

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 1 de 74

**INCIDENCIA DE LOS PROYECTOS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA
EFICIENCIA, SEGURIDAD Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS EN PREBEL S.A
BIC.**

MARIANA RUEDA OCAMPO



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
MAESTRÍA EN GERENCIA DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
MEDELLÍN
2025**

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 2 de 74

INCIDENCIA DE LOS PROYECTOS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA EFICIENCIA, SEGURIDAD Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS EN PREBEL S.A BIC.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magister en Gerencia de la Transformación Digital.

Asesora

Natalia Marulanda Grisales

Coasesora

Silvana Ruiz Moreno

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

MEDELLÍN

2025

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 3 de 74

Tabla de contenido

1.	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
2.	RESUMEN DEL PROYECTO:	6
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA O NECESIDAD:	7
3.1.	Pregunta de investigación	16
4.	Estado del arte.....	17
4.1.	Búsqueda y selección de literatura.....	17
4.2.	Marco teórico	26
4.3.	Marco conceptual	33
5.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	39
5.1.	Objetivo general	39
5.2.	Objetivos específicos	39
6.	METODOLOGÍA	40
6.1.	Enfoque y alcance de la investigación.....	40
6.2.	Población, técnicas e instrumentos para la recolección de datos	41
6.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
6.4.	Etapas de la investigación.....	44
7.	RESULTADOS.....	46
8.	IMPACTOS	50
9.	ASPECTOS AMBIENTALES Y ÉTICOS	53
10.	RIESGOS DEL PROYECTO	58
11.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	61
12.	CRONOGRAMA.....	63
13.	ANEXOS	63
14.	REFERENCIAS.....	68

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 4 de 74

Lista de tablas

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda	17
Tabla 2. Planteamiento de los autores	29
Tabla 3. Componentes y su relación con Prebel S.A BIC	36
Tabla 4. Resultados esperados en la investigación	46
Tabla 5. Impactos esperados: Organizacional, académico, sectorial e institucional	50
Tabla 6. Riesgos asociados al proyecto	58
Tabla 7. Presupuesto proyectado del proyecto	61
Tabla 8. Cronograma de actividades	64

Lista de figuras

Figura 1. Evolución de publicaciones sobre Transformación Digital	18
Figura 2. Principales fuentes de publicación sobre Transformación Digital	19
Figura 3. Imagen mapa de co-ocurrencia en temas relacionados con Transformación Digital	20
Figura 4. Síntesis gráfica estado del arte	26
Figura 5. Síntesis gráfica marco teórico	40
Figura 6. Síntesis gráfica marco conceptual	40
Figura 7. Imagen representación gráfica de la Metodología	40
Figura 8. Imagen cronograma proyectado	67

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 5 de 74

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO		
Título del proyecto	Incidencia de los proyectos de transformación digital en la eficiencia, seguridad y calidad de los productos en Prebel S.A. BIC.	
Grupo de Investigación	N/A	
Semillero(s)	N/A	
Facultad	Producción y Diseño	
Línea de Investigación	Gestión del Conocimiento e Innovación.	
Programa(s) Académico(s)	Maestría en Gerencia de la Transformación Digital	
Identificación de Convocatoria	X	Investigación Formativa
		Investigación Aplicada
Modalidad del proyecto	X	Capacidad Instalada
		Financiación
Foco Agenda CTel+Ex	N/A	
Tipología del Proyecto	X	Proyecto de investigación
		Proyecto de desarrollo

PERSONAL CIENTÍFICO

NOMBRE COMPLETO	N° DOCUMENTO	ROL	VINCULACIÓN	PROGRAMA	ENTIDAD
Mariana Rueda Ocampo	1017251957	Investigador	Estudiante	Maestría en Gerencia de la transformación digital	Institución Universitaria Pascual Bravo

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 6 de 74

Natalia Marulanda Grisales		Asesora	Docente	N/A	Institución Universitaria Pascual Bravo
Silvana Ruíz Moreno	1128478838	Coasesora	Docente	N/A	Institución Universitaria Pascual Bravo

2. RESUMEN DEL PROYECTO:

El presente proyecto de investigación analiza cómo los proyectos de transformación digital impactan la eficiencia operativa, la seguridad industrial y la calidad del producto en Prebel S.A. BIC, así como su contribución al fortalecimiento de la estrategia organizacional. En un contexto de creciente competitividad del sector cosmético colombiano, la empresa enfrenta el desafío de evolucionar hacia un modelo operativo soportado en tecnologías asociadas a la Industria 4.0.

Pese a los esfuerzos por incorporar soluciones digitales, se evidencia la ausencia de una metodología estructurada para orientar la selección, implementación y evaluación de dichas tecnologías. Esta desarticulación se ha traducido en inversiones poco efectivas, baja alineación con los objetivos estratégicos y limitaciones para materializar retornos de valor tangibles. El problema central se sitúa en la falta de un marco metodológico que integre la

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 7 de 74

transformación digital con la dinámica operativa y estratégica, lo que dificulta la optimización de procesos y la toma de decisiones basada en datos.

La hipótesis plantea que la estructuración e implementación de un modelo metodológico para proyectos de transformación digital puede mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad, y fortalecer la alineación entre iniciativas tecnológicas y estrategia empresarial. Se adoptará un enfoque mixto: se analizarán indicadores (2022–2023) y se recogerán percepciones mediante entrevistas, revisión documental y talleres. Como resultados, se espera entregar un informe técnico, un modelo metodológico, una guía de buenas prácticas y una presentación ejecutiva, además de proyectar mejoras en tiempos, reprocesos, trazabilidad y control de calidad.

Palabras claves: Transformación digital; Industria 4.0; marco metodológico; gestión de proyectos; eficiencia operativa; calidad; seguridad industrial; alineación estratégica; Prebel S.A. BIC.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA O NECESIDAD:

El sector cosmético y del cuidado personal en Colombia ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por la necesidad de fortalecer sus capacidades para garantizar la calidad de los productos. La creciente orientación al

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 8 de 74

mercado ha generado un entorno altamente competitivo en el que la innovación y la creatividad en los procesos se han convertido en elementos diferenciadores esenciales (Calle & Montoya, 2019). En este contexto, Prebel S.A BIC se ha consolidado como un actor clave en la industria, ofreciendo un portafolio integral que abarca desde el desarrollo de formulaciones y empaques hasta la manufactura, cadena de abastecimiento, logística de distribución y activación de la demanda de productos de belleza y cuidado personal. La empresa ha estructurado su estrategia de valor en torno a la integración del conocimiento y la tecnología, con el objetivo de posicionarse como un referente en la economía del cuidado personal y la belleza (Prebel S.A BIC, 2023).

Prebel S.A BIC opera bajo un modelo de negocio dual, desempeñándose como *contract manufacturer* (maquila) y desarrollador de mercado (distribuidor). En el marco de su visión estratégica para 2028, la empresa se ha fijado como meta alcanzar ingresos de COP 700 millones y mantener un EVA positivo, lo que implica una evolución significativa en sus capacidades productivas y operacionales (Prebel S.A BIC, 2023). Para lograrlo, la compañía ha identificado la transformación digital como un pilar clave para la optimización de sus procesos, la mejora de la calidad del producto y el fortalecimiento de la satisfacción del cliente.

Durante los últimos tres años, la gerencia de TICs de Prebel S.A. BIC ha liderado

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 9 de 74

iniciativas orientadas a la integración de proyectos alineados con la Industria 4.0, en coherencia con el valor corporativo de “Generar valor a través de la innovación”. Esta apuesta ha facilitado la adopción de diversas soluciones digitales. No obstante, persisten retos importantes, especialmente en la construcción de un marco sólido que guíe la ejecución de proyectos de transformación digital. La falta de una metodología definida para identificar, adquirir e implementar estas tecnologías ha generado dificultades que impactan tanto la eficiencia operativa como la alineación estratégica de la organización.

Uno de los vacíos de conocimiento en el ámbito de la transformación digital es la ausencia de un marco metodológico claro que oriente este proceso en empresas manufactureras. Aunque la literatura aborda casos individuales de implementación tecnológica, se carece de modelos integrales que consideren la transformación digital desde una visión tanto estratégica como operativa (Meena & Santhanalakshmi, 2025; Sun & Tell, 2024; Zanon et al., 2021). En el caso de Prebel S.A. BIC, esta carencia se refleja en la desarticulación entre las inversiones tecnológicas y los objetivos empresariales, generando un bajo retorno de inversión y dificultades para optimizar los procesos productivos.

Uno de los principales retos que enfrenta Prebel S.A BIC en su camino hacia la transformación digital es la falta de un enfoque estructurado para la integración de nuevas

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 10 de 74

tecnologías en la producción. La digitalización de los procesos productivos en el sector manufacturero ha demostrado ser un factor clave para mejorar la eficiencia operativa, reducir los costos y garantizar la calidad del producto (Meena & Santhanalakshmi, 2025). No obstante, diversos estudios han señalado que la ausencia de metodologías estandarizadas para la adopción de tecnologías digitales representa una barrera significativa para las empresas manufactureras (Ahlskog et al., 2022; Uzule & Verina, 2023). En el caso de Prebel S.A BIC, la falta de proyectos de transformación sólidos y estructurados ha resultado en la adquisición descoordinada de herramientas digitales, la ausencia de control sobre su implementación y la incapacidad para aprovechar el potencial de los datos generados por estas tecnologías.

La transformación digital en la manufactura ha sido ampliamente estudiada en la literatura académica, y se ha identificado que la adopción de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y la automatización, puede generar mejoras significativas en la productividad y la competitividad empresarial (Sun & Tell, 2024). Sin embargo, el éxito de estos procesos de digitalización depende de la capacidad de las organizaciones para estructurar una estrategia integral que garantice la alineación entre la tecnología, los procesos productivos y la cultura organizacional (Intalar et al., 2021). En el caso de Prebel S.A BIC, la fragmentación en los esfuerzos de transformación digital ha

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 11 de 74

derivado en la implementación de soluciones sin una planificación adecuada, lo que ha generado redundancias, falta de monitoreo y dificultades en la toma de decisiones basada en datos.

Las causas generales de esta problemática están estrechamente vinculadas con la ausencia de una cultura organizacional orientada a la digitalización, la falta de metodologías de evaluación del impacto de la transformación digital y la resistencia al cambio dentro de la organización (Zanon et al., 2021). Estudios recientes han demostrado que la brecha en la alfabetización digital es una de las principales barreras para la adopción de tecnologías en el sector manufacturero, lo que limita la capacidad de las empresas para aprovechar el potencial de la Industria 4.0 (Meena & Santhanalakshmi, 2025). Además, la falta de una infraestructura tecnológica adecuada y la escasez de talento especializado en transformación digital han dificultado la integración efectiva de nuevas herramientas digitales en la producción.

En Prebel S.A BIC, una de las principales barreras para una adecuada apropiación de la transformación digital radica en la falta de conciencia organizacional y una comprensión limitada de los beneficios y el potencial de la digitalización. La incertidumbre sobre cómo implementar estas tecnologías de manera efectiva dentro de la estrategia empresarial ha generado una resistencia significativa al cambio. La falta de conocimiento

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 12 de 74

profundo sobre el impacto de la transformación digital ha llevado a que la organización subestime su relevancia, reduciendo la disposición a adoptar cambios estructurales en sus procesos productivos y operacionales. En este sentido, la inercia organizacional, impulsada por el temor a lo desconocido, ha actuado como un freno para los esfuerzos de modernización tecnológica.

Asimismo, la ausencia de una estrategia de transformación digital bien definida ha generado confusión y descoordinación dentro de la empresa. Sin una hoja de ruta clara, los esfuerzos de digitalización han sido fragmentados y poco alineados con los objetivos estratégicos de la organización. Esta carencia de dirección ha dado lugar a inversiones en tecnología sin un criterio estructurado, lo que ha resultado en la adquisición de herramientas digitales que no se integran adecuadamente en los procesos de manufactura. La falta de gobernanza en la toma de decisiones tecnológicas ha provocado que los proyectos de transformación digital carezcan de continuidad y seguimiento, impidiendo la creación de una base sólida para la digitalización de la empresa.

Las consecuencias de esta problemática son múltiples y afectan tanto el desempeño operativo de la empresa como su competitividad en el mercado. En primer lugar, la falta de una estrategia estructurada para la transformación digital ha generado ineficiencias operativas que impactan directamente en la rentabilidad y la productividad de la

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 13 de 74

organización (Abdallah et al., 2022). En segundo lugar, la ausencia de integración digital ha limitado la capacidad de la empresa para optimizar sus procesos y garantizar la trazabilidad y control de calidad de sus productos (Pavlenko et al., 2024). Finalmente, la incapacidad para aprovechar los datos generados por las tecnologías digitales ha restringido el potencial de innovación y mejora continua en la manufactura, reduciendo la capacidad de la empresa para adaptarse a los cambios del mercado y los nuevos requisitos regulatorios (Uzule & Verina, 2023).

La ausencia de una metodología estructurada para la ejecución de proyectos de transformación digital y los esfuerzos descoordinados con la estrategia organizacional han generado múltiples consecuencias negativas en Prebel S.A BIC. Una de las más relevantes es la ineficiencia operativa, ya que la incorporación de tecnologías emergentes sin un enfoque estratégico ha resultado en una utilización deficiente de los recursos financieros y humanos. La empresa ha invertido en herramientas digitales sin contar con una planificación adecuada, lo que ha llevado a una falta de control y monitoreo sobre su implementación y rendimiento.

Además, la falta de una estrategia digital bien estructurada ha expuesto a la empresa a riesgos financieros significativos. La inversión en tecnologías sin un proceso de evaluación y selección adecuado ha llevado a la adquisición de herramientas que no

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 14 de 74

cumplen con las necesidades operativas de la compañía o que no pueden integrarse con los sistemas preexistentes. Esto no solo representa un desperdicio de recursos, sino que también afecta la estabilidad operativa de la empresa, aumentando los costos sin generar beneficios tangibles.

En los entornos industriales actuales, uno de los principales retos que enfrentan las organizaciones es la necesidad de incrementar su eficiencia operativa, garantizar la seguridad laboral y asegurar altos estándares de calidad en los procesos productivos. La eficiencia suele verse comprometida por la falta de integración entre los sistemas de producción y monitoreo, lo que genera cuellos de botella, retrasos en la toma de decisiones y desperdicio de recursos (Oubrahim & Sefiani, 2023). De igual forma, las condiciones de seguridad pueden deteriorarse debido a la ausencia de mecanismos automatizados de alerta o a la poca visibilidad de los factores de riesgo en tiempo real, lo cual incrementa la probabilidad de accidentes laborales y fallos humanos (Yoshikawa et al., 2020). En cuanto a la calidad, su consistencia depende de la capacidad para detectar desviaciones tempranas en los parámetros de producción, lo que muchas veces no ocurre debido al uso de tecnologías obsoletas o desconectadas (Zhang et al., 2023).

Estos problemas se ven agravados en plantas manufactureras que aún operan bajo paradigmas tradicionales, sin adoptar soluciones digitales que permitan la sincronización y

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 15 de 74

el análisis inteligente de los datos generados en la planta de producción. La falta de interoperabilidad entre sistemas, la escasa trazabilidad y la dependencia de controles manuales representan barreras significativas para mejorar estos tres pilares (Wang et al., 2023).

Frente a este panorama, la transformación digital ha emergido como un enfoque viable y necesario para revertir tales deficiencias. Herramientas asociadas a la Industria 4.0, ofrecen soluciones para automatizar procesos, predecir fallos y optimizar el desempeño industrial. (Intalar et al., 2021). Igualmente, la integración de sistemas de monitoreo basados en la nube ha demostrado ser eficaz para mejorar la trazabilidad de los productos y el control de calidad en tiempo real (Duc et al., 2023).

En términos de seguridad, la adopción de sistemas inteligentes para la vigilancia y análisis de riesgos ha contribuido significativamente a reducir la siniestralidad laboral, permitiendo identificar condiciones peligrosas antes de que se conviertan en accidentes (Oubrahim & Sefiani, 2023). Por otra parte, la digitalización también favorece la estandarización de procesos y el cumplimiento normativo, lo que repercute directamente en la mejora de la calidad del producto final (Duc et al., 2023; Wang et al., 2023).

Por esto, la transformación digital no solo representa una oportunidad de innovación, sino una respuesta estructural a los problemas persistentes de eficiencia, seguridad y

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 16 de 74

calidad que afectan a la industria. Su implementación estratégica permite una supervisión más precisa, una reacción más rápida ante imprevistos y un entorno de producción más seguro y competitivo.

Finalmente, en Prebel S.A. BIC, la transformación digital en procesos productivos se ha desarrollado mediante iniciativas tecnológicas fragmentadas y sin un marco metodológico institucional que guíe su identificación, priorización, implementación y evaluación. Esta ausencia de estructuración limita la alineación de los proyectos con la estrategia organizacional y reduce la capacidad de capturar valor de las inversiones digitales, afectando el desempeño en eficiencia operativa, seguridad industrial y calidad del producto, así como la toma de decisiones basada en datos.

El propósito de esta investigación es analizar la importancia de los proyectos de transformación digital en la producción de empresas manufactureras y su fortalecimiento en la estrategia organizacional. Se busca comprender cómo la implementación de tecnologías digitales puede contribuir a la fabricación eficiente, segura y con calidad de los productos, garantizando el cumplimiento de normativas y estándares establecidos.

3.1. Pregunta de investigación

¿De qué manera los proyectos de transformación digital en Prebel SA BIC inciden en la eficiencia, seguridad y calidad de los productos, y cómo contribuyen al fortalecimiento

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 17 de 74

de la estrategia organizacional?

4. Estado del arte

4.1. Búsqueda y selección de literatura

La producción científica sobre transformación digital en contextos industriales evidencia un incremento sostenido del interés académico en los últimos años. Con el fin de delimitar el corpus documental del estado del arte, se realizó una búsqueda sistemática en la base de datos Scopus mediante ecuaciones orientadas a (i) Industria 4.0 y calidad del producto, (ii) transformación digital y eficiencia operativa en manufactura, y (iii) proyectos de transformación digital en manufactura con filtros geográficos asociados a Colombia y América Latina.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda.

Ecuación de búsqueda	Cantidad artículos
"Industry 4.0" AND "Product quality" AND "Cosmetics sector" OR "Manufacturing"	443 artículos
"Digital transformation" AND "Manufacturing industry" AND "Operational efficiency"	10 artículos
"Digital transformation projects" AND "Manufacturing industry" OR "Colombia" OR "Latin America"	10 artículos

Nota. Elaboración propia con base en la estrategia de búsqueda desarrollada.

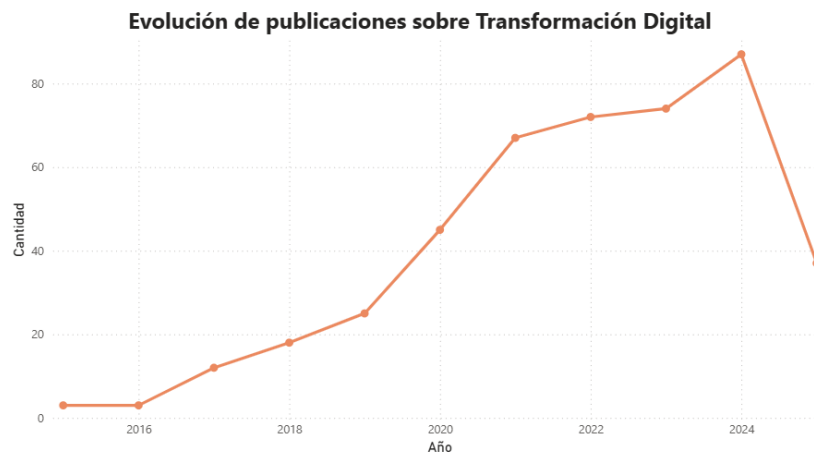
En total, se recuperaron 463 artículos. A partir del análisis bibliométrico del corpus (Power BI), la evolución temporal de publicaciones (Figura 1) muestra una tendencia de

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 18 de 74

crecimiento, con mayor concentración entre 2021 y 2023. En el marco de esta revisión, dicho comportamiento se interpreta como un indicador de consolidación progresiva del tema, consistente con el posicionamiento de la transformación digital como un eje relevante para la competitividad y la gestión de operaciones en entornos manufactureros.

Figura 1. Evolución de publicaciones sobre Transformación Digital



Nota. Elaboración propia con base en el análisis de datos bibliométricos realizado en Power BI.

En cuanto a las fuentes de publicación, la Figura 2 muestra una concentración en revistas y memorias especializadas en innovación tecnológica, ingeniería industrial y manufactura avanzada, tales como *Journal of Manufacturing Systems*, *Procedia CIRP*, *Lecture Notes in Mechanical Engineering* e *International Journal of Advanced*

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 19 de 74

Manufacturing. Este patrón de diseminación sugiere que el campo se articula principalmente desde dominios tecnológicos y de operaciones, con una presencia creciente en espacios relacionados con gestión y ciencias aplicadas, lo que es coherente con el carácter transversal de la transformación digital.

Figura 2. Principales fuentes de publicación sobre Transformación Digital



Nota. Elaboración propia con base en el análisis de datos bibliométricos realizado en Power BI.

Adicionalmente, el análisis de co-ocurrencia de palabras clave (VOSviewer) evidencia la recurrencia de conceptos asociados con tecnologías habilitadoras y enfoques de manufactura digital, incluyendo *smart manufacturing*, *cyber-physical systems*, *digital twin*, *industry 4.0* y *blockchain*. En la visualización de red (Figura 3), términos como *industry*

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Código: INV-GU-03

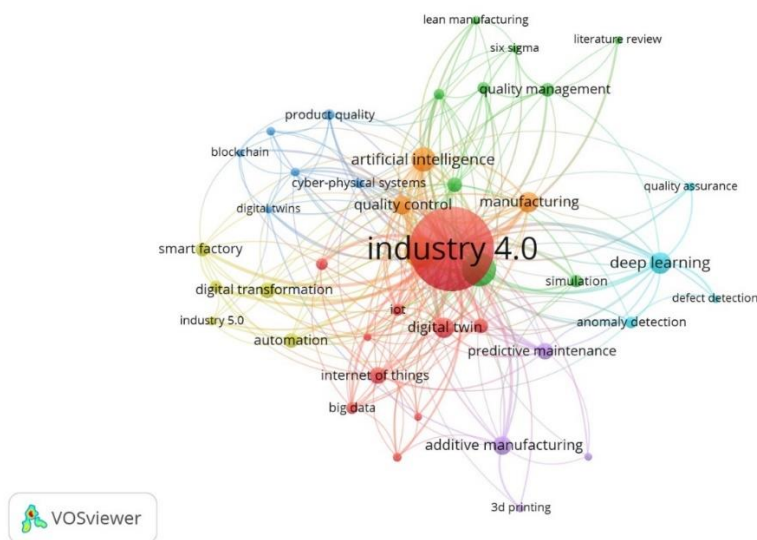
Versión: 002

Página 20 de 74

4.0, digital twin, cyber-physical systems, artificial intelligence e internet of things se ubican en posiciones centrales por su frecuencia y conectividad dentro del corpus, lo que permite interpretarlos como núcleos temáticos dominantes de la literatura analizada. En contraste, otros términos aparecen con menor conectividad relativa, lo que sugiere líneas con consolidación diferenciada y oportunidades de profundización empírica o metodológica, particularmente en aplicaciones orientadas a control de calidad, mantenimiento predictivo y detección de defectos.

Figura 3. Imagen mapa de co-ocurrencia en temas relacionados con Transformación

Digital



Elaboró: Edwin Muñoz Mejía
Profesional Dirección de
Tecnología e Innovación

Revisó: Alberto Flórez
Contratista DTPAC

Aprobó: Erica Mejía/Directora
Administrativa de Tecnología e
Innovación

Fecha: 2023/10/13

Fecha: Fecha: 2023/10/13

Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 21 de 74

Nota. Elaboración propia a partir de datos bibliométricos analizados con VOSviewer.

En síntesis, el análisis bibliométrico proporciona una delimitación del estado del arte sobre transformación digital aplicada a manufactura, al describir la evolución del interés académico, las principales fuentes de publicación y los núcleos temáticos del corpus. Sobre esta base se desarrolla la revisión conceptual y empírica que vincula adopción tecnológica, impacto organizacional y retos de implementación, con énfasis en su pertinencia para el caso de Prebel S.A. BIC.

Desde la literatura revisada, la transformación digital se describe como la integración estratégica de tecnologías digitales avanzadas en los modelos de operación y negocio de organizaciones manufactureras, incluyendo Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA), sistemas ciberfísicos (CPS), big data, *machine learning* (ML), *radio frequency identification* (RFID) y *cloud computing* (Ahmmed et al., 2024; Oubrahim & Sefiani, 2023; Tambare et al., 2021). En conjunto, estos desarrollos se asocian con mejoras en indicadores como eficiencia operativa, flexibilidad productiva y capacidad de respuesta a exigencias del mercado (Tumbajoy et al., 2022; Zhou, 2021).

Los estudios analizados coinciden en que el desempeño de las iniciativas de transformación digital se relaciona con la alineación entre implementación tecnológica y objetivos corporativos, en la medida en que dicha alineación favorece mejoras sostenibles

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 22 de 74

en competitividad y calidad del producto (Aichouni et al., 2024; Zhang et al., 2023). En particular, se reporta la articulación entre gestión de calidad total (TQM) y principios de Industria 4.0 como un enfoque que fortalece capacidades organizacionales asociadas a sostenibilidad, innovación y calidad (Aichouni et al., 2024).

No obstante, la literatura también identifica barreras para adoptar estas tecnologías, entre las cuales se destacan: cultura organizacional digital insuficiente, resistencia al cambio, ausencia de metodologías estructuradas, escasez de talento especializado y limitaciones presupuestarias (Oubrahim & Sefiani, 2023; Solovyov et al., 2023). En organizaciones de manufactura tradicional o con menor nivel de digitalización, estos factores pueden restringir el avance del proceso de transformación.

En términos metodológicos, los estudios revisados emplean enfoques diversos. Se identifican revisiones sistemáticas de literatura (Ahmmed et al., 2024; Aichouni et al., 2024), estudios de caso en empresas (Kumar et al., 2024; Oliff & Liu, 2017; Zhou, 2021) y modelos cuantitativos, incluyendo cuasi-experimentos (Zhang et al., 2023). Asimismo, se reporta el uso de herramientas como simulación basada en OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) para estimar el impacto potencial de tecnologías digitales en sistemas de manufactura y aportar criterios cuantificables para la toma de decisiones (Tumbajoy et al., 2022).

Los hallazgos empíricos revisados reportan impactos positivos en indicadores como

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 23 de 74

eficiencia operativa, calidad del producto y seguridad; sin embargo, se advierte que los efectos pueden observarse de manera diferida en el tiempo (Zhang et al., 2023). De igual forma, se señala que las organizaciones que integran sus procesos digitales con una estrategia organizacional clara tienden a reportar mayores mejoras en desempeño global (Tambare et al., 2021).

De manera complementaria, diversos artículos plantean la necesidad de marcos metodológicos que orienten la estructuración, implementación y evaluación de proyectos de transformación digital. Entre las propuestas se incluyen metodologías basadas en simulación (Tumbajoy et al., 2022), análisis institucional (Solovyov et al., 2023) e integración de capacidades dinámicas con TQM (Aichouni et al., 2024), lo que sugiere una oportunidad de investigación para desarrollar marcos adaptados a contextos específicos, como el colombiano..

En la misma línea, se propone que los proyectos exitosos de transformación digital requieren no solo infraestructura tecnológica, sino un enfoque holístico que integre gestión del cambio, formación del talento humano y gobernanza digital (Ahmmed et al., 2024; Oubrahim & Sefiani, 2023). En consecuencia, la digitalización se aborda como un proceso integral que reconfigura procesos productivos, cultura organizacional y mecanismos de toma de decisiones, más allá de la adopción tecnológica.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 24 de 74

Respecto a aportes específicos para la construcción metodológica del presente estudio Brodeur et al. (2022) presentan una metodología basada en factores críticos de éxito, diseñada para PYMEs manufactureras y organizada por etapas de madurez digital, lo que constituye un referente aplicable a la estructuración del marco metodológico del caso Prebel S.A. BIC. Abdulaziz et al. (2023) desarrollan un marco de IoT para PYMEs manufactureras en Malasia, mostrando la relación entre sensores, conectividad y análisis en tiempo real con mejoras en calidad y reducción de errores, aun en contextos con restricciones de capacitación y presupuesto. Davis et al. (2023) proponen un marco de trazabilidad basado en *blockchain* en entornos de fábrica ciberfísica, como referencia para fortalecer control de calidad y seguridad en procesos sensibles.

Asimismo, Soori et al. (2024) señalan el potencial de sistemas robóticos inteligentes habilitados por IA y sensores avanzados para favorecer flexibilidad, eficiencia energética y colaboración humano-máquina. En el ámbito de evaluación de calidad, Drozd & Wolniak, (2021) introducen una metodología de evaluación sistémica basada en ingeniería de sistemas, útil para definir criterios objetivos de calidad en entornos manufactureros. Por su parte, Forero et al. (2020) muestran, en un sector distinto al manufacturero, que es posible estructurar modelos de implementación adaptativos incluso en industrias con menor uso tecnológico, lo cual aporta un antecedente relevante en el contexto colombiano.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 25 de 74

En relación con Prebel S.A. BIC, los hallazgos del estado del arte resultan pertinentes debido a que la empresa opera en el sector cosmético y combina un modelo de maquila con desarrollo de mercado, enfrentando desafíos reportados en la literatura: adopción tecnológica fragmentada, ausencia de metodologías claras y alineación insuficiente entre inversión digital y estrategia organizacional. En este marco, los enfoques conceptuales y hallazgos empíricos revisados pueden servir como referencia para formular un modelo metodológico propio que facilite la estructuración de proyectos de transformación digital alineados con la visión estratégica de la compañía hacia 2028.

En conclusión, la literatura analizada ofrece una visión comprehensiva de la transformación digital en manufactura, destacando beneficios y barreras estructurales y metodológicas que deben ser gestionadas. Estos aportes constituyen una base para orientar la investigación aplicada en Prebel S.A. BIC y para diseñar un marco metodológico que alinee los esfuerzos de digitalización con la mejora de eficiencia operativa, calidad del producto y fortalecimiento estratégico organizacional.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

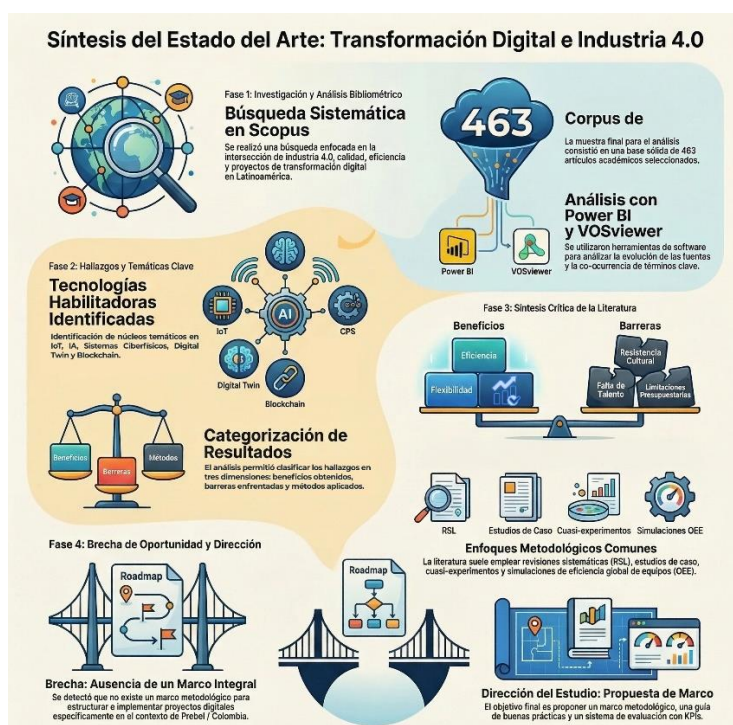
GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Código: INV-GU-03

Versión: 002

Página 26 de 74

Figura 4. Síntesis gráfica estado del arte



Nota. Elaboración propia.

4.2. Marco teórico

La transformación digital en manufactura se asocia con la adopción e integración de tecnologías habilitadoras —como Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA), sistemas ciberfísicos (CPS) y analítica de *big data*— para optimizar procesos, fortalecer la calidad del producto y elevar la eficiencia operativa (Ahmmed et al., 2024; Zhou, 2021). En

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 27 de 74

esta línea, la literatura también la describe como un proceso de reinvención de operaciones y modelos de negocio mediante la incorporación de capacidades digitales (Brodeur et al., 2022). En el caso de Prebel S.A. BIC, esta conceptualización permite enmarcar la digitalización como un cambio de gestión que debe traducirse en resultados operacionales medibles y en una mayor coherencia entre iniciativas tecnológicas y objetivos estratégicos.

La eficiencia operativa se comprende como la optimización del uso de recursos y la reducción de desperdicios en los procesos productivos (Aichouni et al., 2024). Por su parte, la calidad en entornos de Industria 4.0 se relaciona con el cumplimiento de estándares y con capacidades de innovación asociadas a la gestión de procesos y datos (Solovyov et al., 2023). Para Prebel, ambas nociones aportan criterios para definir indicadores de desempeño (p. ej., tiempos, reprocesos y fallos) y para justificar proyectos digitales no solo por adopción tecnológica, sino por su contribución a la gestión de operaciones.

La literatura reporta que el avance hacia Industria 4.0 se asocia con mejoras en eficiencia y calidad en procesos manufactureros (Mehta & Klarmann, 2023; Tripathi et al., 2022). En particular, se ha documentado que la combinación de metodologías de mejora como Six Sigma con tecnologías de Industria 4.0 contribuye a reducir defectos y aumentar productividad (Duc et al., 2023). Asimismo, la integración de IoT y *blockchain* se vincula con mejoras en trazabilidad y seguridad de la cadena de suministro, favoreciendo una gestión

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 28 de 74

más eficiente de datos y respuestas más ágiles ante fallos (Davis et al., 2023). Para Prebel, estos hallazgos soportan la pertinencia de orientar iniciativas digitales hacia control de calidad, trazabilidad y desempeño operacional, bajo una lógica de mejora continua y gestión basada en datos.

Desde la perspectiva estratégica, la Teoría de Recursos y Capacidades (RBV) sostiene que la ventaja competitiva se origina en recursos valiosos, difíciles de imitar y explotables organizacionalmente (Zhang et al., 2023). En transformación digital, estos recursos pueden comprender datos, competencias digitales y plataformas tecnológicas. En Prebel, esta aproximación permite tratar los activos digitales como recursos estratégicos que requieren gobernanza, capacidades internas y articulación con procesos para materializar valor.

Complementariamente, la Teoría de Capacidades Dinámicas plantea que las organizaciones deben integrar, construir y reconfigurar habilidades internas y externas para adaptarse a entornos cambiantes (Aichouni et al., 2024). En el caso Prebel, este marco justifica la necesidad de un modelo metodológico que no se limite a implementar tecnología, sino que estructure decisiones, gestión del cambio y aprendizaje organizacional para sostener beneficios en eficiencia y calidad.

Algunos autores relevantes plantean:

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 29 de 74

Tabla 2. Planteamiento de los autores.

Nombre del autor	Planteamiento	Año
Ahmed, M.S., Isanaka, S.P., & Liou, F. Kumar, A., Kerr, E., & McKnight, W. Brodeur, J., Pellerin, R., & Deschamps, I. Tambare, P., Meshram, C., Lee, C.-C., Ramteke, R.J., & Imoize, A.L. Forero, D., Salgado, E., & Villa, J.L.	La transformación digital mejora eficiencia y control de calidad, fortaleciendo la respuesta estratégica de las organizaciones manufactureras.	2024, 2022, 2021
Charbonnier, L., Giustozzi, F., Saunier, J., & Zanni-Merk, C. Aichouni, A.B.E., Silva, C., & Ferreira, L.M.D.F. Solovyov, A.A., Dugina, T.A., Karpushova, S.E., & Zemlyacheva, E.A. Abdulaziz, Q.A., Kaidi, H.M., Masrom, M., Hamzah, H.S., Sarip, S., Dziyauddin, R.A., & Muhammad-Sukki, F.	Propone un enfoque semántico para detectar fallos de calidad, mejorando la eficiencia de control y reduciendo defectos en manufactura 4.0 mediante IoT, <i>machine learning</i> y la integración TQM. Además, confirman que las instituciones digitales fortalecen la competitividad y calidad de los productos mediante transformación digital	2024, 2023
Mehta, D. & Klarmann, N. Soori, M., Dastres, R., Arezoo, B., & Karimi Ghaleh Jough, F.	Utilizan <i>autoencoders</i> , robótica y visión por computadora para detectar defectos de calidad, elevando la precisión y seguridad del control de producción.	2024
Ly Duc, M., Hlavaty, L., Bilik, P., & Martinek, R.	Aplican un enfoque de <i>Six Sigma</i> híbrido para integrar Industria 4.0 en CNC, reduciendo defectos, optimizando procesos y fortaleciendo la competitividad.	2023
Davis, W., Yaqoob, M., Bennett, L., Mihai, S., Viet Hung, D., Trestian, R., Karamanoglu, M., Barn, B., & Nguyen, H.	Proponen <i>blockchain</i> para mejorar la trazabilidad, reduciendo defectos y fortaleciendo la calidad y seguridad en fábricas inteligentes.	2023
Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Mukhopadhyay, A.K., Sharma, S., Li, C., & Di Bona, G. Zhou, S.X.	Integran manufactura esbelta y manufactura inteligente para optimizar producción, reducir desperdicios y mejorar la calidad en entornos de Industria 4.0.	2022, 2021

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 30 de 74

Brodeur, J., Pellerin, R., & Deschamps, I.	Identifican factores críticos de éxito y acciones específicas para gestionar eficientemente la transformación digital en manufactura. Adicional reitera la importancia de la alineación estratégica y gestión de proyectos digitales para lograr impactos positivos en eficiencia y calidad.	2022
Liaqait, R.A., Hamid, S., Warsi, S.S., & Khalid, A.	La implementación de tecnologías inteligentes optimiza la producción flexible y eficiente, fortaleciendo la capacidad organizacional.	2021
Drozd, R. & Wolniak, R.	Proponen una metodología de evaluación sistémica de calidad, útil para fortalecer la producción bajo principios de Industria 4.0.	2021
Oliff, H., & Liu, Y.	La minería de datos apoya la toma de decisiones en calidad y procesos, impactando la eficiencia productiva y estratégica.	2017

Nota. Elaboración propia con base en el análisis de los artículos.

En coherencia con lo anterior, la literatura revisada identifica tendencias vinculadas con *Quality 4.0*, manufactura aditiva, sistemas inteligentes de programación de operaciones y convergencia entre manufactura esbelta y manufactura inteligente (Tambare et al., 2021; Tripathi et al., 2022). También se reporta la automatización de inspección de calidad mediante *machine learning* (Mehta & Klarmann, 2023) y el despliegue de CPS en plantas industriales como desarrollos consolidados. Además, se observa un interés creciente por enfoques de manufactura sostenible que articulan *lean manufacturing* con tecnologías

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 31 de 74

inteligentes (Tripathi et al., 2022). Para Prebel, estas tendencias permiten delimitar un conjunto de opciones tecnológicas y de gestión para priorizar iniciativas con impacto en calidad, seguridad y eficiencia.

En manufactura, la adopción de sistemas inteligentes se asocia con producción más personalizada, flexible y eficiente (Soori et al., 2024). Asimismo, se ha reportado que la aplicación de RFID y CPS puede apoyar controles de proceso y calidad incluso bajo restricciones de recursos (Zhou et al., 2021). En el ámbito de PYMEs manufactureras, se documenta que la adopción de marcos IoT contribuye a mejorar la comunicación interna y la eficiencia operativa (Abdulaziz et al., 2023). Para Prebel, estos aportes respaldan el uso de tecnologías de captura y análisis de datos como base para fortalecer control de procesos y toma de decisiones.

Con base en los estudios revisados, se derivan implicaciones para Prebel S.A. BIC: (i) los proyectos de transformación digital pueden fortalecer trazabilidad, calidad y eficiencia productiva; (ii) la alineación entre tecnología y estrategia es crítica para maximizar el valor de la digitalización; (iii) los sistemas de monitoreo y control basados en CPS e IoT facilitan la recolección y uso estratégico de datos para decisión; y (iv) un marco metodológico sustentado en capacidades dinámicas puede apoyar sostenibilidad y competitividad.

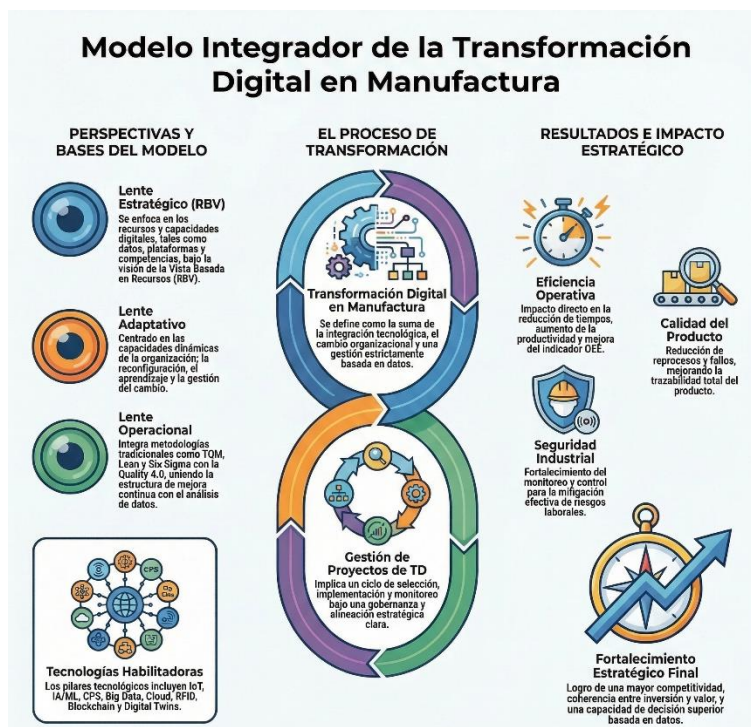
En conclusión, la literatura revisada sostiene que la transformación digital en

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 32 de 74

manufactura se asocia con mejoras en eficiencia, calidad, seguridad y fortalecimiento estratégico. Para Prebel S.A. BIC, la integración de tecnologías de Industria 4.0, articulada a enfoques de gestión y a un modelo metodológico estructurado, se plantea como soporte para optimizar operaciones y reforzar su posicionamiento estratégico en un entorno competitivo.

Figura 5. Síntesis gráfica del marco teórico.



Nota. Elaboración propia.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 33 de 74

4.3. Marco conceptual

La transformación digital en manufactura se analiza como un proceso organizacional que integra tecnologías habilitadoras y prácticas de gestión para incidir en el desempeño operativo. En este marco conceptual se sintetizan los enfoques identificados en los 20 artículos analizados, organizándolos en tres ejes de resultado — eficiencia operativa, seguridad industrial y calidad del producto — bajo el contexto de digitalización e Industria 4.0. Dado que la literatura no siempre usa una única definición del concepto, esta investigación asume una lectura integradora de sus significados en manufactura (Ahlskog et al., 2022).

Eje 1. Eficiencia operativa desde la transformación digital

En este estudio, la eficiencia operativa se aborda como el uso óptimo de recursos y la reducción de pérdidas del proceso, reflejadas en productividad, tiempos y toma de decisiones soportada en datos (Ahmmmed et al., 2024; Tumbajoy et al., 2022). Desde la perspectiva tecnológica, la adopción de IoT y CPS favorece visibilidad del proceso y disponibilidad de información para control y mejora (Abdulaziz et al., 2023; Zhou et al., 2021).

Desde la perspectiva metodológica, la integración de manufactura inteligente con enfoques *lean* y la aplicación de Six Sigma en combinación con soluciones 4.0 se asocian con

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 34 de 74

reducción de desperdicios y mejoras del rendimiento (Duc et al., 2023; Tripathi et al., 2022). Para Prebel, este eje orienta la priorización de iniciativas digitales por su capacidad de impactar indicadores operativos y por su contribución a decisiones basadas en datos.

Eje 2. Seguridad industrial y control

La seguridad industrial se aborda como un constructo que integra prevención de riesgos y control operacional, incluyendo trazabilidad, monitoreo y mitigación de fallos mediante sistemas digitales. En la literatura revisada, los enfoques de trazabilidad basados en *blockchain* y los sistemas de seguimiento en planta se presentan como mecanismos para fortalecer el control y la respuesta ante eventos, en entornos ciberfísicos (Davis et al., 2023; Intalar et al., 2021). De manera complementaria, el monitoreo en tiempo real mediante IoT se vincula con mayor vigilancia del proceso y soporte a la seguridad operativa (Abdulaziz et al., 2023). Para Prebel, este eje permite integrar seguridad y control de procesos como un dominio de gestión donde la digitalización aporta evidencia, trazabilidad y capacidad de intervención oportuna

Eje 3. Calidad del producto en el entorno de industria 4.0

La calidad del producto se comprende en dos niveles: (i) cumplimiento de estándares y control del proceso, y (ii) fortalecimiento de capacidades para mejora e innovación. En esta línea, se reporta que las “instituciones digitales” contribuyen a la gestión

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 35 de 74

de la calidad en Industria 4.0 y a la mejora continua (Solovyov et al., 2023). Asimismo, se describe la transición hacia *Quality 4.0* como una integración de principios de TQM con analítica, datos y sensores (Tambare et al., 2021). En aplicaciones de control, se han documentado métodos de analítica y aprendizaje automático para detección de anomalías y soporte a inspección de calidad (Mehta & Klarmann et al., 2023; Oliff & Liu et al., 2017). Para Prebel, este eje articula trazabilidad, inspección y control como capacidades necesarias para sostener estándares y mejorar el desempeño de calidad.

Perspectivas transversales de integración conceptual

A partir del corpus analizado, este marco conceptual organiza los hallazgos en cuatro perspectivas transversales que explican cómo los ejes se articulan en la transformación digital:

1. **Tecnológica:** los resultados en eficiencia, seguridad y calidad se asocian con la incorporación progresiva de tecnologías habilitadoras (IoT, CPS, IA, analítica), incluyendo aplicaciones como *digital twins* para planificación integrada en entornos productivos (Pavlenko et al., 2024)
2. **Metodológica:** enfoques como *Six Sigma*, TQM y *lean* aportan estructura para diseñar, ejecutar y estabilizar los cambios (Aichouni et al., 2024; Duc et al., 2023).

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 36 de 74

3. **Estratégica:** la creación de valor depende de la coherencia entre inversión tecnológica, objetivos y mecanismos de seguimiento; en esta línea, se han propuesto esquemas de apoyo a la estrategia que articulan criterios de decisión y métricas (Zanon et al., 2021)
4. **Humana y cultural:** la adopción se ve condicionada por cultura digital y barreras del proceso de transición, incluyendo tensiones de implementación entre lo temporal y lo permanente en el trabajo de transformación (Abdallah et al., 2022; Sun & Tell et al., 2024; Uzule & Verina et al., 2023).

Matriz conceptual de síntesis para el caso Prebel

Con el fin de evidenciar elaboración conceptual propia, esta investigación propone una matriz de integración (Tabla 3) que relaciona los ejes de resultado (eficiencia, seguridad, calidad) con las perspectivas (tecnológica, metodológica, estratégica y humana). Esta matriz sirve como guía para: (i) clasificar iniciativas digitales, (ii) identificar brechas de gestión, y (iii) sustentar la necesidad de un marco metodológico que articule la transformación digital con el desempeño operativo.

Tabla 3. Componentes y su relación con Prebel S.A BIC

Componente	Descripción del Componente	Relación con la compañía
Eficiencia Operativa	Optimización de recursos, procesos y tiempos en planta.	Se requiere mayor integración digital para

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 37 de 74

		mejorar desempeño operativo.
Calidad del Producto	Control del proceso y cumplimiento de estándares; soporte a mejora continua y capacidades de innovación.	Se requiere aumentar el control automatizado en operaciones críticas.
Seguridad Industrial	Coherencia entre inversión digital, objetivos y seguimiento mediante indicadores.	Se evidencia necesidad de coherencia entre iniciativas digitales y objetivos corporativos.
Alineación Estratégica	Coherencia entre inversión tecnológica y objetivos de negocio.	Desalineación entre estrategia sobre transformación digital y objetivos corporativos.
Tecnologías Habilitadoras (IoT, IA, CPS)	Tecnologías que soportan captura, análisis y uso de datos para control y mejora.	La consolidación de infraestructura habilita avances y uso sistemático de datos.
Capacidades Dinámicas	Habilidad de reconfigurar recursos y prácticas para adaptarse a cambios tecnológicos.	Se requiere fortalecer capacidades de adaptación en Industria 4.0.
Gestión del Cambio	Condiciones culturales y de formación que facilitan adopción y sostenibilidad.	Se requiere reducir resistencia y fortalecer formación especializada.
Marco Metodológico	Estructura para seleccionar, implementar y evaluar proyectos digitales.	Se requiere una guía para estructurar y ejecutar proyectos digitales.

Nota. Elaboración propia con base en el análisis de los artículos.

En síntesis, el marco conceptual integra resultados (eficiencia, seguridad y calidad) con perspectivas de implementación (tecnológica, metodológica, estratégica y humana), permitiendo conectar la evidencia del estado del arte con la problemática de Prebel S.A.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

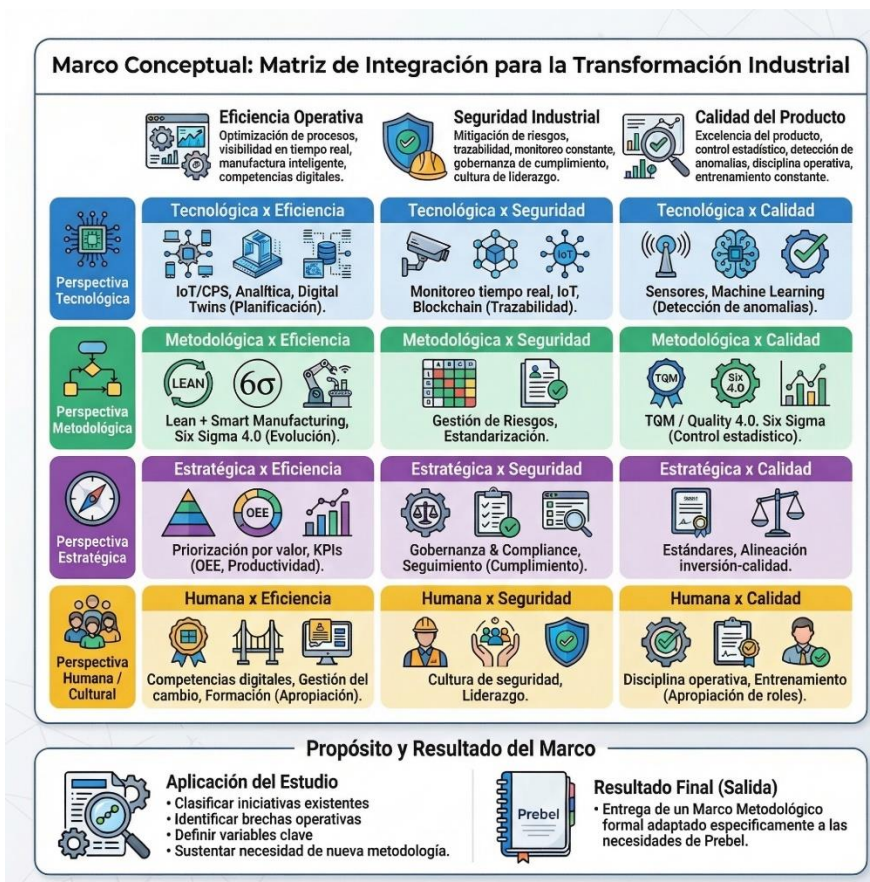
Código: INV-GU-03

Versión: 002

Página 38 de 74

BIC y con la necesidad de un marco metodológico que asegure trazabilidad, medición y alineación estratégica.

Figura 6. Síntesis gráfica del marco conceptual.



Nota. Elaboración propia.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: 2023/10/13	Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 39 de 74

5. OBJETIVOS DEL PROYECTO

5.1. Objetivo general

Proponer un marco metodológico que facilite la estructuración, ejecución y monitoreo de proyectos de transformación digital en Prebel S.A BIC, orientado al fortalecimiento de la estrategia organizacional y a la optimización de los procesos productivos.

5.2. Objetivos específicos

- Identificar los proyectos de transformación digital implementados en Prebel S.A BIC durante los últimos dos años, evaluando su grado de integración en los procesos de producción y su alineación con la estrategia organizacional.
- Examinar las metodologías, herramientas digitales y criterios técnicos de los procesos de transformación digital en el sector manufacturero para la identificación de buenas prácticas.
- Analizar la incidencia de los proyectos de transformación digital en Prebel S.A. BIC mediante indicadores de eficiencia (tiempos de ciclo, productividad), calidad (reprocesos, fallos) y seguridad industrial, y su alineación con la estrategia organizacional.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 40 de 74

6. METODOLOGÍA

Figura 7. Imagen representación gráfica de la Metodología



Nota. Elaboración propia realizado en Canva.

6.1. Enfoque y alcance de la investigación

Este proyecto de investigación emplea un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) para comprender integralmente la transformación digital en Prebel S.A BIC. La complejidad del fenómeno, que abarca dimensiones tecnológicas, estratégicas y culturales, exige un

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 41 de 74

análisis multivariable que combine la medición de impactos objetivos con la interpretación de dinámicas organizacionales.

Desde el enfoque cuantitativo, se analizarán indicadores clave como eficiencia operativa, seguridad en producción y calidad del producto, usando datos de los últimos dos años y KPIs como tiempos de ciclo, reprocesos, errores, cumplimiento normativo, automatización y productividad. Esto permitirá establecer asociaciones y tendencias entre iniciativas y resultados.

En el plano cualitativo, se estudiarán percepciones, alineación estratégica, factores culturales y barreras institucionales mediante entrevistas, análisis documental y talleres participativos, para comprender el trasfondo de las decisiones tecnológicas.

El estudio tendrá un alcance descriptivo, analítico y propositivo: identificará proyectos recientes, evaluará sus buenas prácticas e impactos, y propondrá un marco metodológico para guiar futuros procesos de transformación digital alineados con la estrategia de la organización. Así, se busca no solo diagnosticar el estado actual de la digitalización en Prebel, sino también generar una herramienta práctica y replicable que oriente a empresas manufactureras hacia una transformación digital eficaz, estratégica y sostenible.

6.2. Población, técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 42 de 74

La población objeto de estudio está conformada por los colaboradores de Prebel S.A BIC, específicamente aquellos involucrados en los procesos de manufactura, tecnología de la información, calidad, producción, y planeación estratégica. Se empleará un muestreo intencional o muestreo por conveniencia, centrado en actores que han estado directamente relacionados con el diseño, implementación o uso de proyectos de transformación digital en la empresa. Se estima una muestra compuesta por:

- 5 directivos o gerentes de áreas clave (TI, producción, calidad, estrategia, financiera).
- 10 profesionales o técnicos del área de manufactura y tecnología.
- 20 operarios o usuarios finales de las soluciones tecnológicas implementadas.

6.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos, se emplearán técnicas tanto cuantitativas como cualitativas:

- **Entrevistas semiestructuradas:** Aplicadas a líderes de proyecto, gerentes de área y personal técnico para identificar los proyectos implementados, metodologías utilizadas y percepciones de impacto.
- **Análisis documental:** Revisión de documentos internos como informes de avance, hojas de ruta, reportes de desempeño y manuales de operación digital.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 43 de 74

- **Revisión sistemática de literatura:** Para identificar referentes, metodologías y mejores prácticas en implementación de proyectos de transformación digital en manufactura.
- **Matrices de evaluación cruzada:** Herramientas para comparar prácticas observadas en la empresa frente a las prácticas identificadas en la literatura.
- **Taller de validación interna:** Espacio participativo para presentar y retroalimentar el marco metodológico propuesto con actores clave de Prebel S.A BIC.

6.4. Método de análisis cualitativo

El componente cualitativo (entrevistas semiestructuradas, análisis documental y taller participativo) se analizará mediante análisis temático. El procedimiento incluirá: (i) transcripción y organización del material; (ii) lectura exploratoria; (iii) codificación inicial (abierta); (iv) agrupación de códigos en categorías; (v) construcción de temas alineados con los ejes del estudio (alineación estratégica, gobernanza de proyectos digitales, barreras culturales e institucionales, adopción/uso, y percepción de impacto en eficiencia, seguridad y calidad); y (vi) síntesis interpretativa conectando los hallazgos con la evidencia documental y los resultados cuantitativos. Para garantizar consistencia, se elaborará un libro de códigos y se registrarán decisiones analíticas (trazabilidad del análisis).

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 44 de 74

6.5. Criterios de validación del marco metodológico

La validación del marco metodológico se realizará mediante un taller participativo con actores internos (TI, Producción, Calidad y Estrategia). Se aplicará una rúbrica de evaluación para valorar el marco en criterios de: (i) pertinencia para el contexto Prebel; (ii) claridad y facilidad de uso; (iii) viabilidad operativa (recursos/tiempos); (iv) alineación estratégica; y (v) capacidad de seguimiento mediante KPIs. Cada criterio se calificará en escala 1–5 y se consolidará un promedio por criterio. Se considerará que el marco alcanza una validación satisfactoria si obtiene $\geq 4/5$ en pertinencia y viabilidad, y si se registran acuerdos sobre ajustes prioritarios. Los resultados del taller se documentarán (acta, lista de asistencia, rúbricas diligenciadas) y se realizará una iteración de mejora del marco con base en la retroalimentación.

Adicionalmente, se realizará triangulación entre (a) entrevistas, (b) documentos internos y (c) resultados cuantitativos, para aumentar la credibilidad de los hallazgos y reducir sesgos de una sola fuente

6.6. Etapas de la investigación

La investigación se desarrollará en las siguientes etapas:

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 45 de 74

6.6.1. Fase diagnóstica y exploratoria (Meses 1-3):

- Revisión de literatura especializada en transformación digital e Industria 4.0.
- Recopilación de documentación interna sobre los proyectos implementados en los últimos dos años.
- Mapeo inicial de actores clave.

6.6.2. Fase de trabajo de campo (Meses 3-5):

- Aplicación de entrevistas semiestructuradas.
- Análisis de información recolectada sobre los proyectos, sus impactos y su alineación estratégica.
- Sistematización de metodologías y herramientas empleadas.

6.6.3. Fase de análisis y contraste (Meses 6-8):

- Comparación entre la práctica empresarial y los marcos conceptuales.
- Identificación de brechas, buenas prácticas y elementos críticos para la estructuración de proyectos.

6.6.4. Fase propositiva (Meses 8-11):

- Diseño del marco metodológico orientado a la planeación, ejecución y monitoreo de proyectos digitales.
- Validación del marco mediante taller participativo con actores internos.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 46 de 74

6.6.5. Fase de redacción y socialización (Mes 12):

- Redacción del informe final del proyecto.
- Elaboración de presentación ejecutiva para Prebel S.A BIC.

7. RESULTADOS

Tabla 4. Resultados esperados en la investigación

TIPOLOGÍA	TIPO DE PRODUCTO	SUBTIPO	CATEGORÍA	CANTIDAD	PROGRAMA/ ASIGNATURA QUE FAVORECE
Documento técnico	Informe de investigación aplicada	Estudio de caso empresarial con enfoque mixto	Gerencia estratégica, innovación industrial, transformación digital	1	Gestión Estratégica de la Transformación Digital
Modelo metodológico aplicado	Propuesta técnica estructurada	Marco metodológico adaptado a empresas manufactureras	Dirección de proyectos, transformación digital y estrategia	1	Formulación y Evaluación de Proyectos de Innovación Tecnológica
Documento de gestión operativa	Guía práctica / Manual institucional	Buenas prácticas para implementación digital en manufactura	Transformación digital, alineación estratégica y sostenibilidad	1	Gestión del Cambio Organizacional y Cultura Digital
Presentación corporativa	Informe ejecutivo con visualización	Presentación para tomadores de	Gerencia de innovación, estrategia y	1	Revisión por la Alta Dirección y Planeación Estratégica

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 47 de 74

TIPOLOGÍA	TIPO DE PRODUCTO	SUBTIPO	CATEGORÍA	CANTIDAD	PROGRAMA/ASIGNATURA QUE FAVORECE
		decisiones empresariales	dirección de operaciones		

Nota. Elaboración propia

- **Informe de investigación aplicada**

Este producto principal será un documento técnico extenso que recopilará el proceso y los hallazgos del estudio desarrollado en Prebel S.A BIC, estructurado bajo estándares académicos rigurosos. Contendrá el análisis integral de los proyectos de transformación digital implementados en la organización, evaluando su grado de integración con los procesos productivos, su impacto sobre indicadores clave como eficiencia, calidad y seguridad, y su nivel de alineación con la estrategia organizacional. Este informe incluirá resultados cuantitativos (análisis estadístico de indicadores) y resultados cualitativos (entrevistas, revisión documental y análisis interpretativo). Además, servirá como base para proponer un modelo metodológico contextualizado que la empresa pueda implementar. Este producto es aplicable tanto para uso interno de la organización como para procesos de enseñanza-aprendizaje e investigación en el marco de la maestría.

- **Propuesta técnica estructurada (Marco metodológico personalizado)**

Como uno de los productos clave del proyecto, se elaborará un modelo

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 48 de 74

metodológico robusto y validado, diseñado para guiar la estructuración, ejecución y monitoreo de proyectos de transformación digital en empresas manufactureras. Este marco incluirá fases, actividades, herramientas de gestión, responsables, KPIs de seguimiento, buenas prácticas organizacionales y mecanismos de evaluación del impacto estratégico. Será específico para el contexto de Prebel S.A BIC, pero adaptable a otras organizaciones del sector cosmético y manufacturero. Este producto busca cerrar la brecha identificada en la literatura sobre la falta de metodologías integrales en contextos reales de manufactura avanzada.

- **Guía práctica (Manual de buenas prácticas)**

Se generará una guía técnica y operativa, dirigida a los equipos internos de Prebel S.A BIC (TI, innovación, producción y dirección), que compilará las buenas prácticas identificadas en el análisis del caso, con orientaciones sobre cómo integrar tecnologías digitales de manera coherente con la estrategia organizacional. Este documento incluirá recomendaciones basadas en la literatura académica y las lecciones aprendidas del caso Prebel, organizadas por ejes temáticos (gestión del cambio, adquisición tecnológica, formación de talento, evaluación de impacto, entre otros). El objetivo es ofrecer una herramienta de fácil consulta y uso para fortalecer las capacidades internas de gestión

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 49 de 74

tecnológica.

- **Informe ejecutivo con visualización de resultados**

Como producto de transferencia de conocimiento, se entregará una presentación ejecutiva con enfoque corporativo, que sintetice los hallazgos, conclusiones y propuestas del proyecto. Esta presentación estará dirigida a la alta dirección de Prebel S.A BIC y estará diseñada bajo un enfoque tipo *business case*, que facilite la toma de decisiones estratégicas. Incluirá *dashboards* de impacto, esquemas del marco metodológico propuesto, indicadores clave y visualizaciones interactivas que resuman las implicaciones de los proyectos de transformación digital en los procesos productivos y la estrategia general de la organización.

7.1. Indicadores y medios de verificación

TIPOLOGÍA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Documento técnico	Documento final en formato institucional que incluirá: caracterización de proyectos, análisis cuantitativo de KPIs (p. ej., tiempos de ciclo, reprocesos, reincidencias, automatización, productividad, cumplimiento normativo), análisis cualitativo y triangulación, conclusiones y recomendaciones.	Documento final
Modelo metodológico aplicado	1) Documento del marco con fases, actividades, roles, criterios de priorización, gobernanza y KPIs de seguimiento.	Documento del marco, plantillas, acta del taller, rúbricas diligenciadas, lista de asistencia.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 50 de 74

TIPOLOGÍA	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN
	2) Implementación: plantillas (ficha de iniciativa, <i>business case</i> , matriz de riesgos, tablero KPIs, plan de gestión del cambio, checklist de cierre). 3) Validación interna: rúbrica 1–5 (pertinencia, claridad, viabilidad, alineación estratégica, medibilidad) con promedio $\geq 4/5$ en pertinencia y viabilidad.	
Documento de gestión operativa	1) Manual final con estructura por ejes (gestión del cambio, adquisición tecnológica, talento, evaluación de impacto, alineación estratégica). 2) Incluye 5 buenas prácticas priorizadas, cada una con: propósito, pasos, responsable sugerido, riesgo de no adopción y KPI asociado. 3) Socialización interna con áreas clave (TI/Producción/Calidad/Estrategia).	Manual, evidencia de socialización.
Presentación corporativa	1) Presentación final tipo <i>business case</i> con: hallazgos, brechas, propuesta de marco y hoja de ruta sugerida. 2) <i>Dashboards</i> , 3) Presentación realizada a tomadores de decisión.	Acta de presentación y retroalimentación.

8. IMPACTOS

Tabla 5. *Impactos esperados: Organizacional, académico, sectorial e institucional*

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto:	Indicador verificable	Supuestos*
Organizacional:	2 años	-Reducción del 15% en los	-La alta dirección de

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 51 de 74

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto:	Indicador verificable	Supuestos*
Optimización de la eficiencia y calidad operativa en Prebel S.A BIC a través de un modelo estructurado de transformación digital.		tiempos promedio de producción por lote. Indicador: Tiempo ciclo por lote = (hora fin – hora inicio) por orden/lote. -Disminución del 20% en reprocesos o fallas en control de calidad. Indicador: Tasa de reproceso = reprocesos / lotes producidos NC = no conformidades / lotes. -Adopción formal del modelo metodológico propuesto como política interna.	Prebel S.A BIC adopta e implementa el modelo propuesto. -Se cuenta con recursos financieros y humanos para aplicar el plan metodológico. -El entorno regulatorio y tecnológico permanece estable.
Académico: Generación de conocimiento aplicable en transformación digital para el sector manufacturero latinoamericano	1 a 3 años	-Publicación del artículo científico en una revista indexada. -Participación en al menos un congreso académico con ponencia derivada del estudio. -Citas académicas o referencia al caso en tesis de maestría o investigación universitaria. Indicador: Cantidad de citaciones	-Se cuenta con el acompañamiento institucional de la universidad para la difusión del conocimiento. -Las revistas y espacios académicos abren convocatorias pertinentes en el área.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 52 de 74

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto:	Indicador verificable	Supuestos*
		y/o evidencias de uso en tesis.	-La calidad del artículo cumple con los estándares de publicación académica.
Sectorial: Aporte de buenas prácticas replicables para la transformación digital en empresas manufactureras del sector cosmético colombiano	2 a 4 años	-Difusión del documento de buenas prácticas entre al menos 5 empresas del sector. -Solicitudes de asesoría o réplica del modelo por parte de otras compañías. -Inclusión del caso Prebel en seminarios, diplomados o capacitaciones del sector. Indicador: Cantidad organizaciones que adoptan al menos 1 componente del modelo.	-Interés del gremio cosmético y manufacturero por adoptar prácticas innovadoras. -Canales de divulgación efectivos (cámaras de comercio, clústeres, redes de innovación). -Disponibilidad del investigador para la socialización de resultados.
Institucional: Fortalecimiento del programa de Maestría en Gerencia para la Transformación Digital a través	1 a 3 años	-Uso del caso Prebel como material de estudio en al menos dos asignaturas del programa. -Retroalimentación del modelo propuesto en aulas, talleres o espacios de formación académica.	-La institución reconoce la relevancia del caso como insumo formativo. -Docentes del programa integran los resultados del estudio a sus contenidos.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 53 de 74

Impacto esperado	Plazo (años) después de finalizado el proyecto:	Indicador verificable	Supuestos*
de la articulación con casos reales		-Integración de la experiencia en proyectos de extensión, prácticas o consultoría universitaria.	-Se mantiene el vínculo colaborativo entre la universidad y el sector empresarial.

Nota. Elaboración propia

9. ASPECTOS AMBIENTALES Y ÉTICOS

Consideraciones ambientales

El presente proyecto de investigación se desarrollará en el contexto de una empresa del sector cosmético manufacturero, Prebel S.A BIC, cuyas operaciones están directamente relacionadas con el uso de materias primas, procesos químicos, consumo energético y generación de residuos industriales. Aunque la investigación no implica intervención directa en procesos productivos, sí aborda la transformación digital como eje estratégico para optimizar dichos procesos, lo cual tiene implicaciones relevantes en términos de sostenibilidad ambiental.

Uno de los efectos esperados de la transformación digital, enmarcada en la Industria 4.0, es la reducción del impacto ambiental a través de la eficiencia energética, la

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 54 de 74

automatización inteligente y la trazabilidad de materiales. En este sentido, el estudio parte del principio de que la digitalización no solo busca mejorar la eficiencia operativa, sino también contribuir al uso racional de recursos y a la minimización de residuos industriales, lo que es particularmente importante en una industria que debe cumplir estrictos estándares de calidad y sostenibilidad.

En la formulación metodológica del proyecto, se tendrá en cuenta el análisis de indicadores relacionados con la sostenibilidad productiva, tales como:

- Consumo energético por unidad producida.
- Desperdicio o reproceso de materiales.
- Impacto ambiental de los fallos de calidad.
- Capacidad de trazabilidad digital para garantizar el cumplimiento ambiental y normativo.

Además, dentro del modelo metodológico que se propondrá como resultado del proyecto, se incluirán componentes orientados a integrar tecnologías limpias, eficiencia energética, sistemas de monitoreo ambiental digitalizados y control de huella de carbono, alineados con los objetivos ambientales de la empresa y los principios de economía circular.

De esta manera, el proyecto apoya la transición hacia una manufactura sostenible, coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 9

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 55 de 74

(Industria, Innovación e Infraestructura) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables). Asimismo, se respetarán todas las normativas ambientales vigentes en Colombia, como la Ley 99 de 1993, y los lineamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Importante aclarar que, al tratarse de un estudio de tipo no experimental y basado en análisis de información secundaria, entrevistas y encuestas, no se generarán residuos físicos, emisiones, ni se alterará ningún ecosistema durante el desarrollo del proyecto.

Consideraciones éticas

En cuanto al componente ético, el proyecto se desarrollará bajo estrictos principios de respeto a la dignidad humana, protección de los derechos individuales, confidencialidad de la información y transparencia investigativa, conforme a los lineamientos de bioética en investigación social y organizacional.

a) Consentimiento informado y participación voluntaria

Todos los participantes del estudio (directivos, operarios, técnicos y personal de apoyo de Prebel S.A BIC) serán debidamente informados sobre los objetivos del proyecto, su alcance, los usos de la información recolectada y los derechos que les asisten como sujetos participantes. Se garantizará el consentimiento informado, mediante el uso de un formato claro y comprensible que deberán firmar previamente a cualquier entrevista o encuesta.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 56 de 74

La participación será totalmente voluntaria, sin coacción de ningún tipo, y los participantes podrán retirarse del estudio en cualquier momento, sin que esto les genere ningún tipo de consecuencia negativa dentro de la organización o el ámbito académico.

El consentimiento informado esta consolidado como ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO de este informe.

b) Confidencialidad y protección de datos

Se garantizará la confidencialidad de los datos personales e información sensible obtenida durante el proceso de recolección. Los nombres de los participantes, cargos y cualquier otro dato que pueda permitir su identificación serán anonimizados en los informes de resultados, publicaciones o presentaciones académicas.

Además, los datos recopilados serán almacenados en medios digitales seguros, protegidos con contraseñas, y solo el investigador principal tendrá acceso a ellos. Una vez culminado el proyecto, y luego del periodo de revisión y sustentación, los datos serán destruidos o archivados conforme a las políticas de protección de datos personales de la institución académica y la Ley 1581 de 2012 de Habeas Data en Colombia.

c) Transparencia en el análisis y la presentación de resultados

El proyecto mantendrá una postura ética en el manejo de los resultados, evitando cualquier forma de manipulación, exageración o distorsión de los datos para beneficiar

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 57 de 74

intereses personales o institucionales. Se hará una lectura crítica de los hallazgos y se reconocerán tanto los avances como las limitaciones del estudio.

El modelo metodológico propuesto será sustentado desde la evidencia y construido en diálogo con los actores clave de la empresa, asegurando su pertinencia y aplicabilidad, sin imponer lineamientos unilaterales o infundados.

d) Relación con la empresa y neutralidad investigativa

El vínculo con Prebel S.A BIC será gestionado bajo un marco de respeto, colaboración y neutralidad académica. Aunque se analizarán procesos internos de la empresa, el investigador se mantendrá ajeno a decisiones administrativas o técnicas que correspondan exclusivamente a la organización, asegurando la objetividad y la independencia del trabajo investigativo. Se firmará, en caso de requerirse, un acuerdo de confidencialidad o compromiso ético entre el investigador y la empresa, para garantizar la protección de información estratégica o de carácter reservado.

Para concluir, esta formulación no solo busca resolver un problema empresarial, sino también contribuir a la construcción de organizaciones más conscientes, sostenibles y éticamente responsables. En ese sentido, la investigación adopta un enfoque de ética profesional, que reconoce el papel transformador de la tecnología, pero también sus implicaciones sociales, laborales y culturales.

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 58 de 74

10. RIESGOS DEL PROYECTO

Probabilidad: Baja = 1 | Media = 2 | Alta = 3

Impacto: Baja = 1 | Media = 2 | Alta = 3

Tabla 6. *Riesgos asociados al proyecto*

TIPO DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABI LIDAD	IMPACTO	SEVERID AD/NIVEL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Metodológico	Fallas en la obtención de datos suficientes o confiables, especialmente si los documentos internos no son proporcionados o los indicadores están desactualizados .	Media	Alta	Alto	Planificar reuniones anticipadas con la empresa, establecer acuerdos de colaboración claros, y tener fuentes secundarias (informes del sector, estudios comparables) como respaldo.
Técnico-tecnológico	Limitaciones en la disponibilidad o acceso a herramientas estadísticas o de análisis	Media	Media	Media	Utilizar software de código abierto (como Jamovi o RStudio) si no se dispone de licencias; prever

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 59 de 74

TIPO DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	SEVERIDAD/NIVEL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	cualitativo (SPSS, NVivo, etc.) por restricciones institucionales o presupuestales.				estos costos en el presupuesto; buscar apoyo institucional para licencias educativas.
Organizacional	Cambios en la estructura interna de Prebel S.A BIC (reemplazos de personal clave, reestructuración) que afecten el acceso a la información o el acompañamiento al proyecto.	Alta	Alta	Crítico	Asegurar el respaldo institucional del proyecto por parte de la gerencia desde el inicio; documentar avances y asegurar la comunicación con más de un referente organizacional.
Ético	Riesgos relacionados con el manejo inadecuado de información sensible o confidencial, afectando la relación de confianza con los participantes.	Baja	Alta	Media	Aplicar protocolos estrictos de confidencialidad, consentimiento informado y anonimato. Capacitarse en bioética de la investigación.
Ambiental	Interpretación errónea de los hallazgos como	Baja	Media	Media	Incluir dentro del informe final un análisis ético-

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 60 de 74

TIPO DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABI LIDAD	IMPACTO	SEVERID AD/NIVEL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	una justificación para aumentar la automatización sin considerar impactos ambientales colaterales o socio-laborales.				ambiental y recomendaciones explícitas sobre sostenibilidad y responsabilidad social.
Académico-administrativo	Retrasos en la aprobación institucional del proyecto o en la revisión por parte del comité de ética o del director académico de la maestría.	Media	Alta	Alto	Iniciar los trámites con antelación, prever tiempos de aprobación, y mantener canales abiertos de comunicación con los asesores académicos.
De comunicación	Dificultades en la articulación entre el lenguaje técnico del proyecto y el entendimiento por parte de los diferentes actores (académicos, operativos, directivos).	Media	Media	Media	Diseñar estrategias de divulgación diferenciadas (resúmenes ejecutivos, visualización de datos, presentaciones claras) para cada tipo de audiencia.
Financiero	Insuficiencia en los recursos	Media	Media	Media	Gestionar apoyos institucionales,

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 61 de 74

TIPO DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	SEVERIDAD/NIVEL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	estimados para desplazamientos, herramientas digitales o asesorías externas.				optimizar recursos disponibles, y mantener un fondo de contingencia dentro del presupuesto previsto.
De continuidad	Interrupción del proceso investigativo por causas externas (salud, laborales, institucionales).	Baja	Alta	Media	Establecer un plan de trabajo flexible y escalonado. Documentar cada fase para garantizar trazabilidad. Contar con apoyo del tutor o codirector para continuidad en caso necesario.

Nota. Elaboración propia

11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto se establece en función de la cantidad de horas semanales invertidas durante un período de 12 meses.

Tabla 7. *Presupuesto proyectado del proyecto*

Rubro	Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario (COP)	Total (COP)	Tipo	Fuente	Evidencia
-------	------	--------	----------	----------------------	-------------	------	--------	-----------

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 62 de 74

Talento humano	Dedicación investigador (12 meses)	Hora	288	\$30000	\$8.640.000	En especie	Propia	Plan de trabajo / bitácora
Talento humano	Tutoría asesor/co asesor	Hora	96	\$62000	\$5.952.000	En especie	Institucional (Universidad)	Actas/correo s de tutoría
Talento humano	Participación líderes Prebel (TI, Producción, Calidad)	Hora	80	\$50000	\$4.000.000	En especie	Empresa (Prebel)	Listas asistencia / actas
Operativos	Transporte y logística (visitas / entrevistas)	Visita	10	\$50000	\$500000	Dinero	Propia	Soportes de transporte
Operativos	Papelería / impresión	Paquete	6	\$50000	\$300000	Dinero	Propia	Facturas
Herramientas	Software análisis de datos (escenario A: institucional)	Licencia	1	\$500000	\$500000	En especie	Institucional (Universidad)	Certificado/s oporte acceso

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 63 de 74

Difusión	Visualización/diseño presentación ejecutiva	Hora	10	\$40000	\$400000	En especie	Propia	Archivo final + registro horas
Total					20.292.000			

Nota. Elaboración propia.

- No se contemplan honorarios para el investigador, ya que se trata de una investigación de formación de maestría.
- La participación de Prebel S.A BIC se da mediante apoyo institucional en especie, es decir, aportes no monetarios como acceso a información, disponibilidad de personal clave para entrevistas, tiempo en reuniones, y posibles recursos internos para revisión del modelo propuesto.
- La universidad también contribuye con recursos en especie (tutorías, espacios, plataformas tecnológicas, software institucional), clave para la ejecución académica del proyecto.
- Los valores estimados en especie se calculan con base en tarifas de mercado para consultoría, horas académicas y soporte administrativo.

12. CRONOGRAMA

Tabla 8. *Cronograma de actividades*

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 64 de 74

Fase	Actividad	Inicio	Fin	Duración	Responsable principal	Entregable/Evidencia
1. Diagnóstico y exploratoria	Revisión de literatura (TD/Industria 4.0)	Mes 1	Mes 3	3 meses	Investigadora	Matriz bibliográfica + síntesis
	Recopilación de documentación interna (proyectos 2 años)	Mes 1	Mes 3	3 meses	Investigadora + Líder TI/Calidad Prebel	Inventario documental + matriz de proyectos
	Mapeo de actores clave	Mes 2	Mes 3	2 meses	Investigadora + Sponsor/Contacto Prebel	Lista de actores + plan de entrevistas
2. Trabajo de campo	Diseño final de instrumentos (guías, rúbricas) y agenda	Mes 3	Mes 3	1 mes	Investigadora + Asesor(a)	Instrumentos listos + cronograma de entrevistas
	Aplicación de entrevistas semiestructuradas	Mes 3	Mes 4	2 meses	Investigadora	Audios/notas + consentimientos

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 65 de 74

	Recolección/de puración de KPIs 2022–2023	Mes 3	Mes 5	3 meses	Investigadora + Líder Producción/Calidad	Base consolidada de KPIs
	Análisis documental (hojas de ruta, reportes, manuales)	Mes 3	Mes 5	3 meses	Investigadora	Matriz de evidencia documental
	Sistematización de metodologías/herramientas usadas en Prebel	Mes 4	Mes 5	2 meses	Investigadora	Matriz de prácticas actuales
3. Análisis y contraste	Análisis cuantitativo de KPIs (tendencias/comparaciones por iniciativa)	Mes 6	Mes 7	2 meses	Investigadora	Tablas/gráficos KPIs + hallazgos
	Análisis cualitativo (codificación/análisis temático)	Mes 6	Mes 7	2 meses	Investigadora	Matriz de categorías/temas

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 66 de 74

	Triangulación + identificación de brechas y buenas prácticas	Mes 7	Mes 8	2 meses	Investigador a + Asesor(a)	Matriz brechas vs. buenas prácticas
4. Propositiva	Diseño del marco metodológico (v1)	Mes 8	Mes 9	2 meses	Investigador a	Versión 1 del marco
	Definición de roles, fases, KPIs y plantillas del marco	Mes 9	Mes 10	2 meses	Investigador a	Implementación (plantillas/KPIs)
	Taller de validación interna del marco	Mes 10	Mes 10	1 mes	Investigador a + Líderes Prebel	Acta, <i>feedback</i>
	Ajustes y versión final del marco metodológico	Mes 10	Mes 11	2 meses	Investigador a + Asesor(a)	Marco metodológico final
5. Redacción y socialización	Redacción del informe final	Mes 12	Mes 12	1 mes	Investigador a + Asesor(a)	Informe final
	Elaboración de presentación ejecutiva y socialización	Mes 12	Mes 12	1 mes	Investigador a	Presentación ejecutiva + evidencia de socialización

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 67 de 74

Nota. Elaboración propia.

Este cronograma se alinea con las fases y tiempos establecidos en la metodología (numeral 6.4). La figura 5 se presenta como visual de apoyo y la tabla como instrumento editable de seguimiento

Figura 8. Imagen cronograma proyectado



Nota. Elaboración propia.

13. ANEXOS

ANEXO 1. Consentimiento informado

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 68 de 74

14. REFERENCIAS

Abdallah, Y. O., Shehab, E., & Al-Ashaab, A. (2022). Sustainable digital transformation: The role of organisational digital culture. In M. Shafik & K. Case (Eds.), *Advances in Transdisciplinary Engineering*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/ATDE220566>

Abdulaziz, Q. A., Mad Kaidi, H., Masrom, M., Hamzah, H. S., Sarip, S., Dziyauddin, R. A., & Muhammad-Sukki, F. (2023). Developing an IoT framework for industry 4.0 in Malaysian SMEs: An analysis of current status, practices, and challenges. *Applied Sciences*, 13(6), 3658. <https://doi.org/10.3390/app13063658>

Ahlskog, M., Badasjane, V., Granlund, A., Bruch, J., & Sauter, B. (2022). Differing views of the meaning of digital transformation in manufacturing industry. In A. H. C. Ng, A. Syberfeldt, D. Högberg, & M. Holm (Eds.), *Advances in Transdisciplinary Engineering*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/ATDE220152>

Ahmmed, M. S., Isanaka, S. P., & Liou, F. (2024). Promoting synergies to improve manufacturing efficiency in industrial material processing: A systematic review of Industry 4.0 and AI. *Machines*, 12(10), Article 681. <https://doi.org/10.3390/machines12100681>

Aichouni, A. B. E., Silva, C., & Ferreira, L. M. D. F. (2024). A systematic literature review of the integration of total quality management and Industry 4.0: Enhancing

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 69 de 74

sustainability performance through dynamic capabilities. *Sustainability*, 16(20), Article 9108.

<https://doi.org/10.3390/su16209108>

Brodeur, J., Pellerin, R., & Deschamps, I. (2022). Operationalization of critical success factors to manage the Industry 4.0 transformation of manufacturing SMEs. *Sustainability*, 14(14), Article 8954. <https://doi.org/10.3390/su14148954>

Calle, J. S., & Montoya, I. A. (2019). Innovación en la orientación al mercado en distribuidoras de materiales 1uímicos para industrias en las áreas de alimentos, caucho, pegamentos, fragancias, detergentes, farmacéuticas y cosméticas. *Información tecnológica*, 30(6), 137-146. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600137>

Charbonnier, L., Giustozzi, F., Saunier, J., & Zanni-Merk, C. (2024). Towards a semantic approach to detection of quality issues in Manufacturing 4.0. *Procedia Computer Science*, 246, 2439-2448. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.479>

Davis, W., Yaqoob, M., Bennett, L., Mihai, S., Hung, D. V., Trestian, R., Karamanoglu, M., Barn, B., & Nguyen, H. (2023). An innovative blockchain-based traceability framework for Industry 4.0 cyber-physical factory. In *Proceedings of the 2023 5th Asia Pacific Information Technology Conference* (pp. 118-122). <https://doi.org/10.1145/3588155.3588174>

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 70 de 74

Droz, R., & Wolniak, R. (2021). Systematic assessment of product quality. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(4), Article 235. <https://doi.org/10.3390/joitmc7040235>

Duc, M. L., Hlavaty, L., Bilik, P., & Martinek, R. (2023). Design and implement low-cost industry 4.0 system using hybrid Six Sigma methodology for CNC manufacturing process. *IEEE Access*, 11, 127176-127201.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3331818>

Forero, D., Salgado, E., & Villa, J. L. (2020). Modelo de implementación de proyectos de transformación digital en hoteles boutique. In *Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology* (LACCEI 2020). <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.517>

Intalar, N., Chumnumporn, K., Jeenanunta, C., & Tunpan, A. (2021). Towards Industry 4.0: Digital transformation of traditional safety shoes manufacturer in Thailand with a development of production tracking system. *Engineering Management in Production and Services*, 13(4), 79-94. <https://doi.org/10.2478/emj-2021-0033>

Kumar, A., Kerr, E., & McKnight, W. (2024). Smart manufacturing in timber production. *Engineering Proceedings*, 65(1), 5. <https://doi.org/10.3390/engproc2024065005>

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 71 de 74

Meena, G., & Santhanalakshmi, K. (2025). Deconstructing digital transformation: A multidimensional analysis of digital literacy's role in shaping human capital and driving organizational success. *Economics*, 13(1), 405-430. <https://doi.org/10.2478/eoik-2025-0018>

Mehta, D., & Klarmann, N. (2023). Autoencoder-based visual anomaly localization for manufacturing quality control. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 6(1), 1-17. <https://doi.org/10.3390/make6010001>

Oliff, H., & Liu, Y. (2017). Towards Industry 4.0 utilizing data-mining techniques: A case study on quality improvement. *Procedia CIRP*, 63, 167-172. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.311>

Oubrahim, I., & Sefiani, N. (2023). Exploring the drivers and barriers to digital transformation adoption for sustainable supply chains: A comprehensive overview. *Acta Logistica*, 10(2), 305-317. <https://doi.org/10.22306/al.v10i2.396>

Pavlenko, P., Teslia, I., Khlevna, I., Yehorchenkov, O., Yehorchenkova, N., Kataieva, Y., Khlevnyi, A., Veretelnyk, V., Latysheva, T., & Kubiavka, L. (2024). Development of a concept of combined project-production activities planning using digital twins. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3), 6-17. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.311751>

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 72 de 74

Prebel S.A BIC. (2023). Estrategia 2023-2028 Prebel Beautycare Partners [Report/Documento corporativo].

Solovyov, A. A., Dugina, T. A., Karpushova, S. E., & Zemlyacheva, E. A. (2023). Product quality management in industry 4.0 based on digital institutions. *Proceedings on Engineering Sciences*, 5(S2), 327-340. <https://doi.org/10.24874/PES.SI.02.011>

Soori, M., Dastres, R., Arezoo, B., & Karimi Ghaleh Jough, F. (2024). Intelligent robotic systems in Industry 4.0: A review. *Journal of Advanced Manufacturing Science and Technology*, 4(3), 2024007-2024007. <https://doi.org/10.51393/j.jamst.2024007>

Sun, Y., & Tell, F. (2024). Tensions in digital transformation: How prototype work links the temporary and the permanent. *Project Management Journal*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/87569728241278661>

Tambare, P., Meshram, C., Lee, C.-C., Ramteke, R. J., & Imoize, A. L. (2021). Performance measurement system and quality management in data-driven Industry 4.0: A review. *Sensors*, 22(1), Article 224. <https://doi.org/10.3390/s22010224>

Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Mukhopadhyay, A. K., Sharma, S., Li, C., & Di Bona, G. (2022). A sustainable methodology using lean and smart manufacturing for the cleaner production of shop floor management in Industry 4.0. *Mathematics*, 10(3), Article 347. <https://doi.org/10.3390/math10030347>

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 73 de 74

Tumbajoy, L. M., Muñoz-Añasco, M., & Thiede, S. (2022). Enabling Industry 4.0 impact assessment with manufacturing system simulation: An OEE-based methodology. *Procedia CIRP*, 107, 681–686. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.045>

Uzule, K., & Verina, N. (2023). Digital barriers in digital transition and digital transformation: Literature review. *Economics and Culture*, 20(1), 125–143. <https://doi.org/10.2478/jec-2023-0011>

Wang, X., Lee, C., Li, Y., & Zhu, X. (2023). Digital transformation of education: Design of a “project-based teaching” service platform to promote the integration of production and education. *Sustainability*, 15(16), Article 12658. <https://doi.org/10.3390/su151612658>

Yoshikawa, N. K., Filho, J. R. D. C., Penha, R., Kniess, C. T., & Souza, J. B. D. (2020). Abordagem ágil como estratégia em projetos de transformação digital: Um estudo bibliométrico e bibliográfico. *International Journal of Professional Business Review*, 5(2), 272–287. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2020.v5i2.218>

Zanon, G. N., Szejka, A. L., & Loures, E. D. F. R. (2021). Towards an integrated MCDM and BSC method to support the digital transformation strategy in railway companies. In L. Newnes, S. Lattanzio, B. R. Moser, J. Stjepandić, & N. Wognum (Eds.), *Advances in transdisciplinary engineering*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/ATDE210109>

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13

GUÍA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Código: INV-GU-03
	Versión: 002
	Página 74 de 74

Zhang, L., Qiu, P., & Cao, P. (2023). Does digital transformation enhance the core competitiveness?—Quasi-natural experimental evidence from Chinese traditional manufacturing. *PLOS ONE*, 18(11), Article e0289278. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289278>

Zhou, S.-X. (2021). The practical applications of Industry 4.0 technology to a new plant for both manufacturing technique and manufacturing process in new product introduction. *IEEE Access*, 9, 149218–149226. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3124373>

Elaboró: Edwin Muñoz Mejía Profesional Dirección de Tecnología e Innovación	Revisó: Alberto Flórez Contratista DTPAC	Aprobó: Erica Mejía/Directora Administrativa de Tecnología e Innovación
Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13	Fecha: Fecha: 2023/10/13