

Plataforma Tecnológica Española de Fabricación Avanzada



**MANU-KET**

# **AGENDA DE PRIORIDADES ESTRATÉGICAS DE I+D+i**

2022



# CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO	4
2. FACTORES Y DRIVERS QUE AFECTAN A LA INDUSTRIA MANUFACTURERA ESPAÑOLA. TENDENCIAS 2030.	5
2.1 Cambios demográficos: incremento de la clase media, urbana y envejecida	
2.2 Progreso y adopción acelerada de las tecnologías de Fabricación	
2.3 Nuevas preferencias de los consumidores y concienciación medioambiental	
2.4 Acceso global al conocimiento	
2.5 Escasez de recursos naturales	
2.6 Productos, procesos y cadenas de valor de mayor complejidad	
3. VISIÓN Y OBJETIVOS	14
4. PRIORIDADES ESTRATÉGICAS	16
4.1 Cadenas de valor y Fábricas excelentes, adaptativas e inteligentes	
4.1.1. Fabricación correcta “a la primera” de forma escalable, reconfigurable y flexible	
4.1.2 Procesos de fabricación de alta productividad para productos inteligentes y complejos	
4.1.3 Sistemas de Fabricación con cero defectos y cero paradas, incluyendo mecatrónica avanzada, métodos de predicción de la calidad e inspección no destructiva	
4.1.4 Inteligencia artificial para cadenas de fabricación productivas, excelentes, robustas y ágiles	
4.1.5 5G como soporte a fábricas inteligentes en cadenas de valor dinámicas	
4.2 Economía circular e impacto medioambiental nulo	
4.2.1 Fabricación ultra-eficiente, baja en energía y neutral en carbono	
4.2.2 Tecnologías de desfabricación, remanufactura y reciclado para economía circular	
4.2.3 Ingeniería de ciclo de vida virtual, de principio a fin, desde producto a líneas de producción, fábricas y redes	
4.2.4 Plataformas y gestión de datos digital para gestión de ciclo de vida de productos y sistemas de producción circulares	
4.2.5 Transparencia, confiabilidad e integridad de los datos a lo largo del ciclo de vida del producto y la fabricación	



### 4.3 Ingeniería de producto y producción integrada

4.3.1 Ingeniería de producto-servicio colaborativa para cadenas de valor orientadas a cliente

4.3.2 Fabricación con materiales nuevos y sustitutos

4.3.3 Procesos y aproximaciones de fabricación cercanas al cliente o consumidor

4.3.4 Gestión de comunicaciones seguras para fabricas inteligentes en cadenas de valor dinámicas

4.3.5 Capacidades en mantenimiento predictivo y logística del futuro

### 4.4 Innovación en la fabricación centrada en la persona

4.4.1 Mejora de la interacción humano-dispositivo empleando realidad aumentada y virtual y gemelos digitales

4.4.2 Plataformas y herramientas de ingeniería digitales para apoyar la creatividad y productividad en procesos de desarrollo

4.4.3 Innovación en fabricación y gestión del cambio

4.4.4 Validación de tecnologías y vías de migración hacia el desarrollo industrial de tecnologías de fabricación avanzadas por PYME

## 5. IMPACTOS ESPERADOS EN LA INDUSTRIA Y EN LA SOCIEDAD

36

5.1 Impacto en el empleo

5.2 Impacto en la competitividad y la sostenibilidad

5.3 Impacto social

5.4 Impacto medioambiental

5.5 Impacto en el potencial de innovación e investigación español



## 1. Resumen ejecutivo

La fabricación actual ha dejado de ser simplemente la manufactura de productos físicos. Los cambios en la demanda de los clientes, la naturaleza de los productos, el impacto medioambiental, los recursos de materias primas y energéticos y el impacto económico en la cadena de producción han provocado un cambio radical en la forma de hacer negocios de las empresas manufactureras. Los clientes demandan personalización y dicha individualización provoca que la relación entre cliente y fabricante sea cada vez más cercana.

La adición de sensores y conectividad en los productos convierte a éstos de “pasivos” a productos inteligentes, interconectados y con servicios asociados de alto valor añadido, lo que favorece la fidelización de los clientes en último término. Del mismo modo en que las tecnologías continúan avanzando, las barreras para la entrada, comercialización y aprendizaje tecnológico están desapareciendo, promoviendo que empresas pequeñas adopten modelos de fabricación innovadores -fabricación local distribuida a pequeña escala, conectando diferentes ecosistemas y facilitando una fabricación ágil.

Con sus aproximadamente 20 sectores industriales, la Fabricación Avanzada constituye la espina dorsal de la economía internacional y de muchos países de la Unión Europea, entre ellos España. El descenso de la actividad inmobiliaria y de construcción en España junto a la irrupción de países de bajo coste, han motivado que la industria manufacturera se constituya como motor de la economía nacional, contribuyendo como ningún otro sector a fortalecer la “Marca España” en el contexto de una economía globalizada.

Son muchas las Comunidades Autónomas que han identificado directamente las Tecnologías de Fabricación Avanzada (bienes de equipo, procesos, periféricos) dentro de sus Estrategias de Especialización Inteligente RIS3. Otras CCAA han optado por identificar sectores industriales

(aeronáutica, automoción, bienes de consumo, ferrocarril), en los cuales, si bien la fabricación avanzada no es el fin último, tiene un alto impacto en el marco de la competitividad de las empresas, el coste económico o el impacto medioambiental.

Conceptos tan en boga como el Internet de las Cosas, los Sistemas Ciber-físicos, la inteligencia artificial, los cobots o la computación en la nube han pasado a ser moneda de uso común en el diseño y desarrollo de nuevos productos y servicios y en el proceso de digitalización de los sistemas de fabricación.

Las inversiones en I+D+i son solo relevantes desde el punto de vista económico y social si son capaces de generar valor para las empresas y la sociedad, a través de la creación y explotación de nuevos productos, servicios, modelos de negocio y procesos, el desarrollo de nuevo conocimiento y habilidades o la generación de nuevos y mejores puestos de trabajo.

Este documento tiene por objeto responder a estas necesidades, identificando las áreas de desarrollo tecnológico más acuciantes para el sector manufacturero español, las deficiencias del actual ecosistema, los retos y oportunidades y el impacto que la adopción de estas tecnologías pudiera tener en el tejido manufacturero español.

Esta Agenda de Prioridades Estratégicas que tiene en sus manos, ha sido el fruto de un proceso de reflexión realizado en el marco de la Plataforma Española de Fabricación Avanzada MANU-KET, en el cual han participado actores relevantes de los tres vértices del triángulo del conocimiento: investigación, universidad y empresa, aportando la visión de los retos estratégicos identificados en cinco sectores industriales de alto impacto en la economía española: Bienes de Equipo, Aeronáutica, Automoción, Ferrocarril y Bienes de Consumo.

**Patricia Tamés**  
*Secretaría técnica MANU-KET*

**Joseba Bilbatua**  
*Secretaría técnica MANU-KET*

## 2. Factores y drivers que afectan a la industria manufacturera española. Tendencias 2030.

Actualmente nos encontramos inmersos en una revolución industrial global que nos traerá nuevos retos y oportunidades. El progreso tecnológico crece de forma exponencial y está provocando que el panorama industrial, social y competitivo cambie más rápido que nunca, resultando en desarrollos científico y tecnológicos sin precedentes. Se esperan también cambios disruptivos debidos a los retos demográficos y a la digitalización de la industria y de la sociedad. Hay factores adicionales que están configurando la sociedad y que están relacionados con la falta de recursos naturales y la escasez de materias primas, el aumento de la demanda por parte de los consumidores y la mayor preocupación por el impacto medioambiental.

Con vistas a definir la visión de la Plataforma de Fabricación Avanzada 2030, España necesita ser consciente de las transformaciones estructurales y de largo plazo, incluyendo la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por las Naciones Unidas, que están teniendo lugar y que cambiarán el mundo en el corto/medio plazo.

La siguiente imagen muestra las tendencias y aspectos más relevantes para el futuro de la fabricación en España:



### 2.1 Cambios demográficos: incremento de la clase media, urbana y envejecida

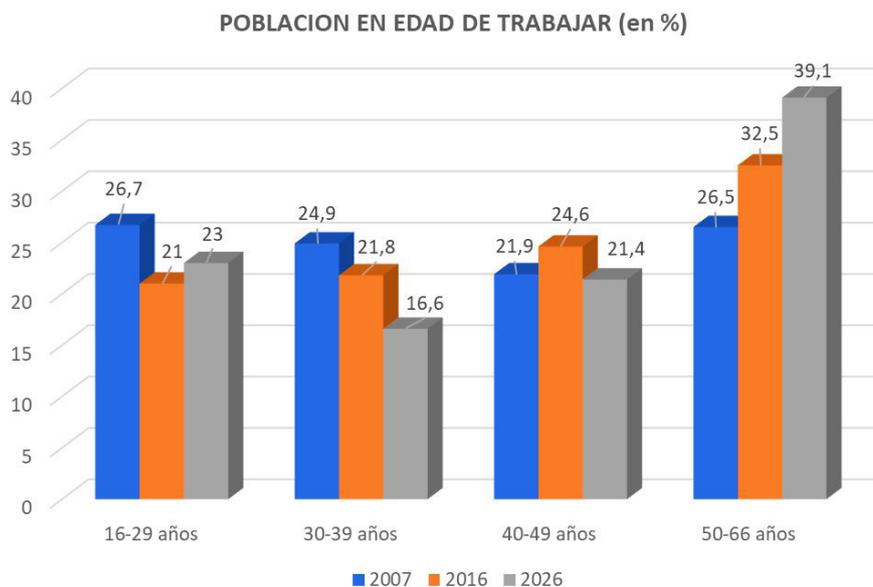
Los patrones tradicionales de interacción económica y social están siendo afectados por desarrollos globales, tales como los cambios en el poder económico global, el proteccionismo creciente, el cuestionamiento del multilateralismo o el cambio climático. Hoy más que nunca Europa, y España en ella, debe adoptar una postura positiva que mire a largo plazo, actuando con rol de líder e influenciando el desarrollo global de la industria manufacturera en la dirección adecuada.

#### RETOS

- **Cambios en el poder económico global:** China está incrementando su presencia en las cadenas de valor globales y se espera que sea la mayor economía mundial en 2050, seguida por EEUU y por India. La globalización está siendo dirigida cada vez más por nuevos actores con diferentes valores y modelos económicos y con una interferencia cada vez mayor por parte de la política y los estados.



- Cambios de los marcos políticos, los mercados y las preferencias del cliente inducen a su vez **cambios estructurales en las cadenas de fabricación** (por ejemplo, el paso a la electromovilidad en el caso del sector de automoción; los objetivos de mayor reutilización, aprovechamiento de la materia prima y la energía. etc.).
- **Débil inversión y comercio** debido al proteccionismo, las crecientes barreras al comercio y las tensiones ligadas al debilitamiento de los sistemas multilaterales.
- **Otras regiones** del mundo (China, Canadá, Corea del Sur, USA,...) están invirtiendo fuertemente en programas de apoyo a la fabricación.
- **Fragmentación del Mercado Único**, lo que es un obstáculo para Europa y España para operar como un actor continental en el panorama internacional.
- **Insuficiente gasto en I+D e Innovación**: España no invierte lo suficiente para financiar innovación disruptiva e incremental que contribuya a posicionarnos como líderes de conocimiento y que pueda contribuir posteriormente a la fabricación de productos y servicios innovadores y sostenibles.



## OPORTUNIDADES PARA ESPAÑA

- **El acceso a nuevos mercados con rápido crecimiento** es una oportunidad para las empresas españolas, incluyendo PYMES, para beneficiarse de la globalización. Apoyándose en la excelencia de la investigación científica y como uno de los líderes en exportación de productos fabricados, España puede y debe mejorar su posicionamiento como líder en productos y servicios sostenibles e innovadores a nivel mundial.
- **Una clase media creciente en China y en otras regiones** abrirá nuevos mercados para los productos y los servicios españoles.
- **Mayor demanda de un nuevo modelo industrial** por parte de otros países y regiones. España podría “exportar” su modelo industrial y las empresas españolas podrían abrir nuevos mercados en dichos países.
- La **escasez de personal cualificado** y el **envejecimiento de la fuerza laboral**, brindará la oportunidad de **reforzar el papel de la mujer** en el entorno industrial y la atracción de talento y nuevos perfiles.

## 2.2 Progreso y adopción acelerada de las tecnologías de fabricación

La innovación es un vector esencial y una condición ineludible para la productividad y el progreso económico que beneficia a los consumidores, la economía y la sociedad en su conjunto. La innovación ocurre generalmente a pequeña escala, por ejemplo, cuando una nueva tecnología se aplica por primera vez dentro de la empresa que la ha desarrollado. Sin embargo, el mayor beneficio ocurre cuando la innovación se extiende a otras empresas y a comunidades más grandes a través de la cadena de valor, llegando finalmente al conjunto de la economía.

La servitización, entendida como el proceso de dotar de uno o más servicios a un producto, es un símbolo más de la nueva revolución industrial, avivado por elementos facilitadores, tales como el big data y las tecnologías digitales, como por ejemplo, la inteligencia artificial y la robótica, así como las innovaciones en hardware y materiales avanzados, fotónica o procesos de fabricación no convencionales.

### RETOS

- **Lento despliegue de las nuevas tecnologías** en la mayoría de las PYMES, debido principalmente a la falta de personal capacitado, el bajo nivel de apoyo a la inversión y la no existencia de planes de gestión de riesgos.
- **Insuficiente explotación de los resultados de proyectos de I+D en forma de productos y servicios comercializables** que sean competitivos en un entorno global, principalmente alrededor de las tecnologías facilitadoras.
- **Riesgo de fractura de innovación entre regiones** debido al diferente nivel de digitalización y de adopción de nuevas tecnologías.
- Concienciación de los **riesgos de seguridad general, educación y comprensión de las vulnerabilidades** de la industria y la sociedad relacionadas con la digitalización.
- **Inversión insuficiente en infraestructura:** la transición energética hacia la descarbonización necesita una adaptación de las infraestructuras y redes energéticas. España necesita asimismo una infraestructura industrial digital (banda ancha fija y móvil) que esté disponible de forma ubicua, incluyendo áreas rurales, alta velocidad y seguridad.





## OPORTUNIDADES PARA ESPAÑA

- **Promoción en la investigación y el desarrollo de componentes** para ganar independencia estratégica por parte de los proveedores extranjeros.
- Modernización de **sectores más tradicionales**, especialmente la fabricación, y creación de nuevas oportunidades para toda la economía permitiendo que las empresas, sobre todo las PYMES, accedan a las nuevas tecnologías y el big data (proporcionando la necesaria infraestructura física y digital), y apoyando su implementación y uso.
- **Desarrollo e implementación de la 4ª Revolución Industrial**, caracterizada por las nuevas tecnologías tales como la digitalización, la inteligencia distribuida (artificial y humana), el uso óptimo de la información o la integración de los mundos físico y virtual (Gemelos Digitales).
- La rápida transición hacia **sistemas autónomos inteligentes y el mayor uso de la Inteligencia Artificial** está cambiando profundamente la interacción entre los seres humanos y las máquinas. La industria española está en el proceso de integrar estas nuevas tecnologías, necesarias para seguir siendo competitivas y para responder a los desafíos sociales.
- **Innovación en materiales y biotecnología**, de forma que los futuros productos sean más eficientes, multifuncionales, reciclables y que contribuyan a atenuar el problema de la disminución de los recursos naturales.
- **Desarrollo de nuevos modelos de negocio y redes de trabajo globales**, que darán lugar a servicios novedosos asociados a los productos y los equipos y que cubrirán el total del ciclo de vida de los mismos.
- Hay **nuevas tecnologías disponibles y asequibles** que no lo estaban hace unos años (al menos con el mismo nivel de madurez). Ofrecen inmensas oportunidades que aceleran la innovación y la transformación. Estas nuevas tecnologías (ya sean digital o física/material) necesitan encontrar su camino en la empresa actual.
- La **modernización** del entorno industrial potenciará la **atracción de nuevos talentos/jóvenes** (STEM).

### 2.3 Nuevas preferencias de los consumidores y concienciación medioambiental

Cómo la industria en general y la manufacturera en particular, debe abordar la amenaza del cambio climático, es un punto clave en las agendas políticas nacionales, europeas e internacionales. El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático puesto en marcha en 2018 por las Naciones Unidas, mostró en su informe final la urgencia por limitar el calentamiento global en 1.5 °C. La industria de fabricación española debe jugar un papel clave en la contribución a limitar el calentamiento climático.

#### RETOS

- El **cambio climático** es una realidad y hay consenso en la sociedad de que hay que abordarlo. La sociedad y los responsables políticos europeos exigen un impacto medioambiental mínimo (cero) de las actividades manufactureras, lo que insta a las empresas europeas a acelerar la investigación, la innovación y las inversiones en tecnologías de fabricación de bajo impacto medioambiental. Muchas empresas españolas se enfrentan al reto de, primero, conocer y medir el impacto medioambiental de sus procesos de fabricación y segundo, poner en marcha las tecnologías de fabricación que minimicen dicho impacto.
- **Descarbonización de la industria**, al mismo tiempo se incrementa la competitividad. La industria debe hacer que sus tecnologías, productos, servicios y procesos sean neutrales en



relación al clima sin repercutir en la competitividad de las empresas. Esta transición a largo plazo requiere fuertes compromisos económicos, sociales y políticos, así como un alto nivel de inversiones.

- Puesta en marcha de medidas que faciliten **la transición de sectores con alto riesgo por la descarbonización**, como son por ejemplo las industrias intensivas en energía, quienes tienen que reducir sus emisiones de gases contaminantes y competir con otros agentes a nivel global que no están sometidos a estas restricciones.
- Mientras que las políticas de economía circular se están promoviendo como modelos para reconciliar la economía con la eficiencia de recursos, **España está aún lejos de alcanzar la eficiencia óptima en el consumo de recursos**, para lo cual la tecnología y la innovación jugarán un papel decisivo en poder hacer más con menos.
- El **precio competitivo de la energía y el suministro energético** en España en comparación con sus principales competidores continuará siendo un aspecto decisivo para la competitividad de la industria manufacturera española.
- Las **políticas de clima, energía, materias primas y bio-economía** son consideradas áreas esenciales para el futuro de la industria española en cuanto a retos y oportunidades. Dichas áreas tienen que ir de la mano con las políticas industriales y con el diálogo social en lo que a la reducción de emisiones y otras políticas medioambientales suponen en términos de coste, beneficios y cambios en el comportamiento.





## OPORTUNIDADES PARA ESPAÑA

- **España está muy bien posicionada en términos de economía circular y eficiencia energética.** Los sectores que permiten la transformación hacia una economía baja en carbono, como el tecnológico, maquinaria, materiales, electrónica, etc.. pueden beneficiarse de políticas bien definidas y las medidas de acompañamiento apropiadas, dotadas del marco legal e incentivos eficientes.
- **Nuevas tecnologías de fabricación ecoeficientes y nuevos sistemas industriales** desarrollados en España, pueden acelerar de forma sustancial el camino hacia la recuperación climática.
- España debe proveer las **condiciones y tecnologías para el desarrollo de una movilidad sostenible**, basada en las energías renovables, los materiales avanzados, los sistemas de almacenamiento energético y el servicio al usuario, y siendo además una opción económicamente viable.
- Hoy en día, los recursos naturales y la energía deben importarse del extranjero; muchos componentes críticos también. El concepto de abastecimiento local/regional/nacional es más importante que antes; también debido a la inseguridad con respecto a las relaciones comerciales abiertas. Hay un deseo en España de **asegurar y mantener la soberanía tecnológica** y ser menos dependiente de las importaciones; y no depender de Infraestructura IT extranjera.

## 2.4 Acceso global al conocimiento

Los recursos intangibles estratégicos de las empresas constituyen en muchos casos la base esencial de la ventaja competitiva de las mismas. En un futuro cercano, el acceso, gestión y aplicación de información avanzada en la cadena de valor ayudará a la creación de ecosistemas de empresas en los que colaboren activamente los proveedores con los fabricantes y los clientes finales.

Las nuevas tecnologías de fabricación, en las cuales la digitalización y el uso intensivo de la información juegan un papel protagonista, deben ser accesibles a todos los agentes de la cadena de valor, especialmente a las pequeñas y medianas empresas, como medio para mejorar su visibilidad, competitividad y posicionamiento en el mercado.

### RETOS

- Promover el **intercambio de información entre agentes de la cadena de valor**, protegiendo y asegurando la confidencialidad de los datos, la propiedad intelectual y la interoperabilidad entre sistemas.
- Promover el **desarrollo de estándares que contribuyan a la interoperabilidad de los datos y la conectividad de las máquinas y los equipos**, basados en “asset administration shells” (capa para la administración de activos de fabricación) y en estándares internacionales para la gestión y comunicación de equipos y procesos (UMATI, RAMI4.0,...).
- Facilitar la **formación de personal de las empresas en tecnologías relacionadas con la digitalización**, de forma que se promueva el uso y el desarrollo de herramientas personalizadas a las necesidades de digitalización de las empresas y los sectores, sobre todo de las pequeñas y medianas empresas.

## OPORTUNIDADES PARA ESPAÑA

- El desarrollo de los **Digital Innovation Hubs**, promovidos por la Comisión Europea a nivel regional y nacional, pueden ser la vía para que las empresas y start-ups puedan acceder a la

infraestructura y medios alrededor de las tecnologías de digitalización, contando con el apoyo técnico y financiero.

- Los programas de digitalización puestos en marcha por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo bajo el programa “**Industria Conectada 4.0**”, que han permitido diagnosticar a cientos de pequeñas y medianas empresas, qué necesidades tienen alrededor de las tecnologías de digitalización y la industria 4.0.



## 2.5 Escasez de recursos naturales

Las materias primas y los recursos naturales son esenciales para asegurar la transición hacia las tecnologías de bajo impacto y la energía verde, asegurar el crecimiento social, el consumo sostenible o el acceso a tecnologías limpias y eficientes. Tanto Europa como España son altamente dependientes de las materias primas importadas, con el fin de asegurar la competitividad de las industrias de fabricación y acelerar la transición hacia una sociedad sostenible y eficiente en el consumo de recursos.

La sostenibilidad en cuanto al consumo de recursos se conseguirá a través de la integración del conocimiento existente en la industrial, los centros de investigación y las universidades, apoyando la creación de ecosistemas en los que participen todos los agentes de la cadena de valor.

La visión de MANU-KET es un país construido sobre una fortaleza industrial basada en el uso y suministro seguro, eficiente y sostenible de materias primas, en los que los procesos innovadores de fabricación cubran todas las etapas de la cadena, desde la concepción sostenible del producto, su fabricación, ensamblaje, vida útil y futuro reciclaje.

Especial énfasis se debe hacer en el incremento del capital humano con conocimiento sobre las tecnologías de optimización en el consumo de recursos naturales, tales como el ecodiseño, la economía circular, la reutilización, el reciclaje, la re-fabricación, desensamblaje, etc.

### RETOS

- El desarrollo de conceptos de **fabricación con cero defectos, fabricación correcta a la primera o con una alta repetibilidad**, contribuirán sin duda alguna a un menor consumo de materia prima, energía, agua, etc.
- El **eco-diseño de productos con la visión de su futuro reciclaje y/o reutilización**, la facilidad de su desensamblado o la recuperación de los materiales utilizados en su fabricación, contribuirá a optimizar el consumo de recursos sobre todo de los materiales considerados como críticos.



- La posibilidad de **llegar a toda la cadena de valor** contribuirá también a concienciar a todos los agentes implicados y a tener una trazabilidad sobre el potencial impacto medioambiental que tiene cada uno de los eslabones del proceso de fabricación.
- Conseguir una **fabricación cercana a las cero emisiones, incluyendo el ruido y las vibraciones**, a través de la monitorización y el control de los parámetros críticos de los procesos, así como a la introducción de elementos activos y pasivos para la minimización de estos efectos negativos.
- La introducción de **nuevos procesos de fabricación** (imprimación 3D, fabricación aditiva, materiales híbridos,...) puede contribuir a reducir el consumo de energía y materia prima en la producción de series medias-cortas de componentes de alto valor añadido.



## OPORTUNIDADES PARA ESPAÑA

- El **impulso a la economía circular** en España y Europa está en claro progreso y se va a mantener a lo largo de los próximos años, con lo que se contará tanto con el apoyo público como con la iniciativa privada para la puesta en marcha de procesos medioambientalmente más amigables, el ecodiseño de productos y la recuperación/reuso/remanufactura de materiales y equipos.
- La posibilidad de reutilizar materiales de desecho en la elaboración de nuevos productos abre la puerta al **desarrollo de modelos de negocio alrededor de la simbiosis industrial**, en los que no solo se optimice el uso del material, sino también la logística en la interacción entre los diferentes agentes.
- Los fabricantes de equipos productivos (máquina herramienta y bienes de equipo) incluyen numerosos **sensores y sistemas de adquisición de información**, de forma que es posible realizar una monitorización en tiempo real de los procesos de fabricación. Asimismo, existe hoy en día una gran capacidad de manejar, tratar y filtrar grandes volúmenes de información.
- **La simulación y la modelización de los procesos y equipos de fabricación** está muy avanzada, contando España con agentes relevantes en estas áreas a nivel internacional. Esta capacidad permite seleccionar a priori los parámetros de los procesos de fabricación más adecuados, de forma que se consuma el mínimo de energía posible, manteniendo ratios de producción y tiempos de fabricación en valores apropiados.

## 2.6 Productos, procesos y cadenas de valor de mayor complejidad

La generación de productos complejos, con más funciones y propiedades avanzadas, requiere el uso de materiales avanzados y de procesos capaces de aportar dichas funcionalidades a partir de modificar por ejemplo las características superficiales de los productos, haciendo estos más resistentes a las inclemencias, al paso del tiempo, a la temperatura, presión, esfuerzos mecánicos o simplemente dotándoles de una estética avanzada.

La integración de tecnologías de fabricación no convencionales (por ejemplo láser, chorro de agua a alta presión, electroerosión, mecanizado por ultrasonidos, fabricación aditiva,...) facilitará el desarrollo de productos con esa complejidad avanzada.

Asimismo, avances tales como poder dotar de inteligencia a los productos a través de la inclusión de sensores y actuadores en los mismos, permitirá personalizar las propiedades en función de las necesidades.

Sin embargo, queda desarrollar con mayor profundidad cómo podrán interactuar diferentes agentes de la cadena de valor en la fabricación de estos componentes complejos, en los que sea necesario ir trasladando la información entre las diferentes etapas de la cadena de fabricación.

### RETOS

- La **complejidad de las cadenas de valor de empresas industriales** está aumentando de forma continuada, por lo que se precisan logísticas avanzadas con mínimos costes de almacenamiento y una capacidad de intercambio de información entre los diferentes agentes.
- Es necesario **desarrollar e implementar capacidades de impresión 3D**, tratamientos posibilidad de dotar de inteligencia a los productos a través de la inclusión de sensores y capacidad de procesamiento de dicha información (Edge computing).
- Desarrollo de **modelos de simulación y modelización avanzados** que puedan predecir el comportamiento de materiales, recubrimientos, tratamientos superficiales, etc. a lo largo de su ciclo de vida.





## OPORTUNIDADES PARA ESPAÑA

- Muchos fabricantes pierden competitividad ya que sus productos se quedan obsoletos respecto a las nuevas necesidades de entornos de trabajo más exigentes. La posibilidad de aportar **funcionalidades avanzadas con un coste razonable** contribuirá a la mejora de su competitividad, especialmente el de las pequeñas y medianas empresas.
- España cuenta con un **tejido de centros de investigación y universidades** con amplia capacidad e infraestructura en tecnologías de fabricación y materiales avanzados, que pueden contribuir de forma efectiva a la mejora competitiva de las empresas, probar y validar nuevos procesos y materiales, desarrollar pilotos y promover la participación de las empresas en proyectos de investigación, tanto nacionales como internacio

## 3. Visión y objetivos

La comunidad manufacturera española ha adoptado siempre planteamientos orientados a cubrir cuatro aspectos esenciales en cuanto al impacto de la fabricación en España: la competitividad, el medioambiente, la sostenibilidad social y la posibilidad de generar la capacidad para fabricar los productos del futuro.

### Objetivo 1: COMPETITIVIDAD

La competitividad está en la cúspide de las prioridades de la plataforma MANU-KET, ya que cualquiera de los agentes de la plataforma, tanto las universidades, los centros tecnológicos o los actores industriales, están sujetos a la necesidad de mejorar y desarrollar la excelencia.

Esta necesidad obliga a producir bienes de alta calidad, de forma eficiente tanto en coste como en recursos, siendo a la vez extremadamente responsable en cuanto al mercado y a las necesidades de los clientes. Adicionalmente, se tiene que marcar una diferencia respecto al estado del arte, por lo que se deben generar soluciones innovadoras respecto al estado del arte. Más que nunca, las empresas sólo pueden conseguir estos objetivos a través de la cooperación y la fuerte integración en redes de valor o de conocimiento o en ecosistemas.

### Objetivo 2: SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL Y CIRCULARIDAD COMPLETA

Recientes estudios relacionados con el cambio climático y el impacto de los residuos en los ecosistemas han incrementado la presión para mejorar la eficiencia energética y de los recursos en fabricación, incluyendo la necesidad para lograr una circularidad y un bajo impacto medioambiental. Las tecnologías energéticas y el procesado de los materiales permitirán el desarrollo integrado de soluciones que cubran el ciclo de vida completo de los productos. Esta visión completa permitirá también conectar sectores, disciplinas y ecosistemas.

### Objetivo 3: SOSTENIBILIDAD SOCIAL

En los últimos años, motivado por la rápida evolución de las tecnologías, se ha hecho patente la necesidad cada vez más perentoria de adecuar los conocimientos y las habilidades de los



trabajadores en tecnologías de fabricación. Las empresas están continuamente contrastando las necesidades de los trabajos del futuro y previendo sus retos y soluciones.

Mientras que la fabricación está en plena transformación hacia un trabajo basado en el conocimiento, las innovaciones del futuro deben tener presente cómo influirán en el trabajo de los operarios y cómo las nuevas tecnologías y las innovaciones sociales serán utilizadas por los trabajadores. Esta transición tecnológica requerirá que se redefinan las relaciones persona-máquina, así como la formación de personas con las habilidades y conocimientos oportunos.

#### **Objetivo 4: HABILIDAD PARA FABRICAR LOS PRODUCTOS DEL FUTURO**

La fabricación de productos innovadores, sostenibles y económicos solo es posible cuando las tecnologías de fabricación son fiables y rentables, asegurando una buena integración de las tecnologías clave, un escalado industrial rápido y una conformidad con los requisitos sociales. En el futuro, los productos -incluidas las máquinas y los componentes- tendrán que cumplir requerimientos crecientes en cuanto a personalización, flexibilidad, transparencia e impacto medioambiental.

Será necesario poner mucha atención a las relaciones que se generen entre el material y el producto a fabricar, así como con el proceso utilizado en la producción. Deberá existir una alta interacción entre el producto y el proceso en el corto plazo (con conceptos tales como “diseño orientado a la fabricación”), así como a la anticipación a las necesidades a largo plazo que se puedan detectar por parte de los sectores industriales.

#### **Objetivo 5: COOPERACION A NIVEL REGIONAL/NACIONAL**

Las empresas manufactureras afrontan generalmente la inversión en I+D de forma solitaria. Sin embargo, es cada vez más necesaria un apoyo público tanto a nivel nacional como regional. MANU-KET contribuirá a una mejor coordinación y cooperación entre las diferentes iniciativas españolas alrededor de la fabricación, generando una economía de escala que las iniciativas regionales solas no pueden alcanzar.



## 4. Prioridades estratégicas

Para dar respuesta a los retos anteriormente descritos, la plataforma tecnológica MANU-KET ha identificado 4 grandes Prioridades Estratégicas para el desarrollo de la fabricación en España con un horizonte en 2030:



En cada una de las Prioridades Estratégicas se han identificado los ámbitos y tecnologías de mayor interés, así como las tecnologías facilitadoras y el posible impacto.

### 4.1 Cadenas de valor y Fábricas excelentes, adaptativas e inteligentes

#### 4.1.1 Fabricación correcta “a la primera” de forma escalable, reconfigurable y flexible

Una fabricación excelente y responsable combina velocidad, precisión, calidad y fiabilidad con flexibilidad y agilidad. Las empresas manufactureras necesitan producir desde lotes muy pequeños a grandes volúmenes y hay una necesidad creciente de escalar rápidamente de lotes pequeños a grandes series, manteniendo la calidad requerida.

La producción libre de errores, sin el desperdicio de materiales, energía, tiempo y recursos que supone la fabricación de piezas defectuosas, se impone como aspecto crítico en la competitividad del tejido manufacturero español, sobre todo en el caso de las pequeñas y medianas empresas pertenecientes a sectores maduros.

#### FACILITADORES

- Manipulación inteligente y autónoma, tecnologías de robótica, ensamblado y logística
- Sistemas, dispositivos y componentes mecatrónicos inteligentes que mejoren la precisión de la máquina y los componentes clave.
- Tecnologías de procesamiento de materiales inteligentes y con funcionalidades avanzadas



- Sistemas de modelizado y simulación basados en gemelos digitales que cubran desde el procesamiento de los materiales hasta el sistema de fabricación (soportando incluso el comisionado y la aceptación virtual de los equipos), incluyendo los modelos de simulación híbridos basados en el conocimiento científico (leyes físicas) y los datos/conocimiento contextual (Inteligencia Artificial).
- Tecnologías de comunicación en tiempo real robustas y seguras, con arquitecturas de control distribuidas.
- Arquitecturas interoperables (tipo OPC-UA, etc.) que faciliten la interconexión entre diferentes dispositivos, equipos, sistemas de inspección, sensores, actuadores, automatismos, etc.
- Monitorización de equipos in-situ en tiempo real.
- Adquisición de datos, analítica, inteligencia artificial, computación de borde y en la nube orientada a una alta predictibilidad y repetibilidad.
- Capacidad de escalar los desarrollos a diferentes productos, procesos, materiales y complejidad de las operaciones.

### **IMPACTO**

- Competitividad de las PYMES y grandes empresas industriales al minimizar el número de piezas defectuosas y el consiguiente impacto en el coste, derivado de un menor consumo de materias primas y energía.
- Personalización de los diseños acorde a las necesidades de cada sector, a través de modelos de comportamiento y simulaciones que aporten sostenibilidad al proceso.
- Acceso rápido al mercado, al poder dar soluciones personalizadas a gran escala y en el menor tiempo posible.

#### **4.1.2 Procesos de fabricación de alta productividad para productos inteligentes y complejos**

La necesidad de controlar el comportamiento y rendimiento de los productos a lo largo de todo su ciclo de vida, con el fin de determinar si son reutilizables en la cadena de valor, obligará a introducir sensores, sistemas de comunicación, actuadores, sistemas de control y monitorización, así como sistemas de provisión de energía que mantengan los productos inteligentes “activos” durante su ciclo de vida. Será necesario contemplar muchas de estas funcionalidades desde la etapa de diseño, con lo que los procesos de “Diseño orientado a la producción” o “Diseño orientado al fin de ciclo de vida” cobran importancia crítica.

### **FACILITADORES**

- Sensores inteligentes de tamaño reducido con capacidad de interoperar, comunicar, procesar información y de bajo consumo.
- Sistemas (líneas de producción y máquina herramienta) de alta productividad y repetibilidad.
- Sistemas, dispositivos y componentes mecatrónicos inteligentes.
- Máquinas inteligentes capaces de analizar y caracterizar el material entrante, los utillajes y las herramientas, la configuración de los equipos, las variaciones ambientales y su impacto en los parámetros de producto para poder producir piezas buenas el 100% del tiempo, sin una verificación off-line de máquina.



- Sistemas de apoyo y asistencia a la fabricación: láser, ultrasonidos, automatización, utillaje inteligente, control y monitorización, etc.

## IMPACTO

- Optimización del uso de los sistemas y componentes durante toda su vida útil, con la posibilidad de poder reintroducirlos en la cadena de valor.
- Desarrollo de plataformas digitales y soluciones para el intercambio de datos entre diferentes agentes de la cadena de valor.
- Despliegue de tecnologías de comunicación industrial seguras y robustas.
- Capacidad de procesar información de una forma descentralizada.

### 4.1.3 Sistemas de Fabricación con cero defectos y cero paradas, incluyendo mecatrónica avanzada, métodos de predicción de la calidad e inspección no destructiva

Disponer de sistemas de fabricación con cero defectos exige que tanto los procesos como los productos a fabricar estén totalmente definidos y caracterizados, sin ambigüedades. Asimismo, no es suficiente con que una fase se encuentre totalmente definida y monitorizada, sino que es necesario poder tener perfecto control sobre todas las fases de la cadena de fabricación. De esta forma será posible tener una trazabilidad completa del proceso y del efecto que los errores tengan aguas arriba y aguas debajo en la cadena de fabricación.

## FACILITADORES

- Tecnologías de procesado avanzadas e inteligentes.
- Soluciones de inspección no destructiva para la toma de datos críticos en tiempo real y sin afectar al proceso de fabricación.
- Simulación multivariable y multiproceso para determinar el impacto de diferentes parámetros y procesos implicados, las fuentes de error y su propagación a lo largo de la cadena de fabricación.
- Minería y análisis de datos para un uso intensivo de la información.
- Estandarización en el intercambio de datos.

## IMPACTO

- Aumento de la flexibilidad en los procesos de fabricación.
- Reducción de costes y tiempos de proceso.
- Optimización del consumo de energía y materia prima.
- Nuevos modelos de negocio basados en el concepto “la fabricación como servicio”.

### 4.1.4 Inteligencia artificial para cadenas de fabricación productivas, excelentes, robustas y ágiles

La prioridad estaría en poder disponer de empresas inteligentes, responsables y excelentes, que sitúen la fabricación española dentro de las más eficientes en términos de capacidad, consumos



de recursos o capacidad de adaptación a las necesidades del mercado. La inteligencia artificial abre la posibilidad de que las empresas españolas puedan ser más competitivas en el mercado global, a través de la adquisición, selección y aseguramiento de la calidad de la información contextual utilizada en sus procesos.

## **FACILITADORES**

- Sistemas para la adquisición de datos, filtrado, análisis de la información, incluyendo la inteligencia artificial, tanto en el borde (Edge computing) como en la nube (cloud computing).
- Automatización inteligente, control de calidad de productos y gestión del mantenimiento de equipos de producción.
- Plataformas digitales para la gestión y el intercambio seguro de los datos entre los diferentes miembros de la cadena de valor.
- Soluciones IA robustas, seguras y precisas que posibiliten trabajar con conjuntos de datos relativamente pequeños, utilizando conocimiento contextual y transferencia de los conceptos aprendidos.
- La simulación y el modelizado (gemelos digitales) que cubran desde el nivel de procesado de los materiales hasta el nivel de los sistemas de fabricación, incluyendo los modelos híbridos (conocimiento científico y datos contextuales).
- Sistemas mecatrónicos y componentes inteligentes con capacidad de interactuar entre ellos y con el entorno.
- Tecnologías de comunicación industrial en tiempo real robustas y seguras. Posibilidad de introducir tecnología 5G de comunicaciones en entornos industriales.

## **IMPACTO**

- Fabricación de los productos del futuro con funcionalidades y capacidades mejoradas.
- Competitividad, mantenimiento del liderazgo de las empresas españolas en ciertos ámbitos de la fabricación (tanto en procesos como en equipos y máquina herramienta).
- Mejora de la disponibilidad las máquinas y sistemas de fabricación (OEE) a partir de un control optimizado de los componentes críticos y de un mantenimiento predictivo de los componentes principales.
- Aumento de la productividad y nuevos modelos de negocio basados en servicios entre los miembros de la cadena de valor.
- Trazabilidad en el seguimiento de los productos y materias primas, desde su diseño, procesado, vida útil, desensamblado y futuro reciclado.

### **4.1.5 5G como soporte a fábricas inteligentes en cadenas de valor dinámicas**

La industria 4.0 combina las tecnologías operacionales, de información y comunicación con los sistemas ciber físicos, permitiendo una comunicación sin cables avanzada y el desarrollo de servicios basados en el internet industrial de las cosas.

La introducción de la tecnología 5G ha acelerado el desarrollo de la empresa del futuro. En estos entornos de fabricación del futuro, los sistemas conectados pueden monitorizar sus entornos e interoperar entre ellos, permitiendo la toma de decisiones de una forma descentralizada. Se



espera que la velocidad de transmisión de los datos en una red 5G sea hasta 25 veces más rápida que las actuales redes 4G y que se pueda reducir la latencia prácticamente a cero. De esta forma las redes 5G facilitarán las oportunidades para reforzar la conectividad y la digitalización, tanto en el interior de las propias empresas como a lo largo de su cadena de valor.

Se espera que la tecnología 5G sea el catalizador para el desarrollo de las capacidades de la robótica. La tecnología 5G utilizará capacidades de computación en el borde (Edge computing), con lo que los datos estarán más cerca de la fuente en la que se producen. Esta combinación de alta velocidad con amplio ancho de banda del 5G va a facilitar la creación de robots más pequeños, más baratos y sin ataduras. Con la automatización desarrollando ya cobots que lleven a cabo tareas peligrosas, la red 5G permitirá que estos robots sean más ágiles y tomen decisiones prácticamente en tiempo real.

## FACILITADORES

- Tecnologías de comunicación industrial en tiempo real robustas y seguras.
- Analítica de datos, inteligencia artificial y desarrollo de las plataformas digitales para la gestión y el intercambio de datos entre diferentes sistemas, tanto a nivel de empresa como en la cadena de fabricación.
- Uso intensivo de sistemas ciberfísicos, sensores y sistemas de automatización (robots y cobots).
- Conectividad masiva de multitud de dispositivos y automatización en tiempo real.

## IMPACTO

- Fabricación de los productos del futuro en cadenas de fabricación con una amplia conectividad y transferencia de información entre sus agentes.
- Mayor automatización y toma de decisiones en tiempo real gracias a la computación en el borde.
- Información más completa y ajustada a las necesidades de los operarios.

## 4.2 Economía circular e impacto medioambiental nulo

### 4.2.1 Fabricación ultra-eficiente, baja en energía y neutral en carbono

La reducción en el consumo de energía, mientras se favorece la utilización de energía renovable, es crucial ya que aproximadamente un tercio de la demanda de energía a nivel global y de las emisiones de CO<sup>2</sup> son atribuibles a los procesos de fabricación. El desarrollo de procesos de fabricación eficientes energéticamente o la posibilidad de recuperar energía (energy harvesting) en procesos intensivos energéticamente facilitará la consecución de estos objetivos.

#### FACILITADORES

- Redes de valor dinámicas y sostenibles, con la participación de los diferentes agentes (proveedores, fabricantes, usuarios finales) de forma que se optimice el consumo de materia prima y energía a lo largo de toda la cadena de valor.
- Modelos de simulación basados en gemelos digitales y que cubran desde el nivel de procesado de los materiales al nivel de las redes de valor y los sistemas de fabricación.
- Analítica de datos, inteligencia artificial y desarrollo de plataformas digitales para el intercambio y la gestión de los datos.
- Tecnologías de comunicación industrial en tiempo real, robustas y seguras, con arquitecturas de control distribuidas.
- Nuevas aproximaciones organizacionales y modelos de negocio, incluyendo aspectos regulatorios.
- Generación de energía renovable, almacenamiento energético y recuperación de energía que pueda contribuir a la disminución en el consumo de energía y a una transición hacia una economía más eficiente medioambientalmente.

#### IMPACTO

- Mejora de la competitividad de las empresas.
- Reducción de la huella medioambiental.
- Reducción de costes en procesos de fabricación de alta intensidad en el consumo de energía.

### 4.2.2 Tecnologías de desfabricación, remanufactura y reciclado para economía circular

El diseño de los productos orientado a su reutilización, reciclaje y refabricación ("Re-X") se está convirtiendo en una estrategia excelente para reducir el consumo de materia prima, energía y minimización de la huella medioambiental. Los productos remanufacturados pueden ahorrar hasta el 98% de las emisiones de CO<sup>2</sup> comparando con el equivalente a la fabricación de nuevos productos. Sin embargo, para su implementación se requiere el desarrollo de tecnologías de inspección, caracterización, tratamiento superficial y determinación de la vida remanente de los productos.

#### FACILITADORES

- Ingeniería paralela de producto e ingeniería de fabricación orientada a la remanufactura, el reciclaje y la reutilización.



- Redes de fabricación sostenibles (capaces de gestionar y comprender el impacto a lo largo del ciclo de vida de los productos).
- Tecnologías de desfabricación y reciclaje (reuso, desensamblaje, clasificación, reciclaje, trazabilidad, sensorización).
- Avances en tecnologías de producción de carácter general (producción basada en láser, tecnologías aditivas, nano y micro producción, inspección y visión de máquinas, machine learning, robótica y automatización).
- Tecnologías de procesamiento de materiales inteligentes y avanzadas (fabricación aditiva, ensamblaje, unión, conformado, funcionalización superficial, ...) que aseguren escalabilidad, asequibilidad y fiabilidad.
- Sistemas, dispositivos y componentes mecatrónicos inteligentes.
- Simulación y modelado (gemelos digitales) que cubran desde el nivel de procesamiento de materiales hasta el sistema de fabricación, la fábrica y la red de proveedores/clientes.
- Sensores innovadores, materiales con capacidad sensorial, visión de máquina.
- Inspección en línea.
- Mercados de materiales, componentes y productos secundarios.
- Nuevos enfoques empresariales y organizativos, incluidos vínculos con aspectos normativos como la propiedad de datos, la responsabilidad y la seguridad.
- Enfoques migratorios desde la situación hacia soluciones innovadoras.

## IMPACTO

- Medioambiente, reducción del impacto medioambiental.
- Competitividad, reducción del consumo de energía y materias primas. Imagen de marca.
- Fabricación de los productos del futuro.

### 4.2.3 Ingeniería de ciclo de vida virtual, de principio a fin, desde producto a líneas de producción, fábricas y redes

La combinación del análisis de ciclo de vida aplicado a los sistemas de producción (máquinas y equipos) y a los productos (materiales y procesos), permite tener una visión global del impacto medioambiental asociado a la producción, así como la percepción de los efectos que cambios en fases concretas de la cadena de fabricación tienen en otras fases tanto aguas arriba como aguas abajo. Este análisis de ciclo de vida se tiene que apoyar de forma intensa en simulaciones y modelizaciones, tanto de los sistemas de producción como de los procesos y la caracterización de los materiales.

## FACILITADORES

- Producto paralelo (gemelo virtual) e ingeniería de fabricación.
- Ingeniería virtual de ciclo de vida, desde el producto hasta las líneas de producción, fábricas y redes.
- Innovación centrada en la persona.



- Co-creación en redes nacionales de conocimiento y englobando representantes de diferentes sectores.
- Redes de fabricación simbióticas sostenibles (abordando el diseño orientado al final de la vida útil/reutilización/reciclaje)
- Acciones para la migración hacia soluciones innovadoras que contemplen la interoperabilidad en los flujos de producción utilizando la multietapa, multimaterial y multiproceso).
- Tecnologías de comunicación industrial robusta y segura
- Interoperabilidad en la integración de los datos
- Analítica de datos, inteligencia artificial y desarrollo de plataformas digitales para la gestión y el intercambio de los datos.
- Nuevas aproximaciones y modelos de negocio, incluyendo aspectos regulatorios tales como la propiedad, fiabilidad y seguridad.

### **IMPACTO**

- Trazabilidad de los productos a lo largo de toda la cadena de valor.
- Nuevos servicios generados a partir del intercambio de información entre los actores de la cadena de valor.
- Optimización de las fases más críticas del proceso de fabricación (en cuanto al consumo de energía y materia prima) sin penalización del resto de fases ni actores de la cadena.

#### **4.2.4 Plataformas y gestión de datos digital para gestión de ciclo de vida de productos y sistemas de producción circulares**

La introducción masiva de tecnologías digitales en todas las fases de los procesos de fabricación posibilitará novedades disruptivas para la industria, ya que impactará de manera transversal en toda la cadena de valor, incidiendo en una mayor eficiencia en el consumo de recursos energéticos y de materias primas. Sin embargo, la generación de grandes volúmenes de datos y sobre todo su gestión y almacenamiento a lo largo del tiempo y su intercambio entre diferentes actores, van a suponer retos a solventar si se quiere tener una transición completa hacia la transición digital de las industrias manufactureras españolas. Al mismo tiempo, será necesario articular la creación de nuevos servicios y capacidades en la reutilización de los productos, su desensamblado, análisis y recuperación.

### **FACILITADORES**

- La hibridación entre el entorno físico (dispositivos, maquinaria, instalaciones, etc.) y el digital (sistemas y subsistemas, esencialmente) en los procesos industriales mediante aplicación de TICs. Extensión del Internet Industrial de las cosas (IIoT) como clave para la digitalización de la industria y verdadera red de conexión entre entorno el real y virtual.
- Tecnologías de desfabricación y reciclaje orientadas a cubrir el ciclo de vida completo del producto.
- Nuevas aproximaciones a modelos de negocio y organización empresarial que provean de una segunda vida a los productos, valorizando los residuos, recuperando materiales críticos, etc.



- Plataformas seguras para la gestión, almacenamiento, compartición y análisis de la información asociada a cada producto y equipo (pasaporte digital), de forma que se cuente con la necesaria información para la toma de decisiones asociadas a su reintroducción en la cadena de valor.
- Sistemas de almacenamiento de información que puedan acompañar al producto a lo largo de su ciclo de vida, recojan la información y sean capaces de transmitirla cuando así sea requiera.
- Tecnologías para la inspección, limpieza, separación, desmontaje, tratamiento superficial y recuperación de productos y materiales.

## IMPACTO

- Gestión de información crítica asociada a los productos para la toma de decisiones en su futura reutilización, reciclaje, remanufactura.
- Identificación de nuevas oportunidades de negocio entre agentes de la cadena de valor.
- Valorización de residuos y segunda vida de productos.
- Desarrollo de nuevos servicios basados en el intercambio de datos y su explotación combinada a través de técnicas avanzadas de análisis e inteligencia descentralizada.

### 4.2.5 Transparencia, confiabilidad e integridad de los datos a lo largo del ciclo de vida del producto y la fabricación

Un aspecto clave en la creación de nuevos servicios y la colaboración entre agentes de la cadena de valor, será el aseguramiento de la inviolabilidad de los datos a lo largo del ciclo de vida del producto, de forma que se cuente con la información real y fidedigna que permita la toma de decisiones sobre la reintroducción de dicho producto/material en la cadena de valor.

## FACILITADORES

- Tecnologías de adquisición y almacenamiento de la información asociadas al producto.
- Desarrollo de tecnologías de blockchain para la creación de documentación inmutable asociada a la calidad y los datos de proceso en la fabricación de los productos.
- Capacidad de chequear y trazar la información de forma fácil, precisa y segura en cadenas de valor complejas y en la que participen diferentes agentes.
- Interconectividad entre los diferentes sistemas y equipos.
- Sistemas de estandarización en la adquisición, tratamiento y compartición de la información asociadas a los procesos y equipos de fabricación.

## IMPACTO

- Desarrollo de servicios asociados al uso de los equipos (Machine as a service), en los cuales se facture por el uso del equipamiento en vez de por su venta.
- Aplicación de tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje de máquina para la optimización en el uso y mantenimiento de los equipos de fabricación.
- Creación de contratos inteligentes (Smart Contracts) entre diferentes agentes de la cadena de valor.



- Apoyo a la pequeña y mediana empresa en la adquisición de estas tecnologías, sobre todo en los sectores manufactureros más tradicionales.

### **4.3 Ingeniería de producto y producción integrada**

#### **4.3.1 Ingeniería de producto-servicio colaborativa para cadenas de valor orientadas a cliente**

Considerado tradicionalmente como un objetivo de mercado, el cliente juega hoy en día un rol especial en las empresas de fabricación, tanto a nivel nacional como internacional. El cliente está hoy en día más informado, es más exigente y no duda a la hora de utilizar diferentes medios a su disposición para que sus demandas y necesidades se atiendan.

Es por este motivo que las empresas de fabricación del futuro tendrán que diseñar los productos y servicios con una clara vocación de atender las demandas de los usuarios o bien conseguir su fidelización. Por otra parte, las empresas que diseñan sus productos y/o servicios sin tener en cuenta al futuro usuario, corren el riesgo de generar productos no exitosos comercialmente hablando. La integración de los clientes se llevará a cabo a través de la identificación de requisitos durante la fase de diseño y la recogida de datos sobre la satisfacción del cliente durante la fase de uso, de forma que pueda rediseñarse el producto/servicio para cumplir las expectativas.

La necesidad de intercambiar información entre los diferentes agentes de la cadena de fabricación (proveedores, OEMs, logística, servicio...) exigirán mecanismos que aseguren la inviolabilidad y la confidencialidad de la información.

#### **FACILITADORES**

- Tecnologías para dotar a los productos de inteligencia: integración de componentes electrónicos por electrónica impresa.
- Inteligencia artificial y big data analytics.
- Estandarización en intercambio de datos heterogéneo (M2M). Uso de formatos y protocolos neutros. Modelos semánticos comunes.
- Cyber-Physical Systems (CPS). Integración horizontal y vertical de datos.
- Plataformas de colaboración e iteración. Cloud & Edge computing.
- Herramientas de simulación y modelado de sistemas (Digital Factory).
- Fabricación aditiva.
- Metodologías ágiles. Sistemas de producción reconfigurables y multifuncionales. MES/PLM/ERP.
- CAx: CAD/CAE/CAPP/CAM.
- Gemelo Digital. Automatización end-to-end.

#### **IMPACTO**

- Nuevas cadenas de suministro.
- Nuevos modelos de negocio entre agentes de la cadena de valor.
- Ajuste entre oferta y demanda. Reducción de stocks.
- Mayor personalización funcional y sostenible del producto.
- Ciclo de producto mejorado.



- Fabricación más eficiente en recursos, tiempo y de mejor calidad: Actualización continua del estado de fabricación de un producto en cada fase de producción desde el diseño hasta su fabricación y operación.
- Obtención del gemelo digital actualizado del componente que está siendo fabricado. Fabricación en lotes cortos y con continua reconfiguración de planta. Fabricación cero-defectos.
- Posibilidad de generar servicios asociados al producto con participación de diferentes agentes de la cadena de valor.

### 4.3.2 Fabricación con materiales nuevos y sustitutos

La fabricación de los productos del futuro, capaces de resolver los retos de la sociedad en términos de energía, impacto medioambiental, fabricabilidad, coste, reciclabilidad y reusabilidad, etc., requerirá no sólo nuevas aproximaciones al diseño (diseño orientado a X), sino el desarrollo de nuevos materiales, a partir de nanocompuestos y microestructuras, que provean de esas propiedades especiales.

Las tecnologías de fabricación aditiva y próximas a la forma y dimensiones finales ayudarán a un uso óptimo de estos materiales, con el menor consumo de energía y tiempo y permitiendo desarrollos que no serían posibles con las tecnologías de fabricación convencionales. La introducción de materiales novedosos con funcionalidades avanzadas requerirá el uso intensivo de modelos de simulación y predicción de las propiedades finales de los componentes, tanto en el proceso de fabricación como a lo largo del ciclo de vida del componente fabricado.

#### FACILITADORES

- Nuevas tecnologías de procesado de materiales de origen fósil (biopolímeros).
- Nuevas tecnologías de procesado de materiales ligeros.
- Nuevas tecnologías de unión multimaterial.
- Métodos de caracterización fiable de los nuevos materiales para laboratorio y control de calidad.
- Simulación y modelado de los nuevos materiales.
- CAx: CAD/CAE/CAPP/CAM.
- Hilo Digital y Gemelo Digital. Automatización end-to-end.
- Control de proceso y control de calidad.
- Interoperabilidad de datos de producto y proceso. Sistemas de producción flexibles y reconfigurables en función de las características del componente a fabricar.
- Procesos de fabricación más complejos. Uso de Inteligencia Artificial como habilitador para controlar la influencia de los parámetros de proceso en la calidad (Mayor número de parámetros que definen el proceso de fabricación).

#### IMPACTO

- Nuevos componentes y productos con mejores prestaciones y funcionalidad.
- Reducción del consumo de materias primas escasas.



- Reducción del impacto ambiental de los procesos y productos.
- Fabricación eficiente y sostenible de componentes con prestaciones a medida.
- Fabricación centrada en el producto.

#### **4.3.3 Procesos y aproximaciones de fabricación cercanas al cliente o consumidor**

El desarrollo de nuevas cadenas de proveedores de alcance global y la integración de productos y servicios asociados de alto valor añadido, requerirá nuevas aproximaciones que tengan en cuenta cómo se mueven los materiales entre los diferentes agentes de la cadena de fabricación y el establecimiento de plataformas ICT de colaboración entre estos agentes.

Por otra parte, la personalización de los productos solo se conseguirá si se dispone de sistemas de fabricación y procesos suficientemente flexibles, capaz de adaptarse a estas necesidades de forma rápida y automatizada. La implicación de los fabricantes de máquinas y equipos de fabricación será primordial para conseguir esta flexibilidad.

#### **FACILITADORES**

- Diseño modular.
- Aseguramiento de un intercambio de información seguro para la colaboración en el diseño, ingeniería, servicios y cadena de suministro entre diferentes actores.
- Diseño participativo.
- Diseño generativo en base a Inteligencia Artificial.
- Soluciones en la nube y fabricación descentralizada.
- Nuevos materiales y tecnologías para fabricación aditiva.
- Software y complementos de programas desarrollados a medida para aplicaciones concretas.
- Visualización y seguimiento de los procesos, retrasos, flujos de almacén.
- Compresión de la complejidad y multidimensionalidad de las cadenas de proveedores y cadenas de fabricación.

#### **IMPACTO**

- Productos creados a demanda de los clientes/consumidores.
- Reducción del impacto ambiental en logística y distribución.
- Generación de empleo de alto valor añadido en entornos poco desarrollados.
- Nueva cadena de valor en base al “Do-It-Together”. Producción y diseño colaborativo.
- Nuevos modelos de negocio en base a fabricación local en pequeña escala.
- Social Manufacturing. Movimiento maker.

#### **4.3.4 Gestión de comunicaciones seguras para fábricas inteligentes en cadenas de valor dinámicas**

Alineado con la estrategia de fabricación personalizada y con vistas a disponer de cadenas de fabricación en las que los diferentes agentes colaboren de forma estrecha, es primordial crear



comunicaciones seguras y confiables, en las que prime la seguridad y la inviolabilidad de la información, así como el aseguramiento de la protección intelectual. Soluciones innovadoras tipo blockchain, criptografía, inteligencia artificial y/o 5G contribuirán de forma decisiva a la implantación de estas comunicaciones seguras.

## FACILITADORES

- Pruebas de penetración (IoT, PLC, ECU, etc.).
- Análisis de vulnerabilidad (redes industriales e infraestructuras críticas).
- Inteligencia artificial y análisis de comportamiento.
- Seguridad por diseño (SDLC), Privacidad por diseño, Resiliencia por diseño.
- Blockchain y soluciones criptográficas avanzadas.
- Sistemas de identidad y autenticación.
- Métodos de protección de datos.
- Computación distribuida y control modular.
- Interoperabilidad de datos en producto, sistemas de producción y procesos.
- Estandarización en intercambio de datos heterogéneo (M2M). Uso de formatos y protocolos neutros. Modelos semánticos comunes.
- Sistemas ciber físicos (SCF). Integración horizontal y vertical de datos.

## IMPACTO

- Fabricación modular y control distribuido que implementen nuevos modelos de fabricación flexibles y dinámicos con alta capacidad de reconfiguración.
- Cadenas de suministro dinámicas con intercambio de información.
- Fabricación con alta capacidad de reconfiguración.

### 4.3.5 Capacidades en mantenimiento predictivo y logística del futuro

Los modelos de simulación que representan la interacción entre el equipamiento de producción y los procesos de fabricación que transforman los materiales, serán capaces de predecir no solo la productividad y la calidad de la pieza, sino el comportamiento del propio equipamiento a lo largo de su ciclo de vida, proporcionando información de alto valor para la gestión, recambio, mantenimiento o sustitución de los componentes críticos que pueden tener un mayor impacto en la producción, repetibilidad, eficiencia y disponibilidad de los propios equipos.

Este conocimiento abrirá la puerta al desarrollo de posibles servicios asociados a los equipamientos, servicios que pueden ser ofrecidos por los fabricantes de equipos y sistemas, con los que reforzarían su posición competitiva y asegurarían la fidelización de los clientes.

## FACILITADORES

- Data science.
- Inteligencia artificial – Aprendizaje automático (deep & reinforced learning).
- Computación en la frontera (edge computing) y sensorización.



- Robótica y automatización.
- Modelos de simulación avanzados capaces de determinar la vida remanente de los sistemas y componentes antes de producirse un fallo catastrófico.

### **IMPACTO**

- Incremento de la eficiencia y de la productividad.
- Extensión del tiempo de vida de maquinaria y plantas de producción.
- Mejora de la productividad y desempeño de los equipos.
- Despliegue de una gestión predictiva integral de proceso.

## **4.4 Innovación en la fabricación centrada en la persona**

Este conjunto de prioridades de investigación se focaliza en la mejora del rol, la satisfacción de las personas y en el uso optimizado de los recursos humanos que trabajan en las empresas de fabricación.

La fabricación centrada en las personas será necesaria en las empresas del futuro con el fin de incrementar su flexibilidad, agilidad y competitividad. Los trabajadores de las empresas tendrán más opciones para un desarrollo continuo de sus habilidades y competencias a través de mecanismos novedosos de captura y provisión de información. Las empresas del futuro estarán mejor equipadas para transferir habilidades a las nuevas generaciones de trabajadores, asistiendo de forma eficiente a trabajadores de edad avanzada, con discapacidad o multiculturales.

Las empresas del futuro utilizarán herramientas de aprendizaje digitales, intuitivas y amigables, que ayuden a la planificación, programación, operación y mantenimiento de los sistemas de fabricación. Los sistemas móviles y ubicuos permitirán a los trabajadores monitorizar, supervisar y controlar de forma remota las operaciones de fabricación.

Tres aspectos principales tienen que ser considerados, con el fin de comprender y gestionar los roles y puestos de trabajo de las personas en las empresas manufactureras del futuro:

- Cómo trabajan y aprenden las personas
- Cómo interaccionan las personas con la tecnología
- Cómo las personas añaden valor a la fabricación.

### **4.4.1 Mejora de la interacción humano-dispositivo empleando realidad aumentada y virtual y gemelos digitales**

El aumento de la complejidad en los sistemas y procesos de fabricación conlleva la necesidad de tener trabajadores bien formados apoyados por las herramientas apropiadas, que les asistan en la ejecución de las operaciones a lo largo de las diferentes fases de las cadenas de fabricación y que promueva el desarrollo de sus competencias. Unos interfaces apropiados (visual, audio...) y unas herramientas capaces de proveer el conocimiento adecuado en el momento oportuno asistirá a los trabajadores mientras realizan operaciones de fabricación, incluyendo ensamblaje, operación de máquinas, actividades de mantenimiento, puesta a punto, resolución de problemas o guiado remoto.



La estrecha colaboración que se espera se consiga en el futuro entre los trabajadores y las máquinas y robots será crucial para la implantación exitosa de una fabricación centrada en la persona.

## FACILITADORES

- Inteligencia artificial.
- Tecnologías multimedia e inmersivas: VR/AR.
- Interfaces avanzados persona-máquina.
- Interoperabilidad de datos, sistemas y procesos.
- Plataformas de colaboración e iteración.
- Cloud & Edge computing.
- Herramientas de simulación.
- Sistemas cognitivos.
- Robótica y automatización: Manipuladores móviles, robots en espacio compartido...
- Exoesqueletos.
- Sensorización.

## IMPACTO

- Aumento de la eficiencia y productividad.
- Mejora de la productividad y desempeño de los equipos.
- Mejora de la salud y satisfacción laboral.
- Interacción natural entre persona y máquina (lenguaje gestual,...).
- Mejor aprovechamiento de recursos.
- Mejora del ciclo de vida del producto y del proceso.
- Mejora de la sostenibilidad e impacto ambiental.

### 4.4.2 Plataformas y herramientas de ingeniería digitales para apoyar la creatividad y productividad en procesos de desarrollo

El desarrollo de marcos de colaboración, en los cuales diferentes actores puedan interactuar de forma segura, permitirá el desarrollo de nuevos conceptos de productos y servicios capaces de resolver los retos y necesidades de la sociedad del futuro. Con el apoyo de herramientas digitales de visualización, diseño y análisis se permitirá el acceso de personas no expertas en fabricación (estudiantes, artistas, trabajadores y público en general), pero con puntos de vista diferentes que aportarán nuevas aproximaciones y soluciones a las necesidades existentes.

## FACILITADORES

- Inteligencia artificial aplicada a diseño generativo
- Tecnologías multimedia e inmersivas
- Interfaz persona-máquina



- Diseño participativo
- Interoperabilidad de datos, sistemas y procesos
- Plataformas de colaboración e interacción
- Cloud & Edge computing
- Realidad mixta (RA/RV)
- Ecodiseño

### **IMPACTO**

- Aumento de la productividad
- Fabricación local
- Mejora en los tiempos de entrega
- Mejora de la salud y satisfacción laboral
- Nueva cadena de valor en base al “Do-It-Together”. Producción y diseño colaborativo.
- Social Manufacturing. Movimiento maker

#### **4.4.3 Innovación en fabricación y gestión del cambio**

El cambio demográfico es una realidad en el escenario de fabricación en Europa que afecta de modo particular también a España. La falta de personal cualificado y la desmotivación de la juventud por las carreras científicas llevará en el corto/medio plazo a las empresas a una disminución de su capacidad productiva y su competitividad. Es por ellos necesario articular los mecanismos y herramientas que permitan llegar a más personas y atraerlas hacia la formación y actividad manufacturera. El desarrollo de tecnologías de fabricación inclusivas, inteligentes, medioambientalmente eficientes, limpias y seguras hará más atractivo dicho escenario industrial.

### **FACILITADORES**

- Entornos colaborativos entre personas y sistemas productivos, con modelización, simulación y programación avanzada de escenarios colaborativos, y desarrollo de sistemas sensoriales para garantía de la seguridad operativa. Nuevos interfaces hombre-máquina que aprovechen el potencial de las tecnologías habilitadoras.
- Inteligencia artificial para el apoyo al operario en la ejecución de su actividad, sin necesidad de tener una alta cualificación en el manejo y ejecución de actividades de fabricación.
- Procesos de fabricación de mínimo impacto medioambiental, con nulas o mínimas emisiones.
- Dispositivos (sensores, actuadores, automatismos, ...) que provean de entornos seguros y ergonómicos para la realización de la actividad de una forma segura y satisfactoria.
- Desarrollo de robótica colaborativa (cobots, entornos de colaboración humano-robot sin barreras, sistemas de programación y manejo avanzado de robots, robots multipropósito, ...)
- Creación de valor añadido a partir de la innovación en productos, procesos y servicios



## IMPACTO

- Asegurar la renovación generacional en las empresas manufactureras españolas
- Atraer a grupos sociales diversos y sin una alta cualificación técnica hacia actividades industriales alrededor de la fabricación.

### **4.4.4 Validación de tecnologías y vías de migración hacia el desarrollo industrial de tecnologías de fabricación avanzadas por PYMES**

El objetivo de esta acción se centraría en las herramientas y métodos que ayuden a promover la competitividad, innovación, sostenibilidad y futuro de las pequeñas y medianas empresas españolas relacionadas con la fabricación de productos, equipamiento y la provisión de servicios asociados a los entornos fabriles.

## FACILITADORES

- Puesta en marcha de pilotos y bancos de ensayo y demostración para la validación de tecnologías de fabricación, materiales, diseños y aplicaciones desarrolladas por PYMES y que faciliten su sostenibilidad y competitividad.
- Herramientas de simulación y digitalización (realidad aumentada, realidad virtual).
- Simulación y caracterización de procesos y materiales, que faciliten el diseño de nuevos productos con funcionalidad avanzada, sin tener que abordar altos costes de experimentación y prueba, consumo de materiales y energía o equipamiento costoso.

## IMPACTO

- Aumento de la competitividad de las pequeñas y medianas empresas a través de una mejora en su capacidad de innovación.
- Estrechamiento de los lazos de colaboración entre los organismos de investigación y académicos y las empresas manufactureras.



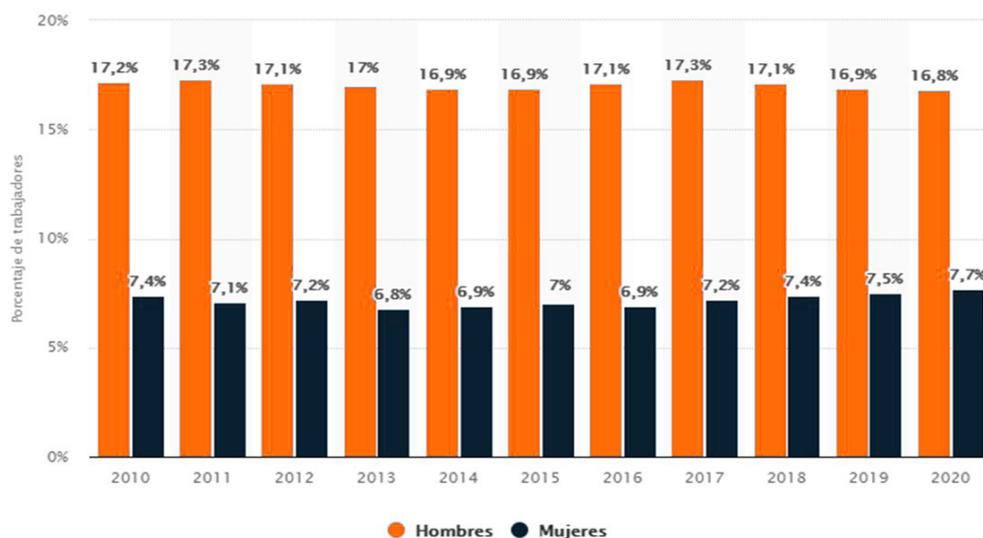
TECNOLOGÍAS FACILITADORAS																					
	MATERIALES INTELIGENTES	SISTEMAS CIBERFÍSICOS	MECATRÓNICA	ROBÓTICA AVANZADA	ANALÍTICA DE DATOS	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	INTERNET DE LAS COSAS	BLOCKCHAIN	REALIDAD AUMENTADA	REALIDAD VIRTUAL	GEMELOS DIGITALES	LCA & LCC	ESPACIOS DE DATOS	MODELIZACIÓN	SIMULACIÓN	FOTÓNICA	FABRICACIÓN ADITIVA	INTERFACES AVANZADOS	REMANUFACTURA	COMUNICACIÓN 5G	
<b>FABRICAS EXCELENTES ADAPTATIVAS E INTELIGENTES</b>																					
<b>AREAS DE ACTUACIÓN</b>	FABRICACIÓN CORRECTA																				
	PRODUCTOS INTELIGENTES																				
	SISTEMAS CERO DEFECTOS																				
	IA EN FABRICACIÓN																				
	EMPRESAS CONECTADAS																				
	<b>ECONOMÍA CIRCULAR E IMPACTO MEDIOAMBIENTAL NULO</b>																				
	FABRICACIÓN ULTRAEFICIENTE																				
	ECONOMÍA CIRCULAR																				
	CICLO DE VIDA VIRTUAL																				
	PLATAFORMAS GESTIÓN																				
INTEGRIDAD Y CONFIABILIDAD																					
<b>INGENIERÍA DE PRODUCTO Y PRODUCCIÓN INTEGRADA</b>																					
ORIENTACIÓN A CLIENTE																					
MATERIALES NOVEDOSOS																					
FABRICACIÓN PERSONALIZADA																					
COMUNICACIÓN SEGURA																					
MANTENIMIENTO PREDICTIVO																					
<b>INNOVACIÓN EN LA FABRICACIÓN CENTRADA EN EL HUMANO</b>																					
INTERACCIÓN HOMBRE – MAQ.																					
CREATIVIDAD Y PRODUCTIVIDAD																					
GESTIÓN DEL CAMBIO																					
APOYO A LAS PYMES																					



## 5. Impactos esperados en la industria y la sociedad

### 5.1 Impacto en el empleo

Uno de los principales objetivos de las administraciones públicas nacionales y autonómicas es la de reinvertir la tendencia a la reducción del empleo en el sector manufacturero y reforzar la creación de nuevos puestos de trabajo en sectores en fase de crecimiento o alrededor de aquellas áreas cercanas a los retos de la sociedad del futuro.



En 2020, el porcentaje de empleo de la industria manufacturera en España ascendía hasta un 24,5% de la población activa, mostrando un ligero incremento el porcentaje de mujeres y un descenso continuado desde 2017 en el caso de los hombres. Tal como se ha venido comentando en capítulos anteriores, todo producto o servicio de alto valor añadido tiene detrás un proceso de fabricación. Además, cada empleo asociado al sector industrial manufacturero aporta dos empleos adicionales en el sector servicios. Dada la dificultad de superar la actual crisis económica creada por el COVID-19, la fabricación de alto valor añadido es un componente clave para revertir esta situación.

La comunidad y la propia Plataforma de Fabricación Avanzada MANU-KET son por definición multisectoriales. Esta Agenda de Prioridades se ha definido con esa aproximación multisectorial, de forma que se pueda fabricar los productos del futuro atendiendo a aspectos económicos, sociales y medioambientales e impactando en el empleo en multitud de sectores industriales, tales como automoción, máquina herramienta, telecomunicaciones, aeronáutica, ferrocarril, bienes de equipo, bienes de consumo, electrodomésticos, sector salud, etc. Estos fabricantes necesitan amplias cadenas de suministro además de desarrollos alrededor de las tecnologías facilitadoras: materiales avanzados, biomateriales, materias primas, nanotecnologías, electrónica, sensorización avanzada, etc. Además, estos fabricantes se apoyan en sistemas de fabricación y procesos de alta tecnología y alta cualificación, con un gran contenido en tecnologías TICs y servicios de ingeniería.

A través de la mejora y la estabilización del número de empleos de fabricación en España, se conseguirá apalancar más empleo que en ninguna otra actividad económica o sector industrial, no solo en cantidad de empleos directos sino también en otros ámbitos más de apoyo y servicios.

## 5.2 Impacto en la competitividad y la sostenibilidad

El desarrollo e implementación de nuevas tecnologías de fabricación incrementará de forma significativa la viabilidad económica de las empresas, tanto de las grandes, como especialmente de las pequeñas y medianas, mejorando su facturación, su cuota de mercado, permitiéndoles acceder a segmentos de productos de mayor valor añadido y favoreciendo su sostenibilidad en el largo plazo.

Por otra parte, la importancia del liderazgo tecnológico en tecnologías de producción no solo impacta en la competitividad a nivel nacional, sino que permite que las empresas puedan exportar a nivel mundial, ganando visibilidad y posicionamiento en el mercado en el largo plazo.

La implantación de las prioridades identificadas en este documento facilitará que España fortalezca su industria, maximizando sus recursos (productos de alto valor añadido basados en conocimiento intensivo) y economice en el consumo de energía, materias primas y materiales reciclados a lo largo de todas las etapas del ciclo de fabricación.

## 5.3 Impacto social

El impacto social de la fabricación no solo se mide en términos de empleo, ya que la fabricación abre también la perspectiva de retos y oportunidades para las personas. A lo largo de este documento se hace mucha mención al rol de las personas y como las tecnologías de fabricación deben pivotar alrededor de las personas. El impacto social se podría visualizar en los siguientes aspectos:

- Puestos de trabajo sostenibles, seguros y atractivos
- Formación de alta calidad para la inclusión de grupos sociales en los entornos industriales.
- Responsabilidad de los trabajadores y ciudadanos en cadenas de valor globales.

Los avances tecnológicos que se generen como resultado de la aplicación de estas prioridades facilitarán la creación de nuevos puestos de trabajo altamente tecnológicos, los cuales demandarán personal muy cualificado. Nuevos paradigmas en la educación en la fabricación, como los conceptos Teaching y Learning Factories (empresas y universidades con una relación muy cercana, de forma que exista una interacción bidireccional a la hora de abordar los problemas del día a día en la empresa), promoverán la integración ente la investigación, la innovación y la educación, ayudando a preparar la siguiente generación de trabajadores que utilizarán las nuevas tecnologías de fabricación en las empresas del futuro.

El desarrollo de la fabricación avanzada estimulará asimismo la cohesión social. La fabricación es el motor de la economía en Europa y en muchas regiones españolas y favorece más que ningún otro sector, la interacción entre los trabajadores administrativos y de gestión con los trabajadores de planta.





## 5.4 Impacto medioambiental

La fabricación es una actividad clave para conseguir los objetivos políticos de impacto clima y reducción en el consumo de energía. En una sociedad con una demanda incremental de artículos y una escasez acuciante de recursos, es cada vez más esencial producir bien a la primera, consumiendo menos materias primas y menos energía. Los equipamientos y máquinas de producción y los procesos tendrán un papel substancial en este reto.

Uno de los aspectos resaltados por las empresas participantes en la elaboración de esta agenda de prioridades ha sido que los aspectos de sostenibilidad medioambiental no perjudiquen la competitividad de las empresas en el largo plazo. El uso eficiente y continuo de los recursos (materiales, energía, etc.), la reducción en la generación y emisión de residuos y piezas defectuosas y la introducción de nuevas tecnologías de fabricación, tales como la fabricación aditiva, el 3D printing, etc. son claves para la consecución de estas prioridades estratégicas, que se resumen en los siguientes puntos:

- Reducir el consumo de energía, a la vez que se incrementa el uso de energías renovables.
- Reducir el consumo de agua y otros recursos materiales
- Conseguir procesos de fabricación cercanos a las cero emisiones
- Optimizar la explotación de los materiales en los procesos de fabricación
- Conseguir que la evolución de los productos-procesos-sistemas de fabricación, o la simbiosis industrial, se realice con un mínimo necesario de recursos.



El desarrollo y aplicación de tecnologías facilitadoras innovadoras abrirá nuevos caminos para la producción de más bienes de consumo con menor impacto en las materias primas, menor consumo energético y menos residuos.



### **5.5 Impacto en el potencial de innovación e investigación español**

Se espera que la adopción de esta Agenda de Prioridades Estratégicas tenga un impacto positivo en la investigación e innovación en España, permitiendo que éstos se coordinen e integren a nivel interregional y nacional y se promueva un uso eficiente y optimizado de los recursos, las áreas tecnológicas y las capacidades existentes actualmente. De esta forma se aseguraría una aproximación consistente, evitando acciones dispersas resultantes de decisiones de financiación que tienen en cuenta únicamente capacidades/necesidades de carácter local o regional.

Beneficios significativos se esperan de las sinergias de la colaboración entre todos los agentes de la cadena de valor, incluyendo tanto los fabricantes de equipos y proveedores de TICs, fabricantes de equipamiento y dispositivos y un amplio rango de usuarios. Es de esperar que se obtenga también una mayor eficiencia en la explotación de los resultados del I+D, lo que resultará en mejoras de la competitividad y la sostenibilidad de toda la industria española.



**MANU-KET**

*Plataforma Tecnológica Española de Fabricación Avanzada.*

Parque Científico y Tecnológico de Gipuzkoa

Paseo Mikeletegi, 59

20009 San Sebastián - España

Tel. +34 943 309 009

e-mail: [secretaria@manufacturing-ket.com](mailto:secretaria@manufacturing-ket.com)

**[www.manufacturing-ket.com](http://www.manufacturing-ket.com)**