



**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES Y DEL TRABAJO DE  
SORIA

Grado en Administración y Dirección de Empresas

TRABAJO FIN DE GRADO

**Optimización de recursos y tecnologías  
exponenciales como estrategia para las  
PYMES del sector siderometalúrgico e  
industria en general en Castilla y León**

Presentado por Raúl Redondo González

Tutelado por D<sup>a</sup> Alba García Gonzalo

Soria, junio 2021

**CET**

FACULTAD de CIENCIAS EMPRESARIALES y del TRABAJO de SORIA

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>BLOQUE 1. INTRODUCCIÓN</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. ELECCIÓN DEL TEMA   | 1         |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN   | 2         |
| 1.3. OBJETIVOS   | 3         |
| 1.3.1. GENERAL   | 3         |
| 1.3.2. ESPECÍFICOS   | 4         |
| 1.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN   | 4         |
| <b>BLOQUE 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>  | <b>5</b>  |
| 2.1. ANTECEDENTES  | 5         |
| 2.2. REFERENTES TEÓRICOS DEL ESTUDIO   | 8         |
| 2.2.1. OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS  | 8         |
| 2.2.2. TECNOLOGÍAS EXPONENCIALES   | 9         |
| 2.2.3. PRODUCTIVIDAD   | 12        |
| 2.2.4. COMPETITIVIDAD  | 13        |
| 2.2.5. LAS PYMES COMO SECTOR PARA EL DESARROLLO  | 15        |
| <b>BLOQUE 3. DESARROLLO TEÓRICO-PRÁCTICO</b>   | <b>16</b> |
| 3.1. TECNOLOGÍAS EXPONENCIALES PARA FORTALECER LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES  | 16        |
| 3.2. COMPARAR LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS EXPONENCIALES EN DIVERSAS PYMES DEL SECTOR SIDEROMETALÚRGICO E INDUSTRIA EN GENERAL. | 18        |
| 3.3. RESULTADOS DE LA FASE DE IMPLEMENTACIÓN EN LA PRAXIS DE UN TIPO DE TECNOLOGÍA EXPONENCIAL EN UNA PYME DEL SECTOR SIDEROMETALÚRGICO                    | 21        |
| 3.3.1. GENERALIDADES   | 21        |
| 3.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PYME  | 21        |
| 3.3.3. PROBLEMÁTICAS Y NECESIDADES DETECTADAS EN LA PYME   | 23        |
| 3.3.4. CAMINO HACIA LA INNOVACIÓN DE LA PYME: TECNOLOGÍAS DIGITALES EXPONENCIALES EMPLEADAS.   | 24        |
| 3.3.5. IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA PYME.   | 25        |
| 3.3.6. RESULTADOS EN LA PYME: ÁREAS MEJORADAS CON EL ECOSISTEMA TECNOLÓGICO EXPONENCIAL.   | 27        |
| 3.4. IMPACTO EN LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS EXPONENCIALES EN PYMES DEL SECTOR SIDEROMETALÚRGICO                                | 28        |
| 3.4.1. TRANSFORMACIÓN DIGITAL EMPRESARIAL  | 28        |
| 3.4.2. DINAMIZACIÓN DE LA CADENA DE VALOR INDUSTRIAL-EMPRESARIAL   | 29        |
| 3.4.3. EFICACIA EN LOS PROCESOS EMPRESARIALES E INDUSTRIALES   | 30        |
| 3.4.4. PRODUCTIVIDAD Y DESEMPEÑO   | 31        |
| 3.4.5. INCREMENTA LOS NIVELES DE SOLICITUD DE PEDIDOS DE CLIENTES  | 32        |
| 3.4.6. FORTALECE LAS VENTAJAS COMPARATIVAS, DIFERENCIADORAS Y COMPETITIVAS   | 33        |
| 3.4.7. PLANES HACIA LA EXPANSIÓN ESTRATÉGICA DE LAS OPERACIONES  | 33        |
| <b>BLOQUE 4. CONCLUSIONES</b>  | <b>36</b> |

|   |                  |
|---|------------------|
| <b>4.1. CONCLUSIONES GENERALES</b>                                  | <b>36</b>        |
| <b>4.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS</b>                                | <b>38</b>        |
| <b><u>5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>                         | <b><u>42</u></b> |
| <b><u>6. ANEXOS</u></b>   | <b><u>45</u></b> |
| <b>ANEXO A. MÁQUINA DE MEDICIÓN 3D</b>                              | <b>45</b>        |
| <b>ANEXO B. MÁQUINA DE MEDICIÓN 3D</b>                              | <b>45</b>        |
| <b>ANEXO C. SOFTWARE PARA LA MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN</b>          | <b>46</b>        |
| <b>ANEXO D. MÁQUINA DE TRANSFERENCIA AUTOMATIZADA</b>               | <b>46</b>        |
| <b>ANEXO E. DIFERENTES MAQUINARIAS AUTOMATIZADAS (MECANIZACIÓN)</b> | <b>47</b>        |

### **ÍNDICE DE TABLAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Áreas e Impacto de la productividad en las PYMES.....   | 13 |
| Tabla 2. Dimensiones de la competitividad .....  | 14 |
| Tabla 3. Cuadro comparativo sobre optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en PYMES..... | 19 |
| Tabla 4. Tecnologías exponenciales aplicadas en la PYME .....  | 24 |
| Tabla 5. Implementación de tecnologías exponenciales en la PYME.....   | 26 |

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Componentes de la optimización de recursos. (Elaboración propia) .....   | 9  |
| Figura 2. Continúas innovaciones tecnológicas. (Castellanos, 2018).....  | 11 |
| Figura 3. Formas de medir la productividad. (Sladogna, 2017). .....  | 12 |
| Figura 4. Tecnologías exponenciales para la competitividad de las PYMES. (Elaboración propia) .....                      | 17 |
| Figura 5. Gama de piezas fabricadas por Burmetal, S.L. (Elaboración propia) .....  | 22 |
| Figura 6. Fases del proceso de implementación. (Elaboración propia) .....  | 23 |
| Figura 7. Espacios del taller. Tomado de Burmetal, S.L. (2021).....  | 25 |
| Figura 8. Resultados preliminares de Burmetal, S.L. (Elaboración propia).....  | 27 |
| Figura 9. Eficacia de los procesos de Burmetal, S.L. (Elaboración propia) .....  | 31 |
| Figura 10. Cambios experimentados en Burmetal, S.L. (Elaboración propia).....  | 33 |
| Figura 11. Impacto de las tecnologías exponenciales en las PYMES del sector siderometalúrgico. (Elaboración propia)..... | 35 |

## RESUMEN

El trabajo tuvo como finalidad analizar el impacto de la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales como estrategia para fortalecer la productividad y competitividad en PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general en Castilla y León.

Para ello, fue fundamental el desarrollo de varias acciones específicas que contribuyeron a la consecución del estudio, identificando la base conceptual; determinar el tipo de tecnologías exponenciales capaces de fortalecer la productividad y competitividad de las PYMES; comparando diversas PYMES del sector siderometalúrgico; implementando en la praxis un tipo de tecnología exponencial y documentando el impacto.

Los resultados evidenciaron que la transformación digital de Burmetal trajo un conjunto de ventajas que mejoraron sustancialmente el modelo de negocio, dinamizando la cadena de valor, eficacia en los procesos industriales (reducción de costes, tiempo), elevando la productividad y desempeño (adquisición de competencias digitales), incrementando los niveles de solicitud de pedidos de los clientes (mayor venta, más rentabilidad), personalizando la atención a los clientes y abriendo un abanico de opciones hacia una fase para expandir las operaciones en el mercado global (proyecto de internacionalización).

Las PYMES del sector deben apostar por inversiones en nuevas tecnologías para incorporarse en la ola de la industria 4.0, lo que les permitirá ser más productivas, competitivas y con mayores oportunidades en el mercado.

**Palabras clave:** Optimización de recursos, tecnologías exponenciales, estrategias, productividad, competitividad, PYMES sector siderometalúrgico.

## **ABSTRACT**

The purpose of the work was to analyze the impact of resource optimization and application of exponential technologies as a strategy to strengthen productivity and competitiveness in SMEs in the forestry sector and industry in general in Castilla y León.

To this end, the development of several specific actions that contributed to the achievement of the study was essential, identifying the conceptual basis; determine the type of exponential technologies capable of strengthening the productivity and competitiveness of SMEs; comparing various SMEs in the siderometalurgical sector; implementing in practice a type of exponential technology and documenting the impact.

The results showed that Burmetal's digital transformation brought a set of advantages that substantially improve the business model, boosting the value chain, efficiency in industrial processes (cost reduction, time), raising productivity and performance (acquiring digital competencies), increasing customer order request levels (increased sales, more profitability), customizing customer service and opening up a range of options to expand operations in the market (internationalization project).

SMEs in the sector must bet on investments in new technologies to enter the wave of Industry 4.0, which will allow them to be more productive, competitive and more opportunity in the market.

**Keywords:** optimization of resources, exponential technologies, strategies, productivity, competitiveness, SMEs siderometalurgical sector.

## BLOQUE 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Elección del Tema

La elección de la temática responde a los cambios que están experimentando los procesos de producción e industrialización a nivel global como consecuencia de las nuevas invenciones que pone a disposición de los mercados una era mucho más sofisticada y avanzada de la revolución industrial y la globalización.

Estos fenómenos ofrecen métodos más inteligentes y conectados para gestionar toda la cadena de aprovisionamiento, fabricación, transporte, distribución y de generación de valor para estos sectores, como el siderometalúrgico e industria en general, específicamente de PYMES que se dedican a las actividades de producción en este tipo de industria.

De allí que, la cuarta revolución industrial para Klaus Schwab citado por (Lacoste, 2019), integra métodos, modelos y técnicas de trabajo innovadoras dentro de la cadena de producción, fabricación y operaciones, empleando tecnologías inteligentes que conectan a todas las áreas, capacidades organizacionales, el capital intelectual y activos.

Sostiene que esta versión emergente de la revolución industrializada trae consigo “nuevas tecnologías como la robótica, la analítica, la inteligencia artificial, las tecnologías cognitivas, la nanotecnología y el *Internet of Things* (IoT), entre otros. Las organizaciones deben identificar las tecnologías que mejor satisfacen sus necesidades para invertir en ellas (...)” (Lacoste, 2019, p. 2).

Es de interés para el desarrollo del proyecto, profundizar sobre el comportamiento que están teniendo las pequeñas y medianas empresas (en adelante, PYMES) pertenecientes a este emblemático sector industrial a partir de la gestión de los recursos con los que disponen.

Además, el acceso a las tecnologías exponenciales<sup>1</sup> como parte de esas tendencias globales emergentes que están dinamizando la productividad y competitividad de las organizaciones para enfrentar situaciones de altos niveles de complejidad como los que atraviesa actualmente el mundo, lo que representa un reto y un gran desafío para que las PYMES se mantengan a flote.

Recientemente, en el Informe sobre riesgos globales 2021 del Foro Económico Mundial (2021) se ha manifestado que la industria inteligente promueve la difusión de tecnologías exponenciales, configurando las transformaciones de la industria para gestionar adaptaciones en los sistemas productivos, limitar riesgos, incertidumbre, desarrollar la resiliencia y aprovechar nuevas oportunidades, sin dejar de lado la protección de los ecosistemas.

Adicionalmente, este proyecto combina el carácter académico y profesional, partiendo de la revisión de la literatura con análisis cuantitativo propio de la lógica

---

<sup>1</sup> Las tecnologías exponenciales, son un tipo de invención que sigue un prototipo de crecimiento evolutivo rápido para contribuir a una velocidad acelerada hacia la solución de problemáticas y cambios que demandan las empresas en diferentes campos (Bree, 2020).

deductiva, vinculado con las líneas de investigación del Programa de Administración y Dirección de Empresas, las normativas generales de la Facultad de Ciencias Empresariales y de Trabajo de Soria de la Universidad de Valladolid, que ofrecerá nuevos datos, informaciones y conocimientos que está trayendo la dinámica de cambios tecnológicos en la optimización de los recursos en las PYMES que desarrollan actividades en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

## **1.2. Justificación**

La volatilidad de cambios en los escenarios globales es inminente cada día, empujado por la digitalización de los procesos empresariales e industriales en toda la cadena de suministros, aprovisionamiento y valor, lo que demanda por parte de las PYMES, adaptarse de forma eficaz a estas transformaciones tecnológicas.

Como afirma Klaus Schwab citado por (Lacoste, 2019) “(...) si las empresas no comprenden los cambios y oportunidades que trae consigo la Industria 4.0, corren el riesgo de perder cuota de mercado” (p. 2).

Esto se constituye en ventajas diferenciadoras, comparativas y competitivas dentro del segmento de mercado siderometalúrgico e industria en general como pilar fundamental estratégico para el sistema productivo que proporcionan de materias primas, materiales, suministros e insumos para la construcción de todo tipo de infraestructuras tales como vialidades, puentes, aeropuertos, vehículos, maquinaria, etc., necesarias para el avance de las sociedades.

En el escenario de la gestión de las PYMES, es un reto responder de la mejor forma posible a la situación compleja actual derivada por la epidemia Covid-19 catalogada como pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y el impacto que ha tenido en el sistema económico español, originando una fuerte contracción de la economía ante la paralización de actividades socio productivas.

De allí, la optimización de todos los recursos y capacidades organizativas, que comprende la aplicación de tecnologías exponenciales para la reducción de costes, gastos, al tiempo que puede fortalecer la productividad y desempeño en toda la cadena de valor de las PYMES inmersas en el sector de siderometalúrgico e industria en general.

Así lo refleja, el informe sobre el impacto económico de la covid-19 en el sector metal publicado a finales del año pasado por la Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal (2020), quienes sostienen que “la crisis sanitaria provocada por la COVID-19 afecta de una u otra forma a todas las empresas y sectores del metal, si bien su impacto es claramente mayor entre las PYMES y microPYMES. (...)” (p. 14).

Asimismo, dentro de los principales impactos para este sector son las dificultades asociadas con el suministro y abastecimiento de materias primas, lo que representa el eje central donde giran las actividades que le ofrecen ingresos constantes para la operatividad.

En efecto, con este proyecto se busca ofrecer nuevos enfoques para optimizar los recursos empresariales de este sector, a partir de las bondades y ventajas que proporcionan las tecnologías exponenciales que han emergido como consecuencia de nuevas invenciones derivadas de la industria inteligente y la globalización en la versión 4.0.

Fenómenos que tienen la finalidad de mejorar sustancialmente los procesos de producción de las industrias, agilizando cada etapa o fase para elevar la productividad, además de ser equipos innovadores que pueden disminuir significativamente los efectos contaminantes para el medio ambiente.

Ante los resultados de la crisis actual global, la respuesta del Foro Económico Mundial (2021) como organismo de alcance multilateral para los sectores empresariales e industriales está dirigida a explorar nuevas formas de preparación al riesgo a partir de la inversión en tecnología, logística y fabricación, donde existe la necesidad de una mayor coordinación para mejorar la resiliencia y acelerar la recuperación ante la situación de crisis.

Este proyecto permite, además, llevar a la praxis ese cúmulo de conocimientos teóricos enmarcado dentro del programa de formación del Grado Administración y Dirección de Empresas impartido por la Universidad de Valladolid, ejercitando las competencias, capacidades, habilidades y destrezas adquiridas y asimiladas en las distintas asignaturas.

Así como, fortalecer las actividades desempeñadas en el campo laboral, mediante funciones de optimización de costes sobre el mantenimiento de maquinarias y equipos en una PYME perteneciente al sector, las cuales permiten el desarrollo de las actividades de investigación para analizar el impacto de la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales.

Se trata de una estrategia para fortalecer la productividad y competitividad en PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general, con énfasis en aquellas compañías que desarrollan actividades de producción en la Comunidad Castilla y León.

Finalmente, el trabajo pretende dar una visión local, nacional e internacional, sobre la necesidad de cambios en las PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general desde las oportunidades de las tecnologías exponenciales para mejorar el desempeño en los mercados y más en tiempos de altos niveles de riesgo e incertidumbre como los actuales.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. General**

Analizar el impacto de la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales como estrategia para fortalecer la productividad y competitividad en PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general en Castilla y León.

### **1.3.2. Específicos**

- Identificar la base conceptual sobre la que se sustenta la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en las PYMES.
- Determinar el tipo de tecnologías exponenciales para fortalecer la productividad y competitividad de las PYMES.
- Comparar la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en diversas PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general.
- Implementar en la praxis un tipo de tecnología exponencial en una PYME del sector siderometalúrgico e industria en general.
- Describir el impacto en la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general.

### **1.4. Metodología de la Investigación**

Metodológicamente, el proyecto se aborda desde un enfoque cuantitativo, a través de una revisión sistemática de la literatura, con un diseño de investigación documental, de nivel descriptivo.

El enfoque cuantitativo propio de la lógica deductiva y alineada con la corriente del pensamiento objetivista que se basa en las raíces del paradigma positivista, según Hueso y Cascant (2012), está referido con recolectar datos que tienen que ver con números y medición de una variable, dimensión e indicador, cómo se ha comportado en un determinado momento, obteniendo objetividad desde los análisis derivados por las generalizaciones de los resultados.

En otras palabras, el dato es la expresión por excelencia para este enfoque, y de esa forma comparar el comportamiento de la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en las PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general en Castilla y León.

Aspectos que serán constatados con la revisión sistemática de la literatura que se trata de "(...) una búsqueda exhaustiva de estudios relevantes sobre un tema. Una vez identificados y obtenidos los estudios, los resultados son sintetizados de acuerdo con un método preestablecido y explícito" (Sáenz, 2001, p. 217).

Se recopilaron informaciones y datos suministrados de entes gubernamentales en España, organizaciones del sector industrial en general, empresarial del país, organismos multilaterales con dimensiones global y demás firmas asesoras y consultoras que emiten informes sobre las actividades empresariales en este mercado estratégico, a los fines de describir de manera exhaustiva todos los componentes que rodean la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponencial en las PYMES.

A partir de las características del proyecto, el diseño documental para la Universidad de Jaén (2015) trata de un estudio de carácter secundario, que incluye la investigación bibliográfica y esa gama de revisiones exhaustivas de literatura existente, tales como libros, revistas de divulgación científica, anuarios,

memorias, evidencias, meta-análisis, metasíntesis, artículos de prensa acreditados, entre otros.

Para recolectar los datos secundarios, se empleó el análisis documental y de contenido a través del instrumento fichaje en cada uno de los aspectos que envuelven el tema sobre documentos procesados por otros organismos e investigadores con datos de las PYMES en este sector, lo que permitió analizar con rigurosidad para dar respuestas a los objetivos planteados.

## **BLOQUE 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Antecedentes**

Los planteamientos de (Garrido, 2020), señalan que la cuarta revolución industrial en España tiene grandes oportunidades y retos para los diferentes sectores que conforman el sistema industrial, encauzando los esfuerzos hacia la dotación para el fortalecimiento de un proceso de transformación digital.

La industria española se ve impactada por un conjunto de debilidades que dificultan la productividad y competitividad en el escenario nacional e internacional, originado por altos costes en el consumo de energía para el proceso de producción, bajos niveles de inversión en investigación y desarrollo (I+D), además de obsolescencia en los medios productivos; lo que demanda con premura modernización de la industria, para continuar hacia la senda competitiva en el mercado global (Garrido, 2020).

La aparición de un sinfín de tecnologías disruptivas e innovadoras deben ir incorporándose a los sectores industriales de manera progresiva, mediante inversiones en la adquisición de tecnologías exponenciales tales como: fabricación aditiva, robótica colaborativa, herramientas de planificación de la producción, visión artificial, realidad virtual, simulación de procesos, inteligencia operacional, IoT (*Internet of Things*), etcétera.

En el contexto de la industria española, que constituye la quinta economía europea y la decimotercera del mundo, que se ve dinamizada por sectores como alimentación, manufactura de metales, vehículos, química, textil y confección, por medio de un centenar de grandes, medianas y pequeñas industrias con actividades productivas nacional y supranacional, que están en la búsqueda de optimizar toda la cadena de valor<sup>2</sup>, los recursos, capacidades y procesos sobre las operaciones que ejecutan.

Particularmente, las PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general, requieren todo el apoyo para acometer inversiones en estas tecnologías, que fomenten mayores niveles de productividad en la gestión de los procesos para generar mayor valor económico (ingresos), elevando los estándares de calidad de los productos, cubriendo las expectativas de los clientes, proyectando captar nuevos consumidores que permita lograr posicionamiento y competitividad.

---

<sup>2</sup> Modelo teórico fraguado por Michael Porter, que identifica las diferentes actividades estratégicas y relaciones de una empresa, agregando valor al modelo de negocio para obtener ventajas competitivas y beneficios.

En ese mismo orden, (Annunziata, Fornai, Murri, Streppa y Schröder, 2020), abordaron un estudio sobre el reto de la digitalización en el sector siderúrgico, en el marco del proyecto europeo *Blueprint*<sup>3</sup>, introduciendo el contexto de la digitalización en la industria europea como en el sector europeo del hierro y el acero.

En la industria energética como la siderúrgica, la digitalización se refiere al uso de las tecnologías relacionadas con los procesos de producción, específicamente en dos ámbitos habitualmente superpuestos, las herramientas avanzadas para la optimización de la cadena de producción y tecnologías específicas para la producción baja en carbono y sostenible.

Los resultados evidencian, que la producción de acero está parcialmente automatizada, la aplicación de nuevas tecnologías exponenciales puede contribuir aún más la optimización de la cadena de producción, permitiendo a la industria siderúrgica ser más inteligente en la evolución hacia la Industria 4.0.

El reto de la digitalización es integrar los sistemas y unidades de producción, que comprende las dimensiones de integración vertical (sistemas clásicos de automatización desde el sensor hasta el sistema ERP); integración horizontal (sistemas de toda la cadena de producción); integración del ciclo de vida (ciclo de vida de una planta desde la ingeniería básica hasta el desmantelamiento) y la integración transversal (basada en las decisiones tomadas durante la cadena de producción siderúrgica), (Annunziata et al., 2020).

La implementación de tecnologías digitales exponenciales, mediante el ajuste continuo y la optimización de los procesos en línea, mejoran la flexibilidad y fiabilidad de los procesos, maximizando el rendimiento, la calidad del producto.

En función de los objetivos que persigue esta investigación, las PYMES pertenecientes al sector de siderometalúrgico e industria en general, están en la senda de aplicar mecanismos que le permitan optimizar los recursos, capacidades empresariales en toda la cadena de valor, que viene de la mano de la aplicación de tecnologías exponenciales para mejorar los diferentes procesos que se realizan para el tratamiento de metales.

Por su parte, (Guerrero, Rodríguez, Vidal y Osorio, 2018), efectuaron una propuesta para optimizar procesos industriales en PYMES de metalmecánica. El trabajo consistió en poner en marcha una banda transportadora automatizada como herramienta orientada hacia la optimización de los procesos de producción en PYMES del sector metalmecánica, donde estos procedimientos se ejecutaban de manera totalmente manual, que comprendía hacer cortes de las láminas de metal, luego la perforación y en cada fase el traslado del material se realizaba manualmente, aspectos que causaban pérdida de tiempo, consumo energético y se constituía riesgo para la seguridad de trabajadores.

Luego se obtuvieron los resultados de la herramienta automatizada, lo que permitió efectuar la comparación de ambos procesos de producción, con la aplicación de actividades tradicionales (manuales) y aquella que ofrecía

---

<sup>3</sup> Proyecto enmarcado en el Programa Erasmus+ de la Unión Europea para desarrollar competencias en la industria de la construcción con un enfoque estratégico.

sistematización de las etapas de fabricación con una banda, lo que derivó en mejoras sustanciales en términos de beneficios, evidenciando una alta productividad y el consumo de energía no tuvo un impacto significativo.

Es notable destacar, que la banda de automatización consumía menos energía porque producía un gran volumen de elementos, el motor consumía la misma energía que si se tratara de un proceso manual, en tanto no había un seguimiento y control sobre la velocidad de banda. La productividad aumentó por los ahorros de tiempo en transporte, por la automatización del proceso productivo (Guerrero et al., 2018).

De los resultados, se demostró un incremento en el sistema de producción de un 400%, originado por el empleo de mecanismos tecnológicos en las etapas de la cadena de aprovisionamiento y de valor, con la misma cantidad de trabajadores, lo que se traduce en excelentes niveles de productividad; además se comprobó que el consumo de energía por cantidad de piezas se redujo de manera sobresaliente.

En efecto, la optimización de recursos como el tiempo, la energía, las horas hombre, son parte de la eficacia que ha proporcionado en este caso de estudio la innovación tecnológica; de esta manera es viable extrapolarlo hacia PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general, estimulando a los empresarios de este tipo de organizaciones que los desembolsos de capital en inversiones para la mejora de procesos, en el mediano y largo plazo se constituyen como ventajas comparativas, diferenciadoras y competitivas, que van a generar valor económico, social e inclusive medioambiental.

De igual manera, Cabeza (2018) contextualizó la industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia energética, a partir del estudio en el nuevo escenario al que se enfrentan los sectores industriales.

Aquí la industria inteligente está haciendo que emerjan nuevos ecosistemas de negocios que fundamentan las iniciativas en la conectividad e hiperconectividad de las maquinarias y equipos dentro de la cadena de valor, creando simbiosis con la fuerza laboral, es decir, conectar el plano físico con la virtualidad, cuyo horizonte sea elevar la eficiencia, eficacia y productividad.

Con respecto a las PYMES que desarrollan actividades en el campo siderometalúrgico, que emplean cantidades de recursos importantes para el tratamiento del metal como materia prima para llevar a cabo las rehabilitaciones, refaccionamiento y reparaciones a las que hubiera lugar, demanda de consumo energético para gestionar toda la cadena de valor, la idea es plantear opciones con el uso de las tecnologías exponenciales para optimizar los recursos empresariales.

Finalmente, (Holst, 2020) diseñó una acción estratégica responsable para las PYMES de fabricación de metales en el contexto de industria inteligente en los Países Bajos, donde las empresas necesitan encontrar formas de adaptarse a un entorno cada vez más digitalizado a través de la conectividad de las máquinas con los procesos.

Los hallazgos encontrados revelan un importante desconocimiento en las empresas que desarrollan actividades en el sector del metal sobre las bondades que proporciona la industria 4.0, el potencial, las tecnologías exponenciales que ofrecen y cómo adaptarse a ellas.

Las PYMES del metal deben centrar las posibilidades hacia la digitalización para la servitización<sup>4</sup> de la cadena de producción con tecnologías de la industria 4.0, las cuales se han descuidado casi por completo. Además, se identificaron amenazas en las capacidades humanas que pueden que no dispongan de las competencias necesarias para supervisar el potencial de las nuevas tecnologías que reemplacen una parte del proceso de fabricación.

En definitiva, la falta de conocimiento puede limitar la formulación de una visión clara para las PYMES, al tiempo que, el desconocimiento representa un factor restrictivo para reconocer el abanico de posibilidades tecnológicas exponenciales de la industria 4.0.

Por tanto, estas empresas deben tener una perspectiva estratégica sobre las probabilidades de inversiones y el acceso a la financiación para repotenciar las áreas vitales del modelo de negocio, donde la industria inteligente es una oportunidad de oro para generar valor.

## **2.2. Referentes Teóricos del estudio**

### **2.2.1. Optimización de recursos**

Atendiendo a los planteamientos de (Botella, 2019), la optimización de recursos está orientada hacia el establecimiento de acciones para la mejora sustancialmente en las tareas o actividades que son parte clave para la fabricación de un producto o generación de un servicio, cuya búsqueda se encamina hacia garantizar el uso apropiado de los recursos y capacidades de una empresa para que tenga resultados excelentes, es decir, mayor eficiencia<sup>5</sup> y eficacia<sup>6</sup> en los objetivos definidos.

La optimización de los recursos son un conjunto de acciones que ponen en práctica las organizaciones con la finalidad de darle un uso apropiado a todas las capacidades con las que dispone para el desarrollo de los procesos de producción, operativos y administrativos.

Estos procesos involucran la cadena de aprovisionamiento y de valor en las diferentes áreas que la comprenden, de tal manera que busca eficacia en el cumplimiento de las metas, objetivos y eficiencia para que tales recursos se aprovechen al máximo.

Estas acciones se materializan a través de métodos y técnicas gerenciales para efectuar un seguimiento y control exhaustivo de los recursos, mediante estrategias para la priorización de actividades, procesos, procedimientos y tareas que se ejecutan en un proyecto dentro de la empresa, que además tiene

---

<sup>4</sup> Adquisición e implementación de la robótica en los procesos de producción.

<sup>5</sup> Referido al uso de los recursos que se emplean para alcanzar las metas y objetivos.

<sup>6</sup> Es la materialización de los objetivos y metas que ha definido una empresa.

la finalidad de reducir costes, ahorrar gastos y obtener mayores beneficios en términos económicos y financieros.

En el contexto de esta investigación, la optimización de los recursos está focalizada básicamente en tres componentes como refleja la Figura 1, con miras a elevar la productividad y competitividad de las PYMES dedicadas al sector siderometalúrgico e industria en general, interviniendo en el ámbito técnico para mejorar los tiempos de respuesta en las tareas y actividades del proceso de producción, aprovechando al máximo el capital de trabajo (fondos), así como también, las competencias del equipo especializado que se traduzca en calidad en el desempeño para obtener resultados satisfactorios.



Figura 1. Componentes de la optimización de recursos. (Elaboración propia)

### 2.2.2. Tecnologías Exponenciales

La industria 4.0 ha mutado a una versión más sofisticada, propio de los avances que han situado la entrada de la segunda década del milenio, a partir de una escala de tendencias globales innovadoras mediante tecnologías con alta gama de velocidad en conexión. Tal y como dice Confemetal (2020):

La Industria 4.0 pretende la evolución hacia PYMES industriales y de acade auxiliares inteligentes, automatizada, flexibles, conectadas entre sí y sostenibles, con personal altamente cualificado capaz de gestionar de manera eficiente nuevos ámbitos productivos, a través del empleo de soluciones digitales y equipamiento tecnológico apropiados, junto con su aprovechamiento óptimo en los distintos procesos (p. 9).

Este fenómeno ha llegado para dinamizar los sectores industriales, capaz de fusionar con mayor eficacia y eficiencia a las personas y organizaciones, donde las llamadas tecnologías exponenciales emergen para transformar la cadena de aprovisionamiento y valor como componente clave para gestionar los negocios.

En ese sentido, se trata de la mutación exponencial de las llamadas nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (NTIC's), en virtud que la evolución por la cual transitaron no fue secuencial (lineal), se desprendieron de los cimientos de la NTIC's.

Estas se han perfeccionado con las nuevas invenciones impulsadas por la industrial y globalización 4.0, fenómenos que crearon alianzas estratégicas en diferentes campos para acelerar las actividades de investigación y desarrollo (I+D), dando origen a las tecnologías exponenciales.

Las tecnologías exponenciales son aquellas que siguen una pauta de crecimiento exponencial y servirán y, de hecho, están sirviendo ya para transformar ciertos modelos de negocio y solucionando diferentes problemas mediante la tecnología y así seguirá siendo en el futuro (Delgado, 2019).

La aceleración exponencial que tecnologías como la robótica, los drones, vehículos autónomos, la energía fotovoltaica, la genómica o la manufactura aditiva (la impresión 3D), obedece tanto a la conocida Ley de Moore, como a las plataformas de colaboración recíproca en clave de confianza y "código abierto" (Open Source) sin barreras de tiempo y espacio (Villoch, 2020, p. 24).

Asimismo, estas tecnologías exponenciales abarcan el internet de las cosas (IoT), inteligencia artificial (IA), robótica, *Big Data*, nanotecnología, realidad virtual, realidad aumentada, modelo analítico predictivo; que naturalmente requieren de una inversión importante de recursos para ir adquiriendo y adecuando los procesos de producción en las PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general, donde las investigaciones y experiencias que se han conocido en términos praxeológico y teórico muestran aumento de la productividad, competitividad y expansión exitosa de un modelo de negocio.

En la Figura 2, se muestra un trabajo de un consultor de Deloitte, cómo ha sido el comportamiento de las innovaciones tecnológicas en las diferentes industrias. Estas tecnologías exponenciales van a fortalecer las etapas y procesos de la cadena de producción, proporcionando la dicotomía eficacia-eficiencia en los recursos y capacidades empresariales, añadiendo valor agregado, elevando la productividad, crecimiento y competitividad.

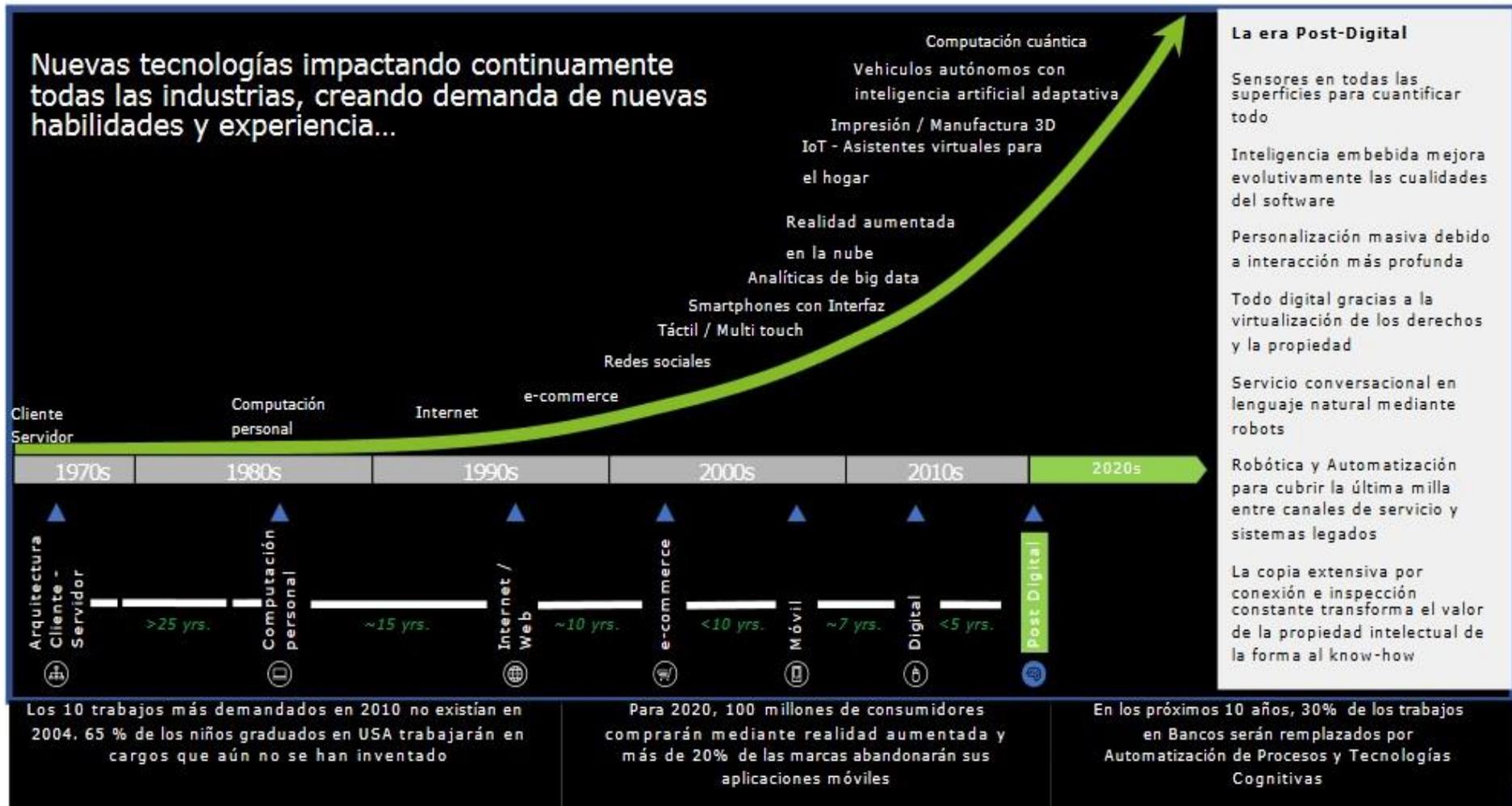


Figura 2. Continúas innovaciones tecnológicas. (Castellanos, 2018).

### 2.2.3. Productividad

La optimización de los recursos y la innovación tecnológica, bajo ningún concepto pueden aislarse o separarse de la productividad como expresión genuina para generar valor en cualquier tarea, actividad o función que se lleve a cabo en el campo industrial, empresarial u organizacional, otorgándole a la productividad un factor determinante que crea ventajas comparativas, diferenciadoras y competitivas en el mercado.

La productividad es “el uso eficiente de recursos trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios. Es la posibilidad de aumentar la producción a partir del incremento de cualquiera de los factores productivos antes mencionados” (Sladogna, 2017, p. 2).

La productividad se asocia con la mayor cantidad de productos que se generan dentro de la cadena de valor de una empresa, empleando para ello diferentes recursos, capacidades y factores esenciales para el funcionamiento y operatividad, entre los cuales el capital de trabajo (recursos financieros), materiales, suministros, mercancías, equipos tecnológicos y los trabajadores, permiten que se articulen todos esos componentes para obtener maximización en el rendimiento, empleando los mínimos recursos.

Es oportuno destacar, que las empresas que son cada vez más productivas en el modelo de negocios que han desarrollado, son aquellas que han capitalizado y rentabilizado las funciones de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) en las diferentes áreas neurálgicas de la compañía que tienen vínculo directo con el proceso de producción, invirtiendo en nuevas maquinarias, equipos y sistemas tecnológicos que proporcionen cambios en los procesos para elevar la cantidad de productos, renovarlos, crear nuevas líneas e inclusive dinamizar los servicios que ofertan.

En la Figura 3, se visualizan dos formas que se utilizan para medir la productividad en el contexto de la fabricación de bienes.



Figura 3. Formas de medir la productividad. (Sladogna, 2017).

La medición por volumen físico, está referido con las unidades producidas, es decir, los bienes que se obtuvieron en un periodo de tiempo, comparando con la cantidad de horas que se emplearon.

Asimismo, el valor agregado que cada trabajo añadió a ese producto con las diferentes actividades y tareas que desarrolló a lo largo de la cadena de valor.

Tabla 1. Áreas e Impacto de la productividad en las PYMES

| Áreas / Impacto                                | Descripción   |
|--|---|
| Ventas   | Eleva la cantidad de actividades en la demanda de trabajo para ofertar más productos y servicios                      |
| Producción                                     | Incrementar los recursos y capacidades organizacionales para dinamizarla, elevando cantidades                         |
| Inversión                                      | Promueve la adquisición de equipos y maquinaria de última generación para innovación y competitividad                 |
| Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) | Ubicar nuevos métodos, enfoques y técnicas para mejorar la producción y servicios que incentivan el crecimiento       |
| Talento Humano                                 | Requiere de especialización, competencias y nuevas habilidades para el desarrollo                                     |
| Tecnología                                     | Utilizar con mayor eficacia y eficiencia las nuevas herramientas para obtener ventajas comparativas y diferenciadoras |
| Mercado  | Estimula el crecimiento sistemático de la cuota en el segmento donde interviene hasta lograr un buen posicionamiento  |

Fuente: Elaboración propia

En función del interés que persigue este proyecto, las PYMES de la industria del metal que desarrollan actividades en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, deben orientar los esfuerzos gerenciales en el empleo de mecanismos de control exitoso para la optimización de los recursos empresariales.

Además de, en la medida de las posibilidades, diseñar planes estratégicos focalizados en gestionar inversiones con tecnologías exponenciales de las cuales se ha comprobado la mejora y fortalecimiento de los procesos, que permitan elevar la productividad, tener mayores expectativas de crecimiento en el ramo industrial y ser más competitivas.

#### **2.2.4. Competitividad**

En función de lo establecido y señalado por la Comisión Europea citada en (Mas, Paluzie, Pons, Quesada, Robledo y Tirado, 2007, p. 22), la competitividad es “la habilidad de las compañías, industrias, regiones, naciones y regiones supranacionales de generar, a la vez que se ven expuestas a la competencia internacional, niveles relativamente altos de ingresos y empleo”; entonces, esta oportunidad y posibilidad de un negocio está enlazada con los factores de cantidad, calidad, precio, innovación, diferenciación y accesibilidad en el tipo de

producto o servicio que se ofrece a los consumidores, otorgándole fuerza a la empresa.

Por su parte, la competitividad en el mundo empresarial e industria se va materializando en la medida que se elevan los niveles de productividad del modelo de negocio, que se refleja en la rentabilidad que va generando con la comercialización y venta de los productos o servicios, que va posicionándola en el segmento donde incursiona con proyección.

En el marco de este proyecto, la competitividad adopta una cualidad empresarial al focalizarse en las PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general, inherente al tratamiento del metal, las cuales deben buscar con inversiones, innovación y organización en todos los procesos de la cadena de valor, utilizando métodos, técnicas y sistemas de producción de vanguardia, adaptados a las nuevas tendencias que trae la industria conectada, que le otorguen ventajas competitivas, optimizando los recursos, cantidad, calidad y precios.

En la tabla 2, se efectuó una adaptación de las dimensiones de la competitividad en el campo empresarial, donde las PYMES deben hacer hincapié para ir ganando terreno en el segmento del mercado donde intervienen como las perspectivas y pronósticos para el futuro.

Tabla 2. Dimensiones de la competitividad

| Dimensión                   | Elementos  |
|-----------------------------|--|
| Planificación estratégica   | Filosofía de gestión: objetivos, metas, políticas, análisis del entorno y planes de contingencia   |
| Producción y operaciones    | Procesos de producción, certificaciones, flexibilidad productiva, desarrollo de nuevos productos y procesos, planeación de materiales, insumos, etc.                 |
| Aseguramiento de la calidad | Cumplimiento de normas, grupos de trabajo y retroalimentación procesos certificados con estándares de calidad  |
| Comercialización            | Políticas de venta, canales de distribución, relaciones clientes-proveedores, atención personalizada a clientes e investigación de mercados (preferencia de consumo) |
| Contabilidad y finanzas     | Estructura de costes, administración financiera, estrategias fiscales, pago de impuestos y control de inventarios  |
| Gestión humana              | Procesos de selección, reclutamiento, capacitación y adiestramiento, rotación, clima laboral, seguridad e higiene y compensaciones                                   |
| Gestión ambiental           | Programa de manejo de desechos, políticas de reciclaje, asumir el desarrollo sostenible como enfoque y normatividad  |
| Sistemas de información     | Tecnologías exponenciales, digitalización y automatización de los procesos, sistematización y planes de contingencia   |

Fuente: Adaptado de (Ibarra, González y Demuner, 2017).

### **2.2.5. Las PYMES como sector para el desarrollo**

Las PYMES actúan dentro de un sistema económico como una bisagra para los otros sectores y actores empresariales, proporcionando las materias primas, insumos y suministros que requieren para el proceso de transformación que desarrollan estas industrias, otorgándole un peso estratégico en toda la cadena de aprovisionamiento.

Las PYMES constituyen la mayoría del tejido empresarial, generando plazas significativas de empleos en todos los países estén catalogados como desarrollados o en vías de desarrollo. Un estudio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), evidencia que, con independencia del nivel de ingresos o región, la participación de las PYMES en el empleo es elevada, incluidas las microempresas, las PYMES representan el 63% del empleo total (OIT, 2015).

Estos datos alentadores demuestran la capacidad y dinamismo de estas organizaciones para el sistema económico global, nacional, regional y local, las cuales ejercen una función estratégica dentro del tejido industrial, evidenciándose que estas crean riquezas, aportan a la cadena de producción, comercialización, ventas de productos y servicios, oportunidades para las personas que están en la búsqueda de empleos.

No obstante, como parte de las carencias y dificultades que rodean a estos ecosistemas empresariales, existen problemas asociados con el limitado acceso a la financiación y préstamos por entidades bancarias, de ahorro y financieras para otorgar créditos, que le permitan acometer las inversiones necesarias para fortalecer las operaciones, con miras a expandirse hacia otros segmentos de mercados y territorios, convirtiéndose en un obstáculo latente, presente, optando por el uso de los recursos propios que suelen ser reducidos.

Las PYMES tienen un peso trascendental en el tejido empresarial europeo y español, proporcionado fuerza, eficacia, eficiencia en la cadena de producción (Colegio de Economista de Madrid, 2018). Según María José Almazor, la digitalización de las PYMES no es algo urgente, sino necesario, siendo parte fundamental para garantizar su viabilidad (Almazor, 2021).

De allí que, se está frente a un reto y desafío ante las nuevas tendencias que trae consigo la globalización e industria 4.0, hay que promover cambios palpables en la gestión de las PYMES con impacto en la optimización de los recursos, financiación para inversiones que permitan la adquisición de tecnologías para innovar a nivel de procesos, que mejoren los resultados en la transformación de la producción, teniendo en cuenta las actividades de investigación, desarrollo e innovación, donde la gestión del conocimiento sea el recurso central, estructurar redes de cooperación socio productivas, con la ayuda de alianzas estratégicas para el fortalecimiento del modelo de negocio.

Estos cambios necesarios deben tener una mirada hacia la productividad, innovación, crecimiento, posicionamiento, ventajas comparativas, diferenciadoras y competitivas para generar valor económico, social y medioambiental en el sector donde intervengan estas PYMES.

## **BLOQUE 3. DESARROLLO TEÓRICO-PRÁCTICO**

### **3.1. Tecnologías exponenciales para fortalecer la productividad y competitividad de las PYMES**

La dinámica de cambios que está experimentando los mercados en el consumo, se debe en gran parte al crecimiento de los ecosistemas digitales exponenciales en el uso personal, empresarial e industrial, demandando que las PYMES se adecúen rápidamente para garantizar productividad y competitividad de los productos que ofrecen en el mercado.

“Las nuevas tecnologías digitales constituyen el principal motor de transformación social y económica, siendo la mayor fuente de competitividad (...)” (Confederación Española de Organizaciones Empresariales, 2020, p. 5).

Es clave para las PYMES, la premura hacia la transformación en las diferentes áreas y procesos estratégicos, medulares y de apoyo con mayor digitalización, fortaleciendo el modelo de negocio, aupando más valor económico, social y medioambiental en la cadena de aprovisionamiento.

La industria conectada proyecta cambios hacia PYMES industriales inteligentes, automatizadas, dinámicas, interconectadas entre sí, sostenibles, con talento de alto desempeño para gestionar eficazmente las áreas productivas, mediante soluciones digitales y equipamiento tecnológico exponencial (Confemetal, 2020).

En la figura 4, se determinaron un conjunto de tecnologías exponenciales que son claves para fortalecer la productividad y competitividad de las PYMES como un componente estratégico dentro del tejido productivo, cada una de ellas puede emplearse en diversas áreas, procesos, actividades y tareas en la cadena de valor, ahorrando costes, tiempo y originando diferenciación.

- IoT: en las PYMES puede ayudar a conectar los objetos (dispositivos) en red de cada fase o etapa para una cadena de producción más eficaz (internet industrial), generando datos sobre los productos.
- Big Data: la calidad de los datos como recurso para conocer las preferencias de consumo de clientes (qué compra, cuando, por qué y cómo) con un software sofisticado, las PYMES lo emplean para diseñar estrategias que mejoren productos/servicios, tomando decisiones acertadas (sistema de inteligencia del negocio).
- Robótica: la automatización a través de robótica de procesos para la fabricación de piezas, hace más eficiente la cadena de producción.
- Velocidad 5G: alta capacidad para transmitir información a través de recursos en red hacia los consumidores, las PYMES deben aprovechar eficazmente las comunicaciones internas-externas.
- Impresión 3D: las PYMES pueden desarrollar nuevas estrategias y técnicas a partir de la fabricación de piezas con tecnologías aditivas que optimicen los costes y aceleren el proceso de producción.

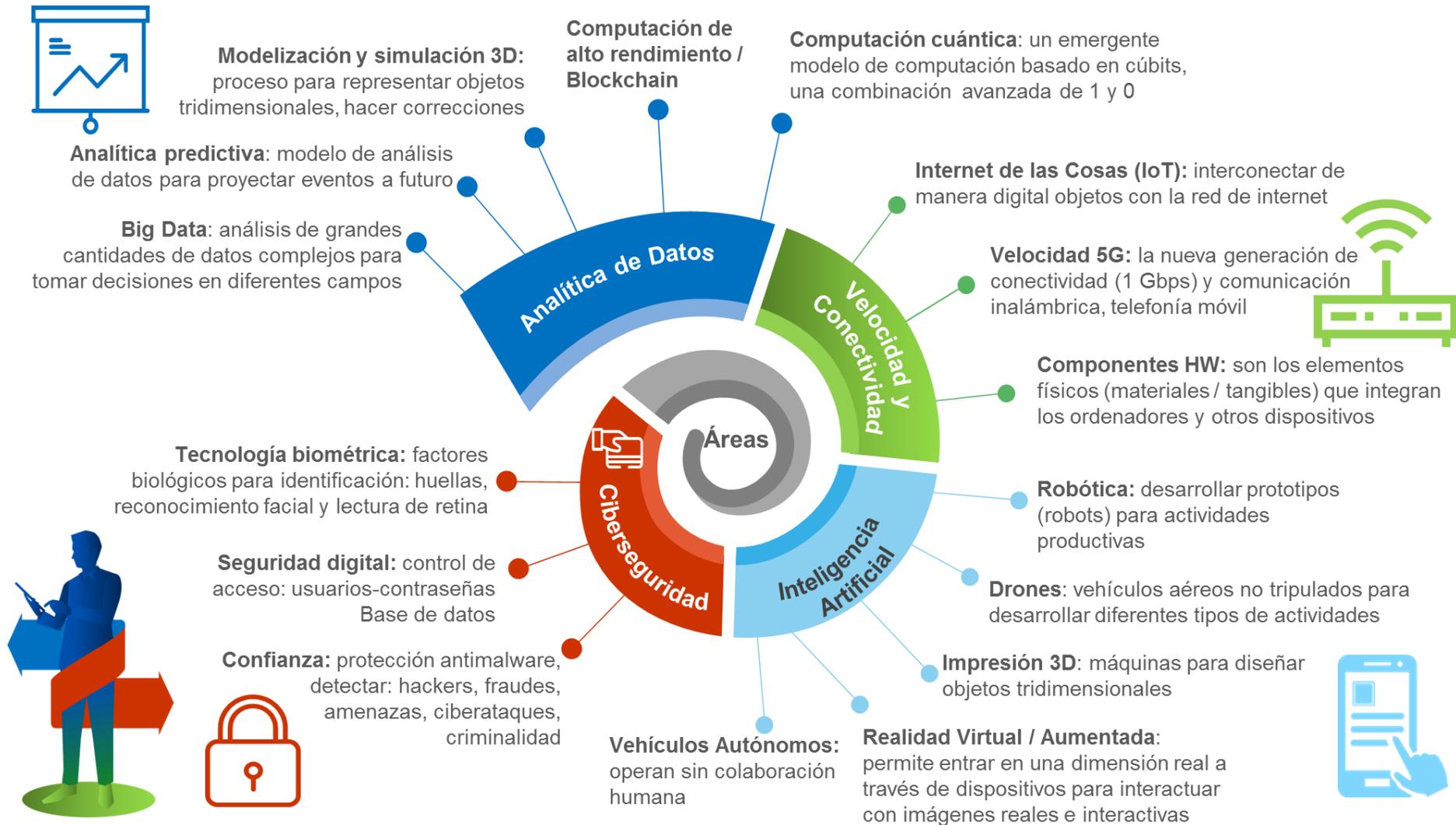


Figura 4. Tecnologías exponenciales para la competitividad de las PYMES. (Elaboración propia)

### **3.2. Comparar la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en diversas PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general.**

Para dar consecución al objetivo específico tres de este proyecto, se procedió a comportar la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponencial específicamente en cuatro PYMES del sector, las cuales están geográficamente desarrollando operaciones en el territorio de la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

Se llevó un análisis exhaustivo sobre la cadena de aprovisionamiento, producción y servicios, accediendo a los *website* de estas compañías, además de información disponible en los respectivos blogs, que dan cuenta de la aplicación de algún tipo tecnología exponencial y la repercusión en la gestión.

Generalmente están aplicando herramientas, mecanismos y tecnologías que proporciona la Inteligencia Artificial (IA), a través de la robótica y la fabricación aditiva por la vía de las máquinas de impresión 3D.

Utilizan la robótica, por medio de brazos mecánicos claves en algunas de las fases o etapa de producción para automatizar la confección, montaje, colada o soldadura de las piezas, disminuyendo el tiempo en cada actividad, tarea o proceso (desarrollo de trabajo específico).

Con las tecnologías aditivas como la impresión 3D, están diseñando los prototipos de piezas y demás componentes del producto a desarrollar, que les permiten realizar las adaptaciones y ajustes que sean necesarios, atendiendo a las exigencias de los clientes (personalización precisa / a medida), lo que está influyendo en la reducción de costes de fabricación dentro de la cadena de valor.

Asimismo, con la analítica de datos están aprovechando las bondades de la modelización y simulación de las piezas o prototipos que solicitan los clientes, siendo valorado en un tiempo inicial entre las partes, en función de las características que requiere, ello para evitar disipar esfuerzos, tiempos y recursos (minimizar costes).

“La digitalización podría impulsar la productividad de las PYMES entre 15 y un 25% gracias a soluciones que les ayuden a digitalizar y automatizar procesos, digitalizar sus ventas y a incorporar analítica avanzada de datos e Inteligencia Artificial (...)” (CEOE, 2020, p. 18).

En la Tabla 3, se refleja la experiencia que han experimentado algunas PYMES de la región, al utilizar en la cadena de aprovisionamiento y de valor, un tipo de tecnología exponencial para dinamizar los procesos estratégicos, medulares y de apoyo, lo que ha mejorado de forma significativa el manejo de los recursos y capacidades organizativas, elevando la productividad, competitividad, generando valor económico (rentabilidad) y crecimiento en el segmento del metal donde están interviniendo.

Tabla 3. Cuadro comparativo sobre optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en PYMES

| Sector / PYMES   | Recursos y capacidades   | Tecnologías exponenciales   | Comportamiento de los resultados   |
|--|--|---|--|
| Metal<br>Fundiciones Julcar S.L.<br>(Burgos, España)           | Con la aplicación de este tipo de tecnologías, se reducen los tiempos en la cadena de aprovisionamiento y valor, además de emplear control de calidad en cada pieza fabricada, ahorrando costes.   | <p><b>Robótica e Impresión 3D:</b> Máquina tridimensional de inyección de aluminio de mayor tonelaje, 1250T; máquina de medición 3D (<b>impresión 3D</b>) y un nuevo puente grúa (<b>Robótica</b>), que dispone de la opción para escanear las piezas.</p>  | <p>Los clientes cada vez más, solicitan piezas con mayores niveles de complejidad y tamaño, lo que requiere que la compañía atienda las necesidades con agilidad, precisión y mejores acabados.</p> <p>Las tecnologías exponenciales como 3D, han promovido un control de calidad en los productos (piezas) único, garantizando mayor productividad, rentabilidad y competitividad en el mercado, a partir de la satisfacción de los clientes fidelizados, elevando los niveles de ventas.</p> |
| Metal<br>Grupo Aluminios de Precisión S.L.<br>(Burgos, España) | El uso de tecnologías de vanguardia del campo de la inteligencia artificial (3D), representa para esta PYME, reducción de costes, horas hombre, un crecimiento significativo generado por la calidad de las piezas basada en tecnología de fundición, lo que está originando crecimiento y competitividad. | <p><b>Máquina 3D:</b> Máquina para la medición 3D, orientada a efectuar la comprobación de los modelos y piezas fundidas en aluminio.</p>    | <p>Como consecuencia de las inversiones que se han materializado en la empresa, se está ampliando la cartera de clientes hacia nuevos segmentos como: energía, camiones, ingeniería mecánica, motores industriales, minería, bombas al vacío entre muchos otros.</p> <p>La tecnología que utilizan se adecúa a las necesidades y demandas de los clientes de diferentes sectores, allí está el éxito de las operaciones.</p>   |

| Sector / PYMES  | Recursos y capacidades  | Tecnologías exponenciales  | Comportamiento de los resultados  |
|---|---|--|---|
| <p>Metal</p> <p>Magnesio y Metal, SL (Burgos, España)</p>       | <p>La empresa trabaja bajo un enfoque de la calidad total, en cuanto a los acabados de los productos y el servicio al cliente, para ello se focaliza en los recursos humanos, el uso del componente técnico, invirtiendo en tecnología de punta para optimizar los resultados en términos de prevención, detección, corrección y mejora continua.</p> | <p><b>Modelización y Simulación 3D:</b> dentro del proceso de diseño de las piezas, los moldes y de utillajes a partir del magnesio, en el área de ingeniería se lleva a cabo el diseño de producto a partir de la simulación y prototipo.</p> <p><b>Robótica:</b> uso de máquinas de transferencias totalmente automatizadas en toda la cadena de fabricación.</p>  | <p>La fusión de los diferentes recursos y capacidades organizacionales, conjuntamente con las tecnologías empleadas en toda la cadena de valor, han originado una fuerte ventaja competitiva, haciendo más eficaces los procesos productivos con una integración del equipo de profesionales en cada etapa.</p> <p>Fomentando productos con altos estándares de calidad, innovadores y con valor añadido para diversos sectores como: automoción, equipamiento ferroviario, herramientas profesionales, electrónica y telecomunicaciones.</p> |
| <p>Metal</p> <p>Fundiciones Arias S.L. (Valladolid, España)</p> | <p>La optimización de los recursos parte de la una política hacia la I+D+i para la mejora sustancial de los procesos productivos, un equipo altamente cualificado, ahorrando tiempo y costes.</p>   | <p>Inversiones en la automatización de la cadena de producción (Mecanización) de las áreas logísticas y almacenaje con tecnología de avanzada.</p>    | <p>El desarrollo de piezas con excelentes acabados, que se derivan de las inversiones en máquinas y tecnología de vanguardia, han aumentado la competitividad, permitiendo ir creciendo en el mercado, a través de la mejora importante en los procesos, siendo más meticulosos con los detalles en cada producto fabricado para satisfacer las necesidades de los clientes.</p>  |

Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Resultados de la fase de Implementación en la praxis de un tipo de tecnología exponencial en una PYME del sector siderometalúrgico**

#### **3.3.1. Generalidades**

A continuación, se describe todo el proceso de implementación de dos tipos de tecnología exponencial en una PYME del sector siderometalúrgico, ubicada en la Comunidad de Castilla y León.

El proceso de transformación tecnológica en esta empresa está en fase de adecuación y adaptación sistemática, al representar cantidades importantes de recursos, además de la proyección de un plan a largo plazo que le permita incursionar en el mercado global.

El camino hacia la modernización de los procesos, infraestructura y sistemas están otorgándoles ventajas diferenciadoras, comparativas y competitivas para materializar el proyecto hacia la internacionalización de las operaciones.

El norte está en aprovechar la industria 4.0 para transformar las actividades dentro del sector, con una fábrica más moderna y digital, esto sin lugar a dudas se impulsará con la automatización de procesos y optimización de recursos.

Un estudio ha identificado en la Comunidad Autónoma de Castilla y León una “baja preparación tecnológica de las empresas hacia la industria 4.0 con respecto a la media europea. Nivel tecnológico predominante de la PYME del sector medio bajo. Carencia de cultura digital empresarial” (UGT y Junta de Castilla y León, 2017, p. 125).

El reto de las PYMES del sector siderometalúrgico no se sitúa en conservar el tejido industrial en la región, eso debe ir mucho más allá, es fundamental reforzarlo con nuevos modelos, métodos, técnicas, herramientas y hábitos. Aquí las tecnologías exponenciales tienen el potencial para dinamizarlo.

#### **3.3.2. Descripción de la PYME**

Burmetal es una sociedad limitada perteneciente al sector siderometalúrgico, ubicada en el Polígono Industrial Villalonquéjar en la ciudad de Burgos, que tiene como actividad comercial el mantenimiento industrial, diseño, fabricación y reparaciones de piezas de toda clase de maquinaria para promover soluciones en este campo.

Cuentan con una amplia gama de maquinarias de altas prestaciones y múltiples funciones para trabajar materiales tales como: titanio, acero inoxidable, bronce aluminio y el hierro.

El objetivo es dar soluciones integrales por medio del diseño de maquinarias y piezas de diferente índole para la mecanización de sistemas y construcciones metalmecánicas o montajes desde la ingeniería hidráulica (ver Figura 5).

Está clasificada como una PYME, que busca ofrecer soluciones eficaces, adaptadas a las necesidades y demanda de los clientes, ofreciendo múltiples servicios industriales.

Dispone de amplias instalaciones en vías de modernización, permitiendo mejorar los resultados a través de la automatización y mecanización de los principales procesos de producción como un factor determinante para elevar la productividad a partir de un ecosistema innovador: talento humano, tecnología y gestión de proceso.

Destaca un grupo de colaboradores cualificados y especializados en el manejo de las diferentes maquinarias, equipos y tecnologías dispuestas para los procesos de la cadena de aprovisionamiento, fabricación y de valor, con miras a garantizar altos estándares de calidad y productividad.



Tornillos



Boquilla con orificio cónico



Tuerca de acero en carbono



Sistema de engranaje



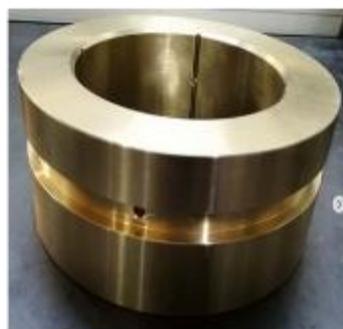
Reparación y equilibrio de rotores



Piezas de bronce



Fabricación de ejes



Casquillos de bronce



Figura 5. Gama de piezas fabricadas por Burmetal, S.L. (Elaboración propia)

### 3.3.3. Problemáticas y necesidades detectadas en la PYME

Dentro de las problemáticas existentes se encuentra que existen recursos limitados para llevar a cabo la gestión de inversiones en la adquisición de maquinaria y tecnología de vanguardia. Sin embargo, están realizando un esfuerzo relevante.

Las inversiones son esenciales para elevar los niveles de eficacia y eficiencia en todos los procesos de la cadena de aprovisionamiento y fabricación de una pieza, sistema de engranaje, reparación o refaccionamiento.

Otro aspecto es evitar el desperdicio de los suministros, insumos o materias primas que se emplean para el diseño de prototipos (piezas-sistemas), lo que va a repercutir también en la disminución de los costes de producción.

Más allá de las cualificaciones existentes en gran parte del equipo de colaboradores, hay presencia aún de rutinas de trabajos que se ejecutan de manera parcialmente manual, lo cual ralentiza las diferentes etapas de la cadena de fabricación.

La gran mayoría de los clientes, solicitan que los pedidos sobre el diseño y construcción de piezas o sistemas de engranajes sean entregados en plazos relativamente cortos ante la premura que para ello representa, lo que detiene el proceso de producción en las respectivas empresas.

En aras de mejorar los tiempos de respuestas, la compañía está haciendo un esfuerzo formidable para ir acometiendo las inversiones necesarias en la medida de las disponibilidades de recursos financieros.

Bajo este contexto, está implementando diferentes tipos de tecnología exponencial de vanguardia, que comprende un proceso de identificación, desarrollo y despliegue como se muestra en la Figura 6.

De la gama de tecnologías exponenciales, optaron por aquellas que directamente influyen en toda la cadena de aprovisionamiento y fabricación, como la analítica de datos e inteligencia artificial (ver Tabla 4).

De este modo, han iniciado el camino hacia la modernización de las diferentes áreas que componen la PYME, atendiendo también a la necesidad de expandir las operaciones en el mercado internacional, esto ante la demanda de productos y servicios que está en constante crecimiento, pero esta situación requiere efectuar inversiones en hardware y software con tecnología punta.



Figura 6. Fases del proceso de implementación. (Elaboración propia)

### 3.3.4. Camino hacia la innovación de la PYME: tecnologías digitales exponenciales empleadas.

La PYME cuenta con un software avanzado para el diseño de los prototipos que son efectuados por un profesional experto en ingeniería de sistema y telecomunicaciones, creando las piezas o sistemas que van a desarrollar.

Igualmente, estos prototipos son probados en otro software de diseño de última generación, como mecanismo y sistema de simulación o modelización tridimensional 3D, a los efectos de conocer con exactitud y precisión cómo funcionará antes de ser construido.

En el área de taller, han adquirido máquinas que funcionan con tecnología robótica, lo que proporciona en los equipos industriales la automatización, permitiendo dinamizar e integrar la cadena de valor con protocolos de comunicación entre máquinas, reorganizando procesos, tareas y actividades, teniendo como horizonte la reducción de costes y aumento de la productividad.

En la Tabla 4, se identifica el tipo de tecnología exponencial con las áreas, proceso y aplicabilidad que ejecutan en la PYME, los cuales son detallados de manera visual en la siguiente sección, que se acompaña con la descripción de cada actividad y procedimiento.

Tabla 4. Tecnologías exponenciales aplicadas en la PYME

| Tecnología exponencial  | Áreas de la PYME                                   | Aplicabilidad en la praxis  |
|---|--|---|
| <b>Analítica de Datos:</b><br>Diseño, simulación y modelización 3D                      | Diseño de Proyectos<br>Producción<br>Mantenimiento | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de prototipos (piezas, y sistemas complejos).</li> <li>- Diseño de máquinas.</li> <li>- Simulación de prototipos 3D.</li> <li>- Desarrollo de componentes.</li> <li>- Refaccionamiento y reparaciones de piezas y repuestos.</li> <li>- Producción de piezas personalizadas con precisión o a medida del cliente.</li> </ul>  |
| <b>Inteligencia Artificial:</b><br>Robótica y automatización de la cadena de producción | Producción<br>Técnica<br>Logística                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo del proceso productivo: caldería, colada, mecanizado, soldadura, montaje de piezas, componentes y sistemas.</li> <li>- Gestión de procesos logísticos.</li> <li>- Sistema de control de calidad en los acabados de productos para máxima garantía (en el taller como el punto de destino, si se trata de una máquina diseñada o sistema de engranaje).</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5. Implementación de las tecnologías digitales en la PYME.

En las instalaciones del taller, se observa cómo un colaborador está desarrollando el proceso de simulación (ver Figura 5) para llevar adelante la modelización de un prototipo de pieza, desde allí se efectúan los ajustes a los que hubiera lugar, evitando así, cualquier tipo de riesgos y disminuir los costes.

Hay que mencionar, que disponen de una maquinaria Quick Turn Smart 200M, un centro de torneado de alto rendimiento para piezas pequeñas y medianas, cuyas cualidades está en acortar los tiempos de ciclo, fomentando la programación-ejecución de operaciones eficaces y eficientes.

Asimismo, una fresadora modelo FP40 (ver Figura 5), donde se ejecutan las tareas de mecanizado convencional para realizar tallados y hélices en diferentes tamaños de las piezas y materiales.

En la siguiente tabla, se identifica el área de la PYME, el tipo de tecnología que aplica con las maquinarias y equipos dentro del taller, proceso que se desarrolla dentro de la cadena de valor.

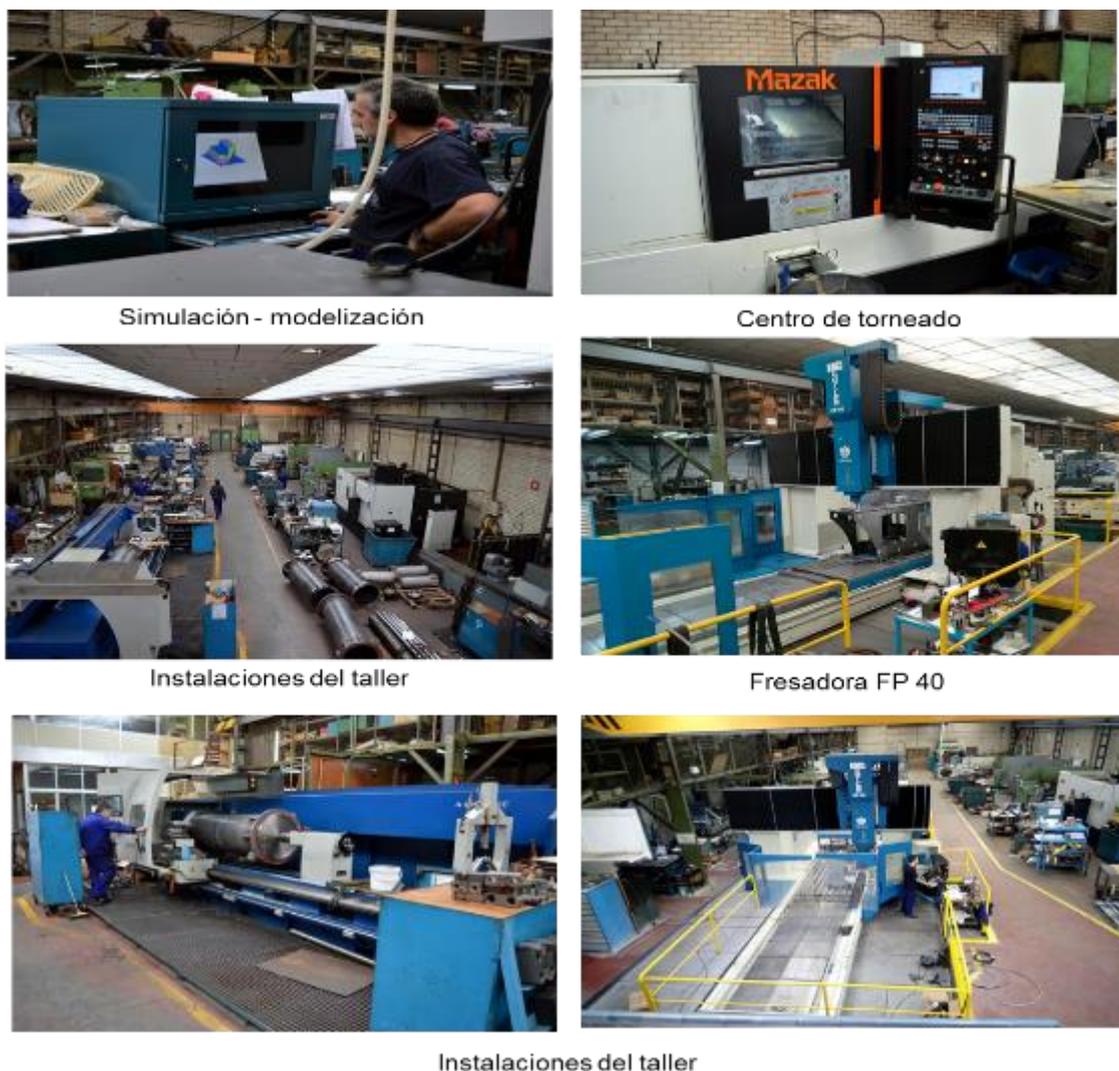
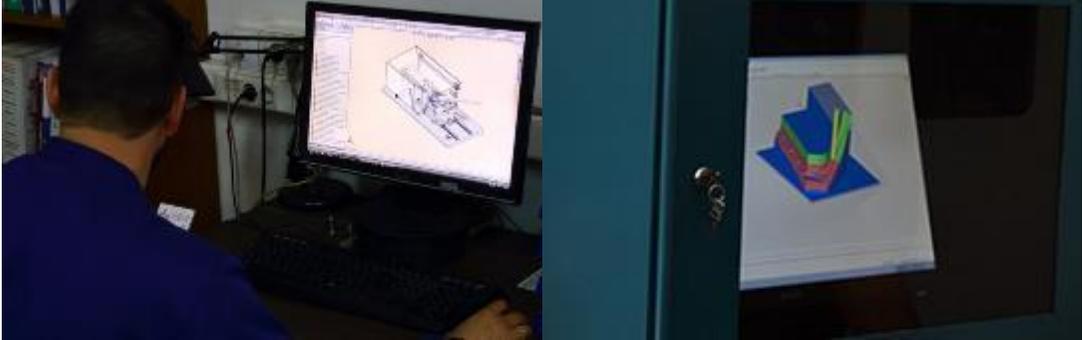


Figura 7. Espacios del taller. Tomado de Burmetal, S.L. (2021).

Tabla 5. Implementación de tecnologías exponenciales en la PYME

| Área                       | Tecnología exponencial   | Proceso en la cadena de valor  |
|----------------------------|--|--|
| <p>Diseño de Proyectos</p> | <p><b>Analítica de datos e IA:</b> a partir de las solicitudes de los clientes, se procede a diseñar el prototipo de la pieza, máquina o sistema de engranaje, se presenta en un plano tridimensional.</p>   | <p>Para elaborar cada pieza, sistema de engranaje o máquina, que generalmente tiene un nivel de complejidad medio-alto, se prepara el diseño con el software.</p> <p>Luego, se efectúa el proceso de simulación, a los fines de modelizar la pieza, sistema o máquina, lo que ofrece opciones para ejecutar modificaciones, minimizando los riesgos, coste y tiempo, más cuando se trata de productos fabricados con metales.</p>                                |
| <p>Taller</p>              | <p><b>Automatización e IA:</b> la máquina FP40, se emplea para el mecanizado general, piezas pesadas y máquinas de gran tamaño, mientras que el centro de torneado, cuenta con 2 ejes para el procesamiento eficiente de un amplio rango de tamaños de piezas, optimizando recursos.</p>  | <p>La elaboración de piezas y sistemas de engranajes metálicos, requiere perfectamente de acabados y tallados para que puedan calzar con precisión en las máquinas de los clientes, utilizando última tecnología de fabricación mecánica.</p> <p>Estas máquinas disponen de herramientas de medición automáticas, sincronización y monitorización de procesos, además de una interfaz para la transferencia de datos, mejorando los tiempos de cada proceso.</p> |

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.6. Resultados en la PYME: áreas mejoradas con el ecosistema tecnológico exponencial.

Esta PYME está aunando esfuerzos, recursos y capacidades organizacionales efectuando las inversiones necesarias para incorporarse paulatinamente a la cuarta revolución industrial, como un proceso *sine qua non*, evitando atomizarse o desaparecer en un mercado cada vez más competitivo.

Se está favoreciendo con la digitalización, los diferentes procesos de la cadena de aprovisionamiento, fabricación y de valor de la empresa, elevando los niveles de desempeño, optimizando recursos, capacidades, además de aportar al fortalecimiento del tejido industrial del sector siderometalúrgico en la región.

Los resultados evidencian, que la transformación digital de la PYME, mejora sustancialmente las etapas y procesos de la cadena de valor, por ende, existe mayor capacidad para atender la demanda de piezas, máquinas y sistemas de engranajes. En la Figura 7 se detallan los resultados que están logrando.



Figura 8. Resultados preliminares de Burmetal, S.L. (Elaboración propia)

### **3.4. Impacto en la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en PYMES del sector siderometalúrgico**

Las PYMES de este sector tienen un enorme reto y desafío en tiempos de la industria inteligente para invertir en tecnologías que automaticen integralmente la fábrica, capaz de conectar las máquinas para optimizar los procesos. A continuación se describen los factores impactados por estas tecnologías.

#### **3.4.1. Transformación digital empresarial**

La influencia de la industria 4.0 en la gestión de las PYMES, ofrece una gama de oportunidades para asumir competencias adaptativas por medio de la transformación digital empresarial focalizada en la mejora sustancial del modelo de negocio como una necesidad de evolucionar.

Se trata de una transformación organizacional aprovechando las oportunidades para la actualización y modernización de las PYMES con tecnologías exponenciales que proporcionan valor en tiempos cada vez más competitivos.

Las dimensiones críticas para la transformación digital empresarial en las PYMES del sector siderometalúrgico a partir de la experiencia documentada en esta investigación están asociadas con los siguientes aspectos:

- *Generar la mayor cantidad de valor:* las inversiones para modernizar el funcionamiento de la empresa tienen como propósito mejorar los niveles de respuesta a los clientes, elevando ventas y, por tanto, valor económico, social y medioambiental. El primero con la rentabilidad del negocio, el segundo mejorando las condiciones laborales de los empleados y el tercero, contribuyendo a la reducción de los agentes contaminantes para con los ecosistemas.
- *Estrategia del modelo de negocios:* los ecosistemas digitales avanzan en grandes dimensiones, las PYMES que capitalicen e inviertan en la adquisición de tecnología (software y hardware) van a aumentar el valor agregado en los productos y servicios que ofrecen, además de trabajar con un enfoque hacia el cambio constante.
- *Cultura empresarial:* una de las dimensiones con mayor influencia en el cambio digital, es la transformación cultural para que los integrantes de las PYMES se alineen con esa nueva etapa en los procesos de innovación: agilidad, experimentación e integración, el cliente está en el centro (datacentrismo<sup>7</sup>).
- *Estructura:* las tecnologías exponenciales en este nuevo ciclo se constituyen como el corazón del modelo de negocios.

---

<sup>7</sup> La relevancia de los datos como recurso estratégico para gestionar los problemas, retos y desafíos del modelo de negocio, es la ventaja estratégica en esta década del milenio.

- *Talento de los colaboradores*: ofrecer formación para que obtengan competencias digitales en tecnologías exponenciales para el equipo de trabajo, garantizando una implementación eficaz y eficiente.

### **3.4.2. Dinamización de la cadena de valor industrial-empresarial**

La cadena de valor de Burmetal, está teniendo resultados favorables en el área de diseño, fabricación y control de calidad, favoreciendo el tejido empresarial de la PYME.

Con la puesta en marcha de las tecnologías innovadoras habilitadoras, acompañadas de inteligencia artificial y la analítica de datos, se han suscitado cambios relevantes en los acabados de las piezas, tomando el camino correcto hacia una industria del metal inteligente.

La cadena está experimentando una mejora continua en cada una de las etapas que envuelven la elaboración de un producto elevando los estándares sobre los acabados. Éstos son medidos con exactitud por el área de calidad (se pueden visualizar en la figura 5 de este bloque), dinamizado así, por la transformación digital, como estrategia clave de Burmetal.

Parte de las mejoras que se han logrado dentro de toda la cadena de valor, se observan en el proceso de planificación cuando se recibe la solicitud de pedidos de los clientes sobre diferentes piezas, sistemas de engranajes y maquinarias que demandan confeccionar, respondiendo coordinadamente y adecuándose a los tiempos. Aquí la personalización y atención está en el centro del negocio.

Esta PYME siderometalúrgica apostó por un programa de inversiones por etapas, incorporando tecnologías exponenciales que se orientan al reemplazo de aquellas maquinarias que están quedando obsoletas ante las nuevas invenciones, iniciando el camino hacia la transformación digital de Burmetal en todos los principales procesos de la cadena de valor.

La adquisición de la máquina FP40, ha originado en el taller de Burmetal, la automatización de gran parte del proceso de fabricación de piezas pesadas, máquinas y sistemas de engranajes, aupando la mecanización con mayor rapidez en el centro de torneado, causando que el procesamiento adopte cualidades mucho más eficientes.

Además, la conectividad e interconectividad de las máquinas con los otros equipos y dispositivos tecnológicos está facilitando la comunicación como parte de las bondades del IoT, derivando así, en la automatización de los procesos de manera íntegra en la cadena de producción, cuyo valor agregado está en la interfaz de la transmisión de datos e información (*Big data*).

Asimismo, Burmetal con la dinamización tecnológica ha asumido el concepto de trazabilidad<sup>8</sup> en toda la cadena de valor para estar alineada con las tendencias emergentes de la industria inteligente, permitiéndole disponer de datos e informaciones generados por la interfaz de las máquinas y equipos sobre las

---

<sup>8</sup> Capacidad para efectuar seguimiento y control sobre todos los aspectos que rodean la fabricación de un producto en cada una de las etapas o fases.

piezas que se confeccionan, de esta manera se pueden hacer mejoras significativas a los procesos, actividades y tareas.

En efecto, la implementación de estos tipos de tecnologías exponenciales en Burmetal, sin lugar a dudas ha sincronizado la cadena de valor, donde la digitalización de cada proceso ofrece un conjunto de datos que son clave para diseñar estrategias, así como tomar decisiones sobre los proyectos que solicitan los clientes, fortaleciendo la personalización.

### **3.4.3. Eficacia en los procesos empresariales e industriales**

Por las características del modelo de negocio de Burmetal, la personalización de los productos que demandan los clientes es un elemento clave, que ha tomado un rol estratégico para la gestión de los procesos de fabricación.

En Burmetal, es una nueva etapa en la gestión de la compañía que le ha permitido organizar todos los componentes que integran el sistema de producción, desde el momento que se efectúa la reunión con el cliente para conocer las necesidades sobre una pieza, sistema de engranaje o maquinaria.

Esto contempla la fase de diseño, aquí la modelización y simulación 3D, es una ventaja diferenciadora inteligente, al mostrar al cliente como se visualizará la pieza en representación tridimensional antes de ir a la fabricación.

Esto constituye una ventaja competitiva, al adecuarse eficazmente a las demandas, exigencias y necesidades personalizadas del cliente, siempre teniendo la oportunidad y posibilidad de realizar los ajustes pertinentes, evitando pérdidas y ahorrando costes (ver Figura 9).

Atendiendo al informe presentado por la Junta de Castilla y León, UGT, Fundación Anclaje y la Agencia de Innovación, Financiación e Internacionalización Empresarial, en la región, una gran cantidad de empresas están empleando procesos de diseño e ingeniería asistida por ordenador (Junta de Castilla y León, 2017).

Entonces, resulta alentador para Burmetal que ha sido capaz de formar parte de ese grupo de compañías, que están aprovechando el auge de la industria 4.0, simulando procesos con el diseño de piezas en tiempo real, situándola en la senda de innovación hacia la madurez digital como PYME siderometalúrgica.



Figura 9. Eficacia de los procesos de Burmetal, S.L. (Elaboración propia)

El IoT se ha convertido en un aliado estratégico en la mejora continua de los procesos industriales que lleva adelante Burmetal, utilizando la analítica de datos e inteligencia artificial para optimizar la trazabilidad en la cadena de valor, ofreciéndole un nivel de digitalización moderado para las expectativas de crecimiento de la PYME dentro del mercado.

#### 3.4.4. Productividad y desempeño

El impacto que las tecnologías exponenciales ha supuesto para Burmetal, ha sido determinante en el fortalecimiento del taller, espacio donde se ejecutan los procesos de la cadena de fabricación de piezas.

Esto acompañado de la transferencia de conocimiento para el equipo de empleados que le corresponde operar las nuevas máquinas, software y sistema de información, por medio de formación para la adquisición de competencias digitales, que favorece las capacidades, habilidades y el desempeño de la fuerza laboral.

“Hay empresas que se han adelantado a esa Industria 4.0, han comenzado a invertir en tecnología, están trabajando en proyectos de I+D y están esforzándose no solo en la reducción de gastos de personal, sino en mejorar su productividad, sin embargo, hay otras empresas que están cómodas en su zona de confort y les cuesta mucho salir” (UGT y Junta de Castilla y León, 2017, p. 64).

Sin lugar a dudas, Burmetal con el programa de inversiones en tecnologías exponenciales ha experimentado cambios en diferentes indicadores de gestión asociados con el nivel de productividad en los procesos de la cadena de valor, reduciendo costes en el uso de recursos, ejemplo de ello, la disminución del consumo energético, y por tanto, minimizando el impacto ambiental.

La implementación de las tecnologías exponenciales ha generado mayor eficacia y eficiencia en el uso de los recursos de Burmetal, reduciendo el tiempo de

respuesta para fabricar una pieza, elaborar un sistema de engranaje e inclusive una maquinaria requerida por un cliente que tiene detenido el proceso productivo.

El objetivo del programa de inversiones está dando resultados satisfactorios, elevando la cantidad de piezas que se diseñan, recortando los lapsos en los pedidos y minimizando los desperdicios en la materia prima, todos estos aspectos mejoran la productividad a nivel de procesos. Además, la productividad se ha visto reflejada en:

- Mejora en los diseños y prototipos que solicitan los clientes, es decir, piezas, sistemas de engranajes y máquinas a escala precisa por medio de la simulación y modelización 3D.
- Acabados con altos estándares de calidad sobre las piezas sometidas a procesos de refaccionamiento y reparaciones para continuar con la vida útil.
- Conexión y comunicación entre máquinas en tiempo real, asistido por una interfaz que está proporcionando la transferencia de datos fundamentales para diseñar nuevas estrategias.

Burmetal como PYME del sector, está haciendo un gran esfuerzo en inversiones, comprendiendo la necesidad de transformación digital para incrementar la productividad, parámetros en la gestión de calidad y vanguardia, que le ofrezcan mayores oportunidades dentro del segmento de mercado.

### **3.4.5. Incrementa los niveles de solicitud de pedidos de clientes**

Antes de la implementación de las nuevas maquinarias, software y sistema de información, los pedidos que Burmetal aceptaba de los clientes, estaban supeditado a los tiempos que estos requerían.

Esto originaba muchas veces trabajar bajo un esquema de mucha presión, pues los clientes, por ejemplo, si necesitaban un sistema de engranaje o una máquina en poco tiempo, entendible al tener detenido el proceso de producción, muchas veces no se podía cumplir por lo limitante en la capacidad de procesamiento.

Con la implementación de estas nuevas tecnologías, se abrió un abanico de opciones, que van desde la modelización y simulación de las piezas, apoyándose con la mayor capacidad de procesamiento.

Complementándose con la reducción de los tiempos de respuestas en cada etapa del proceso de fabricación, cumpliendo con las expectativas y exigencias, originando cambios importantes como refleja la Figura 10.

Tal escenario ha supuesto un crecimiento importante en las solicitudes de pedidos de los clientes fidelizados, así como nuevos potenciales clientes, como consecuencia de la mejora sustancial en la cadena de valor, impactando favorablemente en la gestión de ventas y en la rentabilidad del negocio.

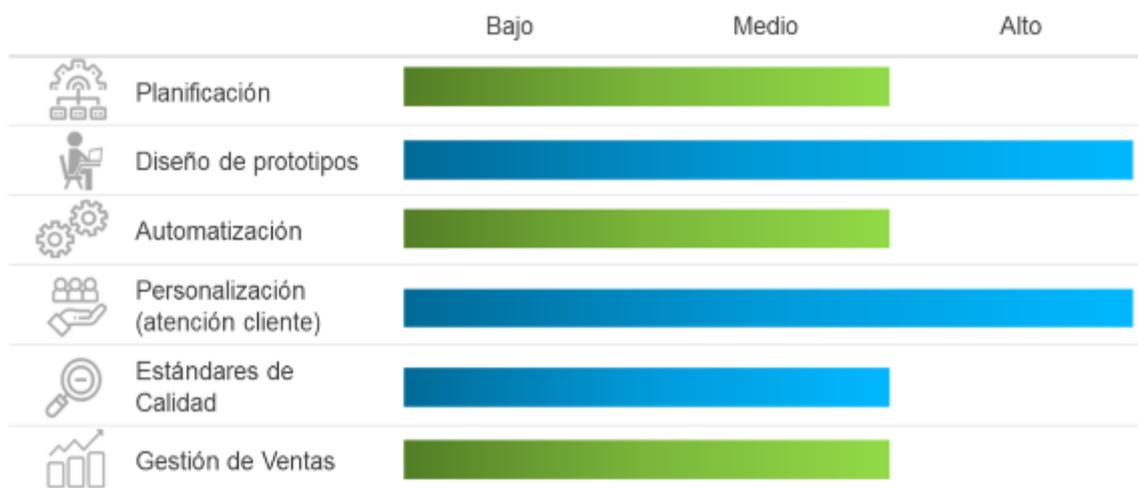


Figura 10. Cambios experimentados en Burmetal, S.L. (Elaboración propia)

### 3.4.6. Fortalece las ventajas comparativas, diferenciadoras y competitivas

La tecnología disruptiva exponencial de analítica de datos, representa desde el área de diseño de Burmetal, una ventaja diferenciadora al emplear la modelización y simulación 3D en la elaboración de piezas, sistema de engranajes y máquinas bajo el concepto tridimensional.

Esto permite una atención personalizada a cada cliente, que tiene la posibilidad de ver el producto que se elaborará con la fabricación aditiva sobre el modelo ante la demanda de precisión de las piezas, es decir, es un valor añadido relevante dentro de las estrategias de Burmetal.

El programa de inversiones impulsado por la PYME, es una muestra de internalizar los cambios tecnológicos que se van originando rápidamente, así lo evidencia la industria 4.0, y es fundamental acometer estas transformaciones para tener capacidad de competencia dentro de un tejido industrial y empresarial cada vez más competitivo.

Por su parte, ha tomado importancia en la dimensión medioambiental como parte de la responsabilidad social corporativa que han sido pactadas por España en la Agenda 2030 y en el Acuerdo de París para desarrollar actividades de industrialización con una perspectiva sostenible.

Entonces, esta PYME de la región de Castilla y León ha emprendido un camino desde la digitalización de los procesos en la cadena de valor para obtener ventajas comparativas, diferenciadoras y competitivas, empleando tecnología disruptiva de última generación, añadiendo valor agregado a las piezas que fabrica, con un enfoque de atención personalizado hacia los clientes.

### 3.4.7. Planes hacia la expansión estratégica de las operaciones

Con las inversiones en maquinarias y tecnologías exponenciales, Burmetal ha puesto la mirada en el diseño de un plan hacia la internacionalización de las operaciones.

Un proceso que le abre un abanico de alternativas a partir del fortalecimiento por la digitalización de la cadena de producción y valor que le permitirá competir en el mercado global.

Las intenciones del equipo gerencial de Burmetal están siendo correctas, al enlazarse con los planteamientos de (López et al., 2019, p. 53), donde “la estrategia de internacionalización que están implantando muchas empresas incluye como condición una apuesta por la digitalización en su *core business* para ser más eficientes y tener mayor productividad”.

Por tanto, la adopción de tecnologías exponenciales en gran parte de la cadena de valor de la PYME, le está proporcionando muchas opciones hacia la apertura del negocio en la industria metalmecánica, dinamizando la productividad, trazabilidad, estándares de calidad en las piezas, momento para pensar en un plan hacia la expansión de las operaciones en el mercado global.



Figura 11. Impacto de las tecnologías exponenciales en las PYMES del sector siderometalúrgico. (Elaboración propia)

## **BLOQUE 4. CONCLUSIONES**

### **4.1. Conclusiones Generales**

El poder de las tecnologías exponenciales gana terreno dentro el mercado, impulsado por la industria inteligente y la globalización 4.0, que obligan a las empresas a migrar hacia la digitalización de todos los procesos, operaciones y servicios que llevan adelante.

Así ha quedado demostrando en las dos últimas convencionales anuales realizadas por el Foro Económico Mundial, que ha insistido una vez más que las empresas deben acometer inversiones en las tecnologías emergentes para transformar los modelos de negocios, ofreciéndoles mayores opciones de competitividad y crecimiento dentro del mercado donde actúan.

Sin embargo, esto debe venir acompañado de la disposición de los talentos para dinamizar el pensamiento creativo en los colaboradores y así desarrollar nuevas perspectivas, encaminadas hacia el diseño de estrategias para gestionar recursos y capacidades organizativas en simbiosis con estas tecnologías exponenciales, cuyo norte sea generar valor económico, social y medioambiental.

Las PYMES del sector tienen un gran desafío por delante en la actualidad, más allá de permanecer a flote por la crisis de la emergencia sanitaria originada por el Covid-19 a dimensiones globales, además deben optimizar todos esos recursos con los que disponen, sobre todo el intelectual capaz de generar las mejores ideas para innovar, asistido de los financieros y tecnológicos para convertirlo en ventajas que las diferencien de la competencia. Allí está el valor agregado que demanda el mercado.

Estas tecnologías con cualidades exponenciales han llegado para que los sectores industriales y empresariales transformen organizacionalmente los modelos de negocios como un motor para el desarrollo económico, social y medioambiental, brindándole un abanico de oportunidades que la catapulten aún más hacia la competitividad.

Entonces, las PYMES del sector siderometalúrgico no solo de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, sino de todo España, deben aprovechar esta ola de tecnologías disruptivas para que modernicen las maquinarias, equipos, dispositivos y sistemas que emplean en la cadena de producción, conjugadas con los conocimientos, competencias y habilidades de los colaboradores, con miras al desarrollo de productos con los más altos estándares de calidad.

Los resultados de este trabajo dan muestra de lo imprescindible que es gestionar inversiones tecnológicas exponenciales para las PYMES, que necesariamente deben estar articuladas hacia ese cambio en la cultura empresarial, donde la digitalización como un ecosistema, implica interconectar el talento humano con los procesos, máquinas y sistemas. Es una revolución para la evolución.

Burmetal es una marca y como tal ha comprendido la magnitud de los cambios que supone la ola de la industria inteligente, que en la actualidad está

imprimiendo ambientes cada vez más conectados, interconectados e inclusive hiperconectados. Es el auge del poder de las tecnologías disruptivas para transformar y posicionar modelos de negocios capaces de añadir y generar valor que sean innovadores para el mercado.

El primer cambio que experimentó Burmetal fue destinar recursos hacia la inversión de tecnología. La formación de los colaboradores en estas nuevas herramientas disruptivas no se refiere a una erogación más, se trata de un gasto capitalizable, que en el medio a largo plazo va a producir rentabilidad, rendimiento y retorno de los fondos.

Otro aspecto que internalizaron los miembros del equipo de Burmetal fueron los métodos, técnicas, modelos y nuevos enfoques para gestionar los procesos industriales y empresariales. Cada vez más se perfeccionan aplicándolos. La digitalización no es exclusiva de la cadena de fabricación, va mucho más allá. Los servicios para atender a los clientes tienen que migrar hacia un ecosistema virtual, es decir, la gestión inteligente del consumidor.

Es así, que las PYMES de la región y del país, como está realizándolo Burmetal y otras más, deben apostar por direccionar los esfuerzos hacia la ola de transformaciones de la globalización 4.0 e industria inteligente en pleno dinamismo, adecuando los negocios y gestión hacia una cultura de cambio constante, cuyo horizonte es la personalización y fidelización de los clientes.

El interés en invertir en estas tecnologías disruptivas está en el fortalecimiento del tejido empresarial del sector y en la región, lo que necesariamente requiere el apoyo financiero por parte de las autoridades gubernamentales, confederaciones, asociaciones y otras organizaciones que fomenten la transferencia de tecnologías y conocimiento para coadyuvar con el desarrollo de las PYMES.

La región de Castilla y León tiene un enorme reto y desafío por delante para dinamizar todos los sectores que componen la industria, con mayor hincapié en el siderometalúrgico, para hacer de éste mucho más competitivo, innovador y sostenible. Aquí las tecnologías exponenciales tienen un significativo aporte para la aceleración en la transformación de los modelos de negocios existentes y aquellos que van emergiendo.

Notable señalar, dentro de las acciones del Gobierno de España, ha elaborado el Plan Digital España 2025: conectándonos al futuro, el cual comprende 4 grandes ejes de acción que son:

- El despliegue de redes y servicios para la conectividad digital;
- La digitalización de la economía;
- La mejora de la administración electrónica;
- La formación en competencias digitales.

Adicionalmente, la Confederación Española de Organizaciones Empresariales también cuenta con el *Plan Digital 2020: la digitalización de la sociedad española*, cuyas palancas para la digitalización están las tecnologías habilitadoras, catalogadas como exponenciales, que cuentan con un capítulo completo para las PYMES y el cambio cultural que necesitan.

## **4.2. Conclusiones Específicas**

Contextualizada toda la temática que envuelve la gestión de los ecosistemas PYME como organizaciones que tienen un grado significativo para dinamizar el comportamiento del sistema productivo y económico del país.

Este trabajo de fin de grado, cumplió un conjunto de actividades de investigación rigurosa, sistemática y minuciosa para analizar el impacto de la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales como estrategia para fortalecer la productividad y competitividad en PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general en Castilla y León, que se materializó cada uno de los objetivos específicos definidos en el estudio.

En lo que respecta al objetivo específico, identificar la base conceptual sobre la que se sustenta la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en las PYMES, en el bloque II de este trabajo se realizó un despliegue referencial teórico relacionado directamente con las variables estudiadas.

Esto consistió en profundizar sobre la optimización de recursos, tecnologías exponenciales, productividad, competitividad y las PYMES como sector para el desarrollo, lo que permitió situar y orientar teóricamente la investigación para el abordaje del bloque III, teórico-práctico.

Ahora bien, en cuanto al objetivo específico, determinar el tipo de tecnologías exponenciales para fortalecer la productividad y competitividad de las PYMES, se llevó a cabo un proceso de revisión sistemática de la literatura que derivó en la caracterización de este tipo de tecnologías que son en la actualidad las tendencias globales emergentes para cambiar la gestión empresarial.

Estos nuevos mecanismos tecnológicos se identificaron por áreas como se puede visualizar en la Figura 4.

1. El primero corresponde a la analítica de datos, que comprende la computación cuántica (combinación avanzada de 1 y 0), la computación de alto rendimiento, blockchain, modelización y simulación 3D (representar objetos tridimensionalmente), analítica predictiva y Big Data (ambos, analizan datos complejos para proyectar escenarios y tomar decisiones).
2. Por su parte, se tiene la tecnología exponencial relacionada con la velocidad y conectividad, integrada por el IoT (interconectar equipos-dispositivos), velocidad 5G (generación emergente de conexión, 1 Gbps) y los componentes HW (elementos físicos incorporados en ordenadores-dispositivos).

3. Otro campo disruptivo exponencial es la inteligencia artificial, que actúa por medio de la robótica (los robots como prototipos para actividades productivas), los drones (vehículos aéreos no tripulados para gestionar actividades en diversas áreas estratégicas), impresión 3D (máquinas o software para diseñar objetos tridimensionales).
4. En ese mismo orden de la IA, se encuentra las herramientas de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA), allí se puede entrar en una dimensión real a través de dispositivos tecnológicos para interactuar con imágenes reales e interactivas y también existen los vehículos autónomos, los cuales operan sin colaboración humana.
5. En último lugar, el área de la ciberseguridad que implica el desarrollo de tecnología biométrica (identificación de huellas, reconocimiento facial y lectura de retina para acceder a diferentes mecanismos de seguridad) y seguridad digital (control de acceso, usuarios y contraseña para ingresar a bases de datos). Todos estos instrumentos buscan generar confianza ante amenazas.

Para materializar el objetivo específico, comparar la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en diversas PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general, se identificaron este tipo de empresas que desarrollan operaciones en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

Las PYMES seleccionadas para el análisis comparativo fueron: Metal Fundiciones Julcar S.L.; Metal Grupo Aluminios de Precisión S.L.; Metal Magnesio y Metal, SL, estas tres ubicadas en la ciudad de Burgos y Metal Fundiciones Arias S.L., en la localidad de Valladolid.

Se efectuó una revisión detallada en la cadena de aprovisionamiento, producción y servicios, examinando el comportamiento de los diferentes procesos que llevan a cabo para la fabricación de productos, de esa manera se precisó el tipo de tecnología que emplea en el proceso *per se*.

A través de una matriz visualizada en la Tabla 3, se describieron los recursos y capacidades de las PYMES, el tipo de tecnología exponencial que emplean y qué resultados han logrado como consecuencia del uso de ellas dentro de toda la cadena de valor.

Esto permitió conocer del análisis comparativo, que estas PYMES de la región aplican tecnologías pertenecientes al área de la Inteligencia Artificial, específicamente robótica e impresión 3D (fabricación aditiva), así como también, en el campo de la analítica de datos, la modelización y simulación 3D para diseñar las piezas en una realidad tridimensional antes de ir a la etapa de fabricación, originando mayor precisión en los resultados, acabados para la calidad del producto.

De esta comparativa, los resultados que han experimentado las PYMES reflejan piezas con mejores acabados (precisión) por la simulación, mayor rapidez en la fabricación por la generación más avanzada de las máquinas, elevando la gestión de la calidad de los productos, fortaleciendo los niveles de productividad,

incremento de las ventas (rentabilidad del negocio), competitividad, innovación y proyección dentro del mercado, a partir de la integración de las tecnologías exponenciales con el equipo humano.

En cuanto al objetivo específico, implementar en la praxis un tipo de tecnología exponencial en una PYME del sector siderometalúrgico e industria en general, la compañía elegida fue Burmetal, localizada en el Polígono Industrial Villalonquéjar, ciudad de Burgos, dedicada al diseño y producción de piezas, sistemas de engranajes y maquinaria, utilizando material como el titanio, acero inoxidable, bronce, aluminio y el hierro.

El tipo de tecnología empleada fue la analítica de datos e inteligencia artificial, efectuando el diseño en un software del prototipo de pieza, máquina o sistema de engranaje solicitado por el cliente para visualizarlo en un plano tridimensional, acompañado de un proceso de simulación para la modelización del producto, ello permite acometer las modificaciones que se requieran, reduciendo los riesgos, coste y tiempo.

Igualmente, dentro de la inteligencia artificial también utilizan la robótica para la automatización a través de la máquina FP40, que contribuye con el mecanizado general de las piezas pesadas y máquinas de gran tamaño, mientras que el centro de torneado cuenta con 2 ejes para el procesamiento eficiente de un amplio rango de tamaños de piezas, optimizando recursos.

El uso de las tecnologías exponenciales en Burmetal, favorece los procesos de la cadena de aprovisionamiento, fabricación y de valor, elevando el desempeño, optimizando recursos e incrementando la capacidad para cubrir la demanda de los clientes, lo que ha logrado robustecer el tejido socioproductivo del modelo de negocio.

Finalmente, el último objetivo específico, describir el impacto en la optimización de recursos y aplicación de tecnologías exponenciales en PYMES del sector siderometalúrgico e industria en general. Se han desarrollado siete factores que han generado un cambio significativo en este tipo de empresas.

El primero relacionado con la transformación digital empresarial, que ha originado la mayor cantidad de valor económico (rentabilidad), social (mejoras en las condiciones laborales de los colaboradores, formación) y ambiental (reducción importante de los agentes contaminantes), gestionando nuevas estrategias basadas en ecosistemas digitales focalizadas hacia el cambio constante para fortalecer la cultura empresarial que estimule la innovación en los procesos de la cadena de valor, donde las tecnologías disruptivas sean el corazón del modelo de negocios.

El segundo, dinamización de la cadena de valor que se ha logrado con la tecnología exponencial IoT, garantizando la automatización de la cadena de fabricación, con mayor velocidad, conectividad e interconectividad de las diferentes máquinas, ordenadores y otros dispositivos electrónicos, fomentando la interfaz de comunicación, que también ha sido capaz de transmitir datos e información, ventaja del campo de la analítica de datos (*Big data*).

El tercero, la eficacia en los procesos empresariales e industriales y el cuarto relativo con la productividad y desempeño, se refleja en la mejora sustancial de los prototipos de piezas como parte de la personalización en la atención al cliente, los cuales se proyectan en el área de diseño, mientras que en el taller se han reducido los tiempos de respuesta en la elaboración de los productos, ahorrando costes, fortaleciendo las competencias y los niveles de desempeño de la fuerza laboral.

Todo esto ha conllevado al quinto factor, incrementar los niveles de solicitud de pedidos de clientes, al ser más eficaces en los procesos de diseño y fabricación de las piezas, se han minimizado los tiempos de entrega de los productos a los clientes, lo que ha originado mayor capacidad para atender la demanda de nuevos pedidos, por tanto, la facturación en ventas va en aumento considerable.

El sexto factor, identificado con el fortalecimiento de las ventajas comparativas, diferenciadoras y competitivas, ha demostrado que el ecosistema digital exponencial que está implementado Burmetal en cuanto a software, hardware, cambio en los procesos y formación de talento, está transformando el modelo de negocios como una PYME, siendo cada vez más competitivo dentro del tejido industrial y empresarial de la región.

Para concluir, el factor de carácter prospectivo llamado planes hacia la expansión estratégica de las operaciones, una vez que Burmetal ha promovido inversiones para la transformación tecnológica de la compañía que le están generando cambios favorables en los términos de rentabilidad, competitividad y posicionamiento, por ello, ha decidido diseñar un plan hacia la internacionalización para aprovechar esa gama de oportunidades y posibilidades de crecimiento.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almazor, M. (25 de enero de 2021). Los aprendizajes de 2020. Los desafíos de 2021. *Invertia*. Recuperado el 18 de febrero 2021 de: [https://www.elespanol.com/invertia/opinion/20210125/aprendizajes-desafio/553314665\\_12.html](https://www.elespanol.com/invertia/opinion/20210125/aprendizajes-desafio/553314665_12.html)
- Annunziata, T; Fornai, B; Colla, V; Murri, M; Streppa, E and Schröder, A. (2020). The challenge of digitalization in the steel sector. *Metals*, 10 (2). <https://doi.org/10.3390/met10020288>
- Botella, L. (22 de enero de 2019). *5 claves para una optimización eficiente en los procesos y recursos de tu empresa*. Recuperado el 19 de abril 2021 de: <https://www.inforges.es/post/5-claves-optimizacion-procesos-recursos-empresa>
- Bree, P. (2020). *20 Tecnologías exponenciales que impulsarán la innovación*. Recuperado el 14 de abril de 2021 de <https://sherpa.ai/blog/es/20-tecnologias-exponenciales-que-impulsaran-la-innovacion/>
- Cabeza, R. (2018). *Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia energética*. (Proyecto Fin de Carrera Publicado). Universidad de Sevilla, España. Recuperado el 18 de febrero 2021 de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82651/TFG-1989-CABEZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castellanos, W. (2018). *Retos para el CISO en un entorno de innovación y tecnologías exponenciales*. Deloitte. Recuperado el 18 de febrero 2021 de: <https://acis.org.co/archivos/JornadaSeguridad/2018/Memorias/Sin%20Clave/9.pdf>
- Colegio de Economistas de Madrid. (2018). *PYMES: motor económico de España*. Recuperado el 18 de febrero de 2021, de: <https://www.cemad.es/PYMES-motor-economico-espana/>
- Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal. (2020). *Informe sobre el impacto económico de la covid-19 en el sector metal*. Cofemetal. Recuperado el 03 de febrero 2021 de: <https://www.cni-instaladores.com/wp-content/uploads/2020/11/CONFEMETAL-Encuesta-Impacto-Economico-COVID-19-en-el-Sector-del-Metal.pdf>
- Confederación Española de Organizaciones Empresariales. (2020). *Fichas técnicas de las 21 iniciativas estratégicas del país*. CEOE. Recuperado el 06 de abril 2021 de: [https://d3t4nwcgmfrp9x.cloudfront.net/upload/Fichas-IEP-CEOE\\_21\\_12\\_2020.pdf](https://d3t4nwcgmfrp9x.cloudfront.net/upload/Fichas-IEP-CEOE_21_12_2020.pdf)
- Confederación Española de Organizaciones Empresariales. (2020). *Plan Digital 2020: la digitalización de la sociedad española*. CEOE. Recuperado el 03 de abril 2021 de: [http://contenidos.ceoe.es/CEOE/var/pool/pdf/publications\\_docs-file-334-plan-digital-2020-la-digitalizacion-de-la-sociedad-espanola.pdf](http://contenidos.ceoe.es/CEOE/var/pool/pdf/publications_docs-file-334-plan-digital-2020-la-digitalizacion-de-la-sociedad-espanola.pdf)

- Confemetal. (2020). *Iniciativas estratégicas y propuestas de proyectos del sector metal*. Recuperado el 18 de febrero de 2021 de: [https://nuevo.vametal.es/2020/12/29/iniciativas-estrategicas-y-propuestas-de-proyectos-del-sector-del-metal/#.X\\_hLIOgzZPY](https://nuevo.vametal.es/2020/12/29/iniciativas-estrategicas-y-propuestas-de-proyectos-del-sector-del-metal/#.X_hLIOgzZPY)
- Delgado, C. (2019). *Tecnologías exponenciales: qué son, cuáles son y en qué consisten*. Recuperado el 18 de febrero de 2021 de: <http://www.christiandve.com/2019/08/tecnologias-exponenciales-que-son-cuales-son-en-que-consisten/>
- Garrido, A. (2020). *La cuarta revolución industrial en España: Oportunidades y retos en el sistema industrial*. (Trabajo de pregrado). Universidad Politécnica de Cartagena, España. Recuperado el 18 de febrero 2021 de: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/9003/tfg-gar-pap.pdf?sequence=1>
- Guerrero, J; Rodríguez, A; Vidal, L & Osorio, J. (2018). Analysis of the Energetic and Productive Effects Derived by the Installation of a Conveyor Belt in the Metal-mechanic Industry. *International Journal of Energy Economics and Policy, Econjournals*, vol. 8 (6), pp. 196-201.
- Holst, G. (2020). *A brain of metal: responsible strategic action for metal manufacturing SMEs in a smart industry context*. Recuperado el 19 de abril de 2021 de: <http://essay.utwente.nl/81803/1/IBA%20bachelor%20thesis%20final%20version%20G.M.Holst.pdf>
- Hueso, A y Cascant, M. (2012). *Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación*. Recuperado el 19 de abril de 2021 de: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%EDa%20y%20t%E9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%F3n\\_6060.pdf?sequence=3](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%EDa%20y%20t%E9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%F3n_6060.pdf?sequence=3)
- Ibarra, A., González, A y Demuner, M. (2017). Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras. *Estudios Fronterizos*, 18 (35), pp. 107-130. <http://www.scielo.org.mx/pdf/estfro/v18n35/2395-9134-estfro-18-35-00107.pdf>
- Junta de Castilla y León. (2017). *Industria 4.0: análisis, evolución e implicaciones para el empleo en Castilla y León*. Recuperado el 6 de mayo 2021 de: [http://www.cyl.ugt-fica.org/images/Documentacion/Obsevatorios\\_Industriales\\_CyL/INDUSTRIA\\_4.0\\_ANALISIS\\_EVOLUCION\\_E\\_IMPLICACI%C3%93N\\_PARA\\_EL\\_EMPLEO\\_EN\\_CyL.pdf](http://www.cyl.ugt-fica.org/images/Documentacion/Obsevatorios_Industriales_CyL/INDUSTRIA_4.0_ANALISIS_EVOLUCION_E_IMPLICACI%C3%93N_PARA_EL_EMPLEO_EN_CyL.pdf)
- Lacoste, J. (30 de enero de 2019). *¿Qué es la Globalización 4.0 y cómo te va a afectar a ti?* Negocio, sociedad y transformación digital. Recuperado el 03 de febrero 2021 de: <https://jalacoste.com/globalizacion4-0>

- López, P, Pirojkova, T, Andreu, A y López, M. (2019). *El impacto de la digitalización en la internacionalización y gestión de marca*. Madrid: FMRE, ICEX, Esic Business y Marketing School e ICEMD. Recuperado el 25 de mayo de 2021 de: <https://www.marcasrenombradas.com/wp-content/uploads/2019/03/Informe-Marca-4.0.pdf>
- Mas, M; Paluzie, E; Pons, J; Quesada, J; Robledo, J y Tirado, D. (2007). *Competitividad, crecimiento y capitalización de las regiones españolas*. Dirigido por Ernest Reig. Fundación BBVA, Bilbao. Recuperado el 19 de abril de 2021 de: [https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE\\_2007\\_IVIE\\_competitividad\\_y\\_crecimiento.pdf](https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2007_IVIE_competitividad_y_crecimiento.pdf)
- Mata, J and Woerter, M. (2013). Risky innovation: The impact of internal and external R&D strategies upon the distribution of returns. *Research Policy*, 42 (2), 495-501. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.08.004>
- Organización Internacional del Trabajo. (2015). *Pequeñas y medianas empresas y creación de empleo decente y productivo*. Conferencia Internacional del Trabajo 104ª reunión. Recuperado el 19 de febrero de 2021 de: [https://www.ilo.org/ilc/ILCSessions/previous-sessions/104/reports/reports-to-the-conference/WCMS\\_358292/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/ilc/ILCSessions/previous-sessions/104/reports/reports-to-the-conference/WCMS_358292/lang--es/index.htm)
- Sáenz, A. (2001). Leer e interpretar una revisión sistemática. *Boletín de la Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León*, 41(177), 215-221.
- Universidad de Jaén. (2015). *Diseño documental*. Recuperado el 19 de abril 2021 de: [http://www.ujaen.es/investiga/tics\\_tfg/dise\\_documental.html](http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/dise_documental.html)
- Villoch, N. (2019). Comunicación exponencial para un cambio de época. *Revista UNO*, (33), pp.23-24. Recuperado el 03 de febrero de 2021 de: [https://www.revista-uno.com/wp-content/uploads/2019/11/Revista\\_UNO\\_33.pdf](https://www.revista-uno.com/wp-content/uploads/2019/11/Revista_UNO_33.pdf)
- World Economic Forum. (2021). *The Global Risks Report 2021. 16th Edition*. Recuperado el 03 de febrero de 2021 de: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2021.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf)

## 6. ANEXOS

### Anexo A. Máquina de medición 3D



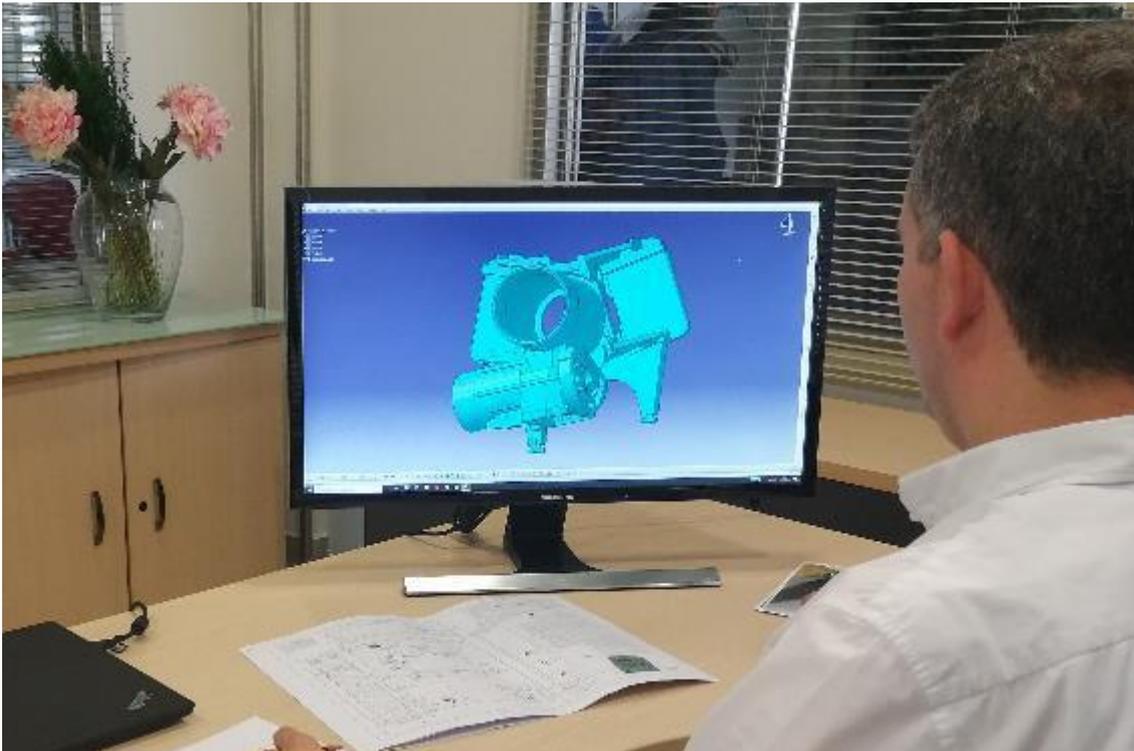
Fuente: Website de Fundiciones Julcar S.L. (2021).

### Anexo B. Máquina de medición 3D



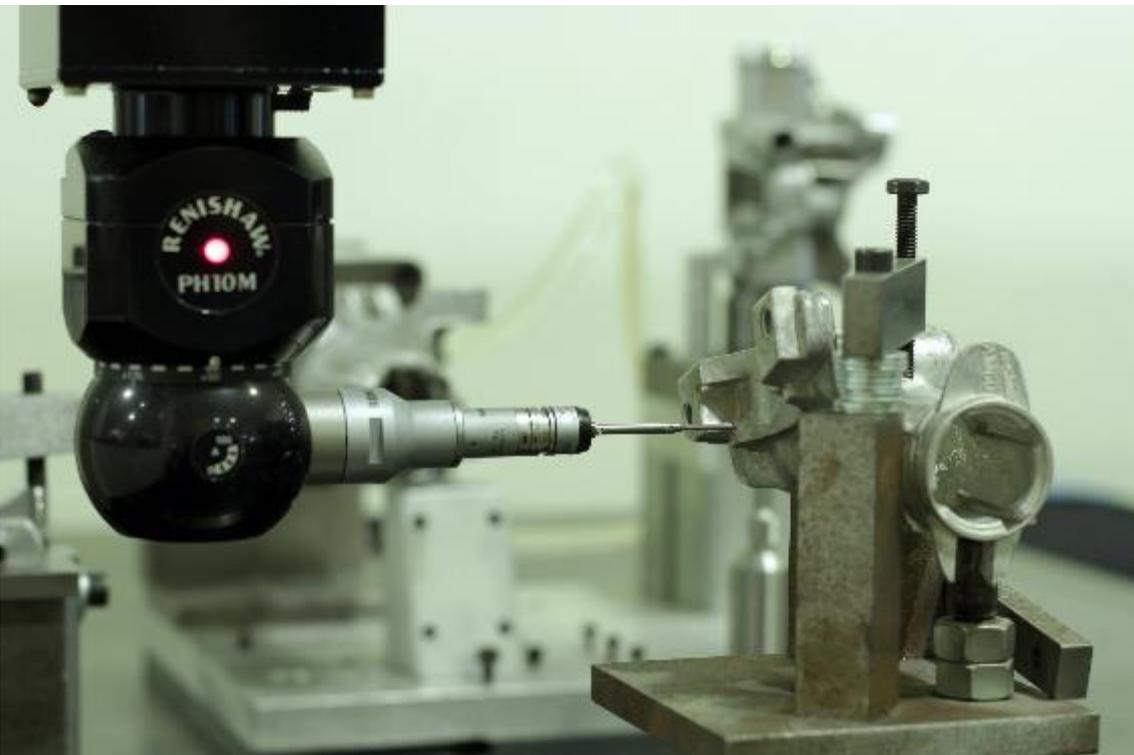
Fuente: Website de Grupo Aluminios de Precisión S.L. (2021).

### Anexo C. Software para la modelización y simulación



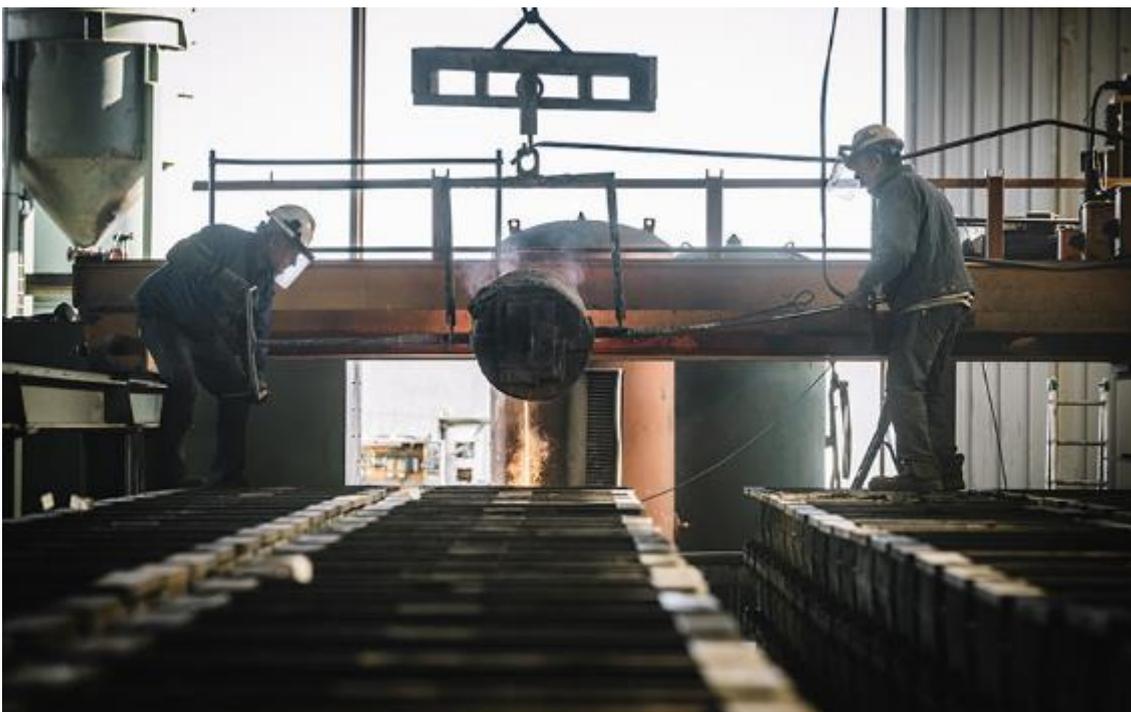
Fuente: *Website de Magnesio y Metal, SL.* (2021).

### Anexo D. Máquina de transferencia automatizada



Fuente: *Website de Magnesio y Metal, SL.* (2021).

## Anexo E. Diferentes maquinarias automatizadas (mecanización)



Fuente: *Website* de Fundiciones Arias S.L. (2021).