	81
Tabla 17. Amortización de los créditos	84
Tabla 18. Tasa de interés más alta	85
Tabla 19. Tabla de costos.....	87
Tabla 20. Tabla gastos	88
Tabla 21. Punto de equilibrio.....	89
Tabla 3. Resultado de autorización Cuestionario	96

Resumen

El estudio evalúa la factibilidad técnica, económica y operativa de tercerizar servicios de testing y automatización de software en Colombia, con énfasis en rendimiento y experiencia de usuario (UX). Adopta un enfoque mixto: revisión de literatura y estándares (ISO/IEC 25010, ISO/IEC/IEEE 29119, ISO 9241-11), benchmarking de herramientas (Selenium, Cypress, Appium, JMeter), encuesta a 14 profesionales TI y modelación financiera (VAN, TIR, payback).

En lo técnico, 57% de las organizaciones combinan pruebas manuales y automatizadas; 21% solo manuales y 21% no realizan pruebas formales. Las herramientas más usadas son Postman (46%), Selenium y JMeter. El rendimiento y la UX se consideran altamente relevantes (86% entre “muy relevantes” y “relevantes”).

En lo económico, 85% percibe que el outsourcing reduce costos frente a equipos internos. El modelo financiero estima inversión inicial de COP 127,83 MM (incluye COP 43,83 MM de capital de trabajo), costos fijos anuales de COP 425,4 MM y variables de COP 58,6 MM; el punto de equilibrio pasa de 91% de los ingresos en el año 1 a 45,7% en el año 5.

En lo operativo, los principales retos son confianza proveedor–cliente y costos de arranque (36% cada uno), seguidos de alineación de procesos.

Se concluye que la tercerización es viable si se implementa gradualmente, con SLA claros, métricas de calidad/UX (SUS, SEQ), automatización progresiva integrada a CI/CD y transferencia de conocimiento, ofreciendo a MiPymes una vía realista para elevar calidad, reducir tiempos y mejorar competitividad.

Introducción

La creciente digitalización de la economía colombiana ha intensificado la necesidad de garantizar productos de software confiables, seguros y centrados en el usuario. No obstante, en un porcentaje relevante de organizaciones—especialmente MiPymes—persiste una limitada madurez en prácticas de aseguramiento de calidad (QA), baja estandarización de procesos y una adopción desigual de la automatización de pruebas, lo que se traduce en fallas de rendimiento, experiencias de usuario deficientes y sobrecostos operativos. En este contexto, la tercerización (outsourcing) de servicios de testing y automatización surge como una alternativa para acceder a talento especializado, herramientas de vanguardia y escalabilidad bajo acuerdos de nivel de servicio (SLA).

Este documento analiza la factibilidad técnica, económica y operativa de tercerizar dichos servicios en Colombia, con foco en pruebas de rendimiento y experiencia de usuario (UX) y con apoyo en estándares (ISO/IEC 25010, ISO/IEC/IEEE 29119, ISO 9241-11). Metodológicamente, se adopta un enfoque mixto: revisión documental y sectorial, benchmarking de herramientas (Selenium, Cypress, Appium, JMeter), encuestas y entrevistas exploratorias a profesionales TI, y modelación financiera (VAN, TIR, payback), complementada con estimaciones del mercado TIC nacional. Como resultado, se propone un modelo de negocio tercerizado—ligero, escalable y medible—orientado a empresas del sector TI, especialmente MiPymes, que busca “simplificar lo complejo” mediante procesos estandarizados, automatización progresiva y métricas de calidad y usabilidad comparables (SUS, SEQ).

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Analizar la factibilidad técnica, económica y operativa de la tercerización de servicios de testing y automatización de software en Bogotá.

1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las prácticas actuales de testing y automatización de software en empresas del sector TI en Bogotá.
- Examinar los factores técnicos, económicos y operativos que inciden en la viabilidad de tercerizar dichos servicios.
- Comparar herramientas y modelos de automatización que puedan aplicarse al contexto colombiano.
- Validar aspectos de calidad en los procesos con las empresas Pymes y MiPymes.

2. Definición Problema

Las empresas del sector de Tecnologías de la Información (TI) en Colombia enfrentan un desafío crítico: la baja calidad y el rendimiento insuficiente de sus aplicaciones, lo que afecta directamente la experiencia de usuario y la competitividad en el mercado. Esta situación se origina en múltiples factores interrelacionados. En primer lugar, la ausencia de procesos estandarizados de aseguramiento de calidad (QA) limita la trazabilidad y dificulta la detección temprana de errores (ISO/IEC 25010, 2011). A esto se suma la baja adopción de tecnologías modernas de automatización de pruebas, que reduce la cobertura y prolonga los tiempos de validación (Impacto TIC, 2023). Además, las restricciones presupuestales, especialmente en las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes), llevan a priorizar la velocidad de entrega sobre la calidad del producto, mientras que la cultura organizacional débil en torno a la calidad refuerza la percepción del QA como un costo adicional y no como un factor estratégico (Ramírez Aguirre & Ramírez Arias, 2022). Finalmente, la escasez de talento especializado en testing y automatización agrava la dificultad para implementar buenas prácticas.

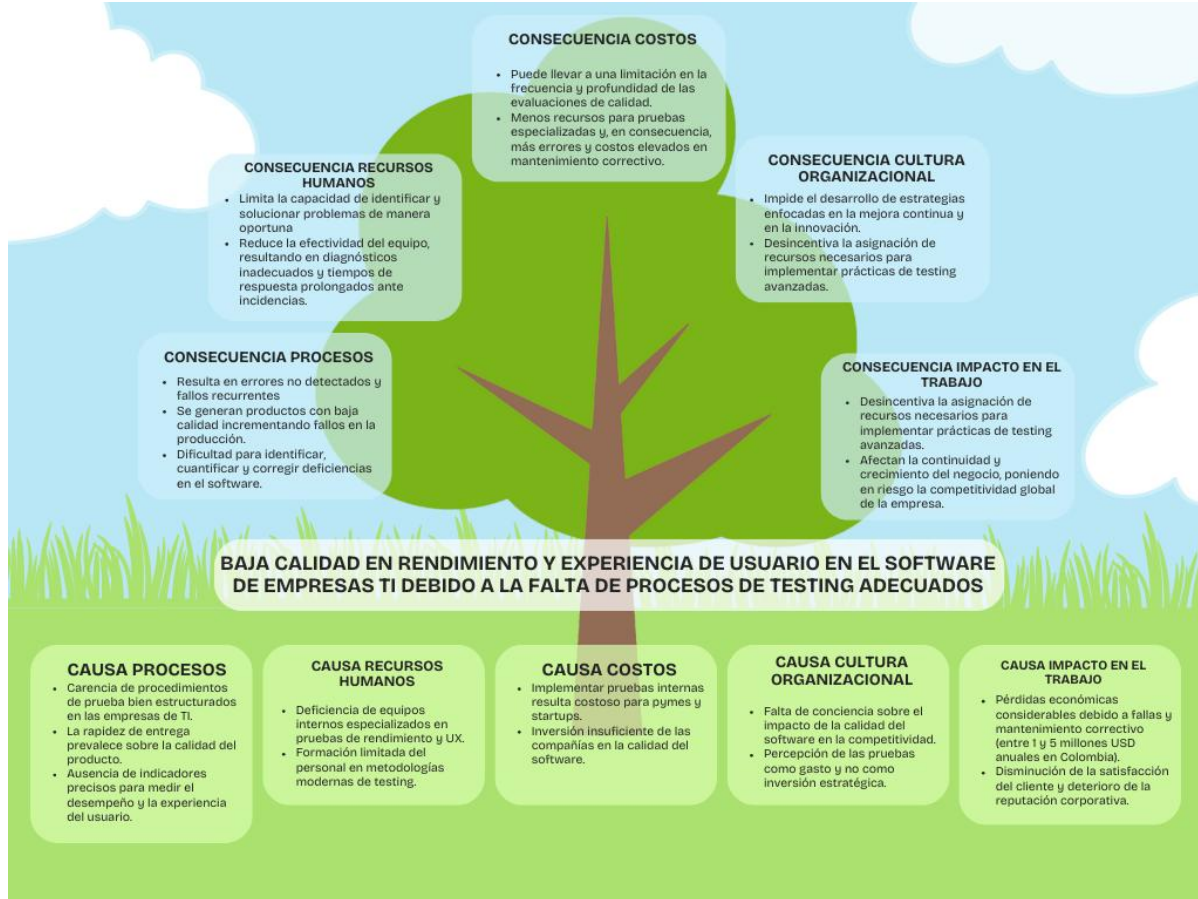
Las consecuencias de estas deficiencias son significativas: sobrecostos operativos, pérdida de competitividad, riesgos de seguridad y experiencias de usuario deficientes, lo que compromete la sostenibilidad y reputación de las organizaciones. De acuerdo con la norma ISO/IEC 25010 (2011), la calidad del software se define como el grado en que un sistema satisface necesidades explícitas e implícitas mediante atributos verificables como fiabilidad, usabilidad y seguridad. Sin embargo, estudios como el de Ramírez Aguirre y Ramírez Arias (2022) evidencian que muchas MiPymes colombianas presentan bajos niveles de implementación de modelos de calidad, lo que limita su capacidad para ofrecer productos robustos y competitivos. De igual forma, el informe de Impacto TIC (2023) señala que, aunque

el outsourcing de QA ha crecido en América Latina, en Colombia su adopción sigue siendo incipiente en pequeñas empresas, principalmente por restricciones presupuestarias y falta de conocimiento especializado.

La falta de pruebas adecuadas no solo afecta la eficiencia operativa, sino que puede generar riesgos significativos. Casos históricos como el fallo del sistema de misiles Patriot durante la Guerra del Golfo o el error en la máquina Therac-25 demuestran que los errores de software pueden tener consecuencias graves (Mera-Paz, 2016). Aunque estos ejemplos son extremos, ilustran la importancia de garantizar procesos de QA robustos para prevenir impactos económicos y reputacionales.

En este contexto, la tercerización de servicios de testing y automatización surge como una alternativa estratégica para acceder a talento especializado, herramientas avanzadas y escalabilidad bajo acuerdos de nivel de servicio (SLA), contribuyendo a mejorar la calidad del software y la competitividad del sector TI colombiano. A partir de esta necesidad y de los desafíos que enfrentan las empresas del país, se plantea la pregunta problema que orienta este estudio: ¿cuál es la viabilidad técnica, económica y operativa de tercerizar los servicios de testing y automatización de pruebas en las empresas de desarrollo de software en Colombia, y de qué manera esta tercerización podría mejorar la calidad del software y optimizar los procesos internos?

Ilustración 1 Árbol de problema



Nota: Realización propia con la herramienta Canva (2025). La imagen representa un árbol de problemas que ilustra las causas y consecuencias de la baja calidad y el rendimiento insuficiente del software en empresas del sector TI. El problema central se ubica en el tronco, mientras que las raíces muestran las causas principales: procesos no estandarizados, falta de recursos humanos especializados, altos costos, cultura organizacional débil e impacto en el trabajo. Las ramas reflejan las consecuencias, como errores no detectados, sobrecostos, pérdida de competitividad y deficiencias en la experiencia del usuario. Este esquema permite visualizar cómo cada causa específica se conecta con efectos que afectan la sostenibilidad y eficiencia del desarrollo de software.

https://www.canva.com/design/DAG2n_iVLgY/UXNQXn4BASMER5EXFl1Iwg/edit?utm_content=DAG2n_iVLgY&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sh

[arebutton](#)

3. Justificación

La calidad del software es un componente esencial en el desarrollo tecnológico actual, especialmente debido al creciente impacto que tienen los sistemas informáticos en la vida cotidiana. Como lo destaca Mera-Paz (2016), los errores en el software han provocado incluso pérdidas humanas, como en el caso documentado del sistema de misiles Patriot, cuyo fallo provocó la muerte de 28 soldados durante la Guerra del Golfo debido a un error aritmético en el cálculo del tiempo. De igual forma, el caso de la máquina de radioterapia Therac 25, ocurrido entre 1985 y 1987, evidenció cómo un error en la interfaz de software causó exposiciones letales a radiación en pacientes, resultando en varias muertes. Estos ejemplos demuestran el alto impacto que pueden tener los errores derivados de un software mal desarrollado o sin pruebas adecuadas, llegando a comprometer vidas humanas y generar pérdidas irreparables.

En el contexto colombiano, la calidad del software continúa siendo una tarea pendiente, especialmente en las Mipymes del sector TI. Tal como lo expone la tesis realizada en la Universidad Tecnológica de Pereira, muchas empresas aún presentan bajos niveles de implementación de modelos de calidad, lo que limita su capacidad de ofrecer productos tecnológicos robustos y competitivos (Ramírez Aguirre & Ramírez Arias, 2017).

El control de calidad se ha convertido en un aspecto fundamental del desarrollo de software debido a los problemas complejos que pueden involucrar vidas humanas, pérdidas económicas, afectaciones a propiedades y negocios, así como cualquier proceso del mundo real que pueda ser abstraído y automatizado mediante un sistema informático. Un software con deficiencias puede ralentizar procesos internos, incrementar costos y limitar la capacidad operativa de una empresa, afectando notablemente sus finanzas y sus oportunidades de negocio. Por ello, es esencial que el desarrollo contemple desde sus bases la importancia de lo que

llamamos calidad de software.

Se define calidad de software como “la capacidad de un producto o servicio para satisfacer completamente los requerimientos del cliente, asegurando su correcto funcionamiento, minimizando defectos y promoviendo una cultura organizacional donde todos los miembros se responsabilicen por la excelencia en cada etapa del proceso, desde el diseño hasta la entrega.” En otras palabras, la calidad es el compromiso sistemático de diseñar, construir y entregar productos que cumplan con las expectativas del cliente, previniendo errores desde el origen y fomentando la responsabilidad colectiva en toda la organización. En el ámbito del software, esto implica un diseño adecuado, una documentación clara y una cultura de mejora continua.

Partiendo de este punto, si se consideran las causas de las fallas, Cervantes Ojeda y Gómez Fuentes (2017) afirman que es necesario adaptar y aplicar los conceptos de control de calidad, aseguramiento de la calidad y mejoramiento continuo que han sido desarrollados por otras industrias para lograr software de alta calidad.

Para lograr una adecuada sinergia entre el desarrollo y la calidad del software, es esencial ofrecer soluciones que brinden un servicio eficiente en plazos reducidos, con costos y precios competitivos. Esto no solo incrementa el valor del trabajo del usuario “un aspecto clave en cualquier organización”, sino que también plantea nuevos desafíos para los equipos de desarrollo actuales. En este contexto, herramientas de automatización como Selenium y otras tecnologías han permitido agilizar y optimizar las pruebas de software. No obstante, la revisión sistemática revela que aún persisten retos, especialmente en la fase de mantenimiento, que puede representar hasta un 40% del tiempo de los testers (Batinna, 2019). Esto evidencia que la automatización por sí sola no es suficiente: es necesario implementar estrategias adicionales que permitan enfrentar la creciente complejidad del software, particularmente en las PYMES del sector TI en Colombia.

Teniendo en cuenta lo anterior y alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la ONU y la Organización Internacional del Trabajo (OIT), es prioritario optimizar procesos que fomenten la productividad mediante la modernización tecnológica, la diversificación y el uso intensivo de mano de obra calificada (Organización Internacional del Trabajo [OIT], s. f.). Este enfoque permite avanzar en la sistematización de procesos que mejoren significativamente el software de las pymes y mipymes, impulsando su desarrollo sin obstáculos y fortaleciendo su crecimiento económico. Asimismo, el trabajo decente se potencia mediante la innovación y la infraestructura, facilitando el desarrollo de empresas sostenibles, especialmente en economías emergentes, que son el foco principal para la mejora de procesos tecnológicos en este proyecto.

4. Marco teórico

El marco teórico de este estudio se fundamenta en la revisión de modelos, normas y enfoques internacionales que orientan la calidad del software y los procesos de aseguramiento dentro del ciclo de vida del desarrollo tecnológico. Su propósito es establecer los principios conceptuales que sustentan la investigación, abarcando dimensiones como la calidad del producto, la gestión de pruebas, la usabilidad, la automatización y la tercerización de servicios. A través del análisis de referentes como las normas ISO/IEC 25010, ISO/IEC/IEEE 29119 y ISO 9241-11, así como estudios recientes de CINTEL, KPMG e Impacto TIC, se busca comprender cómo los estándares globales y las tendencias del mercado influyen en la implementación de estrategias de mejora continua y optimización del desempeño en el contexto colombiano. Este marco proporciona las bases teóricas necesarias para analizar la viabilidad, pertinencia y sostenibilidad de los procesos de testing y automatización, destacando su impacto en la eficiencia operativa y la competitividad de las organizaciones.

4.1. Calidad del Software

La calidad del software constituye un componente esencial en el ciclo de vida del desarrollo de sistemas, pues garantiza que el producto cumpla con los requisitos funcionales y las expectativas del usuario bajo condiciones determinadas. Según la norma ISO/IEC 25010 (2011), la calidad se define como el grado en que un sistema satisface necesidades explícitas e implícitas mediante atributos verificables. Este modelo agrupa la calidad en ocho dimensiones principales: adecuación funcional, eficiencia del desempeño, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad, las cuales actúan como pilares para evaluar la excelencia técnica y la experiencia del usuario final.

Nota: Elaboración propia a partir de resultados estadísticos ISO/IEC 25010.

La imagen presenta una tabla que relaciona las métricas de calidad del software con distintas capacidades clave del producto, como operación, transición y revisión. Cada columna representa atributos como corrección, confiabilidad, usabilidad, integridad, eficiencia, portabilidad, reusabilidad, interoperabilidad, facilidad de mantenimiento y flexibilidad. Las filas enumeran métricas específicas (por ejemplo, autodocumentación, capacidad de expansión, completitud de funciones), y las celdas marcadas indican la relación entre cada métrica y la capacidad correspondiente. Esta representación permite comprender cómo las métricas influyen en la calidad global del software y su sostenibilidad en el ciclo de vida.

La adecuación funcional evalúa el grado en que el software cubre los requisitos establecidos y ofrece funciones pertinentes; la eficiencia del desempeño considera el uso óptimo de recursos como tiempo de respuesta y capacidad de procesamiento; la compatibilidad examina la capacidad del sistema para coexistir y comunicarse con otros entornos; la usabilidad analiza la facilidad con que los usuarios aprenden, utilizan y perciben el sistema; la fiabilidad se relaciona con la estabilidad y tolerancia a fallos; la seguridad protege la información ante vulnerabilidades; la mantenibilidad mide la facilidad con que el sistema puede modificarse o actualizarse; y finalmente, la portabilidad valora la capacidad del software para adaptarse a distintos entornos tecnológicos. Estos pilares constituyen la base para el aseguramiento de la calidad y son determinantes para la sostenibilidad de las soluciones tecnológicas.

Dentro de este estudio, la calidad del software se analiza a partir de ocho pilares fundamentales establecidos por la norma ISO/IEC 25010, los cuales permiten evaluar integralmente el desempeño y la confiabilidad de un sistema. En primer lugar, la adecuación funcional mide en qué grado el software satisface los requisitos y necesidades del usuario,

considerando subatributos como la completitud, corrección y pertinencia de sus funciones. La eficiencia del desempeño evalúa el uso óptimo de los recursos disponibles, incluyendo el tiempo de respuesta y la gestión de infraestructura, ya sea local o en la nube. La compatibilidad se refiere a la capacidad del sistema para coexistir y comunicarse con otras aplicaciones, garantizando interoperabilidad y coexistencia sin conflictos. La usabilidad analiza la facilidad con que los usuarios aprenden, operan y se adaptan al sistema, incorporando aspectos como accesibilidad, operabilidad, estética y protección ante errores. La fiabilidad asegura la estabilidad del software en el tiempo mediante la madurez, disponibilidad, tolerancia a fallos y capacidad de recuperación. Por su parte, la seguridad protege la información y los procesos frente a vulnerabilidades, asegurando confidencialidad, integridad, autenticidad y trazabilidad. La mantenibilidad evalúa la facilidad para modificar o mejorar el sistema, atendiendo criterios como modularidad, reusabilidad, analizabilidad y capacidad de prueba. Finalmente, la portabilidad determina la capacidad del software para adaptarse e instalarse en diferentes entornos, manteniendo su funcionalidad mediante atributos como adaptabilidad, instalabilidad y reemplazabilidad. Estos pilares, en conjunto, conforman la base del aseguramiento de la calidad, orientando el desarrollo de soluciones sostenibles, seguras y centradas en el usuario.

4.2. Procesos y Normas de Pruebas de Software

La verificación y validación de software se sustentan en el estándar ISO/IEC/IEEE 29119, reconocido internacionalmente como una guía integral para la gestión de pruebas. Este marco define principios, fases, artefactos y métricas que aseguran la consistencia y comparabilidad de los resultados. Sus lineamientos incluyen la planificación, diseño, ejecución y documentación de pruebas funcionales y no funcionales, además de promover la trazabilidad de

defectos y la transparencia en el proceso de aseguramiento de calidad.

El propósito de este estándar es proporcionar un lenguaje estandarizado para el proceso de pruebas, facilitando la comunicación entre los equipos de desarrollo y control de calidad. Asimismo, incluye un catálogo de técnicas para el diseño de casos de prueba, adaptables a diferentes contextos y metodologías. No obstante, algunos autores señalan que, debido a su amplitud, ISO/IEC/IEEE 29119 puede resultar complejo o burocrático para proyectos pequeños o de naturaleza ágil (Carmel & Tjia, 2005). Por ello, se recomienda un enfoque híbrido que combine estándares prácticos como ISTQB e ISO/IEC 25010, incorporando progresivamente los lineamientos más rigurosos de 29119 conforme el proyecto avance hacia certificaciones internacionales.

Ilustración 3 Proceso y Normas de Pruebas de Software



Nota: Elaboración propia basada en Fewster & Graham (1999), Pressman & Maxim (2020) e ISTQB (2023).

La imagen muestra un diagrama de flujo del proceso de pruebas de software, destacando las etapas principales: planificación, análisis y diseño, implementación y ejecución, evaluación

de resultados y cierre de pruebas. Cada fase está conectada mediante flechas que indican la secuencia lógica del proceso. Además, se incluyen referencias a normas clave como ISO/IEC/IEEE 29119 (procesos de pruebas), ISO/IEC 25010 (atributos de calidad) e ISTQB (buenas prácticas), que orientan la estandarización y la mejora continua en la gestión de pruebas. Este esquema permite comprender cómo se integran las metodologías y estándares internacionales para garantizar la calidad del software.

El fin u objetivo de este estándar es proporcionar un lenguaje estandarizado para este proceso de pruebas, además de tener el modelo de los procesos de pruebas a nivel global, también definir la documentación necesaria en cada fase de pruebas. De igual forma, ofrece catálogo de técnicas de diseño de casos de prueba que facilita la selección de métodos adecuados según cada necesidad. Finalmente, el estándar promueve la transparencia y la trazabilidad en los proyectos de software, asegurando un mayor control y confianza en la calidad de los productos desarrollados.

También tiene críticas y limitaciones

- Se considera un estándar muy amplio que puede resultar burocrático para proyectos pequeños o ágiles.
- Algunas comunidades de testers lo critican por no estar suficientemente alineado con metodologías ágiles. lo cual es muy importante para desempeñar en tiempos preestablecidos según el proyecto.
- Requiere una adaptación flexible según el contexto (no debe aplicarse “al pie de la letra”).

cómo recomendación se sugiere trabajar con el estándar ISTQB + ISO/IEC 25010,

práctico, ligero y enfocado en atributos de calidad clave. Cuando crezcan y busquen certificaciones internacionales. Migrar progresivamente a estándares como ISO/IEC/IEEE 29119, adaptando solo lo necesario para adaptar procesos y no sobrecarga procesos.

4.3. Pruebas de Rendimiento

4.3.1. Usabilidad y Experiencia de Usuario (UX)

De acuerdo con la ISO 9241-11 (2018), la usabilidad se define como el grado en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar objetivos concretos con efectividad, eficiencia y satisfacción dentro de un contexto determinado. Este enfoque considera variables como las tareas, los entornos de trabajo, los equipos utilizados y las restricciones técnicas. La evaluación de la usabilidad no se limita a la apariencia, sino que abarca la interacción global entre el usuario y el sistema.

Entre las principales métricas objetivas de evaluación se incluyen la tasa de éxito por tarea, el tiempo promedio de ejecución y la cantidad de errores cometidos durante el uso del sistema. A nivel perceptivo, se emplean escalas estandarizadas como la System Usability Scale (SUS), propuesta por Brooke (1996), que utiliza una escala Likert de 10 ítems para generar un puntaje de 0 a 100. Valores superiores a 68 se consideran aceptables y superiores a 80, excelentes (Grier, 2013). Otras métricas, como UMUX-Lite o SEQ, permiten mediciones más breves pero igualmente válidas (Lewis, Utesch & Maher, 2013; Sauro & Dumas, 2009).

La integración de estas métricas en las pruebas no funcionales fortalece el aseguramiento de la calidad, ya que permite correlacionar el rendimiento técnico con la percepción del usuario final. Además, las normas ISO/IEC 25010 (2011) y su actualización (2023) incluyen la calidad

en uso como una dimensión clave, incorporando criterios como eficacia, eficiencia, satisfacción y seguridad contextual. En Colombia, si el software se destina al sector público o a servicios ciudadanos, debe cumplir con las pautas de accesibilidad WCAG 2.1 nivel AA, exigidas por la Resolución MinTIC 1519 de 2020, en el marco de la Política de Gobierno Digital (MinTIC, 2020).

4.3.2. Métricas de evaluación

Para evaluar la usabilidad en pruebas de software se combinan métricas objetivas por tarea y escalas estandarizadas de percepción. Entre las primeras destacan la tasa de éxito (tareas completadas vs. no completadas), el tiempo de ejecución —reportado con medidas robustas como la mediana y su dispersión, identificando outliers y reintentos— y el número de errores o desvíos respecto al “camino feliz”. Estas medidas describen el rendimiento observable del sistema. En complemento, las escalas estandarizadas capturan la experiencia subjetiva del usuario: la System Usability Scale (SUS), un cuestionario de 10 ítems con puntaje 0–100, ofrece un referente comparativo (≈ 68 como promedio y ≥ 80 como excelente); la UMUX-Lite, de solo 2 ítems, correlaciona fuertemente con la SUS y permite evaluaciones rápidas —incluso estimar un SUS equivalente— cuando el tiempo es limitado; y la SEQ (Single Ease Question), una única pregunta post-tarea en escala 1–7, es especialmente sensible a cambios entre iteraciones y útil para priorizar correcciones. Integradas, estas métricas permiten vincular el desempeño observable con la percepción de facilidad de uso, aportando evidencia sólida para decisiones de diseño y mejoras continuas.

4.3.3. Integración en pruebas no funcionales

La incorporación de estas métricas en pruebas no funcionales fortalece la aceptación y satisfacción de usuarios finales. Se recomienda: (a) definir tareas críticas alineadas al contexto de uso; (b) capturar métricas objetivas por tarea; (c) aplicar escalas al final de la sesión (p. ej., SUS) y por tarea (p. ej., SEQ); (d) analizar resultados y priorizar mejoras; y (e) repetir mediciones para evidenciar la mejora. Como criterios orientativos, se puede fijar éxito en tareas clave $\geq 80-90\%$ (según criticidad), SUS objetivo ≥ 68 (aceptable) y meta ≥ 80 en productos de alto impacto (Brooke, 2013; Sauro & Dumas, 2009).

Para conectar con el aseguramiento de la calidad, la usabilidad también se enmarca en los modelos ISO/IEC 25010 (calidad del producto y calidad en uso), que incluyen eficacia, eficiencia, satisfacción, cobertura del contexto y libertad de riesgo como dimensiones relevantes para evaluar la calidad desde la perspectiva del usuario (ISO/IEC, 2011; 2023).

4.3.4. Accesibilidad y cumplimiento en Colombia (si aplica)

Si el sistema se orienta al sector público o a servicios ciudadanos, se deben contemplar los criterios de accesibilidad de las WCAG 2.1 nivel AA (W3C, 2018). En Colombia, la Resolución MinTIC 1519 de 2020 exige el cumplimiento de este nivel para sujetos obligados por la Política de Gobierno Digital desde el 1 de enero de 2022 (MinTIC, 2020). Tercerización de Pruebas (Outsourcing)

La externalización de servicios de testing permite a las organizaciones confiar esta labor a proveedores especializados, obteniendo ventajas como el acceso a personal capacitado, tecnologías de punta y mayor flexibilidad en la asignación de recursos. Esta modalidad

contribuye a reducir costos operativos internos y se regula generalmente mediante Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA), que establecen tiempos de entrega, métricas de calidad y cobertura de pruebas.

4.3.5. *Automatización de Pruebas Evidencia Empírica*

La automatización de pruebas de software se concibe como el uso de herramientas y scripts que permiten ejecutar casos de prueba de manera repetitiva, minimizando la intervención manual y aumentando la eficiencia del proceso de validación (Fewster & Graham, 1999). Su implementación busca optimizar los tiempos de ejecución, ampliar la cobertura de pruebas y garantizar una validación temprana del sistema, factores clave en metodologías ágiles y entornos de integración continua (Shahin, Babar & Zhu, 2017).

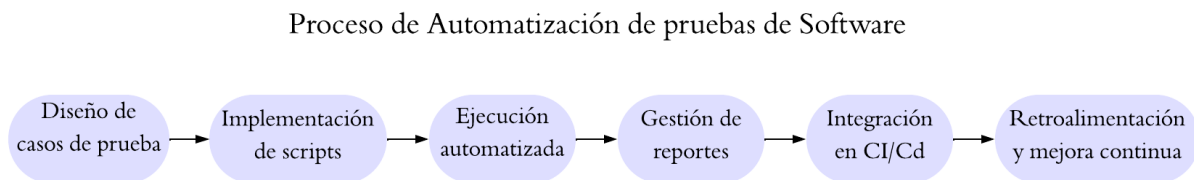
Diversos estudios han demostrado beneficios cuantificables. Kasurinen, Taipale y Smolander (2010) encontraron reducciones de hasta un 70% en los tiempos de ejecución respecto a pruebas manuales. De manera complementaria, Nguyen, Nguyen y Pham (2015) evidenciaron que la automatización incrementa la cobertura de casos y favorece la detección temprana de defectos. Garousi, Felderer y Mäntylä (2016) destacan además que las pruebas automatizadas permiten identificar errores en fases iniciales del ciclo de desarrollo, reduciendo costos posteriores de corrección.

En el contexto latinoamericano, los reportes de CINTEL (2023) y KPMG (2024) muestran que las empresas han incrementado la adopción de automatización como parte de sus estrategias de transformación digital, especialmente en áreas de aseguramiento de calidad. No obstante, estudios como Impacto TIC (2023) revelan que en Colombia las Mipymes aún

presentan bajos niveles de madurez en este aspecto, lo que limita los beneficios potenciales en términos de productividad y competitividad.

Dado que la literatura internacional ofrece evidencia empírica sólida, este proyecto no se enfocará en desarrollar un piloto de automatización. En su lugar, se realizará una revisión documental y análisis de estadísticas sectoriales para sustentar los beneficios de la automatización en reducción de tiempo, aumento de cobertura y detección de defectos. Asimismo, se plantea la aplicación de encuestas exploratorias a profesionales del sector TI en Colombia, con el fin de contrastar la evidencia internacional con la percepción local sobre la adopción y efectividad de estas prácticas.

Ilustración 4 Proceso de Automatización de pruebas de Software



Nota: Elaboración propia basada en Fewster & Graham (1999), Pressman & Maxim (2020) e ISTQB (2023).

La imagen ilustra el proceso de automatización de pruebas de software, mostrando las etapas clave que permiten optimizar la validación de aplicaciones. El flujo inicia con el diseño de casos de prueba, seguido por la implementación de scripts y la ejecución automatizada. Posteriormente, se realiza la gestión de reportes para documentar resultados, la integración en entornos CI/CD para asegurar continuidad en el desarrollo, y finalmente la retroalimentación y mejora continua. Este esquema refleja cómo la automatización contribuye a reducir tiempos, aumentar cobertura y garantizar calidad en proyectos de software.

4.3.6. *Tercerización de Pruebas (Outsourcing)*

La tercerización de pruebas implica delegar las actividades de control de calidad, ya sea de forma total o parcial, a un proveedor externo. Esta estrategia permite a las organizaciones concentrarse en sus actividades principales, a la vez que optimizan sus recursos (Liu, Chan & Wang, 2012). Algunos de los beneficios más comunes son la reducción de costos, la flexibilidad en la asignación de recursos y el acceso a talento especializado y tecnologías de vanguardia (Mohan & Harter, 2015).

Estudios internacionales han demostrado que esta práctica puede generar ahorros de entre el 20% y el 40% en comparación con equipos de testing internos, principalmente por la disminución de gastos en contratación, capacitación e infraestructura (Gefen & Carmel, 2008; Martens & Teuteberg, 2012). Los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) son fundamentales para el éxito del modelo, ya que definen claramente las métricas de calidad, plazos de entrega y niveles de soporte, lo que asegura la viabilidad del servicio y mitiga riesgos (Carmel & Tjia, 2005).

El Contexto Colombiano y el Enfoque de la Investigación

En América Latina, el outsourcing de QA ha crecido considerablemente gracias al nearshoring, con Colombia, México y Argentina como líderes. Estos países ofrecen profesionales cualificados a costos competitivos y con zonas horarias compatibles con los principales mercados (González, Gasco & Llopis, 2010). Según un informe de Impacto TIC (2023), más del 35% de las empresas de TI en Colombia usan servicios tercerizados para tareas de soporte y calidad. Sin embargo, en las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) la adopción de esta práctica es aún incipiente, en gran parte debido a restricciones presupuestarias.

En lugar de hacer un análisis financiero detallado en una empresa específica, este

proyecto se basará en la revisión de literatura académica e informes del sector (como los de CINTEL, Impacto TIC y KPMG). El objetivo es identificar tendencias de costos, el retorno de la inversión (ROI) y el grado de adopción de la tercerización en el país. Además, se realizaron encuestas exploratorias a profesionales del sector para entender sus percepciones sobre la efectividad del outsourcing en términos de ahorro, flexibilidad y acceso a capacidades técnicas.

Ilustración 5 Pruebas Internas vs tercerización de pruebas

Comparativo: Pruebas Internas vs Tercerización de Pruebas

CRITERIO	PRUEBAS INTERNAS	TERCERIZACIÓN DE PRUEBAS
Costos	Altos costos de infraestructura y personal	Menores, costos operativos, pago por servicio
Flexibilidad	Limitada, depende del equipo disponible	Alta, escalabilidad de recursos externos
Control	alto, control directo sobre procesos	Menor, depende del SLA y proveedor
Acceso a herramientas	Depende de inversión interna	Acceso inmediato a tecnologías de punta
Conocimiento Interno	Se fortalece el conocimiento organizacional	Pérdida parcial de conocimiento interno
Riesgos	Menor riesgo de fuga de información	Riesgo de dependencia y confidencialidad

Nota: Elaboración propia basada en Pressman & Maxim (2020), Sommerville (2011), ISTQB (2023) y KPMG (2020).

La imagen presenta un comparativo entre pruebas internas y la tercerización de pruebas de software, organizado por criterios clave: costos, flexibilidad, control, acceso a herramientas, conocimiento interno y riesgos. En pruebas internas, se destacan altos costos de infraestructura y personal, control directo sobre procesos y fortalecimiento del conocimiento organizacional, aunque con menor flexibilidad y acceso limitado a tecnologías. Por su parte, la tercerización

ofrece menores costos operativos, alta escalabilidad y acceso inmediato a herramientas avanzadas, pero implica riesgos de dependencia y pérdida parcial de conocimiento interno. Este análisis permite evaluar ventajas y desventajas de cada modalidad para la toma de decisiones estratégicas en aseguramiento de calidad.

4.4. Análisis de Factibilidad en Proyectos Tecnológicos

El análisis de factibilidad es un componente esencial en la evaluación de proyectos tecnológicos, pues determina si una iniciativa puede ejecutarse de manera viable antes de invertir recursos significativos. Kerzner (2017) establece que este análisis integra dimensiones técnicas, económicas y operativas que garantizan la sostenibilidad de las soluciones. La factibilidad técnica examina la disponibilidad de herramientas, infraestructura y conocimiento necesario para implementar servicios de testing automatizado; la factibilidad económica analiza la rentabilidad mediante indicadores como VAN, TIR y payback; y la factibilidad operativa evalúa la capacidad institucional para adoptar y mantener las soluciones propuestas.

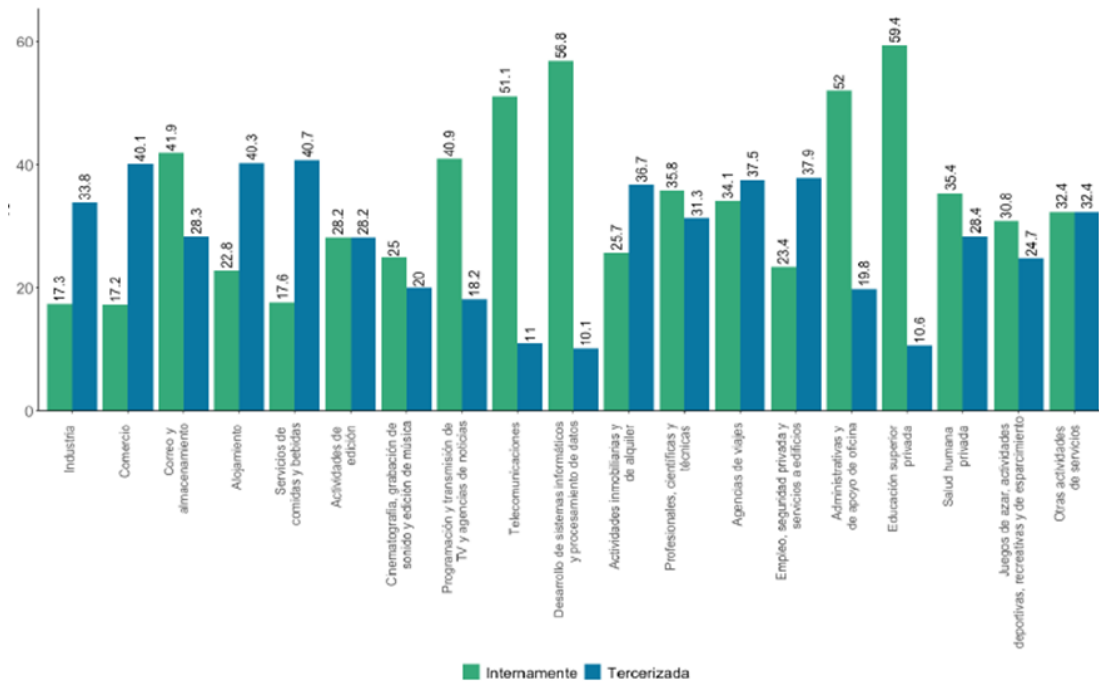
El panorama del mercado colombiano en materia de pruebas y automatización muestra un crecimiento sostenido, impulsado por la digitalización empresarial y la adopción de metodologías ágiles. Según el DANE (2020), un porcentaje significativo de empresas ya cuenta con dependencias dedicadas a la gestión de TIC, y el Índice de Madurez Digital de CINTEL (2023) ubica a Colombia en 51,5 %, reflejando un avance moderado. Aunque las grandes corporaciones lideran este proceso, las Pymes aún enfrentan desafíos relacionados con la eficiencia operativa y la integración tecnológica (Impacto TIC, 2025). Este contexto ofrece una oportunidad estratégica para fortalecer la competitividad nacional mediante la implementación

de prácticas de aseguramiento de calidad, automatización y servicios tercerizados, orientados a elevar los estándares de productividad y sostenibilidad.

4.5. Panorama del Mercado Colombiano en Testing y Automatización

El sector TI en Colombia ha experimentado un crecimiento constante impulsado por la digitalización y la adopción de metodologías ágiles. En el país operan tanto compañías multinacionales como firmas locales que ofrecen servicios de pruebas de software, lo que refleja un mercado dinámico y competitivo. Sin embargo, las Mipymes aún muestran limitaciones en la implementación de prácticas formales de calidad, lo que genera un espacio de oportunidad para soluciones especializadas que fortalezcan su competitividad.

Ilustración 6 Porcentaje de empresas con área o dependencia



Nota: La imagen muestra un gráfico de barras que compara el porcentaje de empresas en distintos sectores económicos que disponen de un área especializada para coordinar la implementación de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

El gráfico diferencia entre coordinación interna (color verde) y externa (color azul). Sectores como enseñanza y telecomunicaciones presentan los mayores porcentajes de coordinación interna (59,4% y 51,1%, respectivamente), mientras que otros sectores como industria y comercio muestran cifras más bajas y una mayor proporción de tercerización. Este análisis permite identificar el nivel de madurez digital y la preferencia por modelos internos o externos en la gestión de TIC en Colombia. DANE (2020)

En este mismo contexto, el Índice Global de Madurez de Transformación Digital de las empresas colombianas alcanzó un 51,5 % en 2023, lo que evidencia un avance moderado en la adopción de tecnologías digitales (CINTEL, 2023). Aunque sectores como el de alimentos lideran este proceso, muchas otras industrias aún presentan rezagos significativos. Este nivel de madurez resulta clave para evaluar la factibilidad de implementar servicios como el testing y la automatización, pues la capacidad de las organizaciones para integrar procesos tecnológicos avanzados depende directamente de su grado de transformación digital.

Por su parte, las pequeñas y medianas empresas (Pymes) desempeñan un papel esencial dentro del tejido económico colombiano, aunque deben enfrentar retos relacionados con la competitividad y la eficiencia operativa. Para responder a estas demandas, cada vez más recurren a soluciones de software de gestión, que permiten optimizar funciones críticas como la contabilidad y la gestión del talento humano (Impacto TIC, 2025). Según el análisis comparativo, estas herramientas pueden presentarse como soluciones integradas con un enfoque holístico y un flujo uniforme de datos o como módulos especializados, que ofrecen mayor personalización según las necesidades de cada organización (Impacto TIC, 2025). Este panorama confirma que la

digitalización está transformando las dinámicas empresariales y, al mismo tiempo, abre oportunidades estratégicas para que las Pymes fortalezcan su competitividad en el mercado nacional.

5. Metodología

5.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación se abordará con un enfoque mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos.

El componente cualitativo busca profundizar en la situación actual de las prácticas de testing en la industria tecnológica colombiana, explorando las percepciones sobre la tercerización y los desafíos que esto aplica.

Por otro lado, el componente de cuantitativo se enfoca en el análisis de datos objetivos, como indicadores de viabilidad técnica, económica y operativa.

El diseño del estudio es no experimental y transversal, ya que la información se recopiló en un solo momento. Para ello, se integran conocimientos de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Industrial, lo que permite un análisis integral que abarca desde los aspectos técnicos hasta los organizativos y de costos.

5.2. Diseño metodológico

Tabla 1. Diseño metodológico

Objetivo específico	Fase metodológica	Actividad principal	Participantes	Instrumento(s)	Producto / resultado esperado
1. Caracterizar	Revisión	Análisis de	Profesionales del	Matriz	Identificación

<p>las prácticas actuales de testing y automatización de software en empresas del sector TI en Colombia.</p>	<p>documental y encuesta exploratoria.</p>	<p>literatura académica, informes sectoriales (CINTEL, KPMG, Impacto TIC) y aplicación de encuesta.</p> <p>Análisis de literatura académica y técnica sobre calidad del software, modelos ISO/IEC 25010, ISO/IEC/IEEE 29119 e ISO 9241-11.</p> <p>Revisión de informes sectoriales (CINTEL, KPMG, Impacto TIC, DANE, MinTIC).</p> <p>Identificación de tendencias en automatización, usabilidad y tercerización de pruebas.</p> <p>Aplicación de encuestas exploratorias a profesionales del sector TI para contrastar evidencia internacional con el contexto colombiano.</p>	<p>sector TI (desarrolladores, QA testers, líderes técnicos, consultores de aseguramiento de calidad y automatización).</p>	<p>documental (para sistematizar la información teórica y sectorial) y cuestionario estructurado tipo Likert (para medir nivel de adopción, madurez y percepción de prácticas de testing y automatización).</p>	<p>del nivel de madurez y caracterización de las prácticas actuales de testing y automatización de software en empresas colombianas, con base en estándares internacionales y tendencias del mercado.</p>
<p>2. Examinar los factores técnicos, económicos y operativos que inciden en la</p>	<p>Recolección y análisis de información</p>	<p>Encuesta a profesionales del sector TI y realizar el análisis comparativo de</p>	<p>Profesionales y expertos del sector de Tecnologías de la Información (TI) en Bogotá..</p>	<p>Encuesta estructurada y análisis de costos.</p>	<p>Identificación de los factores técnicos, económicos y operativos que inciden en la</p>

viabilidad de tercerizar dichos servicios.		costos entre la implementación interna y la tercerización de servicios de testing			viabilidad de tercerizar los servicios de testing y automatización de software. Determinación del índice global de viabilidad de tercerización.
3. Comparar herramientas y modelos de automatización aplicables al contexto colombiano.	Evaluación técnica (benchmarking)	Análisis comparativo de herramientas (Selenium, Cypress, Appium, JMeter) según costo, integración y cobertura.	Ingenieros de QA y desarrolladores con experiencia en automatización.	Entrevista a profesional	Selección de herramientas más viables y adaptables al contexto nacional.
4. Validar aspectos de calidad en los procesos con Pymes y MiPymes.	Evaluación empírica y análisis estadístico	Aplicación y análisis de encuesta estructurada.	Profesionales de Pymes y MiPymes del sector TI.	Cuestionario digital y base de datos procesada en Excel.	Validación de la factibilidad técnica y operativa del modelo propuesto.

Nota: Elaboración propia con base en el diseño metodológico del proyecto.

5.3. Descripción del procedimiento metodológico

5.3.1. *Objetivo específico 1*

Caracterizar las prácticas actuales de testing y automatización de software en empresas del sector TI en Colombia.

Método

Se empleó un enfoque mixto de tipo descriptivo-exploratorio, combinando el análisis documental con la aplicación de una encuesta estructurada. Este método permitió integrar información cualitativa proveniente de normas y literatura especializada con datos cuantitativos obtenidos directamente de profesionales del sector tecnológico. La estrategia metodológica se

fundamentó en la triangulación de fuentes académicas, institucionales y empíricas para garantizar la validez de los hallazgos.

Instrumentos

Se utilizaron dos instrumentos principales:

- Matriz documental, diseñada para organizar, clasificar y sintetizar la información teórica y sectorial derivada de normas internacionales (ISO/IEC 25010, ISO/IEC/IEEE 29119, ISO 9241-11) y reportes institucionales (CINTEL, KPMG, Impacto TIC, DANE, MinTIC).
- Cuestionario estructurado tipo Likert, aplicado a profesionales del sector TI (desarrolladores, QA testers, líderes técnicos y consultores), con el fin de medir el nivel de adopción, madurez y percepción sobre las prácticas de testing y automatización en las empresas colombianas.

Descripción

El procedimiento inició con una revisión documental exhaustiva de literatura académica y técnica orientada a establecer las bases conceptuales de la calidad del software, los procesos de pruebas, la automatización y la tercerización. Posteriormente, se diseñó y aplicó una encuesta exploratoria que permitió recopilar información directa de actores clave del sector TI. Esta fase buscó contrastar la evidencia internacional con la realidad nacional, identificando coincidencias, brechas y oportunidades de mejora en la implementación de metodologías de aseguramiento de calidad.

5.3.2. *Objetivo específico 2*

Examinar los factores técnicos, económicos y operativos que inciden en la viabilidad de tercerizar dichos servicios.

Método

Se empleó el método descriptivo analítico, el cual permite recopilar, organizar y analizar información proveniente de una población específica con el fin de identificar tendencias, percepciones y relaciones entre variables sin intervenir directamente en los hechos observados.

Este método resulta adecuado porque busca caracterizar la situación actual del testing y la tercerización de servicios de software, así como analizar la percepción de los profesionales del sector sobre su factibilidad técnica, económica y operativa.

Instrumentos

Se diseñó una encuesta dirigida a profesionales del sector de Tecnologías de la Información (TI) en Bogotá, con el propósito de examinar los factores técnicos y operativos que inciden en la viabilidad de tercerizar los servicios de testing y automatización de software.

Descripción

En primer lugar, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a profesionales del sector de Tecnologías de la Información (TI) en Bogotá, con el fin de identificar percepciones, tendencias y condiciones relacionadas con la factibilidad técnica y operativa de la tercerización.

Posteriormente, se desarrolló un análisis de costos que permitió evaluar la dimensión económica, comparando el costo interno de la implementación con el costo estimado de tercerizar el servicio. Esta comparación posibilitó determinar la viabilidad financiera del modelo,

considerando viable la tercerización cuando el costo externo fue menor al costo interno actual.

5.3.3. Objetivo específico 3

Comparar herramientas y modelos de automatización aplicables al contexto colombiano.

Método

Se aplicó un método cualitativo de tipo exploratorio, basado en un estudio de caso único, empleando la técnica de entrevista semiestructurada. Este método se consideró pertinente para profundizar en la experiencia práctica de un profesional (QA Senior) con trayectoria en aseguramiento de calidad y automatización de pruebas, permitiendo obtener una visión experta y contextual sobre las herramientas más utilizadas en el entorno colombiano.

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2018), este tipo de entrevista facilita la obtención de información rica y significativa, ya que permite al investigador explorar percepciones, conocimientos y valoraciones que no podrían captarse mediante instrumentos cuantitativos.

Instrumentos

El instrumento utilizado fue el Guión de Entrevista – QA Senior, elaborado específicamente para este objetivo.

El instrumento contempla cinco secciones:

- Introducción: presentación del proyecto, objetivo del estudio y solicitud de consentimiento para grabar la entrevista.
- Bloque 1 – Experiencia profesional: identificación de herramientas más utilizadas y tipo de proyectos en los que se han aplicado.

- Bloque 2 – Criterios técnicos y contexto: análisis de los factores que influyen en la elección de herramientas (costo, soporte, integración, lenguaje, mantenimiento).
- Bloque 3 – Aplicabilidad y tendencias: exploración de la viabilidad de uso en Pymes y de tendencias emergentes (IA, testing sin código, RPA, CI/CD).
- Cierre y notas del entrevistador: registro de observaciones relevantes, validación de la información y ofrecimiento de retroalimentación de resultados.

Datos técnicos del instrumento:

- Tipo de entrevista: Semiestructurada (abierta, con guía de preguntas).
- Duración estimada: 25–30 minutos.
- Participantes: QA Senior con experiencia de 8 años.
- Medio: Presencial.
- Instrumento de registro: Grabadora digital y notas de campo en formato de transcripción.

Descripción

La entrevista se realizó con un profesional del área de aseguramiento de calidad con más de tres años de experiencia en automatización de pruebas, seleccionado por conveniencia a través de redes profesionales y comunidades tecnológicas. La sesión se desarrolló de manera presencial y tuvo una duración aproximada de 30 minutos.

El contenido de la entrevista fue grabado con autorización del participante y posteriormente transcrito de forma literal para su análisis. Las respuestas fueron codificadas

según categorías temáticas previamente definidas: desempeño técnico, facilidad de uso, costos y mantenimiento, adopción en empresas colombianas y tendencias futuras.

5.3.4. *Objetivo específico 4*

Validar aspectos de calidad en los procesos con Pymes y MiPymes.

Método

Se empleó el método descriptivo–analítico, el cual permite recopilar, organizar y examinar información proveniente de una muestra específica de profesionales del sector TI vinculados a Pymes y MiPymes. Este enfoque busca identificar percepciones, niveles de adopción de prácticas de calidad, y relaciones entre variables como usabilidad y eficiencia operativa, sin intervenir directamente en los procesos evaluados.

Este método resulta adecuado porque permite caracterizar el estado actual de los procesos de aseguramiento de calidad en pequeñas empresas, así como validar la viabilidad técnica, económica y operativa de implementar modelos de tercerización de servicios de testing y automatización. Además, facilita el análisis de la percepción sobre herramientas, estándares y métricas de calidad aplicadas en entornos reales, contribuyendo a la toma de decisiones estratégicas en el contexto colombiano.

Instrumentos

Se utilizó un cuestionario digital estructurado tipo Likert, diseñado para recopilar información sobre la percepción de profesionales de Pymes y MiPymes del sector TI en Colombia respecto a la calidad del software, la usabilidad, los costos operativos y la viabilidad de la tercerización de servicios de testing. El cuestionario incluyó preguntas cerradas y abiertas

que permitieron tanto el análisis estadístico como la interpretación cualitativa de los datos.

Descripción

El procedimiento metodológico para este objetivo se centró exclusivamente en la aplicación de un cuestionario digital estructurado, dirigido a profesionales de Pymes y MiPymes del sector TI en Colombia. El cuestionario fue diseñado con preguntas tipo Likert, orientadas a evaluar la percepción sobre la calidad del software, la usabilidad de los sistemas, los costos asociados y la viabilidad de implementar modelos de tercerización en procesos de testing y automatización.

Este enfoque permitió recopilar datos empíricos directamente de actores clave del ecosistema tecnológico, sin intervenir en los procesos internos de las organizaciones. La información obtenida fue procesada mediante herramientas estadísticas como Excel, lo que facilitó el análisis descriptivo de tendencias, niveles de adopción y barreras percibidas. La validación de los aspectos de calidad se realizó contrastando los resultados con estándares internacionales como ISO/IEC 25010 y escalas de usabilidad como el System Usability Scale (SUS), aportando evidencia sobre la factibilidad técnica y operativa del modelo propuesto en el contexto de las pequeñas empresas colombianas.

Ilustración 7. Cuestionario calidad de software y tercerización en Pymes y Mipymes de sector TI



Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Forms (2025).

<https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?subpage=design&FormId=WbVvwGgbEuhT0fQ2DelqwZdHcYPTcxNoWZB9dJ03sZUNFIUQ0hUQTU1TVJVrkRGWjFENjhGOTdJV4u&Token=75dd84f016d94afa8635e4d588b7907b>

Cuestionario sobre calidad de software y terciarización en Pymes y MiPymes de sector TI utilizando la escala de Likert del 1 al 5, donde: 1 totalmente en desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

Ilustración 8. Primera sección cuestionario

Percepción sobre calidad y usabilidad

Todas las preguntas deben ser respondidas en una escala de Likert del 1 al 5, donde:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
- 2 = En desacuerdo
- 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 = De acuerdo
- 5 = Totalmente de acuerdo

4. *

	1	2	3	4	5
Las pruebas de usabilidad y rendimiento son fundamentales para asegurar la calidad del software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En mi empresa se realizan pruebas de software de forma estructurada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las herramientas de testing y automatización mejoran significativamente la calidad del software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se aplican métricas de usabilidad como SUS o SEQ en los proyectos de software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Forms (2025).

El contenido corresponde a dos secciones de un formulario orientado a evaluar percepciones sobre prácticas en desarrollo de software. La primera sección se titula **“Percepción sobre calidad y usabilidad”** y solicita responder en una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 significa “Totalmente en desacuerdo” y 5 “Totalmente de acuerdo”. En esta parte se presentan afirmaciones relacionadas con la importancia de las pruebas de usabilidad y rendimiento, la estructura en la ejecución de pruebas dentro de la empresa, el impacto de las herramientas de testing y automatización en la calidad del software, y la aplicación de métricas de usabilidad como SUS o SEQ en proyectos.

La segunda sección lleva por título **“Viabilidad de la tercerización”** y mantiene la misma escala de respuesta. Aquí se plantean afirmaciones sobre la posibilidad de mejorar la calidad del software mediante la tercerización de servicios de testing, la viabilidad de esta práctica para la empresa, su contribución a la optimización de costos operativos, el acceso a

herramientas y conocimientos especializados, y su impacto en la eficiencia de los procesos de desarrollo.

Ilustración 9. Segunda sección cuestionario

Viabilidad de la tercerización

Todas las preguntas deben ser respondidas en una escala de Likert del 1 al 5, donde:

- 1 = Totalmente en desacuerdo
- 2 = En desacuerdo
- 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 = De acuerdo
- 5 = Totalmente de acuerdo

5. Pregunta *

	1	2	3	4	5
Tercerizar los servicios de testing puede mejorar la calidad del software en mi empresa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La tercerización de servicios de testing es una opción viable para mi empresa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La tercerización permite optimizar los costos operativos en los procesos de calidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La tercerización facilita el acceso a herramientas y conocimientos especializados en testing.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La tercerización contribuye a mejorar la eficiencia de los procesos de desarrollo de software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Forms (2025).

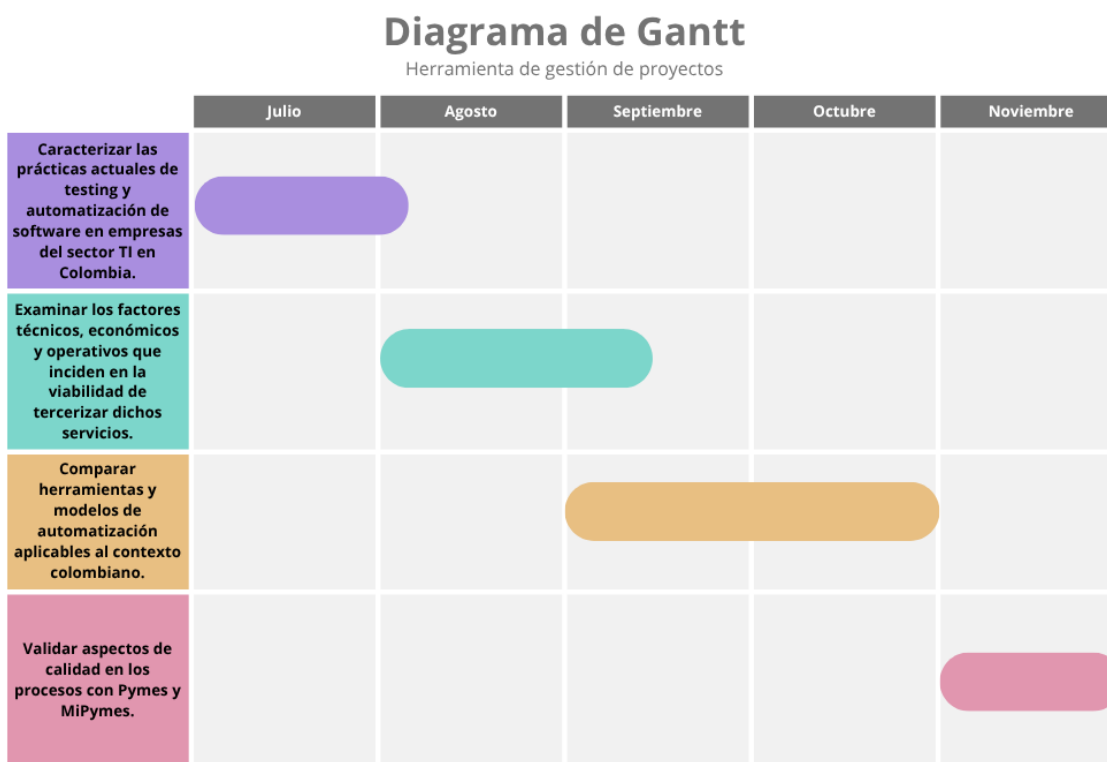
El contenido corresponde a dos secciones de un formulario orientado a evaluar percepciones sobre procesos relacionados con la calidad del software. La primera sección se titula **“Percepción sobre calidad y usabilidad”** y solicita responder en una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 significa “Totalmente en desacuerdo” y 5 “Totalmente de acuerdo”. En esta parte se presentan cuatro afirmaciones: la importancia de las pruebas de usabilidad y rendimiento para asegurar la calidad del software, la realización estructurada de pruebas en la empresa, el impacto positivo de las herramientas de testing y automatización, y la aplicación de métricas de usabilidad como SUS o SEQ en proyectos de software. Cada afirmación cuenta con opciones

circulares para seleccionar el nivel de acuerdo.

La segunda sección se titula “**Viabilidad de la tercerización**” y mantiene la misma escala de Likert. Aquí se incluyen cinco afirmaciones que exploran la percepción sobre la externalización de servicios de testing: su capacidad para mejorar la calidad del software, la viabilidad de esta práctica para la empresa, la optimización de costos operativos, el acceso a herramientas y conocimientos especializados, y la contribución a la eficiencia en los procesos de desarrollo. Al igual que en la sección anterior, cada afirmación se acompaña de cinco opciones para indicar el grado de acuerdo.

5.4. Cronograma

Ilustración 10. Diagrama de Gantt



Nota: Realización propia con la herramienta Canva (2025).

El diagrama está organizado en columnas mensuales, desde julio hasta noviembre de 2025, y las tareas específicas están listadas en filas. Cada tarea tiene una barra de tiempo que muestra el período en el que se llevará a cabo. A continuación, se detallan las actividades representadas:

Caracterizar las prácticas actuales de testing y automatización de software en empresas del sector TI en Colombia: Esta tarea está programada para el mes de julio, y tiene como objetivo analizar las prácticas actuales dentro del sector TI de Colombia en cuanto a testing y automatización de software.

Examinar los factores técnicos, económicos y operativos que inciden en la viabilidad de tercerizar dichos servicios: Esta actividad está distribuida en los meses de agosto y septiembre. Su propósito es analizar los diversos factores que afectan la viabilidad de la externalización de los servicios de testing y automatización en empresas.

Comparar herramientas y modelos de automatización aplicables al contexto colombiano: Esta tarea está prevista para septiembre. Se centrará en la evaluación y comparación de las diferentes herramientas y modelos de automatización que son adecuados para el entorno colombiano.

Validar aspectos de calidad en los procesos con Pymes y MiPymes: Este objetivo está previsto para noviembre y tiene como fin analizar la calidad de los procesos en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) y microempresas (MiPymes) dentro del contexto de testing y automatización.

Este diagrama visualiza claramente los plazos de cada tarea y su secuencia, facilitando el seguimiento del progreso del proyecto y ayudando a los involucrados a coordinarse y cumplir con las fechas establecidas.

5.5. Población y muestra

La población objetivo de este estudio está conformada por el sector de tecnologías de la información en la ciudad de Bogotá, en particular aquellas empresas que desarrollan software y requieren procesos de testing y aseguramiento de calidad.

Se prevé la participación de entre **15 y 20 profesionales**, contactados principalmente mediante redes profesionales como LinkedIn y comunidades de práctica en QA(Informacion) y desarrollo de software.

Tabla 2 Características esperadas de la población objeto

Elemento	Descripción
Unidad de análisis	Profesionales del sector TI vinculados con actividades de testing y aseguramiento de calidad de software.
Población	Empresas de tecnología en Colombia y profesionales relacionados con desarrollo de software, pruebas, QA y automatización.
Muestra	Entre 15 y 20 profesionales (desarrolladores, testers, ingenieros de calidad y líderes técnicos) seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.
Criterios de inclusión	Profesionales con experiencia mínima de 1 año en testing, automatización o liderazgo técnico en proyectos de software.
Criterios de exclusión	Profesionales sin experiencia en testing o QA, o que no tengan relación con procesos de aseguramiento de calidad de software.
Justificación de la población	Se prioriza la participación de profesionales debido a la facilidad de acceso y a que representan actores clave para aportar información sobre prácticas actuales, barreras y percepciones de la tercerización.

Nota: Elaboración propia con base en el diseño metodológico del proyecto.

La imagen muestra la Tabla 1: Características esperadas de la muestra, donde se detallan los elementos clave para la selección de participantes en la investigación. Incluye la unidad de análisis (profesionales del sector TI vinculados con actividades de testing y aseguramiento de calidad), la población objetivo (empresas de tecnología en Colombia y profesionales relacionados con desarrollo de software, QA y automatización), y la muestra estimada (entre 15 y 20 profesionales seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia). También se especifican los criterios de inclusión y exclusión, así como la justificación de la muestra, que prioriza la participación de perfiles con experiencia mínima de un año en testing o automatización para garantizar información relevante sobre prácticas actuales y percepciones sobre la tercerización

5.6. Procedimiento

El procedimiento metodológico se estructuró en fases secuenciales que integran los enfoques de la Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Industrial, garantizando así un análisis mixto, riguroso y con una visión integral del problema planteado.

5.6.1. Planeación y diseño de la investigación

- Definición de los objetivos específicos y de las preguntas de investigación.
- Selección del enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) y justificación del diseño no experimental y transversal.
- Elaboración de los instrumentos (matriz documental, cuestionario de encuestas, guía de entrevistas y matrices comparativas de benchmarking).

5.6.2. *Recolección de información documental*

- Realización de una revisión bibliográfica en bases de datos académicas (Scopus, IEEE Xplore, ACM, SpringerLink) y documentos sectoriales (informes de KPMG, Gartner, entre otros).
- Análisis de normas y estándares internacionales relevantes (ISO/IEC 25010, ISO/IEC/IEEE 29119, ISO 9241-11).
- Registro de hallazgos en la matriz documental para caracterizar tendencias, retos y mejores prácticas en testing y tercerización.

5.6.3. *Aplicación de encuestas exploratorias*

- Diseño y validación del cuestionario con apoyo de expertos académicos.
- Aplicación en línea a profesionales del sector TI, ingenieros de QA, líderes de proyectos y responsables de calidad de software en empresas colombianas.
- Consolidación y depuración de las respuestas para análisis estadístico posterior.

5.6.4. *Entrevistas semiestructuradas a expertos*

- Selección de perfiles clave en la industria tecnológica con experiencia en QA y outsourcing de servicios.
- Realización de entrevistas de manera virtual o presencial, registrando la información en formatos de transcripción.
- Identificación de patrones, percepciones y aprendizajes sobre los beneficios y riesgos de la tercerización del testing.

5.6.5. *Benchmarking de herramientas de automatización*

- Selección de un conjunto de herramientas líderes (Selenium, Cypress, Appium, JMeter, entre otras).
- Evaluación comparativa en cuanto a facilidad de uso, costo, cobertura de pruebas, escalabilidad y soporte.
- Registro de resultados en la matriz comparativa, destacando fortalezas y limitaciones para el contexto colombiano.

5.6.6. *Análisis de indicadores de factibilidad*

- Procesamiento de los datos recolectados mediante software estadístico (SPSS, Excel o Python).
- Cálculo de métricas financieras y operativas como VAN, TIR y payback, así como indicadores de productividad y reducción de tiempos.
- Integración de los hallazgos cualitativos y cuantitativos para obtener una visión holística de la factibilidad del modelo de tercerización propuesto.

5.6.7. *Síntesis y validación de resultados*

- Elaboración de conclusiones parciales por cada enfoque (técnico desde Ingeniería de Sistemas y económico/operativo desde Ingeniería Industrial).
- Contrastación de resultados con literatura y experiencias previas reportadas en estudios internacionales.
- Redacción del informe final, donde se presentan los hallazgos, conclusiones y

recomendaciones para la industria colombiana.

5.7. Plan de análisis

El análisis de los datos se realizará bajo un enfoque mixto, integrando técnicas cualitativas y cuantitativas para obtener una visión holística de la factibilidad de tercerizar servicios de testing y automatización de software en Colombia.

5.7.1. Análisis cualitativo

El componente cualitativo se centrará en la interpretación de las percepciones de profesionales del sector TI sobre la tercerización, mediante encuestas exploratorias con preguntas abiertas. Para ello se aplicará:

- **Codificación temática** de las respuestas, identificando categorías emergentes como beneficios percibidos, barreras operativas y nivel de confianza en proveedores externos (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista-Lucio, 2018).
- **Triangulación** con literatura académica y estudios sectoriales (Impacto TIC, 2023; CINTEL, 2023) para validar los hallazgos y enriquecer la interpretación.
- Se utilizarán herramientas como Atlas.ti o NVivo para organizar y analizar los datos cualitativos de forma sistemática.

5.7.2. Análisis cuantitativo

El componente cuantitativo se enfocará en evaluar la factibilidad técnica, económica y operativa del modelo propuesto. Se aplicarán:

- **Estadísticas descriptivas** para caracterizar la muestra y los indicadores clave (por

ejemplo, porcentaje de empresas que tercerizan, nivel de madurez digital, uso de herramientas de automatización).

- **Indicadores financieros** como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (Kerzner, 2017), con base en datos de estudios como los de KPMG (2024) y Martens & Teuteberg (2012).
- **Evaluación de usabilidad** mediante escalas estandarizadas como el System Usability Scale (SUS) y el SEQ (Single Ease Question), ampliamente validadas en la literatura (Brooke, 1996; Sauro & Dumas, 2009).

El procesamiento de datos se realizará con herramientas como Excel, SPSS o Python, según la complejidad del análisis.

5.7.3. Integración de resultados

Se aplicará una **triangulación metodológica** que combine los hallazgos cualitativos y cuantitativos, permitiendo:

- Validar la viabilidad del modelo desde múltiples perspectivas (técnica, económica y operativa).
- Identificar oportunidades de mejora y recomendaciones prácticas para su implementación.
- Generar conclusiones sólidas que sustenten el diseño de un modelo de negocio innovador y sostenible para el sector TI colombiano.

Esta integración responde a la necesidad de abordar fenómenos complejos desde múltiples dimensiones, como lo recomienda la literatura en investigación aplicada (Hernández-

Sampieri et al., 2018).

Análisis de resultados

Para la presente investigación se aplicó una encuesta a 14 profesionales del sector de Tecnologías de la Información (TI) en Colombia, con el propósito de analizar la percepción sobre la factibilidad de tercerizar los servicios de testing y automatización de software.

La muestra estuvo compuesta por profesionales con distintos roles dentro del ciclo de desarrollo de software, lo que permitió obtener una visión integral sobre el tema. En detalle, el 43% de los encuestados se desempeña como Tester o Analista de Calidad (QA), el 29% como Desarrollador(a) y el 29% restante en otros cargos relacionados con la gestión o supervisión de proyectos de software.

Esta diversidad de perfiles contribuyó a enriquecer el análisis, ya que integra tanto la perspectiva técnica centrada en la ejecución de pruebas y control de calidad como la visión estratégica de quienes toman decisiones sobre la subcontratación de servicios tecnológicos.

6. Análisis de resultados

6.1. Resultados objetivo 1

Del desarrollo metodológico planteado se espera obtener una caracterización precisa de las prácticas actuales de testing y automatización de software en las empresas del sector TI en Colombia, diferenciando el grado de adopción entre grandes corporaciones, Pymes y startups tecnológicas. Asimismo, se proyecta la identificación del nivel de madurez digital y operativa del sector frente a los estándares internacionales (como las normas ISO/IEC 25010, ISO/IEC/IEEE 29119 e ISO 9241-11), lo que permitirá reconocer brechas y oportunidades de mejora en los procesos de aseguramiento de calidad. Igualmente, se busca determinar los factores que influyen

en la factibilidad de tercerizar servicios de testing y automatización, considerando dimensiones técnicas, económicas y operativas, así como analizar las percepciones cualitativas de los profesionales del sector sobre los beneficios, barreras y niveles de confianza en los proveedores externos. En complemento, se espera calcular indicadores financieros y de desempeño (como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (payback)) que permitan estimar la rentabilidad y sostenibilidad del modelo de outsourcing en el contexto bogotano. Finalmente, se prevé la construcción de una matriz integradora de resultados que combine los hallazgos cualitativos y cuantitativos, ofreciendo una visión holística y fundamentada sobre la viabilidad de implementar estrategias de automatización y tercerización de pruebas de software. Estos resultados aportarán evidencia empírica y práctica para la toma de decisiones en el sector tecnológico colombiano, contribuyendo al diseño de políticas y estrategias orientadas al fortalecimiento del aseguramiento de calidad, la eficiencia operativa y la competitividad empresarial.

Para la presente investigación se aplicó una encuesta a 14 profesionales del sector de Tecnologías de la Información (TI) en Bogotá, con el propósito de analizar la percepción sobre la factibilidad de tercerizar los servicios de testing y automatización de software.

La muestra estuvo compuesta por profesionales con distintos roles dentro del ciclo de desarrollo de software, lo que permitió obtener una visión integral sobre el tema. En detalle, el 43% de los encuestados se desempeña como Tester o Analista de Calidad (QA), el 29% como Desarrollador(a) y el 29% restante en otros cargos relacionados con la gestión o supervisión de proyectos de software.

Esta diversidad de perfiles contribuyó a enriquecer el análisis, ya que integra tanto la perspectiva técnica centrada en la ejecución de pruebas y control de calidad como la visión

estratégica de quienes toman decisiones sobre la subcontratación de servicios tecnológicos.

El análisis cualitativo descriptivo (comparativo aplicado a la matriz permitió interpretar las diferencias y similitudes en las prácticas de testing y automatización de software entre empresas del sector TI en Bogotá. A través de la descripción detallada de diez aspectos técnicos y organizacionales) como estrategia de QA, estándares, automatización, roles y métricas— se identificó que las grandes corporaciones poseen procesos altamente formalizados y automatizados, las PYMEs muestran un nivel intermedio con avances parciales en calidad y los startups, priorizan la rapidez y flexibilidad en sus despliegues. Este enfoque cualitativo permitió comprender, más allá de los datos numéricos, cómo el tamaño, la madurez y el contexto de cada empresa influyen en la gestión de la calidad del software, evidenciando patrones y brechas que orientan oportunidades de mejora dentro del ecosistema tecnológico bogotano.

Tabla 3. Análisis encuesta

Aspecto / Empresa	Telefónica Tech (Grande)	IBM Colombia (Grande)	Globant (Grande)	Heinsohn (PYME)	Pragma S.A. (PYME)	Treinta (Startup)	Addi (Startup)
1. Estrategia de QA	Formal y corporativa, alineada con DevSecOps	Formal, basada en ISTQB/TMMi	Integrada a squads ágiles	Parcial, depende del cliente	Parcial, basada en Scrum	Básica, orientada a despliegues rápidos	Definida en flujos Fintech (QA continua en sprint)
2. Estándares y modelos	ISO/IEC 25010, OWASP	ISO/IEC 29119, TMMi nivel 4	ISTQB, BDD/TDD	ISO 25010 parcial	Prácticas internas (sin norma formal)	No formalizado	PCI DSS y OWASP integrados (por regulación financiera)

Aspecto / Empresa	Telefónica Tech (Grande)	IBM Colombia (Grande)	Globant (Grande)	Heinsohn (PYME)	Pragma S.A. (PYME)	Treinta (Startup)	Addi (Startup)
3. Automatización CI/CD	Alta (Jenkins, GitLab CI)	Completa (Azure DevOps, SonarQube)	Avanzada (GitHub Actions)	Media (uso de Jenkins)	Media (GitLab)	Alta con pipelines simples (GitHub Actions)	Alta, totalmente integrada (CircleCI, GitHub Actions)
4. Cobertura de pruebas	+75 % unit, +60 % integración	+80 % promedio	+70 % general	40–60 % variable	50 % en flujos críticos	30–40 % (microservicios)	55–65 % (APIs y backend financiero)
5. Automatización UI/API	Selenium, Cypress, Postman	Selenium, REST Assured	Cypress, Playwright	Selenium, Postman	Cypress, Newman	Postman, Cypress	Postman, KarateDSL, Cypress
6. Gate de calidad (coverage mínimo)	Sí (>70 %)	Sí (>80 %)	Sí (>75 %)	Parcial	Parcial	No obligatorio	Sí, en pipelines críticos (seguridad y fraude)
7. Roles QA / SDET	QA Lead, SDET, DevOps QA	QA Manager, Automation Engineer	SDET por squad	QA generalista	QA ágil compartido	QA mixto (dev/QA)	QA Automation Engineer y DevSecOps Lead
8. Herramientas clave	Jira, Xray, Jenkins, SonarQube	Jira, Azure DevOps, Selenium Grid	GitHub, Allure, Cypress	Jira, Selenium, Jenkins	GitLab, SonarLint	GitLab, Postman, Jira	Jira, CircleCI, SonarQube, Datadog
9. Métricas de calidad	Defectos/release, MTTR < 48 h	Defect Density, builds fallidos	Lead time QA, defect trend	Defectos por sprint	% fallas post-release	Error rate en producción	Tiempo de rollback, incidentes P1/P2

Aspecto / Empresa	Telefónica Tech (Grande)	IBM Colombia (Grande)	Globant (Grande)	Heinsohn (PYME)	Pragma S.A. (PYME)	Treinta (Startup)	Addi (Startup)
10. Nivel de madurez QA (1-5)	5 (Optimizado)	5 (Optimizado)	4 (Gestionado)	3 (Definido)	3 (Definido)	2 (Inicial)	3 (Definido, con enfoque Fintech)

Nota: Elaboración propia con base en el diseño metodológico del proyecto.

El análisis de las prácticas actuales de testing y automatización de software en empresas del sector tecnológico en Bogotá permite evidenciar un contraste claro entre los distintos niveles de madurez organizacional. Las grandes corporaciones, como Telefónica Tech, IBM Colombia y Globant, presentan estrategias de aseguramiento de la calidad (QA) consolidadas, alineadas con marcos de referencia internacionales como ISO/IEC 25010, ISO/IEC 29119, TMMi e ISTQB, lo que les permite garantizar altos niveles de trazabilidad, cumplimiento normativo y estabilidad operativa. Estas organizaciones integran la calidad dentro del ciclo DevSecOps, aplicando metodologías ágiles y pipelines de integración continua (CI/CD) con herramientas robustas como Jenkins, Azure DevOps o GitHub Actions. La cobertura de pruebas supera generalmente el 70 %, y los quality gates son obligatorios en las etapas de despliegue. Además, cuentan con roles especializados (QA Lead, SDET, DevOps QA) y un monitoreo constante mediante métricas como densidad de defectos, tiempo medio de resolución (MTTR) y tendencias de fallas por versión, lo que refleja un enfoque sistemático hacia la mejora continua.

En contraste, las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), como Heinsohn y Pragma S.A., muestran un nivel de madurez intermedio. Si bien han adoptado procesos de QA y pruebas automatizadas, estos dependen en gran medida del tipo de proyecto o del cliente. Su cobertura promedio de pruebas se sitúa entre 40 % y 60 %, utilizando herramientas como Selenium, Cypress o Postman. Estas organizaciones aplican prácticas ágiles basadas en Scrum, pero

carecen de una estrategia corporativa formal o de certificaciones internacionales. La automatización en CI/CD se encuentra en desarrollo, y aunque utilizan entornos como GitLab o Jenkins, los controles de calidad no siempre son obligatorios. Aun así, su flexibilidad y capacidad de adaptación representan ventajas competitivas que facilitan la entrega rápida y la personalización de soluciones.

Por su parte, las startups tecnológicas, como Treinta y Addi, evidencian una orientación más pragmática y ágil, donde la prioridad recae en la velocidad de entrega y la experimentación continua. Sus procesos de QA son menos formales, con coberturas de entre 30 % y 65 %, pero muestran una fuerte adopción de herramientas open source y pipelines livianos basados en GitHub Actions o CircleCI. Mientras Treinta mantiene un enfoque inicial con QA híbrido, Addi —al ser una fintech regulada— presenta un modelo más estructurado, incorporando prácticas de seguridad y estándares como OWASP y PCI DSS. Estos startups no suelen contar con quality gates estrictos ni métricas avanzadas, aunque monitorizan la calidad a través de indicadores de producción, como la tasa de errores, el tiempo de rollback y la gestión de incidentes críticos.

En conjunto, los resultados indican que la madurez del aseguramiento de la calidad en Bogotá se encuentra en una etapa de transición hacia modelos de Quality Engineering y Shift-Left Testing, en los cuales la calidad deja de concebirse como una fase final del desarrollo para integrarse desde el diseño y la planificación del producto. Las grandes empresas lideran el cumplimiento normativo y la automatización avanzada; las PYMEs consolidan una cultura de QA adaptativa y en crecimiento; y los startups impulsan la innovación mediante procesos livianos y centrados en la entrega continua. En síntesis, el ecosistema tecnológico bogotano demuestra un avance sostenido hacia la consolidación de una cultura de calidad integral, que busca equilibrar la velocidad de despliegue, la confiabilidad del software y la satisfacción del

usuario final.

6.2. Objetivo 2

Para la presente investigación se aplicó una encuesta a 14 profesionales del sector de Tecnologías de la Información (TI) en Colombia, con el propósito de analizar la percepción sobre la factibilidad de tercerizar los servicios de testing y automatización de software.

La muestra estuvo compuesta por profesionales con distintos roles dentro del ciclo de desarrollo de software, lo que permitió obtener una visión integral sobre el tema. En detalle, el 43% de los encuestados se desempeña como Tester o Analista de Calidad (QA), el 29% como Desarrollador(a) y el 29% restante en otros cargos relacionados con la gestión o supervisión de proyectos de software.

Esta diversidad de perfiles contribuyó a enriquecer el análisis, ya que integra tanto la perspectiva técnica centrada en la ejecución de pruebas y control de calidad como la visión estratégica de quienes toman decisiones sobre la subcontratación de servicios tecnológicos.

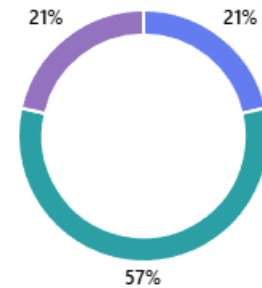
6.2.1. *Análisis de la Factibilidad Técnica*

Los resultados evidencian que el 57% de los encuestados manifestó que en su organización se realizan tanto pruebas manuales como automatizadas, mientras que un 21% indicó que únicamente se efectúan pruebas manuales. Por otra parte, un 21% de los participantes afirmó que su organización no realiza pruebas formales de software.

Ilustración 11. Pregunta 4 de Encuesta

4. ¿ Su organización realiza pruebas de software de manera estructurada? (0 punto)

● Sí, manuales	3
● Sí, automatizadas	0
● Ambas	8
● No realiza pruebas formales	3



Nota: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta aplicada por el equipo investigador (2025).

La imagen muestra un gráfico circular que representa las respuestas a la pregunta: ¿Su organización realiza pruebas de software de manera estructurada? Los resultados evidencian que el 57% de las organizaciones combina pruebas manuales y automatizadas, el 21% realiza únicamente pruebas manuales, y otro 21% no efectúa pruebas formales. Ninguna organización indicó realizar exclusivamente pruebas automatizadas. Este hallazgo refleja un nivel de madurez técnica medio, donde la automatización aún no se adopta de forma completa, lo que puede limitar la eficiencia y la cobertura en los procesos de aseguramiento de calidad.

Estos datos reflejan que más de la mitad de las organizaciones encuestadas cuenta con un enfoque técnico maduro en sus procesos de aseguramiento de calidad, al combinar estrategias manuales y automatizadas. Sin embargo, la ausencia de prácticas estructuradas en una quinta parte de las empresas sugiere que todavía existen limitaciones en la implementación de metodologías formales de testing, lo cual podría impactar la eficiencia y confiabilidad del desarrollo de software.

Por otra parte, las herramientas de testing o automatización utilizan actualmente más mencionadas por los encuestados fueron Postman (46%), Selenium y JMeter, seguidas de

SoapUI, Playwright, Xray y otras soluciones específicas para pruebas de rendimiento o integración. Un pequeño porcentaje indicó que no utilizan herramientas de automatización.

El predominio de Postman y Selenium evidencia que las organizaciones priorizan la automatización de pruebas funcionales y de API, componentes esenciales en los entornos ágiles actuales. Además, el uso de JMeter y Playwright muestra un interés por fortalecer las pruebas de rendimiento y escalabilidad. Sin embargo, la falta de adopción total de herramientas automatizadas en algunos casos refleja que no todas las empresas han alcanzado una madurez técnica homogénea, lo que podría limitar la efectividad de la tercerización de servicios de testing en el país.

El 57% de los encuestados calificó estas pruebas como “muy relevantes”, el 29% como “relevantes”, mientras que apenas un 7% las consideró “poco relevantes” y otro 7% “medianamente relevantes”.

Ilustración 12. Pregunta 6 de Encuesta

6. En una escala del 1 al 5, ¿qué tan relevantes considera las pruebas de rendimiento y usabilidad en el aseguramiento de calidad? (0 punto) [Más](#)



Nota: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta aplicada por el equipo investigador (2025).

La imagen muestra un gráfico de barras que representa las respuestas a la pregunta: En una escala del 1 al 5, ¿qué tan relevantes considera las pruebas de rendimiento y usabilidad en el aseguramiento de calidad? Los resultados indican que la mayoría de los encuestados (57%)

considera estas pruebas como muy relevantes (valor 5), seguido por un 29% que las califica como relevantes (valor 4). Solo un pequeño porcentaje las percibe como medianamente relevantes (7%) o poco relevantes (7%), y ninguno las considera irrelevantes. Este hallazgo evidencia una alta conciencia sobre la importancia de la usabilidad y el rendimiento en la calidad del software, lo que respalda la viabilidad de integrar métricas orientadas a la experiencia del usuario en los procesos de aseguramiento de calidad.

Los resultados demuestran una alta conciencia sobre la importancia técnica del rendimiento y la usabilidad en el aseguramiento de la calidad del software. Esto indica que los profesionales del sector reconocen que la experiencia del usuario y la eficiencia del sistema son factores críticos para la competitividad. Por tanto, se infiere que el entorno colombiano cuenta con una base de conocimiento favorable para integrar servicios de testing especializados que incluyan tantas pruebas funcionales como no funcionales.

En conjunto, los resultados de esta sección reflejan que las organizaciones del sector TI colombiano presentan un nivel medio-alto de madurez técnica en materia de pruebas de software. La combinación de metodologías manuales y automatizadas, el uso de herramientas reconocidas en la industria y la valoración positiva del rendimiento y la usabilidad, respaldan la viabilidad técnica de la tercerización de servicios.

6.2.2. Análisis de la Factibilidad Económica

En cuanto a la factibilidad económica, los resultados evidencian una percepción diversa respecto al nivel de inversión que las organizaciones destinan al área de testing. De acuerdo con las respuestas, el 36% de los encuestados indicó que su empresa realiza una inversión alta en testing, mientras que un 42% (sumando los niveles muy bajo y bajo) señaló destinar pocos

recursos a esta actividad. Solo un 7% percibe una inversión media, y un 14% manifestó no tener claridad al respecto o que no aplica a su contexto laboral.

Ilustración 13. Pregunta 7 de Encuesta

7. ¿Qué nivel de inversión destina su organización (o proyectos en los que participa) a testing de software? (0 punto)



Nota: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta aplicada por el equipo investigador (2025).

La imagen muestra un gráfico circular sobre el nivel de inversión destinado al testing de software. El resultado indica que la mayoría de las organizaciones reporta una inversión alta (36%), mientras que un grupo significativo la considera muy baja o baja (42%).

Estos datos reflejan que, aunque existe un grupo de empresas que ha reconocido la importancia de invertir en la calidad del software, aún predomina una tendencia hacia la limitación presupuestal en esta área. Este aspecto puede estar relacionado con la percepción del testing como una actividad complementaria más que estratégica dentro del ciclo de desarrollo.

Respecto a la viabilidad económica de la tercerización, el 85% de los participantes (sumando “Sí, significativamente” y “Sí, en parte”) considera que externalizar los servicios de testing puede reducir los costos operativos frente a hacerlo internamente. Solo un 14% opina que no hay diferencia económica, y ninguno descartó la posibilidad de ahorro.

Ilustración 14. Pregunta 8 de Encuesta

8. En su opinión, ¿la tercerización del testing puede reducir costos frente a hacerlo internamente? (0 punto)



Nota: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta aplicada por el equipo investigador (2025).

La imagen muestra un gráfico de barras sobre la percepción de reducción de costos mediante la tercerización del testing. El 85% de los encuestados considera que sí reduce costos (significativamente o en parte), mientras que el 14% opina que no hay diferencia y ninguno respondió “No”.

Estos resultados sugieren que existe una percepción positiva y favorable hacia la tercerización desde una perspectiva económica. Las empresas del sector TI colombiano identifican en esta práctica una oportunidad de optimizar recursos, disminuir gastos en infraestructura, licencias o personal especializado, y enfocarse en sus procesos principales

6.2.3. Análisis de la Factibilidad Operativa

En la dimensión operativa, se analizaron los principales obstáculos y recomendaciones identificados por los profesionales del sector TI frente a la tercerización del testing de software en Colombia.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, los principales desafíos operativos que enfrentan las organizaciones al considerar la tercerización son la confianza en el proveedor

(36%) y los costos iniciales de implementación (36%), seguidos por la adaptación a los procesos internos (21%) y, en menor medida, la falta de personal calificado (7%).

Ilustración 15. Pregunta 10 de Encuesta

10. ¿Cuáles cree que son los principales obstáculos para tercerizar testing en Colombia? (0 punto)



Nota: Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta aplicada por el equipo investigador (2025).

La imagen muestra un gráfico de barras sobre los principales obstáculos para tercerizar testing en Colombia. Los más mencionados son confianza en el proveedor y costos iniciales de implementación (36% cada uno), seguidos por adaptación a procesos internos (21%) y falta de personal calificado (7%).

Estos hallazgos reflejan que, aunque existe una disposición hacia la adopción de servicios externos de testing, persisten barreras relacionadas con la gestión de la relación cliente–proveedor, la alineación de metodologías de trabajo y la inversión inicial necesaria para establecer un modelo de tercerización eficiente.

Por otro lado, las respuestas cualitativas ofrecieron una visión complementaria sobre cómo mejorar la operatividad del proceso. Los encuestados enfatizaron la importancia de establecer relaciones de confianza, fortalecer la comunicación y los protocolos entre los equipos

de desarrollo y testing, y contar con procesos estandarizados y acuerdos de servicio claros.

Asimismo, se destacó la necesidad de contratar empresas con experiencia comprobada en testing y automatización, promover la capacitación del personal interno, y ajustar los costos según el tamaño de la organización, especialmente para las pymes.

Otras recomendaciones relevantes incluyeron el uso de inteligencia artificial en la generación de pruebas, la implementación de metodologías end-to-end, y la sensibilización sobre la relevancia del aseguramiento de calidad en el ciclo de vida del software.

6.2.4. Costos y estimaciones: Análisis del histórico de participación del sector de software en Colombia

En la tabla se observa la evolución del sector de software en Colombia durante los últimos años, evidenciando un crecimiento sostenido tanto en participación dentro del PIB nacional como en su valor económico. Según estimaciones basadas en datos del MinTIC, Fedesoft y el DANE, el aporte del sector ha pasado del 0,5 % del PIB en 2005 a un 3,8 % en 2024, lo que representa un incremento significativo.

Tabla 4. Histórico de participación del sector de software en Colombia

Año	PIB (billones COP)	% del PIB (TIC / software)	Valor estimado del sector (billones COP)
2005	346	0,5 %	1,73
2010	580	1,0 %	5,8
2015	861	1,19 %	10,24
2020	1.002	2,5 %	25,05
2023	1.541	3,6 %	55,48
2024	1.640	3,8 %	62,32

Nota: Histórico de participación del sector de software en Colombia según (Estimaciones basadas en evolución reportada por MinTIC, Fedesoft y DANE). Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

Este comportamiento refleja la consolidación del software como un motor clave de la

economía digital colombiana, impulsado por la transformación digital de empresas, la adopción de nuevas tecnologías y el fortalecimiento del talento en ingeniería de software. El crecimiento del valor estimado del sector de 1,73 billones de pesos en 2005 a 62,32 billones en 2024 muestra la importancia estratégica del desarrollo de software en el país.

En la tabla se presenta la evolución histórica y la proyección estimada del sector TIC y de software en Colombia para el período 2005–2029. Los valores del 2005 al 2024 se basan en datos reportados por MinTIC, Fedesoft y el DANE, mientras que las cifras correspondientes a los años 2025–2029 fueron calculadas mediante una suavización exponencial, técnica estadística que permite estimar tendencias futuras asignando mayor peso a los datos más recientes.

Tabla 5. Suavización exponencial 5 años

Año	PIB (billones COP)	% del PIB (sector TIC/software)	Valor sector (billones COP)
2005	346	0,51	1,76
2006	384	0,57	2,17
2007	426	0,63	2,68
2008	471	0,7	3,29
2009	521	0,78	4,04
2010	580	0,86	5
2011	640	0,96	6,13
2012	702	1,06	7,47
2013	764	1,18	9,04
2014	829	1,31	10,9
2015	861	1,46	12,58
2016	920	1,62	14,94
2017	980	1,8	17,68
2018	1040	2	20,85
2019	1100	2,23	24,51
2020	1200	2,48	29,71
2021	1300	2,75	35,77
2022	1400	3,06	42,8
2023	1500	3,4	50,96
2024	1640	3,78	61,92
2025	1740	4,2	73,01

2026	1840	4,66	85,79
2027	1940	5,18	100,52
2028	2050	5,76	118,04
2029	2160	6,4	138,21

Nota: Se realiza una suavización exponencial para estimar los años faltantes y los siguientes 5 años del proyecto. Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

De acuerdo con las proyecciones, la participación del sector TIC/software pasaría del 0,51 % del PIB en 2005 al 6,4 % en 2029, mientras que el valor económico del sector alcanzaría aproximadamente 138 billones de pesos colombianos en el mismo año. Esto representa un crecimiento de más del 7750 % en menos de 25 años, evidenciando la consolidación del software como una de las principales industrias impulsoras de la economía digital del país.

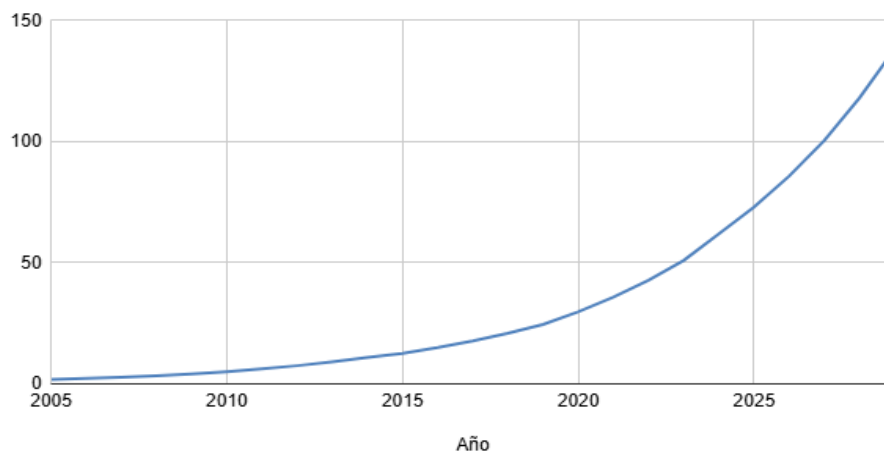
$$\text{Crecimiento (\%)} = \frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor inicial}} * 100$$

$$= \frac{138,21 * 1,76}{1,76} * 100 = 7750\%$$

Este aumento progresivo no solo refleja la expansión de la infraestructura tecnológica y la adopción de soluciones digitales, sino también la necesidad de implementar estrategias de aseguramiento de la calidad del software. A medida que el sector crece, los desafíos asociados con la estandarización de procesos, la gestión de riesgos, la seguridad de la información y la satisfacción del usuario se vuelven cada vez más relevantes para garantizar la competitividad y sostenibilidad del ecosistema tecnológico colombiano.

Ilustración 16. Evolución del sector TIC 2004-2005 Colombia

Evolución del sector TIC/software 2005–2024 (Colombia)



Nota: El Grafico No. 2 corresponde a la suavización exponencial (2005- 2029). Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

La estimación de una participación del 0,0008 % en el mercado nacional del software se fundamenta en un enfoque conservador y realista, propio de proyectos en etapa inicial. De acuerdo con las proyecciones presentadas, el valor estimado del sector TIC/software en Colombia para 2025 es de COP 73,01 billones, mientras que la participación proyectada del proyecto corresponde a COP 584.080.000, equivalente al 0,0008 % del total.

Esta proyección se justifica por las siguientes razones:

Etapa inicial del proyecto: Al tratarse de una empresa emergente conformada por un equipo reducido de ocho personas (más adelante se detalla la composición y justificación de este equipo), y sin posicionamiento previo en el mercado, resulta prudente asumir una participación mínima. Según Kotler y Keller (2016), los nuevos entrantes deben estimar cuotas de participación conservadoras en industrias dominadas por actores consolidados.

Tabla 6. Participación en el mercado del software

Año	Participación (billones COP)	Participación
2025	0,00058408	\$584.080.000

2026	0,00068632	\$686.320.000
2027	0,00080416	\$804.160.000
2028	0,00094432	\$944.320.000
2029	0,00110568	\$1.105.680.000

Nota: Para este proyecto se estima una participación en el mercado del software del 0,0008%. Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

Alta competencia del sector: El mercado colombiano de software presenta una estructura altamente competitiva y fragmentada. Fedesoft (2023) indica que más del 70 % de las empresas son micro y pequeñas, muchas con certificaciones internacionales y alianzas estratégicas, lo que reduce la cuota potencial de participación para nuevos proyectos.

Enfoque especializado: El proyecto se orienta hacia un nicho de servicios de aseguramiento de calidad (QA), automatización de pruebas y consultoría técnica, lo que, aunque limita su alcance inicial, permite una diferenciación basada en la especialización y la calidad del servicio.

Capacidad operativa restringida: Con una estructura conformada por tres QA testers, dos desarrolladores, un ingeniero DevOps y dos administrativos, la empresa tiene una capacidad limitada de atención simultánea de clientes, lo que impacta directamente el volumen de ingresos y la participación proyectada.

Crecimiento gradual y sostenible: La proyección muestra un aumento progresivo en la participación, pasando de COP 584 millones en 2025 a COP 1.105 millones en 2029, lo que representa una cuota del 0,0011 %. Este crecimiento responde a una estrategia de escalamiento orgánico, en la que las utilidades se reinvierten para fortalecer la infraestructura y ampliar la capacidad técnica del proyecto.

6.2.5. Costos y estimaciones: Descripción general del presupuesto operativo del proyecto

La tabla presenta los principales conceptos de inversión y gasto asociados a la operación inicial del proyecto, organizados según su naturaleza contable: costos fijos (CF), costos variables (CV), gastos fijos (GF) y gastos variables (GV).

Tabla 7. Tabla de datos generales

Concepto	Cantidad	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)	Clasificación	Fuente / Descripción
Arrendamiento oficina (80 m ²)	12 meses	\$ 4.500.000,00	\$ 54.000.000,00	CF	Oficina compartida con sala de reuniones y zona técnica.
Salario QA Tester (x3)	36 meses-persona	\$ 3.500.000,00	\$ 126.000.000,00	CF	Equipo de automatización y pruebas funcionales.
Equipos de cómputo (8 portátiles i7, 16 GB RAM, SSD)	8 unid	5500000	44000000	IF	3 QA, 2 devs, 1 DevOps, 1 admin QA, 1 asistente.
Salario Desarrollador (x2)	24 meses-persona	\$ 4.000.000,00	\$ 96.000.000,00	CF	Mantenimiento de frameworks internos.
Salario DevOps	12 meses	\$ 4.500.000,00	\$ 54.000.000,00	CF	CI/CD, infraestructura y despliegues.
Administrador / Coordinador QA	12 meses	\$ 3.800.000,00	\$ 45.600.000,00	CF	Control de operaciones y clientes.
Asistente administrativo / comercial	12 meses	\$ 2.800.000,00	\$ 33.600.000,00	CF	Gestión contable y ventas.
Servicios públicos (internet fibra, energía, agua)	12 meses	\$ 700.000,00	\$ 8.400.000,00	CV	Consumo eléctrico alto por estaciones de trabajo y servidores.
Licencias de software y herramientas (IDE, Postman, Office, etc.)	8 usuarios	\$ 500.000,00	\$ 4.000.000,00	CV	Licencias anuales individuales.
Suscripción a herramientas de automatización (Selenium Grid, BrowserStack, Appium Cloud)	12 meses	\$ 450.000,00	\$ 5.400.000,00	CV	Ejecución remota y paralela de pruebas.
Servidores Cloud (AWS/GCP/Azure)	12 meses	\$ 1.500.000,00	\$ 18.000.000,00	CV	Entornos de prueba, pipelines CI/CD, bases de datos.
Seguridad y backups (servicio cloud)	12 meses	\$ 400.000,00	\$ 4.800.000,00	CV	Copias automáticas y restauración de datos.
Gasto de póliza TI (equipos y datos)	12 meses	\$ 250.000,00	\$ 3.000.000,00	GF	Seguro de hardware y ciberseguridad básica.
Capacitación técnica (automatización, IA, certificaciones ISTQB)	5 cursos	1500000	7500000	ID	Formación en IA, testing avanzado y herramientas.
Consultoría técnica o auditoría de calidad inicial	1 proyecto	6000000	6000000	ID	Diseño de procesos QA y documentación ISO.

Trámites legales y constitución empresa (Cámara, DIAN, notaría)	1 paquete	2500000	2500000	ID	Gastos de creación y registro.
Adecuación de oficina (muebles, red LAN, cableado, pintura)	1 instalación	9000000	9000000	IF	Puestos ergonómicos, sillas, mesas, routers.
Publicidad y marketing digital (LinkedIn Ads, Google, web)	12 meses	\$ 800.000,00	\$ 9.600.000,00	GF	Campañas de posicionamiento y captación de clientes.
Mantenimiento equipos / limpieza	12 meses	\$ 300.000,00	\$ 3.600.000,00	GF	Contrato externo de soporte y aseo.
Mano de obra adicional (proyectos tercerizados / freelance QA)	6 meses	\$ 3.000.000,00	\$ 18.000.000,00	GV	Refuerzo temporal por demanda.
Renovación tecnológica (cada 2 años)	1 fondo	10 000 000	10 000 000	IF	Reposición progresiva de equipos.

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

Los costos fijos corresponden a los egresos permanentes e indispensables para el funcionamiento continuo del proyecto, tales como el arrendamiento de oficina, los salarios del personal base (QA testers, desarrolladores, DevOps, coordinador y asistente administrativo), que representan la estructura operativa fundamental del servicio.

Por su parte, los costos variables incluyen elementos directamente relacionados con la prestación del servicio, como licencias de software, suscripciones a herramientas de automatización, servidores en la nube, seguridad digital y servicios públicos, cuyos valores pueden fluctuar según la carga de trabajo y el volumen de proyectos atendidos.

Los gastos fijos abarcan componentes de apoyo y mantenimiento, tales como la póliza de seguros, publicidad digital y mantenimiento de equipos, mientras que los gastos variables contemplan mano de obra adicional o freelance, destinada a reforzar la capacidad operativa durante picos de demanda.

6.2.6. Costos y estimaciones: Inversión fija inicial del proyecto

La tabla presenta los activos y recursos tangibles necesarios para el inicio de operaciones

del proyecto. La inversión fija contempla los elementos que no varían con el volumen de producción y que constituyen la base física y tecnológica para la prestación de los servicios de software y aseguramiento de calidad (QA).

Tabla 8. Inversión fija

Inversión fija				
Concepto	Cantidad	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)	Observación
Equipos de cómputo (8 portátiles Core i7, 16 GB RAM, SSD)	8	\$ 5.500.000,00	\$ 44.000.000,00	Un equipo por empleado (3 QA, 2 devs, 1 DevOps, 1 admin QA, 1 asistente).
Mobiliario y estaciones de trabajo (escritorios, sillas ergonómicas, archivadores)	8 puestos	\$ 700.000,00	\$ 5.600.000,00	Adecuación de espacios de trabajo.
Instalación de red y cableado estructurado (LAN, routers, switches, rack)	1 instalación	\$ 3.500.000,00	\$ 3.500.000,00	Conexión de red interna e internet empresarial.
Servidor físico local / NAS para backup	1	\$ 3.000.000,00	\$ 3.000.000,00	Servidor interno para respaldo y pruebas.
Adecuación de oficina (pintura, divisiones, señalización)	1	\$ 2.900.000,00	\$ 2.900.000,00	Acondicionamiento del espacio físico.
Licencias iniciales de software y herramientas de desarrollo	8 usuarios	\$ 500.000,00	\$ 4.000.000,00	IDE, Postman, Office, GitHub, VS Code, etc.
Equipos de red y periféricos (impresora multifuncional, UPS, proyectores)	1 conjunto	\$ 3.000.000,00	\$ 3.000.000,00	Soporte de red y respaldo eléctrico.
Sistema de respaldo de energía (UPS por estación o general)	1 instalación	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00	Prevención de pérdida de datos por cortes eléctricos.
Aire acondicionado o ventilación técnica	1 instalación	\$ 2.500.000,00	\$ 2.500.000,00	Climatización del área técnica.
Fondo de renovación tecnológica (cada 2 años)	1	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000	Reserva para actualización de hardware.
			\$ 80.500.000	

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

Dentro de los componentes principales se incluyen los equipos de cómputo para los ocho

integrantes del equipo (tres QA testers, dos desarrolladores, un DevOps, un administrador QA y un asistente administrativo), Estos equipos, con especificaciones de alto rendimiento, garantizan la ejecución eficiente de pruebas automatizadas, entornos de desarrollo y gestión de proyectos.

Asimismo, la inversión abarca el mobiliario y estaciones de trabajo, la instalación de red estructurada, y la adecuación física de la oficina, asegurando condiciones ergonómicas, conectividad y confort técnico. Se incluyen también recursos tecnológicos complementarios, como un servidor local para respaldos, equipos de red, sistema de respaldo de energía (UPS) y sistemas de climatización, orientados a proteger la infraestructura y asegurar la continuidad operativa.

Por último, se establece un fondo de renovación tecnológica para garantizar la actualización del hardware cada dos años, práctica alineada con los estándares de gestión de calidad y sostenibilidad tecnológica en empresas de desarrollo de software. En total, la inversión fija inicial asciende a COP 80.500.000, monto que representa la base estructural y tecnológica necesaria para el funcionamiento eficiente del proyecto en su primera etapa operativa.

6.2.7. Costos y estimaciones: Inversión diferida (Año 0)

La inversión diferida del proyecto corresponde a los gastos iniciales no asociados a activos físicos, pero que resultan esenciales para establecer las bases legales, técnicas y comerciales de la empresa. En conjunto, esta inversión asciende a COP 29.500.000 y representa el conjunto de acciones necesarias para la formalización y el adecuado inicio de operaciones.

Tabla 9. Inversión diferida

Inversión diferida (año 0)				
Concepto	Cantidad	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)	Observación

Gastos de constitución legal y registro (Cámara de Comercio, DIAN, notaría)	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000	Registro de empresa, NIT, libros contables, permisos.
Consultoría técnica y diseño organizacional (procesos QA / ISO / ITIL)	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000	Asesoría en estructura operativa y procesos de calidad.
Capacitación inicial del personal (automatización, IA, ISTQB, herramientas)	5 cursos	\$ 1.500.000	\$ 7.500.000	Formación especializada en herramientas de testing.
Diseño y desarrollo de sitio web corporativo y branding	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	Imagen corporativa, hosting y página web.
Campañas iniciales de marketing digital y lanzamiento	1	\$ 4.000.000	\$ 4.000.000	Estrategia de promoción y posicionamiento del servicio.
Implementación de sistema contable y software administrativo (ERP / Nómina / CRM)	1	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	Configuración e integración de herramientas de gestión.
Licencias y suscripciones anuales especializadas (Jira, Slack, Trello, Azure DevOps)	1	2500000	2500000	Herramientas colaborativas y gestión de proyectos.
Estudio de factibilidad técnica y económica (VAN, TIR, Payback)	1	1500000	1500000	Análisis previo de viabilidad del modelo de negocio.
			\$ 29.500.000	

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

Dentro de esta inversión se incluyen los gastos de constitución legal y registro ante entidades como la Cámara de Comercio, la DIAN y notaría, indispensables para la formalización jurídica de la empresa. A continuación, se contempla la consultoría técnica y de diseño organizacional, dirigida a estructurar los procesos internos con base en buenas prácticas internacionales como ISO e ITIL, además de definir las metodologías de aseguramiento de la calidad (QA) que regirán las operaciones.

Otro componente clave es la capacitación inicial del personal, mediante cursos especializados en automatización, inteligencia artificial aplicada al testing y certificaciones ISTQB, con el propósito de fortalecer las competencias técnicas del equipo desde el inicio del

proyecto. En paralelo, se incorpora el diseño del sitio web corporativo y la identidad de marca, acompañado de campañas de marketing digital orientadas al posicionamiento y promoción inicial de la empresa en el mercado del software.

A nivel operativo, la inversión contempla la implementación de un sistema contable y administrativo que integra ERP, nómina y CRM, garantizando la gestión eficiente de los recursos humanos, financieros y comerciales. Asimismo, se incluyen licencias y suscripciones anuales a herramientas colaborativas y de gestión de proyectos como Jira, Slack, Trello y Azure DevOps, esenciales para el trabajo coordinado del equipo y el control de las tareas.

Por último, se incorpora un estudio de factibilidad técnica y económica, mediante el cual se evalúan indicadores como VAN, TIR y periodo de recuperación, con el fin de sustentar las decisiones estratégicas relacionadas con la viabilidad del modelo de negocio y las proyecciones financieras del proyecto.

6.2.8. Costos y estimaciones: Capital de trabajo

El capital de trabajo corresponde a los recursos financieros necesarios para cubrir los costos operativos durante los primeros meses de funcionamiento del proyecto, antes de alcanzar un flujo de ingresos estable. Este cálculo se realizó considerando un periodo de desfase de 90 días, estimado como el tiempo que tomará al proyecto consolidar sus primeras ventas y contratos de servicio.

Tabla 10. Capital de trabajo

Capital de trabajo			
Descripción	Periodo de desfase (días)	Costo por día (COP)	Requerimiento de capital de trabajo (COP)

Salarios del personal (8 empleados)	90	\$ 400.000	\$ 36.000.000
Servicios básicos (internet, energía, agua)	90	\$ 25.000	\$ 2.250.000
Suscripciones y licencias (software, nube, herramientas)	90	\$ 20.000	\$ 1.800.000
Gastos administrativos y papelería	90	\$ 8.000	\$ 720.000
Publicidad y mercadeo digital (campañas iniciales)	90	\$ 12.000	\$ 1.080.000
Mantenimiento preventivo y soporte técnico (equipos, software)	90	\$ 10.000	\$ 900.000
Pólizas y seguros empresariales	90	\$ 7.000	\$ 630.000
Gastos operativos no contemplados (5 %)	90	\$ 5.000	\$ 450.000
			\$ 43.830.000

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

El monto total estimado de capital de trabajo asciende a COP 43.830.000, e incluye los gastos asociados al pago de personal, servicios básicos, licencias de software, mantenimiento, pólizas y otras erogaciones operativas necesarias para mantener la continuidad de las actividades. Este valor garantiza la estabilidad económica del proyecto durante su etapa inicial, evitando interrupciones mientras se logra el equilibrio financiero y la generación sostenida de ingresos.

6.2.9. Costos y estimaciones: Inversión inicial fija y diferida

La inversión inicial del proyecto reúne los recursos destinados a establecer la infraestructura técnica, administrativa y operativa necesaria para el inicio de actividades. Esta comprende tres componentes principales: inversión fija, inversión diferida y capital de trabajo.

Tabla 11. Inversión inicial fija y diferida

De inversión inicial			
-----------------------------	--	--	--

fija y diferida				
Año	Inversión fija	Inversión diferida	Capital de trabajo	Total
0	\$ 80.500.000	\$ 3.500.000	\$ 43.830.000	\$ 127.830.000
1				\$ -
2				\$ -
3				\$ -
4				\$ -
5				\$ -
				\$ 127.830.000

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

Durante el año 0, la inversión fija incluye los activos tangibles como equipos de cómputo, mobiliario, red y adecuaciones de oficina, representando los recursos materiales esenciales para la operación. Por su parte, la inversión diferida contempla los gastos iniciales no físicos, como constitución legal, consultorías técnicas, capacitación, marketing y desarrollo del sitio web corporativo. Finalmente, el capital de trabajo garantiza la liquidez operativa en los primeros meses, cubriendo los costos básicos hasta que el proyecto alcance su punto de equilibrio.

En conjunto, la inversión total inicial asciende a COP 127.830.000, correspondiente a la suma de los tres componentes mencionados. Este valor refleja el esfuerzo financiero requerido para el inicio y sostenimiento del proyecto durante su etapa de arranque, asegurando su viabilidad técnica y económica

6.2.10. Costos y estimaciones: Depreciación de activos fijos

La depreciación de activos fijos permite distribuir el costo de los bienes tangibles adquiridos en la inversión inicial a lo largo de su vida útil, reflejando de manera más precisa el desgaste, obsolescencia y uso operativo de los recursos. Este proceso es fundamental para

estimar el valor contable real de los activos y proyectar los costos anuales del proyecto con base en criterios financieros sólidos.

Los activos considerados incluyen equipos de cómputo, mobiliario, red y cableado estructurado, servidor local, periféricos, sistema de respaldo de energía, aire acondicionado técnico y el fondo de renovación tecnológica. Se ha establecido una vida útil promedio de 5 a 10 años, según la naturaleza de cada activo, aplicando un valor de salvamento del 10 % al final de su periodo de uso, conforme a las prácticas contables estándar.

Tabla 12. Depreciación de activos fijos

Activo a depreciar	Valor del activo (COP)	Vida útil (años)	Valor de salvamento (10 %)
Equipos de cómputo (8 portátiles i7, 16 GB RAM, SSD)	\$ 44.000.000,00	5	\$ 4.400.000
Mobiliario y estaciones de trabajo	\$ 5.600.000,00	10	\$ 560.000
Instalación de red y cableado estructurado	\$ 3.500.000,00	10	\$ 350.000
Servidor físico local / NAS para backup	\$ 3.000.000,00	10	\$ 300.000
Equipos de red y periféricos (impresora, UPS, proyectores)	\$ 3.000.000,00	10	\$ 300.000
Sistema de respaldo de energía (UPS general)	\$ 2.000.000,00	10	\$ 200.000
Aire acondicionado o ventilación técnica	\$ 2.500.000,00	10	\$ 250.000
Fondo de renovación tecnológica (cada 2 años)	\$ 10.000.000,00	2	\$ 1.000.000

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

6.2.11. Cálculo de la depreciación anual

Para efectos contables y financieros, se aplicó una tasa de depreciación del 20 % anual, correspondiente al método de depreciación lineal, el cual distribuye de manera uniforme el valor del activo a lo largo de su vida útil. Este enfoque permite reflejar de forma progresiva la pérdida de valor de los bienes tangibles utilizados en las operaciones del proyecto.

La proyección considera un valor inicial de COP 10.000.000 y un valor de salvamento del 10 % (COP 1.000.000) al finalizar el quinto año, conforme a los criterios establecidos en la tabla siguiente. De esta forma, la cuota anual de depreciación asciende a COP 1.800.000, manteniéndose constante durante los cinco años del periodo contable.

Tabla 13.Tasa de depreciación

Año	Tasa de depreciación	Valor sin (COP)	Cuota (COP)	Depreciación acumulada (COP)	Valor neto (COP)
1	20 %	\$ 10.000.000	\$ 1.800.000	\$ 1.800.000	\$ 8.200.000
2	20 %	\$ 10.000.000	\$ 1.800.000	\$ 3.600.000	\$ 6.400.000
3	20 %	\$ 10.000.000	\$ 1.800.000	\$ 5.400.000	\$ 4.600.000
4	20 %	\$ 10.000.000	\$ 1.800.000	\$ 7.200.000	\$ 2.800.000
5	20 %	\$ 10.000.000	\$ 1.800.000	\$ 9.000.000	\$ 1.000.000

Nota: Se calcula una tasa de depreciación de los activos del 20%. Realización propia con la herramienta

Excel. (2025)

Al finalizar el año cinco, la depreciación acumulada alcanza COP 9.000.000, y el valor neto en libros del activo se reduce a COP 1.000.000, que corresponde a su valor residual. Este cálculo permite integrar la depreciación dentro de los estados financieros del proyecto, contribuyendo a una representación más precisa del valor real de los activos fijos y facilitando la planificación de futuras reposiciones tecnológicas.

6.2.12. Costos y estimaciones: Amortización diferida

La amortización diferida corresponde a la distribución sistemática de los gastos intangibles realizados durante la fase inicial del proyecto, permitiendo reflejar su impacto

económico a lo largo de los años de operación. Este procedimiento busca asignar de manera proporcional el costo de las inversiones que no generan beneficios inmediatos, pero que aportan valor durante varios ejercicios contables.

En este caso, la amortización se calculó aplicando una tasa anual del 20 % bajo el método lineal, considerando un periodo de recuperación de cinco años. Este enfoque facilita una asignación equitativa del valor de cada gasto diferido a lo largo del tiempo, garantizando la consistencia contable y una mejor correspondencia entre los ingresos generados y los costos asociados.

Tabla 14. Amortización diferida

Descripción	Valor de la inversión (COP)	% de amortización anual	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos de constitución legal y registro	2 500 000	20 %	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
Consultoría técnica y diseño organizacional	5 000 000	20 %	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
Capacitación inicial del personal (automatización, IA, ISTQB)	7 500 000	20 %	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00
Diseño y desarrollo de sitio web corporativo y branding	3 000 000	20 %	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00
Campañas iniciales de marketing digital y lanzamiento	4 000 000	20 %	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00	\$ 800.000,00
Implementación de sistema contable / administrativo	3 500 000	20 %	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00
			\$ 5.100.000,00	\$ 5.100.000,00	\$ 5.100.000,00	\$ 5.100.000,00	\$ 5.100.000,00

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

Entre los conceptos amortizables se incluyen los gastos de constitución legal y registro, la consultoría técnica y diseño organizacional, la capacitación inicial del personal en temas de

automatización e inteligencia artificial, el diseño y desarrollo del sitio web corporativo y branding, las campañas iniciales de marketing digital y lanzamiento, y la implementación del sistema contable y administrativo.

Estos rubros representan inversiones clave para la consolidación de la estructura organizacional, la definición de procesos internos y el posicionamiento inicial de la empresa en el mercado. En conjunto, su amortización permite reconocer progresivamente el consumo del valor de estos activos intangibles y asegurar una presentación financiera más precisa y realista del proyecto a lo largo del tiempo.

6.2.13. Costos y estimaciones: Tasas de crédito

El análisis de tasas de interés es fundamental en la evaluación financiera de proyectos, ya que determina el costo del capital y afecta directamente la rentabilidad esperada. En el estudio se recopilan las tasas de interés efectivas anuales (EA) de más de 30 entidades financieras en Colombia, con valores que oscilan entre el 10.54% (Banco GNB Sudameris) y el 28.74% (Bancamía S.A.).

Para efectos del análisis, se selecciona la tasa más alta como escenario conservador, lo cual permite evaluar la viabilidad del proyecto bajo condiciones de financiamiento desfavorables. Esta decisión está alineada con las recomendaciones de Gómez Restrepo (s.f.), quien sostiene que “la adecuada escogencia de una tasa de interés que refleje las condiciones financieras de la entidad y de su entorno económico es fundamental en la valoración de empresas”.

Además, el Banco de la República reporta una tasa de intervención del 9.25% en 2025, lo que indica un entorno financiero restrictivo pero estable, afectando las tasas de colocación en el

mercado crediticio.

La hoja presenta las tasas de interés efectivas anuales (EA) ofrecidas por diferentes entidades financieras en Colombia para créditos entre 31 y 365 días. Los valores van desde 10.54% (Banco GNB Sudameris) hasta 28.74% (Bancamía S.A.).

- Estas tasas reflejan las condiciones reales del mercado financiero colombiano.
- Se recopilan para comparar opciones de financiación y seleccionar la más conservadora (la más alta) para simular el escenario de mayor riesgo financiero.
- La tasa de 28.74% EA de Bancamía se usa como referencia para calcular la amortización del crédito en la hoja siguiente.

Tabla 15. Tasas de crédito LI

Entidad	Tasa (Entre 31 y 365 días)
Banco GNB Sudameris	10,54%
Fondo Nacional del Ahorro	11,03%
C.A. Credifinanciera CF	12,68%
Bancoomeva	13,48%
Banagrario	13,51%
Confiar Cooperativa Financiera	13,72%
Banco de Occidente	14,00%
Coofinep Cooperativa Financiera	14,84%
BBVA Colombia	15,24%

RCI Colombia S.A.	15,26%
Cooperativa Financiera de Antioquia	16,44%
Banco Popular	16,62%
Finandina	16,65%
ITAU	18,10%
Cotrafa Financiera	18,53%
JFK Cooperativa Financiera	18,54%
Serfinansa	19,07%
Banco Colpatria Scotiabank	20,14%
Banco Davivienda	21,00%
Financiera Juriscoop C.F.	21,27%
Banco de Bogotá	21,83%
Banco de Falabella S.A.	21,87%
Coopcentral	22,00%
Tuya	23,00%
Av Villas	23,85%
Banco Pichincha S.A	24,07%
Banco Caja Social	24,33%
Bancolombia	24,44%
Oicolombia	25,10%
Bancompartir S.A	28,69%

Giros & Finanzas C.F.	28,69%
Banco Mundo Mujer S.A.	28,70%
Bancamía S.A.	28,74%
	19,57%

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

6.2.14. Costos y estimaciones: Amortización de los créditos

La hoja 6 presenta un modelo de amortización para la inversión total del proyecto (COP 127.830.000), financiada a 5 años con la tasa de interés más alta (28.74% EA). Se calcula una anualidad constante de COP 47.523.706, lo que permite distribuir el pago del crédito en cuotas iguales, facilitando la planificación financiera.

El sistema utilizado corresponde al método francés de amortización, donde la cuota se mantiene constante y se descompone en intereses y capital. Este enfoque es ampliamente recomendado en estudios financieros por su simplicidad y previsibilidad. Según Pérez Sacristán (2015), “el sistema de amortización con cuota constante permite al prestatario conocer con certeza sus obligaciones periódicas, facilitando la gestión de liquidez”.

Asimismo, Buenaventura Vera (2014) destaca que “la elaboración de tablas de amortización permite visualizar el impacto del crédito sobre el flujo de caja del proyecto, y evaluar la carga financiera en cada periodo”.

Valor de la inversión fija: COP 127.830.000, corresponde al total de inversión inicial (suma de inversión fija, diferida y capital de trabajo).

Horizonte de tiempo: 5 años, elegido como plazo estándar para amortizar inversiones en proyectos tecnológicos.

- Tasa de interés EA: 28.74%, tomada de la hoja 6 como el escenario más exigente.
- Tasa de inflación: 3%, estimación conservadora basada en proyecciones macroeconómicas.
- Tasa de interés real: Calculada como: $Tasa\ real = \frac{1+i}{1+\pi} - 1 = \frac{1+0.2874}{1+0.03} - 1 \approx 0.2499$

Anualidad: COP 47.523.706, calculada con la fórmula de anualidad para pagos

constantes: $A = \frac{P \cdot r}{1 - (1+r)^{-n}}$

Donde:

P = monto del préstamo

r = tasa de interés real anual

n = número de años

- Tabla de amortización: Desglosa cada año en cuota, interés, aporte a capital y saldo restante.

Permite visualizar el impacto financiero del crédito sobre el flujo de caja.

Ayuda a planificar pagos y evaluar la viabilidad del proyecto bajo condiciones de financiamiento exigentes.

Tabla 16. Amortización de los créditos

Bancamía S.A.		
Valor inversión fija	\$ 127.830.000	
Horizonte de tiempo (años)	5	
Financiación con Banco	100%	\$ 127.830.000
Tasa de interés EA	28,7400%	
Tasa de inflación	\$ 0	

Tasa de interés real	24,9903%	
Cálculo de anualidad	\$ 47.523.706	

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025).

Tabla 17. Tasa de interés más alta

Año	Cuota	Interés	Aporte a capital	Saldo
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 127.830.000
1	\$ 47.523.706	\$ 31.945.089	\$ 15.578.617	\$ 112.251.383
2	\$ 47.523.706	\$ 28.051.948	\$ 19.471.759	\$ 92.779.624
3	\$ 47.523.706	\$ 23.185.898	\$ 24.337.808	\$ 68.441.816
4	\$ 47.523.706	\$ 17.103.809	\$ 30.419.897	\$ 38.021.918
5	\$ 47.523.706	\$ 9.501.788	\$ 38.021.918	\$ -

Nota: Se realiza el escenario de financiamiento con la tasa de interés más alta que se encontró en el mercado.

Realización propia con la herramienta Excel. (2025).

6.2.15. Costos y estimaciones: Costos y gastos

La estructura de costos del proyecto se divide en costos fijos (COP 425.400.000) y costos variables (COP 58.600.000). Los costos fijos incluyen salarios, arrendamiento, pólizas, marketing y mantenimiento, mientras que los costos variables comprenden servicios públicos, licencias, herramientas de automatización, servidores cloud y mano de obra adicional.

Esta clasificación permite identificar los gastos que se mantienen constantes independientemente del nivel de producción, y aquellos que varían según la actividad operativa. Según Meza Orozco (2023), “la correcta identificación de los costos fijos y variables es esencial para el análisis de rentabilidad y para la aplicación del modelo de punto de equilibrio”.

La hoja divide los costos en:

Costos Fijos (COP 425.400.000):

Incluyen:

- Salarios (QA, desarrolladores, DevOps, administrativos)
- Arrendamiento de oficina
- Pólizas TI
- Marketing digital
- Mantenimiento

Justificación:

- Estos costos no dependen del volumen de producción o ventas.
- Son necesarios para mantener la operación básica del proyecto.

Costos Variables (COP 58.600.000):

Incluyen:

- Servicios públicos
- Licencias de software
- Herramientas de automatización
- Servidores cloud
- Seguridad y backups
- Mano de obra adicional

Justificación:

- Estos costos aumentan o disminuyen según la demanda de servicios.
- Reflejan el uso de recursos tecnológicos y humanos en función de los proyectos atendidos.

Tabla 18. Tabla de costos

Concepto	Cantidad	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)	Clasificación	Fuente / Descripción
Arrendamiento oficina (80 m ²)	12 meses	\$ 4.500.000,00	\$ 54.000.000,00	CF	Oficina compartida con sala de reuniones y zona técnica.
Salario QA Tester (x3)	36 meses- persona	\$ 3.500.000,00	\$ 126.000.000,00	CF	Equipo de automatización y pruebas funcionales.
Salario Desarrollador (x2)	24 meses- persona	\$ 4.000.000,00	\$ 96.000.000,00	CF	Mantenimiento de frameworks internos.
Salario DevOps	12 meses	\$ 4.500.000,00	\$ 54.000.000,00	CF	CI/CD, infraestructura y despliegues.
Administrador / Coordinador QA	12 meses	\$ 3.800.000,00	\$ 45.600.000,00	CF	Control de operaciones y clientes.
Asistente administrativo / comercial	12 meses	\$ 2.800.000,00	\$ 33.600.000,00	CF	Gestión contable y ventas.
Gasto de póliza TI (equipos y datos)	12 meses	\$ 250.000,00	\$ 3.000.000,00	GF	Seguro de hardware y ciberseguridad básica.
Publicidad y marketing digital (LinkedIn Ads, Google, web)	12 meses	\$ 800.000,00	\$ 9.600.000,00	GF	Campañas de posicionamiento y captación de clientes.
Mantenimiento equipos / limpieza	12 meses	\$ 300.000,00	\$ 3.600.000,00	GF	Contrato externo de soporte y aseo.
			\$ 425.400.000,00		

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

Tabla 19. Tabla gastos

Concepto	Cantidad	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)	Clasificación	Fuente / Descripción
Servicios públicos (internet fibra, energía, agua)	12 meses	\$ 700.000,00	\$ 8.400.000,00	CV	Consumo eléctrico alto por estaciones de trabajo y servidores.
Licencias de software y herramientas (IDE, Postman, Office, etc.)	8 usuarios	\$ 500.000,00	\$ 4.000.000,00	CV	Licencias anuales individuales.
Suscripción a herramientas de automatización (Selenium Grid, BrowserStack, Appium Cloud)	12 meses	\$ 450.000,00	\$ 5.400.000,00	CV	Ejecución remota y paralela de pruebas.
Servidores Cloud (AWS/GCP/Azure)	12 meses	\$ 1.500.000,00	\$ 18.000.000,00	CV	Entornos de prueba, pipelines CI/CD, bases de datos.
Seguridad y backups (servicio cloud)	12 meses	\$ 400.000,00	\$ 4.800.000,00	CV	Copias automáticas y restauración de datos.
Mano de obra adicional (proyectos tercerizados / freelance QA)	6 meses	\$ 3.000.000,00	\$ 18.000.000,00	GV	Refuerzo temporal por demanda.

			\$ 58.600.000,00		
--	--	--	------------------	--	--

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

6.2.16. Costos y estimaciones: Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es una herramienta clave para determinar el nivel mínimo de ingresos necesarios para cubrir los costos totales del proyecto. En el primer año, el proyecto requiere COP 531.331.518 para alcanzar el equilibrio, lo que representa el 90.96% de los ingresos proyectados. Este porcentaje disminuye progresivamente hasta llegar al 45.65% en el quinto año, lo que indica una mejora en la eficiencia financiera y una mayor rentabilidad.

Este análisis permite establecer metas de ventas realistas y evaluar la sostenibilidad del proyecto. Según FasterCapital (2025), “el análisis de equilibrio es una poderosa herramienta financiera que permite a los inversores determinar el punto en el que los ingresos equivalen a los gastos, indicando el nivel mínimo de ventas necesario para cubrir los costos”.

Además, la guía de ContabilidadFinanzas.com señala que “calcular el punto de equilibrio aporta un mapa detallado de las condiciones mínimas para que un proyecto sea viable, facilitando la proyección de escenarios y la toma de decisiones estratégicas”.

Tabla 20. Punto de equilibrio

Año	Ingresos	Costos fijos	Costos variables	Costos financieros	Depreciación	Punto de equilibrio (COP)	Punto de equilibrio (%)
1	584.080.000	425.400.000	58.600.000	47.523.706	5.100.000	531.331.518	91,0%
2	686.320.000	425.400.000	58.600.000	47.523.706	5.100.000	522.648.999	76,2%
3	804.160.000	425.400.000	58.600.000	47.523.706	5.100.000	515.595.718	64,1%
4	944.320.000	425.400.000	58.600.000	47.523.706	5.100.000	509.650.167	54,0%

5	1.105.680.000	425.400.000	58.600.000	47.523.706	5.100.000	504.776.379	45,7%
---	---------------	-------------	------------	------------	-----------	-------------	-------

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

- El punto de equilibrio se calcula sumando los costos fijos, variables, financieros y de depreciación.
- Se compara con los ingresos proyectados para determinar el porcentaje mínimo necesario para cubrir los costos.
- La disminución progresiva del % indica que el proyecto se vuelve más rentable con el tiempo.

A continuación, se adjunta el link del Excel donde se realizaron los cálculos de los costos:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1dpBtUR2YsXih8dG6r_lumbSFVjEaCaEs/edit?usp=sharing&ouid=110626076288008421551&rtpof=true&sd=true

Ilustración 17. Indicadores financieros

Año	Ingresos	Costos totales	Flujo neto	Factor descuento	Valor presente
1	\$ 584.080.000	\$ 536.623.706	\$ 47.456.294	0,9091	\$ 43.142.085
2	\$ 686.320.000	\$ 536.623.706	\$ 149.696.294	0,8264	\$ 123.715.945
3	\$ 804.160.000	\$ 536.623.706	\$ 267.536.294	0,7513	\$ 201.003.977
4	\$ 944.320.000	\$ 536.623.706	\$ 407.696.294	0,6830	\$ 278.462.055
5	\$ 1.105.680.000	\$ 536.623.706	\$ 569.056.294	0,6209	\$ 353.339.187
				Total	\$ 999.663.250
				Inversion Inicial	\$ 127.830.000

Indicador	Resultado	Interpretación
Valor Actual Neto (VAN)	\$ 871.833.249,84	El VAN positivo indica una alta rentabilidad; el proyecto genera valor económico a largo plazo.
TIR	105%	La Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto es del 105%, lo que indica una rentabilidad muy superior a la tasa mínima esperada del 10%. Esto demuestra que el proyecto de es altamente rentable y financieramente viable, con una rápida recuperación de la inversión.
Periodo de Recuperación (Payback)	1,536911796	El proyecto recupera la inversión inicial antes de finalizar el segundo año, lo que indica una buena capacidad de retorno y bajo riesgo financiero.
Relación Beneficio/Costo (B/C)	7,8	Por cada peso invertido, se obtienen \$7,82 en beneficios, lo que confirma una alta eficiencia económica.

Nota: Realización propia con la herramienta Excel. (2025)

6.3. Objetivo 3

6.3.1. Transcripción de entrevista – QA Senior

Entrevistado: Daniel Romero – QA Senior

Cargo: Ingeniero de Calidad Senior

Fecha: ____

Duración: 30 minutos

Modalidad: Presencial

Entrevistador(a): Karina Sierra Velandia

Lugar: Bogotá, Colombia

Proyecto: Análisis de factibilidad de la tercerización de servicios de testing y automatización de software en Colombia

6.3.2. *Bloque 1 – Experiencia profesional en automatización*

Entrevistador(a): ¿Qué herramientas de automatización de pruebas ha utilizado con mayor frecuencia y en qué tipo de proyectos las ha implementado?

Entrevistado:

He trabajado aproximadamente ocho o nueve años en el sector de aseguramiento de calidad. Inicié con Selenium, que considero el framework de automatización más conocido. También he trabajado con Cypress, Playwright, y en pruebas no funcionales con herramientas como JMeter y TestRunner.

He participado en proyectos para entidades del sector público como la Policía Nacional y en proyectos del sector bancario y privado.

Estas herramientas se usan principalmente para pruebas de regresión, garantizando que

los cambios o despliegues no generen fallas en el producto. También se aplican en pruebas de carga o automatización de flujos repetitivos. En algunos casos, la automatización no es total por limitaciones operativas, pero ha permitido mejorar la eficiencia de los ciclos de prueba.

Entrevistador(a): ¿Cuáles considera las principales ventajas y desventajas entre herramientas como Selenium, Cypress, Appium y JMeter?

Entrevistado:

Selenium: Su principal ventaja es la versatilidad; puede usarse con varios lenguajes de programación (Java, Python, JavaScript) y tiene una amplia comunidad y documentación, lo que facilita resolver errores y compartir conocimiento.

Cypress: Es un framework ligero y rápido, ideal para pruebas en front-end, con interfaz amigable, reportes integrados y buena integración con herramientas complementarias.

Appium: Es la opción más sólida para pruebas móviles. Permite automatizar aplicaciones en Android e iOS, y su base en Selenium facilita la curva de aprendizaje. Su desventaja es que requiere integrar otras herramientas como Android Studio y manejar entornos móviles específicos.

JMeter: Es útil para pruebas de carga, su interfaz es sencilla y permite simular múltiples usuarios o peticiones. Sin embargo, carece de flexibilidad frente a herramientas más modernas como Locust, que ofrecen mayor capacidad de personalización y generación de reportes.

6.3.3. Bloque 2 – Criterios técnicos y contexto de adopción

Entrevistador(a): ¿Qué criterios considera más importantes al seleccionar una

herramienta de automatización?

Entrevistado:

El criterio principal es lo que requiera el cliente; a partir de eso se elige la herramienta. Luego se consideran el lenguaje de programación del proyecto y la mantenibilidad de las pruebas. Si un equipo trabaja principalmente con Java, es mejor mantener ese mismo lenguaje para asegurar la continuidad y la capacidad del equipo de actualizar las pruebas automatizadas.

Entrevistador(a): ¿Qué factores técnicos o contextuales han dificultado la adopción y el uso eficiente de estas herramientas en las empresas colombianas?

Entrevistado:

El principal obstáculo es la falta de inversión en calidad. Muchas empresas destinan la mayor parte de su presupuesto al desarrollo y no al testing, por lo que los mismos desarrolladores realizan pruebas sobre su propio código.

Esto limita la objetividad y reduce la calidad del software.

No considero que sea un problema técnico, ya que en Colombia hay talento calificado para automatización; el problema es presupuestal y cultural, porque no todas las organizaciones valoran el impacto de la calidad en la reputación y sostenibilidad del producto.

6.3.4. Bloque 3 – Aplicabilidad y tendencias

Entrevistador(a): En su opinión, ¿qué herramientas o modelo de automatización resultan más viables para Pymes o MiPymes del sector TI en Colombia y por qué?

Entrevistado:

Cada proyecto es distinto, pero lo esencial es comprender el proceso manual antes de automatizar.

Para Pymes o MiPymes recomendaría comenzar con Selenium o Cypress, ya que son open source, flexibles y de bajo costo.

Lo importante es iniciar con pruebas simples, como regresión o cálculos repetitivos, e ir incrementando la complejidad de forma gradual.

Es fundamental usar patrones de diseño como Page Object Model para hacer las pruebas mantenibles, e integrar la automatización con el pipeline de despliegue (CI/CD) para garantizar calidad desde las primeras etapas.

Entrevistador(a): ¿Qué tendencias o innovaciones considera que marcarán el futuro de la automatización de pruebas en Colombia?

Entrevistado:

Sin duda, la inteligencia artificial será la protagonista.

Hoy en día ya existen proyectos donde la IA genera casos de prueba automáticos, sugiere flujos de validación y asiste en la detección de errores.

Esto permite crear pruebas más rápidas y con mayor cobertura, aunque siempre debe existir la supervisión humana.

La tendencia será integrar IA con frameworks de automatización e incluso con los sistemas de integración continua para lograr pruebas predictivas y mantenimiento automático del código de testing.

6.3.5. Bloque 4 – Cierre

Entrevistador(a):

Hemos llegado al final de la entrevista.

Le agradezco enormemente por compartir su tiempo y experiencia.

Su aporte será fundamental para la investigación y para comprender el panorama actual de la automatización de pruebas en Colombia.

Entrevistado:

Gracias a ustedes por el espacio.

Resumen analítico

Categoría temática Hallazgo clave / cita significativa

Desempeño técnico “Selenium es versátil y tiene soporte en varios lenguajes; Cypress es rápido para front-end; Appium domina en móviles; JMeter es sencillo, pero menos flexible.”

Criterios de selección “Lo principal es lo que requiere el cliente; luego el lenguaje del proyecto y la mantenibilidad.”

Barreras de adopción “No es un problema técnico, sino de inversión. Las empresas no destinan recursos a la calidad.”

Aplicabilidad en Pymes/MiPymes “Para Pymes recomiendo empezar con Selenium o Cypress, con pruebas simples y patrones de diseño básicos.”

Tendencias futuras “La inteligencia artificial ya está creando casos de prueba; el futuro del testing será con IA y CI/CD.”

Interpretación general

La entrevista permitió evidenciar que las herramientas más adoptadas en Colombia son Selenium y Cypress, por su accesibilidad, soporte y facilidad de integración.

Los principales obstáculos para la automatización no son técnicos sino económicos y culturales, derivados de la baja inversión en equipos de calidad.

Las MiPymes pueden iniciar con herramientas open source y estrategias graduales de automatización, integrando patrones de diseño y CI/CD.

Finalmente, la IA se perfila como tendencia dominante, tanto para la generación automática de pruebas como para el soporte predictivo en QA.

6.4. Objetivo 4

Tabla 21. Resultado de autorización Cuestionario

ID	Hora de inicio	Cargo actual en la empresa	Tipo de empresa en la que trabaja	Su propósito es recopilar la percepción de profesionales sobre la usabilidad, eficiencia, costos y viabilidad de implementar modelos de tercerización en servicios de testing y automatización. La i...
1	10/31/25 9:20:01	Desarrollador	Grande empresa	Autorizo
2	10/31/25 9:31:15	Desarrollador	Grande empresa	Autorizo
3	10/31/25 9:33:43	Otro (especificar)	Mediana empresa	Autorizo
4	10/31/25 10:07:37	Otro (especificar)	Microempresa	Autorizo
5	10/31/25 9:56:18	Otro (especificar)	Grande empresa	Autorizo
6	10/31/25 11:23:58	Otro (especificar)	Mediana empresa	Autorizo
7	10/31/25 18:12:48	Desarrollador	Grande empresa	Autorizo

Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Forms (2025).

La imagen muestra una tabla que recopila datos de un formulario sobre la percepción de profesionales respecto a la usabilidad, eficiencia, costos y viabilidad de implementar modelos de tercerización en servicios de *testing* y automatización. La tabla contiene varias columnas: **ID**, **Hora de inicio**, **Cargo actual en la empresa**, **Tipo de empresa en la que trabaja** y una columna final que indica la autorización para el uso de la información.

En las filas se observan diferentes registros con datos como la hora en que se inició la respuesta, el cargo (por ejemplo, “Desarrollador” o “Otro (especificar)”), el tipo de empresa (grande empresa, mediana empresa, microempresa) y la confirmación de autorización. El texto en la parte superior derecha explica el propósito del formulario: recopilar la percepción de profesionales sobre la implementación de modelos de tercerización en servicios de *testing* y

automatización.

Ilustración 18. Resultados de preguntas cuestionario

Tipo de empresa en la que trabaja	Las pruebas de usabilidad y rendimiento son fundamentales para asegurar la calidad del software.	En mi empresa se realizan pruebas de software de forma estructurada.	Las herramientas de testing y automatización mejoran significativamente la calidad del software.	Se aplican métricas de usabilidad como SUS o SEQ en los proyectos de software.	Tercerizar los servicios de testing puede mejorar la calidad del software en mi empresa.	La tercerización de servicios de testing es una opción viable para mi empresa.	La tercerización permite optimizar los costos operativos en los procesos de calidad.	La tercerización facilita el acceso a herramientas y conocimientos especializados en testing.	La tercerización contribuye a mejorar la eficiencia de los procesos de desarrollo de software.
1 Grande empresa	4	4	4	3	2	1	1	1	3
2 Grande empresa	4	1	4	1	3	3	3	4	3
3 Mediana empresa	5	5	5	5	3	2	2	3	3
4 Microempresa	3	4	4	4	4	4	4	3	3
5 Grande empresa	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6 Mediana empresa	4	3	4	3	4	4	4	4	4
7 Grande empresa	5	5	5	5	4	4	5	5	5

Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Forms (2025).

El conjunto de imágenes corresponde a un instrumento de recolección de datos y sus resultados, enfocado en evaluar percepciones sobre calidad, usabilidad y viabilidad de la tercerización en procesos de testing de software. Las dos primeras imágenes muestran secciones del cuestionario, cada una con preguntas formuladas en escala de Likert del 1 al 5, donde 1 significa “Totalmente en desacuerdo” y 5 “Totalmente de acuerdo”.

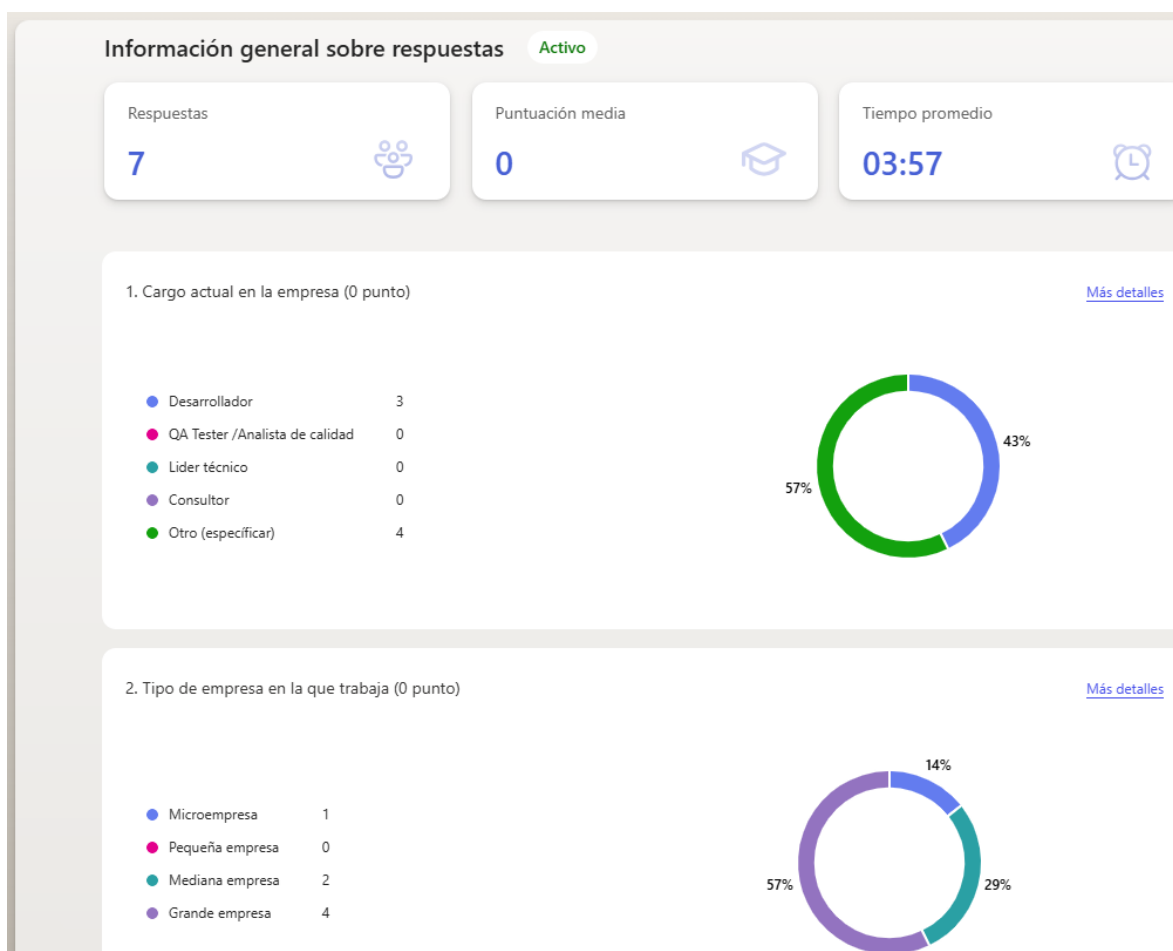
La primera sección, titulada “**Percepción sobre calidad y usabilidad**”, incluye afirmaciones relacionadas con la importancia de las pruebas de usabilidad y rendimiento para garantizar la calidad del software, la estructura en la ejecución de pruebas dentro de la empresa, el impacto de herramientas de testing y automatización, y la aplicación de métricas de usabilidad como SUS o SEQ en proyectos.

La segunda sección, denominada “**Viabilidad de la tercerización**”, aborda aspectos sobre la posibilidad de mejorar la calidad mediante la tercerización de servicios de testing, su viabilidad como opción empresarial, la optimización de costos operativos, el acceso a herramientas y conocimientos especializados, y la contribución de esta práctica a la eficiencia en los procesos de desarrollo.

La tercera imagen presenta una tabla con los resultados obtenidos, organizada por tipo de

empresa (grande, mediana y microempresa) y las respuestas numéricas para cada afirmación. Los datos reflejan tendencias como una alta valoración de la importancia de las pruebas y herramientas de automatización en empresas grandes y medianas, así como una percepción positiva sobre la tercerización en términos de optimización de costos y acceso a recursos especializados. Las microempresas muestran respuestas más moderadas, especialmente en aspectos relacionados con la tercerización.

Ilustración 19. Resultados gráficos autorización cuestionario



Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Forms (2025).

El contenido corresponde a dos secciones de un formulario diseñado para evaluar

percepciones sobre procesos relacionados con la calidad del software. La primera sección se titula “**Percepción sobre calidad y usabilidad**” y solicita responder en una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 significa “Totalmente en desacuerdo” y 5 “Totalmente de acuerdo”. En esta parte se presentan afirmaciones sobre la importancia de las pruebas de usabilidad y rendimiento, la estructura en la ejecución de pruebas dentro de la empresa, el impacto de las herramientas de testing y automatización en la calidad del software, y la aplicación de métricas de usabilidad como SUS o SEQ en proyectos.

La segunda sección se denomina “**Viabilidad de la tercerización**” y también utiliza la misma escala de Likert. Aquí se plantean afirmaciones orientadas a conocer la opinión sobre la externalización de servicios de testing, evaluando aspectos como su contribución a la mejora de la calidad del software, la viabilidad de esta práctica para la empresa, la optimización de costos operativos, el acceso a herramientas y conocimientos especializados, y su impacto en la eficiencia de los procesos de desarrollo.

Ilustración 20. Resultados gráficos preguntas de cuestionario

4. (0 punto)

[Más detalles](#)

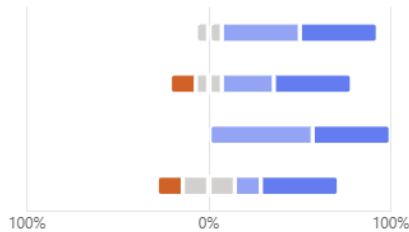
● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5

Las pruebas de usabilidad y rendimiento son fundamentales para asegurar la calidad del software.

En mi empresa se realizan pruebas de software de forma estructurada.

Las herramientas de testing y automatización mejoran significativamente la calidad del software.

Se aplican métricas de usabilidad como SUS o SEQ en los proyectos de software.



5. Pregunta (0 punto)

[Más detalles](#)

● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5

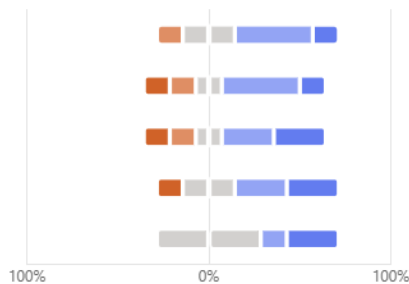
Tercerizar los servicios de testing puede mejorar la calidad del software en mi empresa.

La tercerización de servicios de testing es una opción viable para mi empresa.

La tercerización permite optimizar los costos operativos en los procesos de calidad

La tercerización facilita el acceso a herramientas y conocimientos especializados en testing.

La tercerización contribuye a mejorar la eficiencia de los procesos de desarrollo de software.



Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Forms (2025).

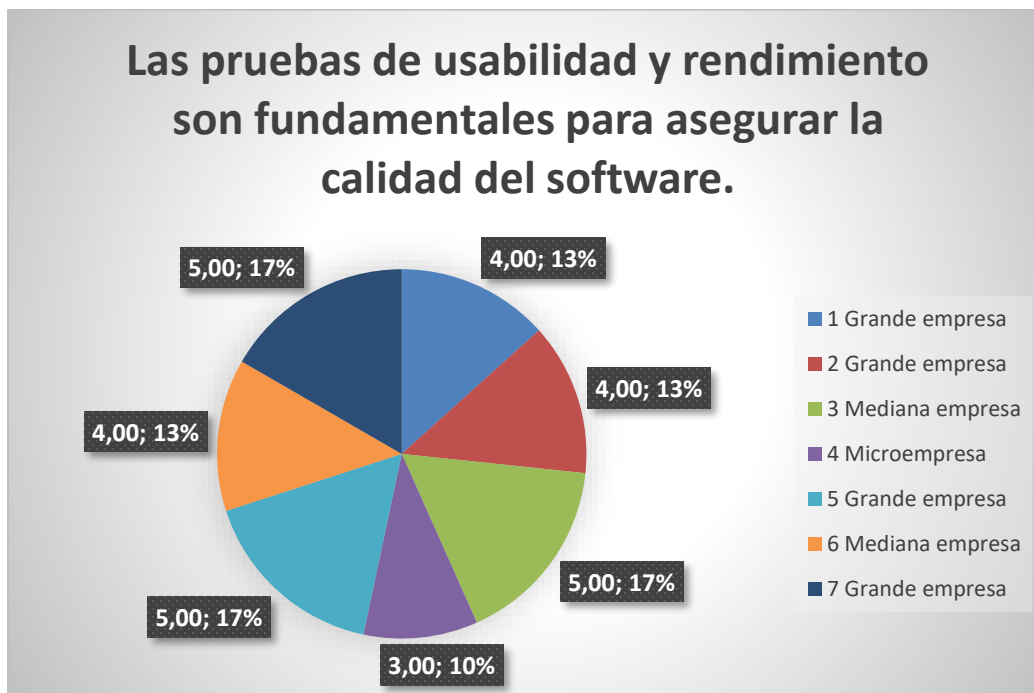
La imagen muestra los resultados gráficos de dos preguntas de un cuestionario sobre calidad del software y tercerización de servicios de testing. Cada pregunta utiliza una escala de Likert del 1 al 5, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo”.

En la primera parte, titulada Pregunta 4, se presentan cuatro afirmaciones relacionadas con la percepción sobre calidad y usabilidad: la importancia de las pruebas de usabilidad y rendimiento, la realización estructurada de pruebas en la empresa, el impacto de las herramientas de testing y automatización, y la aplicación de métricas de usabilidad como SUS o SEQ. A la derecha, se observa un gráfico de barras horizontales que muestra la distribución porcentual de las respuestas para cada afirmación, destacando una tendencia hacia los valores altos (4 y 5), lo

que indica un acuerdo generalizado.

La segunda parte, Pregunta 5, aborda la viabilidad de la tercerización en procesos de testing. Incluye cinco afirmaciones sobre la mejora de la calidad del software mediante la tercerización, su viabilidad como opción empresarial, la optimización de costos, el acceso a herramientas y conocimientos especializados, y la contribución a la eficiencia en el desarrollo. El gráfico de barras refleja nuevamente una inclinación hacia respuestas positivas (4 y 5), aunque con cierta dispersión en las opciones intermedias, lo que sugiere opiniones variadas en algunos aspectos.

Ilustración 21. Las pruebas de usabilidad y rendimiento son fundamentales para asegurar la calidad del software.



Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

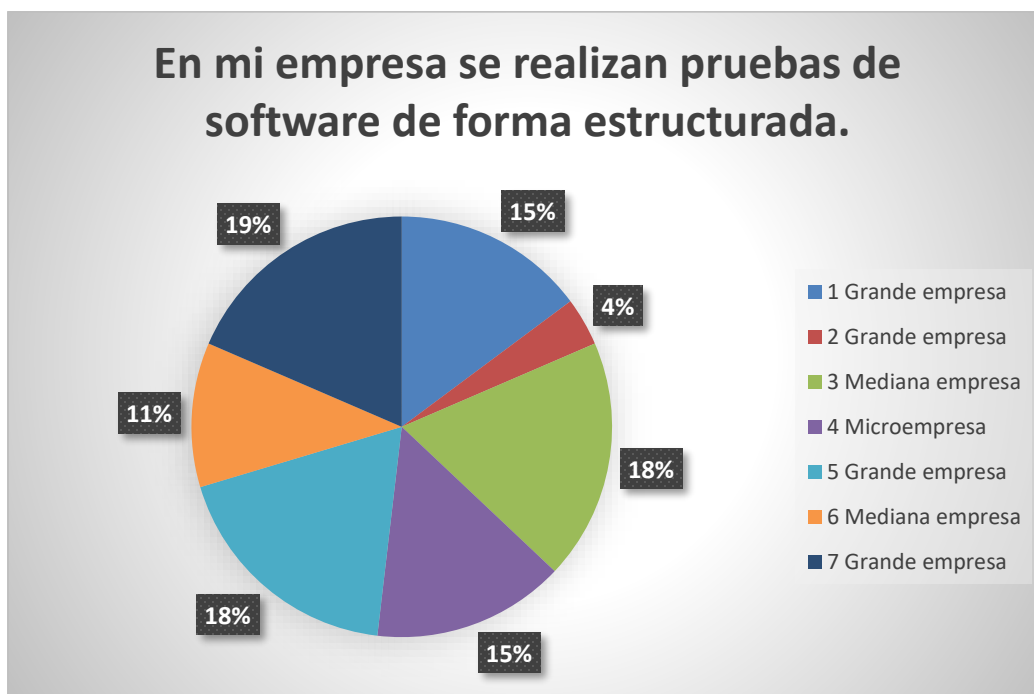
La imagen presenta un gráfico circular que ilustra la percepción sobre la afirmación “**Las pruebas de usabilidad y rendimiento son fundamentales para asegurar la calidad del**

software”. El gráfico está dividido en siete segmentos, cada uno correspondiente a un tipo de empresa y a una puntuación en la escala de Likert. Los valores se distribuyen de la siguiente manera:

- Dos segmentos representan el puntaje **5,00 (Totalmente de acuerdo)**, cada uno con el **17 %**, asociados a empresas grandes y medianas.
- Tres segmentos muestran el puntaje **4,00 (De acuerdo)**, cada uno con el **13 %**, correspondientes a diferentes tipos de empresas.
- Un segmento refleja el puntaje **3,00 (Ni de acuerdo ni en desacuerdo)** con el **10 %**.
- No se observan valores en desacuerdo (1 o 2).

En conjunto, el gráfico evidencia una tendencia positiva hacia la importancia de las pruebas de usabilidad y rendimiento, predominando las respuestas que indican acuerdo o total acuerdo.

Ilustración 22. En mi empresa se realizan pruebas de software de forma estructurada.



Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

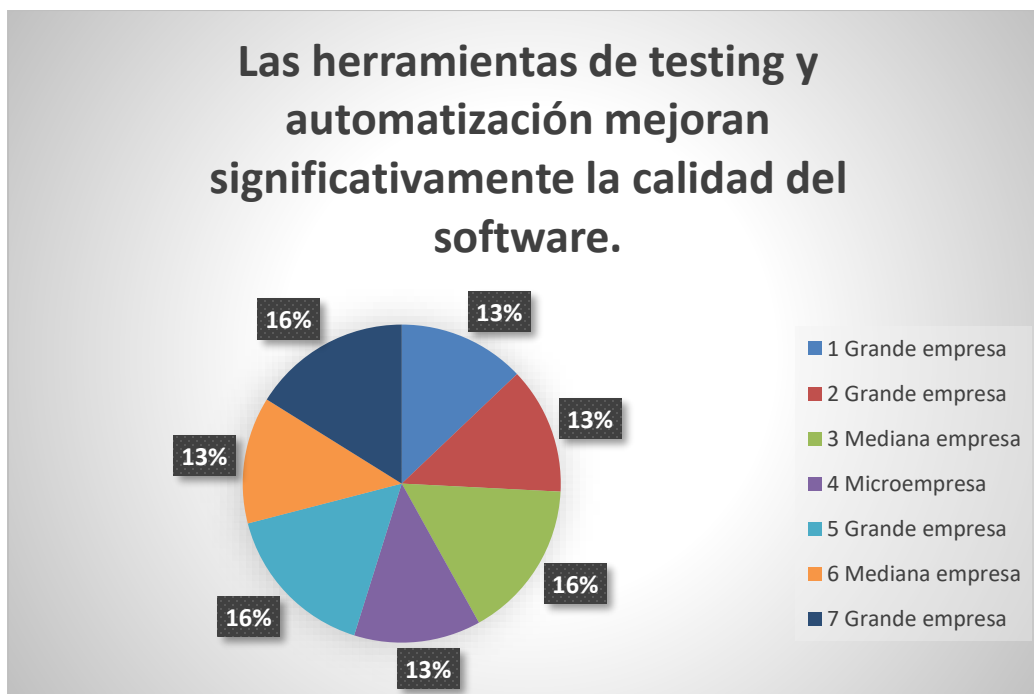
La imagen presenta un gráfico circular que ilustra la afirmación “**En mi empresa se**

realizan pruebas de software de forma estructurada”. El gráfico está dividido en siete segmentos, cada uno representando un tipo de empresa según la leyenda ubicada a la derecha.

Los porcentajes son los siguientes:

- 19% corresponde a la categoría “7 Grande empresa”, siendo el segmento más amplio.
- 18% se asigna tanto a “3 Mediana empresa” como a “5 Grande empresa”, ocupando dos porciones significativas del gráfico.
- 15% aparece en dos categorías: “1 Grande empresa” y “4 Microempresa”.
- 11% pertenece a “6 Mediana empresa”.
- Finalmente, 4% corresponde a “2 Grande empresa”, siendo el segmento más pequeño.

Ilustración 23. Las herramientas de testing y automatización mejoran significativamente la calidad del software.



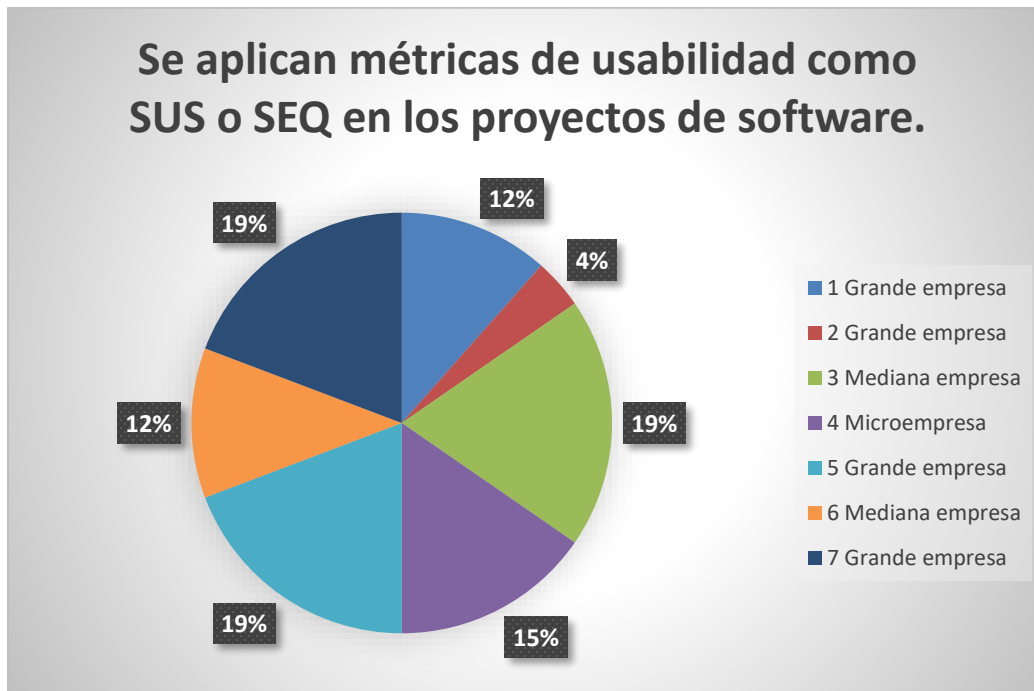
Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

La imagen muestra un gráfico circular que representa la afirmación “**Las herramientas de testing y automatización mejoran significativamente la calidad del software**”. El gráfico

está dividido en siete segmentos, cada uno identificado por un color y una categoría según la leyenda ubicada a la derecha. Los porcentajes se distribuyen de manera bastante equilibrada:

- **16%** corresponde a “5 Grande empresa”, “6 Mediana empresa” y “7 Grande empresa”, siendo los segmentos más amplios.
- **13%** se asigna a las categorías “1 Grande empresa”, “2 Grande empresa”, “3 Mediana empresa” y “4 Microempresa”, que ocupan porciones similares del gráfico.

Ilustración 24. Se aplican métricas de usabilidad como SUS o SEQ en los proyectos de software.



Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

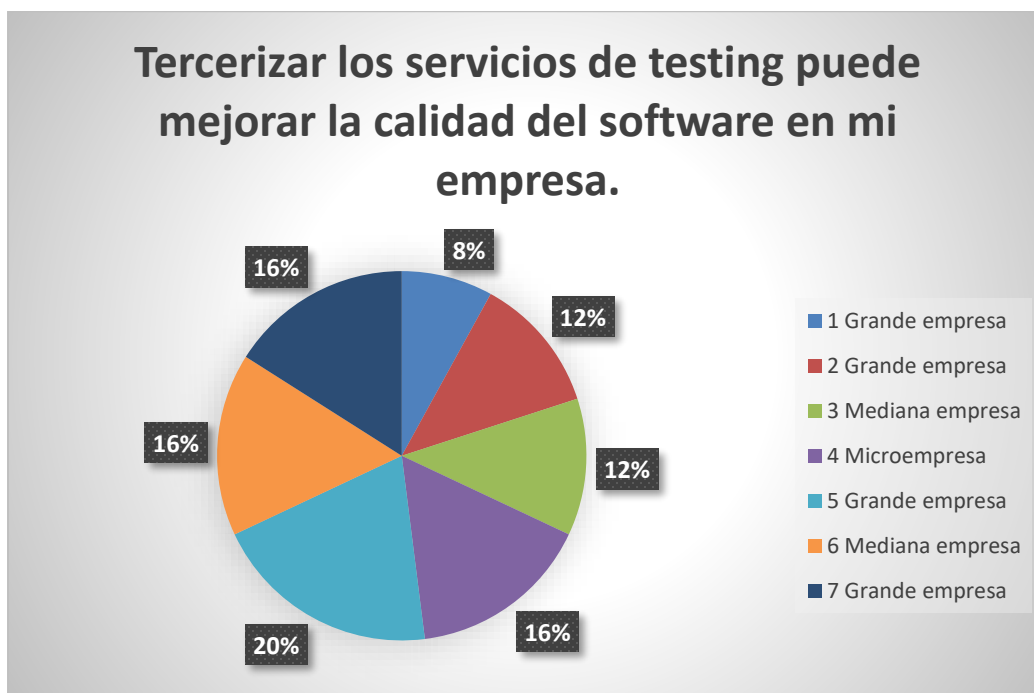
La imagen presenta un gráfico circular que ilustra la distribución porcentual de respuestas a la afirmación “**Se aplican métricas de usabilidad como SUS o SEQ en los proyectos de software**”. El gráfico está dividido en siete segmentos, cada uno representando un tipo de empresa. Los porcentajes son los siguientes:

- **Grande empresa (1): 12%**

- **Grande empresa (2):** 4%
- **Mediana empresa (3):** 19%
- **Microempresa (4):** 15%
- **Grande empresa (5):** 19%
- **Mediana empresa (6):** 12%
- **Grande empresa (7):** 19%

Se observa que las mayores proporciones corresponden a las categorías **Mediana empresa (3)**, **Grande empresa (5)** y **Grande empresa (7)**, cada una con un 19%, lo que indica una alta presencia de métricas de usabilidad en estos entornos. En contraste, la categoría **Grande empresa (2)** presenta el menor porcentaje, con solo un 4%, reflejando una baja aplicación en ese caso específico.

Ilustración 25. Tercerizar los servicios de testing puede mejorar la calidad del software en mi empresa.



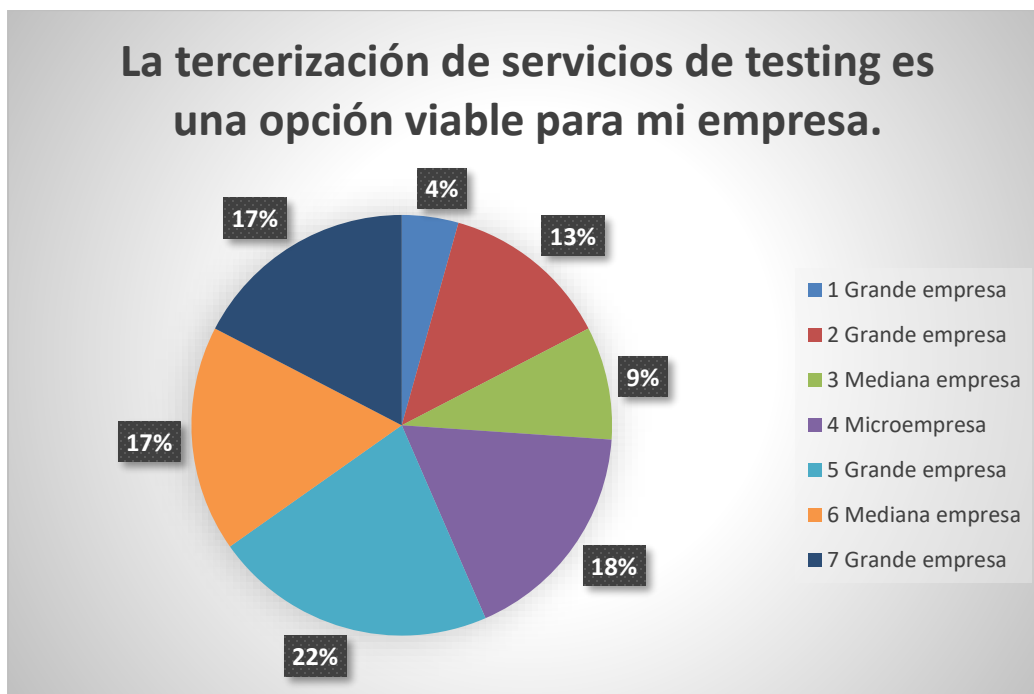
Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

La imagen presenta un gráfico circular que ilustra la distribución de respuestas a la

afirmación “**Tercerizar los servicios de testing puede mejorar la calidad del software en mi empresa**”. El gráfico está dividido en siete segmentos, cada uno asociado a un tipo de empresa: grande empresa, mediana empresa y microempresa. Los porcentajes reflejan la proporción de respuestas por categoría:

- El segmento más grande corresponde a una **grande empresa**, con un 20% del total.
- Le siguen tres segmentos con el 16% cada uno, que representan otra grande empresa, una mediana empresa y una microempresa.
- Dos segmentos adicionales muestran un 12% cada uno, asociados a otra grande empresa y una mediana empresa.
- Finalmente, el segmento más pequeño, con un 8%, corresponde a una grande empresa.

Ilustración 26. La tercerización de servicios de testing es una opción viable para mi empresa.



Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

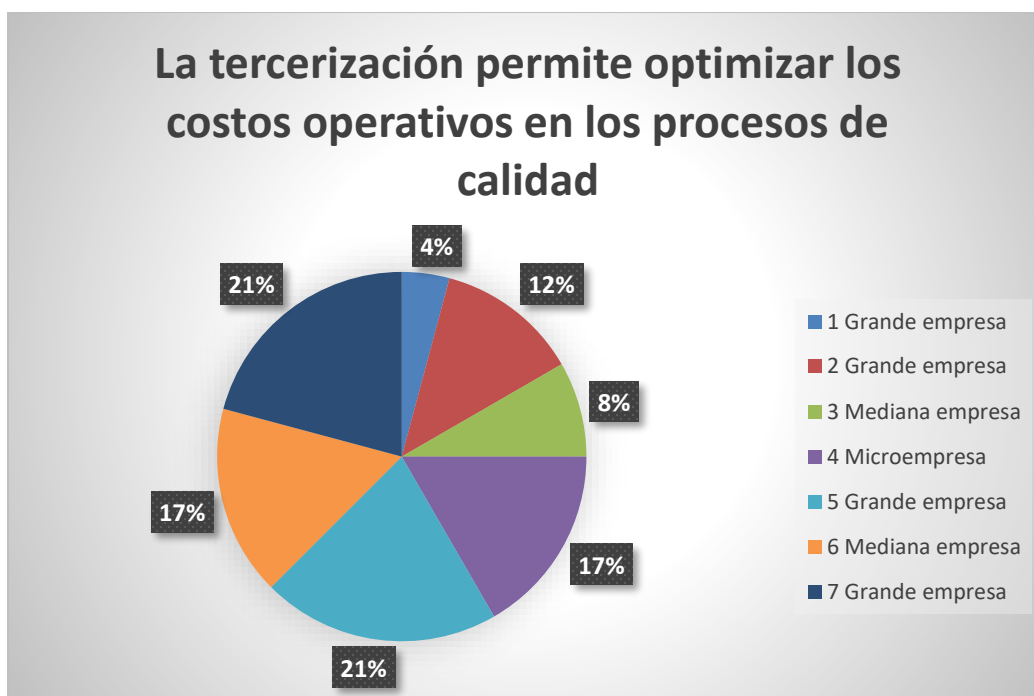
La imagen muestra un gráfico circular que representa la distribución de respuestas a la afirmación “**La tercerización de servicios de testing es una opción viable para mi empresa**”.

El gráfico está dividido en siete segmentos, cada uno correspondiente a un tipo de empresa:

grande empresa, mediana empresa y microempresa. Los porcentajes son los siguientes:

- El segmento más grande, con **22%**, corresponde a una grande empresa.
- Le sigue otro segmento con **18%**, también asociado a una grande empresa.
- Dos segmentos representan **17%** cada uno, correspondientes a una mediana empresa y otra grande empresa.
- Un segmento adicional muestra **13%**, vinculado a una grande empresa.
- Otro segmento refleja **9%**, asociado a una mediana empresa.
- Finalmente, el segmento más pequeño, con **4%**, corresponde a una grande empresa.

Ilustración 27. La tercerización permite optimizar los costos operativos en los procesos de calidad



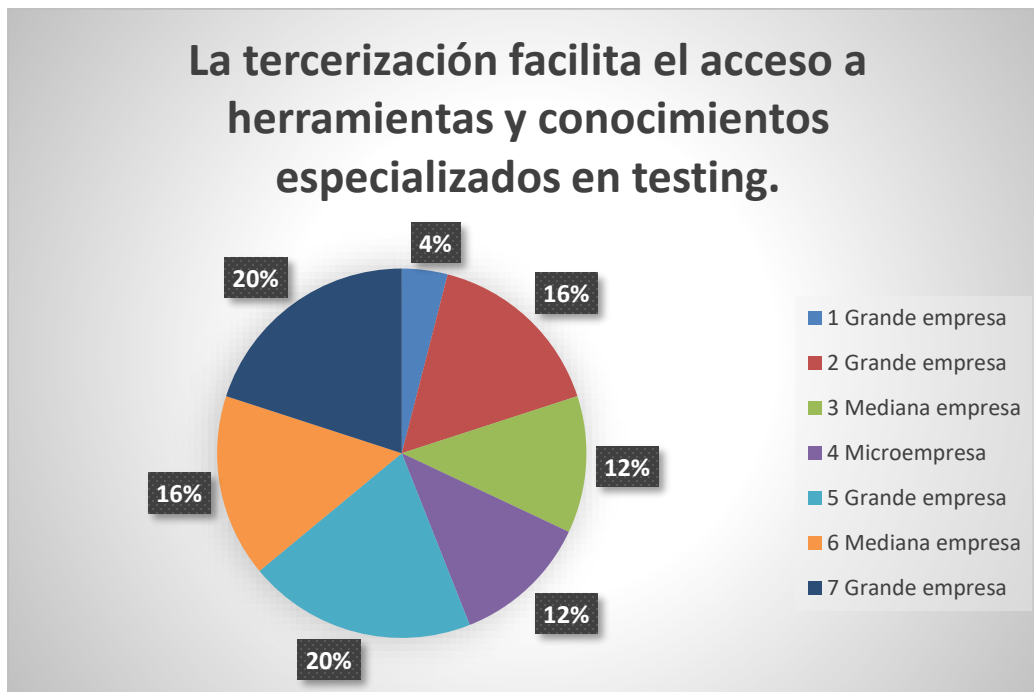
Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

La imagen presenta un gráfico circular que ilustra la distribución de respuestas a la afirmación **“La tercerización permite optimizar los costos operativos en los procesos de**

calidad". El gráfico está dividido en siete segmentos, cada uno representando un tipo de empresa según la clasificación utilizada en la encuesta: grande empresa, mediana empresa y microempresa. Los porcentajes asociados a cada segmento son los siguientes:

- 21% para la primera grande empresa,
- 12% para la segunda grande empresa,
- 8% para la mediana empresa,
- 4% para la microempresa,
- 21% para otra grande empresa,
- 17% para la segunda mediana empresa,
- 17% para la tercera grande empresa.

Ilustración 28. La tercerización facilita el acceso a herramientas y conocimientos especializados en testing.



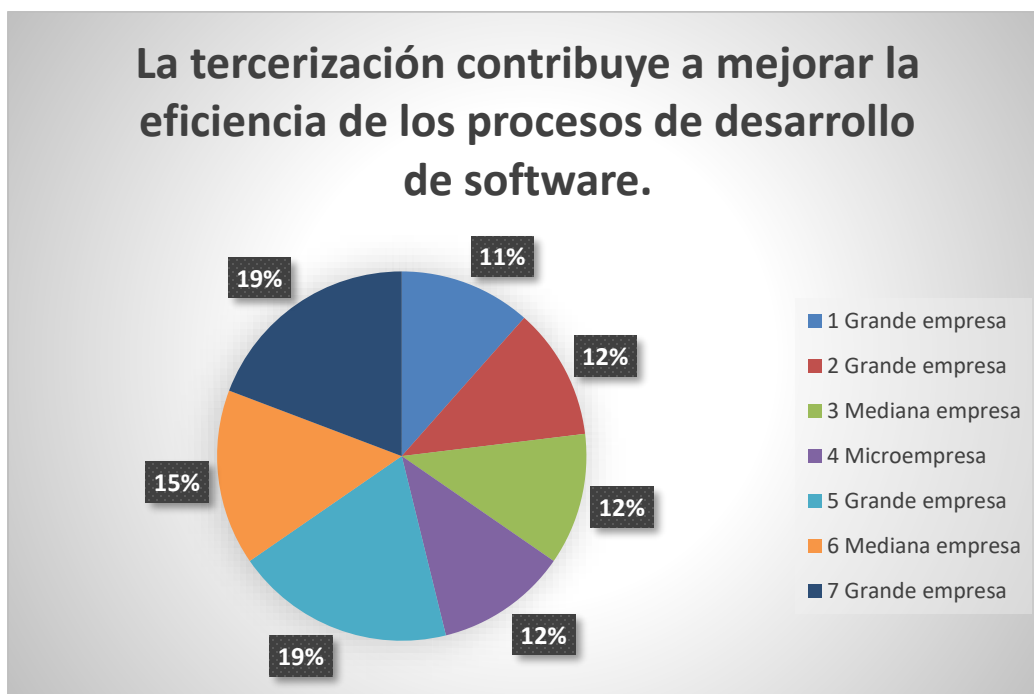
Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

La imagen muestra un gráfico circular que representa la distribución de respuestas a la

afirmación “**Las pruebas de usabilidad y rendimiento son fundamentales para asegurar la calidad del software**”. El gráfico está dividido en siete segmentos, cada uno asociado a un tipo de empresa y a un valor en la escala de Likert. Los resultados indican que el **17 %** de las respuestas corresponden a la opción **5,00 (Totalmente de acuerdo)** en dos segmentos, mientras que tres segmentos reflejan la opción **4,00 (De acuerdo)** con un **13 %** cada uno. Además, un segmento muestra la opción **3,00 (Ni de acuerdo ni en desacuerdo)** con el **10 %**. No se registran respuestas en desacuerdo (1 o 2).

En general, la tendencia es positiva, ya que la mayoría de las empresas considera que las pruebas de usabilidad y rendimiento son esenciales para garantizar la calidad del software, predominando las respuestas de acuerdo y totalmente de acuerdo.

Ilustración 29. La tercerización contribuye a mejorar la eficiencia de los procesos de desarrollo de software.



Nota: Realización propia con la herramienta Microsoft Excel (2025).

La imagen muestra un gráfico circular que representa la distribución de respuestas a la afirmación **“La tercerización contribuye a mejorar la eficiencia de los procesos de desarrollo de software”**. El gráfico está dividido en siete segmentos, cada uno identificado por un color y asociado a un tipo de empresa según la leyenda ubicada a la derecha: grande empresa, mediana empresa y microempresa. Los porcentajes son los siguientes:

- 11% para la primera grande empresa,
- 12% para la segunda grande empresa,
- 12% para la mediana empresa,
- 12% para la microempresa,
- 19% para otra grande empresa,
- 15% para la segunda mediana empresa,
- 19% para la tercera grande empresa.

El título del gráfico está centrado en la parte superior y resalta la idea principal sobre la percepción de la tercerización como factor de mejora en la eficiencia de los procesos de desarrollo. Los colores permiten diferenciar cada categoría, y los porcentajes se ubican sobre cada segmento para facilitar la interpretación visual.

Conclusiones

Conclusión 1. Caracterización de las prácticas actuales de testing y automatización

El análisis permitió evidenciar que las empresas del sector TI en Bogotá presentan diferentes niveles de madurez en la gestión de calidad del software. Las grandes corporaciones aplican metodologías consolidadas alineadas con estándares internacionales como ISO/IEC 25010 e ISO/IEC/IEEE 29119, mientras que las Pymes y startups se encuentran en procesos de adopción progresiva de la automatización y el aseguramiento de la calidad. Se concluye que, aunque existe un avance sostenido hacia modelos de Quality Engineering y Shift-Left Testing, las brechas en infraestructura, talento especializado y estandarización aún limitan el fortalecimiento de una cultura integral de calidad en el país.

Conclusión 2. Factores técnicos, económicos y operativos de la viabilidad de la tercerización

La evaluación de los factores determinó que la tercerización de servicios de testing y automatización es técnica y económicamente viable para las empresas Bogotanas, especialmente las MiPymes. El 85 % de los profesionales encuestados percibe una reducción de costos frente a equipos internos, y los modelos financieros proyectan rentabilidad positiva con un VAN favorable y un punto de equilibrio descendente en el tiempo. Operativamente, los principales retos se relacionan con la confianza proveedor cliente y la alineación de procesos, lo que sugiere la necesidad de establecer acuerdos de nivel de servicio (SLA).

Conclusión 3. Comparación de herramientas y modelos de automatización

El benchmarking realizado confirmó que herramientas como Selenium, Cypress, Appium y JMeter son las más viables para el contexto colombiano debido a su carácter open source, compatibilidad con entornos CI/CD y adaptabilidad a metodologías ágiles. Sin embargo, su

implementación efectiva depende de la disponibilidad de personal calificado y de la integración progresiva de la automatización en las fases tempranas del desarrollo. Se concluye que la adopción gradual de estas herramientas constituye una estrategia sostenible para mejorar la eficiencia, cobertura y confiabilidad de las pruebas en las Pymes del sector TI.

Conclusión 4. Validación de aspectos de calidad con Pymes y MiPymes

La validación empírica mediante encuestas reflejó una alta valoración de la calidad, la usabilidad y la automatización como elementos claves para la competitividad. Más del 80 % de los participantes considera viable la tercerización de testing como mecanismo para optimizar costos y acceder a tecnologías especializadas. La aplicación de métricas internacionales como el System Usability Scale (SUS) y el SEQ evidenció niveles de satisfacción aceptables, confirmando la pertinencia de integrar prácticas de calidad basadas en estándares ISO. En consecuencia, se concluye que la tercerización puede convertirse en un modelo estratégico para fortalecer la madurez digital y la calidad del software en las Pymes colombianas.

Referencias

- Mera-Paz, J. A. (2016). Análisis del proceso de pruebas de calidad de software. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 163–176. <https://doi.org/10.16925/in.v12i20.1482>
- Ramírez Aguirre, P. A., & Ramírez Arias, C. (2022). Estudio de las prácticas de calidad del software implementadas en las MIPYMES desarrolladoras de software de Pereira [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional UTP. <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/a5465e10-2ff1-4d42-98fc-e4c31aa5bd27/download>
- Battina, D. S. (2019). Artificial intelligence in software test automation: A systematic literature review. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4004324

Referencias Marco teórico

- Brooke, J. (1996). SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & A. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). Taylor & Francis.
- CINTEL. (2023). Informe del Índice de Madurez de Transformación Digital en Colombia. Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. <https://cintel.co>
- DANE. (2024). Cuenta Satélite de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CSTIC). Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co>
- Hurtado, F., & Hurtado, F. (2017, abril 28). 5 Causas que afectan la calidad de

software. Softgrade. <https://softgrade.mx/5-causas-afectan-la-calidad-software>

- Impacto TIC. (2023). Observatorio: Datos clave para conocer la Industria TI en Colombia. <https://impactotic.co>
- ISO/IEC 25010. (2011). Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. International Organization for Standardization.
- ISO/IEC/IEEE 29119-1. (2013). Software and systems engineering — Software testing — Part 1: Concepts and definitions. International Organization for Standardization.
- ISO 9241-11. (2018). Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. International Organization for Standardization.
- KPMG. (2024). Tech Report 2024: Resultados que entusiasman.
- <https://kpmg.com/co/es/home/insights/2025/02/tech-report-2024-resultados-que-entusiasman.html>
- Lewis, J. R., Utesch, B. S., & Maher, D. E. (2013). UMUX-LITE: When there's no time for the SUS. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2099– 2102. <https://doi.org/10.1145/2470654.2481287>
- Mazón Naranjo, J., Alvear Cervantes, J., & Bracco Vera, G. (2005). Aspectos de la calidad y dificultades durante la gestión de proyectos: Estudio exploratorio [Informe técnico]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.fiec.espol.edu.ec/resources/investigacion/AspectosDeLaCalidadYDificultadesDuran>

- teLaGestionDeProyectos.pdf
- Mera-Paz, J. A. (2016). Análisis del proceso de pruebas de calidad de software. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 163–176. <https://doi.org/10.16925/in.v12i20.1482>
- pymd1g1t4l. (2023, septiembre 19). Puntos clave para el aseguramiento de calidad del software. SQDM US. <https://sqdm.com/es/clave-aseguramiento-de-calidad-del-software>
- Ramírez Aguirre, P. A., & Ramírez Arias, C. (2022). Estudio de las prácticas de calidad del software implementadas en las MIPYMES desarrolladoras de software de Pereira [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional UTP. <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/a5465e10-2ff1-4d42-98fc-e4c31aa5bd27/download>

Referencias de la metodología

- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- ISO/IEC/IEEE 29119-1. (2013). *Software and systems engineering — Software testing — Part 1: Concepts and definitions*. International Organization for Standardization.
- ISO/IEC 25010. (2011). *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models*. International Organization for Standardization.
- Brooke, J. (1996). SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 189–194.

- CINTEL. (2023). Informe del Índice de Madurez de Transformación Digital en Colombia. <https://cintel.co>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2018).
- Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Impacto TIC. (2023). Observatorio: Datos clave para conocer la Industria TI en Colombia. <https://impactotic.co>
- Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Wiley.
- KPMG. (2024). Tech Report 2024: Resultados que entusiasman. <https://kpmg.com/co>
- Martens, B., & Teuteberg, F. (2012). Decision-making in cloud computing environments: A cost and risk based approach. Information Systems Frontiers, 14(4), 871–893.
- Sauro, J., & Dumas, J. S. (2009). Comparison of three one-question, post-task usability questionnaires. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1599–1608.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2018). Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.

Sustenta la elección de técnicas cualitativas y cuantitativas (encuestas, entrevistas, análisis documental).

- ISO/IEC 25010. (2011). Systems and software engineering — Systems and

software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. International Organization for Standardization.

Respalda la revisión de estándares de calidad de software.

- ISO/IEC/IEEE 29119-1. (2013). Software and systems engineering — Software testing — Part 1: Concepts and definitions. International Organization for Standardization.

Sustenta el marco metodológico de pruebas de software.

- ISO 9241-11. (2018). Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. International Organization for Standardization.

Referencia para instrumentos de usabilidad.

- Brooke, J. (1996). SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & A. L. McClelland (Eds.), Usability evaluation in industry (pp. 189–194). Taylor & Francis.

Justifica el uso de escalas estandarizadas como el SUS.

- Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Wiley.

Sustenta los indicadores de factibilidad económica (VAN, TIR, payback).

- KPMG. (2024). Tech Report 2024: Resultados que entusiasman.

<https://kpmg.com/co/es/home/insights/2025/02/tech-report-2024-resultados-que-entusiasman.html>

Fuente de contexto sobre tendencias en automatización y costos de TI.

- CINTEL. (2023). Informe del Índice de Madurez de Transformación Digital en Colombia. Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. <https://cintel.co>

Referencia de estadísticas sobre madurez digital en Colombia.

- Impacto TIC. (2023). Observatorio: Datos clave para conocer la Industria TI en Colombia. <https://impactotic.co>

Apoya el análisis del contexto colombiano de testing y tercerización.

- Martens, B., & Teuteberg, F. (2012). Decision-making in cloud computing environments: A cost and risk based approach. *Information Systems Frontiers*, 14(4), 871–893. <https://doi.org/10.1007/s10796-011-9317-x>

Fundamenta la metodología de análisis de costos y riesgos en entornos tecnológico

- otler, P., & Keller, K. L. (2016). Dirección de marketing. Pearson Educación.
- Fedesoft (2023). Informe del sector software y servicios TI en Colombia. www.fedesoft.org
- MinTIC (2024). Observatorio de la Economía Digital. www.mintic.gov.co
- DANE (2023). Cuentas nacionales por sectores económicos. www.dane.gov.co
- Banco Mundial (2022). Doing Business Colombia. www.worldbank.org

- otler, P., & Keller, K. L. (2016). Dirección de marketing. Pearson Educación.
- Fedesoft (2023). Informe del sector software y servicios TI en Colombia.
www.fedesoft.org
- MinTIC (2024). Observatorio de la Economía Digital. www.mintic.gov.co
- DANE (2023). Cuentas nacionales por sectores económicos. www.dane.gov.co
- Banco Mundial (2022). Doing Business Colombia. www.worldbank.org