

A phased implementation framework for technological services to strengthen innovation capacity in metalworking SMEs: A multiple case study in Cartagena, Colombia

Abstract— Small and medium-sized enterprises (SMEs) in the metalworking sector play a strategic role in industrial value chains such as construction, energy, and shipbuilding. However, many face technological gaps, low formalization of innovation processes, and limitations in sustaining productivity improvements. This study proposes a structured framework for implementing technological services aimed at strengthening innovation and technological capacity in metalworking SMEs in Cartagena, Colombia. The research adopts an exploratory-descriptive qualitative approach with a multiple case study design in five companies participating in the ZASCA Metalworking Cartagena Project. Document analysis, semi-structured interviews, and a structured Likert-type survey were used to validate the proposed model. The results show that phased implementation—diagnosis, planning, execution, and monitoring—contributes to improving process formalization, strengthening technological absorption capacity, and increasing organizational awareness of innovation as a structured process. The proposed model offers a potential replicable framework for reindustrialization centers in emerging contexts.

Keywords-- technological services, SMEs, innovation, metalworking sector, implementation model, industrial modernization.

Un marco de implementación por fases para servicios tecnológicos que fortalezcan la capacidad de innovación en las PYMES metalmecánicas: un estudio de casos múltiples en Cartagena, Colombia.

Resumen— Las pequeñas y medianas empresas (pymes) del sector metalmecánico desempeñan un papel estratégico en cadenas de valor industriales como la construcción, la energía y el sector naval. Sin embargo, muchas enfrentan brechas tecnológicas, baja formalización de procesos de innovación y limitaciones para sostener mejoras productivas. Este estudio propone un marco estructurado de implementación de servicios tecnológicos orientado al fortalecimiento de la innovación y la capacidad tecnológica en pymes metalmecánicas de Cartagena, Colombia. La investigación adopta un enfoque cualitativo exploratorio-descriptivo con diseño de estudio de caso múltiple en seis empresas participantes del Proyecto ZASCA Metalmecánico Cartagena. Se emplearon análisis documental, entrevistas semiestructuradas y una encuesta estructurada tipo Likert para validar el modelo propuesto. Los resultados evidencian que la implementación por fases —diagnóstico, planificación, ejecución y seguimiento— contribuye a mejorar la formalización de procesos, fortalecer la capacidad de absorción tecnológica y aumentar la conciencia organizacional sobre la innovación como proceso estructurado. El modelo propuesto ofrece un marco con potencial replicable para centros de reindustrialización en contextos emergentes.

Palabras clave— servicios tecnológicos, pymes, innovación, sector metalmecánico, modelo de implementación, modernización industrial.

I. INTRODUCCIÓN

Las pequeñas y medianas empresas (pymes) constituyen un componente fundamental del desarrollo industrial, particularmente en sectores manufactureros como el metalmecánico, donde actúan como proveedores de bienes y servicios para cadenas estratégicas como la construcción, la energía, el sector naval y la industria en general. No obstante, en economías emergentes, estas empresas enfrentan barreras estructurales que limitan su modernización tecnológica y su capacidad de innovación.

En América Latina, las pymes industriales presentan dificultades relacionadas con la baja inversión en investigación y desarrollo, limitada adopción tecnológica, débil formalización de procesos de innovación y escasa articulación con ecosistemas de innovación [1], [2]. Estas condiciones afectan su productividad, competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

En Colombia, el sector metalmecánico representa un aporte significativo al empleo y al valor agregado manufacturero. Sin embargo, muchas pymes del sector operan bajo esquemas tradicionales de producción, con baja incorporación de tecnologías digitales, escasa implementación de sistemas de gestión de calidad y limitada integración en cadenas de valor de mayor sofisticación. En Cartagena, estas limitaciones se reflejan en brechas tecnológicas y en una visión empresarial centrada principalmente en la adquisición de maquinaria como estrategia de crecimiento, dejando en segundo plano la innovación como proceso estructurado.

Frente a esta problemática, iniciativas de apoyo como el Proyecto ZASCA Metalmecánico Cartagena han surgido como instrumentos de fortalecimiento productivo mediante la provisión de servicios tecnológicos especializados. Sin embargo, más allá de la prestación del servicio, resulta necesario sistematizar un modelo de implementación estructurado que permita garantizar sostenibilidad, replicabilidad y fortalecimiento real de capacidades.

En este contexto, la pregunta de investigación que orienta el presente estudio es:

¿Cómo fortalecer la innovación y la capacidad tecnológica en empresas metalmecánicas de Cartagena mediante un modelo estructurado de implementación de servicios tecnológicos?

El objetivo general es proponer un marco de implementación de servicios tecnológicos que contribuya al fortalecimiento de la innovación, la competitividad y la integración industrial de las pymes metalmecánicas.

2. Marco Teórico

2.1 Innovación en pymes industriales

La innovación en pymes presenta características diferenciadas respecto a grandes empresas, debido a limitaciones de recursos financieros, capacidades gerenciales y estructura organizacional. En muchos casos, la innovación ocurre de manera reactiva e incremental, sin procesos formales de gestión.

La literatura destaca que la competitividad sostenible no depende únicamente de activos tangibles, sino de la capacidad organizacional para gestionar conocimiento [3], [4], tecnología y modelos de negocio de manera estratégica.

2.2 Servicios tecnológicos y capacidad de absorción

La literatura sobre innovación en pymes industriales ha evolucionado desde enfoques centrados en la disponibilidad de recursos hacia perspectivas que enfatizan las capacidades dinámicas y el aprendizaje organizacional como determinantes clave de la competitividad. En este sentido, aunque autores como Cohen y Levinthal [1] introducen el concepto de capacidad de absorción como la habilidad para reconocer, asimilar y explotar conocimiento externo, su enfoque inicial se centra en procesos internos de aprendizaje sin considerar plenamente la interacción con sistemas de innovación más amplios.

Posteriormente, Zahra y George [2] amplían este concepto al diferenciar entre capacidad de absorción potencial (adquisición y asimilación) y realizada (transformación y explotación), aportando una visión más dinámica del proceso. Sin embargo, ambos enfoques presentan una limitación relevante en contextos de pymes industriales en economías emergentes, donde las restricciones estructurales —como baja formalización, limitaciones gerenciales y escasa articulación institucional— dificultan la transición efectiva entre estas dimensiones.

En este contexto, la provisión de servicios tecnológicos ha sido abordada como un mecanismo para cerrar brechas de conocimiento y facilitar procesos de modernización. No obstante, estudios como los de Tidd y Bessant [3] sugieren que la simple transferencia tecnológica no garantiza mejoras sostenibles si no se integra dentro de un sistema organizacional que promueva aprendizaje, adaptación y formalización de procesos. De manera similar, la perspectiva de innovación abierta planteada por Chesbrough [4] resalta que el acceso a conocimiento externo solo genera valor cuando existen mecanismos internos que permitan su apropiación efectiva.

A pesar de estos avances teóricos, existe una brecha en la literatura respecto a cómo operacionalizar la integración entre servicios tecnológicos y capacidad de absorción en contextos aplicados, particularmente en pymes de sectores manufactureros en economías emergentes. En muchos casos, los programas de intervención tecnológica se estructuran como acciones aisladas, sin un modelo metodológico que garantice coherencia entre diagnóstico, implementación y sostenibilidad.

Desde esta perspectiva, diversos estudios recientes han señalado que el impacto de las intervenciones tecnológicas depende no solo de su calidad técnica, sino del diseño del modelo de implementación [5], [6]. En particular, enfoques estructurados por fases permiten reducir incertidumbre, mejorar la alineación entre necesidades y soluciones, y facilitar la apropiación progresiva del conocimiento. Sin embargo, estos modelos suelen centrarse en la eficiencia operativa, sin incorporar explícitamente la dimensión de articulación con el mercado y el ecosistema de innovación.

En consecuencia, se identifica una oportunidad teórica y aplicada para desarrollar modelos de implementación que integren de manera sistémica tres elementos: (i) fortalecimiento interno de capacidades, (ii) articulación con

actores del ecosistema de innovación y (iii) orientación al mercado como mecanismo de validación y sostenibilidad. Este enfoque permite trascender la visión tradicional de transferencia tecnológica hacia una lógica de desarrollo de capacidades dinámicas, donde la innovación no es un resultado puntual, sino un proceso organizacional continuo.

2.3 Modelos de implementación en procesos de modernización industrial

Los modelos por fases permiten reducir incertidumbre, priorizar brechas críticas y asegurar coherencia entre diagnóstico, intervención y seguimiento. En contextos emergentes, estos modelos favorecen la articulación entre actores del ecosistema (empresa, academia, gobierno).

3. Metodología

Si bien el estudio adopta un enfoque cualitativo con diseño de estudio de caso múltiple, lo cual resulta adecuado para comprender fenómenos complejos en contextos reales, presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas en la interpretación de los resultados. En particular, el tamaño de la muestra (seis empresas) restringe la posibilidad de generalización estadística, por lo que los hallazgos deben entenderse como evidencia exploratoria.

Asimismo, la incorporación de una encuesta tipo Likert introduce un componente cuantitativo basado en percepciones empresariales, lo cual permite validar el modelo desde la experiencia de los participantes, pero no sustituye mediciones objetivas de desempeño. En este sentido, la combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas fortalece la validez interna mediante triangulación metodológica, aunque mantiene limitaciones en términos de validez externa.

Para futuras investigaciones, se recomienda complementar este enfoque con diseños longitudinales que permitan evaluar la evolución de las empresas en el tiempo, así como incorporar indicadores cuantitativos de desempeño, tales como productividad, eficiencia operativa, crecimiento en ventas y diversificación de mercados. Esto permitiría avanzar hacia una validación más robusta del impacto del modelo propuesto.

3.1 Tipo y diseño de investigación

Se adoptó un enfoque cualitativo de carácter exploratorio-descriptivo, utilizando un diseño de estudio de caso múltiple.

3.2 Población y muestra

La muestra estuvo conformada por seis (6) empresas metalmecánicas participantes en la Cohorte 1 del Proyecto ZASCA Metalmecánico Cartagena.

Se aplicó un muestreo no probabilístico por criterios, considerando:

- Diversidad sectorial
- Diferenciación productiva
- Potencial innovador
- Ubicación estratégica
- Escala empresarial

3.3 Técnicas e instrumentos

- Revisión documental (diagnósticos de entrada y salida, planes de acción, registros técnicos)
- Entrevistas semiestructuradas
- Encuesta estructurada tipo Likert de validación

3.4 Estrategia de análisis

Se empleó triangulación metodológica:

- Análisis temático para datos cualitativos
- Estadística descriptiva para encuestas
- Comparación transversal entre casos

4. Marco Propuesto de Implementación de Servicios Tecnológicos

El análisis empírico derivado del estudio de caso múltiple permitió sistematizar un marco estructurado de implementación de servicios tecnológicos orientado al fortalecimiento de la capacidad de innovación en pymes metalmeccánicas. Este marco no surge como una simple descripción operativa del programa de intervención, sino como una abstracción metodológica que integra diagnóstico, personalización, ejecución técnica y seguimiento, con el objetivo de fortalecer la capacidad de absorción y la sostenibilidad de las mejoras organizacionales [5], [6].

El modelo se fundamenta en un enfoque por fases, el cual permite reducir incertidumbre, asegurar coherencia entre necesidades identificadas y soluciones implementadas, y facilitar la apropiación progresiva del conocimiento transferido. La estructura propuesta se compone de cuatro fases interdependientes: (1) Alistamiento, (2) Selección de empresas, (3) Ejecución de servicios tecnológicos y (4) Seguimiento y monitoreo.

4.1 Fase I: Alistamiento

La fase de alistamiento constituye la etapa preparatoria del proceso de intervención. Su propósito es garantizar condiciones operativas, técnicas y organizacionales adecuadas antes de iniciar la implementación en las empresas.

En esta etapa se desarrollan las siguientes actividades:

- Definición del plan operativo y cronograma de intervención.
- Conformación y capacitación del equipo técnico.
- Verificación y adecuación de infraestructura, maquinaria y herramientas tecnológicas.
- Identificación y análisis preliminar de riesgos operativos y técnicos.

Desde una perspectiva sistémica, esta fase reduce fallas de implementación y mejora la eficiencia del proceso. Además, establece los lineamientos metodológicos que orientan la coherencia entre diagnóstico y ejecución posterior.

4.2 Fase II: Convocatoria y Selección de Empresas

La segunda fase consiste en un proceso estructurado de identificación y selección de empresas participantes. Este

proceso prioriza organizaciones con potencial de crecimiento, interés en innovar y condiciones mínimas de absorción tecnológica.

Los criterios de selección incluyen:

- Nivel de madurez productiva.
- Potencial de mejora tecnológica.
- Disposición gerencial para implementar cambios.
- Relevancia sectorial dentro de cadenas de valor estratégicas.
- Diversidad productiva y representatividad industrial.

Esta fase resulta crítica para maximizar el impacto del modelo, ya que la efectividad de los servicios tecnológicos depende de la capacidad organizacional para asimilar e integrar las soluciones propuestas. La selección estratégica permite enfocar recursos en empresas con mayor probabilidad de internalización del conocimiento transferido.

4.3 Fase III: Ejecución de Servicios Tecnológicos

La fase de ejecución constituye el núcleo del modelo propuesto. Se caracteriza por una intervención personalizada basada en diagnóstico previo y materializada en un plan de acción individualizado.

Esta fase se estructura en cuatro subcomponentes:

4.3.1 Diagnóstico inicial

Se realiza una caracterización integral de la empresa, identificando:

- Posición en la cadena de valor.
- Capacidades tecnológicas existentes.
- Brechas productivas y organizacionales.
- Nivel de formalización de procesos.
- Oportunidades de diversificación y mejora.

El diagnóstico actúa como línea base y orienta la toma de decisiones sobre los servicios tecnológicos a implementar.

4.3.2 Diseño del plan de acción

Con base en las brechas identificadas, se construye un plan de acción personalizado que define:

- Tipo de servicio tecnológico.
- Alcance técnico.
- Objetivos específicos.
- Secuencia de ejecución.
- Recursos requeridos.

Este instrumento funciona como puente entre la identificación de necesidades y la intervención técnica.

4.3.3 Implementación técnica

La ejecución incluye servicios como:

- Prototipado de nuevos productos.
- Diseño asistido por tecnología (CAD).
- Pruebas y ensayos técnicos.
- Mecanizado y mejora de procesos productivos.
- Implementación de soluciones digitales.
- Optimización logística.
- Implementación de sistemas de calidad.

La intervención no se limita a la solución puntual de un problema técnico, sino que busca fortalecer rutinas

organizacionales, documentación, estandarización y prácticas de mejora continua.

4.3.4 Transferencia y fortalecimiento de capacidades

Durante la ejecución, se promueve la transferencia de conocimiento mediante acompañamiento técnico, capacitación y asesoría directa. Este componente es esencial para transformar la capacidad de absorción potencial en capacidad realizada, asegurando que la empresa internalice los aprendizajes y no dependa exclusivamente del proveedor externo.

4.4 Fase IV: Seguimiento y Monitoreo

La fase final tiene como objetivo evaluar resultados y fortalecer la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

Incluye:

- Diagnóstico de salida.
- Medición cualitativa de cambios organizacionales.
- Evaluación de indicadores de mejora productiva y tecnológica.
- Identificación de oportunidades de mejora futura.
- Recomendaciones estratégicas para continuidad.

El seguimiento permite contrastar la línea base con el estado posterior a la intervención, facilitando la evaluación del grado de apropiación tecnológica y la consolidación de prácticas innovadoras.

4.5 Integración Sistémica del Modelo

El marco de implementación propuesto en esta investigación se fundamenta en la experiencia operativa del Programa ZASCA Metalmecánico Cartagena [; sin embargo, trasciende su estructura metodológica al incorporar un enfoque sistémico orientado explícitamente al mercado, la sostenibilidad y la proyección comercial de las capacidades desarrolladas.

Mientras el Programa ZASCA organiza su intervención en fases operativas centradas principalmente en el fortalecimiento productivo y tecnológico interno — alistamiento, selección, ejecución y seguimiento—, el modelo propuesto amplía esta lógica incorporando mecanismos estructurados de articulación estratégica con el entorno productivo y el ecosistema de innovación. Esta ampliación introduce una dimensión de orientación al mercado que no constituye un eje explícito dentro de la metodología base del programa.

4.5.1 Diferenciación conceptual frente al Programa ZASCA

La principal diferencia radica en que el modelo propuesto:

1. Integra la orientación al mercado como componente estructural del proceso, no como resultado indirecto del fortalecimiento productivo.
2. Articula sistemáticamente la intervención tecnológica con empresas ancla y actores del ecosistema de innovación, tales como SENA, ECONOVA, universidades y centros tecnológicos.

3. Vincula la sostenibilidad de resultados con oportunidades comerciales concretas, estableciendo la competitividad como indicador de éxito del proceso.

4. Fortalece la capacidad de absorción desde una perspectiva estratégica, no únicamente técnica.

En el Programa ZASCA, la lógica de intervención prioriza el cierre de brechas internas identificadas en el diagnóstico organizacional. En contraste, el modelo propuesto complementa este enfoque incorporando una validación externa de pertinencia tecnológica, asegurando que los servicios implementados respondan tanto a necesidades internas como a demandas reales del entorno productivo.

Este cambio introduce una transición desde un modelo predominantemente centrado en la mejora interna hacia un modelo de fortalecimiento competitivo sistémico.

4.5.2 Enfoque Sistémico del Modelo Propuesto

El modelo se concibe como un sistema dinámico de fortalecimiento empresarial compuesto por tres niveles interrelacionados:

1. Nivel interno (organizacional): Diagnóstico estratégico-integral, formalización de procesos, fortalecimiento técnico y mejora productiva.
2. Nivel interorganizacional (ecosistema): Articulación con actores de apoyo tecnológico, universidades, centros de investigación y entidades públicas.
3. Nivel de mercado (competitivo): Vinculación con empresas ancla, identificación de oportunidades comerciales y proyección hacia cadenas de valor más sofisticadas.

Esta estructura multinivel permite que la intervención tecnológica no se limite a resolver problemas operativos, sino que facilite la inserción estratégica en mercados de mayor valor agregado. En términos sistémicos, el modelo actúa como un mecanismo de conexión entre capacidades internas y oportunidades externas.

4.5.3 Valor agregado desde la validación empresarial de los servicios tecnológicos

El valor agregado del modelo se respalda en la evidencia empírica obtenida mediante la encuesta aplicada a las empresas participantes. Los resultados muestran que las empresas perciben los servicios tecnológicos como pertinentes y útiles para el fortalecimiento de sus capacidades productivas y tecnológicas.

Según la valoración empresarial, los servicios contribuyeron principalmente a:

- Mejorar procesos productivos existentes.
- Incrementar el conocimiento técnico del personal.
- Fortalecer la capacidad de desarrollo de nuevos productos o servicios.

- Generar mayor comprensión sobre la innovación como proceso continuo.

Estos hallazgos confirman que la provisión de servicios tecnológicos genera valor cuando se articula con necesidades reales y cuando existe acompañamiento técnico que facilite su adopción práctica.

No obstante, el modelo propuesto va más allá de esta validación, al estructurar dichos servicios dentro de un marco que conecta la mejora interna con proyección estratégica.

4.5.4 Valor agregado desde la validación del modelo propuesto

La encuesta también permitió validar la percepción empresarial frente al modelo de implementación planteado. Las empresas manifestaron alto nivel de acuerdo respecto a:

- La claridad del diagnóstico estratégico-integral como punto de partida.
- La importancia de la orientación al mercado y el relacionamiento con empresas ancla.
- El enfoque en sostenibilidad y resultados comerciales como indicadores de éxito.
- La posibilidad de utilizar el modelo como guía autónoma para futuras decisiones tecnológicas.

Esta validación refuerza la pertinencia del modelo como herramienta práctica y aplicable, no limitada al contexto específico del programa.

4.5.5 Superioridad Sistémica del Modelo Propuesto

Desde una perspectiva comparativa, el modelo propuesto presenta ventajas estructurales frente al enfoque original del programa:

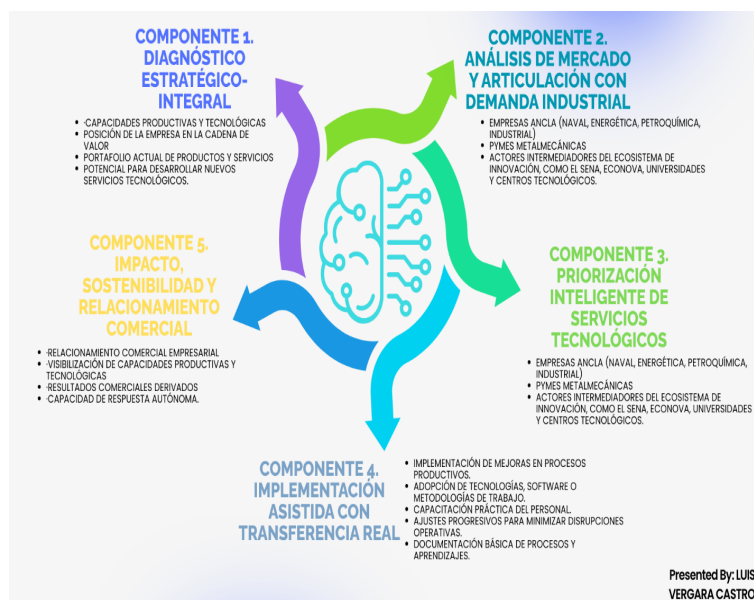
Tabla 1. Modelo propuesto

Dimensión	Programa ZASCA	Modelo Propuesto
Enfoque principal	Fortalecimiento productivo	Fortalecimiento productivo + orientación al mercado
Articulación externa	Complementaria	Sistémica y estructurada
Medición de éxito	Cumplimiento de intervención	Sostenibilidad y proyección competitiva
Capacidad de absorción	Implícita	Explicitamente fortalecida
Replicabilidad	Operativa	Metodológica y estratégica

En consecuencia, el modelo propuesto no reemplaza el Programa ZASCA, sino que lo sistematiza, amplía y lo orienta hacia una lógica de competitividad sostenible. Su aporte radica en convertir una metodología operativa en un marco

conceptual estructurado, potencial replicable y alineado con principios de innovación sistémica.

Figura 1. Marco propuesto de implementación de servicios tecnológicos. Adaptado de [9].



Fuente: Elaboración propia con base en Vergara-Castro (2023).

5. Resultados

Se expone los hallazgos derivados del estudio de caso múltiple realizado en seis pymes metalmeccánicas participantes del Proyecto ZASCA Metalmeccánico Cartagena. Los resultados se estructuran a partir de la triangulación de tres fuentes principales: (i) revisión documental de diagnósticos de entrada y salida, planes de acción y registros técnicos; (ii) entrevistas semiestructuradas a directivos y responsables técnicos; y (iii) encuesta estructurada tipo Likert orientada a validar la pertinencia de los servicios tecnológicos y del modelo propuesto.

Evaluación de Servicios Tecnológicos

Tabla 2. Resultados de evaluación Likert de servicios tecnológicos

Característica	Servimecanizados e Ingeniería SAS	CONARES DEL CARIBE SAS	Ingenio Silgado R SAS	Ditronica Sas	Rebobinados y eléctricos industriales sas	Carrocerías y Furgones del Caribe
Diagnóstico de entrada	5	4	5	4	5	4
Servicios tecnológicos pertinentes	5	4	4	3	5	4
Mejora de procesos productivos	5	4	4	4	5	2
Desarrollo/mejora de productos/servicios	4	4	5	3	4	2
Acompañamiento técnico adecuado	5	4	4	4	5	1
Apropiación de conocimientos/tecnologías	5	4	4	4	4	2
Resultados justifican inversión futura	5	4	4	5	4	2
Mejoras en productividad	4	4	4	4	5	2
Mejora de calidad de productos/servicios	5	4	4	4	4	2
Capacidad de mantener mejoras	4	4	4	5	3	4
Fortalecimiento de capacidad de innovación	5	4	5	5	5	4
Modelo responde a necesidades reales	5	4	4	3	5	2
Diagnóstico integral pertinente	5	4	4	3	4	4
Análisis de mercado aporta valor	5	4	5	3	5	4
Priorización de servicios tecnológicos	5	4	5	5	5	4
Acompañamiento post-implementación	4	4	5	5	4	5
Modelo aplicable a PYMES	5	4	5	5	5	4

5.1 Brechas Iniciales Identificadas

El análisis de los diagnósticos de entrada permitió identificar patrones comunes en las seis empresas estudiadas, independientemente de su tamaño o subsector productivo.

Las principales brechas detectadas fueron:

- Innovación no estructurada: La mayoría de las empresas desarrollaban mejoras técnicas de manera reactiva, sin planificación formal ni indicadores de seguimiento.
- Baja formalización documental: Ausencia de estandarización de procesos y registros técnicos sistemáticos.
- Limitada digitalización: Uso incipiente de herramientas tecnológicas sin integración estratégica.
- Enfoque centrado en maquinaria: La modernización se asociaba principalmente con adquisición de equipos, más que con fortalecimiento organizacional o desarrollo de nuevos mercados.
- Escasa articulación comercial estratégica: Alta dependencia de pocos clientes y limitada exploración de cadenas de valor de mayor sofisticación.

Estos resultados evidencian que las limitaciones eran tanto tecnológicas como organizacionales y estratégicas, confirmando la necesidad de un enfoque integral de intervención.

5.2 Resultados de la Implementación de Servicios Tecnológicos

Durante la fase de ejecución se desarrollaron intervenciones personalizadas conforme a los planes de acción definidos para cada empresa. Entre los principales servicios implementados se encuentran:

- Prototipado y validación técnica de nuevos productos.
- Diseño asistido por tecnología (CAD).
- Optimización de procesos productivos.
- Mejora en sistemas de calidad y documentación.
- Implementación de soluciones digitales básicas.
- Fortalecimiento técnico especializado.

La implementación evidenció que la personalización del servicio fue un factor determinante para la apropiación de los resultados. Las empresas con mayor disposición al cambio mostraron mayor rapidez en la adopción de prácticas estructuradas.

Además, se observaron efectos organizacionales indirectos, tales como:

- Mayor planificación técnica.
- Incremento en la documentación de procesos.
- Mejor análisis previo a decisiones productivas.
- Mayor claridad sobre oportunidades de diversificación.

Estos cambios reflejan avances en la capacidad de absorción, especialmente en su dimensión de asimilación y transformación del conocimiento externo.

Los resultados muestran una valoración general alta de los servicios tecnológicos recibidos.

Identificación de necesidades

- El diagnóstico de entrada permitió identificar adecuadamente las necesidades tecnológicas
Promedio: **4,50**

Este resultado indica que las empresas perciben el diagnóstico como un instrumento sólido para la identificación estructurada de brechas.

Pertinencia de los servicios

- Pertinencia de los servicios definidos en el plan de acción
Promedio: **4,17**

La valoración confirma coherencia entre diagnóstico y selección de servicios.

Mejora de procesos y productividad

- Mejora de procesos productivos
Promedio: **4,00**
- Generación de mejoras en productividad
Promedio: **3,83**
- Mejora en calidad de productos/servicios
Promedio: **3,83**

Los resultados evidencian percepción positiva en impacto operativo, aunque con ligera variabilidad entre empresas.

Desarrollo de nuevos productos

- Facilitación del desarrollo o mejora de productos/servicios
Promedio: **3,67**

Este es uno de los valores más moderados, lo que sugiere que el impacto fue más fuerte en optimización interna que en innovación radical de producto.

Acompañamiento y apropiación

- Adecuación del acompañamiento técnico
Promedio: **3,83**
- Apropiación de conocimientos y tecnologías implementadas
Promedio: **3,83**
- Capacidad de mantener mejoras sin acompañamiento externo
Promedio: **4,00**

Los resultados indican que, aunque el acompañamiento fue bien valorado, existe espacio para fortalecer el seguimiento y la profundización técnica en futuras intervenciones.

Fortalecimiento de la innovación

- Los servicios tecnológicos fortalecieron la capacidad de innovación
Promedio: **4,67**

Este es uno de los puntajes más altos del instrumento, lo que evidencia un impacto significativo en la percepción estratégica de innovación.

5.3 Cambios Observados en el Diagnóstico de Salida

El contraste entre diagnóstico de entrada y diagnóstico de salida permitió identificar mejoras cualitativas en cuatro dimensiones principales:

a) Formalización de procesos

Se evidenció mayor estructuración de procedimientos y registros técnicos.

b) Capacidades técnicas internas

Las empresas demostraron mayor dominio sobre herramientas implementadas y mayor autonomía operativa.

c) Conciencia estratégica sobre innovación

La innovación comenzó a percibirse como proceso gestionable y continuo, no únicamente como solución puntual.

d) Proyección hacia mercado

Se observó mayor interés en explorar nuevas oportunidades comerciales y articulación con actores externos.

Si bien el estudio no midió indicadores financieros o productivos cuantitativos, los hallazgos cualitativos indican fortalecimiento organizacional consistente.

5.4 Validación Empresarial de los Servicios Tecnológicos

Los resultados de la encuesta estructurada evidenciaron una valoración positiva respecto a la pertinencia y utilidad de los servicios tecnológicos recibidos.

Las empresas destacaron principalmente que los servicios contribuyeron a:

- Mejorar procesos productivos existentes.
- Incrementar el conocimiento técnico del personal.
- Fortalecer la capacidad de desarrollo de nuevos productos.
- Comprender la innovación como proceso estratégico.

La coherencia entre entrevistas, documentación y encuesta refuerza la validez interna de los hallazgos.

5.5 Validación del Modelo Propuesto

Adicionalmente, la encuesta permitió evaluar la percepción empresarial frente al modelo de implementación de servicios tecnológicos propuesto.

Las empresas manifestaron alto nivel de acuerdo en relación con:

- La claridad del diagnóstico estratégico-integral.
- La pertinencia de articular capacidades internas con oportunidades de mercado.
- La importancia del acompañamiento técnico estructurado.
- La utilidad del modelo como guía futura para decisiones tecnológicas.

Especialmente valorada fue la incorporación explícita de orientación al mercado y articulación con empresas ancla, elemento diferenciador frente al enfoque operativo original del programa.

La segunda parte de la encuesta evaluó la claridad, aplicabilidad y valor diferencial del modelo propuesto.

Pertinencia general del modelo

- El modelo responde a necesidades reales del sector

Promedio: **3,83**

Este resultado indica aceptación positiva, aunque con margen de mejora en percepción de aplicabilidad general.

Diagnóstico estratégico

- El diagnóstico integral orienta adecuadamente la toma de decisiones

Promedio: **4,00**

Confirma que el enfoque estratégico es valorado como elemento estructurador.

Análisis de mercado (diferenciador frente a ZASCA)

- El análisis de mercado aporta valor frente a la metodología ZASCA

Promedio: **4,00**

Este resultado es particularmente relevante porque valida empíricamente el componente diferenciador del modelo propuesto.

Claridad metodológica

- La priorización de servicios tecnológicos es clara y aplicable

Promedio: **4,67**

Uno de los valores más altos, indicando que la estructura del modelo es comprendida y percibida como útil.

Sostenibilidad

- El acompañamiento post-implementación es clave para sostenibilidad

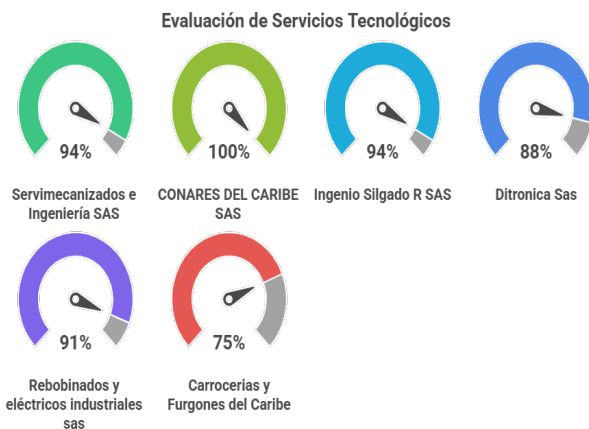
Promedio: **4,50**

- El modelo podría aplicarse de manera sostenible en pymes del sector

Promedio: **4,67**

Estos resultados fortalecen el argumento de que el modelo no solo es pertinente, sino viable en el tiempo.

Figura 2. Resultados generales de evaluación de servicios tecnológicos en empresas participantes.



Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta aplicada en el Proyecto ZASCA Metalmecánico Cartagena (2025).

5.6 Análisis Transversal de Casos

El análisis comparativo entre los seis casos permitió identificar tendencias consistentes:

1. La estructura por fases facilitó coherencia entre diagnóstico y ejecución.
2. La formalización documental fue uno de los avances más visibles.
3. El acompañamiento técnico fue determinante para la apropiación.
4. La orientación estratégica fortaleció la percepción de sostenibilidad.

Estos patrones sugieren que el modelo propuesto contribuye no solo a la mejora técnica puntual, sino al fortalecimiento sistémico de capacidades organizacionales.

5.7 Síntesis de Resultados

En conjunto, los resultados indican que:

En términos generales:

- Ningún ítem obtuvo promedio inferior a 3,67.
- Los valores más altos ($\geq 4,50$) se concentran en:
 - Fortalecimiento de la capacidad de innovación.
 - Claridad en priorización de servicios.
 - Aplicabilidad sostenible del modelo.
 - Diagnóstico inicial.

Esto evidencia:

1. Alta aceptación del modelo.
2. Coherencia entre intervención técnica y percepción empresarial.
3. Validación del enfoque sistémico propuesto.
4. Confirmación del valor agregado frente a la metodología base.
5. La implementación estructurada de servicios tecnológicos fortalece la capacidad de absorción.
6. La intervención por fases incrementa la sostenibilidad de las mejoras.
7. La articulación con mercado y ecosistema potencia el impacto competitivo.
8. El modelo propuesto ofrece una lógica replicable para programas de reindustrialización.

Dado el tamaño limitado de la muestra, los resultados deben interpretarse como evidencia exploratoria; sin embargo, la consistencia entre fuentes y la coherencia de los hallazgos respaldan la validez del modelo.

6. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la implementación estructurada de servicios tecnológicos, bajo un enfoque por fases, genera impactos positivos no solo en términos operativos, sino también en el fortalecimiento de capacidades organizacionales asociadas a la innovación. Este hallazgo es consistente con lo planteado por Tidd y Bessant [3], quienes argumentan que la innovación efectiva requiere la integración de procesos, estructuras y aprendizaje organizacional, más allá de la adopción puntual de tecnologías.

Asimismo, la evidencia empírica respalda la teoría de la capacidad de absorción propuesta por Cohen y Levinthal [1] y

ampliada por Zahra y George [2], en la medida en que las empresas participantes lograron no solo adquirir conocimiento externo, sino también asimilarlo y aplicarlo en sus procesos productivos. No obstante, a diferencia de estos enfoques teóricos, los resultados sugieren que dicha capacidad no emerge de manera espontánea, sino que requiere intervenciones estructuradas que faciliten la transición desde la capacidad potencial hacia la capacidad realizada.

En este sentido, el modelo propuesto aporta un elemento diferenciador al operacionalizar esta transición mediante un enfoque por fases que integra diagnóstico, planificación, ejecución y seguimiento. Este resultado contribuye a cerrar la brecha identificada en la literatura respecto a la falta de modelos aplicados que articulen la provisión de servicios tecnológicos con el desarrollo de capacidades organizacionales.

Por otra parte, los hallazgos también se alinean con la perspectiva de innovación abierta planteada por Chesbrough [4], en tanto evidencian que el acceso a conocimiento externo —a través de servicios tecnológicos— solo genera valor cuando las organizaciones desarrollan mecanismos internos de aprendizaje y adaptación. Sin embargo, el estudio amplía esta perspectiva al demostrar que dichos mecanismos pueden ser inducidos mediante intervenciones metodológicamente estructuradas.

Adicionalmente, un aporte relevante del estudio es la incorporación explícita de la orientación al mercado como componente del modelo de implementación. A diferencia de enfoques tradicionales centrados exclusivamente en la mejora interna, los resultados muestran que la articulación con el entorno productivo y la identificación de oportunidades comerciales fortalecen la sostenibilidad de las mejoras implementadas. Este hallazgo sugiere que la competitividad empresarial no depende únicamente de capacidades técnicas, sino de su alineación con demandas reales del mercado.

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando ciertas limitaciones. En primer lugar, el tamaño reducido de la muestra limita la generalización de los hallazgos. En segundo lugar, el uso predominante de indicadores perceptuales introduce un componente subjetivo en la evaluación del impacto. Finalmente, la ausencia de mediciones longitudinales impide evaluar el efecto del modelo en el desempeño empresarial a largo plazo.

En consecuencia, futuras investigaciones deberían incorporar análisis longitudinales y métricas cuantitativas —como productividad, crecimiento de ventas y rentabilidad— que permitan validar de manera más robusta el impacto del modelo propuesto. Asimismo, sería pertinente explorar la aplicabilidad del modelo en otros sectores industriales y contextos geográficos, con el fin de evaluar su capacidad de generalización.

7. Conclusiones

El presente estudio permitió demostrar que la implementación estructurada de servicios tecnológicos,

cuando se articula con diagnóstico estratégico, orientación al mercado y mecanismos de sostenibilidad, trasciende la lógica de asistencia técnica y se convierte en un instrumento de fortalecimiento de capacidades dinámicas en pymes industriales. A partir del análisis del caso del Proyecto ZASCA Metalmecánico Cartagena y de la validación empresarial mediante encuesta Likert, se evidenció que los servicios tecnológicos contribuyeron significativamente al fortalecimiento de la capacidad de innovación, la mejora de procesos productivos y la apropiación de conocimiento técnico.

Los resultados confirman que el diagnóstico integral constituye el punto de partida crítico para intervenciones efectivas, al permitir identificar brechas reales y priorizar servicios con mayor impacto. Asimismo, la alta valoración de la aplicabilidad y sostenibilidad del modelo propuesto respalda su pertinencia como herramienta metodológica replicable en el sector metalmecánico y en otros sectores industriales con características similares.

El principal aporte del modelo radica en su enfoque sistémico, que integra fortalecimiento productivo interno con proyección hacia el mercado y articulación ecosistémica. Esta ampliación conceptual permite superar la visión operativa tradicional y avanzar hacia un modelo orientado a competitividad sostenible. En este sentido, la investigación contribuye al debate académico sobre capacidad de absorción e innovación en pymes industriales, y ofrece insumos prácticos para el diseño de programas públicos de fortalecimiento tecnológico con mayor impacto estructural.

Finalmente, si bien el estudio presenta limitaciones asociadas al tamaño de la muestra y al carácter perceptual de los indicadores, la consistencia entre evidencia cualitativa y cuantitativa refuerza la validez de los hallazgos. Se recomienda que futuras investigaciones incorporen mediciones longitudinales de desempeño financiero y comercial, con el fin de profundizar en la relación entre servicios tecnológicos y resultados competitivos de largo plazo.

Referencias

- [1] W. M. Cohen and D. A. Levinthal, "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation," *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no. 1, pp. 128–152, 1990.
- [2] S. A. Zahra and G. George, "Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension," *Academy of Management Review*, vol. 27, no. 2, pp. 185–203, 2002.
- [3] J. Tidd and J. Bessant, *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*, 7th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2021.
- [4] H. W. Chesbrough, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2003.
- [5] M. Saunila, "Innovation capability for SME success: Perspectives of financial and operational performance," *Journal of Advances in Management Research*, vol. 17, no. 2, pp. 163–175, 2020.
- [6] C. Mattos, L. Mendes, and M. Oliveira, "Innovation capability and performance in manufacturing SMEs: Evidence from emerging economies," *Journal of Small Business and Enterprise Development*, vol. 30, no. 4, pp. 685–702, 2023.

[7] S. Lokuge and Y. Duan, "Digital transformation in SMEs: A systematic review and research agenda," *Information Systems Frontiers*, vol. 25, no. 2, pp. 523–540, 2023.

[8] Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, *Documento Metodológico Programa ZASCA Metalmecánico Cartagena*. Bogotá, Colombia, 2025.

[9] L. Vergara Castro, "Modelo de implementación de servicios tecnológicos para el fortalecimiento de la innovación en pymes del sector metalmecánico de Cartagena: Caso Proyecto ZASCA Metalmecánico Cartagena," Trabajo de grado de Maestría en Gestión de la Innovación, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia, 2023.