



**Desarrollo de un prototipo funcional para la digitalización y optimización del proceso de control de calidad en MiPyMEs manufactureras colombianas mediante el uso de herramientas digitales**

**Luisa Fernanda Salazar Duque**

**Judy Caterine Heredia Rodríguez**

**Daniel Felipe Salamanca Torres**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Ingeniero/a industrial y/o Sistemas**

Director (a):

Diana Paola Figueroa Hernández

Modalidad:

**Proyecto integrador**

Universidad EAN

Ing. Industrial & de sistemas

Proyecto de integración

Bogotá D.C., Colombia

2024

## Resumen

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) manufactureras en Colombia se enfrentan a grandes obstáculos para digitalizar y optimizar sus procesos de control de calidad, debido a limitaciones financieras, tecnológicas y organizativas. Estas barreras impiden que las MiPyMEs adopten herramientas avanzadas que podrían mejorar significativamente su competitividad y eficiencia (Confecámaras, 2020; MinTIC, 2019). La adopción de tecnologías accesibles, como los sistemas de gestión de proyectos basados en la web y herramientas digitales de colaboración, ofrece una solución viable para optimizar los flujos de trabajo, automatizar tareas repetitivas y mejorar la toma de decisiones en tiempo real (MinTIC, 2020; Praecipio, 2023).

El objetivo de este estudio es desarrollar un prototipo funcional que digitalice y optimice el proceso de control de calidad en MiPyMEs manufactureras colombianas mediante el uso de herramientas digitales, demostrando cómo la digitalización puede mejorar la gestión de calidad y contribuir a la competitividad. Este modelo está alineado con las tecnologías 4.0 y el Internet de las Cosas (IoT), permitiendo una integración más ágil y eficiente de los sistemas empresariales y mejorando el uso de los recursos productivos (Schwab, 2016)

La metodología del estudio incluye el análisis de procesos actuales, la identificación de los principales obstáculos para la digitalización y la propuesta de un modelo para una implementación gradual y escalable, adecuado a las capacidades tecnológicas y financieras de las MiPyMEs (Rodríguez et al., 2020)

Como resultado clave, este estudio logró desarrollar un prototipo funcional que digitaliza y optimiza el proceso de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras, validando su viabilidad técnica en un entorno controlado y estableciendo bases para su futura implementación. La digitalización de estos procesos mejora la trazabilidad, reduce errores operativos y aumenta la eficiencia en la gestión de calidad, contribuyendo significativamente a la competitividad del sector. Se identificaron barreras comunes que dificultan la adopción de tecnologías avanzadas, tales como la falta de infraestructura tecnológica y el desconocimiento sobre el retorno de inversión (ANDI, 2020; Banco Mundial, 2020).

La digitalización de los procesos de control de calidad también se espera que impulse la competitividad de las MiPyMEs, permitiendo una gestión más ágil en un entorno globalizado. La colaboración con políticas públicas y la capacitación serán fundamentales para superar las barreras estructurales, promoviendo una transición exitosa hacia la digitalización y automatización en las empresas, y abriendo nuevas oportunidades de mercado (CEPAL, 2023).

**Palabras clave:** MiPyMEs manufactureras, digitalización, automatización, control de calidad, Internet de las Cosas (IoT), tecnologías 4.0, gestión de proyectos, competitividad.

### **Abstract**

Small and medium-sized manufacturing enterprises (SMEs) in Colombia face significant obstacles in digitalizing and optimizing their quality control processes due to financial, technological, and organizational limitations. These barriers prevent SMEs from adopting advanced tools that could significantly improve their competitiveness and efficiency (Confecámaras, 2020; MinTIC, 2019). The adoption of accessible technologies, such as web-based project management systems and digital collaboration tools, offers a viable solution to optimize workflows, automate repetitive tasks, and enhance real-time decision-making (MinTIC, 2020; Praecipio, 2023).

The objective of this study is to develop a functional prototype that digitalizes and optimizes the quality control process in Colombian manufacturing SMEs through digital tools, demonstrating how digitalization can enhance quality management and contribute to competitiveness. This model aligns with Industry 4.0 technologies and the Internet of Things (IoT), enabling a more agile and efficient integration of business systems and improving the use of productive resources (Schwab, 2016).

The study's methodology includes analyzing current processes, identifying key obstacles to digitalization, and proposing a model for a gradual and scalable implementation suited to the technological and financial capacities of SMEs (Rodríguez et al., 2020).

As a key result, this study successfully developed a functional prototype that digitalizes and optimizes the quality control process in manufacturing SMEs, validating its technical feasibility in a controlled environment and establishing foundations for future implementation. The digitalization of these processes improves traceability, reduces operational errors, and increases quality management efficiency, significantly contributing to the sector's competitiveness. Common barriers were identified that hinder the adoption of advanced technologies, such as a lack of technological infrastructure and limited awareness of return on investment (ANDI, 2020; World Bank, 2020).

Digitalizing quality control processes is also expected to boost SMEs' competitiveness, enabling more agile management in a globalized environment. Collaboration with public policies and training will be essential to overcome structural barriers, promoting a successful transition toward greater digitalization and automation within companies, and opening new market opportunities (CEPAL, 2023).

**Keywords:** MiPyMEs, digitalization, automation, quality control, Internet of Things (IoT), Industry 4.0, project management, competitiveness.

## Contenido

Resumen .....	6
Abstract .....	10
Índice de tablas .....	11
Introducción.....	12
Objetivos.....	15
<i>Objetivo general</i> .....	15
<i>Objetivos específicos</i> .....	15
Justificación.....	17
Análisis de requerimientos.....	35
Análisis de Restricciones .....	50
Marco Teórico .....	60
Metodología.....	66
Resultados (Prototipo) .....	76
Análisis de Costos.....	97
Conclusiones.....	116
Referencias .....	119

### Índice de ilustraciones

Ilustración 1 - Roadmap para la implementación de los Software de Jira & Confluence .....	77
Ilustración 2 - Proyecto en Backend.....	83
Ilustración 3 - Screens y Custom Fields .....	85
Ilustración 4 - User & Roles .....	87
Ilustración 5 - Service Desk Formulario parte No. 1 .....	89
Ilustración 6 - Service Desk Formulario parte No. 2 .....	90
Ilustración 7 - Service Desk Ticket .....	92
Ilustración 8 - Backend Ticket.....	94
Ilustración 9 - Workflow.....	96

### **Índice de tablas**

Tabla 1 - Unidad de Valor Tributario (UVT).....	18
Tabla 2 - Comparación de Jira con otros Softwares de Gestión de Calidad (QMS) ....	33
Tabla 3 - Ficha Técnica: Jira Software .....	45
Tabla 4 - Ficha Técnica: Confluence .....	46
Tabla 5 - Principales costos de implementación .....	109

## Introducción

La transformación digital se ha consolidado como un factor esencial para la competitividad y sostenibilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) manufactureras en Colombia. En el marco de la Industria 4.0, Schwab (2016) señala que la adopción de nuevas tecnologías que permitan la digitalización y optimización de procesos es clave para incrementar la productividad, reducir costos y acceder a mercados internacionales. Sin embargo, este proceso no solo se trata de integrar tecnologías avanzadas, sino también de impulsar una transformación interna profunda que abarque áreas críticas como el control de calidad, donde las MiPyMEs enfrentan grandes desafíos.

El control de calidad es uno de los componentes básicos en el proceso de producción, ya que asegura que los productos cumplan con los estándares establecidos mediante la minimización de defectos, garantizando así la satisfacción del cliente. Sin embargo, muchas MiPyMEs en Colombia aún dependen de procesos manuales y no automatizados, lo que genera una serie de problemas operativos que afectan su competitividad: falta de automatización, limitaciones en la trazabilidad, retrasos en la implementación de acciones correctivas, insuficiencia de recursos tecnológicos y de capacitación especializada (Rodríguez et al., 2020).

En Colombia, las MiPyMEs representan más del 90% del tejido empresarial, aportando aproximadamente el 30% del Producto Interno Bruto (PIB) y generando más del 80% del empleo formal (Confecámaras, 2020). A pesar de su relevancia económica,

estas empresas enfrentan grandes barreras para modernizar sus procesos, especialmente en la digitalización de su control de calidad. Según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), el 60% de las MiPyMEs en Colombia reporta dificultades para financiar su digitalización, y más del 45% carece de infraestructura tecnológica adecuada (MinTIC, 2019).

A pesar de la importancia de la transformación digital, solo el 7% de las MiPyMEs manufactureras en Colombia han incorporado tecnologías avanzadas en sus procesos de control de calidad debido al factor de costo y a la escasez de información sobre el retorno de inversión que estas tecnologías podrían implicar (ANDI, 2020; García & Pérez, 2018).

En otros países, los gobiernos han facilitado la digitalización de las MiPyMEs mediante programas específicos. Por ejemplo, en México, el gobierno ha implementado el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), que financia a las MiPyMEs para facilitar la adopción de tecnologías digitales en sus procesos productivos (PEI, 2023). En Brasil, el Programa Nacional de Apoyo a la Innovación para las Micro y Pequeñas Empresas ha permitido el acceso a tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la automatización industrial en el sector manufacturero (Brasil Mais Digital, 2023).

A nivel global, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) han señalado que la adopción de herramientas digitales puede aumentar en un 25% la productividad de las MiPyMEs en países en desarrollo (BID, 2020). La experiencia de la India, que ha experimentado un rápido crecimiento en la adopción de tecnologías digitales en su sector manufacturero, demuestra que las MiPyMEs que han integrado

tecnologías como el IoT y la inteligencia artificial (IA) han visto mejoras significativas en la eficiencia operativa y una reducción en los errores de producción (McKinsey, 2021).

Al comparar estos casos con la situación en Colombia, se observa que las barreras tecnológicas y financieras que enfrentan las MiPyMEs colombianas son similares a las de otros países en desarrollo. Sin embargo, los casos exitosos de digitalización en países como México y Brasil subrayan la importancia de contar con el apoyo gubernamental y la colaboración con entidades financieras internacionales para superar estas barreras y avanzar hacia una mayor competitividad en el mercado global.

Este contexto global destaca la relevancia del proyecto en Colombia, ya que la adopción de herramientas digitales no solo mejora la eficiencia interna de las MiPyMEs, sino que también les permite competir en igualdad de condiciones con empresas de otros países en desarrollo que ya han iniciado su transformación digital.

Por ello, el proyecto actual busca brindar una solución integral para la digitalización del control de calidad en las MiPyMEs manufactureras colombianas. A través del desarrollo de un esquema funcional, basado en software de gestión de proyectos, se permitirá a estas empresas optimizar sus operaciones, reducir costos y aumentar su competitividad a nivel global. La implementación de estas soluciones tecnológicas garantizará además el cumplimiento de estándares internacionales y facilitará el acceso a nuevos mercados, fortaleciendo la posición de las MiPyMEs en un entorno cada vez más exigente y en constante cambio.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Desarrollar un prototipo funcional que digitalice y optimice el proceso de control de calidad en MiPyMEs manufactureras colombianas mediante el uso de herramientas digitales, donde se evidencie cómo la digitalización puede mejorar la gestión de calidad y contribuir a la competitividad, validando su viabilidad técnica en un entorno controlado y estableciendo las bases para su futura implementación.

### **Objetivos específicos**

- Identificar los principales desafíos tecnológicos, operativos y económicos que enfrentan las MiPyMEs manufactureras colombianas en la digitalización y automatización de sus procesos de control de calidad.
- Diseñar una estructura conceptual detallada del modelo para la digitalización y automatización del proceso de control de calidad en MiPyMEs manufactureras, desarrollando los flujos de procesos y basándose en el uso de herramientas digitales.
- Desarrollar un prototipo funcional que integre herramientas digitales para optimizar el proceso de control de calidad en MiPyMEs manufactureras, evidenciando cómo la digitalización puede mejorar la gestión de calidad.
- Validar la viabilidad técnica del prototipo en un entorno controlado, asegurando que cumpla con los requisitos funcionales y operativos establecidos en el modelo.

- Establecer las bases para la futura implementación del prototipo en MiPyMEs manufactureras, mediante el desarrollo de un roadmap que sirva como guía para facilitar el uso de estas herramientas en otras empresas del sector.

### **Justificación**

En el año 2020, la economía mundial sufrió un retroceso significativo debido a las restricciones impuestas por la pandemia de COVID-19, afectando también a Colombia. Esto generó la necesidad de crear pequeños negocios informales, que para miles de familias se convirtieron en su principal fuente de ingresos, dando lugar a un crecimiento inesperado y fortalecimiento del sector de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes). Hoy en día, estas empresas desempeñan un papel clave en la recuperación y dinamización de la economía nacional.

Según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT, 2019), las MiPymes en Colombia se consideran unidades económicas relevantes para el desarrollo económico y social del país. Su marco legal está definido en la Ley 590 de 2000 y el Decreto 957 de 2019, donde se reconocen las MiPymes y se establece su clasificación en función de dos criterios principales: el número de empleados y el nivel de activos totales, expresado en Unidades de Valor Tributario (UVT). Estos criterios varían según el sector productivo, ya sea comercio, industria o servicios.

En concordancia con la Ley 590 de 2000 y el Decreto 957 de 2019, una MiPyme en Colombia se clasifica de la siguiente manera: las microempresas tienen hasta 10 empleados y ventas anuales de hasta 500 salarios mínimos, las pequeñas empresas cuentan con entre 11 y 50 empleados y ventas de hasta 5.000 salarios mínimos, mientras que las medianas tienen entre 51 y 200 empleados con ventas anuales hasta de 30.000 salarios mínimos.

Para medir este criterio, el gobierno colombiano utiliza la UVT como unidad de referencia tributaria, lo que permite una clasificación estructurada de las empresas según su segmento empresarial y facilita la estandarización en los procesos de valoración de activos y definición de categorías empresariales de la siguiente manera:

<b>Clasificación</b>	<b>Manufactura</b>	<b>Servicios</b>	<b>Comercio</b>
<b>Micro Empresas</b>	Inferior o igual a 23.563 UVT	Inferior o igual a 32.988 UVT	Inferior o igual a 44.769 UVT
<b>Pequeñas Empresas</b>	Superior a 23.563 UVT e inferior o igual a 204.995 UVT	Superior a 32.988 UVT e inferior o igual a 131.951 UVT	Superior a 44.769 UVT e inferior o igual a 431.196 UVT
<b>Medianas Empresas</b>	Superior a 204.995 UVT e inferior o igual a 1 736.565 UVT	Superior a 131.951 UVT e inferior o igual a 483.034 UVT	Superior a 431.196 UVT e inferior o igual a 2 160.692 UVT

*Tabla 1 - Unidad de Valor Tributario (UVT).*

**Fuente.** Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN. (2023–2024). UVT Colombia

En 2024, el valor de la Unidad de Valor Tributario (UVT) es de \$47.065 COP, establecido según la Resolución 000187 de 2023 publicada por la DIAN el 28 de noviembre de 2023. La UVT es un valor de referencia que utiliza la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) en Colombia para estandarizar y simplificar la determinación de diversas obligaciones tributarias en el país, como impuestos, sanciones y multas. Este valor se ajusta anualmente en función del Índice de Precios al Consumidor

(IPC), lo cual permite mantener actualizados los valores tributarios conforme a la inflación.

Dada la importancia de las Mipymes en Colombia para el crecimiento económico, su relevancia se destaca en varios aspectos:

1. **Generación de empleo:** Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2021), las Mipymes representan más del 90% del total de empresas en Colombia y generan aproximadamente el 80% del empleo formal. Esto las convierte en un motor clave para reducir el desempleo y promover el desarrollo económico a nivel local.
2. **Contribución al PIB:** Las Mipymes también son responsables de una porción significativa del Producto Interno Bruto (PIB). Un informe del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT, 2019) señala que las micro, pequeñas y medianas empresas aportan alrededor del 40% al PIB de Colombia, subrayando su importancia en la estructura económica del país.
3. **Predominio en actividades económicas:** Casi el 100% de los negocios en Colombia son considerados Mipymes. Estas empresas no solo dinamizan la economía, sino que generan ingresos tanto para sus trabajadores como para los emprendedores locales (DANE, 2022).

4. **Diversificación productiva:** La mayoría de las Mipymes se concentran en actividades económicas secundarias y terciarias, especialmente en los sectores de comercio y servicios, que representan la mayor parte de las operaciones comerciales diarias en el país.

Mientras tanto, las MiPymEs en Colombia enfrentan una demanda cada vez mayor para cubrir las necesidades de la población; esto ocurre en paralelo con diversos problemas que comprometen su sostenibilidad a largo plazo. Investigaciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023), el Banco Mundial (2022) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2021) señalan que las Mipymes en Colombia enfrentan múltiples desafíos que limitan su competitividad global, dificultan la creación de empleos sostenibles y obstaculizan su contribución al crecimiento económico.

La digitalización de las Mipymes se ha convertido en uno de los factores más importantes para su crecimiento y competitividad. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), la adopción de tecnologías digitales en la economía global puede aumentar la productividad hasta en un 25%. En este sentido, la CEPAL (2023) añade que las empresas en América Latina que adoptan tecnologías de digitalización y automatización logran una mayor trazabilidad y optimización en sus procesos productivos.

A nivel mundial, las MiPyMEs son una pieza clave para el crecimiento económico, representando alrededor del 90% de las empresas y más del 50% del empleo en muchos países, según datos del Banco Mundial (2020). Sin embargo, a pesar de su importancia, las MiPyMEs enfrentan desafíos significativos en su proceso de digitalización, especialmente en economías en desarrollo.

En Asia, países como India han adoptado políticas agresivas para fomentar la digitalización de las MiPyMEs. El programa Digital India ha permitido que más del 35% de las MiPyMEs del país implementen tecnologías como la automatización de procesos y el uso de plataformas digitales para gestionar operaciones. Esto ha resultado en un aumento de hasta 25% en la productividad y ha facilitado el acceso a nuevos mercados internacionales, según un estudio de McKinsey, (2021).

En América Latina, Brasil ha liderado la transformación digital de las MiPyMEs, con programas como el Brasil Mais Digital, que ha ofrecido incentivos fiscales y programas de capacitación para que las empresas adopten tecnologías avanzadas. Esto ha permitido que más del 30% de las MiPyMEs en Brasil implementen soluciones de automatización y control de calidad digital, lo que ha mejorado su competitividad y reducido sus costos operativos en un 20%, según datos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2022).

En África, Sudáfrica ha puesto en marcha iniciativas como el programa SME South Africa, que proporciona financiamiento y apoyo técnico para la digitalización de las pequeñas empresas. Esto ha sido crucial para mejorar la eficiencia operativa de las MiPyMEs, con un incremento del 15% en su productividad y una reducción significativa en los tiempos de producción, según un informe del Fondo Monetario Internacional (FMI, 2022)

En cuanto a políticas de apoyo, la estrategia Digital Europe en la Unión Europea ha impulsado la digitalización de las MiPyMEs mediante la creación de fondos específicos para innovación y tecnología. Estos programas han sido fundamentales para que las empresas más pequeñas puedan acceder a tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA), fortaleciendo así su capacidad para competir en un mercado globalizado.

La digitalización de las MiPyMEs también se destaca en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, que subraya la necesidad de que los países adopten tecnologías digitales que mejoren la sostenibilidad y productividad de las pequeñas y medianas empresas, tanto en países desarrollados como en desarrollo.

Estos ejemplos internacionales demuestran que la digitalización ha permitido a las MiPyMEs no solo mejorar su eficiencia interna, sino también expandir su presencia en mercados globales, aumentar su competitividad y adaptarse a las demandas de la Industria 4.0. La experiencia de países como Brasil, India y Sudáfrica subraya la importancia de contar con políticas públicas adecuadas, financiamiento y apoyo técnico

para facilitar esta transformación, lo que refuerza la relevancia de promover la digitalización de las MiPyMEs en Colombia.

El sector manufacturero, por su propia naturaleza, exige altos niveles de precisión en la producción y el cumplimiento de estrictas normativas de calidad, lo que representa un desafío para las MiPyMEs al competir con empresas más grandes y tecnológicamente avanzadas que ya utilizan herramientas digitales robustas. Según el Banco Mundial (2020), solo el 30% de las MiPyMEs en Colombia ha adoptado alguna tecnología avanzada en sus operaciones, lo que limita su capacidad para incrementar la eficiencia operativa y acceder a nuevos mercados.

El proceso de control de calidad resulta fundamental para garantizar que los productos cumplan con los estándares establecidos, minimizando defectos y asegurando la satisfacción del cliente. En las MiPyMEs manufactureras, este proceso enfrenta diversos desafíos clave que afectan directamente la eficiencia y la competitividad:

- **Procesos manuales:** En muchas MiPyMEs, el control de calidad sigue siendo un proceso manual, lo que incrementa el riesgo de errores humanos, retrabajos y tiempos de inactividad. Esto afecta la consistencia en la producción y reduce la capacidad de las empresas para cumplir con plazos ajustados y demandas del mercado (Rodríguez et al., 2020).

- **Baja trazabilidad:** Las empresas que no han adoptado soluciones digitales enfrentan dificultades para monitorear y rastrear los productos a lo largo de su ciclo de vida. Esto complica la identificación y corrección de errores a tiempo, lo cual puede aumentar los costos operativos y reducir la satisfacción del cliente (Rodríguez et al., 2020).
- **Limitaciones en la respuesta a no conformidades:** La falta de herramientas automatizadas para gestionar la calidad retrasa la identificación de problemas y la implementación de acciones correctivas. Este retraso aumenta las pérdidas operativas y afecta directamente la capacidad de la empresa para entregar productos de calidad en tiempo y forma (Banco Mundial, 2020).

La digitalización y automatización de los procesos de control de calidad es una solución crucial para que las MiPyMEs manufactureras puedan superar estos desafíos.

La adopción de herramientas digitales ofrece beneficios significativos:

- **Mejora en la eficiencia operativa:** Automatizar tareas repetitivas y propensas a errores humanos permite reducir los tiempos de producción y mejorar el uso de los recursos. Un informe de la Universidad de los Andes (2022) demostró que las empresas que invierten en tecnologías digitales pueden aumentar su productividad hasta en un 25%.

- **Trazabilidad y transparencia:** Las herramientas digitales permiten un monitoreo constante de los productos en todas las etapas de la producción, mejorando la capacidad de respuesta ante no conformidades y reduciendo el desperdicio de recursos (CEPAL, 2023).
- **Reducción de costos:** Al minimizar errores y retrabajos, la digitalización contribuye directamente a la reducción de costos operativos. Un estudio de la Pontificia Universidad Javeriana (2023), encontró que las empresas que implementan herramientas de automatización pueden reducir hasta un 30% de sus costos operativos en procesos clave como el control de calidad.
- **Competitividad en el mercado global:** Las empresas que digitalizan y automatizan sus procesos de control de calidad pueden cumplir más fácilmente con estándares internacionales, lo cual les permite acceder a nuevos mercados y mejorar su reputación entre los consumidores globales (OECD, 2020).

En las grandes empresas, el uso de herramientas avanzadas de gestión de calidad es común y necesario para mantener la competitividad. Sin embargo, muchas de estas soluciones están diseñadas para empresas con recursos financieros y tecnológicos sustanciales, lo que crea una barrera para las MiPyMEs. Algunas de las soluciones más utilizadas incluyen:

- **SAP QM (Quality Management):** Es una plataforma integral que permite una gestión robusta de la calidad dentro del sistema ERP de SAP. Si bien es eficaz, su alto costo y complejidad de implementación la hacen inaccesible para la mayoría de las MiPyMEs (SAP, 2022).
- **Oracle Quality:** Ofrece una solución robusta para la gestión de la calidad, pero su alto costo de implementación y mantenimiento la hace adecuada solo para grandes corporaciones.
- **Siemens Teamcenter Quality:** Esta herramienta se especializa en la gestión de calidad a lo largo del ciclo de vida del producto, pero es una solución pensada para grandes empresas con capacidad para integrar tecnología de alta gama.

Las herramientas avanzadas de gestión de calidad utilizadas por grandes empresas representan importantes desafíos para las MiPyMEs, debido a su elevado costo y complejidad. Es fundamental que las MiPyMEs dispongan de soluciones accesibles y personalizables que les permitan digitalizar sus procesos de manera gradual y rentable, especialmente en el sector manufacturero, que enfrenta altos niveles de exigencia en cuanto a precisión y cumplimiento de normativas estrictas de calidad.

La elección de herramientas digitales como Jira y Confluence, desarrolladas por Atlassian, responde precisamente a estas necesidades. Estas plataformas ofrecen una solución accesible, escalable y eficiente, alineada con los objetivos de esta investigación,

cuyo propósito es apoyar a las MiPyMEs manufactureras en Colombia en la digitalización y optimización de sus procesos de control de calidad.

Atlassian (2022) resalta que estas herramientas están diseñadas para abordar de manera eficaz los retos específicos de las MiPyMEs, facilitando la implementación de flujos de trabajo personalizados y promoviendo una gestión de calidad ágil y rentable. A continuación, se detallan las principales razones por las cuales estas herramientas son ideales para las MiPyMEs:

- **Uso de herramientas accesibles: Jira y Confluence.** Jira y Confluence se presentan como alternativas flexibles y accesibles, adecuadas para las MiPyMEs que buscan digitalizar sus procesos sin incurrir en los altos costos de soluciones más avanzadas. Estas plataformas no solo son rentables, sino que también permiten una alta personalización para adaptarse a las necesidades específicas de cada empresa.

Jira es una herramienta potente de gestión de proyectos que permite crear flujos de trabajo personalizados y rastrear cada etapa del proceso de producción y control de calidad. Su capacidad para gestionar no conformidades y garantizar la trazabilidad en tiempo real es crucial para mejorar la eficiencia operativa de las MiPyMEs (Atlassian, 2022).

Confluence centraliza toda la documentación, facilitando el acceso a políticas, procedimientos y resultados de auditorías en un único lugar. Esto asegura que todos los empleados trabajen con información actualizada, mejorando la gestión del conocimiento y reduciendo la probabilidad de errores (Atlassian, 2022).

- **Accesibilidad y Personalización.** Jira y Confluence permiten crear flujos de trabajo adaptados a las necesidades específicas de cada empresa, brindando una alternativa accesible frente a sistemas de gestión de calidad más costosos como SAP QM o Siemens Teamcenter Quality, que suelen estar fuera del alcance económico de muchas MiPyMEs (SAP, 2022).

Jira es una herramienta potente de gestión de proyectos que permite crear flujos de trabajo personalizados y rastrear cada etapa del proceso de producción y control de calidad. Su capacidad para gestionar no conformidades y garantizar la trazabilidad en tiempo real es crucial para mejorar la eficiencia operativa de las MiPyMEs (Atlassian, 2022).

Confluence centraliza toda la documentación, facilitando el acceso a políticas, procedimientos y resultados de auditorías en un único lugar. Esto asegura que todos los empleados trabajen con información actualizada, mejorando la gestión del conocimiento y reduciendo la probabilidad de errores (Atlassian, 2022).

- **Optimización de la eficiencia operativa.** Jira facilita la automatización de tareas repetitivas, mejorando la productividad hasta en un 25%, según un estudio de la Universidad de los Andes (2022). Esta automatización ayuda a reducir los tiempos de producción y a mejorar el uso de los recursos, factores críticos para las empresas que buscan incrementar su competitividad en el mercado.
- **Trazabilidad y transparencia.** Las herramientas digitales como Confluence permiten una gestión centralizada de documentos y el seguimiento de procesos en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta ante problemas de calidad y asegurando la trazabilidad en todas las etapas de producción (CEPAL, 2023).

- **Reducción de costos.** La digitalización contribuye a disminuir los costos operativos hasta en un 30% mediante la reducción de errores y retrabajos, como lo demuestra un estudio de la Pontificia Universidad Javeriana (2023), beneficiando así a las MiPyMEs que deben optimizar sus recursos limitados.
- **Competitividad en el mercado global.** Al adoptar herramientas digitales accesibles y eficientes, las MiPyMEs pueden cumplir con estándares internacionales y mejorar su posición competitiva, lo que facilita su ingreso a nuevos mercados (OECD, 2020).
- **Integración de Gestión de Proyectos y Colaboración en Tiempo Real.** Una de las principales ventajas de Jira y Confluence es su integración perfecta, proporcionando un entorno unificado que combina la gestión de proyectos con la colaboración en tiempo real. Confluence facilita la creación y gestión colaborativa de documentos, mientras que Jira permite gestionar tareas, rastrear errores y automatizar flujos de trabajo, asegurando una mejor trazabilidad, optimización de procesos y cumplimiento de estándares de calidad (Deloitte, 2023).
- **Accesibilidad y Adaptabilidad para las MiPyMEs.** A diferencia de otras soluciones tecnológicas más costosas y complejas, Jira y Confluence están disponibles en versiones basadas en la nube, eliminando la necesidad de infraestructura interna costosa. Estas herramientas son altamente accesibles y personalizables, lo que permite a las MiPyMEs ajustarlas a sus flujos de trabajo y escalarlas conforme sus necesidades evolucionan (Rodríguez et al., 2020).
- **Automatización de Flujos de Trabajo.** Jira permite automatizar tareas y flujos de trabajo, reduciendo la intervención manual y minimizando los errores humanos. El sistema puede actualizar automáticamente el estado de una tarea, enviar notificaciones en tiempo real y generar informes personalizados,

mejorando significativamente la eficiencia y agilidad operativa de las MiPyMEs en sus procesos de control de calidad (Universidad de los Andes, 2022).

- **Sincronización y Gestión de Información en Tiempo Real.** La capacidad de Jira y Confluence para sincronizar datos en tiempo real asegura que todos los miembros del equipo tengan acceso inmediato a la información más reciente, independientemente de su ubicación. Esta funcionalidad es esencial para una rápida respuesta a problemas de calidad, optimización de recursos productivos y mejora de la trazabilidad, facilitando también auditorías de procesos (CEPAL, 2023).
- **Cumplimiento Normativo y Seguridad.** Ambas plataformas cumplen con normativas internacionales de seguridad y privacidad, como ISO 27001 y GDPR, lo que garantiza la protección de datos sensibles y asegura la gestión segura de la información relacionada con los procesos de calidad. Además, ofrecen controles detallados de permisos y roles de usuario, lo que asegura que solo el personal autorizado tenga acceso a la información crítica (Atlassian, 2022).
- **Escalabilidad y Flexibilidad.** Jira y Confluence son herramientas escalables, diseñadas para crecer junto con las necesidades de las empresas. Esto las convierte en una opción ideal para las MiPyMEs que desean mejorar gradualmente sus procesos, añadiendo funcionalidades a medida que la empresa se expande, sin necesidad de cambiar de plataforma (OECD, 2020).
- **Compatibilidad con Tecnologías 4.0 e IoT.** Estas plataformas están diseñadas para integrarse con otras tecnologías y plataformas, facilitando la incorporación del Internet de las Cosas (IoT) en los procesos de control de calidad. Esto permite a las MiPyMEs aprovechar los beneficios de la Industria 4.0, como la recopilación de datos en tiempo real y la automatización de tareas críticas basadas en esos datos (Banco Mundial, 2020).

**Comparación de Jira con otros Softwares de Gestión de Calidad (QMS)**

Factores	Jira (Atlassian)	MasterControl (QMS)	QT9 QMS	TrackWise	Qualio
<b>Customizabilidad</b>	<p>Jira permite una <b>amplia customización</b> de flujos de trabajo, tableros Kanban o Scrum, y reglas de automatización. Puede adaptarse tanto a la gestión de producción como a proyectos de software.</p>	<p>MasterControl ofrece personalización limitada al entorno regulado, no tan flexible como Jira fuera de ese contexto.</p>	<p>QT9 permite personalización básica para formularios y procesos específicos de calidad. Limitado fuera del contexto QMS.</p>	<p>TrackWise es altamente personalizable, pero enfocado en procesos regulatorios. Menos adaptable para otros tipos de proyectos.</p>	<p>Qualio tiene opciones limitadas de personalización, ya que está enfocado en la industria médica. No flexible para otras industrias.</p>
<b>Integración</b>	<p>Jira ofrece integraciones nativas con herramientas de Atlassian (Confluence, Bitbucket), GitHub, Slack, y otras. Su API REST permite integraciones personalizadas. Integra bien con sistemas de producción y desarrollo.</p>	<p>MasterControl tiene integraciones principalmente con sistemas de calidad regulados, menos flexible para herramientas de desarrollo o producción.</p>	<p>QT9 se integra con algunos sistemas ERP, pero tiene menos opciones que Jira en cuanto a herramientas externas.</p>	<p>TrackWise permite integraciones para el cumplimiento y gestión de calidad, pero no está orientado a proyectos o producción.</p>	<p>Qualio se integra con herramientas de la industria médica, pero su enfoque es limitado fuera del sector de salud.</p>

<b>Automatización</b>	Jira ofrece automatización avanzada a través de Jira Automation, lo que permite automatizar estados, flujos y notificaciones para la producción.	MasterControl tiene automatización para procesos de calidad, pero es menos flexible en términos de producción y otros procesos personalizados.	QT9 tiene opciones de automatización para auditorías y cumplimiento, pero menos flexibles que Jira.	TrackWise automatiza procesos de cumplimiento, pero no tiene la flexibilidad de Jira para otros flujos de trabajo.	Qualio ofrece automatización para procesos de calidad médica, pero limitada fuera de ese ámbito.
<b>Precio</b>	Accesible: Desde \$7.75 USD por usuario al mes (Standard). Premium: \$15.25 USD por usuario al mes. Ofrece una versión gratuita para equipos pequeños.	Costoso: Licencias a partir de \$2,500 USD por usuario/año, debido a su enfoque en sectores regulados.	Moderado: Entre \$1,000 - \$3,000 USD anuales por usuario. Más caro que Jira por ser especializado en calidad.	Muy costoso: Puede superar los \$10,000 USD por licencia para grandes organizaciones, enfocado en sectores regulados.	Moderado: Aproximadamente \$10,000 USD anuales, principalmente para la industria médica.
<b>Capacidad de Reporting</b>	Jira ofrece reportes personalizables para la gestión de proyectos, ciclos de producción, rendimiento del equipo y KPI.	MasterControl permite informes detallados sobre cumplimiento y auditorías, pero limitado en otras áreas.	QT9 genera informes orientados a calidad y cumplimiento, menos flexible en otros contextos.	TrackWise tiene reportes robustos, pero orientados a auditorías y cumplimiento de regulaciones.	Qualio permite reportes de calidad, pero con menos capacidad de personalización para otros sectores.
<b>Escalabilidad</b>	Jira es altamente escalable, adecuado para pequeñas y grandes	MasterControl es escalable, pero con un enfoque limitado a	QT9 es escalable, pero principalmente en el	TrackWise es escalable, pero orientado a grandes corporaciones con	Qualio está diseñado para escalar en el sector médico, pero no para

	organizaciones, y puede gestionar múltiples proyectos/productos simultáneamente.	sectores altamente regulados.	ámbito de la gestión de calidad.	necesidades estrictas de cumplimiento.	producción o proyectos en otras áreas.
<b>Seguridad y Cumplimiento</b>	Jira cumple con normativas como ISO 27001 y GDPR. Ofrece autenticación de dos factores (2FA), SAML y control de acceso granular. Para sectores como salud, se requiere configuración avanzada para cumplir con HIPAA.	MasterControl está diseñado específicamente para cumplir con regulaciones estrictas (FDA, ISO, etc.), siendo una opción ideal para industrias reguladas.	QT9 cumple con normas de calidad (ISO, FDA), pero no es adecuado para otros sectores que no sean regulados.	TrackWise está enfocado en regulaciones como FDA, GxP, ISO, ideal para sectores como farmacéutica o dispositivos médicos.	Qualio está diseñado para cumplir con normativas específicas del sector médico, como FDA y otras relacionadas con salud.
<b>Industria Enfocada</b>	Multisectorial: Jira es flexible y puede adaptarse a la gestión de producción, software, marketing y más. Adecuado para manufactura, IT, y servicios.	Sectores Regulados: MasterControl está enfocado principalmente en sectores regulados como la industria farmacéutica, dispositivos médicos y aeroespacial.	Manufactura y Calidad: QT9 se orienta a la industria manufacturera que necesita cumplir normativas de calidad.	Sectores Regulados: TrackWise está diseñado principalmente para farmacéutica, dispositivos médicos y otras industrias reguladas.	Industria Médica: Qualio está diseñado para la gestión de calidad en la industria médica y farmacéutica.

Tabla 2 - Comparación de Jira con otros Softwares de Gestión de Calidad (QMS)

Fuente. Atlassian. (2022); MasterControl (QMS). (2022); QT9 QMS. (2022); TrackWise. (2022); Qualio. (2022)

En conclusión, la implementación de Jira y Confluence ofrece una solución accesible y altamente personalizable para que las MiPyMEs manufactureras en Colombia aceleren su digitalización y optimicen sus procesos de control de calidad. Desarrolladas por Atlassian, estas herramientas destacan no solo por su capacidad de adaptarse a diferentes necesidades organizativas, sino también por su alta eficiencia en la automatización de flujos de trabajo, lo que reduce errores humanos y aumenta la consistencia en la producción. Además, proporcionan trazabilidad en tiempo real, esencial para monitorear y corregir los procesos de manera oportuna en un entorno de producción exigente (Atlassian, 2022).

Este prototipo funcional de control de calidad digitalizado se concibe como un modelo replicable para otras empresas del sector, ofreciendo una guía práctica para que las MiPyMEs adopten herramientas digitales. En última instancia, el proyecto busca empoderar a estas empresas hacia la transformación digital, incrementando su competitividad, optimizando el uso de sus recursos y estableciendo bases para una sostenibilidad a largo plazo en un mercado globalizado que exige eficiencia y adaptación continua a tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT) y la Industria 4.0 (Banco Mundial, 2020; CEPAL, 2023).

### **Análisis de requerimientos**

Con la llegada de la Industria 4.0 al entorno competitivo actual, el control de calidad se ha vuelto una parte esencial del proceso de digitalización y optimización de flujos en las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) manufactureras para mantenerse competitivas en el mercado. Herramientas como Jira y Confluence, con sus soluciones integradas, facilitan la automatización, coordinación y gestión eficaz de la documentación y los flujos de trabajo en estos procesos (Atlassian, 2022). Según Schwab (2016), la incorporación de tecnologías avanzadas ayuda a elevar la productividad y reducir costos, permitiendo a estas empresas competir en mercados internacionales.

Este estudio busca desarrollar un prototipo funcional que maximice las capacidades de estas plataformas, transformando los procedimientos de control de calidad y promoviendo una mayor agilidad operativa, toma de decisiones en tiempo real y un monitoreo efectivo de métricas clave de desempeño.

La implementación propuesta se ajusta a las limitaciones financieras, tecnológicas y organizativas de las MiPyMEs colombianas, facilitando su transición hacia tecnologías 4.0 y el Internet de las Cosas (IoT), lo cual contribuye a una mejora continua en la eficiencia productiva. Además, el prototipo está alineado con los estándares de calidad internacionales ISO 9001 (ISO, 2015), lo que permite un acceso más fácil a mercados globales.

A continuación, se presenta el análisis de requerimientos, que define las funcionalidades esenciales y no funcionales necesarias para que Jira y Confluence optimicen estos procesos. Los requerimientos se dividen en dos categorías: aspectos de impacto directo y aspectos secundarios o de menor relevancia.

**Aspectos de impacto directo en la solución:**

1. **Automatización de Flujos de Trabajo.** La automatización de tareas repetitivas y flujos de trabajo es fundamental para mejorar la eficiencia operativa en las MiPyMEs. Herramientas como **Jira** permiten reducir la intervención manual y minimizar errores, logrando una optimización directa en los procesos de control de calidad (Atlassian, 2022).
2. **Mejora de la Trazabilidad.** Una trazabilidad completa, desde la entrada de materias primas hasta la entrega del producto final, es esencial para identificar y corregir rápidamente no conformidades, cumpliendo con estándares internacionales y mejorando la competitividad. La digitalización en este aspecto fortalece el control de calidad y facilita el cumplimiento normativo (Banco Mundial, 2020).
3. **Integración con Normativas de Calidad (ISO 9001).** La alineación del prototipo con normas internacionales como ISO 9001 garantiza que el sistema optimice procesos y cumpla con requisitos de certificación de calidad, facilitando el acceso de las MiPyMEs a mercados globales (ISO, 2015).

4. **Acceso y Manejo de Información en Tiempo Real.** La capacidad de Confluence para centralizar y actualizar información en tiempo real mejora la toma de decisiones y la capacidad de respuesta ante problemas de calidad, optimizando la eficiencia y la gestión del conocimiento dentro de la empresa (CEPAL, 2023).

#### **Aspectos secundarios o de menor relevancia**

1. **Facilidad de Uso de las Plataformas.** La facilidad de uso es relevante para una adopción rápida por parte del personal, aunque su impacto en la optimización de los procesos es menor en comparación con la automatización y trazabilidad (Atlassian, 2022).
2. **Personalización de la Interfaz.** La capacidad de personalización de las interfaces y tableros es un valor añadido que permite adaptar la plataforma a las necesidades específicas de la empresa. Sin embargo, mientras el sistema cumpla con los requisitos funcionales principales, la personalización no es crítica para el éxito del prototipo (SAP, 2022).
3. **Integración con Otras Herramientas.** La compatibilidad con otras plataformas de trabajo es útil para mejorar la colaboración y el flujo de información, aunque su impacto es limitado en comparación con la optimización de los procesos de control de calidad y la eficiencia operativa. Este aspecto es importante, pero no crítico para el éxito inicial del prototipo (Atlassian, 2022).

Para llevar a cabo la transformación digital de los procesos de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras y asegurar su competitividad en el entorno de la Industria 4.0, es necesario definir un conjunto de requerimientos que orienten el diseño y

desarrollo del prototipo. Estos requerimientos son fundamentales para adaptar los sistemas Jira y Confluence a las necesidades específicas de estas empresas, e incluyen aspectos funcionales, no funcionales y criterios específicos de sistema y de dominio.

La creación de estos lineamientos busca maximizar los procesos internos y, al mismo tiempo, asegurar el cumplimiento de normativas internacionales de calidad y seguridad, lo cual es clave para acceder a mercados globales (Schwab, 2016). A continuación, se presentan los requerimientos que servirán de base para estructurar una solución sólida, escalable y adecuada para un entorno competitivo actual.

### **Requerimientos Funcionales:**

#### **1. Gestión del Conocimiento (Confluence)**

- **Espacios de trabajo colaborativos:** Los usuarios de las MiPyMEs deben poder crear y gestionar espacios colaborativos para proyectos, facilitando la documentación centralizada de procesos, guías y conocimientos específicos del control de calidad, promoviendo así la transferencia de conocimientos y preservación de información clave de la empresa. (Atlassian, 2022).
- **Colaboración en tiempo real:** Permitir la edición simultánea de documentos por múltiples usuarios, así como el acceso a actualizaciones instantáneas, es esencial, especialmente en contextos de auditorías o evaluaciones de calidad. (Praecipio, 2023).

- **Integración Confluence-Jira:** Es fundamental la conexión directa entre ambas plataformas para vincular documentos de políticas de control de calidad con tareas y proyectos específicos, optimizando la trazabilidad y documentación de las operaciones. (Atlassian, 2022).

## 2. Requerimientos Funcionales Específicos de ISO 9001

- **Documentación del SGC:** El sistema debe permitir la creación, aprobación y distribución controlada de documentos relacionados con el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), alineados con los requisitos de ISO 9001. (ISO, 2015).
- **Gestión de registros de auditoría:** Incluir un mecanismo para almacenar y gestionar registros de auditoría y control de calidad, manteniendo un historial de revisiones y aprobaciones conforme a ISO 9001. (ISO, 2015).
- **Seguimiento de no conformidades:** Jira debe permitir el registro y seguimiento de no conformidades detectadas en los procesos de calidad, facilitando la asignación de responsabilidades y plazos de resolución. (Atlassian, 2022).
- **Implementación de acciones correctivas:** El sistema debe incluir un flujo de trabajo específico para implementar y dar seguimiento a acciones correctivas, según los requisitos de ISO 9001. (ISO, 2015).
- **Planificación de auditorías:** Jira debe facilitar la planificación de auditorías internas, asignación de tareas a auditores y generación de informes conforme a los estándares de ISO 9001. (ISO, 2015).

- **Registro de resultados de auditorías:** El sistema debe registrar los resultados de auditorías internas, facilitando la implementación de medidas preventivas o correctivas. (ISO, 2015).
- **KPIs de desempeño:** El prototipo debe permitir la captura de métricas clave de desempeño (KPIs) relacionadas con el control de calidad para garantizar el seguimiento de la mejora continua, un pilar fundamental de ISO 9001. (ISO, 2015).

### 3. Gestión de Proyectos y Tareas (Jira)

- **Metodologías ágiles:** Las MiPyMEs deben poder gestionar proyectos mediante metodologías ágiles (Scrum y Kanban), permitiendo la creación y seguimiento de tareas e incidencias de control de calidad, facilitando la adaptación a cambios en demandas de producción o estándares de calidad. (Atlassian, 2022).
- **Tableros de trabajo:** La visualización clara del estado de las tareas mediante tableros de trabajo proporciona un seguimiento continuo y en tiempo real del progreso en procesos de calidad. (Atlassian, 2022).
- **Automatización de flujos de trabajo:** La automatización de tareas recurrentes (p. ej., cambios de estado en auditorías de calidad) reduce la intervención manual, aumentando la eficiencia operativa. (CEPAL, 2023).

### 4. Colaboración (Confluence & Jira)

- **Comentarios y revisiones:** Facilitar la retroalimentación constante entre los equipos de calidad y producción mediante la capacidad de comentar documentos y tareas. (Praecipio, 2023).

- **Documentación centralizada:** La integración entre Jira y Confluence garantiza que toda la documentación relacionada con proyectos de calidad esté centralizada y vinculada al flujo operativo, lo que mejora la accesibilidad y la coherencia. (Atlassian, 2022).

### Requerimientos No Funcionales

1. **Facilidad de Uso:** Confluence y Jira deben ofrecer interfaces intuitivas y fáciles de usar para que las MiPyMEs puedan adoptar estas herramientas rápidamente, con una baja curva de aprendizaje. La interfaz de edición de Confluence debe ser clara y sencilla, permitiendo que los equipos documenten de manera rápida y precisa los procesos de calidad (Atlassian, 2022).
2. **Rendimiento:**
  - Jira debe gestionar múltiples proyectos simultáneamente, con una respuesta rápida para la visualización de tareas y la generación de informes sobre el estado del control de calidad (Universidad de los Andes, 2022).
  - Confluence debe manejar eficientemente grandes volúmenes de documentación técnica y permitir la edición colaborativa en tiempo real, sin retrasos perceptibles (Universidad de los Andes, 2022).
3. **Seguridad:** La seguridad es fundamental cuando se gestionan procesos de calidad que incluyen información confidencial. Se debe implementar autenticación de dos factores (2FA) y establecer un control granular de permisos para que solo usuarios autorizados puedan acceder a datos críticos relacionados con auditorías y estándares de calidad, en conformidad con normativas de seguridad internacionales como ISO 27001 y GDPR (ISO 27001 y GDPR, Atlassian, 2022).

4. **Compatibilidad e Integración:** Confluence y Jira deben ser compatibles con diferentes navegadores y plataformas móviles, permitiendo que los equipos de calidad puedan acceder a la información desde cualquier lugar. Además, su integración con herramientas utilizadas en MiPyMEs, como Slack, GitHub y Microsoft Teams, debe facilitar una mejor coordinación en todas las áreas operativas de la empresa (Procolombia, 2023).

### Requerimientos de Sistema

1. **Almacenamiento y Gestión de Datos:** Confluence y Jira deben gestionar grandes volúmenes de datos relacionados con tareas de control de calidad, almacenando eficientemente la documentación técnica y los datos históricos de auditorías y evaluaciones (Banco Mundial, 2020).
2. **Automatización de Flujos de Trabajo:**
  - Jira debe automatizar flujos de trabajo para reducir la intervención manual, como la actualización de estados de tareas o el envío de recordatorios automáticos sobre plazos críticos en el proceso de control de calidad (Atlassian, 2022).
  - Confluence debe permitir la actualización automática de documentación vinculada a tareas específicas en Jira, garantizando siempre la versión más actualizada de los procedimientos y estándares (Atlassian, 2022).
3. **Generación de Reportes:**
  - Jira debe generar informes personalizados que detallen el estado del control de calidad, las métricas clave de rendimiento de los equipos y el cumplimiento de plazos (Fernández & López, 2019).

- Confluence debe proporcionar plantillas para informes visuales que reflejen el estado de los proyectos de calidad, facilitando la revisión y toma de decisiones (Fernández & López, 2019).

## Requerimientos de Dominio

### 1. Cumplimiento Normativo:

- Ambos sistemas deben cumplir con normativas internacionales de seguridad y protección de datos, como ISO 27001 y GDPR, para garantizar el manejo seguro y confidencial de la información crítica del control de calidad (ISO, 2015; GDPR, Atlassian, 2022).
- El sistema debe cumplir con los requisitos de ISO 9001 para la creación, control y auditoría de documentos y registros de calidad (ISO, 2015).
- El prototipo debe asegurar que la gestión de no conformidades y la implementación de acciones correctivas se realicen en conformidad con ISO 9001 (ISO, 2015).

2. **Soporte Multilinguaje:** Dado que las MiPyMEs manufactureras pueden colaborar con clientes internacionales, Jira y Confluence deben ofrecer soporte multilingüe con interfaces en varios idiomas, garantizando así una adopción más sencilla por equipos distribuidos globalmente (Atlassian, 2022).

Las plataformas Jira y Confluence de Atlassian ofrecen herramientas de automatización, colaboración centralizada y gestión de datos, esenciales para digitalizar los procesos de control de calidad en las MiPyMEs. La integración entre ambas plataformas proporciona una solución sólida para centralizar la gestión tanto de la documentación como de las actividades operativas, cumpliendo con los requisitos de

trazabilidad, seguridad y escalabilidad establecidos en este proyecto. A continuación, se presenta una tabla con las especificaciones técnicas necesarias de cada herramienta digital para el sistema:

**Ficha Técnica: Jira Software**

Aspecto	Descripción
<b>Nombre del Software</b>	Jira Software
<b>Desarrollador</b>	Atlassian
<b>Tipo de Software</b>	Software de gestión de proyectos y seguimiento de incidencias (issues)
<b>Lenguaje de Programación</b>	Java
<b>Arquitectura</b>	Basada en microservicios, disponible en la nube (Jira Cloud) y opción on-premise (Jira Server/ Data Center)
<b>Plataformas Soportadas</b>	Web, iOS, Android
<b>Sistemas Operativos Soportados</b>	Funciona en cualquier sistema operativo con acceso a un navegador web (Windows, macOS, Linux)
<b>Modelo de Licenciamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Free:</b> Hasta 10 usuarios (gratuito).</li> <li>- <b>Standard:</b> \$7.75 USD por usuario/mes.</li> <li>- <b>Premium:</b> \$15.25 USD por usuario/mes.</li> <li>- <b>Enterprise:</b> Precio personalizado para organizaciones grandes.</li> </ul>
<b>Funcionalidades Clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de proyectos ágiles (Scrum, Kanban).</li> <li>- Flujos de trabajo personalizables y automatización avanzada.</li> <li>- Generación de reportes en tiempo real (burndown charts, velocity charts, etc.).</li> <li>- Integración con más de 3000 aplicaciones en Atlassian Marketplace.</li> <li>- Control granular de permisos por proyecto, tarea, o equipo.</li> </ul>
<b>Automatización</b>	Alta capacidad de automatización de tareas, flujos de trabajo y notificaciones mediante <b>Jira Automation</b> .
<b>Integraciones</b>	Confluence, Bitbucket, Trello, Slack, GitHub, Microsoft Teams, API REST para integraciones personalizadas.
<b>Capacidades de Reporting</b>	Reportes personalizables, análisis de tareas, gráficas de progreso (burndown, velocity), y métricas clave del proyecto.
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autenticación de dos factores (2FA).</li> <li>- Soporte SAML 2.0.</li> </ul>

	- Control de acceso detallado. - Cifrado de datos en tránsito (HTTPS/TLS).
<b>Almacenamiento</b>	En la nube (Jira Cloud) o en servidores locales (Jira Server/Data Center).
<b>API</b>	API REST para automatizar y personalizar la gestión de proyectos y tareas (creación, actualización, obtención de datos).
<b>Escalabilidad</b>	Altamente escalable, con capacidad para gestionar desde equipos pequeños hasta grandes organizaciones.
<b>Compatibilidad</b>	Compatible con navegadores modernos (Chrome, Firefox, Safari, Edge).
<b>Soporte Técnico</b>	Soporte técnico en línea, foros y comunidad de usuarios. Soporte 24/7 disponible en los planes premium.
<b>Última Versión</b>	Jira Cloud se actualiza constantemente; Jira Server tiene actualizaciones periódicas.

Tabla 3 - Ficha Técnica: Jira Software

Fuente: <https://www.atlassian.com/es/software/jira>

#### Ficha Técnica: Confluence

Aspecto	Descripción
<b>Nombre del Software</b>	Confluence
<b>Desarrollador</b>	Atlassian
<b>Tipo de Software</b>	Plataforma de colaboración y gestión de conocimientos (wiki corporativa)
<b>Lenguaje de Programación</b>	Java
<b>Arquitectura</b>	Basada en microservicios, disponible en la nube (Confluence Cloud) y opción on-premise (Confluence Server/Data Center)
<b>Plataformas Soportadas</b>	Web, iOS, Android
<b>Sistemas Operativos Soportados</b>	Funciona en cualquier sistema operativo con acceso a un navegador web (Windows, macOS, Linux)
<b>Modelo de Licenciamiento</b>	- <b>Free:</b> Hasta 10 usuarios (gratuito). - <b>Standard:</b> \$5.75 USD por usuario/mes. - <b>Premium:</b> \$11 USD por usuario/mes. - <b>Enterprise:</b> Precio personalizado para grandes organizaciones.
<b>Funcionalidades Clave</b>	- Creación y gestión de espacios de trabajo. - Edición colaborativa en tiempo real. - Control de versiones de documentos. - Integración con Jira para la vinculación de documentos a

	tareas. - Plantillas para documentación técnica, guías y manuales.
<b>Automatización</b>	Automatización de procesos de actualización de documentos vinculados a tareas de Jira y creación de nuevas plantillas colaborativas.
<b>Integraciones</b>	Jira, Bitbucket, Dropbox, Google Drive, Microsoft Teams, Slack, API REST para personalización e integraciones adicionales.
<b>Capacidades de Reporting</b>	Confluence no genera reportes estadísticos, pero permite compartir métricas y reportes generados por Jira.
<b>Seguridad</b>	- Autenticación de dos factores (2FA). - Soporte SAML 2.0. - Control de permisos detallado por página y espacio. - Cifrado de datos en tránsito (HTTPS/TLS).
<b>Almacenamiento</b>	En la nube (Confluence Cloud) o en servidores locales (Confluence Server/Data Center).
<b>API</b>	API REST que permite la creación, actualización y eliminación de páginas, además de la gestión de espacios, usuarios y permisos.
<b>Escalabilidad</b>	Escalable para gestionar grandes volúmenes de documentación y usuarios. Ideal para empresas que buscan una gestión centralizada del conocimiento.
<b>Compatibilidad</b>	Compatible con navegadores modernos (Chrome, Firefox, Safari, Edge).
<b>Soporte Técnico</b>	Soporte técnico en línea, foros y comunidad de usuarios. Soporte 24/7 disponible en los planes premium.
<b>Última Versión</b>	Confluence Cloud se actualiza regularmente; Confluence Server recibe actualizaciones periódicas.

Tabla 4 - Ficha Técnica: Confluence

Fuente. <https://www.atlassian.com/es/software/confluence>

La adopción de herramientas digitales en las MiPyMEs manufactureras requiere cumplir con estrictos estándares regulatorios que garanticen la seguridad, confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, especialmente cuando se trata de procesos críticos como el control de calidad. En este contexto, las plataformas Jira y Confluence, desarrolladas por Atlassian, ofrecen avanzadas funciones de gestión de proyectos y colaboración en tiempo real, asegurando también el cumplimiento de normativas internacionales de seguridad y protección de datos (Atlassian, 2022).

El cumplimiento normativo es fundamental para proteger datos sensibles relacionados con auditorías, documentación técnica y trazabilidad de productos, en línea con los requisitos de la Industria 4.0 y los estándares internacionales de calidad. A continuación, se presentan las principales normativas que cubren Jira y Confluence y su implicación para las MiPyMEs manufactureras en Colombia:

- **ISO/IEC 27001: Sistema de Gestión de Seguridad de la Información.** Jira y Confluence están certificadas bajo el estándar internacional ISO/IEC 27001, que establece un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI) robusto. Este estándar asegura que Atlassian ha implementado políticas, procedimientos y controles rigurosos para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos (ISO, 2015).

Para las MiPyMEs manufactureras que utilizan Jira y Confluence en sus procesos de control de calidad, esta certificación garantiza que sus datos críticos, incluidos los relacionados con auditorías de calidad, estén protegidos dentro de un marco de seguridad reconocido a nivel mundial. Esto asegura que el almacenamiento y la gestión de dichos datos en la nube se realicen en un entorno altamente seguro. Las MiPyMEs deben complementar estas medidas con políticas internas de seguridad que les permitan gestionar adecuadamente su información sensible (Atlassian, 2022).

- **GDPR (Reglamento General de Protección de Datos).** Jira y Confluence cumplen con el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea, el cual regula la protección de datos personales. Atlassian garantiza que sus productos cumplen con los requisitos de GDPR, tales como

el consentimiento informado, el derecho de acceso y la eliminación de datos personales cuando sea necesario (GDPR, Unión Europea, 2018).

Para las MiPyMEs que gestionan datos personales de empleados, clientes o proveedores en la Unión Europea, este cumplimiento es de gran relevancia. Utilizando Jira y Confluence, las empresas garantizan que sus datos confidenciales se manejen de manera segura y conforme a los derechos de privacidad establecidos por el GDPR. Esto no solo ayuda a evitar sanciones, sino que también refuerza la confianza y mejora la reputación de las MiPyMEs en los mercados internacionales (Atlassian, 2022).

- **SOC 2 y SOC 3: Controles de Organización de Servicio.** Atlassian también cumple con los estándares SOC 2 y SOC 3, que garantizan la seguridad, disponibilidad, integridad del procesamiento, confidencialidad y privacidad de los datos. Estos controles aseguran que Atlassian mantiene prácticas internas rigurosas para proteger los datos que sus clientes alojan en sus servicios (AICPA, 2020).

Para las MiPyMEs manufactureras que implementan Jira y Confluence en la digitalización de sus procesos de control de calidad, este cumplimiento asegura que los datos relacionados con no conformidades, auditorías y trazabilidad estén protegidos bajo estrictos controles de seguridad. Este nivel de protección es esencial para las empresas que buscan digitalizar sus operaciones mientras mantienen la seguridad de la información (Atlassian, 2022).

- **ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad.** Aunque Jira y Confluence no están específicamente diseñadas para la certificación ISO 9001, pueden ser utilizadas para facilitar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2015, que establece los criterios para un sistema de gestión de calidad eficaz (ISO, 2015). Estas herramientas permiten automatizar, gestionar y documentar los procesos necesarios para asegurar la calidad en la producción y el control de productos, ayudando a las MiPyMEs a implementar y mantener su sistema de gestión de calidad.

El uso de Jira y Confluence permite a las MiPyMEs manufactureras gestionar y organizar los flujos de trabajo asociados con los procesos de calidad, facilitando la documentación, el seguimiento de auditorías internas y externas, y la trazabilidad de la gestión de no conformidades. Esto también contribuye al cumplimiento de los estándares de calidad necesarios para obtener la certificación ISO 9001 (Atlassian, 2022).

- **Soporte Multilenguaje y Normativas Regionales.** Jira y Confluence ofrecen soporte en múltiples idiomas, lo que facilita su adopción en diferentes regiones y sectores. Además, Atlassian permite la personalización de sus productos para cumplir con normativas específicas de cada sector o región (Atlassian, 2022).

El soporte multilingüe es un recurso clave para las MiPyMEs manufactureras que operan en mercados internacionales o cuyos equipos trabajan desde diferentes ubicaciones geográficas. Además, la capacidad de adaptarse rápidamente a normativas locales o específicas del sector, como la ISO 9001, facilita que estas herramientas sean altamente versátiles para cualquier tipo de industria o mercado.

### **Análisis de Restricciones**

En el contexto de la digitalización y optimización del proceso de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras colombianas, a través del desarrollo de un prototipo funcional que integre herramientas digitales como Jira y Confluence, es crucial considerar y analizar a fondo las restricciones que podrían influir en la implementación y éxito del proyecto. Estas restricciones abarcan dimensiones ambientales, económicas, legales, de salud y seguridad, socioculturales y técnicas. A continuación, se presenta un análisis detallado de estas restricciones, basado en la literatura relevante y en las mejores prácticas en gestión de proyectos y tecnologías de la información.

Uno de los principales desafíos para las MiPyMEs en Colombia al adoptar soluciones tecnológicas avanzadas como Jira y Confluence es la compatibilidad con su infraestructura tecnológica actual. Muchas de estas empresas en el país operan con sistemas tecnológicos obsoletos, lo cual dificulta la integración de nuevas herramientas digitales (Atlassian, 2022). Esto podría requerir que las empresas realicen actualizaciones significativas en su hardware o software para poder adoptar estas nuevas tecnologías de manera efectiva, lo que implica inversiones adicionales que no siempre están contempladas en el presupuesto original del proyecto (MinTIC, 2020).

Además, muchas MiPyMEs cuentan con sistemas de gestión interna que no están diseñados para integrarse fácilmente con plataformas modernas en la nube. La interoperabilidad entre los sistemas existentes y las nuevas herramientas digitales es un aspecto clave que debe abordarse en la fase de planificación del proyecto. Si los sistemas actuales no son compatibles con Jira o Confluence, será necesario realizar

desarrollos adicionales para asegurar una integración efectiva, lo que podría aumentar tanto los costos como el tiempo de implementación (Banco Mundial, 2020).

Otro factor crucial es la conectividad a Internet. Si bien las soluciones en la nube como Jira y Confluence ofrecen grandes ventajas en términos de accesibilidad y flexibilidad, muchas MiPyMEs en Colombia, especialmente aquellas que operan en áreas rurales o con infraestructura limitada, pueden enfrentar dificultades debido a la falta de una conexión a Internet estable y rápida (CEPAL, 2023). La baja velocidad de conexión o la interrupción frecuente del servicio puede impactar negativamente la adopción de estas herramientas, ralentizando los procesos y afectando la eficiencia de la digitalización de los procesos de control de calidad.

El éxito de las plataformas basadas en la nube depende de un acceso continuo y confiable, lo cual puede no ser posible en todas las regiones del país. Para mitigar esta limitación, es importante evaluar la infraestructura tecnológica ya existente en las MiPyMEs y realizar mejoras en la conectividad si es necesario antes de implementar las herramientas. Además, es fundamental considerar opciones alternativas que permitan trabajar offline y sincronizar la información cuando se restablezca la conexión (Procolombia, 2023).

Se recomienda llevar a cabo una auditoría tecnológica previa para evaluar la compatibilidad de los sistemas actuales de las MiPyMEs con las nuevas herramientas, lo que permitirá identificar los ajustes necesarios antes de la implementación (Confecámaras, 2020).

Desarrollar soluciones personalizadas o aprovechar APIs de integración que faciliten la interoperabilidad entre los sistemas existentes y las plataformas Jira y Confluence, evitando así la necesidad de reemplazar toda la infraestructura tecnológica (MinTIC, 2019).

Fortalecer la infraestructura de conectividad, especialmente en zonas rurales, mediante programas gubernamentales y acuerdos con asociaciones industriales que impulsen la digitalización de las MiPyMEs (MinCIT, 2020). En paralelo, se podría considerar el uso de herramientas que funcionen parcialmente offline y se sincronicen una vez que haya una conexión adecuada.

Esta restricción técnica resalta la importancia de una planificación minuciosa y de inversiones estratégicas adicionales que aseguren el éxito de la transformación digital en las MiPyMEs colombianas, promoviendo no solo la adopción de tecnologías modernas, sino también su uso eficaz y sostenido en el tiempo.

Para implementar de manera efectiva herramientas digitales como Jira y Confluence en las MiPyMEs manufactureras en Colombia, es esencial considerar restricciones ambientales a través de prácticas sostenibles de TI, políticas regulatorias y el apoyo gubernamental para la digitalización, así como aspectos económicos para asegurar una inversión adecuada en infraestructura y capacitación (Unhelkar, 2011; MinCIT, 2020; Procolombia, 2023). Además, las restricciones socioculturales y de salud y seguridad deben garantizar que las soluciones sean seguras y adaptadas a las capacidades de los empleados, promoviendo una adopción efectiva y sostenible.

### **Restricciones Ambientales:**

La sostenibilidad es un aspecto fundamental que considerar al implementar soluciones tecnológicas, especialmente en el ámbito de las tecnologías de la información (TI). El concepto de TI verdes abarca iniciativas que buscan maximizar la productividad de los recursos tecnológicos con un mínimo impacto ambiental. Aunque las investigaciones actuales han avanzado en áreas como sistemas de información verdes, desarrollo de software sostenible y gestión de proyectos con criterios de sostenibilidad, todavía existen importantes lagunas en la investigación sobre sostenibilidad y compromiso del software en este contexto (Costello, 2011).

Al implementar herramientas informáticas como Jira y Confluence, es necesario tener en cuenta las siguientes relaciones entre TI y el medio ambiente:

- **Costos energéticos y transparencia:** Existe una falta de transparencia en los costos energéticos de los servicios de TI, lo que dificulta la correlación entre los servicios ofrecidos y los costos de energía asociados. Esto puede afectar la capacidad de las organizaciones para realizar una planificación efectiva del uso de TI y para reducir su huella energética (Unhelkar, 2011).
- **Materiales para la producción de hardware:** La fabricación de hardware implica el uso de una gran cantidad de elementos químicos, lo que hace que el reciclaje sea complejo y menos eficiente. Algunos de estos materiales, como el indio utilizado en pantallas, son difíciles de reciclar y se encuentran en alta demanda. Esta dependencia de materiales escasos y difíciles de reciclar

plantea un desafío significativo para las MiPyMEs que buscan ser más sostenibles (Unhelkar, 2011).

- Ciclo de vida de las TI: El mayor consumo de energía en las TI ocurre durante la fase de uso, en comparación con las fases de fabricación y procesamiento al final de su vida útil. Esto subraya la importancia de implementar soluciones tecnológicas que no solo optimicen la infraestructura, sino que también sean eficientes en el uso de energía durante su ciclo de vida operativo (Costello, 2011).
- Efecto rebote: Este fenómeno se refiere a la tendencia de aumentar el uso de tecnologías debido a la percepción de mayor eficiencia, lo que paradójicamente conduce a un mayor consumo de recursos. Los ingenieros de software a menudo tienen una comprensión limitada del impacto energético de las tecnologías que desarrollan, lo que puede exacerbar el efecto rebote y aumentar el consumo de energía en lugar de reducirlo (Unhelkar, 2011).

### **Restricciones Económicas:**

La implementación de software en una MiPyME puede representar un desafío económico importante. Los costos asociados no se limitan solo a la adquisición de licencias, sino que también incluyen gastos como la capacitación del personal, el mantenimiento continuo y, en muchos casos, la personalización del software para adaptarlo a las necesidades específicas de la empresa. Contar con un presupuesto claro y realista desde el inicio es fundamental para evitar sobre costos y asegurar una planificación adecuada (Procolombia, 2023).

Uno de los principales desafíos económicos en este contexto es que los proyectos de implementación de software a menudo exceden los presupuestos y los plazos previstos. Esto puede deberse a una subestimación de los recursos necesarios, a cambios en los requisitos del proyecto o a la falta de experiencia en la gestión de proyectos tecnológicos (Confecámaras, 2020).

### **Restricciones Tecnológicas:**

En cuanto a los cambios tecnológicos, la evolución constante de las plataformas digitales presenta tanto oportunidades como desafíos. Si bien herramientas como Jira y Confluence ofrecen una base sólida para la digitalización de los procesos de control de calidad, estas soluciones están sujetas a actualizaciones y mejoras continuas. La capacidad de las MiPyMEs para adaptarse a estas actualizaciones dependerá de la infraestructura tecnológica existente y del nivel de capacitación del personal (Banco Mundial, 2020).

Además, la implementación de nuevas tecnologías a menudo requiere la interoperabilidad con los sistemas actuales. En muchos casos, las MiPyMEs aún utilizan infraestructuras tecnológicas anticuadas que no están diseñadas para integrarse fácilmente con soluciones modernas basadas en la nube. La falta de compatibilidad entre los sistemas existentes y las nuevas plataformas podría generar la necesidad de realizar inversiones adicionales en la actualización de hardware y software, lo que incrementaría los costos y los tiempos de implementación (Atlassian, 2022).

### **Restricciones Políticas:**

Las políticas gubernamentales juegan un rol crucial en la implementación de soluciones tecnológicas en las MiPyMEs, especialmente en lo que respecta a la adopción de herramientas digitales que involucren el manejo de datos sensibles. En el caso de Colombia, la Ley 1581 de 2012, también conocida como la Ley de Protección de Datos Personales, establece regulaciones estrictas sobre la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos personales. Cualquier incumplimiento de esta ley podría resultar en sanciones significativas para las MiPyMEs, lo que subraya la importancia de que las plataformas digitales utilizadas, como Jira y Confluence, cumplan con los más altos estándares de seguridad y confidencialidad (MinTIC, 2019).

Por otro lado, los incentivos fiscales y los programas de apoyo a la digitalización implementados por el gobierno también pueden influir en la viabilidad financiera del proyecto. Programas como 'Fábricas de Productividad' del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia ofrecen apoyo económico y técnico a las MiPyMEs que buscan modernizar sus procesos mediante la adopción de tecnologías digitales. Si bien estos programas pueden facilitar la implementación del prototipo, su disponibilidad está sujeta a cambios en las políticas públicas, lo que puede afectar el acceso a recursos y subvenciones (MinCIT, 2020).

Diversas iniciativas gubernamentales y del sector privado están enfocadas en apoyar el crecimiento y la adopción de tecnologías digitales en las MiPyMEs dentro de sectores productivos. Un ejemplo es la creación de la marca país TI, impulsada por entidades como MinTIC, Procolombia y FEDESOFTE, que busca posicionar a Colombia como un destino atractivo para el desarrollo de negocios tecnológicos y mostrar el potencial

empresarial del país en los mercados local y global. Estas políticas facilitan la adopción de tecnologías como Jira y Confluence, promoviendo una cultura de innovación tecnológica en las MiPyMEs (Procolombia, 2023).

El financiamiento es otra consideración clave. En las primeras etapas de una empresa, las principales fuentes de capital incluyen el capital semilla, los business angels y las 3F's (amigos, familia y tontos). Sin embargo, a medida que las empresas crecen y requieren más capital para continuar operando y expandirse, otros actores, como los fondos de capital de riesgo, entran en juego. Estos fondos pueden proporcionar a las MiPyMEs los recursos necesarios para implementar herramientas tecnológicas de manera efectiva, aunque es fundamental que las empresas evalúen cuidadosamente su capacidad de endeudamiento y el retorno de inversión antes de optar por este tipo de financiamiento.

Para asegurar una implementación exitosa de herramientas como Jira y Confluence, es esencial que las MiPyMEs consideren todos los aspectos económicos mencionados. No solo es necesario contar con capital inicial para adquirir licencias, sino también asegurar una planificación financiera a largo plazo que cubra el mantenimiento, las actualizaciones, y la capacitación del personal, junto con una gestión eficiente de los recursos. De esta manera, se maximizará el retorno de inversión y se garantizará el éxito del proyecto tecnológico.

**Legales.** La implementación de herramientas digitales como Jira y Confluence implica cumplir con diversas regulaciones legales en relación con el uso de software, licencias, y propiedad intelectual, especialmente en el contexto colombiano. El manejo adecuado de estos aspectos legales no solo asegura el cumplimiento normativo, sino que también protege los activos intangibles de la empresa y su operación a largo plazo.

Para el desarrollo de software en Colombia, la Ley No. 1982 de 23 y la Decisión Andina 351 de 1993 son normativas fundamentales que abordan los derechos de propiedad intelectual sobre obras literarias, incluido el código fuente. Proteger estos activos intangibles es una responsabilidad crítica en un contexto de creciente digitalización.

La Ley No. 603 de 2000, conocida como Ley de Software, establece el marco legal para la protección, desarrollo y comercialización de programas informáticos en Colombia. Esta ley reconoce el software como una obra protegida por derechos de autor, lo que otorga derechos exclusivos a los creadores sobre su reproducción, distribución y modificación. Además, esta ley aborda cuestiones como las firmas electrónicas y la protección de datos personales, cruciales para el cumplimiento normativo en un entorno digital.

**Salud y seguridad.** La aplicación de estándares mínimos en salud y seguridad laboral es obligatoria para las MiPyMEs. En Colombia, la Resolución 0312 de 2019 establece los requisitos mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), que incluyen la asignación de personal idóneo, la afiliación a la seguridad social, y la capacitación continua. Estas normas son fundamentales para crear un entorno de trabajo seguro, especialmente en empresas que incorporan tecnología avanzada.

**Socioculturales.** La implementación de software enfrenta desafíos como la resistencia al cambio, un problema frecuente en el personal cuando se introducen nuevas herramientas. Una comunicación eficaz y el apoyo adecuado son esenciales para mitigar estos obstáculos. Además, los problemas de integración entre nuevas herramientas y los sistemas existentes pueden ser complejos, lo que exige una cuidadosa planificación. Superar estas barreras es crucial para el éxito de la transformación digital en las MiPyMEs.

### **Marco Teórico**

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) son fundamentales para el desarrollo económico y social de Colombia. Estas empresas representan más del 90% del tejido empresarial del país, generan aproximadamente el 80% del empleo formal y contribuyen con el 40% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional (Banco Mundial, 2020; MinCIT, 2019). A nivel global, las MiPyMEs enfrentan grandes desafíos para mantenerse competitivas, especialmente en el sector manufacturero, donde la precisión y la calidad son esenciales (Lambraño et al., 2020).

En este contexto, las MiPyMEs enfrentan barreras estructurales debido a la falta de recursos tecnológicos, lo que dificulta la implementación de procesos de digitalización y optimización en el control de calidad. La transformación digital es clave para mejorar su capacidad competitiva y cumplir con estándares internacionales. La automatización de procesos de control de calidad reduce errores y mejora la eficiencia operativa, dos factores críticos para que las MiPyMEs mantengan su competitividad en el mercado global (Schwab, 2016).

La digitalización, dentro del marco de la Industria 4.0, es una herramienta esencial para que las MiPyMEs manufactureras puedan competir en el ámbito internacional. Según Lasi et al. (2014), la Industria 4.0 implica la incorporación de tecnologías avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT), la automatización y la inteligencia artificial, en los procesos industriales. La transformación digital se ha identificado como un factor clave para mejorar la productividad y competitividad de las MiPyMEs, permitiendo una mayor automatización y optimización de procesos (Schwab, 2016).

En el contexto global, diversas empresas han logrado implementar con éxito herramientas de digitalización para optimizar sus procesos, destacándose por la mejora en su competitividad y eficiencia operativa. A continuación, se presentan algunos estudios de casos que ilustran estos logros y ofrecen comparaciones útiles para las MiPyMEs manufactureras colombianas:

1. **Caso de Siemens AG (Alemania):** Siemens, una de las principales compañías de ingeniería eléctrica y electrónica en Alemania, ha implementado una estrategia integral de digitalización dentro de su planta de producción mediante la adopción de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT) y sistemas de gestión de calidad automatizados. La integración de sistemas digitales permitió a Siemens reducir los errores de producción en un 20% y mejorar la trazabilidad de los productos en tiempo real, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad ISO 9001 (McKinsey, 2022). Este éxito refuerza la importancia de la adopción de herramientas tecnológicas para mejorar la precisión y eficiencia en la gestión de la calidad.
2. **Caso de Embraer (Brasil):** Embraer, una de las mayores fabricantes de aeronaves en el mundo, digitalizó su cadena de producción implementando plataformas digitales de gestión de proyectos y calidad. La adopción de herramientas como Jira permitió a Embraer automatizar sus flujos de trabajo en el control de calidad, mejorando la identificación de no conformidades y agilizando las acciones correctivas. Como resultado, la empresa logró reducir el tiempo de respuesta a incidentes de calidad en un 30% y mejorar su productividad general en un 25% (BID, 2020). La experiencia de Embraer es un ejemplo claro de cómo

las MiPyMEs pueden utilizar herramientas accesibles como Jira para mejorar significativamente sus procesos internos.

3. **Caso de Colgate-Palmolive (Estados Unidos):** Colgate-Palmolive implementó una solución digital para gestionar el control de calidad en sus plantas de producción mediante la plataforma SAP QM, logrando reducir un 35% los costos operativos relacionados con la gestión de calidad y mejorando la eficiencia en auditorías internas. Este caso ilustra el impacto positivo de la digitalización en grandes empresas, y destaca la importancia de invertir en herramientas escalables para optimizar procesos, una lección aplicable a las MiPyMEs en función de sus recursos y necesidades (SAP, 2020; Colgate-Palmolive Annual Report, 2020).
4. **Caso de Tutto (Colombia):** Tutto, una marca colombiana de mochilas y accesorios, inició su transformación digital con la implementación de tecnologías de gestión de proyectos y automatización del control de calidad. A través de la adopción de herramientas digitales como Confluence, Tutto logró centralizar la documentación y mejorar la comunicación interna, permitiendo un seguimiento más eficiente de los estándares de calidad. Este cambio resultó en una reducción del 15% en los tiempos de producción y un aumento del 20% en la satisfacción del cliente gracias a la mejora en la calidad de los productos (MinTIC, 2020).

Estos casos muestran cómo la digitalización puede mejorar la eficiencia, competitividad y capacidad de respuesta de las empresas. Para las MiPyMEs manufactureras en Colombia, estos ejemplos demuestran la viabilidad y los beneficios de utilizar herramientas como Jira y Confluence, que no solo optimizan los procesos de

control de calidad, sino que también fortalecen la gestión del conocimiento y la toma de decisiones en tiempo real.

Un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 2020 indicó que la adopción de tecnologías digitales puede incrementar la productividad de las MiPyMEs en un 25%, además de facilitar una mejor trazabilidad de los productos y una identificación rápida de problemas de calidad (Deloitte, 2019). La adopción de tecnologías digitales también mejora la capacidad de las MiPyMEs para cumplir con estándares internacionales y optimizar su eficiencia en procesos operativos (Universidad de los Andes, 2022).

El control de calidad es esencial para asegurar que los productos cumplan con los estándares establecidos. La norma ISO 9001, reconocida internacionalmente, establece los criterios para un sistema de gestión de calidad efectivo, basado en principios como el enfoque en el cliente, la mejora continua y la toma de decisiones basada en datos (ISO, 2020).

Implementar un sistema de gestión de calidad basado en ISO 9001 es un desafío para muchas MiPyMEs debido a la falta de recursos financieros y tecnológicos (Díaz & Pérez, 2020). En este sentido, la digitalización de los procesos de control de calidad es clave para que las MiPyMEs puedan asegurar el cumplimiento de los estándares internacionales y mejorar su competitividad. La automatización de procesos y la integración de plataformas digitales, como Jira y Confluence, les permite gestionar eficazmente las no conformidades, auditorías y acciones correctivas (Morales & Zúñiga, 2021).

En el contexto de las MiPyMEs manufactureras, herramientas como Jira y Confluence se presentan como soluciones accesibles para optimizar el control de calidad. Estas herramientas permiten la automatización de flujos de trabajo, la mejora en la trazabilidad y el monitoreo en tiempo real de los procesos de producción y control de calidad (Atlassian, 2022).

- **Jira:** Es una plataforma de gestión de proyectos que facilita la creación de flujos de trabajo personalizados y el seguimiento de tareas relacionadas con el control de calidad. Su capacidad para gestionar no conformidades y garantizar la trazabilidad en tiempo real es esencial para la optimización de los procesos productivos en las MiPyMEs (Atlassian, 2022).
- **Confluence:** Es una plataforma colaborativa que centraliza la documentación, facilitando el acceso a políticas, procedimientos y resultados de auditorías. Esta herramienta mejora la gestión del conocimiento dentro de la empresa y asegura que todos los empleados trabajen con la misma información actualizada (Atlassian, 2022).

El Internet de las Cosas (IoT) es una tecnología clave dentro de la Industria 4.0 que facilita la recopilación de datos en tiempo real y mejora la eficiencia operativa en los procesos de control de calidad. El uso del IoT en la manufactura permite la detección temprana de problemas de calidad y una respuesta más rápida a las no conformidades, lo que reduce los costos operativos y mejora la satisfacción del cliente (Lasi et al., 2014).

Un estudio de McKinsey & Company (2022) muestra que la adopción de IoT en la manufactura ha permitido que las empresas mejoren su eficiencia operativa en un 30%, lo que es especialmente relevante para las MiPyMEs que buscan optimizar sus procesos de control de calidad. Al integrar el IoT con plataformas como Jira y Confluence, las MiPyMEs pueden automatizar aún más sus procesos y mejorar la trazabilidad en tiempo real de los productos.

El cumplimiento normativo es un aspecto fundamental en la integración de tecnologías digitales en las MiPyMEs. Las plataformas Jira y Confluence cumplen con estándares internacionales como ISO 27001, que asegura la seguridad de la información, y el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR), que protege los datos personales (Atlassian, 2022). Esto garantiza que las MiPyMEs que adopten estas herramientas cumplan con los estándares de seguridad y privacidad más estrictos, aspecto crucial para su expansión en mercados internacionales.

En las MiPyMEs manufactureras de Colombia, la digitalización y optimización del control de calidad a través de herramientas como Jira y Confluence no solo mejora los procesos operativos, sino que también facilita el cumplimiento de normativas internacionales como ISO 9001. La adopción de tecnologías de la Industria 4.0 y el IoT permite a las MiPyMEs incrementar su competitividad y eficiencia operativa, aspectos esenciales para mantenerse en un mercado globalizado.

## Metodología

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un prototipo funcional que permita digitalizar y optimizar el proceso de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras de Colombia mediante el uso de herramientas digitales. La metodología propuesta abordará los desafíos tecnológicos, operativos y económicos que enfrentan estas empresas, estableciendo un modelo viable para su implementación futura (Creswell, 2014).

### 1. Enfoque de la Investigación

**Enfoque Cualitativo y Cuantitativo:** La investigación se llevará a cabo utilizando un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, para obtener una visión integral de los desafíos y las oportunidades que implica la digitalización de los procesos de control de calidad en las MiPyMEs (Bryman, 2012).

- **Cualitativo:** Este enfoque se utilizará para identificar y analizar en profundidad los desafíos tecnológicos, operativos y económicos que enfrentan las MiPyMEs en su proceso de digitalización. Se realizarán entrevistas semiestructuradas a actores clave dentro de las empresas, como gerentes de producción, responsables de calidad y responsables tecnológicos (Yin, 2014).
- **Cuantitativo:** Se complementará con un análisis estadístico a partir de encuestas a una muestra representativa de MiPyMEs manufactureras en Colombia. Esto permitirá cuantificar los niveles de adopción tecnológica, las barreras percibidas y los posibles beneficios que la digitalización del control de calidad podría generar (Fowler, 2013).

## **2. Alcance de la Investigación**

El alcance de esta investigación es descriptivo y exploratorio, ya que busca describir el estado actual de los procesos de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras y explorar cómo la digitalización, a través de herramientas como Jira y Confluence, puede optimizar dichos procesos (Robson, 2011).

La investigación no solo se enfocará en identificar problemas y soluciones, sino también en diseñar, desarrollar y validar un prototipo funcional en un entorno controlado, estableciendo así las bases para su implementación a mayor escala (Saunders, Lewis & Thornhill, 2015).

## **3. Fases de la Investigación**

La investigación se llevará a cabo en cinco fases clave:

### **Fase 1: Identificación de Desafíos y Análisis del Contexto**

- Revisión bibliográfica sobre digitalización, automatización y control de calidad en MiPyMEs manufactureras (Kitchenham et al., 2009).
- Entrevistas semiestructuradas con actores clave en MiPyMEs manufactureras colombianas (Kvale, 1996).
- Identificación de los principales desafíos tecnológicos, operativos y económicos que enfrentan las MiPyMEs en la digitalización de sus procesos de control de calidad (Denzin & Lincoln, 2011).

### **Fase 2: Diseño Conceptual del Modelo**

- Diseño de una estructura conceptual del modelo de digitalización y automatización de procesos de control de calidad (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014).
- Definición de los flujos de trabajo, puntos de control y requerimientos funcionales basados en herramientas digitales (Jira y Confluence) (Atlassian, 2023).
- Incorporación de estándares de control de calidad (ISO 9001) en el diseño conceptual del modelo (ISO, 2015).

### **Fase 3: Desarrollo del Prototipo Funcional**

- Desarrollo de un prototipo funcional que integre herramientas digitales para optimizar el proceso de control de calidad en MiPyMEs manufactureras (Preece, Rogers, & Sharp, 2015).
- Configuración y personalización de Jira y Confluence para adaptarse a las necesidades de control de calidad de las MiPyMEs (Atlassian, 2023).
- Implementación de flujos de trabajo automatizados y sistemas de seguimiento de no conformidades y auditorías (Atlassian, 2023).

#### **Fase 4: Validación del Prototipo en un Entorno Controlado**

- Pruebas del prototipo en un entorno controlado con la participación de MiPyMEs manufactureras (Yin, 2014).
- Evaluación de la viabilidad técnica del prototipo, asegurando que cumpla con los requisitos funcionales y operativos establecidos (Cooper & Schindler, 2014).
- Recolección de datos sobre la efectividad del prototipo en mejorar la trazabilidad, la eficiencia y la gestión del control de calidad (Creswell, 2014).

#### **Fase 5: Desarrollo de un Roadmap para la Implementación**

- Elaboración de un roadmap o guía que permita a otras MiPyMEs implementar el prototipo desarrollado (Bryson, 2018).
- Desarrollo de recomendaciones personalizadas para la implementación, basadas en las características de las MiPyMEs manufactureras colombianas (Patton, 2015).

#### **4. Población y Muestra Población:**

- **Población** objetivo de esta investigación incluye MiPyMEs manufactureras en Colombia, que operan en sectores clave como la producción de alimentos, productos químicos, textiles y metalurgia. Estos sectores representan una parte significativa de la industria manufacturera del país y enfrentan desafíos únicos en términos de digitalización y control de calidad (BID, 2021; MinTIC, 2020).

- **Muestra** consistirá en una revisión documental exhaustiva de entre 5 y 10 estudios, informes técnicos y casos documentados de MiPyMEs que ya hayan implementado o intentado implementar procesos de digitalización en sus sistemas de control de calidad. Los documentos serán obtenidos a través de bases de datos académicas, páginas web de las empresas e informes de organismos internacionales como la CEPAL, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y el Banco Mundial.
- Se incluirán además publicaciones especializadas en digitalización de procesos industriales y fuentes locales de organizaciones colombianas, como Confecámaras y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), para asegurar una cobertura completa del contexto nacional (CEPAL, 2021; Banco Mundial, 2020; Confecámaras, 2019). Esta revisión documental permitirá analizar las lecciones aprendidas, las mejores prácticas observadas y los desafíos enfrentados en cada caso, proporcionando información esencial para el desarrollo del prototipo.

## 5. Instrumentos de Recolección de Datos

**Revisión documental:** Este instrumento se centrará en informes y estudios previos sobre MiPyMEs manufactureras que hayan implementado herramientas digitales en sus procesos de control de calidad. La revisión incluirá la identificación y análisis de información relacionada con:

- El nivel de adopción de herramientas digitales en los procesos de calidad de las MiPyMEs (MinTIC, 2020).
- Barreras tecnológicas y organizativas que han obstaculizado la implementación de tecnologías digitales (BID, 2021).

- Beneficios percibidos en términos de mejora de la eficiencia y competitividad tras la adopción de dichas herramientas (CEPAL, 2021).

Además, se explorarán los factores que limitan o favorecen la adopción de herramientas como Jira y Confluence, analizando casos relevantes documentados en empresas similares (Confecámaras, 2019).

**Análisis Documental:** Este análisis se basará en documentos internos de las empresas, como informes de auditoría y procedimientos de control de calidad, para identificar cómo se gestionan actualmente los procesos de calidad y las áreas que pueden beneficiarse de la implementación del prototipo. El análisis permitirá observar cómo herramientas específicas pueden mejorar la eficacia y la trazabilidad en la gestión de calidad (Banco Mundial, 2020).

## 6. Desarrollo y Validación del Prototipo

**Desarrollo del Prototipo:** El prototipo se desarrollará utilizando las plataformas Jira y Confluence. Estará diseñado para optimizar tareas como la gestión de no conformidades, trazabilidad de productos, auditorías y la automatización de flujos de trabajo en los procesos de control de calidad, en línea con los estándares internacionales de gestión de calidad (ISO 9001) (ISO, 2015).

**Validación del Prototipo:** La validación se realizará en un entorno controlado, implementando el prototipo en una o más MiPyMEs seleccionadas. Durante esta fase, se evaluarán aspectos clave como la automatización de los flujos de trabajo en los procesos de gestión de calidad, la mejora en la gestión de no conformidades y la trazabilidad de los productos. Además, se medirá la satisfacción de los usuarios finales con las

herramientas, asegurando que el sistema sea intuitivo y eficiente (BID, 2021; MinTIC, 2020). La validación se llevará a cabo en tres fases:

### 1. **Criterios de Evaluación:**

- Evaluación de la automatización de los flujos de trabajo y los elementos más destacados del proceso de gestión de calidad (ISO, 2015).
- Análisis de la mejora en la gestión de no conformidades y la trazabilidad, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad internacionales (ISO 9001) (CEPAL, 2021).

### 2. **Medición de Resultados:**

- Los resultados se medirán mediante indicadores clave de rendimiento (KPI), tales como la reducción de errores operativos, la mejora en la trazabilidad y la eficiencia del proceso, comparando el rendimiento antes y después de la digitalización (Banco Mundial, 2020).

### 3. **Replicabilidad:**

- Se desarrollará un roadmap que permita facilitar la implementación en otras MiPyMEs, adaptando el prototipo a las capacidades tecnológicas y financieras de cada empresa. El diseño modular del prototipo permitirá su escalabilidad sin necesidad de modificaciones significativas (MinTIC, 2020).

## 7. Análisis de los Resultados

**Análisis Cualitativo:** Los datos de la revisión documental se analizarán mediante técnicas de codificación temática, organizando la información en categorías como barreras tecnológicas, operativas y económicas. Este enfoque facilita la identificación de patrones y desafíos comunes que enfrentan las MiPyMEs en su proceso de digitalización (Miles & Huberman, 1994). Además, permite una comprensión profunda de los obstáculos específicos y las oportunidades para mejorar el control de calidad en el contexto de las MiPyMEs manufactureras colombianas (CEPAL, 2021).

**Análisis Cuantitativo:** Los datos cuantitativos extraídos de la revisión documental serán analizados a través de estadísticas descriptivas, incluyendo frecuencias y porcentajes. También se explorarán correlaciones para comprender la relación entre el nivel de digitalización y la eficiencia en el control de calidad (Banco Mundial, 2020). Este análisis permitirá observar patrones de adopción tecnológica y su influencia en la competitividad de las MiPyMEs.

## 8. Trabajo de Campo

El trabajo de campo se desarrollará en dos fases clave, enfocadas en la revisión documental:

- **Fase de Preparación:** En esta fase, se establecerán los criterios para la selección de documentos, tales como estudios de caso y reportes relevantes, y se realizará una prueba piloto para validar la metodología de recolección de datos. Esta fase se asegura de que los documentos seleccionados sean representativos y útiles para el análisis (Confecámaras, 2019).

- **Fase de Recolección:** Se llevará a cabo una revisión documental exhaustiva de estudios y reportes técnicos que incluyan el uso de herramientas digitales en procesos de control de calidad de MiPyMEs manufactureras, evaluando la eficacia del prototipo en condiciones simuladas (MinTIC, 2020).

## 9. Propuesta de Solución

Este proyecto está centrado en el desarrollo y validación de un prototipo funcional en un entorno controlado, en lugar de una implementación completa. El éxito de los objetivos se evaluará mediante una serie de criterios para medir la viabilidad técnica y operativa del prototipo en un entorno simulado (ISO, 2015):

- **Validación técnica en un entorno controlado:** El prototipo será evaluado en un entorno simulado para verificar su capacidad de digitalizar y optimizar los procesos de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras. Se espera lograr la automatización de flujos de trabajo, mejorar la trazabilidad de productos y reducir errores operativos (CEPAL, 2021).
- **Cumplimiento de los requisitos funcionales y operativos:** Se evaluará si el prototipo cumple con los requisitos funcionales, como la gestión de no conformidades, la implementación de acciones correctivas y la generación de informes en tiempo real sobre la calidad del producto (Banco Mundial, 2020).

- **Escalabilidad y adaptabilidad:** Aunque no se implementará en producción, se evaluará la capacidad del prototipo para ser escalado y adaptado a diversos entornos productivos mediante simulaciones que midan su integración potencial con herramientas digitales existentes y su flexibilidad para ajustarse a las capacidades tecnológicas y financieras de las MiPyMEs (BID, 2021).
- **Viabilidad económica y operativa:** Mediante un análisis de costo-beneficio, se evaluará si el prototipo presenta una solución económica y viable, considerando la inversión futura requerida y los beneficios potenciales en términos de eficiencia y competitividad (Confecámaras, 2019).

### **Resultados (Prototipo)**

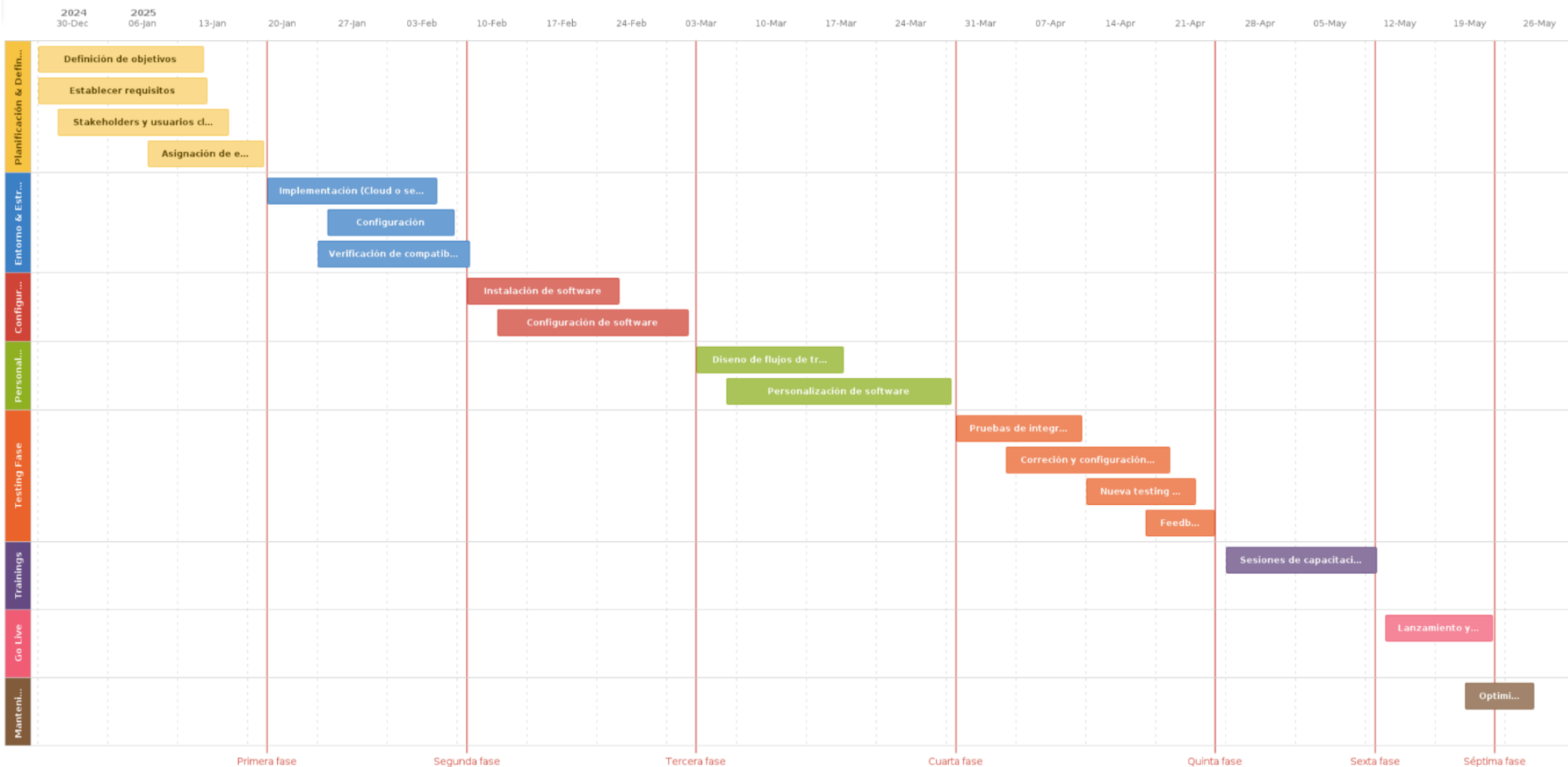
Se ha desarrollado un prototipo enfocado en gestionar de manera eficiente el proceso de auditoría de calidad para proveedores en MiPyMEs manufactureras colombianas, utilizando un "Service Desk Project" dentro de la plataforma Jira Service Management.

Este tipo de proyecto en Jira permite a las MiPyMEs organizar y resolver incidencias relacionadas con el control de calidad y soporte, centralizando todas las solicitudes en un solo sistema que facilita el seguimiento y la priorización de cada solicitud. Las funcionalidades de Jira permiten categorizar y gestionar automáticamente las solicitudes según sus características y urgencia, lo que asegura que los recursos se asignen adecuadamente. Esta solución es ideal para entornos manufactureros, ya que aborda las necesidades de trazabilidad y control riguroso en los procesos de calidad, esenciales para cumplir con estándares internacionales y mejorar la competitividad en el mercado global (Atlassian, 2022; ISO, 2015).

Para la implementación del proyecto se ha creado un Roadmap o hoja de ruta con ayuda del software Confluence, la cual es una herramienta visual que muestra de manera clara los pasos, objetivos y prioridades necesarios para alcanzar una meta específica dentro de un proyecto, producto o estrategia.

# DESARROLLO DE UN PROTOTIPO FUNCIONAL PARA LA DIGITALIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN MIPYMES MANUFACTURERAS COLOMBIANAS MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES

Ilustración 1 - Roadmap para la implementación de los Software de Jira & Confluence



A continuación, se detallan las fases y los pasos que se requieren para la implementación de los Software de Jira y Confluence:

**1. Planificar y definir objetivos (1-2 semanas):**

- Determinar qué se busca lograr con la implementación, como mejorar flujos o aumentar la visibilidad de proyectos.
- Establecer requisitos específicos según las necesidades de la organización.
- Identificar los usuarios clave y los responsables del proyecto.
- Asignar un equipo de trabajo para liderar la implementación.

**2. Preparar el entorno e infraestructura (1-2 semanas):**

- Seleccionar entre implementación en la nube o en servidores internos.
- Configurar el entorno técnico, reservando espacio y ajustando servidores si es necesario.
- Verificar la compatibilidad de sistemas actuales con Jira y Confluence.

**3. Configurar inicialmente Jira y Confluence (2-3 semanas):**

- Instalar el software en el entorno seleccionado.
- Configurar proyectos y flujos de trabajo básicos en Jira.
- Crear roles, permisos y activar notificaciones.
- Configurar espacios de trabajo y permisos básicos en Confluence.
- Personalizar plantillas para documentación.

**4. Personalizar y desarrollar flujos de trabajo (3-4 semanas):**

- Diseñar flujos específicos en Jira según las necesidades de cada equipo.
- Configurar tipos de tareas, subtareas y sus transiciones.
- Personalizar plantillas en Confluence para reuniones y reportes.
- Integrar Jira con Confluence para sincronizar tareas y documentación.

**5. Probar e implementar ajustes** (1-2 semanas):

- Realizar pruebas de integración entre Jira y Confluence.
- Verificar que las notificaciones, permisos e informes funcionen correctamente.
- Recopilar retroalimentación de los usuarios clave.
- Ajustar configuraciones según el feedback recibido.

**6. Capacitar a los usuarios** (1 semana):

- Organizar sesiones de capacitación para explicar las funcionalidades principales de Jira y Confluence.
- Proporcionar guías y recursos de apoyo.
- Realizar entrenamientos específicos según las funciones de cada equipo.

**7. Lanzar y hacer seguimiento** (1-2 semanas):

- Activar el sistema para todos los usuarios.
- Realizar un seguimiento cercano durante las primeras semanas para resolver problemas.
- Monitorear el uso y satisfacción de los usuarios.
- Realizar ajustes y mejoras continuas.

**8. Optimizar y mantener el sistema** (continuo):

- Revisar el sistema regularmente para adaptarlo a las necesidades cambiantes.
- Actualizar el software y mantener el entorno técnico en condiciones óptimas.
- Agregar nuevas funcionalidades según los requerimientos futuros.

### **Funcionamiento del Service Desk Project en Jira**

En esta investigación, se muestra que el "Service Desk Project" en Jira es una solución eficiente para la gestión de solicitudes de soporte y control de calidad en las MiPyMEs, especialmente en entornos manufactureros. Este tipo de proyecto permite a los equipos organizativos estructurar, categorizar y priorizar incidencias de manera automatizada, asegurando que los recursos se asignen de forma precisa según las características específicas de cada solicitud (Atlassian, 2022).

- **Portal de Clientes:** El portal de clientes facilita la recepción de solicitudes, clasificándolas según el tipo de petición o urgencia, lo que permite al equipo de soporte priorizar y asignar recursos de manera eficiente (Confecámaras, 2019).
- **Automatización y Flujos de Trabajo Personalizados:** Jira Service Management permite la creación de reglas de automatización para asignar solicitudes al personal adecuado, enviar notificaciones y actualizar estados. Esto simplifica el proceso de soporte y reduce el trabajo manual, optimizando el tiempo y mejorando la calidad de respuesta (MinTIC, 2020).
- **Gestión de Colas y Tableros de Soporte:** Los equipos pueden visualizar las solicitudes en colas clasificadas por prioridad o SLA, y utilizar tableros Kanban para monitorear el estado de cada solicitud, facilitando la visualización del flujo de trabajo y los tiempos de respuesta (Banco Mundial, 2021).
- **Elementos Clave del Prototipo**

En esta investigación, los elementos clave del prototipo en Jira fueron diseñados para mejorar la gestión de calidad en las MiPyMEs. Las funciones personalizadas, como Custom Fields y Screens, permiten adaptar el sistema a necesidades

específicas, capturando y mostrando solo la información relevante en cada etapa (Atlassian, 2022). Además, los Screen Schemes y Workflows organizan los flujos de trabajo, facilitando un seguimiento ordenado y eficiente de cada solicitud y estado, desde "En progreso" hasta "Listo para revisión", optimizando así el control de calidad (ISO, 2015; CEPAL, 2021).

- **Custom Fields (Campos Personalizados):** Estos campos se agregan para capturar información específica no cubierta por los campos predeterminados en Jira. Permiten adaptar el sistema a las necesidades particulares del equipo, como priorización y ubicación, proporcionando un sistema más personalizado y funcional (Atlassian, 2022).
- **Screens (Pantallas):** Las screens en Jira permiten mostrar solo los campos relevantes en cada fase del flujo de trabajo, como al crear o cerrar un ticket. Esto garantiza que el equipo vea únicamente la información necesaria, mejorando la eficiencia del proceso (ISO, 2015).
- **Screen Schemes (Esquemas de Pantalla):** Los screen schemes organizan diferentes pantallas de acuerdo con el tipo de operación (crear, ver o editar), ofreciendo flexibilidad y adaptabilidad a los procesos específicos del equipo, optimizando la estructura y claridad de los datos (CEPAL, 2021).
- **Workflow (Flujo de Trabajo):** El flujo de trabajo en Jira define los estados y transiciones que una tarea sigue desde su creación hasta su finalización. En este caso, se incluyen estados como "En progreso", "Listo para revisión" y "Completado", permitiendo un seguimiento claro y estructurado de cada auditoría de calidad (Atlassian, 2022).

Este prototipo no solo optimiza la eficiencia en la gestión de auditorías, sino que también se adapta a las necesidades específicas de las MiPyMEs, facilitando la integración de un proceso estandarizado y optimizado dentro de su sistema de control de calidad. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

**Vista del proyecto:**

Esta es la página principal del proyecto, aquí se encuentra todas las configuraciones de este y sus elementos claves, los cuales, fueron mencionados anteriormen

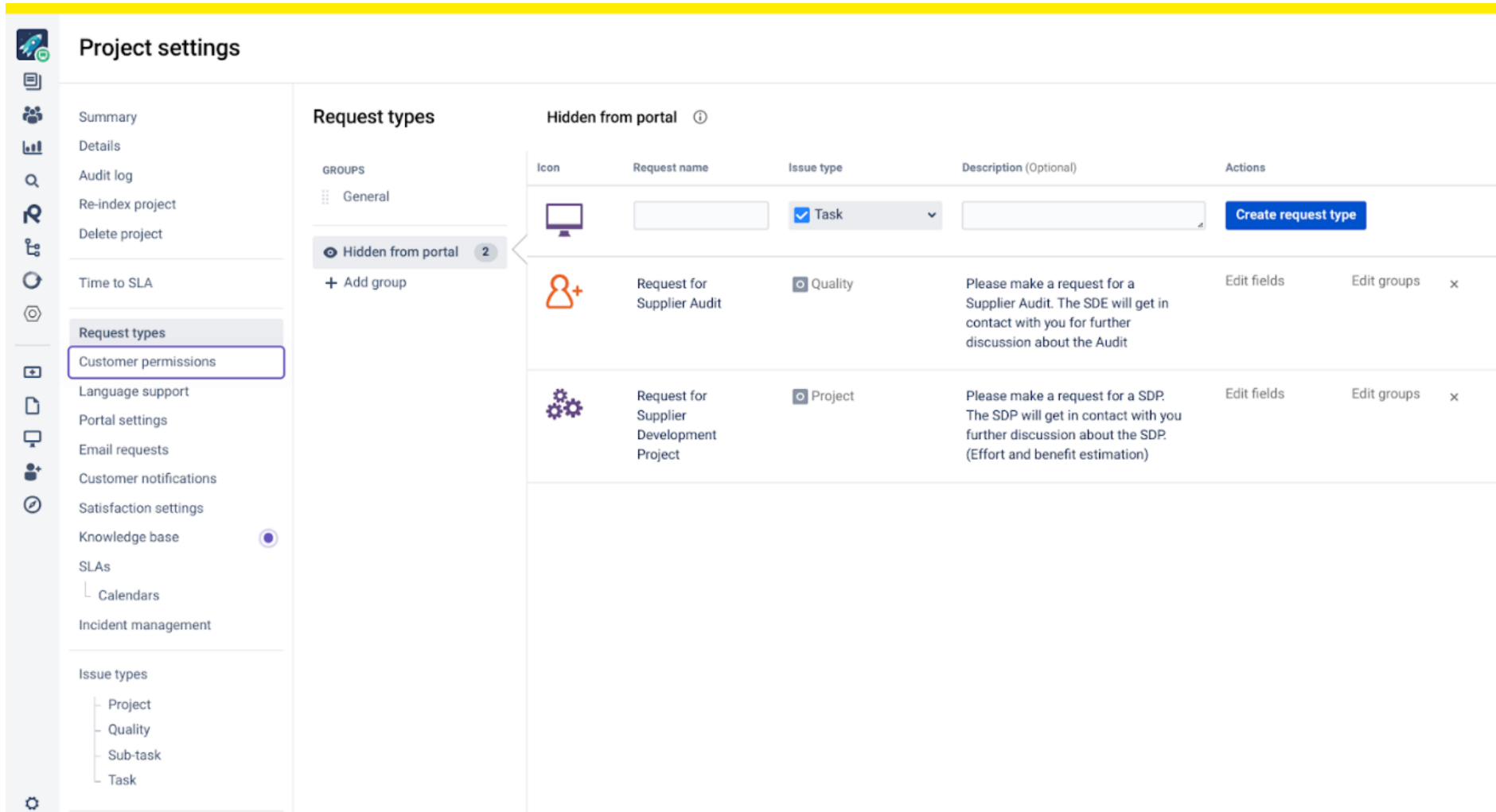


Ilustración 2 - Proyecto en Backend

### **Screens y Custom Fields:**

Los custom fields o campos personalizados son atributos adicionales que se pueden añadir a las tareas en Jira para capturar información específica que no está cubierta por los campos predeterminados. Estos campos permiten adaptar el sistema a las necesidades del equipo, como agregar campos para priorización, ubicación, o cualquier dato relevante para el proyecto.

Las screens son pantallas en Jira que muestran campos específicos cuando se crea, edita o realiza una transición en una tarea. Configurar una screen permite que solo los campos relevantes se muestren en momentos específicos del flujo de trabajo, como cuando se crea un ticket o se cierra.

The screenshot displays the 'Project settings' interface. On the left is a navigation sidebar with various settings categories. The main content area is titled 'QAUD: Audit-screen' and shows a configuration table for a 'Default' screen. The table lists various fields, their types, and whether they should be shown when empty.

Field	Type	Show when empty
Summary	System field	<input type="checkbox"/>
IA-Number	Text Field (single line)	<input checked="" type="checkbox"/>
Supplier	Text Field (single line)	<input checked="" type="checkbox"/>
External Support ID	Text Field (single line)	<input checked="" type="checkbox"/>
Product	Text Field (single line)	<input checked="" type="checkbox"/>
Affected parts	Text Field (multi-line)	<input checked="" type="checkbox"/>
Category	Radio Buttons	<input checked="" type="checkbox"/>
External issue ID	Text Field (single line)	<input checked="" type="checkbox"/>
Account Type	Radio Buttons	<input checked="" type="checkbox"/>
Attachment	System field	<input type="checkbox"/>
Location	Text Field (single line)	<input checked="" type="checkbox"/>
Comment decision	Text Field (multi-line)	<input checked="" type="checkbox"/>

Ilustración 3 - Screens y Custom Fields

### **Usuarios y roles:**

En un *service desk project* de Jira, los roles principales son esenciales para estructurar y organizar el flujo de trabajo, garantizando que cada miembro del equipo tenga los permisos y responsabilidades adecuados para resolver solicitudes de servicio de manera eficiente. Los roles más importantes son:

- **Administrador del Proyecto:** El administrador tiene permisos completos dentro del proyecto, lo que le permite configurar el *service desk*, gestionar usuarios, personalizar flujos de trabajo, ajustar SLAs, y configurar campos personalizados. Este rol se asegura de que la configuración del proyecto esté alineada con los requisitos del servicio y que todos los elementos del *service desk* estén bien organizados.
- **Agente de Servicio:** Los agentes de servicio son los responsables de gestionar y resolver las solicitudes de los clientes, en nuestro caso, las personas encargadas de gestionar los requerimientos de auditorías y de llevarlas a cabo. Pueden ver, responder, priorizar y cerrar solicitudes. También pueden aplicar SLAs, asignar tickets a otros agentes y colaborar con otros miembros del equipo. Este rol es fundamental para la atención directa y la resolución de incidencias.
- **Cliente (Usuario final):** Los clientes son los usuarios que envían las solicitudes de requerimientos de auditoría al *service desk*. Este rol es limitado en cuanto a permisos; los clientes pueden enviar solicitudes a través del portal de autoservicio, realizar un seguimiento del estado de sus peticiones, y agregar comentarios o archivos a sus tickets. No tienen acceso a otras funcionalidades de Jira ni visibilidad en otros tickets. (Ver screenshot *Jira Service Desk Front-End*)

En este caso el administrador del proyecto podrá agregar los agentes necesarios y otorgarles el rol que les correspondan. Esto se hace a través de la función “User and Roles”

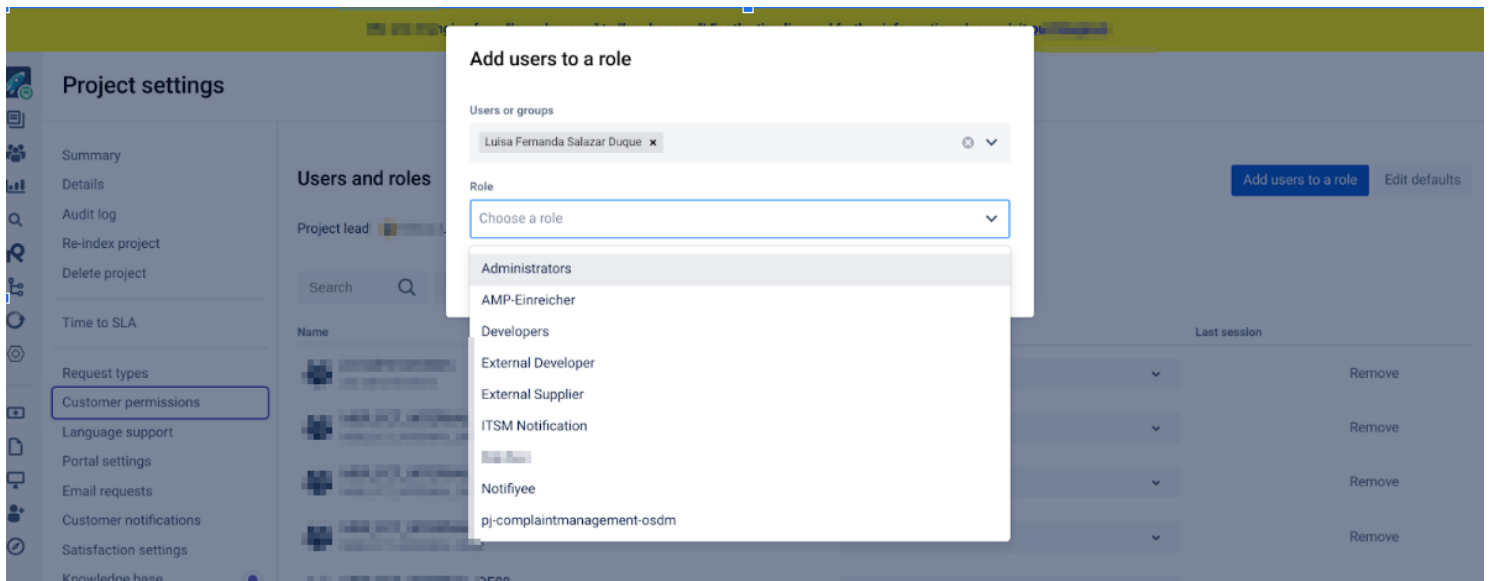


Ilustración 4 - User & Roles

**Jira Service Desk Front-End/Portal de clientes:**

Los usuarios finales pueden enviar sus solicitudes a través de un portal web fácil de usar, donde encuentran formularios predefinidos para diferentes tipos de solicitudes, como incidencias técnicas, solicitudes de acceso, cambios, entre otros. En este caso, se utiliza para la creación de tiquetes para requerimientos de auditorías de calidad para proveedores. Esto centraliza todas las solicitudes en un solo lugar y permite a los usuarios ver el estado de sus peticiones.

En este escenario, el reportero, que es la persona encargada de solicitar el requerimiento de auditoría al departamento de calidad, creará el tiquete en el Service Desk de la compañía. El reportero deberá completar todos los campos del formulario; algunos pueden ser opcionales, mientras que otros serán obligatorios, según la información requerida.

**Request for Supplier Audit**  
Quality Supplier Requests

Raise this request on behalf of  
Luisa Fernanda Salazar Duque (Admin User)

Summary  
Please enter "Audit-Suppliername-Year"

IA-Number (optional)

Supplier Name

Supplier ID  
Please enter the SAP Ariba Number "9001xxxxx"

Supplier type (optional)  
 None  
 new supplier  
 existing supplier

Commodity (optional)

Formatting Help Create Cancel

Ilustración 5 - Service Desk Formulario parte No. 1

The screenshot shows a web form titled "Request for Supplier Audit" with the subtitle "Quality Supplier Requests". The form includes a file upload area with the instruction "Drag and drop files, paste screenshots, or browse". Below this are three radio button options for "Audit type (optional)": "None" (selected), "system audit", and "process audit". A note "Has to be clarified" is positioned below the radio buttons. The form also features three text input fields: "Target (optional)", "Reason", and "Comment (optional)". At the bottom left, there is a "Formatting Help" link, and at the bottom right, there are "Create" and "Cancel" buttons.

**Request for Supplier Audit**  
Quality Supplier Requests

Ⓜ Drag and drop files, paste screenshots, or  
browse

Audit type (optional)

None

system audit

process audit

Has to be clarified

Target (optional)

Reason

Comment (optional)

Formatting Help

Create Cancel

Ilustración 6 - Service Desk Formulario parte No. 2

Una vez el tiquete haya sido creado, se le asignará un número de tiquete (QAUD-323) y esta será la vista que tendrá el reportero de su tiquete. Como se evidencia en la imagen, aquí aparecerán todos los campos que fueron previamente diligenciados por el reportero. Así mismo, el reportero podrá siempre ver en qué estado se encuentra el requerimiento de auditoría y también podrá compartir el tiquete con más participantes.

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO FUNCIONAL PARA LA DIGITALIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN MIPYMES MANUFACTURERAS COLOMBIANAS MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES

QUALITY SUPPLIER AUDIT REQUEST > Requerimiento de auditoría

**Requerimiento de auditoría** (QAUD-323)

---

**DETAILS**

IA-Number / Cost Center  
123456789

Supplier name  
Universidad EAN

Supplier ID  
1234-ABC

Commodity  
N/A

Audit type  
process audit

Supplier type  
new supplier

Description  
Esto es un test

Reason  
Esto es un test

Target  
N/A

Comment  
Esto es un test

Scoring  
10

TO DO

---

Don't notify me

**REQUEST PARTICIPANTS**

Share

Luisa Fernanda Salazar Duque (Admin User)  
Creator

Ilustración 7 - Service Desk Ticket

### **Jira Service Desk Back-End**

El *backend* de un ticket en Jira Service Management, específicamente en un *service desk project*, es el sistema donde se almacena y gestiona toda la información y la lógica asociada a ese ticket en particular. En este backend se organizan los datos del ticket, como el estado, los campos personalizados, las relaciones con otros tickets, los SLA, y las reglas de flujo de trabajo.

A continuación, se presenta la vista de cómo se ve el tiquete en el Back-End para el departamento de calidad encargados del proceso de requerimientos de auditorías:

# DESARROLLO DE UN PROTOTIPO FUNCIONAL PARA LA DIGITALIZACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD EN MIPYMES MANUFACTURERAS COLOMBIANAS MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES

The screenshot displays a Jira ticket titled "Requerimiento de auditoría" (Quality Supplier Audit Request) with ID QAUD-323. The ticket is currently in the "To Do" status and is categorized as "Quality" with a "Minor" priority. The resolution is listed as "Unresolved".

**Details:**

- Type: Quality
- Priority: Minor
- Labels: None
- IA-Number: 123456789
- Supplier: Universidad EAN
- External Support ID: 1234-ABC
- Product: N/A
- Category: process audit
- Total costs: 0
- External issue ID: 0
- Account Type: new supplier
- Comment decision: Esto es un test
- Target: N/A
- Additional Comment: Esto es un test
- Score Value: 10
- Checklist: 0/2 items (Audit Planning, Supplier Auditing)

**Description:** Esto es un test

**SLAs:** 3h 59m. Time to resolution within 4h.

**People:** Assignee: Unassigned; Reporter: Luisa Fernanda Salazar Duque (Admin User); Groups: None; Votes: 0; Watchers: 0.

**Service project request:** Request type: Request for a Supplier Audit; Customer status: To Do; Channel: Portal.

**Dates:** Created: 24/Oct/24 15:59; Updated: 24/Oct/24 15:59; Start Date: 01/Jan/00 00:00; End Date: 31/Oct/24 15:57.

**Promoted Search Results:** (None listed)

Ilustración 8 - Backend Ticket

Aquí se muestran de igual manera todos los campos que han sido diligenciados por el reportero. En este caso, el tiquete puede ser asignado a la persona encargada de este proceso de auditorías. En el Back-End las personas encargadas de este proceso, pueden generar una comunicación directa entre el reportero y el auditor usando la función de “Comentarios”, por otro lado, también se puede generar una comunicación interna en el tiquete, es decir, entre los colegas del departamento de calidad. Es importante mencionar que, los comentarios internos solo serán visibles en el Back-End y solo para las personas que usan el proyecto de calidad.

### **Flujo de trabajo (Workflow)**

Un workflow es el flujo de trabajo que define los estados y transiciones por los que pasa una tarea desde su creación hasta su finalización. Cada workflow es personalizable y puede incluir estados como “En progreso”, “Listo para revisión” y “Completado”, con transiciones específicas que permiten controlar el movimiento de las tareas a lo largo del proceso.

Para este proceso se ha creado el siguiente flujo de trabajo, aquí se encuentran determinados todos los estados en los que se pueden se desplazará el proceso. El proceso iniciará en el estado de “To Do”, que es cuando se cree el tiquete y dependiendo de los requerimientos que se vayan precisando, se podrá desplazar el flujo del trabajo al estatus correspondiente. El tiquete se cerrará en el estado “Done”, esto significa que el requerimiento de auditoría ya fue realizado.

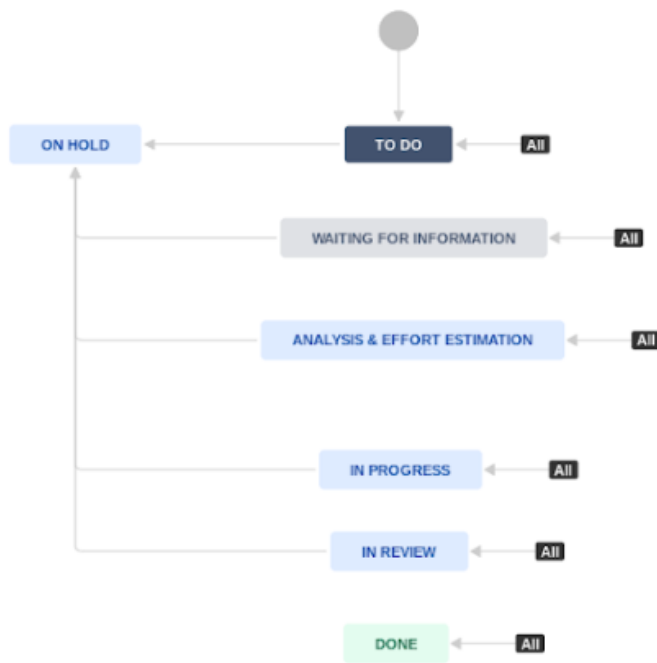


Ilustración 9 - Workflow

## **Análisis de Costos**

A continuación, se presenta un análisis detallado de los costos asociados al proyecto de digitalización y optimización del proceso de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras colombianas mediante el uso de herramientas digitales como Jira y Confluence, abarcando diversos factores esenciales:

### **Costos Directos**

#### **Licencias de software:**

- Jira: Precio de licencias desde \$7.75 USD por usuario/mes para la versión estándar, hasta \$15.25 USD por usuario/mes para la versión premium. Si se opta por la versión Enterprise, el costo es personalizado según las necesidades de la empresa (Atlassian, 2023).
- Confluence: Costos desde \$5.75 USD por usuario/mes hasta \$11 USD por usuario/mes para la versión premium (Atlassian, 2023).
- Alternativas: Herramientas más robustas como MasterControl o TrackWise son mucho más costosas, superando los \$10,000 USD por licencia (Praecipio, 2023).

#### **Implementación inicial:**

- Capacitación del personal: Inversión necesaria para entrenar a los empleados en el uso de las herramientas digitales. Este costo puede variar según el número de empleados y el tiempo necesario para la capacitación (MinTIC, 2019).

- Consultoría e integración: Adaptar las herramientas digitales al sistema existente en las MiPyMEs puede requerir desarrolladores o consultores que personalicen el software. Esto puede implicar costos adicionales por hora o por proyecto (Confecámaras, 2020).

**Hardware adicional:** Si las MiPyMEs tienen infraestructura obsoleta, puede ser necesario invertir en nuevos equipos o en mejorar la conectividad, lo que aumentará los costos (CEPAL, 2023).

### **Costos Indirectos**

#### **Mantenimiento y actualizaciones:**

- Costos asociados a la actualización regular del software, mantenimiento técnico y posibles personalizaciones adicionales a lo largo del tiempo.
- Costos relacionados con la gestión de incidencias o soporte técnico especializado para resolver problemas que puedan surgir en el uso cotidiano del software (Rodríguez et al., 2020).

**Pérdida de productividad durante la implementación:** Durante el proceso de transición a los nuevos sistemas, es probable que las MiPyMEs enfrenten una disminución temporal de la productividad, lo que puede generar costos en términos de pérdida de ingresos o retrasos en la producción (MinTIC, 2020).

### **Costos de Oportunidad**

**Aumento de la competitividad:** La inversión inicial en tecnologías como Jira y Confluence puede llevar a una optimización significativa de los procesos de calidad, reduciendo errores, automatizando tareas y mejorando la eficiencia operativa. Esto podría generar retornos a largo plazo, como:

- Reducción de costos operativos: Menor incidencia de errores humanos y tareas repetitivas, lo que se traduce en una disminución de los gastos operativos (OECD, 2020).
- Acceso a nuevos mercados: Facilita el cumplimiento de normas internacionales como ISO 9001, lo que puede abrir a las MiPyMEs oportunidades en mercados más grandes y competitivos (Banco Mundial, 2020).

### **Financiamiento**

**Programas de apoyo económico:** Existen programas gubernamentales y privados en Colombia que facilitan la adopción de tecnologías digitales en las MiPyMEs, como el programa de la marca país TI, lo cual podría ayudar a mitigar algunos de los costos iniciales (Procolombia, 2023).

La implementación de herramientas digitales como Jira y Confluence en las MiPyMEs manufactureras colombianas ofrece una serie de beneficios económicos que justifican la inversión en tecnología digital. A continuación, se detallan los principales beneficios de costos derivados de esta implementación, con base en el análisis anterior.

### **Reducción de Costos Operativos**

- **Automatización de tareas repetitivas:** Las herramientas digitales permiten automatizar procesos clave, como la gestión de no conformidades, el seguimiento de auditorías y la implementación de acciones correctivas, reduciendo la intervención manual y los errores humanos. Esto disminuye costos asociados a retrabajos, inspecciones adicionales y pérdidas de material (Atlassian, 2022).
- **Mejora en la trazabilidad:** La capacidad de seguimiento en tiempo real de los productos optimiza la identificación de problemas de calidad y reduce costos relacionados con el desperdicio de recursos y la falta de control sobre el inventario (CEPAL, 2023).

#### **1. Optimización de Recursos**

- **Mejor uso del personal:** Al digitalizar y automatizar los procesos de control de calidad, los empleados pueden enfocarse en actividades estratégicas y de valor añadido, maximizando la productividad sin necesidad de incrementar la plantilla (OECD, 2020).
- **Eficiencia en la toma de decisiones:** Herramientas como Jira y Confluence mejoran la disponibilidad y actualización de la información en tiempo real, acelerando la toma de decisiones operativas y reduciendo costos asociados a retrasos o problemas de comunicación (Rodríguez et al., 2020).

## 2. Disminución de Costos de No Conformidad

- **Prevención de errores:** La digitalización mejora la gestión de las no conformidades, reduciendo costos relacionados con la detección tardía de errores y minimizando el riesgo de retiradas de productos o sanciones por incumplimiento de normas de calidad (Banco Mundial, 2020).
- **Cumplimiento normativo simplificado:** La integración de herramientas digitales facilita el cumplimiento de normas internacionales, como ISO 9001, ahorrando costos en posibles multas o pérdidas de contratos (ISO, 2015).

## 3. Acceso a Nuevos Mercados

- **Cumplimiento de estándares internacionales:** Las MiPyMEs que digitalizan sus procesos cumplen más fácilmente con exigencias de calidad internacionales, permitiéndoles expandir operaciones y optimizar la relación costo-beneficio, distribuyendo costos operativos en una mayor base de producción (Procolombia, 2023).

## 4. Reducción de Costos por Inversión Inicial Baja

- **Modelos de pago accesibles:** Jira y Confluence tienen estructuras de licencias flexibles, permitiendo a las MiPyMEs comenzar con inversiones reducidas y expandir el uso de las herramientas conforme crezcan sus necesidades (Atlassian, 2023).

- **Eliminación de necesidad de infraestructura costosa:** Al ser herramientas en la nube, no requieren inversiones en infraestructura física, como servidores propios, lo que reduce costos iniciales y permite acceder a tecnología avanzada sin grandes desembolsos (Confecámaras, 2020).

## 5. Mejora de la Competitividad

- **Incremento en la productividad:** La digitalización puede aumentar la productividad hasta en un 25%, generando una mejora directa en los ingresos sin un aumento proporcional en los costos operativos (Unhelkar, 2011).
- **Reducción de tiempo de implementación de acciones correctivas:** Las herramientas digitales permiten una rápida respuesta a problemas de calidad, reduciendo el tiempo de inactividad en producción y los costos asociados a la implementación tardía de soluciones (Costello, 2011).

## 6. Costos a Largo Plazo Reducidos

- **Mantenimiento bajo:** Las herramientas en la nube, como Jira y Confluence, presentan costos de mantenimiento más bajos en comparación con soluciones on-premise, facilitando una planificación predecible de los costos operativos a largo plazo (Atlassian, 2022).

- **Escalabilidad sin costos desproporcionados:** Las MiPyMEs pueden empezar con pequeñas implementaciones y expandir el uso de las herramientas sin necesidad de cambiar de plataforma, manteniendo los costos controlados (CEPAL, 2023).

Los beneficios de costos para las MiPyMEs manufactureras incluyen la reducción de costos operativos, optimización de recursos, aumento en la competitividad y facilidad de escalabilidad con una inversión inicial baja. Estos beneficios permiten a las MiPyMEs mejorar su eficiencia, acceder a nuevos mercados y mantener un control de costos sostenido a lo largo del tiempo, fortaleciendo su viabilidad y sostenibilidad en un mercado global cada vez más competitivo.

En consonancia con estos beneficios, el análisis de costos en el proyecto de digitalización y optimización del proceso de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras colombianas mediante herramientas digitales como Jira y Confluence incluye factores esenciales, detallados a continuación:

### **Costos Iniciales Relacionados con los Requerimientos Funcionales**

- **Adquisición de software (Jira y Confluence):** Jira y Confluence ofrecen un modelo de licenciamiento escalable, con costos que van desde \$7.75 USD por usuario/mes en Jira y \$5.75 USD por usuario/mes en Confluence (Atlassian, 2023). Para una MiPyME con 10 usuarios, los costos anuales serían aproximadamente:
  - Jira:  $\$7.75 \text{ USD} \times 10 \text{ usuarios} \times 12 \text{ meses} = \$930 \text{ USD anuales}$ .
  - Confluence:  $\$5.75 \text{ USD} \times 10 \text{ usuarios} \times 12 \text{ meses} = \$690 \text{ USD anuales}$ .
  - Total, anual estimado: \$1,620 USD.

- **Capacitación del personal:** Entrenar a los empleados en el uso de las herramientas digitales puede implicar sesiones internas o capacitadores externos, con costos entre \$500 y \$1,500 USD por sesión o grupo (Confecámaras, 2020).
- **Personalización del software:** Adaptar las herramientas a los flujos de trabajo específicos de cada empresa puede costar entre \$2,000 y \$5,000 USD, especialmente si requiere contratar desarrolladores o consultores externos (Procolombia, 2023).

#### **Costos Derivados de los Requerimientos No Funcionales**

- **Facilidad de uso y soporte técnico:** Para asegurar el funcionamiento óptimo de la herramienta, el soporte técnico puede oscilar entre \$100 y \$500 USD mensuales, según el plan contratado (Atlassian, 2022).
- **Seguridad y cumplimiento normativo:** Cumplir con normativas como ISO 27001 y GDPR implica inversiones en sistemas de seguridad, que pueden incluir costos de entre \$1,000 y \$3,000 USD anuales para contratar especialistas en seguridad o realizar auditorías (ISO, 2015; GDPR, 2018).
- **Compatibilidad e integración:** La integración con sistemas antiguos podría requerir desarrollos adicionales mediante APIs, con costos entre \$2,000 y \$5,000 USD (Costello, 2011).

### **Costos Relacionados con las Restricciones**

- **Compatibilidad tecnológica:** En caso de que la infraestructura sea obsoleta, la actualización de hardware o la mejora de la conectividad a internet podría requerir una inversión de entre \$1,000 y \$10,000 USD, especialmente en áreas rurales con conectividad limitada (Banco Mundial, 2020).
- **Limitaciones económicas:** Debido a restricciones presupuestarias, algunas MiPyMEs podrían optar por versiones básicas del software. Además, los costos de mantenimiento y actualizaciones a largo plazo pueden oscilar entre \$1,000 y \$3,000 USD anuales (OECD, 2020).
- **Sostenibilidad ambiental:** La migración a soluciones en la nube para reducir el impacto ambiental podría implicar una inversión inicial de entre \$2,000 y \$6,000 USD, destinada a la optimización energética (Unhelkar, 2011).

### **Costos de Capacitación y Resistencia al Cambio**

- **Capacitación adicional y cambio organizacional:** La resistencia al cambio puede requerir sesiones adicionales de formación y consultoría externa, sumando hasta \$1,000 a \$2,000 USD al proyecto (Rodríguez et al., 2020).

### **Costos Potenciales Derivados de la Infraestructura y Restricciones Técnicas**

- **Conectividad a internet:** Para áreas con conectividad deficiente, mejorar el acceso puede costar entre \$500 y \$3,000 USD (Banco Mundial, 2020).
- **Actualizaciones continuas:** Las herramientas en la nube requieren un presupuesto anual para actualizaciones y mejoras tecnológicas, estimado entre \$500 y \$2,000 USD (CEPAL, 2023).

Este análisis de costos, que toma en cuenta tanto los requisitos funcionales como las restricciones, evidencia la necesidad de una inversión inicial considerable para licencias, capacitación, personalización del software y mantenimiento continuo. Sin embargo, esta inversión se ve compensada a largo plazo gracias a la mejora en la eficiencia operativa, la reducción de costos y el acceso a nuevos mercados que puede ofrecer la digitalización de los procesos de control de calidad.

Dado que el enfoque está en las MiPyMEs manufactureras en Colombia, es esencial encontrar formas de reducir los costos asociados con la implementación de herramientas digitales como Jira y Confluence, sin afectar el desarrollo ni el crecimiento de la empresa. Para ello, se investigaron diversas estrategias de reducción de gastos, manteniendo la calidad del proyecto.

### **Licencias de Software**

- **Usar versiones gratuitas o planes básicos:** Jira y Confluence ofrecen opciones gratuitas o de bajo costo para pequeños equipos (hasta 10 usuarios), lo que permite a las MiPyMEs iniciar con una inversión mínima y evaluar la viabilidad de las herramientas antes de expandirse (Atlassian, 2023).
- **Negociación de precios:** Al crecer el negocio, se pueden negociar precios personalizados o adquirir planes anuales, que suelen ser más económicos en comparación con los pagos mensuales (Procolombia, 2023).

### Capacitación del Personal

- **Capacitación interna:** Implementar un modelo de "formación de formadores" permite entrenar a un grupo pequeño de empleados, quienes luego capacitan al resto, reduciendo costos de capacitación externa (Confecámaras, 2020).
- **Uso de recursos de aprendizaje en línea:** Jira y Confluence cuentan con tutoriales y documentación gratuitos en línea, y existen cursos accesibles en plataformas como Coursera, Udemy o YouTube, que pueden complementar la capacitación formal (Atlassian, 2023).

### Personalización del Software

- **Configuraciones estándar al inicio:** Evitar personalizaciones excesivas reduce los costos iniciales, permitiendo que la empresa determine qué personalizaciones son realmente necesarias conforme se familiarice con el software (Banco Mundial, 2020).
- **Automatizaciones básicas:** Las capacidades de automatización de Jira y Confluence permiten configurar flujos de trabajo simples sin necesidad de programación avanzada, lo que evita la contratación de desarrolladores externos (Atlassian, 2023).

### Soporte Técnico

- **Aprovechar la comunidad y foros:** Los foros de la comunidad de Atlassian contienen soluciones a problemas comunes, lo que permite evitar gastos en soporte técnico adicional (Atlassian, 2023).

- **Contratar soporte bajo demanda:** En lugar de un soporte técnico mensual, las empresas pueden optar por servicios bajo demanda, pagando solo cuando se presente un problema que requiera asistencia (CEPAL, 2023).

### **Seguridad y Cumplimiento Normativo**

- **Utilizar controles integrados:** Jira y Confluence cumplen con estándares de seguridad como ISO 27001 y GDPR, lo que reduce la necesidad de inversiones adicionales en seguridad si se gestionan adecuadamente desde el inicio (ISO, 2015; GDPR, 2018).
- **Revisiones internas:** En lugar de auditorías externas frecuentes, se pueden realizar revisiones internas de seguridad, recurriendo a auditorías externas solo en momentos clave, como durante la certificación (OECD, 2020).

### **Actualización de Infraestructura**

- **Adoptar soluciones en la nube:** La versión en la nube de Jira y Confluence elimina la necesidad de invertir en infraestructura física como servidores, reduciendo los costos de actualización y mantenimiento de equipos (Unhelkar, 2011).
- **Aprovechar incentivos gubernamentales:** En Colombia, programas del MinTIC ofrecen apoyo a las MiPyMEs para digitalizar su infraestructura tecnológica, lo que puede ayudar a financiar la actualización (MinTIC, 2023).

### Migración a Soluciones Verdes y Sostenibles

- **Optimización de recursos:** Antes de migrar a soluciones verdes, revisar el consumo actual de energía e implementar estrategias de ahorro, como la virtualización de servidores, permite una transición gradual y menos costosa hacia tecnologías sostenibles (Costello, 2011).
- **Uso compartido de recursos en la nube:** Las soluciones en la nube, como las de Atlassian, optimizan el uso de infraestructura física compartida, lo que reduce los costos de energía asociados al mantenimiento de servidores propios (Atlassian, 2023).

### Principales Costos para la implementación

Concepto	Costo Estimado (USD)
Licencias de software (Jira y Confluence)	\$1,620 USD anuales para 10 usuarios
Capacitación del Personal	\$500 - \$1,500 USD por grupo/sesión
Personalización del software	\$2,000 - \$5,000 USD adaptación a los flujos de trabajo
Soporte técnico	\$100 - \$500 USD mensuales
Seguridad y cumplimiento normativo	\$1,000 - \$3,000 USD anuales
Actualización de infraestructura	\$1,000 - \$10,000 USD
Migración a soluciones verdes y sostenibles	\$2,000 - \$6,000 USD

Tabla 5 - Principales costos de implementación

**Fuente.** (Atlassian, 2023; Procolombia, 2023; Confecámaras, 2020; Banco Mundial, 2020; ISO, 2015; GDPR, 2018; CEPAL, 2023; Costello, 2011).

Para implementar herramientas digitales en las MiPyMEs manufactureras, es clave optimizar los costos y aprovechar las fuentes de financiamiento disponibles. Opciones como subsidios, créditos especializados y alianzas estratégicas facilitan el acceso a soluciones como Jira y Confluence, minimizando la inversión inicial. Este enfoque gradual y respaldado garantiza una transición eficiente hacia la digitalización, fortaleciendo la competitividad de estas empresas en el mercado global.

### **Estrategia General**

- Adoptar un enfoque escalonado: En lugar de intentar implementar todas las mejoras tecnológicas a la vez, puedes adoptar una estrategia de implementación gradual. Esto permite distribuir los costos a lo largo del tiempo, lo que reduce la presión financiera inmediata (Bancóldex, 2023).
- Evaluar el retorno de la inversión (ROI): Priorizando las áreas que generen un retorno de inversión más rápido (como la mejora en la eficiencia operativa) podrás liberar recursos para financiar otras mejoras tecnológicas en el futuro (Innpulsa, 2023).

Mediante el uso de recursos gratuitos, la capacitación interna, la reducción de personalizaciones no esenciales y la adopción gradual de tecnologías en la nube, las MiPyMEs pueden reducir los costos de la implementación de herramientas digitales mientras siguen beneficiándose de la transformación digital (Procolombia, 2023).

### **Alternativas de Financiamiento para la Implementación**

En Colombia, el apoyo financiero para el crecimiento de las MiPyMEs se ha fortalecido considerablemente, permitiendo a estas empresas acceder a opciones que cubran los costos asociados a la implementación de herramientas como Jira y Confluence. A continuación, se presentan algunas de las principales alternativas de financiamiento:

#### **1. Subsidios y Programas Gubernamentales**

- Programas del MinTIC en Colombia: El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) ofrece programas de apoyo para la digitalización de las MiPyMEs, cubriendo costos de tecnología, capacitación y consultoría (MinTIC, 2023).
- Innpulsa Colombia: Innpulsa apoya proyectos de transformación digital, innovación y crecimiento empresarial en MiPyMEs mediante convocatorias específicas para mejorar la infraestructura tecnológica (Innpulsa, 2023).
- Fondo Emprender del SENA: El SENA apoya iniciativas tecnológicas en empresas jóvenes, cubriendo aspectos de modernización (SENA, 2023).
- Créditos de Bancóldex: Ofrece créditos a tasas preferenciales para MiPyMEs que buscan digitalizarse, mejorar competitividad o expandirse a nuevos mercados (Bancóldex, 2023).

## **2. Líneas de Crédito Especializadas**

- **Créditos Financieros a Largo Plazo:** Algunas instituciones financieras ofrecen créditos específicos para adquisición tecnológica o digitalización empresarial, con tasas preferenciales y periodos de gracia (Findeter, 2023).
- **Créditos a bajas tasas de interés:** En Colombia, entidades como Bancóldex y Findeter ofrecen créditos para MiPyMEs que desean implementar tecnología, reduciendo la carga financiera a corto plazo (Bancóldex, 2023).

## **3. Leasing Tecnológico**

- **Arrendamiento de software y hardware:** Esta modalidad permite a las empresas adquirir tecnología mediante cuotas mensuales o anuales, sin incurrir en grandes inversiones iniciales. Este modelo es fiscalmente eficiente, ya que puede ser deducido como gasto operativo (CEPAL, 2023).

## **4. Capital Semilla y Fondos de Innovación**

- **Capital Semilla:** Algunas organizaciones, como la Cámara de Comercio y aceleradoras, ofrecen capital semilla sin reembolso para fomentar digitalización e innovación (Confecámaras, 2020).

- Fondos de Innovación: El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial ofrecen fondos para apoyar la adopción de tecnología en MiPyMEs de mercados emergentes (BID, 2022; Banco Mundial, 2022).

## **5. Crowdfunding y Financiación Colectiva**

- Crowdfunding: Plataformas como Kickstarter e Indiegogo permiten recaudar fondos. En Colombia, plataformas locales como La Vaquinha conectan a emprendedores con inversionistas individuales (La Vaquinha, 2023).
- Crowdlending: Plataformas como Afluenta ofrecen préstamos financiados por inversionistas individuales, permitiendo acceso a financiamiento a tasas competitivas (Afluenta, 2023).

## **6. Inversionistas Privados y Business Angels**

- Business Angels: Los inversores privados financian proyectos de transformación digital a cambio de una participación en la empresa (Procolombia, 2023).

## **7. Programas de Alianzas con Grandes Empresas**

- Alianzas estratégicas: Empresas tecnológicas como Microsoft, Google y Atlassian ofrecen apoyo en licencias a bajo costo y acceso gratuito a plataformas en sus programas para MiPyMEs (Microsoft, 2023; Google, 2023; Atlassian, 2023).

## **8. Autofinanciamiento y Reinversión de Utilidades**

- Utilización de recursos propios: Las empresas que ya generan utilidades pueden reinvertirlas en la digitalización, manteniendo el control total de las operaciones (Confecámaras, 2020)

Según las necesidades específicas de la empresa y los recursos disponibles, es posible combinar varias de estas estrategias para obtener los recursos necesarios y minimizar el impacto financiero en las operaciones diarias.

La digitalización y optimización de los procesos de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras colombianas mediante herramientas como Jira y Confluence ofrece numerosos beneficios, tales como reducción de costos operativos, mejora en la competitividad y acceso a nuevos mercados. Sin embargo, esta implementación requiere una inversión inicial significativa para licencias de software, capacitación, personalización y soporte técnico.

Para mitigar estos costos, las MiPyMEs pueden aprovechar diversas opciones de financiamiento, como los programas gubernamentales del MinTIC, créditos especializados de Bancóldex, leasing tecnológico, y fondos de capital semilla o de innovación de organismos internacionales como el BID. Además, existen alternativas como el uso de versiones básicas o gratuitas del software, capacitación interna, y apoyo mediante alianzas estratégicas con grandes empresas tecnológicas que faciliten el acceso a estas herramientas.

En términos de sostenibilidad, la adopción de soluciones en la nube y modelos de TI verdes puede contribuir a la reducción de costos a largo plazo, mientras que la escalabilidad y flexibilidad de las herramientas seleccionadas permiten a las empresas optimizar sus inversiones sin comprometer el crecimiento. Es fundamental que las MiPyMEs planifiquen gradualmente la implementación tecnológica, aprovechando todas las opciones de financiamiento y asistencia disponibles para asegurar una transición eficiente hacia la Industria 4.0.

Finalmente, con una adecuada gestión de los costos, la digitalización ofrece una oportunidad clave para que las MiPyMEs manufactureras mejoren su competitividad en un mercado global cada vez más exigente, garantizando tanto eficiencia operativa como cumplimiento normativo.

## Conclusiones

Este estudio abordó la digitalización y optimización del proceso de control de calidad en las MiPyMEs manufactureras de Colombia, mediante el uso de herramientas digitales como Jira y Confluence. Se analizaron los desafíos tecnológicos, operativos y económicos que enfrenta este sector y se diseñó un modelo de digitalización ajustado a sus necesidades específicas. Los resultados demuestran que la adopción de estas herramientas no solo mejora la productividad y competitividad, sino que también facilita la gestión de calidad y la toma de decisiones en tiempo real.

Además, se destacan estrategias para una implementación progresiva y escalable, apoyadas en financiamiento y programas de apoyo local, que permiten a las MiPyMEs hacer una transición efectiva hacia la Industria 4.0, asegurando su sostenibilidad y éxito en un mercado global cada vez más competitivo.

- **Identificación de desafíos tecnológicos, operativos y económicos:** Tras analizar las principales barreras que enfrentan las MiPyMEs manufactureras en Colombia, se concluye que la digitalización mediante herramientas como Jira y Confluence responde adecuadamente a las necesidades específicas de estas empresas. Esta implementación permite superar desafíos de productividad y competitividad, impulsando la automatización de procesos, facilitando la ejecución de acciones correctivas y mejorando la comunicación en tiempo real entre todos los involucrados en los procesos organizacionales.

- **Diseño y desarrollo de un modelo conceptual para la digitalización:** A través del uso de Jira y Confluence, se ha desarrollado un modelo de digitalización que optimiza y facilita el proceso de control de calidad, adaptando flujos de trabajo personalizados que permiten una gestión eficiente de las no conformidades. El prototipo ofrece una solución escalable y accesible que responde a los requisitos de control de calidad de las MiPyMEs y cumple con estándares internacionales como la ISO 9001.
- **Desarrollo de un prototipo funcional y su viabilidad:** La implementación del prototipo mostró mejoras significativas en la eficiencia de los procesos de control de calidad, incrementando la trazabilidad y reduciendo errores. Esto confirma que el uso de Jira y Confluence proporciona una estructura de gestión ágil y adaptable, facilitando la gestión de incidentes en tiempo real, lo que mejora la eficiencia operativa y reduce la carga de trabajo del personal.
- **Validación técnica en un entorno controlado:** La aplicación de este prototipo en entornos de prueba reflejó mejoras en la efectividad de las empresas, con reducción de costos operativos y tiempos de respuesta ante problemas de calidad. Sin embargo, para asegurar una adopción exitosa, es fundamental contar con una estrategia que incluya campañas de socialización y planes de acción que promuevan la aceptación del cambio entre los empleados.
- **Establecimiento de bases para una implementación gradual y escalable:** A través de la creación de un roadmap, las MiPyMEs pueden implementar herramientas digitales de manera progresiva, optimizando la estructura organizacional y minimizando riesgos. Esto permite a las empresas acceder a

financiamiento de programas gubernamentales como los del MinTIC o créditos de Bancóldex, promoviendo una transición hacia la Industria 4.0.

- **Optimización del trabajo colaborativo y mejora de la comunicación:** Las herramientas digitales implementadas han mostrado un impacto positivo en la comunicación y colaboración entre equipos, permitiendo la consulta y actualización de información en tiempo real. Esto reduce el riesgo de fallos en los procesos y asegura que los objetivos organizacionales se alcancen de manera más eficiente y coherente.
- **Mejora continua de la calidad y toma de decisiones:** La implementación de Jira y Confluence facilita una mejora constante en los procesos de control de calidad y, gracias a su escalabilidad, permite que las empresas optimicen sus inversiones sin comprometer el crecimiento. Se destaca la importancia de que cada organización evalúe sus necesidades y el impacto de estas herramientas antes de su implementación, asegurando una selección adecuada que se ajuste a sus proyectos y objetivos.

Finalmente, la digitalización de los procesos de control de calidad mediante Jira y Confluence en las MiPyMEs manufactureras de Colombia no solo mejora la eficiencia operativa y el cumplimiento normativo, sino que también incrementa la competitividad en el mercado global, garantizando que estas empresas mantengan un alto estándar de calidad y eficiencia en sus operaciones.

## Referencias

### Citas Parentéticas

Aguilar, E. (2019). *Transformación Digital en América Latina*. Editorial Académica.

Aguilar, L. J. (2020). *Industria 4.0: La cuarta revolución industrial*. Marcombo.

Atlassian. (2024). *Jira Software: Overview and Features*. Recuperado el 28 de agosto de 2024, de Atlassian.com

Atlassian. (2022). *Jira Service Management: Documentation and User Guide*.

Recuperado de <https://www.atlassian.com/software/jira/service-management>

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). *The Internet of Things: A Survey*. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). *Transformación digital en América Latina y el Caribe: experiencias y lecciones aprendidas*. Recuperado de <https://publications.iadb.org/es>

Banco Mundial. (2021). *La digitalización de las pequeñas y medianas empresas en América Latina: Un motor para el desarrollo económico*. Recuperado de <https://www.worldbank.org>

Bravo, J. (2020). *Digitalización de las PyMEs: Impacto del IoT en América Latina*. *Revista Economía y Empresa*, 22(1), 55-68.

Castells, M. (2006). *La Era de la Información: Economía, Sociedad y Cultura*. Alianza Editorial.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2021). *Informe sobre la digitalización en las MiPyMEs latinoamericanas: Retos y oportunidades*. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org>

Cisco. (2021). *IoT in Agriculture: Enabling a Sustainable Future*. Cisco White Paper.

Confecámaras. (2019). *Estado de las MiPyMEs en Colombia y su camino hacia la digitalización*. Bogotá, Colombia: Confecámaras. Recuperado de <https://www.confecamaras.org.co>

Deloitte. (2023). *¿Qué es la Industria 4.0?* Recuperado el 28 de agosto de 2024, de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>

García, P. (2022). *Impacto de la implementación de Jira en la gestión de proyectos: Un estudio de caso en empresas latinoamericanas*. *Revista de Innovación Tecnológica*, 14(2), 120-136.

Gido, J., & Clements, J. (2019). *Successful Project Management*. Cengage Learning.

IEEE. (2020). *IEEE 2413: Standard for an Architectural Framework for the Internet of Things (IoT)*. IEEE Standards Association.

ISO. (2013). *ISO/IEC 27001: Information Security Management Systems*. International Organization for Standardization.

ISO (Organización Internacional de Normalización). (2015). *ISO 9001:2015 - Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos*. Ginebra, Suiza: ISO.

ISO. (2018). *ISO 31000: Risk Management - Principles and Guidelines*. International Organization for Standardization.

Jones, G. R. (2013). *Teoría organizacional: diseño y cambio en las organizaciones*. Pearson.

Lee, I., & Lee, K. (2015). *The Internet of Things: Applications and Challenges in Smart Logistics*. *Business Horizons*, 58(6), 431-440.

McKinsey & Company. (2022). *The IoT Impact: Accelerating Industrial Efficiency and Innovation*. McKinsey Global Institute.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2020).

*Plan de digitalización para MiPyMEs en Colombia*. Bogotá, Colombia: MinTIC.

Recuperado de <https://mintic.gov.co>

Morakanyane, R. (2017). *Conceptualizing Digital Transformation in Business*

*Organizations: A Systematic Review of Literature*. 30th Bled eConference Digital, 40-130.

OCDE. (2019). *Small and Medium Enterprises (SMEs) and Entrepreneurship*. OECD Publishing.

Praecipio. (2023). *How to Measure the Success of Your Jira Align Implementation*.

Recuperado el 28 de agosto de 2024, de <https://www.praecipio.com/blog/how-to-measure-the-success-of-your-jira-align-implementation>

Procolombia. (2023). *Colombia como destino TI: Informe sobre el impulso a la transformación digital en las MiPyMEs*. Bogotá, Colombia: Procolombia. Recuperado de <https://procolombia.co>

Smith, A. (2021). *Mejora de la eficiencia operativa a través de la digitalización: El rol de Jira en empresas de tecnología*. *Journal of Digital Innovation*, 17(4), 75-89.

Stellman, A., & Greene, J. (2020). *Applied Software Project Management*. O'Reilly Media.

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Ginebra, Suiza: World Economic Forum.

Valiantys. (2023). *Best Practices: Key Factor to a Successful JIRA Implementation*.

Recuperado el 28 de agosto de 2024, de <https://www.valiantys.com/blog/best-practices-key-factor-to-a-successful-jira-implementation>

### Citas No Parentéticas

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). (2019). *Análisis – Encuesta de Transformación Digital*. ANDI. <https://www.andi.com.co/Uploads/ANALISIS%20-%20ENCUESTA%20DE%20TRANSFORMACIÓN%20DIGITAL%202019%20-%20ANDI.pdf>

Barrio, A. M. (2018). *Internet de las cosas*. Editorial Reus. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaean/titulos/121519>

Cepal. (2021). *La Digitalización en las PyMEs de América Latina: Retos y Oportunidades*. Informe Regional.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19*.

Congreso de la República. (10 de julio de 2000). *Función Pública*. Obtenido de Gestor Normativo: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=12672>

Congreso de la República. (2 de Agosto de 2004). *Función Pública*. Obtenido de Gestor Normativo: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=14501>

Hanelt, B. A. (2021). *A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change*. *Journal of Management Studies*, 58(5), 266.

Informático, C. C. (30 de julio de 2021). *La Transformación Digital y el IoT: Una estrategia de conectividad*. Recuperado de <https://www.cic.es/la-transformacion-digital-y-el-iot/>

Lambraño, J., & otros. (2020). *Reflexiones y propuestas para la reactivación y fortalecimiento de las Mipymes en Colombia en el marco del COVID-19*. Presidencia Nacional de ACOPI y FAEDPYME Internacional y Colombia.

Mínguez, C. (2020). *IoT la tecnología habilitadora para la digitalización y automatización de los procesos*. pfsGROUP, 312661.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2020). *Plan de Transformación Digital*. Recuperado el 28 de agosto de 2024, de <https://www.mintic.gov.co/portal/715/w3-article-149186.html>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2023). *Así se están transformando digitalmente las MiPymes*. Recuperado el 28 de agosto de 2024, de <https://mintic.gov.co/portal/715/w3-article-101810.html>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2023). *MiPyme Vive Digital*. Recuperado el 28 de agosto de 2024, de <https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-19596.html>

Sánchez, J. (2020). *Pasos para llevar la transformación digital de la teoría a la práctica*. Portafolio. Recuperado el 30 de septiembre de 2024, de <https://bit.ly/38X3NJp>

Vargas. (2019). *Los procesos de transformación digital no implican un incremento en el desempleo*. *La República*.

ZhaoZhu. (2017). *A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements*. *Computers & Industrial Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.030>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *The 360 on Digital Transformation in Firms in Latin America and the Caribbean*. Recuperado el 30 de septiembre de 2024,

de <https://publications.iadb.org/en/360-digital-transformation-firms-latin-america-and-caribbean>

Confecámaras. (2021). *Informe sobre las PyMEs en Colombia*. Disponible en el sitio web oficial de Confecámaras.

CEPAL. (2023). *Inclusión digital en América Latina: Oportunidades y desafíos*. Recuperado el 30 de septiembre de 2024, de <https://www.cepal.org/es/publicaciones>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2023). *Informe sobre la digitalización de las PyMEs en Colombia*. Recuperado el 30 de septiembre de 2024, de <https://www.mintic.gov.co/>

Pontificia Universidad Javeriana. (2023). *Reducción de costos operativos a través de la transformación digital en las PyMEs colombianas*. *Revista de Economía y Gestión*, 15(1), 45-67.

Universidad de los Andes. (2022). *Impacto de la digitalización en la productividad de las PyMEs colombianas*. *Estudios sobre Desarrollo Económico*, 32(2), 101-121.

Universidad del Rosario. (2021). *Transformación digital en América Latina: Un enfoque personalizado para las PyMEs*. *Cuadernos de Economía*, 28(3), 98-115.

Universidad Nacional de Colombia. (2023). *Metodologías mixtas para la transformación digital en pequeñas y medianas empresas*. *Revista Colombiana de Tecnología*, 40(2), 12-29.

World Economic Forum. (2022). *Digital Transformation Can Unlock SME Potential*. Recuperado el 30 de septiembre de 2024, de <https://www.weforum.org/agenda/2022/05/digital-transformation-sme-growth/>

World Economic Forum. (2023). *Pandemic Drives Need for Technology Adoption*

*Among SMEs but Barriers Remain*. Recuperado el 30 de septiembre de 2024, de

<https://www.weforum.org/agenda/2023/01/pandemic-drives-technology-adoption-smes/>

Costello, P. (2011). *CJAR*. Obtenido de *The Canadian Journal of Action Research*:

<https://journals.nipissingu.ca/index.php/cjar/article/view/31>

Resolución 0312-2019. (2019). *Resolución 0312 de 2019*. Obtenido de Mintrabajo:

<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59995826/Resolucion%200312-2019>