

**Analítica de datos en la transformación digital de pymes de los sectores comercial, servicios  
e industrial en Valledupar**

Ronald Buitrago Castaño

Asesor

Estefany María Lancheros Sepúlveda

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2026

## Resumen

La transformación digital se ha convertido en un reto prioritario para las pequeñas y medianas empresas (pymes), especialmente en regiones como Valledupar, donde persisten brechas tecnológicas que afectan su competitividad. En este contexto, el presente proyecto propone analizar el uso de la analítica de datos como herramienta de apoyo en dicho proceso.

La recolección de información se realizará mediante entrevistas semiestructuradas y revisión documental, y el análisis de datos seguirá un enfoque temático y comparativo, a través de esta investigación se espera identificar patrones, percepciones y estrategias relacionadas con la adopción de tecnologías basadas en analítica de datos, con el fin de formular recomendaciones viables y contextualizadas, los resultados contribuirán al fortalecimiento de las capacidades digitales de las pymes en la región, así como a la generación de conocimiento aplicado que permita articular la ingeniería electrónica con el desarrollo empresarial local.

**Palabras clave:** transformación digital, capacidades digitales, pymes, desarrollo empresarial.

### **Abstract**

Digital transformation has become a priority challenge for small and medium-sized enterprises (SMEs), especially in regions such as Valledupar, where technological gaps persist and affect their competitiveness. Thus, this project proposes to analyze the use of data analytics as a supporting tool in this transformation process, considering its potential to optimize operations, automate processes, and improve decision-making. From a qualitative approach, a multiple case study will be conducted with three SMEs from the commercial, services, and industrial sectors, intentionally selected.

Data collection will be carried out through semi-structured interviews and document review, and data analysis will follow a thematic and comparative approach. Through this research, it is expected to identify patterns, perceptions, and strategies related to the adoption of data analytics-based technologies, in order to formulate feasible and contextualized recommendations. The results will contribute to strengthening the digital capabilities of SMEs in the region, as well as to generating applied knowledge that articulates electronic engineering with local business development.

**Keywords:** digital transformation, digital capabilities, SMEs, business development.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	8
Justificación .....	10
Objetivos .....	12
Objetivo General .....	12
Objetivos Específicos.....	12
Marco Conceptual y Teórico .....	13
Metodología.....	18
Enfoque .....	18
Diseño .....	18
Población y Muestra .....	19
Fases de la investigación.....	20
Resultados .....	22
Escala de Ponderación Utilizada.....	55
Conclusiones.....	59
Referencias Bibliográficas .....	61

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Pymes de la Investigación</i> .....	19
<b>Tabla 2</b> <i>Fases de la Investigación</i> .....	21
<b>Tabla 3</b> <i>Estructura de la Entrevista</i> .....	25
<b>Tabla 4</b> <i>Respuestas Sector Comercial</i> .....	26
<b>Tabla 5</b> <i>Respuestas Sector Servicios</i> .....	29
<b>Tabla 6</b> <i>Respuestas Sector Industrial</i> .....	31
<b>Tabla 7</b> <i>Comparación por Sector</i> .....	38
<b>Tabla 8</b> <i>Opciones de Solución</i> .....	40
<b>Tabla 9</b> <i>Estrategias Documentadas</i> .....	48
<b>Tabla 10</b> <i>Ponderación</i> .....	57

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b>	<i>Resultado de Análisis Cuantitativo de Acuerdo con las Escalas de Valoración .....</i>	<b>58</b>
-----------------	--	-----------

**Lista de Apéndices**

<b>Apéndice A</b> <i>Consentimiento Informado</i> .....	<b>68</b>
<b>Apéndice B</b> <i>Firma Mercado la Gran Via</i> .....	<b>71</b>
<b>Apéndice C</b> <i>Firma Hotel Alec</i> .....	<b>72</b>
<b>Apéndice D</b> <i>Firma Sillas Tiffany Colombia</i> .....	<b>73</b>

## Introducción

En Colombia la transformación digital representa un elemento clave para la competitividad empresarial, pero su adopción en las pymes enfrenta brechas significativas que comprometen su desarrollo; de acuerdo con iNNpulsa y la Cámara Nacional de Consultoría, solo el 63 % de las empresas medianas alcanzan niveles avanzados de transformación digital, frente a apenas el 42 % en microempresas, evidenciando una desigualdad en el acceso y uso de tecnologías (iNNpulsa Colombia & Centro Nacional de Consultoría, 2024). A su vez, el índice de madurez digital en el país se ubica en un promedio del 51,5 %, cifra inferior al rango global estimado entre el 20 % y 30 % de empresas que logran cambios significativos en sus estrategias digitales (CINTEL, 2023).

Esta situación se agrava en sectores como comercio, servicios e industria en localidades intermedias como Valledupar, donde menos del 76 % de las empresas ha iniciado formalmente su proceso de digitalización (Viafirma, 2025), y apenas un 28 % adoptó facturación electrónica, mientras que únicamente un tercio cuenta con estrategias formales de inteligencia artificial (La Nota Económica, 2025; Microsoft, 2025); así mismo, la brecha digital urbana rural también incide, pues solo el 21,6 % de la población de ciudades pequeñas o medianas usa regularmente TIC, lo que limita incluso el acceso básico a herramientas digitales. Este panorama muestra que muchas pymes carecen de conocimiento técnico, cultura organizacional digital y recursos para adoptar soluciones tecnológicas emergentes (Rueda, 2024; Restrepo et al., 2024), lo cual se constituye como un desafío que se profundiza en contextos regionales como el Cesar, donde la infraestructura y alfabetización digital aún son limitadas; así pues, diversos estudios académicos señalan que los principales habilitadores de la transformación digital en las pymes incluyen la

capacitación digital, el liderazgo tecnológico y el conocimiento sobre tecnologías como Big Data, IA o cloud computing (Díaz et al., 2024).

En este contexto, la analítica de datos, entendida como el conjunto de técnicas y herramientas destinadas al procesamiento, interpretación y explotación de grandes volúmenes de datos, aparece como una alternativa innovadora para catalizar la transformación digital, sin embargo, su implementación en pymes colombianas es escasa y poco documentada, lo cual genera un vacío de conocimiento sobre su potencial impacto operativo y competitivo.

### **Justificación**

La presente investigación cobra especial relevancia al proponer un estudio aplicado sobre analítica de datos como herramienta de apoyo en este proceso digital de pymes, específicamente en los sectores comercial, servicios e industrial de Valledupar, pues en un contexto en el que gran parte de las micro, pequeñas y medianas empresas del país aún presentan rezagos significativos en su apropiación tecnológica (iNNpulsa Colombia & Centro Nacional de Consultoría, 2024), resulta necesario identificar y promover soluciones tecnológicas concretas que respondan a las necesidades reales de estos actores empresariales.

Este estudio busca generar conocimiento aplicado sobre una tecnología poco explorada en el entorno pyme que es la de analítica de datos, cuyo potencial para optimizar procesos, automatizar operaciones y fortalecer la toma de decisiones sigue siendo subutilizado, así pues, investigar su aplicación en el contexto específico de las pymes en Valledupar permitirá no solo evidenciar oportunidades de mejora en eficiencia y competitividad, sino también proponer estrategias viables, de bajo costo y alto impacto, ajustadas a las capacidades locales; en este sentido, la investigación se alinea con el objetivo de cerrar brechas digitales que, según Restrepo et al. (2024), siguen afectando la productividad y sostenibilidad de muchas empresas emergentes en contextos regionales.

Desde el punto de vista académico, la monografía contribuirá al fortalecimiento del conocimiento interdisciplinar entre la ingeniería electrónica y el desarrollo empresarial, vinculando conceptos técnicos como el análisis de señales con problemáticas prácticas como la digitalización empresarial, esta integración responde a lo planteado por Díaz et al. (2024), quienes destacan la importancia de fomentar investigaciones contextualizadas en países en desarrollo que traduzcan el potencial de las tecnologías en beneficios tangibles para las pymes.

En el ámbito práctico, el estudio ofrece beneficios directos a las empresas participantes, brindándoles un diagnóstico sobre su nivel de madurez digital, su percepción frente a la incorporación de nuevas tecnologías y recomendaciones estratégicas para avanzar en su transformación, a su vez, puede servir como referencia para otras pymes de la región interesadas en implementar procesos similares.

En términos metodológicos, el diseño de un estudio de casos múltiples permitirá identificar patrones, contrastar experiencias sectoriales y generar hallazgos comparativos valiosos, esta aproximación puede ser replicada por otros investigadores en contextos similares, fortaleciendo la investigación aplicada en el ámbito empresarial regional.

El valor social del estudio radica en su potencial para impulsar el desarrollo económico local mediante la promoción de pymes más eficientes, competitivas y sostenibles, pues, tal y como señalan Fonseca et al. (2024), las pymes no solo son actores clave en la economía, sino también dinamizadores del empleo y de la innovación local, por lo que fortalecer sus capacidades digitales repercute positivamente en el tejido social de regiones como Valledupar.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar el uso de la analítica de datos en la transformación digital de pymes de los sectores comercial, servicios e industrial en Valledupar, mediante un estudio de casos múltiples que integre entrevistas semiestructuradas y revisión documental, buscando identificar estrategias tecnológicas aplicables para mejorar su competitividad y eficiencia operativa.

### **Objetivos Específicos**

Analizar el nivel de apropiación tecnológica y percepción sobre la analítica de datos en la transformación digital de pymes de los sectores comercial, servicios e industrial en Valledupar, a partir de entrevistas semiestructuradas a actores clave, con el fin de identificar barreras, oportunidades y expectativas frente a su implementación.

Explorar las experiencias, estrategias y tendencias documentadas sobre el uso de la analítica de datos en pymes de sectores similares, mediante una revisión bibliográfica, para la contextualización y enriquecimiento del análisis de los casos estudiados en Valledupar.

Proponer estrategias tecnológicas aplicables al contexto de las pymes estudiadas, a partir de la triangulación entre los hallazgos obtenidos en entrevistas y revisión documental, con el fin de hacer una contribución a su transformación digital y al fortalecimiento de su competitividad local.

### **Marco Conceptual y Teórico**

La transformación digital es una prioridad estratégica para las pequeñas y medianas empresas (pymes) dado que estas buscan mantenerse competitivas en un entorno empresarial cada vez más dinámico; debido a que implica la integración de tecnologías digitales que transforman procesos, modelos de negocio y estrategias organizacionales (Vial, 2019). Este concepto se refiere a la integración de tecnologías digitales en todos los procesos operativos y estratégicos de una organización, lo cual viene cambiando radicalmente la forma en que estas operan y generan valor; autores como Westerman *et al.* (2014) consideran que la transformación digital implica no solo el uso de herramientas tecnológicas, sino también un cambio cultural profundo en la manera de gestionar y tomar decisiones dentro de la empresa.

En el caso específico de las pymes de Valledupar, la transformación digital cobra especial relevancia debido a la alta dependencia económica de la región en este tipo de empresas; de acuerdo con cifras de la Cámara de Comercio de Valledupar (2022), las pymes tienen una representación del 80 % de las empresas registradas en el departamento, las cuales generan empleo y contribuyen de manera significativa al desarrollo económico local; sin embargo, estas enfrentan desafíos considerables en términos de acceso a tecnologías avanzadas, financiamiento y capacitación del talento humano.

La analítica de datos, por su parte, constituye una disciplina tecnológica que se puede considerar clave para facilitar la transformación digital; de acuerdo con Oppenheim *et al.* (2010) el procesamiento y análisis de señales constituye la base técnica para el tratamiento de datos digitales en múltiples sistemas computacionales y de comunicación, permitiendo su filtrado, interpretación y extracción de características relevantes; en el contexto empresarial, esta capacidad permite manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real, facilitando la toma de

decisiones basada en información precisa, lo que permite mejorar el desempeño organizacional y la competitividad empresarial (Brynjolfsson, Hitt & Kim, 2011). Entre sus aplicaciones más relevantes se encuentran el análisis predictivo, la automatización de procesos y la optimización de recursos, áreas críticas para la competitividad de las pymes, al permitir el procesamiento de grandes volúmenes de información para apoyar decisiones estratégicas dentro de las organizaciones (Davenport & Dyché, 2013).

La adopción de tecnologías basadas en la analítica de datos podría convertirse en un mecanismo catalizador que permita la superación de barreras comunes en las pymes de Valledupar, de manera que una implementación adecuada de estas herramientas no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite personalizar la experiencia del cliente y anticipar tendencias de mercado, dichas ventajas son especialmente importantes en mercados locales como Valledupar, donde la competencia con corporaciones muy grandes y empresas extranjeras requiere una diferenciación clara basada en el valor añadido (Westerman *et al.*, 2014).

Desde un nivel teórico, el marco conceptual de esta investigación incluye varias corrientes relevantes para analizar la relación entre la analítica de datos y la transformación digital. La teoría de la difusión de innovaciones, propuesta por Rogers (1962), proporciona un enfoque útil para comprender cómo las nuevas tecnologías, como la analítica de datos, se adoptan en un contexto organizacional; de acuerdo con esta teoría, factores como la utilidad percibida, la compatibilidad con las prácticas existentes y la complejidad percibida de la tecnología influyen en la velocidad y el grado de adopción de una innovación.

Otra referencia fundamental es el modelo de madurez digital, el cual describe las etapas que las organizaciones atraviesan en su proceso de digitalización; en su forma más básica, este

modelo identifica niveles que van desde la resistencia inicial al cambio hasta la integración completa de tecnologías digitales en todas las áreas de la empresa; según McKinsey & Company (2016), las empresas que alcanzan niveles avanzados de madurez digital tienen mayores probabilidades de superar a sus competidores en términos de eficiencia operativa y satisfacción del cliente.

Desde un punto de vista sistémico, la teoría de sistemas, formulada por Von Bertalanffy (1968), sostiene que las organizaciones son sistemas abiertos que interactúan continuamente con su entorno, en el caso de las pymes, esta interacción se ve mediada por flujos de información, que pueden ser gestionados de manera más efectiva a través de la analítica de datos; al optimizar la entrada y salida de datos, estas empresas pueden adaptarse más rápidamente a los cambios del mercado y mejorar su capacidad de respuesta.

En cuanto a la competitividad empresarial, Porter (1985) destaca que la capacidad de una organización para obtener ventajas sostenibles frente a sus competidores depende en gran medida de su habilidad para innovar y diferenciarse; la analítica de datos, al permitir una gestión más eficiente de los recursos y un mejor conocimiento del cliente, puede ser un diferenciador clave para las pymes que buscan posicionarse como líderes en su sector.

Las aplicaciones prácticas de la analítica de datos en las pymes son diversas; por ejemplo, el análisis predictivo permite identificar patrones y anticipar tendencias del mercado, lo que es crucial para la planificación estratégica, según Brown *et al.* (2015), este enfoque reduce los riesgos asociados a la toma de decisiones al proporcionar datos basados en evidencia. Otro ejemplo es la automatización de procesos, que mejora la eficiencia operativa al reducir errores humanos y optimizar el uso de recursos (Oppenheim *et al.*, 2010).

En el ámbito de las telecomunicaciones, la analítica de datos permite mejorar la calidad de las comunicaciones empresariales, lo que a su vez impacta positivamente en la experiencia del cliente y en la eficiencia operativa. Según Gupta *et al.* (2017), la calidad de las telecomunicaciones es un factor crítico para las empresas que dependen de servicios en línea, como el comercio electrónico o la atención al cliente en plataformas digitales.

En el contexto de Valledupar, las aplicaciones de la analítica de datos pueden adaptarse a las necesidades específicas de la región; por ejemplo, la monitorización en tiempo real de inventarios y operaciones podría ser una solución efectiva para empresas con limitaciones de personal, además, la optimización de recursos energéticos y logísticos mediante técnicas de analítica de datos podría contribuir a reducir costos operativos, un factor crucial para la sostenibilidad de las pymes en un mercado competitivo.

La relación entre la analítica de datos y el desarrollo económico regional también merece atención. Según estudios recientes (Cámara de Comercio de Valledupar, 2022), la digitalización de las pymes tiene un efecto multiplicador en la economía local, generando empleo, incrementando los ingresos y fortaleciendo el ecosistema empresarial; en este sentido, la investigación no solo aborda una problemática empresarial, sino que también contribuye al desarrollo socioeconómico de Valledupar.

En conclusión, el marco conceptual y teórico de esta investigación integra enfoques multidisciplinarios para analizar el impacto de la analítica de datos en la transformación digital de las pymes en Valledupar; a través de la adopción de estas tecnologías, estas empresas tienen la oportunidad de superar barreras estructurales, mejorar su competitividad y contribuir al desarrollo sostenible de la región; las teorías y modelos presentados ofrecen una base sólida para

desarrollar estrategias prácticas y adaptadas a las necesidades específicas del contexto empresarial local.

## **Metodología**

Esta investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y exploratorio, bajo un diseño de estudio de casos múltiples, su propósito es analizar cómo la analítica de datos puede impulsar la transformación digital en pymes de los sectores comercial, servicios e industrial de Valledupar; la metodología se estructura en fases secuenciales que permiten abordar de forma sistemática los objetivos propuestos, integrando entrevistas semiestructuradas y revisión documental como técnicas principales de recolección de información.

### **Enfoque**

La investigación adopta un enfoque cualitativo, ya que busca comprender y describir fenómenos complejos en contextos reales, desde la perspectiva de los actores involucrados (Hernández *et al.*, 2014), el estudio se orienta a explorar, describir y comparar casos reales de pymes en Valledupar que presentan algún nivel de avance o interés en procesos de transformación digital, permitiendo identificar patrones, barreras y oportunidades específicas vinculadas al uso de la analítica de datos.

### **Diseño**

Se empleará un diseño de estudio de casos múltiples, seleccionando una pyme representativa de cada uno de los siguientes sectores: comercial, servicios e industrial, esta estrategia permite analizar en profundidad tres contextos empresariales distintos, bajo un esquema de comparación horizontal, con el fin de identificar semejanzas, diferencias y hallazgos transferibles a otras realidades regionales.

## Población y Muestra

La población está conformada por las pymes legalmente constituidas y operativas en la ciudad de Valledupar, la muestra será por conveniencia, seleccionando tres pymes que cumplan con los siguientes criterios:

Estar ubicadas en el área urbana de Valledupar.

Pertenecer a uno de los tres sectores definidos (comercial, servicios, industrial).

Estar en proceso de adopción tecnológica o manifestar interés en digitalizar sus operaciones.

Disposición del personal directivo para participar en entrevistas.

Así, la muestra estaría conformada por las empresas que se presentan en la Tabla 1. En el apéndice A se presenta el contenido del consentimiento informado firmado por cada representante de sector entrevistado.

**Tabla 1**

### *Pymes de la Investigación*

Sector	Nombre Pyme	Tamaño Pyme	Cargo entrevistado	Fecha	Consentimiento informado
Comercial	Mercado la Gran Vía	pequeña	Administrador	3 de febrero de 2025	Apéndice B
Servicios	Hotel Alec	pequeña	Administrador	15 de enero de 2025	Apéndice C
Industrial	Sillas Tiffany Colombia	pequeña	Gerente	11 de abril de 2025	Apéndice D

*Nota.* Elaboración propia.

### **Fases de la Investigación**

A continuación, se describen en detalle las fases de ejecución, actividades y recursos utilizados en cada etapa (todas las fases son cualitativas)

**Tabla 2***Fases de la Investigación*

Fase	Actividades principales	Instrumentos y recursos	Tipo de análisis
1. Planeación y revisión teórica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de literatura científica y técnica sobre transformación digital y analítica de datos.</li> <li>- Identificación de casos previos y modelos aplicables a pymes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bases de datos académicas (Scopus, Google Scholar, SciELO)</li> <li>- Fichas de revisión documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis documental cualitativo</li> <li>- Categorización temática</li> </ul>
2. Diseño de instrumentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contacto con empresas de Valledupar.</li> <li>- Diseño de guía de entrevista de acuerdo con el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), el modelo Tecnología-Organización-Entorno (TOE), Preparación de consentimientos informados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía de entrevista semiestructurada (Word)</li> <li>- Consentimiento informado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis cualitativo del perfil de empresas seleccionadas</li> </ul>
3. Recolección de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de entrevistas semiestructuradas a los encargados de procesos o directivos de cada pyme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Word para transcripción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de contenido de las entrevistas</li> <li>- Interpretación cualitativa del discurso</li> </ul>
4. Análisis de casos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Codificación de la información según categorías analíticas definidas (uso de tecnología, barreras, beneficios, percepción, etc.)</li> <li>- Comparación entre casos (por sector)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matriz de comparación por dimensiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis temático comparativo</li> </ul>
5. Elaboración de resultados y propuestas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redacción del capítulo de resultados</li> <li>- Identificación de hallazgos clave</li> <li>- Formulación de estrategias tecnológicas aplicables a cada sector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documento en Word</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpretación global</li> <li>- Validación lógica entre hallazgos y objetivos</li> </ul>
6. Revisión, ajustes y entrega final	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión técnica y académica del documento final.</li> <li>- Corrección de estilo y normas APA.</li> <li>- Ajustes según retroalimentación del asesor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formato de presentación institucional UNAD</li> <li>- Manual APA 7.<sup>a</sup> edición</li> </ul>	

*Nota.* Se presentan las diferentes fases de la investigación.

## Resultados

Para el diseño de una entrevista orientada a establecer el nivel de apropiación tecnológica y la percepción sobre la analítica de datos (en el marco de la transformación digital de pymes en Valledupar), es fundamental seleccionar un marco teórico que oriente la definición de variables y la formulación de preguntas; en este sentido, entre los referentes más relevantes se encuentran tres enfoques que, aunque en principio se percibieron distintos, pueden al final tomarse como complementarios, estos son: el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), el modelo Tecnología-Organización-Entorno (TOE) y los enfoques sociohistóricos críticos sobre la apropiación tecnológica.

En cuanto al Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), este fue desarrollado a partir de la Teoría de la Acción Razonada de Ajzen & Fishbein (1980), y plantea que la adopción de una tecnología se explica por dos variables principales que son la percepción de utilidad y la percepción de facilidad de uso (Davis, 1989); en este sentido, el TAM resulta especialmente útil para explorar la valoración que los actores clave otorgan a las tecnologías de analítica de datos, tanto en términos de beneficios para su desempeño como en la facilidad que perciben para implementarlas y utilizarlas. Por su parte, el modelo Tecnología-Organización-Entorno (TOE), formulado por Tornatzky & Fleischer (1990), propone que la adopción tecnológica en las organizaciones está condicionada por tres dimensiones que son la tecnológica (infraestructura y capacidades disponibles), la organizacional (recursos, estructura, cultura) y la del entorno (competencia, regulación, apoyo institucional); se considera que este modelo ofrece un marco más amplio que el TAM, ya que no solo atiende a la percepción individual sino también a los factores internos y externos que determinan la incorporación de innovaciones tecnológicas en pymes, permitiendo así identificar barreras estructurales y oportunidades de desarrollo.

En contraste con los anteriores, los enfoques sociohistóricos críticos sobre la apropiación tecnológica, como los propuestos por Crovi (2004) o Gendler (2011), hacen énfasis en que la adopción y el uso de tecnologías no son procesos neutrales, sino que están atravesados por contextos históricos, culturales y socioeconómicos; desde esta perspectiva, la apropiación implica no solo disponer de la tecnología, sino también integrarla de manera significativa a la vida cotidiana y a las dinámicas productivas, reconociendo desigualdades y diferencias en los modos de uso y en la atribución de valor, esto resulta relevante para comprender cómo distintos sectores (comercial, servicios e industrial) de Valledupar perciben y resignifican la analítica de datos en función de sus contextos particulares.

Desde una perspectiva comparativa, el TAM da indicios de cómo medir percepciones individuales, pero a su vez se considera limitado para analizar factores organizativos y contextuales; el TOE en cambio, permite abordar la adopción tecnológica, aunque no profundiza en las representaciones simbólicas de la tecnología; por último, los enfoques sociohistóricos aportan una comprensión del significado y las desigualdades en la apropiación, pero requieren ser complementados con modelos que integren variables más operativas; por ello se considera que una estrategia combinada que integre los tres enfoques ofrece un marco robusto para el diseño de la entrevista, permitiendo evaluar percepciones, capacidades estructurales y significados culturales asociados al analítica de datos.

Con base en esta integración, la estructura final de variables a abordar en la entrevista puede organizarse en seis dimensiones:

**(1)** percepción de utilidad y facilidad de uso de las tecnologías de analítica de datos (TAM)

- (2) infraestructura y capacidades tecnológicas existentes (TOE)
- (3) recursos organizacionales, liderazgo y cultura digital (TOE)
- (4) factores del entorno como competencia, apoyo institucional y regulaciones (TOE)
- (5) significados, representaciones y actitudes hacia la tecnología (enfoques sociohistóricos)
- (6) barreras y oportunidades específicas para la implementación (derivadas de la combinación de los tres modelos).

Se considera que estas dimensiones permitirán desarrollar un guion de entrevista que permita la captura no solo datos sobre el nivel de apropiación tecnológica, sino también las percepciones, expectativas y resistencias presentes en el ecosistema empresarial objeto de estudio. De acuerdo con lo anterior, se proponen las siguientes preguntas asociadas a cada dimensión:

**Tabla 3***Estructura de la Entrevista*

Dimensión	Preguntas de entrevista	Fundamento teórico
1. Percepción de utilidad y facilidad de uso de las tecnologías de analítica de datos	1. ¿Considera que las tecnologías de analítica de datos pueden mejorar el desempeño y la competitividad de su empresa? 2. ¿Qué tan fácil cree que sería para su equipo aprender y utilizar estas tecnologías?	Modelo de Aceptación Tecnológica – TAM (Davis, 1989)
2. Infraestructura y capacidades tecnológicas existentes	3. ¿Con qué tecnologías o herramientas relacionadas con analítica de datos cuenta actualmente su empresa? 4. ¿Estas tecnologías están actualizadas y cumplen con sus necesidades actuales?	Modelo Tecnología-Organización-Entorno – TOE (Tornatzky & Fleischer, 1990)
3. Recursos organizacionales, liderazgo y cultura digital	5. ¿Qué tan comprometida está la dirección de la empresa con la incorporación de nuevas tecnologías? 6. ¿Existe una cultura interna que promueva la innovación y la adopción de herramientas digitales?	TOE (Tornatzky & Fleischer, 1990)
4. Factores del entorno: competencia, apoyo institucional y regulaciones	7. ¿Cree que la competencia en su sector impulsa a su empresa a adoptar nuevas tecnologías? 8. ¿Ha recibido apoyo o incentivos externos para implementar tecnología digital o de analítica de datos?	TOE (Tornatzky & Fleischer, 1990)
5. Significados, representaciones y actitudes hacia la tecnología	9. ¿Qué significa para usted y su empresa “apropiarse” de una tecnología como la analítica de datos? 10. ¿Qué sensaciones o actitudes predominan en su equipo frente a la adopción de estas tecnologías?	Enfoques sociohistóricos críticos (Crovi Druetta, 2004; Gendler, 2011)
6. Barreras y oportunidades específicas para la implementación	11. ¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para implementar tecnologías de analítica de datos en su	Integración TAM + TOE + enfoques sociohistóricos

Dimensión	Preguntas de entrevista	Fundamento teórico
	empresa? 12. ¿Qué oportunidades identifica si lograra implementar estas tecnologías?	

*Nota.* Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior se aplicó la primera entrevista al representante de la pyme del sector comercial, obteniéndose lo siguiente:

#### **Tabla 4**

##### *Respuestas Sector Comercial*

Pregunta de entrevista	Respuesta
1. ¿Considera que las tecnologías de analítica de datos pueden mejorar el desempeño y la competitividad de su empresa?	Sí, ya que nosotros manejamos un volumen considerable de ventas diarias y muchas veces tomamos decisiones de reposición o promociones basados únicamente en la experiencia y no en datos precisos, de manera que pienso que si tuviéramos tecnologías de analítica de datos que pudieran hacer cosas como analizar patrones de compra, flujos de clientes, tiempos de permanencia en la tienda, y cosas de este tipo, podríamos identificar qué productos rotan más en determinados días u horas, también podríamos anticipar quiebres de stock, ajustar la disposición de los productos para que la circulación sea más fluida etc... yo creo que cosas de este tipo no solo aumentaría las ventas, sino que nos haría más competitivos frente a grandes cadenas que ya trabajan con este tipo de sistemas.
2. ¿Qué tan fácil cree que sería para su equipo aprender y utilizar estas tecnologías?	Creo que habría una curva de aprendizaje importante, sobre todo porque en nuestro equipo hay personas con más de 10 años trabajando con métodos muy manuales y ya sabes que siempre existe una resistencia no solo a la tecnología sino también a hacer las cosas diferente, sin embargo, si las herramientas son intuitivas y recibimos capacitaciones adaptadas a nuestro contexto y personal, yo creo que se podría lograr una buena apropiación en un corto tiempo.
3. ¿Con qué tecnologías o herramientas relacionadas con analítica de datos cuenta actualmente su empresa?	En este momento tenemos un sistema básico de punto de venta que registra las transacciones, unas cámaras de seguridad con detección de movimiento y algunos lectores de códigos de barras, pero no tenemos aún cosas como sensores ni herramientas que procesen datos de manera más avanzada, como análisis de flujo de personas, reconocimiento de patrones de compra, integración de datos

Pregunta de entrevista	Respuesta
	en tiempo real para toma de decisiones, ni ninguna de esas herramientas que actualmente son tendencia, nuestro sistema actual es más bien una herramienta de registro que un recurso para análisis predictivo.
4. ¿Estas tecnologías están actualizadas y cumplen con sus necesidades actuales?	Están funcionales, pero no diría que actualizadas... por ejemplo, el software de punto de venta no se integra con plataformas de análisis ni con inventarios automatizados, por eso nos toca a hacer conciliaciones manuales; las cámaras cumplen su función de seguridad, pero no generan información útil para marketing o para optimización operativa... yo creo que esto hace que la empresa pierda oportunidades de reaccionar rápido ante cambios en la demanda o tendencias de consumo.
5. ¿Qué tan comprometida está la dirección de la empresa con la incorporación de nuevas tecnologías?	La gerencia tiene una visión positiva hacia la modernización, pero ese interés no se refleja mucho en la inversión, desde lo que puedo ver se priorizan tecnologías que puedan mostrar en un corto plazo, normalmente en menos de un año... siento que de cierto modo sí, hay apertura, pero bajo la lógica de “probar antes de invertir a gran escala”, y eso retrasa la adopción de soluciones más innovadoras que requieren un tiempo mayor para mostrar resultados.
6. ¿Existe una cultura interna que promueva la innovación y la adopción de herramientas digitales?	Diría que estamos en un punto intermedio, la ventaja es que hay empleados jóvenes que promueven el uso de aplicaciones móviles para ventas, control de pedidos o comunicación interna, y que están abiertos a probar nuevas herramientas, sin embargo también hay personal con más años de antigüedad que prefiere seguir con lo que ya conoce, incluso si es menos eficiente, yo podría considerar que todavía no tenemos una política interna que promueva de forma directa la innovación, por lo que los avances dependen mucho de iniciativas más individuales que gerenciales.
7. ¿Cree que la competencia en su sector impulsa a su empresa a adoptar nuevas tecnologías?	Sí, y cada vez más porque hemos visto que varios competidores ya usan sistemas de inventario integrados con plataformas de ventas en línea, y algunos tienen pantallas digitales que muestran promociones basadas en la hora del día o en la cantidad de personas en los establecimientos, y al final esto nos debería generar un poco de presión, porque el cliente se da cuenta de que en otros lugares la experiencia de compra es más personalizada y rápida, y nos estamos dando cuenta que no podemos quedarnos atrás.
8. ¿Ha recibido apoyo o incentivos externos para implementar tecnología digital o de analítica de datos?	La verdad no... sí hemos escuchado sobre convocatorias de cámaras de comercio y programas de apoyo a la transformación digital para pymes, pero no hemos participado, en parte porque desconocemos los requisitos y también porque las convocatorias manejan plazos cortos, y bueno, yo creo que todo se

Pregunta de entrevista	Respuesta
	resume en falta de tiempo para dedicar a estas cosas; al final va a ser un tiempo dedicado que no se sabe si vaya a arrojar resultados.
9. ¿Qué significa para usted y su empresa “apropiarse” de una tecnología como la analítica de datos?	Para mí significa mucho más que comprar un software o instalar un sensor, por mi experiencia yo creo que apropiarse implica que la tecnología se vuelva parte natural de la operación diaria, que el personal la entienda, la use con confianza y que la información que genere realmente sirva para tomar decisiones, también significa que podamos adaptarla a nuestras necesidades, no simplemente usarla “tal cual viene”, sino como integrarla de forma que aporte valor real a nosotros como empresa o a nuestros clientes.
10. ¿Qué sensaciones o actitudes predominan en su equipo frente a la adopción de estas tecnologías?	Hay de todo, pienso que como en todos lados, un grupo está entusiasmado porque ve que estas herramientas pueden facilitarles el trabajo y evitarles tareas repetitivas, otro grupo tiene miedo de que la tecnología implique más control o que sus funciones cambien demasiado; también existe la preocupación de que el aprendizaje sea complicado y que se necesite más tiempo frente a una pantalla que atendiendo directamente al cliente. Creo que para que la aceptación sea mayor, se debe comunicar claramente que la tecnología es un apoyo, no un reemplazo.
11. ¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para implementar tecnologías de analítica de datos en su empresa?	El primer obstáculo es el costo de adquisición e instalación, porque ya se imaginará que no es solo comprar un equipo, también está el mantenimiento, las licencias de software y las actualizaciones, otra cosa es la falta de personal capacitado para manejar estas herramientas, lo que implica depender de soporte externo; y creo que la barrera más grande es que al final no sabemos con certeza cuánto tardaríamos en recuperar la inversión, si es que se recupera, si se logra usar bien la tecnología, explotarla... y eso hace que la gerencia prefiera esperar antes de dar el paso.
12. ¿Qué oportunidades identifica si lograra implementar estas tecnologías?	Ummm... podríamos optimizar el control de inventario para evitar faltantes y sobrestock, también podríamos personalizar promociones según el perfil de cada cliente o las tendencias de compra... otra oportunidad sería analizar datos de comportamiento en tienda para reorganizar espacios y hacer que el cliente recorra más secciones, yo sé que habría muchas otras pero en este momento podría ver claramente esas.

*Nota.* Elaboración propia.

Los resultados de la entrevista al representante del sector de servicios fue la siguiente:

**Tabla 5***Respuestas Sector Servicios*

Pregunta de entrevista	Respuesta
1. ¿Considera que las tecnologías de analítica de datos pueden mejorar el desempeño y la competitividad de su empresa?	Sí porque, mirando nuestro caso en particular, que trabajamos con reservas y atención al cliente, contar con sistemas que procesen señales como por ejemplo de sensores de ocupación o de monitoreo de equipos, nos ayudaría a saber en tiempo real si hay fallas, cómo se están usando las instalaciones o incluso anticipar necesidades de mantenimiento, permitiendo responder más rápido a los clientes y evitar tiempos muertos.
2. ¿Qué tan fácil cree que sería para su equipo aprender y utilizar estas tecnologías?	Pienso que, si la herramienta es clara y está bien explicada, se adaptan no todos manejan tecnología avanzada, pero tengo claro que si es algo práctico y con capacitaciones cortas, lo lograrían; en este sector la gente aprende mejor viendo y haciendo, no tanto leyendo manuales.
3. ¿Con qué tecnologías o herramientas relacionadas con analítica de datos cuenta actualmente su empresa?	Tenemos sensores de movimiento para iluminación, cámaras que se usan más por seguridad que para análisis, un software de gestión que recibe datos de reservas, pero no hay recursos que permitan hacer un análisis de datos profundo.... todo lo demás es más bien manual.
4. ¿Estas tecnologías están actualizadas y cumplen con sus necesidades actuales?	Cumplen lo básico, pero no nos ayudan a tomar decisiones estratégicas, te voy a dar un ejemplo... nosotros sabemos cuántas reservas tenemos, pero no podemos cruzar esos datos con la información de consumo o de uso de las instalaciones, nos toca hacerlo a mano, y ahí se pierde tiempo y precisión.
5. ¿Qué tan comprometida está la dirección de la empresa con la incorporación de nuevas tecnologías?	La dirección está abierta a escuchar propuestas, pero por lo general se quedan solo en eso, en la escucha, saben que hay que modernizarse y son conscientes de eso, pero siempre preguntan primero ¿cuánto nos va a costar? Y se desaniman fácilmente.
6. ¿Existe una cultura interna que promueva la innovación y la adopción de herramientas digitales?	No mucho porque el equipo se acostumbra a trabajar de la misma manera por años, y cuando llega algo nuevo lo ven con recelo y hasta con miedo, piensan que se les va a complicar el trabajo, o peor aún, que la tecnología los va a sustituir y todo el mundo quiere conservar su empleo, de manera que no rechazan de manera contundente, pero digamos que hay una resistencia silenciosa que se ve en la apatía, desinterés, evasión de cualquier planteamiento que asocie vinculación de tecnología.
7. ¿Cree que la competencia en su sector impulsa a su empresa a adoptar nuevas tecnologías?	Sí porque, por ejemplo, algunos hoteles o centros de servicio ya tienen sistemas automáticos que hacen cosas como ajustar la climatización y otras cosas que nos ponen a pensar que tenemos que ponernos al día.

Pregunta de entrevista	Respuesta
8. ¿Ha recibido apoyo o incentivos externos para implementar tecnología digital o de analítica de datos?	No, es difícil recibir ayudas, siempre es lo que logramos por nosotros mismos.
9. ¿Qué significa para usted y su empresa “apropiarse” de una tecnología como la analítica de datos?	Significa que sea parte de nuestro día a día, que la usemos sin que sea un dolor de cabeza y que el personal sienta que le ayuda en su trabajo.
10. ¿Qué sensaciones o actitudes predominan en su equipo frente a la adopción de estas tecnologías?	La mayoría siente curiosidad, pero también desconfianza como te lo mencionaba anteriormente.
11. ¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para implementar tecnologías de analítica de datos en su empresa?	La inversión, la falta de personal especializado y que no tenemos un área de tecnología que realmente mire nuestras necesidades y busque cosas que realmente se nos adapten y nos generen un impacto fuerte, en esa medida, no hay quien “venda” con insistencia a la gerencia estas ideas de incorporación de tecnologías.
12. ¿Qué oportunidades identifica si lograra implementar estas tecnologías?	Podríamos conocer mejor el comportamiento de los clientes, optimizar recursos como energía y agua... cosas de ese tipo creería yo, no soy experto...

*Nota.* Elaboración propia.

Respecto a la entrevista del sector industrial se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 6***Respuestas Sector Industrial*

Pregunta de entrevista	Respuesta
1. ¿Considera que las tecnologías de analítica de datos pueden mejorar el desempeño y la competitividad de su empresa?	Sí, yo creo que aplicarlas significaría optimizar el control de las líneas de producción, con sensores y analítica de datos podríamos hacer mucho mucho.... Ehh... para mencionar cosas de forma precisa creo que se pueden detectar variaciones en vibración, temperatura o consumo eléctrico de las máquinas, anticipar fallas y reducir tiempos de paro no programados.
2. ¿Qué tan fácil cree que sería para su equipo aprender y utilizar estas tecnologías?	Dependería del grado de especialización porque el personal de mantenimiento y producción ya maneja instrumentos de medición, por lo que integrar un sistema de analítica de datos no sería un salto taaaan grande, siempre que se brinde capacitación técnica puntual y manuales claros, pero ya para otros departamentos como administración o logística, sí habría que hacer un proceso de formación más fuerte.
3. ¿Con qué tecnologías o herramientas relacionadas con analítica de datos cuenta actualmente su empresa?	Contamos con algunos PLCs que registran señales de entrada y salida en ciertos procesos, medidores de presión y temperatura, y un sistema SCADA limitado, eh... la información se registra, pero no se procesa en tiempo real para generar alertas predictivas o análisis de eficiencia.
4. ¿Estas tecnologías están actualizadas y cumplen con sus necesidades actuales?	Son funcionales, pero varias están desactualizadas en software y compatibilidad, podemos operar con ellas, pero no tienen capacidad para integrarse con plataformas de análisis más avanzadas o con IoT industrial.
5. ¿Qué tan comprometida está la dirección de la empresa con la incorporación de nuevas tecnologías?	Hay disposición, pero se priorizan inversiones de otros tipos, con resultados más palpables y rápidos por decirlo de alguna manera.
6. ¿Existe una cultura interna que promueva la innovación y la adopción de herramientas digitales?	A nivel de producción, sí porque el personal entiende que la tecnología mejora la seguridad, la calidad... pero en las áreas administrativas todavía predomina un trabajo más manual y menos orientado a datos.
7. ¿Cree que la competencia en su sector impulsa a su empresa a adoptar nuevas tecnologías?	En parte porque la presión competitiva es mayor en empresas que exportan o trabajan con clientes que exigen estándares de calidad certificados, en esos casos, adoptar tecnologías avanzadas no es opcional; es un requisito para mantenerse en el mercado.
8. ¿Ha recibido apoyo o incentivos externos para	Hemos recibido información de programas de modernización industrial, pero el acceso a esos recursos requiere cumplir con trámites y no hay tiempo para eso.

Pregunta de entrevista	Respuesta
implementar tecnología digital o de analítica de datos?	
9. ¿Qué significa para usted y su empresa “apropiarse” de una tecnología como la analítica de datos?	Significa integrarla al sistema productivo de forma que no dependa exclusivamente de terceros para operarla o mantenerla, implica que el personal la domine, que se genere información útil para la toma de decisiones y que se convierta en un estándar de operación, no en un proyecto aislado.
10. ¿Qué sensaciones o actitudes predominan en su equipo frente a la adopción de estas tecnologías?	En producción y mantenimiento, la actitud es positiva porque saben que facilita el trabajo y reduce riesgos, pero en otros equipos hay más cautela, especialmente por el temor a depender de sistemas que requieran conocimientos especializados, la gente evade eso.
11. ¿Cuáles considera que son los principales obstáculos para implementar tecnologías de analítica de datos en su empresa?	El costo y la necesidad de parar la producción para instalar y calibrar los equipos... la falta de personal especializado en análisis de datos industriales también es un factor importante.
12. ¿Qué oportunidades identifica si lograra implementar estas tecnologías?	Reducción de tiempos de paro, prolongación de la vida útil de los equipos, mejora en el control de calidad, optimización del consumo energético, capacidad de ofrecer trazabilidad completa al cliente, uff en general muchas cosas, yo que he estudiado un poco sobre el tema, puedo durar toda la tarde aquí mencionando beneficios que se podrían lograr.

*Nota.* Elaboración propia.

*Respecto a los resultados obtenidos para cada entrevista, se presenta el análisis de los resultados por dimensión.*

#### 1. Percepción de utilidad y facilidad de uso de las tecnologías de analítica de datos

En los tres sectores analizados, la percepción de utilidad de las tecnologías de analítica de datos es alta, pero la forma en que se concibe su aporte varía de acuerdo con la naturaleza del negocio; en el sector comercial el valor se asocia principalmente a la posibilidad de gestionar el inventario con mayor precisión, identificar patrones de compra y optimizar la disposición de productos en tienda para aumentar la rotación; la lógica es orientada a un impacto directo en las ventas y en la experiencia de compra del cliente, por lo que cualquier tecnología que cumpla con

esos fines se percibe como estratégica, en cuanto a la facilidad de uso, aunque reconocida como un reto inicial, no se considera una barrera insalvable siempre que se acompañe de capacitación y que el personal vea beneficios tangibles en su trabajo diario.

En el sector servicios, la utilidad se relaciona más con el monitoreo en tiempo real de ocupación, funcionamiento de equipos y mantenimiento preventivo, la meta es ofrecer una atención más ágil y personalizada, garantizando una operación sin interrupciones; aquí la facilidad de uso es un factor crítico: los entrevistados enfatizan que la adopción depende de que las herramientas sean prácticas y de que la capacitación sea breve y demostrativa, priorizando el aprendizaje por experiencia directa sobre el estudio teórico. Por su parte, en el sector industrial, la utilidad se entiende en términos de control y optimización de procesos productivos, detección temprana de fallas, reducción de paros no programados y prolongación de la vida útil de los equipos; la facilidad de uso no genera mayor preocupación en las áreas técnicas que están acostumbradas a trabajar con instrumentos de medición y control, pero sí se identifica una necesidad de formación más básica para el personal administrativo.

## 2. Infraestructura y capacidades tecnológicas existentes

Las tres entrevistas revelan que las empresas cuentan con infraestructura tecnológica básica, pero no con sistemas avanzados de analítica de datos que integren datos en tiempo real para la toma de decisiones estratégicas, respecto al sector comercial, los sistemas de punto de venta y las cámaras de seguridad son las herramientas más relevantes, aunque cumplen una función más de registro que de análisis predictivo, esta carencia obliga a depender de procesos manuales para tareas clave como conciliación de inventario o estudio de flujos de clientes; en el sector servicios las tecnologías existentes incluyen sensores de movimiento para iluminación, cámaras de seguridad y software de reservas, sin embargo no hay integración entre estos

sistemas para cruzar datos y obtener información procesada que permita decisiones rápidas y fundamentadas, la tecnología está orientada a la operación básica, sin un componente de análisis avanzado.

En el sector industrial, la presencia de PLCs, medidores y un sistema SCADA limitado representa un nivel técnico superior a los otros sectores, pero persiste la limitación de que los datos registrados no se utilizan para análisis predictivo, la actualización tecnológica es desigual y varios sistemas carecen de compatibilidad con plataformas modernas de IoT o análisis de datos industriales, esto refleja un patrón común que es que la tecnología está presente, pero no se explota su potencial analítico y predictivo, quedando reducida a funciones operativas básicas.

### 3. Recursos organizacionales, liderazgo y cultura digital

El compromiso de la dirección con la incorporación de nuevas tecnologías es en general positivo en los tres sectores, pero condicionado por criterios financieros, en el sector comercial las inversiones se aprueban cuando existe evidencia de un retorno claro en el corto plazo, lo que lleva a priorizar soluciones de impacto inmediato en ventas; en el sector servicios la apertura existe, pero la cautela es alta, y las decisiones pasan por un análisis de costo-beneficio que, de no ser convincente, detiene la implementación; el sector industrial también exige justificación económica, pero con un enfoque más técnico, donde la reducción de costos operativos y la mejora en indicadores de eficiencia son el argumento principal.

La cultura interna hacia la innovación es heterogénea en todos los casos, en el comercial y el de servicios hay divisiones claras entre empleados jóvenes, más proclives a la digitalización, y trabajadores con más tiempo en la empresa, que muestran resistencia a cambiar sus métodos de trabajo; en el industrial la aceptación es mayor en las áreas técnicas debido a su familiaridad con herramientas de medición y control, mientras que en áreas administrativas predomina una

práctica más manual que retrasa la adopción integral, este panorama muestra que aunque hay liderazgo con disposición al cambio, las culturas internas no son plenamente digitales, lo que limita la velocidad de adopción tecnológica.

#### 4. Factores del entorno: competencia, apoyo institucional y regulaciones

En los tres sectores, la competencia es un motor importante para considerar la adopción de nuevas tecnologías, el sector comercial observa cómo competidores implementan sistemas de inventario avanzados y promociones personalizadas, lo que genera presión para modernizarse y no perder cuota de mercado; el sector servicios reconoce que otras empresas ya utilizan sistemas automáticos para personalizar la experiencia del cliente, lo que eleva las expectativas de los usuarios y obliga a reaccionar; en el sector industrial, la competencia se percibe con mayor intensidad en aquellas empresas que exportan o trabajan con clientes que exigen estándares de calidad certificados, convirtiendo la modernización en un requisito contractual más que en una elección estratégica.

En cuanto al apoyo institucional, ninguno de los sectores ha recibido incentivos directos para implementar estas tecnologías, existe un conocimiento superficial sobre programas y convocatorias, pero las empresas no han accedido a ellos por desconocimiento de los requisitos, plazos cortos o complejidad administrativa, esto evidencia una brecha entre la oferta de apoyos públicos o gremiales y la capacidad de las pymes para aprovecharlos.

#### 5. Significados, representaciones y actitudes hacia la tecnología

La apropiación tecnológica se concibe en los tres sectores como algo más que la simple adquisición de equipos o software, en el sector comercial significa integrar la herramienta al día a día para que genere información útil y mejore la toma de decisiones comerciales, en el de servicios implica que el personal la use con naturalidad y que la tecnología aporte valor sin

generar complicaciones operativas, y en el industrial, el significado se vincula a la integración plena en el sistema productivo, garantizando que se pueda operar y mantener internamente sin depender siempre de terceros.

Las actitudes hacia la adopción tecnológica son diversas, en el comercial hay entusiasmo mezclado con temor a la complejidad y a posibles cambios de funciones, en el de servicios predomina la curiosidad, pero también la desconfianza ante el posible aumento del control o de las exigencias, en el industrial, las áreas técnicas muestran una aceptación clara, mientras que otras áreas son más cautelosas por el temor a la dependencia de sistemas especializados; estas percepciones confirman que la aceptación no depende solo de la viabilidad técnica, sino también de factores culturales y emocionales dentro de las organizaciones.

#### 6. Barreras y oportunidades específicas para la implementación

En los tres sectores el costo inicial de inversión es una barrera recurrente, así como la falta de personal capacitado y la incertidumbre sobre el retorno de inversión; en el comercial se suma la limitación de tiempo y recursos para capacitar al equipo sin interrumpir las operaciones diarias, en el sector servicios, la falta de un área tecnológica que se encargue de la implementación y seguimiento es un obstáculo central. En el industrial, además del costo, preocupa la necesidad de parar la producción para instalar y calibrar equipos, así como la escasez de especialistas en análisis de datos industriales.

Las oportunidades, por otro lado, son claras y específicas en cada sector, el comercial apunta a un mejor control de inventario, personalización de ofertas y decisiones basadas en datos, el de servicios visualiza una optimización de recursos, reducción de costos operativos y una atención más personalizada, el industrial identifica oportunidades en la reducción de paros,

optimización de consumo energético, mejora en el control de calidad y trazabilidad completa para clientes exigentes.

El fenómeno de apropiación de la analítica de datos emerge como respuesta a la necesidad de mejorar la toma de decisiones y mantenerse competitivo. Este fenómeno se desarrolla en un contexto de baja madurez tecnológica y cultura organizacional dividida, donde la infraestructura es funcional pero limitada. Las condiciones intervinientes, especialmente el costo, la incertidumbre del retorno y la resistencia cultural, moderan el proceso de adopción. Frente a ello, la empresa adopta estrategias graduales y experimentales, priorizando pruebas piloto y capacitaciones adaptadas. Las consecuencias proyectadas indican un alto potencial de mejora operativa y competitiva, aunque persiste el riesgo de estancamiento si no se superan las barreras estructurales. De acuerdo con lo anterior se presenta una comparación de casos por sector en la Tabla 7.

**Tabla 7***Comparación por Sector*

Aspecto	Sector comercial	Sector servicios	Sector industrial
Percepción de utilidad	Gestión precisa de inventario, análisis de patrones de compra, optimización de disposición de productos para aumentar rotación y ventas.	Monitoreo en tiempo real de ocupación, funcionamiento de equipos y mantenimiento preventivo para mejorar experiencia del cliente.	Control y optimización de procesos productivos, detección temprana de fallas, reducción de paros y prolongación de vida útil de equipos.
Facilidad de uso percibida	Curva de aprendizaje moderada; motivación aumenta si se ven beneficios tangibles.	Depende de que la herramienta sea práctica y de capacitación breve y demostrativa.	Áreas técnicas se adaptan rápido; administrativas requieren formación básica.
Infraestructura actual	Punto de venta y cámaras, sin análisis predictivo ni integración avanzada.	Sensores de movimiento, cámaras y software de reservas sin cruce de datos.	PLCs, medidores y SCADA limitado; datos no procesados en tiempo real para análisis.
Cultura y liderazgo	Dirección dispuesta pero cautelosa; resistencia de parte del personal con más antigüedad.	Apertura limitada; preferencia por métodos tradicionales.	Compromiso condicionado a retorno claro; cultura digital fuerte en producción, débil en administración.
Barreras principales	Costo, falta de capacitación y tiempo para implementaciones sin afectar operaciones.	Costo, ausencia de área tecnológica y desconocimiento de opciones adecuadas.	Costo, paros necesarios para instalación, escasez de especialistas en análisis de datos.
Oportunidades y expectativas clave	Personalización de ofertas, control de inventario y decisiones basadas en datos.	Optimización de recursos, reducción de costos y atención más personalizada.	Reducción de paros, ahorro energético, mejora en control de calidad y trazabilidad para clientes.

*Nota.* Elaboración propia.

A partir de las barreras identificadas en cada sector y los elementos comunes observados en la comparación de casos, se hace necesario presentar un conjunto de opciones actuales que, sustentadas en la literatura reciente, pueden orientar la superación de dichas limitaciones, de manera que en la siguiente tabla se sintetizan las alternativas de solución más pertinentes para el contexto de las pymes en Valledupar, vinculadas con referentes académicos y técnicos que respaldan su aplicabilidad.

**Tabla 8***Opciones de Solución*

Aspecto / Barrera	Opciones de solución actuales	Referencias
Sector comercial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar sistemas de conteo de personas y sensores de ocupación integrados con el POS para estimar tasas de conversión y optimizar inventarios.</li> <li>- Uso de tableros de control simples (dashboards en software abierto) para seguimiento de ventas, afluencia y disponibilidad de productos.</li> <li>- Capacitación práctica en uso de analítica de datos para el personal de ventas.</li> </ul>	Trasberg & Cheshire (2021) ; Zhang et al. (2022); Pejić Bach et al. (2023)
Sector servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrar sensores de ocupación con sistemas de reservas para ajustar en tiempo real climatización e iluminación, reduciendo costos energéticos.</li> <li>- Uso de software de gestión energética con algoritmos sencillos para generar ahorros inmediatos.</li> <li>- Capacitación breve y demostrativa para empleados en el uso de nuevas herramientas digitales.</li> </ul>	Honeywell (2020); UC Davis WCEC (2012); Title 24 Stakeholders (2019)
Sector industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar monitoreo de condición con sensores de vibración y temperatura en activos críticos, aplicando modelos predictivos de bajo costo en software abierto (ej. R).</li> <li>- Integrar mediciones energéticas por línea de producción para identificar ineficiencias y optimizar el consumo.</li> <li>- Adoptar pilotos modulares de 8–12 semanas con metas claras de reducción de paros.</li> </ul>	Pejić Bach et al. (2023); Benhanifia et al. (2025); Cagno et al. (2025)
Transversal a los tres sectores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crear comités internos de transformación digital con responsables operativos y de talento humano.</li> <li>- Aprovechar convocatorias de cámaras de comercio y programas públicos de digitalización (ej. Ruta Digitalízate).</li> <li>- Uso de arquitecturas modulares, interoperables y</li> </ul>	Cámara de Comercio de Cali (2024–2025); OECD (2024); Muñoz-Pinzón et al. (2024)

Aspecto / Barrera	Opciones de solución actuales	Referencias
	de bajo costo para evitar dependencia de proveedores.	

*Nota.* Elaboración propia.

En conclusión, el análisis realizado permitió evidenciar la complejidad del tema abordado, así como la necesidad de continuar profundizando en sus múltiples dimensiones. Los hallazgos obtenidos no solo confirman la relevancia del problema, sino que también abren nuevas líneas de reflexión que podrían ser exploradas en futuros estudios.

Asimismo, se destaca la importancia de adoptar un enfoque integral que articule las capacidades tecnológicas con las necesidades operativas de las pymes que contemple tanto los aspectos teóricos como las condiciones prácticas del contexto. Este tipo de aproximación permite una mejor comprensión de los factores que inciden en la situación actual y ofrece una base más sólida para la toma de decisiones informadas.

Finalmente, es necesario subrayar que la solución de los problemas identificados no depende exclusivamente de un solo actor, sino que requiere la colaboración entre diversos sectores: instituciones públicas, organizaciones civiles, comunidad académica y ciudadanía. Solo a través del trabajo conjunto será posible avanzar hacia un cambio real y sostenible.

Con relación al cumplimiento del segundo objetivo específico se presentan los siguientes resultados.

Para contextualizar y enriquecer el análisis de los casos en Valledupar, la revisión de literatura sobre experiencias, estrategias y tendencias en el uso de la analítica de datos en pymes muestra tres líneas convergentes:

i) la maduración de casos industriales orientados a mantenimiento predictivo y monitoreo de condición

ii) la expansión de aplicaciones en comercio y servicios basadas en conteo de personas, ocupación, trazas digitales y gestión energética

iii) la necesidad (especialmente en América Latina) de marcos organizacionales y de política pública que reduzcan brechas de adopción y faciliten soluciones de bajo costo y código abierto.

En el frente industrial, la evidencia reciente valida que la analítica de datos embebida en arquitecturas IoT y analítica en tiempo real permite anticipar fallas, reducir paros no programados y alargar la vida útil de activos críticos; cuando estas capacidades se empaquetan en sistemas de soporte a decisiones accesibles para pymes, la vía tecnológica más costo-eficiente combina sensores estándar, transmisión ligera, y modelos implementados con software abierto (por ejemplo, R) para pronóstico y detección temprana de anomalías (Pejić Bach et al., 2023), este tipo de diseños se ha probado con casos de equipos de refrigeración industrial y líneas de producción, y enfatiza que la barrera principal no es la disponibilidad de técnicas de señal (filtrado, transformadas espectrales, extracción de características temporales y frecuenciales) sino su integración operativa y la curva de apropiación de datos por parte del personal de planta; la literatura confirma la rápida consolidación de prácticas de mantenimiento predictivo y prescriptivo en manufactura, con énfasis en pipelines de datos continuos, diagnósticos basados en vibración y temperatura, y métricas de impacto en energía y productividad, lo que pone en evidencia rutas escalables para pymes si se acompañan de formación y modelos de negocio de implementación progresiva (Benhanifia et al., 2025; Cagno *et al.*, 2025).

En comercio minorista, los casos documentados muestran que la analítica de datos de diversos orígenes (video, sensores infrarrojos, conteo por haz, y señales pasivas como “probe requests” de Wi-Fi) permite estimar flujos de peatones, tiempo de permanencia y conversión, y relacionar estos patrones con ventas reales para optimizar surtido, planogramas y dotación de

personal, estudios que explotan señales Wi-Fi de móviles han modelado la relación entre “footfall” y facturación, confirmando su valor para decisiones comerciales finas; a nivel metodológico, el reto está en depurar ruido, anonimizar y corregir sesgos de detección, tareas típicas de un pipeline de señal robusto (Trasberg, 2021).

También se destacan en algunos estudios evaluaciones comparativas de sensores de conteo de personas evidencian diferencias de precisión y condiciones de instalación que inciden en la calidad de la señal y en consecuencia, en la confiabilidad de los indicadores derivados; evidenciando la importancia de la verificación y calibración periódica, un componente que frecuentemente se subestima en pymes cuando se internaliza la operación (Zhang *et al.*, 2022), la literatura urbanística y de retail analytics, por su parte, muestra que los patrones temporales de afluencia varían sistemáticamente según micro-localización y tipología de centros comerciales, lo que aconseja modelos de señal y estacionalidad específicos por sitio en lugar de supuestos uniformes, especialmente cuando se pretende transferir prácticas a ciudades intermedias como Valledupar (Philp & McHardy, 2021).

En servicios (particularmente en los relacionados con la hospitalidad) abundan los casos de control de ocupación para gestión energética, que son esencialmente problemas de analítica de datos con decisiones de control; la señal de ocupación (derivada de PIR, contactos magnéticos, tarjetas llave, o integración con PMS/BMS) alimenta lógicas de control de HVAC e iluminación que permiten “setbacks” automáticos y retorno eficiente a consignas de confort; resultados en campo reportan ahorros significativos cuando el sistema de ocupación está en red e integrado, con impactos que llegan a duplicar el ahorro frente a soluciones autónomas sin integración de señales (Honeywell, caso Washington Hilton); por otra parte evaluaciones técnicas independientes corroboran que la medida de ahorro depende de la eficiencia base de los equipos

y del desempeño del algoritmo de control asociado a la señal de ocupación; también documentan prácticas de mantenimiento específicas (por ejemplo, ciclos de batería y recalibración de sensores) que condicionan la persistencia del ahorro en el tiempo (Title 24 CASE; WCEC-UC Davis; ETCC), estas experiencias son transferibles a pymes de servicios en climas cálidos donde la climatización pesa en la estructura de costos, y conectan con las metas de sostenibilidad y competitividad propias de la digitalización de micro y pequeñas empresas en ciudades de clima cálido como Valledupar.

Una tendencia transversal a sectores es la confluencia entre IoT, aprendizaje automático y analítica de datos en el marco de Industria 4.0., las revisiones recientes destacan que redes de sensores, gateways de borde y modelos de ML son el “sustrato” técnico sobre el cual corren las transformaciones más visibles en producción, logística y servicio; para pymes, la clave es simplificar la arquitectura y priorizar casos de uso con retorno medible, ya sea en confiabilidad de equipos, consumo energético, o experiencia de cliente (Rahman et al., 2023); en esta misma línea, propuestas orientadas a pymes recomiendan paquetes de analítica y visualización en software abierto para romper barreras de licencia y favorecer la apropiación tecnológica, práctica especialmente pertinente en contextos de restricción presupuestaria; el caso del DSS abierto implementado en R para mantenimiento predictivo ilustra un camino realista para empresas de escala mediana que buscan resultados rápidos sin “vendor lock-in” (Pejić Bach et al., 2023).

Cuando el foco se estrecha a América Latina y Colombia, la literatura converge en que las pymes enfrentan brechas de adopción de tecnologías 4.0 por falta de infraestructura, costos iniciales, escasez de talento y debilidad de capacidades organizacionales; no obstante, también documenta efectos positivos cuando hay acompañamiento técnico, esquemas de financiamiento y rutas de madurez digital con metas graduales (Muñoz-Pinzón et al., 2024; Baio Junior *et al.*,

2022), informes multilaterales recientes (OECD, UNIDO y CEPAL) insisten en que cerrar estas brechas requiere políticas coordinadas de acceso a financiamiento, formación en habilidades digitales, estándares de datos y ciberseguridad, e instrumentos específicos para que pymes integren sensores e IoT en procesos productivos y de servicio; además, los diagnósticos sectoriales ubican a Colombia con activos relevantes en infraestructura de datos y mercado de nube, pero con retos en capital humano y adopción efectiva en empresas pequeñas (OECD, 2024; UNIDO, 2025; CEPAL, 2024); este encuadre regional es útil para situar a Valledupar dado que la ciudad comparte limitaciones típicas de ciudades intermedias (capacidad técnica local, servicios de soporte, y escala de los proyectos) pero también dispone de instrumentos camerales y observatorios económicos que pueden articular pilotos y medir resultados, lo que favorece esquemas incrementales de adopción (Cámara de Comercio de Valledupar, 2025; Observatorio CC Valledupar, 2025; Cámara de Comercio de Cali, 2024-2025).

A nivel de estrategias de implementación, la literatura aplicada sugiere secuencias “delgadas” orientadas a resultados, como por ejemplo el diagnóstico de variables críticas del proceso o del servicio, selección de señales pertinentes y sensores robustos, establecimiento de rutinas de limpieza y validación de datos, definición de indicadores de negocio que guiarán el modelo (disponibilidad de equipos, ahorro energético, conversión en tienda), y un plan explícito de entrenamiento del personal que contemple la apropiación de la señal y sus decisiones asociadas; en manufactura, esto suele traducirse en priorizar variables de vibración y temperatura de assets con mayor criticidad y tiempo de paro, con pilotos de 8–12 semanas que comparan tasas de falla y ahorros; en comercio y servicios, el énfasis recae en la calidad del conteo de personas y ocupación, la corrección por estacionalidad, y la integración con ventas o consumo para estimar elasticidades locales, la evidencia muestra que los beneficios más sólidos provienen

cuando la señal no se trata como “caja negra”, sino que se acompaña con prácticas de mantenimiento, recalibración y verificación de desempeño, y cuando la organización internaliza (al menos parcialmente) la capacidad analítica, mitigando la dependencia de terceros (Zhang *et al.*, 2022; Honeywell, 2020; WCEC-UC Davis, 2012; Cutsforth, 2025).

Desde la perspectiva de tendencias, tres vectores parecen definir el próximo ciclo de adopción en pymes, primero, periféricos más económicos y plataformas modulares de sensores están reduciendo la barrera de entrada para pilotos serios de analítica de datos, habilitando esquemas “probar-y-aprender” que son compatibles con restricciones financieras; esta modularidad facilita migrar de monitoreo pasivo a control activo conforme se validan resultados (Dera *et al.*, 2025), segundo, la estandarización de prácticas de mantenimiento predictivo y el crecimiento de comunidades de software abierto acortan tiempos de puesta en marcha y favorecen capacidades internas, un aspecto crítico para la apropiación tecnológica genuina (Pejić Bach *et al.*, 2023; Benhanifia *et al.*, 2025); tercero, el énfasis de política pública y cooperación internacional en cerrar la “brecha digital de las pymes” en la región (incluidas iniciativas recientes en Colombia) abre ventanas para financiar pilotos, formar talento y establecer consorcios locales que compartan buenas prácticas y bibliotecas reutilizables, condiciones que suelen decidir la sostenibilidad de estos esfuerzos (OECD, 2024; World Bank, 2025; CIPE, 2024); para un ecosistema como el de Valledupar, capitalizar estas tendencias implica alinear actores locales (cámara de comercio, universidades, proveedores y empresas ancla) alrededor de pilotos acotados pero medibles, con métricas comparables y reportes periódicos.

En general la literatura sugiere que la analítica de datos se ha consolidado como palanca práctica de competitividad para pymes cuando los casos de uso se seleccionan por su “tracción económica” y se instrumentan con arquitecturas simples, datos de calidad y capacidades internas

mínimas para interpretar y accionar sobre las señales, el traslado de estas lecciones a los sectores comercial, servicios e industrial de Valledupar no exige grandes despliegues tecnológicos; exige, sobre todo, una secuencia disciplinada de diseño de caso de uso, medición de línea base, validación de señal y escalamiento prudente, apoyada por redes regionales de soporte técnico y programas de madurez digital ya existentes en Colombia.

En la revisión de literatura sobre experiencias en sectores similares se identifican diversas estrategias aplicadas a pymes de comercio, servicios e industria, así como propuestas de reforma orientadas a superar barreras comunes de adopción tecnológica, de acuerdo con lo anterior, la siguiente tabla sintetiza dichos hallazgos, organizados por sector, estrategia documentada y ajustes recomendados para su implementación en contextos comparables al de Valledupar.

**Tabla 9***Estrategias Documentadas*

Sector	Estrategia documentada	Reforma o ajuste recomendado	Referencia
Industrial	Mantenimiento predictivo con sensores de vibración, temperatura y consumo eléctrico, integrados en arquitecturas IoT y software abierto.	Reformar procesos de mantenimiento incorporando rutinas de monitoreo continuo y capacitación interna, evitando dependencia total de proveedores externos.	Pejić Bach et al. (2023)
Comercio	Uso de sensores de conteo, video y Wi-Fi para analizar afluencia, tiempos de permanencia y conversión, optimizando surtido y planogramas.	Reformar la gestión comercial integrando tableros de control y prácticas de verificación/calibración periódica de sensores para asegurar calidad de datos.	Trasberg & Cheshire (2021)
Servicios	Gestión energética y de confort basada en ocupación (PIR, tarjetas llave, integración con PMS/BMS), ajustando en tiempo real climatización e iluminación.	Reformar la operación incorporando políticas de eficiencia energética y protocolos de mantenimiento que garanticen la persistencia del ahorro.	UC Davis – Western Cooling Efficiency Center (2012)
Transversal / América Latina	Adopción gradual mediante software abierto, financiamiento modular y acompañamiento institucional.	Reformar políticas públicas y gremiales para ampliar incentivos, formación digital y esquemas de financiamiento accesibles a pymes.	Pejić Bach et al. (2023)

*Nota.* Elaboración propia.

Con relación al cumplimiento del objetivo específico número 3, se presentan los siguientes resultados.

Proponer estrategias tecnológicas aplicables al contexto de las pymes estudiadas exige partir de una triangulación clara entre lo que dijeron los actores en las entrevistas y lo que muestra la revisión documental; de ello se determina que hay valor percibido y oportunidades concretas para la analítica de datos, pero la adopción se frena por costos iniciales, carencias de

talento, falta de integración entre sistemas y dudas sobre el retorno; con esa base, la propuesta que sigue busca maximizar impacto económico con la mínima complejidad posible, partiendo de casos de uso ancla por sector, una arquitectura técnica modular y una secuencia de implementación que reduzca riesgos, construya capacidades internas y deje instaladas prácticas de mejora continua.

La estrategia transversal comienza por anclar cada intervención tecnológica a un objetivo de negocio verificable, de modo que la tecnología no sea un “fin en sí mismo”, en el comercio el objetivo inmediato es rotación y disponibilidad de productos; en servicios, experiencia del cliente y eficiencia operativa; en industria, continuidad de operación, calidad y consumo energético, la analítica de datos se ubica como la columna que permite observar procesos en tiempo real, generar indicadores accionables y cerrar el ciclo con decisiones automáticas o semiautomáticas, para que esto funcione en pymes, la arquitectura debe ser simple, sensores robustos pero asequibles, pasarelas de borde para preprocesamiento (filtrado, extracción de rasgos temporales y frecuenciales, compresión), una capa de mensajería estándar y un repositorio de datos que alimente tableros y modelos ligeros, el diseño debe priorizar interoperabilidad con lo ya instalado (POS, PMS/BMS, SCADA), evitar “caja negra” y permitir que el personal aprenda a operar y mantener los componentes esenciales sin depender por completo de terceros.

En el sector comercial, la primera estrategia es integrar la señal de ventas del punto de venta con señales de afluencia y permanencia, con un par de sensores de conteo de personas y una pasarela que calcule, cada minuto, entradas, salidas y ocupación, es posible estimar tasas de conversión por franja horaria y ajustar surtido y planogramas; esta señal, combinada con alertas simples basadas en umbrales de inventario y estacionalidad, permite anticipar quiebres de stock, racionalizar el backroom y reubicar productos de alta elasticidad; el segundo frente es la cadena

de frío y la energía asociada, pues sensores de temperatura en refrigeradores y tomas inteligentes que midan carga y ciclos habilitan alarmas tempranas por desviaciones y reglas de control que evitan pérdidas de producto y consumos innecesarios, con estas dos palancas, el comercio logra un circuito de “ver-decidir-actuar” en lapsos cortos, que se traduce en más ventas por evitar faltantes, menos mermas y jornadas mejor escalonadas, la clave de apropiación organizacional es que el equipo de tienda use diariamente un tablero de cuatro métricas sencillas: afluencia, conversión, disponibilidad y temperatura de frío; si el tablero baja a la operación de apertura y cierre, la señal se convierte en hábito y no en un experimento pasajero.

En el sector servicios, la analítica de datos de ocupación y estado de equipos se convierte en la vía directa a dos resultados, el ahorro operativo y mejora de la experiencia, sensores PIR, contactos en puertas, contadores de uso y la integración con el sistema de reservas permiten ajustar en tiempo real climatización e iluminación de áreas no ocupadas y activar “setbacks” automáticos que reducen consumo sin sacrificar confort; la misma señal, combinada con tiempos de cola y “lead times” de atención, revela cuellos de botella y habilita la redistribución de turnos para aplanar picos. Cuando el servicio incluye equipos críticos (por ejemplo, cocción, bombeo, lavandería, fitness), señales de vibración, temperatura o consumo detectan degradaciones tempranas y programan mantenimiento fuera de horas pico; la apropiación cultural en servicios depende de que la tecnología “no estorbe”: por eso la interfaz debe hablar en el lenguaje del salón, recepción o mantenimiento, con alertas comprensibles y recomendaciones de acción directas, un manual operativo de una página por puesto, con ejemplos de “si pasa esto, haga esto”, acelera la curva de aprendizaje y reduce la resistencia.

En el sector industrial, las entrevistas dejan claro que el mayor retorno proviene de reducir paros no programados y mejorar OEE, aquí la estrategia prioriza monitoreo de condición

en dos o tres activos críticos, usando señales de vibración y temperatura con umbrales adaptativos y banderas por bandas de frecuencia; un pipeline mínimo que haga adquisición sincronizada, filtrado, FFT simple, extracción de rasgos y una lógica de semáforo (verde-amarillo-rojo) genera en semanas los primeros avisos útiles, el segundo componente es energía por línea o celda de producción, es decir medir potencia aparente y factores de carga revela patrones de ineficiencia, arranques fuera de secuencia y oportunidades de coordinación entre celdas. Integrar estas señales con el SCADA, aunque sea vía intercambio de archivos o APIs básicas, permite que los supervisores no aprendan una plataforma adicional, sino que vean la salud del equipo como una “capita” más de su tablero habitual; la apropiación en planta se logra cuando mantenimiento y producción convierten la señal en orden de trabajo planificada, y cuando la gerencia ve, mes a mes, que la disponibilidad sube y la chatarra baja, empezar con dos activos y un objetivo cuantitativo (por ejemplo, reducir paros un 20% en tres meses) alinea a todos.

Para los tres sectores, la propuesta tecnológica va acompañada de una gobernanza ligera pero efectiva, un comité de transformación digital pequeño y con autoridad operativa, debe reunirse cada dos semanas para revisar métricas, tomar decisiones tácticas y priorizar mejoras, allí se sientan un responsable del negocio, uno de operaciones, uno de tecnología (aunque sea contratado) y, en lo posible, alguien de talento humano, porque la capacitación es el cuello de botella más recurrente, ese comité custodia un “catálogo de señales” que define para cada fuente su frecuencia, calidad mínima, propietario, plan de calibración y uso previsto, con revisiones trimestrales, cuando la señal tiene dueño y calendario de mantenimiento, deja de ser un experimento y se vuelve infraestructura.

La arquitectura técnica recomendada es de tres capas, en el borde, los sensores y actuadores conectados a microcontroladores o gateways que ejecutan preprocesamiento básico para reducir ruido y volumen de datos, en la red, un bus de mensajería liviano que evite acoplamientos rígidos entre fuentes y consumidores y permita sumar o quitar sensores sin rehacer todo; en la analítica, una base de datos de series temporales y un motor de reglas y modelos ligeros con tableros orientados a usuario final, esta arquitectura admite crecer sin rehacer lo instalado y, sobre todo, evita el bloqueo con un solo proveedor; la ciberseguridad debe estar “horneada” desde el inicio, incluso en pymes: credenciales rotadas, segmentación básica de red, parches regulares y copias de seguridad probadas, en comercio y servicios, la privacidad de clientes exige que los conteos y ocupaciones no impliquen identificación personal; la señal debe traducirse a métricas agregadas, y eso debe documentarse y comunicarse al equipo.

La secuencia de implementación reduce incertidumbre y controla el gasto, primero se levanta una línea base de las métricas que importan al negocio durante tres a cuatro semanas, sin cambiar nada, conversión y mermas en comercio, consumo y tiempos de atención en servicios, paros y rechazo de calidad en industria; con esa línea base se elige un caso de uso por sector y se diseña un piloto de ocho a doce semanas con metas numéricas, responsables y un calendario de entrenamientos cortos; el piloto debe incluir rituales de trabajo: revisión diaria de alertas por el encargado de turno, bitácora de acciones tomadas y un espacio semanal para aprender de falsos positivos y ajustar umbrales, al cierre, se compara con la línea base y se decide escalar, pivotar o abandonar, el escalamiento añade fuentes de señal y automatiza decisiones que en el piloto fueron manuales, siempre con salvaguardas de reversión para no impactar la operación si hay fallas, la institucionalización llega cuando el procedimiento que antes dependía de una persona se incorpora a una instrucción de trabajo y a un indicador del tablero de gestión.

La medición del retorno necesita ser tan disciplinada como el despliegue técnico, en comercio, el indicador principal es ventas ajustadas por afluencia, seguido por disponibilidad promedio por familia y mermas en cadena de frío, en servicios, el ahorro energético por metro cuadrado y los tiempos de ciclo de atención, junto con la satisfacción del cliente, dan la señal de éxito; en industria, disponibilidad de equipos, OEE y consumo específico por unidad producida resumen el impacto. Es preferible medir pocos indicadores, de forma confiable y repetible, que una docena de métricas que nadie consulta, con tres trimestres de datos consistentes, la pyme puede demostrar resultados y negociar mejores condiciones con proveedores o financiadores para la segunda ola de adopción.

La gestión del cambio es el determinante silencioso del éxito, los hallazgos de las entrevistas muestran curiosidad mezclada con desconfianza y temores por complejidad o control. La respuesta no es un curso teórico largo, sino acompañamiento en sitio, manuales de una página, videos cortos de resolución de problemas reales y reconocimiento explícito a quienes convierten una alerta en una mejora operativa; conviene identificar “personas faro” en cada turno, formarles un poco más y darles autoridad para ajustar umbrales y escalar incidentes, también ayuda mostrar victorias tempranas cuantificadas, como “se evitaron tres pérdidas de cadena de frío en el mes” o “se redujeron dos horas de paro en la línea 2”, porque traducen la señal en lenguaje que importa al negocio.

El financiamiento no debe convertirse en barrera estructural, una vía es dividir el proyecto en módulos financiables, combinando gastos de operación y pequeñas inversiones, y asociar el pago de ciertos servicios al desempeño, de modo que parte del costo se cubra con los ahorros o las ganancias generadas, así pues, la modularidad permite empezar con un solo local o una sola línea, aprender y luego replicar, sin hipotecar a la empresa en una plataforma

sobredimensionada, para pymes de ciudades intermedias, la colaboración con cámaras de comercio y universidades cercanas reduce la dependencia de proveedores remotos y crea una red de soporte local que sostiene calibraciones, revisiones y mejoras a lo largo del tiempo. Los riesgos previsibles son manejables si se reconocen desde el inicio, el más común es la calidad de datos a causa de sensores mal instalados, calibraciones descuidadas o interferencias eléctricas generan decisiones equivocadas, por eso la rutina de verificación y recalibración es tan importante como la compra del sensor; el segundo riesgo es el “proyecto orquesta”, en el que se intenta resolver todo a la vez; la disciplina de un caso de uso por vez protege del desborde, el tercero es el encierro tecnológico con un proveedor; se evita eligiendo componentes interoperables y reservando la propiedad de los datos y las configuraciones, el cuarto es el impacto en la operación durante instalaciones; se mitiga planificando ventanas cortas y pruebas fuera de horario, con planes de reversión claros.

Toda esta propuesta debe culminar en una hoja de ruta anual realista, en el primer trimestre se hace diagnóstico, línea base y selección de caso de uso por sector, además de la puesta en marcha del comité y la definición del catálogo de señales, en el segundo trimestre se ejecutan los pilotos con entrenamiento en sitio y revisión quincenal de métricas; en el tercero se decide escalamiento en los casos que cumplieron metas, se automatizan decisiones repetitivas y se consolidan manuales y roles. En el cuarto se institucionaliza lo aprendido en procedimientos formales, se prepara el presupuesto del siguiente año con base en los ahorros y ganancias verificadas, y se planifica la segunda ola de casos de uso, ese ciclo deja instaladas prácticas y resultados, y convierte a la analítica de datos en una competencia organizacional, no en una moda pasajera.

El aporte final a la competitividad local es tangible cuando estas estrategias se ejecutan con foco en resultados y aprendizaje, en comercio la reducción de quiebres de stock y de mermas, junto con una mejor conversión por franja, se traduce en ingresos y en una experiencia de compra más consistente; en servicios, la gestión de ocupación y la anticipación de fallas bajan costos, acortan tiempos y elevan la satisfacción del cliente. En industria, el monitoreo de condición y la energía por línea aumentan disponibilidad, estabilizan la calidad y mejoran márgenes, más allá de cada empresa, la circulación de prácticas entre pares (facilitada por la cámara de comercio y aliados académicos) crea un efecto red que eleva el piso tecnológico de la ciudad.

Con el fin de profundizar en el análisis del tercer objetivo específico, se realizó una ponderación de las principales necesidades identificadas en cada pyme según el sector, para ello se asignaron puntajes de 1 a 5, donde 1 corresponde a una necesidad poco relevante y 5 a una necesidad crítica, lo que permite tener una aproximación cuantitativa y comparativa de las prioridades de transformación digital en comercio, servicios e industria.

Para fortalecer la interpretación metodológica de la tabla, es recomendable definir qué significa cada valor de la escala utilizada. En este caso, la ponderación de **1 a 5** representa el nivel de importancia o prioridad de cada necesidad dentro del proceso de transformación digital de las pymes. A continuación, se presenta la interpretación de cada valor con su respectivo argumento:

### **Escala de Ponderación Utilizada**

#### ***Necesidad Poco Relevante (1)***

Indica que la necesidad tiene una incidencia mínima dentro del funcionamiento actual de la empresa o en su proceso de transformación digital. Su implementación no representa una

prioridad inmediata y puede ser abordada en etapas posteriores del proceso de modernización tecnológica.

#### ***Necesidad de Baja Prioridad (2)***

Representa una necesidad que puede aportar mejoras al desempeño de la empresa, pero que no tiene un impacto significativo en el corto plazo. Generalmente corresponde a procesos que no afectan directamente la continuidad operativa ni la competitividad del negocio.

#### ***Necesidad Moderadamente Importante (3)***

Corresponde a una necesidad que aporta mejoras relevantes en la eficiencia o en la gestión empresarial, aunque no constituye un factor crítico para la operación. Su implementación puede generar beneficios importantes, pero puede ser planificada dentro de una estrategia gradual de transformación digital.

#### ***Necesidad Altamente Importante (4)***

Indica que la necesidad tiene un impacto significativo en el desempeño organizacional, la eficiencia operativa o la competitividad empresarial. Su implementación es altamente recomendable dentro de los procesos de modernización tecnológica y digitalización de la empresa.

#### ***Necesidad Crítica o Prioritaria (5)***

Representa una necesidad fundamental para el funcionamiento, sostenibilidad o crecimiento de la empresa. Su implementación debe considerarse prioritaria dentro de la estrategia de transformación digital, ya que tiene un impacto directo en la productividad, competitividad o viabilidad del negocio.

**Tabla 10***Ponderación*

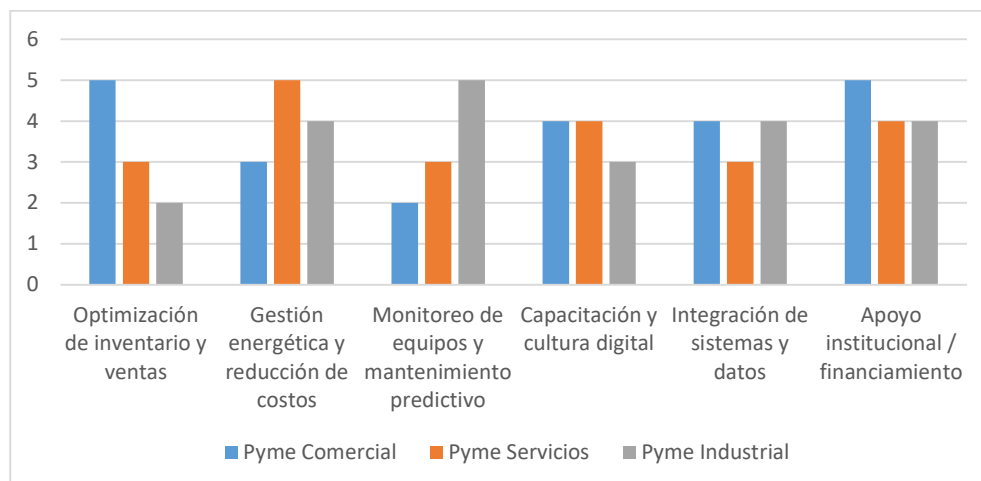
Necesidad	Pyme	Pyme	Pyme
	Comercial	Servicios	Industrial
Optimización de inventario y ventas	5	3	2
Gestión energética y reducción de costos	3	5	4
Monitoreo de equipos y mantenimiento predictivo	2	3	5
Capacitación y cultura digital	4	4	3
Integración de sistemas y datos	4	3	4
Apoyo institucional / financiamiento	5	4	4

*Nota.* Elaboración propia.

La utilización de escalas de valoración de cinco niveles permite cuantificar percepciones o niveles de prioridad en estudios organizacionales y de gestión, facilitando el análisis comparativo de variables dentro de un contexto específico (Likert, 1932).

**Figura 1**

*Resultado de Análisis Cuantitativo de Acuerdo con las Escalas de Valoración*



*Nota. necesidad en cada sector.*

Los resultados muestran que la pyme comercial concentra sus mayores necesidades en la optimización de inventarios y en el acceso a apoyos institucionales, mientras que la pyme de servicios evidencia un énfasis en la gestión energética y la reducción de costos; por su parte, la pyme industrial presenta la prioridad más alta en el monitoreo de equipos y mantenimiento predictivo; desde una perspectiva integral se observa que las tres coinciden en la importancia de fortalecer la capacitación, la cultura digital y la integración de sistemas, lo que evidencia la necesidad de estrategias combinadas que articulen lo técnico con lo organizacional.

## Conclusiones

El análisis de las entrevistas evidenció que el nivel de apropiación tecnológica en las pymes estudiadas es desigual entre sectores y, dentro de cada uno, entre áreas técnicas y administrativas. Mientras que las áreas operativas con experiencia en sistemas o equipos de monitoreo muestran mayor disposición y comprensión del potencial de la analítica de datos, las áreas menos familiarizadas con tecnologías avanzadas tienden a percibir mayores barreras, principalmente por desconocimiento o temor a la complejidad. La percepción de utilidad es elevada en todos los casos, pero orientada a necesidades específicas: optimización de inventarios y ventas en comercio, eficiencia operativa y mejora de la experiencia del cliente en servicios, y continuidad productiva, control de calidad y eficiencia energética en industria. Las barreras recurrentes —costo inicial, carencia de personal especializado, integración deficiente de sistemas y dudas sobre el retorno— coexisten con oportunidades claras, entre ellas la personalización de ofertas, la reducción de mermas, la mejora de indicadores de productividad y la apertura a nuevos mercados. Este contraste evidencia que la adopción de la analítica de datos no depende solo de la disponibilidad de tecnología, sino de su alineación con objetivos de negocio concretos, de la existencia de capacidades internas para su operación y de una gestión del cambio que reduzca resistencias y favorezca la apropiación.

La revisión documental permitió identificar que la analítica de datos se ha consolidado internacionalmente como una herramienta clave para fortalecer la competitividad de las pymes cuando se aplica a casos de uso de alto impacto y se implementa mediante arquitecturas modulares, escalables y compatibles con tecnologías abiertas. Las experiencias en manufactura, comercio y servicios muestran que el valor radica en convertir datos en tiempo real en decisiones rápidas y medibles, desde mantenimiento predictivo hasta gestión de afluencia y control

energético. Las tendencias actuales apuntan a la convergencia entre IoT, aprendizaje automático y analítica de datos, con un énfasis creciente en soluciones de bajo costo y fácil integración, lo que las hace más viables para empresas con recursos limitados. Sin embargo, la literatura también subraya que la apropiación tecnológica efectiva requiere de acompañamiento técnico, estrategias graduales de adopción, y mecanismos de financiamiento que permitan iniciar con proyectos piloto de alcance acotado. En el contexto de Valledupar, estas referencias sirven como guía para adaptar soluciones probadas en otros entornos, priorizando aquellas que respondan a necesidades específicas del mercado local y a las capacidades actuales de las empresas, de manera que la innovación se traduzca en resultados sostenibles.

La triangulación entre el diagnóstico local y las evidencias documentadas condujo a la formulación de estrategias tecnológicas diferenciadas por sector, pero unidas por principios comunes: iniciar con un caso de uso de alto impacto y retorno claro, emplear arquitecturas técnicas simples y modulares, y asegurar la apropiación interna mediante capacitación práctica y roles definidos para la gestión de datos y señales. En comercio, se propone la integración de datos de ventas, inventario y afluencia para optimizar surtido y reducir mermas; en servicios, la gestión de ocupación y el monitoreo de equipos para ahorrar energía y mejorar la atención; y en industria, el monitoreo de condición y consumo energético para reducir paros y optimizar la producción. Estas estrategias están diseñadas para implementarse en fases, comenzando con pilotos controlados, midiendo resultados y escalando progresivamente, de modo que la inversión se distribuya en el tiempo y se minimicen los riesgos operativos. Más allá del impacto individual en cada pyme, la aplicación coordinada de estas estrategias podría generar un efecto multiplicador en la competitividad de la ciudad, al elevar el nivel tecnológico promedio y promover una cultura empresarial orientada a la toma de decisiones basada en datos.

### Referencias Bibliográficas

- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Prentice-Hall. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1779558>
- Baio Junior, A. A., De Souza Alves, A. C., & Da Silva, S. L. (2022). Adoption of Industry 4.0 technologies: An analysis of small and medium-sized companies in the state of São Paulo, Brazil. *Gestão & Produção*, 29(1). <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2022v29e1621>
- Benhanifia, A., Chikh, A., & Djemai, A. (2025). Systematic review of predictive maintenance practices in the manufacturing industry. *Journal on Emerging Technologies in Manufacturing*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667305325000274>
- Brown, B., Chui, M., & Manyika, J. (2010). Are you ready for the era of big data? *McKinsey Quarterly*. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/are-you-ready-for-the-era-of-big-data>
- Brynjolfsson, E., Hitt, L. M., & Kim, H. H. (2011). Strength in numbers: How does data-driven decision making affect firm performance? *Management Science*, 57(3), 1397–1416. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1110.1376>
- Cagno, E., Neri, A., Trianni, A., & Martinez, C. (2025). Energy management and Industry 4.0: Analysis of the state of the art and impacts on manufacturing companies. *Applied Energy*, 378, 123746. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261925006075>
- Cámara de Comercio de Cali. (2024–2025). *Centro de Transformación Digital Empresarial y Ruta Digitalizate*. <https://www.ccc.org.co>
- Cámara de Comercio de Valledupar. (2025). *Estudio económico 2024*. <https://ccvalledupar.org.co/descarga/estudio-economico-2024/>

- Center for International Private Enterprise (CIPE). (2024, mayo 31). New survey results will help Colombia's businesses go digital. <https://www.cipe.org/blog/2024/05/31/new-survey-results-will-help-colombias-businesses-go-digital/>
- Centro Nacional de Consultoría. (2023). 51,5 %: Índice global de madurez de transformación digital de las empresas colombianas en 2023. <https://www.centronacionaldeconsultoria.com/post/51-5-indice-global-de-madurez-de-transformacion-digital-de-las-empresas-colombianas-en-2023>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024, noviembre 6). Una transformación digital real y efectiva puede ayudar a América Latina y el Caribe a superar las trampas que impiden su desarrollo. <https://www.cepal.org/es/comunicados/transformacion-digital-real-efectiva-puede-ayudar-america-latina-caribe-superar-trampas>
- Crovi Druetta, D. (2004). Apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación: Una propuesta. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 46(191), 63–90. <https://www.redalyc.org/pdf/421/42119104.pdf>
- Cutsforth. (2025). *Implementing predictive and prescriptive digital maintenance technologies for rotating equipment* (White paper). <https://www.cutsforth.com/wp-content/uploads/2025/03/Cutsforth-Implementing-Predictive-and-Prescriptive-Digital-Maintenance-Technologies-for-Rotating-Equipment.pdf>
- Davenport, T. H., & Dyché, J. (2013). Big data in big companies. *International Institute for Analytics*.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>

- Dera, P., Nowak, A., & Wójcik, R. (2025). A new, cost-efficient modular sensor platform for IoT and digital transformation. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 439, 115928. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377042725002912>
- Díaz-Arancibia, J., Hochstetter-Diez, J., Bustamante-Mora, A., Sepúlveda-Cuevas, S., Albayay, I., & Arango-López, J. (2024). Navigating digital transformation and technology adoption: A literature review from small and medium-sized enterprises in developing countries. *Sustainability*, 16(14), 5946. <https://doi.org/10.3390/su16145946>
- ETCC. (2011). *Hotel front desk EMS: Occupancy-based controls* (Technical report). <https://etcc-ca.com/sites/default/files/reports/Hotel%20Front%20Desk%20EMS.pdf>
- Gendler, M. A. (2011). Apropiación social de las TIC: Un concepto en construcción. *Question*, 1(29), 1–12. <https://www.aacademica.org/martin.ariel.gendler/21.pdf>
- GoDaddy & Advanis. (2023). Digital index de pymes colombianas: 66 % muestran avances en transformación digital. *La República*. <https://www.larepublica.co/empresas/digital-index-de-pymes-colombianas-3742860>
- GoDaddy & Advanis. (2023). Nivel de transformación digital de las pymes en Colombia. *La República*. <https://www.larepublica.co/empresas/nivel-de-transformacion-digital-de-las-pyme-en-colombia-3743220>
- Gupta, A., Kar, A. K., & Baabdullah, A. (2018). Big data analytics in telecom industry: Literature review and future directions. *Telecommunications Policy*, 42(10), 827–841. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.07.009>
- Honeywell. (2020). *Washington Hilton: INNCOM networked EMS case study*. <https://buildings.honeywell.com/us/en/solutions/case-studies/washington-hilton>

Impacto TIC. (2021). Transformación digital en Colombia: Implicaciones y perspectivas.

<https://impactotic.co/innovacion/transformacion-digital/transformacion-digital-en-colombia-implicaciones-y-perspectivas/>

iNNpulsa Colombia & Centro Nacional de Consultoría. (2024). El 63 % de las empresas medianas se encuentra en los niveles más avanzados de transformación digital.

<https://www.innpuascolombia.com/portfolio/el-63-de-las-empresas-medianas-se-encuentra-en-los-niveles-mas-avanzados-de-transformacion-digital-mientras-que-las-microempresas-solo-alcanzan-el-42/>

Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of Psychology, 140, 1–55.

McKinsey & Company. (2016). *Digital transformation: Improving the odds of success*.

McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/digital-transformation-improving-the-odds-of-success>

Microsoft. (2025, marzo 31). 2 de cada 3 MiPymes en Colombia ya usan inteligencia artificial para ganar productividad. <https://news.microsoft.com/es-xl/2-de-cada-3-mipymes-en-colombia-ya-usan-inteligencia-artificial-para-ganar-productividad-asegurar-continuidad-y-mejorar-el-servicio-revela-estudio-de-microsoft/>

Muñoz-Pinzón, D. S., Flórez-Mora, C. A., & Caro-Ramírez, L. I. (2024). Estado actual de la adopción de la Industria 4.0 en PYMES colombianas: Desafíos y oportunidades. *Revista I3+*, 1(1), 1–20. <https://www.redalyc.org/journal/6078/607877254007/html/>

OECD. (2024). *SME digitalisation to manage shocks and transitions*.

[https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/09/sme-digitalisation-to-manage-shocks-and-transitions\\_735fc44d/eb4ec9ac-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/09/sme-digitalisation-to-manage-shocks-and-transitions_735fc44d/eb4ec9ac-en.pdf)

- Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., & Buck, J. R. (2010). *Discrete-time signal processing* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Organización Mundial de la Salud. (2023, marzo 15). Salud mental: Fortalecimiento de la respuesta efectiva en tiempos de crisis. <https://www.who.int/es/news-room/detail/15-03-2023-salud-mental-crisis>
- Pejić Bach, M., Krstić, Ž., Ćukušić, M., & Suša Vugec, D. (2023). Predictive maintenance in Industry 4.0 for SMEs: A decision support system case study using open-source software. *Inventions*, 8(4), 98. <https://www.mdpi.com/2411-9660/8/4/98>
- Philp, S., McHardy, J., & Rae, A. (2021). Archetypes of footfall context: Quantifying temporal variations in retail footfall. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(7), 476. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8316544/>
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- Rahman, M. S., Islam, M. S., & Sarker, I. H. (2023). Machine learning and Internet of Things in Industry 4.0: A state-of-the-art survey. *Array*, 20, 100300. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665917423001587>
- Restrepo-Morales, J. A., Loaiza-Aguirre, M. I., & Vanegas-Useche, L. V. (2024). Breaking the digitalization barrier for SMEs: A fuzzy logic approach. *Innovation & Entrepreneurship*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00350-0>
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations*. Free Press.
- Rueda Herrera, R. A. (2024). *Transformación digital en PYMES colombianas: Causas de resistencia y necesidades de capacitación* [Trabajo de grado, Universidad EAN]. Repositorio institucional.

- Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (2008). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (3ra ed.). Sage Publications.
- Title 24 Stakeholders. (2019). *Guest room occupancy controls: 2013 CASE report*.  
<https://title24stakeholders.com>
- Tornatzky, L., & Fleischer, M. (1990). *The processes of technological innovation*. Lexington Books.
- Trasberg, T., & Cheshire, J. (2021). Using Wi-Fi probe requests to quantify the impact of pedestrian flows. *Computers, Environment and Urban Systems*, 88, 101635.
- UC Davis Western Cooling Efficiency Center. (2012). *Central hotel guest room energy controls: Final report*. <https://wcec.ucdavis.edu>
- UNIDO. (2025). *Exploring readiness for digitalization of manufacturing in Latin America and the Caribbean (2015–2022)*. <https://www.unido.org>
- Viafirma. (2025, abril 3). Digitalización en 2025: Avances y retos.  
<https://www.viafirma.com.co/blog/digitalizacion-en-2025/>
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*. George Braziller.
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press.
- World Bank. (2025). *Digital economy for Latin America and the Caribbean—Country diagnostic: Colombia*. <https://thedocs.worldbank.org>

Zhang, R., Jing, Z., Hua, Z., & Lu, J. (2022). A case study of representative people counting sensors. *Building and Environment*, 212, 108811.

## Apéndices

### Apéndice A

#### *Consentimiento Informado*

#### **Consentimiento informado**

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIÓN ACADÉMICA

#### **Análítica de datos en la transformación digital de pymes de los sectores comercial, servicios e industrial en Valledupar**

Investigador: Ronald Buitrago Castaño

Nombre: Ronald Buitrago Castaño

Institución: UNAD

Programa académico: Ingeniería Electrónica

Correo electrónico / Teléfono: [rbuitragoc@unadvirtual.edu.gov](mailto:rbuitragoc@unadvirtual.edu.gov) 3124527638

#### 1. Invitación a participar

Usted está siendo invitado(a) a participar en una investigación académica cuyo propósito es analizar el nivel de transformación digital en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del municipio de Valledupar. Su participación es completamente voluntaria.

## 2. Objetivo del estudio

El objetivo de esta investigación es identificar el grado de adopción de tecnologías digitales, las necesidades tecnológicas, las barreras y las oportunidades de mejora en los procesos empresariales de las PYMES.

## 3. Procedimiento

Si acepta participar, se le solicitará:

- Responder una entrevista relacionada con el uso de tecnologías en su empresa.
- El tiempo estimado de participación es de 10 a 20 minutos.
- No se le solicitará información financiera sensible ni datos confidenciales de carácter estratégico.

## 4. Confidencialidad y manejo de la información

- La información recolectada será utilizada exclusivamente con fines académicos.
- Los datos serán analizados de forma agregada y anónima.
- No se publicará el nombre de la empresa ni del participante.
- La información no será compartida con terceros ni utilizada con fines comerciales.

## 5. Riesgos y beneficios

- Esta investigación no representa riesgos físicos, legales ni económicos.
- No se otorgará compensación económica por la participación.

- Su participación contribuirá al análisis de la transformación digital empresarial y podrá apoyar el diseño de estrategias de fortalecimiento para las PYMES.

#### 6. Participación voluntaria

Su participación es voluntaria. Puede negarse a participar o retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia.

#### 7. Declaración de consentimiento

He leído y comprendido la información anterior. Acepto participar voluntariamente en este estudio.

Firma participante: \_\_\_\_\_

Cargo en la empresa: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Nombre del investigador: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Apéndice B***Firma Mercado la Gran Via*

3

**7. Declaración de consentimiento**

He leído y comprendido la información anterior. Acepto participar voluntariamente en este estudio.

Firma participante: 

Cargo en la empresa: Administrador

Fecha: 15 / 01 / 2025

Nombre del investigador: Ronald Buitrago Castaño

Firma: 

Fecha: 15 / 01 / 2025

**Apéndice C***Firma Hotel Alec*

3

**7 Declaración de consentimiento**

He leído y comprendido la información anterior. Acepto participar voluntariamente en este estudio.

Firma participante: 

Cargo en la empresa: administrador

Fecha: 03 / 02 / 2025

Nombre del investigador: Ronald Buitrago Castaño

Firma: 

Fecha: 03 / 02 / 2025

**Apéndice D***Firma Sillas Tiffany Colombia*

3

**7. Declaración de consentimiento**

He leído y comprendido la información anterior. Acepto participar voluntariamente en este estudio.

Firma participante: Alexandra LiberatoCargo en la empresa: AdministradorFecha: 11 / 04 / 2025Nombre del investigador: Ronald Buitrago CastañoFirma: Ronald M.C.Fecha: 11 / 04 / 2025