



OTROS
DOCUMENTOS

2022



Fabricación avanzada en Estados Unidos

Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Chicago

Este documento tiene carácter exclusivamente informativo y su contenido no podrá ser invocado en apoyo de ninguna reclamación o recurso.

ICEX España Exportación e Inversiones no asume la responsabilidad de la información, opinión o acción basada en dicho contenido, con independencia de que haya realizado todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud de la información que contienen sus páginas.

icex



OTROS
DOCUMENTOS

27 de diciembre de 2022
Chicago

Este estudio ha sido realizado por
Javier Olmeda Delgado

Bajo la supervisión de la Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Chicago

<http://estadosunidos.oficinascomerciales.es>

Editado por ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E.

NIPO: 114-22-015-3



Índice

1. Introducción	4
2. Características del mercado	5
2.1. Definición del sector	5
2.2. Tecnologías habilitadoras de la fabricación avanzada	6
2.2.1. Internet de las cosas industrial (IIoT)	6
2.2.2. <i>Big Data</i> o analítica de datos	6
2.2.3. Computación en la nube	7
2.2.4. Robótica avanzada	7
2.2.5. Gemelos digitales	7
2.2.6. Realidad aumentada	7
2.3. Tipos de fabricación avanzada	8
2.3.1. Fabricación aditiva o impresión 3D	8
2.3.2. Materiales avanzados/compuestos	8
2.3.3. Mecanizado/soldadura por láser	8
2.3.4. Nanotecnología	9
2.3.5. Integración de redes e informática	9
3. El mercado de la fabricación avanzada	10
3.1. El mercado de fabricación avanzada en el mundo	10
3.2. El mercado de fabricación avanzada en Estados Unidos	12
3.3. Digitalización	14
3.4. Principales empresas de fabricación avanzada en Estados Unidos	15
3.5. Casos de éxito de fabricación avanzada	17
3.6. Incentivos a la fabricación avanzada en Estados Unidos	19
3.6.1. <i>National Strategy for Advanced Manufacturing</i>	19
3.6.2. Manufacturing USA	20
3.6.3. <i>Materials Genome Initiative</i>	20
3.6.4. Industry 4.0 Technology Implementation Grant	20
3.6.5. Maryland Manufacturing 4.0 Grant Program	21
3.6.6. <i>Infrastructure Investment and Jobs Act</i>	21
4. Bibliografía	22



1. Introducción

De acuerdo con los datos proporcionados por el Banco Mundial, la industria manufacturera generó en 2021 un valor añadido total de 16,3 billones de dólares, contribuyendo un 17 % al PIB mundial. A su vez, la industria empleó a 454 millones de personas, lo que supuso un 14 % de la fuerza laboral a nivel global.

En lo que respecta a los datos de la industria en Estados Unidos, el valor añadido total de la industria manufacturera fue de unos 2,5 billones de dólares, un 11 % del PIB americano. En cuanto a la fuerza laboral empleada en este sector, un total de 15,7 millones de personas trabajan en la industria manufacturera en el país, lo que representa un 10 % del total de la fuerza laboral.

INDICADORES SOBRE FABRICACIÓN AVANZADA

	Indicador	Dato
Datos mundiales	VA Industria Manufacturera	16,3 billones de USD
	Contribución de la industria manufacturera a la economía (% PIB)	17 %
	Contribución del sector al empleo	454 millones de personas
		14 % de la fuerza laboral
Datos EE. UU.	VA Industria Manufacturera	2,5 billones de USD
	Contribución de la industria manufacturera al PIB (%)	11 %
	Contribución de la industria manufacturera al empleo	15,7 millones de personas
		10 % de la fuerza laboral

Fuente: National Institute of Standards and Technology (NIST) y Banco Mundial.



2. Características del mercado

2.1. Definición del sector

Según manufacturing.gov, la fabricación avanzada o industria 4.0 es "el uso de tecnologías innovadoras para mejorar productos existentes y la creación de nuevos productos". "Dichas tecnologías incluyen aquellas involucradas en las actividades de producción que dependen de la información, así como la automatización, la computación, el *software*, la detección y las redes". Se trata de una definición intencionadamente vaga, ya que la fabricación avanzada en un campo difiere de la fabricación avanzada en otro, lo que significa que no hay una forma real de precisar este concepto sin hablar de casos específicos.

En otras palabras, **la fabricación avanzada o Industria 4.0 es la realización de la transformación digital del sector de la producción industrial, para conseguir toma de decisiones en tiempo real, una mayor productividad, flexibilidad y agilidad.**

La Industria 4.0 está revolucionando la forma en que las empresas fabrican, mejoran y distribuyen sus productos. Los fabricantes están integrando nuevas tecnologías, como el Internet de las Cosas (IoT), la computación y el análisis en la nube, y la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático en sus instalaciones de producción y en todas sus operaciones. Estas fábricas inteligentes están equipadas con sensores avanzados, *software* integrado y robótica que recogen y analizan datos y permiten una mejor toma de decisiones. Se crea un valor aún mayor cuando los datos de las operaciones de producción se combinan con los datos operativos de los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP en inglés) que incluyen los de la cadena de suministro, el servicio de atención al cliente, etc., para crear niveles totalmente nuevos de visibilidad y conocimiento a partir de información que antes estaba aislada.

El desarrollo de fábricas inteligentes ofrece una oportunidad sin precedentes para que la industria manufacturera entre en la cuarta revolución industrial. El análisis de las grandes cantidades de datos recogidos por los sensores en una fábrica garantiza la visibilidad en tiempo real de los activos de fabricación y puede proporcionar herramientas para realizar un mantenimiento predictivo con el fin de minimizar el tiempo de inactividad de los equipos.

El uso de dispositivos IoT de alta tecnología en las fábricas inteligentes conduce a una mayor productividad y a la mejora de la calidad. La sustitución de los modelos de negocio de inspección manual por conocimientos visuales impulsados por la IA reduce los errores de fabricación y ahorra dinero y tiempo. El personal de control de calidad puede configurar un *smartphone* conectado a la nube para supervisar los procesos de fabricación desde prácticamente cualquier lugar. Mediante la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático, los fabricantes pueden detectar los errores inmediatamente, en lugar de hacerlo en fases posteriores en las que los trabajos de reparación son más costosos.



2.2. Tecnologías habilitadoras de la fabricación avanzada

La Industria 4.0 está marcando un cambio en el panorama de la fabricación tradicional. También conocida como la Cuarta Revolución Industrial, la Industria 4.0 engloba tres tendencias tecnológicas que impulsan esta transformación: la conectividad, la inteligencia y la automatización flexible.

La Industria 4.0 hace converger las TI (Tecnologías de la Información) y las TO (Tecnologías Operativas), para crear un entorno ciberfísico. Esta convergencia ha sido posible gracias a la aparición de soluciones digitales y tecnologías avanzadas, que suelen asociarse a la Industria 4.0.

2.2.1. Internet de las cosas industrial (IIoT)

El IIoT se refiere a una red de dispositivos físicos que están interconectados digitalmente, facilitando la comunicación y el intercambio de datos a través de Internet. Estos dispositivos inteligentes pueden ser cualquier cosa, desde teléfonos inteligentes y electrodomésticos hasta coches e incluso edificios.

El IIoT industrial es un subconjunto del Internet de las cosas, en el que varios sensores, etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID), *software* y electrónica se integran con máquinas y sistemas industriales para recoger datos en tiempo real sobre su estado y rendimiento. La IIoT tiene muchos casos de uso, siendo la gestión y el seguimiento de activos una de las principales aplicaciones de la tecnología en la actualidad. Por ejemplo, puede utilizarse para evitar el exceso o la falta de existencias en el inventario mediante sensores de pesaje en las estanterías para transmitir la información de inventario.

2.2.2. *Big Data* o analítica de datos

El término *Big Data* hace referencia a los grandes y complejos conjuntos de datos generados por los dispositivos del IIoT. Estos datos proceden de una amplia gama de aplicaciones empresariales y en la nube, sitios web, ordenadores, sensores, cámaras y mucho más, todo ello en diferentes formatos y protocolos. En la industria manufacturera, hay muchos tipos diferentes de datos que tener en cuenta, incluidos los procedentes de equipos de producción equipados con sensores y bases de datos de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) y de relación con los clientes (CRM).

La analítica de datos sirve para convertir estos grandes volúmenes de datos recogidos en información procesada que dé lugar a ideas empresariales y beneficios tangibles. A través de las herramientas de visualización de datos y las técnicas de aprendizaje automático, que aplican potentes algoritmos computacionales para procesar conjuntos de datos masivos, se consigue un eficiente análisis de la información que permite a las empresas encontrar nuevas formas de optimizar los procesos que tienen el mayor efecto sobre el rendimiento.



2.2.3. Computación en la nube

Con la llegada del IoT y la Industria 4.0, los datos se generan a una gran velocidad y en grandes volúmenes, lo que hace imposible manejarlos manualmente. Esto crea la necesidad de una infraestructura que pueda almacenar y gestionar estos datos de manera más eficiente.

La computación en la nube ofrece una plataforma para que los usuarios almacenen y procesen grandes cantidades de datos en servidores remotos. Permite a las organizaciones utilizar recursos informáticos sin tener que desarrollar una infraestructura informática. La capacidad de la computación en la nube para proporcionar recursos informáticos y espacio de almacenamiento escalables permite a las empresas captar y aplicar la inteligencia empresarial mediante el uso de análisis de grandes datos, lo que les ayuda a consolidar y racionalizar las operaciones de fabricación y comerciales.

2.2.4. Robótica avanzada

Aunque la robótica se ha utilizado en la fabricación durante décadas, la Industria 4.0 ha dado una nueva vida a esta tecnología. Con los recientes avances tecnológicos, está surgiendo una nueva generación de robótica avanzada, capaz de realizar tareas difíciles y delicadas. Equipados con *software* y sensores de última generación, los robots pueden reconocer, analizar y actuar según la información que reciben del entorno, e incluso colaborar y aprender de los humanos.

Un ámbito de la robótica que está ganando mucho terreno es el de los robots colaborativos ("cobots"), diseñados para trabajar con seguridad cerca de las personas, liberando a los trabajadores de tareas repetitivas y peligrosas.

2.2.5. Gemelos digitales

Un gemelo digital es una representación digital de un producto, una máquina, un proceso o un sistema del mundo real, que permite a las empresas comprender, analizar y optimizar mejor sus procesos mediante la simulación en tiempo real. A diferencia de las simulaciones de ingeniería, un gemelo digital ejecuta una simulación en línea, basada en los datos recibidos de los sensores conectados a una máquina u otro dispositivo. Como un dispositivo IIoT envía datos casi en tiempo real, un gemelo digital es capaz de recopilar estos datos continuamente, manteniendo su fidelidad con el original durante toda la vida útil del producto o sistema. Esto permite al gemelo digital predecir posibles problemas para poder tomar medidas preventivas.

2.2.6. Realidad aumentada

La realidad aumentada (RA) tiende un puente entre el mundo digital y el físico superponiendo imágenes o datos virtuales a un objeto físico. Para ello, la tecnología utiliza dispositivos con capacidad de RA, como *smartphones*, tabletas y gafas inteligentes.

En el contexto de la fabricación, la RA podría permitir a los trabajadores acelerar el proceso de montaje y mejorar la toma de decisiones. Por ejemplo, las gafas de RA podrían utilizarse para



proyectar en la pieza real datos como los esquemas, las directrices de montaje, los lugares de posible mal funcionamiento o el número de serie de los componentes, lo que facilitaría unos procedimientos de trabajo más rápidos y sencillos.

2.3. Tipos de fabricación avanzada

La Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ([ASME](#) por sus siglas en inglés) destaca una serie de técnicas de fabricación avanzada como las más relevantes para el futuro de la industria:

2.3.1. Fabricación aditiva o impresión 3D

Entre los principales métodos de fabricación aditiva se encuentran la impresión 3D, los sistemas de impresión láser de lecho de polvo, el modelado por deposición fundida y otros procesos que crean conjuntos muy complejos a partir de un material continuo. Entre otras ventajas, mediante la impresión 3D, los fabricantes disminuyen el peso, la complejidad y los problemas de disipación térmica. Este tipo de fabricación tiene aplicaciones para diversas industrias como la médica, la aeroespacial, la de la automoción, etc. Actualmente el tamaño de mercado de la fabricación aditiva en Norteamérica es de 3.100 millones de dólares.

Cabe mencionar también la impresión 4D, que, pese a estar todavía en un estado inicial de desarrollo, ha experimentado un importante crecimiento en los últimos años y se le intuyen una serie de aplicaciones futuras de alto valor añadido. La impresión 4D utiliza las impresoras 3D para crear objetos tridimensionales, pero lo hace utilizando materiales inteligentes que pueden cambiar de forma o de propiedades cuando reciben algún estímulo externo. Algunos de estos materiales inteligentes son las resinas de hidrogel, los polímeros activos o, incluso, tejidos vivos. Por tanto, la impresión 4D permite que los productos obtengan nuevas funcionalidades (doblar, repararse, etc.) reaccionando con el entorno.

2.3.2. Materiales avanzados/compuestos

Los materiales avanzados han permitido la creación de mezclas muy precisas de metales, plásticos, vidrio o cerámica, entre otras, que sirven para aplicaciones específicas. Los materiales avanzados, como los materiales compuestos, varían con precisión sus propiedades físicas y químicas, lo que genera más avances en el rendimiento y reduce las decisiones de compensación de materiales. Algunos materiales compuestos importantes en los mercados modernos son las aleaciones de alta resistencia, los plásticos reciclables o las cerámicas y vidrios avanzados. En la actualidad, el tamaño de mercado de los materiales avanzados en Estados Unidos es de 7.300 millones de dólares.

2.3.3. Mecanizado/soldadura por láser

El mecanizado y la soldadura por láser permiten un procesamiento rápido y de alta precisión de las piezas gracias a la tecnología láser. Al reducir la cantidad de calor que se transfiere al material con una mayor precisión, los láseres no ponen en peligro la integridad de la pieza y eliminan las grietas



y las uniones deficientes. Norteamérica representa un 27 % del mercado global de mecanizado y soldadura por láser con un total de 744 millones de dólares.

2.3.4. Nanotecnología

A medida que los dispositivos se hacen más pequeños, aumenta la demanda de componentes de menor tamaño. La nanotecnología está a la vanguardia de muchas industrias por este motivo, ya que los diseñadores pretenden añadir más funcionalidad en un perfil lo más pequeño posible. También se utiliza en aplicaciones químicas y biológicas, donde las partículas a nanoescala pueden mejorar las propiedades de los materiales. En Estados Unidos, la nanotecnología representa un tamaño de mercado de 2.300 millones de dólares.

2.3.5. Integración de redes e informática

Internet proporciona conectividad sin precedentes entre máquinas y sistemas para la recopilación de información. Al integrar la comunicación en red entre los elementos de la planta de fabricación, la retroalimentación en bucle cerrado y el ajuste de precisión se pueden realizar de forma automática, lo que reduce los costes y mejora la eficiencia. Además, el acceso a la red de cada parte del proceso de fabricación proporciona notificaciones instantáneas y precisas sobre problemas y posibles reparaciones, lo que ahorra tiempo y dinero. El tamaño de mercado de la integración y automatización de redes en Estados Unidos es de 981 millones de dólares.



3. El mercado de la fabricación avanzada

3.1. El mercado de fabricación avanzada en el mundo

El mercado de fabricación avanzada a nivel global alcanzó un volumen de 259.630 millones de dólares en 2021, según informe realizado por [Grand View Research](#). Dicho informe prevé una tasa anual de crecimiento compuesto del 13,4 % entre 2022 y 2030.

Los principales sectores que están incorporando estas tecnologías a nivel mundial son el de la automoción (23,5 %), seguido del sector aeroespacial y defensa que se espera que tenga el mayor crecimiento hasta 2030 (14,4 % de tasa de crecimiento anual compuesto). El tercer sector en cuota de mercado en 2021 fue el de “petróleo y gas”.

Por otro lado, según un estudio realizado en 2022 por Plex Systems, empresa propiedad de Rockwell Automation, con 321 fabricantes (en su mayoría con una facturación superior a los 150 MUSD) con presencia internacional, la adopción de la fabricación avanzada creció un 50 % de 2021 a 2022, de forma que, en la actualidad, 2 de cada 3 fabricantes están empleando técnicas de fabricación avanzada.

A finales de 2021, un 60 % de los fabricantes ya incorporaban algún componente de fabricación avanzada, mientras que un 28 % estaban considerando incorporarlo. Para finales de 2022 se espera que un 75 % ya esté implementando componentes de fabricación avanzada, mientras que un 18 % se encuentre en proceso. De entre todos los aspectos de fabricación avanzada, los fabricantes destacan la monitorización de la producción y la planificación de la cadena de suministro como los más críticos de cara al futuro. Además, estas soluciones ayudan a mejorar la rentabilidad a corto plazo desde su adopción y contribuyen a sentar las bases para la implantación de sistemas de ejecución de fabricación (MES, por sus siglas en inglés) y/o de planificación de recursos empresariales (ERP, por sus siglas en inglés).

En cuanto a las principales preocupaciones de los fabricantes, resulta imposible analizar el estado actual de la fabricación avanzada sin tener en cuenta la pandemia de COVID-19. La pandemia ha supuesto un obstáculo para las operaciones de los fabricantes en todo el mundo, y ha destapado carencias preexistentes. Así, el estudio muestra que, durante los peores meses de la pandemia en 2021, la principal preocupación de los fabricantes fue, además del impacto económico derivado de la pandemia, la interrupción de la cadena de suministro, mientras que, en 2022, pese a mantenerse esta preocupación, esta ha retrocedido y ha sido superada por la escasez de trabajadores cualificados y los riesgos de seguridad.

La actual escasez de mano de obra, especialmente de trabajadores cualificados, supone un reto para los fabricantes. Un lugar de trabajo tecnológicamente avanzado es una característica atractiva para los posibles empleados, pero requiere que estos tengan una adecuada cualificación. Los



fabricantes se enfrentan al desafío de encontrar y retener a los empleados más cualificados en un mercado con gran escasez.

En cuanto a la cadena de suministro, en 2022, un 78 % de los fabricantes participantes en el estudio de Plex Systems están usando herramientas *software* de planificación de la cadena de suministro, frente al 30 % del estudio de 2017. El coste es la principal barrera para la adopción de esta tecnología, sin embargo, muchas empresas se han dado cuenta durante la pandemia de que los costes de envío desorbitados, los retrasos en la producción y la insatisfacción del cliente pueden superar con creces los costes de implantación de un sistema de planificación de la cadena de suministro. Estos sistemas pueden ayudar a los fabricantes a estimar en su justa medida las existencias de que disponen para no realizar envíos cortos a clientes o fabricar más producto innecesariamente, así como para conocer con exactitud sus necesidades de suministro.

La ciberseguridad y la mitigación de riesgos es otra de las principales preocupaciones de los fabricantes. A medida que avanza la tecnología, lo hacen también las amenazas a la ciberseguridad, de modo que las empresas deben desarrollar estrategias activas para minimizar el riesgo de ataques, así como para mitigar sus consecuencias.

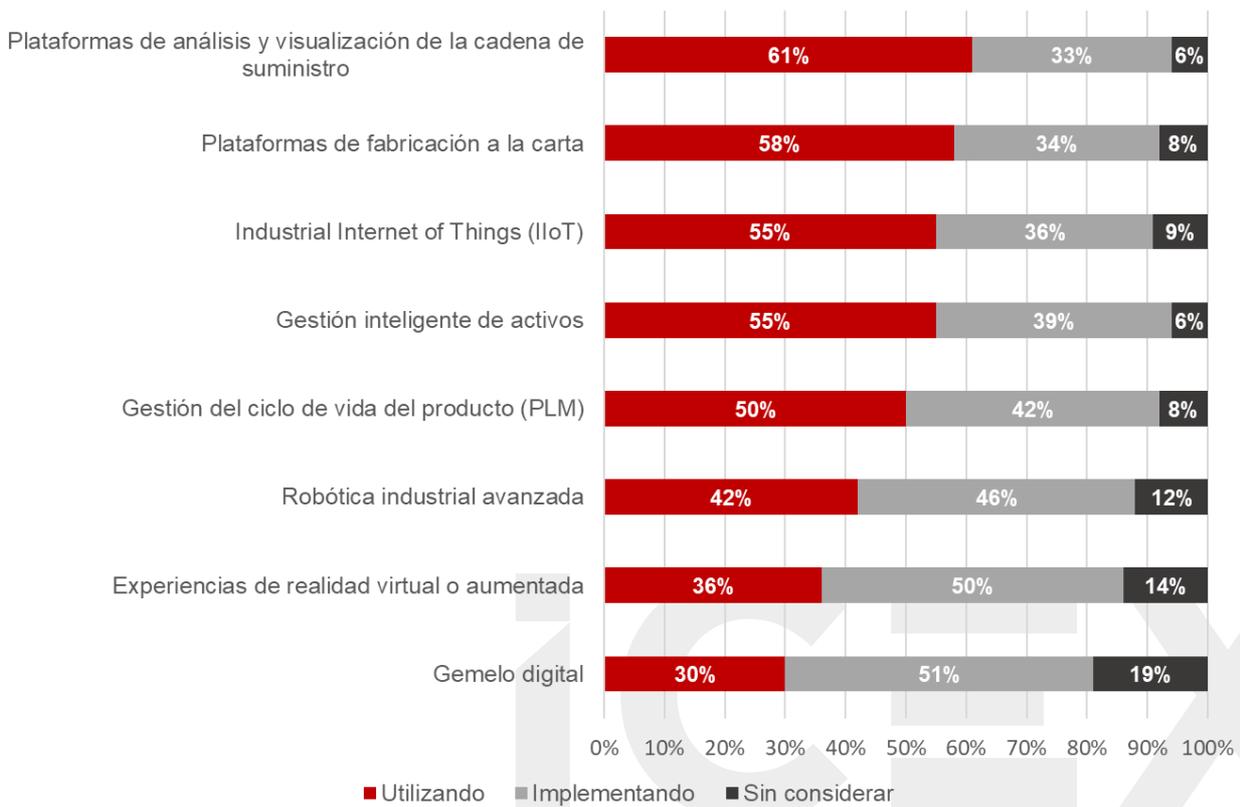
La empresa Fictiv, especializada en *cloud manufacturing*, elabora anualmente un informe que analiza el estado de la industria manufacturera mediante encuestas a sus clientes, en su mayoría estadounidenses. En este informe¹ se enuncian las cuatro claves principales de la industria manufacturera en la actualidad:

1. La visibilidad de la cadena de suministro y el aumento de la satisfacción del cliente encabezan la lista de prioridades.
2. El control y la previsibilidad son fundamentales para hacer frente a las crecientes demandas de los clientes, lo que lleva a la necesidad de una mayor integración con menos proveedores. El 88 % de las empresas encuestadas pretende reducir el número de sus proveedores y un 55 % priorizan mejorar la coordinación con estos.
3. Mejorar la colaboración e integración entre los equipos de ingeniería y de la cadena de suministro es fundamental para incrementar la productividad.
4. La seguridad de la información se presenta como un riesgo a medida que aumenta la adopción de nuevas soluciones de fabricación digital.

En cuanto a la adopción de tecnologías para la fabricación avanzada, se observa que está siendo mayoritaria entre las empresas de la industria manufacturera. El siguiente gráfico muestra el grado de adopción de diferentes tecnologías entre las empresas participantes en el estudio elaborado por Fictiv:

¹ <https://www.fictiv.com/articles/fictivs-2022-state-of-manufacturing-report-finds-an-industry-focused-on-organizational-transformation-in-order-to-shore-up-future-growth>

ÍNDICE DE DIGITALIZACIÓN



Fuente: Elaboración propia con datos de informe *State of Manufacturing* de Fictiv.

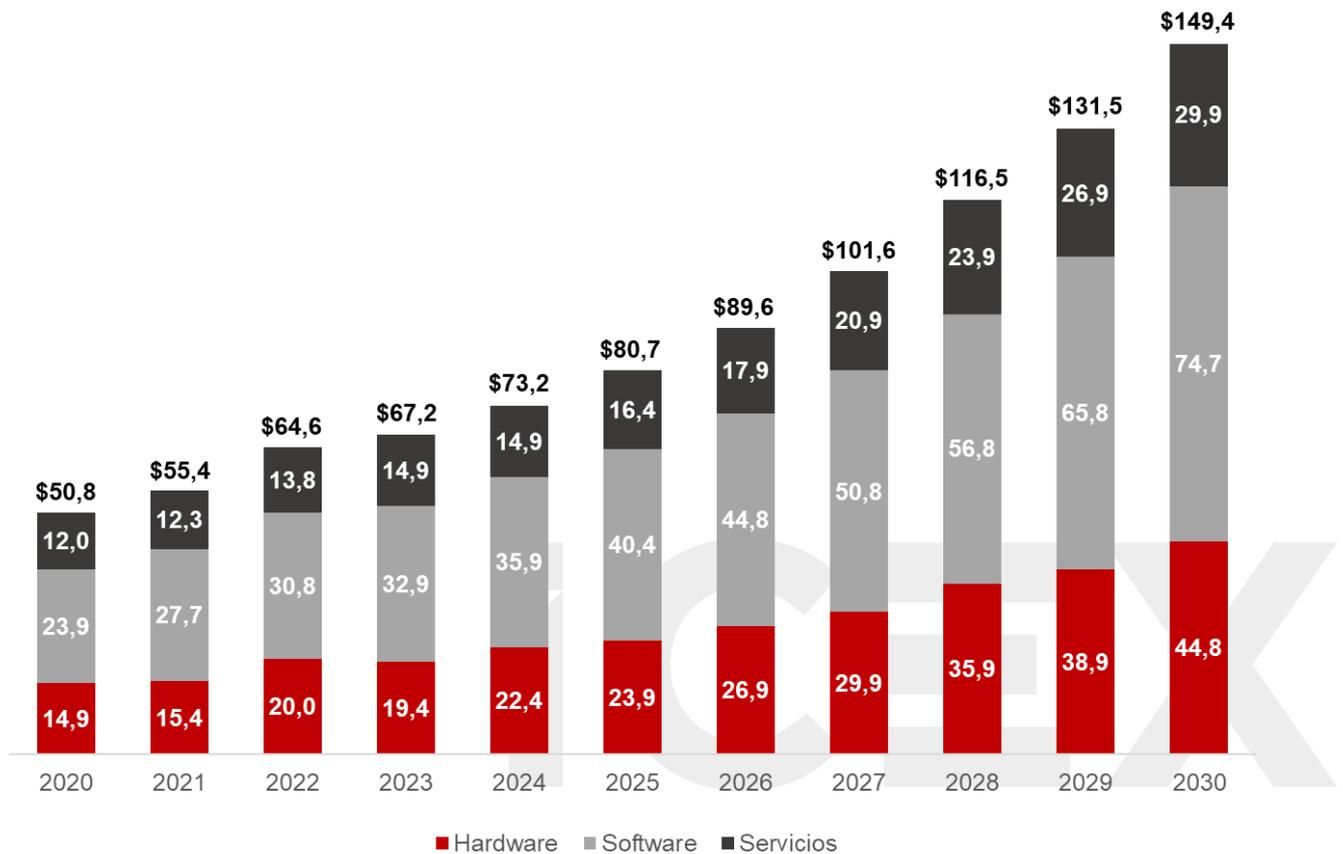
3.2. El mercado de fabricación avanzada en Estados Unidos

El informe de [Grand View Research](#) citado anteriormente estima la facturación del mercado de fabricación avanzada en EE. UU. en 55.400 MUSD en 2021 y una previsión de tasa de crecimiento anual compuesto del 12,2 % entre 2022 y 2030, siendo el segmento de *software* el de mayor cuota para todo el periodo, aunque tanto el de *hardware* como los servicios asociados también experimentarán estimable crecimiento. Casi la mitad de la cifra alcanzada en 2021 (49,9 %) corresponde al *software* específico de fabricación avanzada. Dicho informe indica asimismo que el crecimiento anual compuesto del segmento de *hardware* será del 12,3 % entre 2022 y 2030. Los sistemas de control discretos (los que incluyen un computador digital en el bucle de control de procesamiento de señal) supusieron el 16,1 % del mercado en 2021. Por su parte, la impresión 3D representó el 12,9 % del mercado en 2021, con un crecimiento compuesto esperado del 16,4 % hasta 2030.

En el siguiente gráfico se muestra la dimensión del mercado en la actualidad, así como su previsión de crecimiento hasta 2030:

MERCADO DE LA FABRICACIÓN AVANZADA EN EE. UU.

Miles de millones de USD



Fuente: Elaboración propia con datos Grandview Research.

Por su parte, las previsiones de la consultora Mordor Intelligence para el mercado de la fabricación avanzada en Norteamérica de 2021 a 2026 establecen la tasa de crecimiento interanual en 9,5 % para ese periodo. La pandemia de COVID-19 ha obligado a la industria manufacturera a reevaluar sus procesos de producción tradicionales, impulsando principalmente la transformación digital y las prácticas de fabricación inteligente en las líneas de producción. Los fabricantes también se están viendo obligados colectivamente a idear e implementar múltiples enfoques nuevos y ágiles para supervisar el producto y el control de calidad.

Una encuesta realizada por Microsoft reveló que el 85 % de las empresas tienen al menos un proyecto de caso de uso de IIoT, además de que un 94 % afirmaron que implementarían estrategias de IIoT en el futuro cercano. Las tecnologías IoT están ayudando a superar la escasez de mano de obra en el sector manufacturero, especialmente en los países desarrollados, como Estados Unidos. Debido a esto, el Gobierno Federal y el sector privado de los Estados Unidos están promoviendo la inversión en tecnologías IoT de la Industria 4.0.



Además, es probable que el reciente incremento de los costes de ciertos insumos obligue a los fabricantes de Estados Unidos a producir bienes a menor coste, lo que se conseguirá mediante la automatización. Las empresas automovilísticas que invirtieron en automatización antes de los aranceles llevan la delantera y constituyen un modelo para las demás.

Los incentivos de la administración americana para fomentar la fabricación avanzada pueden ser un atractivo para que las empresas estadounidenses relocalicen fabricación en Estados Unidos. A medida que las empresas estadounidenses adoptan un análisis más exhaustivo de los costes totales, descubren que el aumento de los costes de mano de obra en el extranjero, combinado con otros costes de la deslocalización, suele contrarrestar cualquier ahorro restante derivado del menor precio o la mano de obra barata en el extranjero. También están descubriendo que separar la I+D de la fabricación tiene un impacto negativo en la innovación. La pandemia de COVID-19 ha evidenciado también las desventajas de la deslocalización de la producción, y ha hecho que numerosas empresas a lo largo del mundo hayan experimentado graves problemas de suministro derivados del colapso de las cadenas mundiales de suministro.

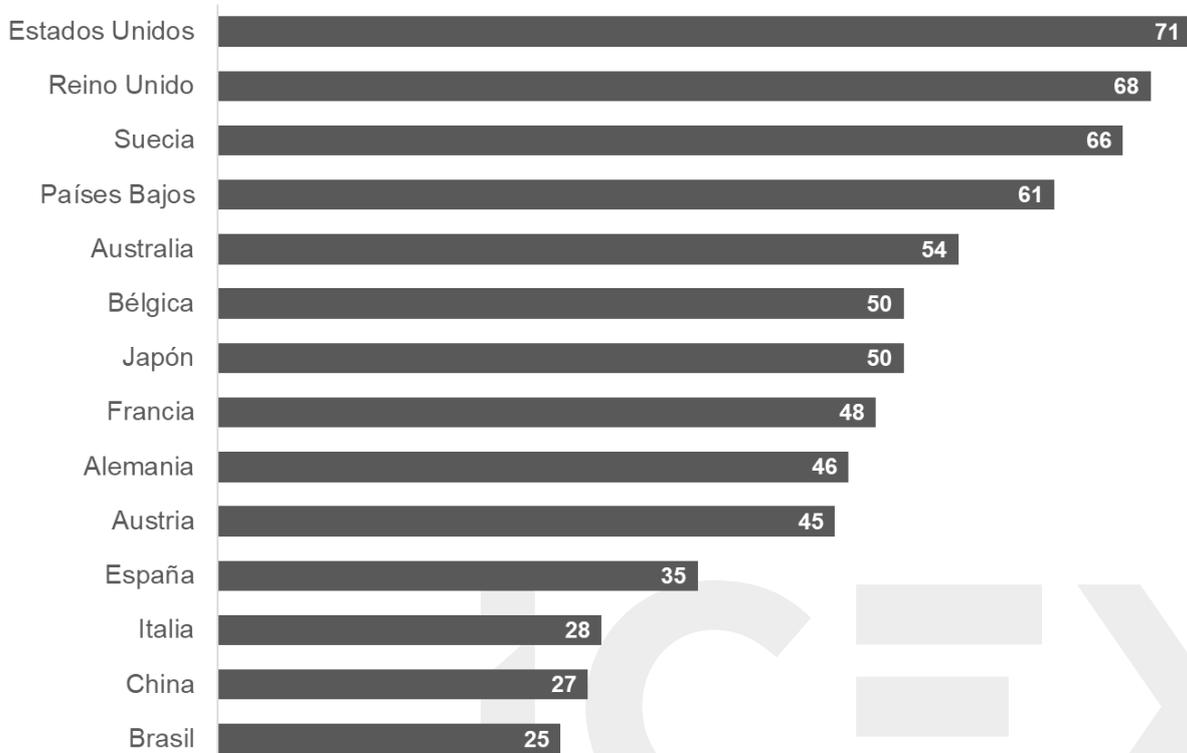
Producir en países en vías de desarrollo ya no resulta tan ventajoso, no sólo desde el punto de vista de los costes, sino también desde el estratégico para la mayoría de las empresas. Además, la administración estadounidense tiene como prioridad el fomento de la producción nacional, como se explicita en la orden ejecutiva para garantizar la producción americana (*Ensuring the Future Is Made in All of America by All of America's Workers*)².

3.3. Digitalización

Un estudio elaborado por Accenture y Oxford Economics midió el grado de digitalización de 14 de las principales economías mundiales. En este estudio, Estados Unidos se encuentra en primera posición, lo que muestra claramente la importancia de la digitalización en su economía, como puede apreciarse en el gráfico de la siguiente página:

² <https://itvmo.gsa.gov/exec-order-americas-workers/#:~:text=Purpose.and%20help%20America's%20workers%20thrive.>

ÍNDICE DE DIGITALIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES ECONOMÍAS DEL MUNDO



Fuente: Elaboración propia con datos de Accenture y Oxford Economics.

En cuanto al peso porcentual de la digitalización en las diferentes economías del mundo, Estados Unidos también se encuentra en cabeza, con un 34 % de peso de su PIB, por delante del 31 % de Reino Unido, el 29 % de Australia, el 27 % de Francia o el 26 % de Alemania. En España, la digitalización tiene un peso porcentual del 20 % sobre su PIB.

3.4. Principales empresas de fabricación avanzada en Estados Unidos

Estados Unidos ha tomado en los últimos años el liderazgo en lo que a fabricación avanzada se refiere. Así lo demuestra el listado elaborado por ThomasNet y VentureRadar, en el que, de las 20 principales empresas mundiales de fabricación avanzada, 11 son estadounidenses. Estas empresas son:

- **Desktop Metal.** Fabricante de impresión 3D de metal que se centra en la velocidad, el coste y la calidad para aplicaciones de ingeniería globales. Sus avanzadas técnicas de fabricación han recibido inversiones de empresas como Google, BMW y Ford Motors, entre otras, y está considerada como una de las empresas de más rápido crecimiento en la historia de Estados Unidos.

- **Biogen.** Empresa biotecnológica multinacional estadounidense especializada en terapias neurológicas para enfermedades como la esclerosis múltiple, la atrofia muscular, los trastornos neuromusculares y otros productos biológicos avanzados. Centran su I+D en tratamientos de neurología, hematología e inmunología para avanzar en la comprensión de las enfermedades.
- **Tulip.** Plataforma de fabricación digital desarrollada por el MIT para aumentar la productividad, la calidad y la eficiencia de las operaciones de producción. Tulip utiliza el IoT para proporcionar análisis en tiempo real, mayor conectividad y soluciones de trabajo dinámicas.
- **PrecisionHawk.** Fabricante de drones que utiliza *software* para analizar datos aéreos exentos de la Administración Federal de Aviación. Su división PrecisionMapper proporciona fotografías aéreas no tripuladas y topografía para los sectores de la agricultura, la energía, los seguros, el Gobierno y la construcción, a un coste significativamente inferior al de las operaciones tradicionales con aviones tripulados.
- **Catalent Pharma Solutions.** Fabricante farmacéutico multinacional de productos biológicos, terapias y productos sanitarios. Ayudan a las empresas y a los clientes a lo largo del ciclo de desarrollo de los productos y, para ello, aplican una amplia gama de tecnologías de fabricación avanzadas.
- **Archer Daniels Midland Company (ADM).** Empresa multinacional estadounidense de procesamiento de alimentos y productos básicos. Han ampliado sus capacidades para utilizar los productos de cereales y semillas oleaginosas no sólo en los alimentos, sino también en los mercados de nutracéuticos, industriales y de alimentación animal, centrándose en otros usos más allá del consumo alimentario.
- **The ExOne Company.** Empresa innovadora de fabricación aditiva no tradicional para aplicaciones industriales. ExOne es pionera en procesos avanzados de micromecanizado y fabricación aditiva, y está trabajando para ampliar las capacidades de la impresión 3D tradicional a muchos mercados nuevos.
- **ABBVIE.** Compañía biofarmacéutica global que se originó como una escisión de Abbot Laboratories. ABBVIE se centra en las áreas de inmunología, oncología, virología y neurociencia para mejorar los tratamientos y descubrir terapias avanzadas e innovadoras para pacientes no atendidos.
- **Oden Technologies.** Proveedor de servicios inalámbricos de IoT, cuyo objetivo es recopilar datos de la fábrica para mejorar la calidad, el rendimiento y la eficiencia. Su equipo de



automatización inteligente se integra con sistemas de terceros para ofrecer información instantánea sobre posibles mejoras y mucho más.

- **Impossible Foods.** Fabricante innovador de alimentos alternativos a la carne y los productos lácteos, centrado en la reducción de la huella medioambiental con la fabricación a base de plantas.
- **Perfect Day Foods.** Fabricante de proteínas lácteas no animales biofermentadas. Utilizan técnicas biosintéticas para innovar las fuentes tradicionales de proteínas lácteas y pretenden ofrecer una alternativa a la leche más duradera y no animal.

3.5. Casos de éxito de fabricación avanzada

- **IloT: BJC Healthcare**

En el campo del IloT se pueden encontrar casos de éxito que demuestran la relevancia de esta tecnología en la fabricación, no sólo del futuro, sino también la actual.

Un caso claro es el de BJC Healthcare, proveedor de servicios sanitarios que gestiona 15 hospitales en Missouri e Illinois. La empresa utiliza la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) para rastrear y gestionar miles de suministros médicos. La tecnología RFID utiliza ondas de radio para leer y capturar la información almacenada en una etiqueta adherida a un objeto, como los suministros sanitarios.

Anteriormente, el proceso de seguimiento del inventario implicaba mucho trabajo manual. Sin embargo, controlar el inventario manualmente puede ser un reto, ya que los hospitales compran una gran variedad de productos a sus proveedores y almacenan muchos artículos en sus instalaciones para procedimientos específicos. En algunos casos, hay que vigilar de cerca las fechas de caducidad de los productos, mientras que la pérdida de existencias puede hacer que se malgaste mucho tiempo en la realización de controles de inventario.

Por estos motivos, BJC decidió implantar la tecnología de etiquetado RFID en 2015. Desde que implementó la tecnología, BJC ha podido reducir la cantidad de existencias que se mantienen en cada instalación en un 23 %. La compañía predice que verá un ahorro continuo de aproximadamente 5 MUSD anuales.

- **Robótica Avanzada: Fetch Robotics**

La empresa californiana Fetch Robotics ha desarrollado robots móviles autónomos (AMR, por sus siglas en inglés) que colaboran en la localización, el seguimiento y el traslado de existencias en almacenes e instalaciones logísticas.



Un centro de distribución de DHL en los Países Bajos utiliza los AMR de Fetch para realizar operaciones de recogida y colocación. En DHL, los AMR se mueven de forma autónoma por las instalaciones junto a los trabajadores, aprendiendo y compartiendo automáticamente las rutas de desplazamiento más eficientes. El uso de robots autodirigidos de este modo puede ayudar a reducir el tiempo de ciclo de los pedidos hasta un 50 % y proporcionar hasta el doble de aumento de la productividad, según la empresa.

A medida que los robots se vuelvan más autónomos, flexibles y cooperativos, podrán abordar tareas aún más complejas, aliviando a los trabajadores de las tareas monótonas y aumentando la productividad en la fábrica.

- **Impresión 3D: PepsiCo**

La velocidad de comercialización nunca ha sido tan importante en el sector de los bienes de consumo, ya que los propietarios de marcas pretenden desarrollar nuevos diseños de botellas y envases para satisfacer los deseos siempre cambiantes de los clientes. Pero la creación de herramientas metálicas convencionales para el moldeo por soplado de botellas es una propuesta cara y que requiere mucho tiempo. Una vez que se crea un archivo CAD del diseño del envase, puede llevar hasta cuatro semanas mecanizar una herramienta metálica, y luego otras dos semanas para obtener una unidad de prueba para realizar el moldeo por soplado real. Además, se trata de un proceso costoso, que puede llegar hasta los 10.000 dólares para la producción de un solo conjunto de herramientas mecánicas.

Por todo esto, muchas empresas han tratado de adoptar la tecnología de impresión 3D para acortar y abaratar este proceso. Sin embargo, la impresión 3D también contaba con ciertas deficiencias, como la escasa durabilidad de las herramientas producidas o el elevado coste de las impresoras 3D industriales. En el caso de PepsiCo, la herramienta resultante tardaba de dos a tres días en ser impresa y solamente podía producir unas 100 botellas antes de que el molde comenzara a fallar.

Todo esto llevó al equipo de I+D a plantear un enfoque mixto, que combinaba partes de un molde metálico convencional con inserciones impresas en 3D. Así, PepsiCo pudo fabricar un juego de moldes completo en 12 horas, con 8 horas de impresión 3D y 4 horas de curado. Estos moldes de fabricación híbrida pueden utilizarse con éxito para más de 10.000 botellas antes de fallar, con una reducción de costes de hasta el 96 % en comparación con las herramientas metálicas tradicionales.

- **Impresión 4D: Universidad de Michigan**

En 2015, un equipo médico de la Universidad de Michigan consiguió salvar la vida de tres bebés que habían nacido con problemas respiratorios mediante la fabricación de un implante impreso en 4D. Este implante se adecuaba al crecimiento de los niños y se disolvía por sí mismo una vez ya no fuera necesario.

- **Realidad aumentada (RA): General Electric**

General Electric ofrece una visión de cómo la tecnología de RA puede potenciar la fabricación. La empresa está probando actualmente el uso de gafas de realidad aumentada en sus instalaciones de fabricación de motores a reacción en Cincinnati. Antes de utilizar estas gafas inteligentes, los fabricantes de motores a reacción a menudo tenían que dejar de hacer lo que estaban haciendo para comprobar sus manuales y asegurarse de que las tareas se realizaban correctamente.

Sin embargo, con las gafas RA, ahora pueden recibir instrucciones digitalizadas en su campo de visión. Los mecánicos también pueden acceder a vídeos de formación o utilizar comandos de voz para ponerse en contacto con expertos para obtener asistencia inmediata.

GE informa de que la productividad de los trabajadores que utilizan los dispositivos inteligentes aumentó hasta un 11 % durante la prueba piloto, en comparación con la anterior. En última instancia, este enfoque podría ofrecer un enorme potencial para minimizar los errores, reducir los costes y mejorar la calidad de los productos.

- **Gemelos Digitales: Team Penske**

Los equipos de carreras de automóviles se enfrentan a requisitos extremadamente exigentes cuando se trata del desarrollo de productos. En un intento de acelerar el proceso de desarrollo de los coches de carreras, el equipo Penske se asoció con Siemens, obteniendo acceso a soluciones avanzadas de diseño digital y simulación, incluidos los gemelos digitales.

Disponer de gemelos digitales proporciona a los ingenieros del equipo Penske un banco de pruebas virtual para innovar en nuevas piezas, optimizando el rendimiento del coche antes de tocar el coche físico.

Un gemelo digital de un coche de carreras se basa en los sensores instalados en un coche real. Estos sensores recogen datos como la presión de los neumáticos, el control del motor y la velocidad del viento, que luego se convierten en un modelo de coche virtual. Este modelo permite a los ingenieros probar diferentes configuraciones de diseño, realizando cambios de diseño eficaces y basados en datos a un ritmo muy rápido.

3.6. Incentivos a la fabricación avanzada en Estados Unidos

Como se ha mencionado, la administración estadounidense está realizando un notable esfuerzo por promover la aplicación de las diferentes tecnologías de fabricación avanzada en la industria americana.

3.6.1. *National Strategy for Advanced Manufacturing*

La [Estrategia Nacional para la Fabricación Avanzada](#) desarrollada por la OSTP (Office of Science and Technology Policy) tiene como objetivo el liderazgo de Estados Unidos en la fabricación



avanzada para el crecimiento de la economía, crear puestos de trabajo, mejorar la sostenibilidad medioambiental, abordar el cambio climático, reforzar las cadenas de suministro, garantizar la seguridad nacional y mejorar la atención sanitaria.

Se establecen tres objetivos interrelacionados para lograr la visión declarada:

- Desarrollar y aplicar tecnologías de fabricación avanzada
- Aumentar la mano de obra de la fabricación avanzada
- Crear resiliencia en las cadenas de suministro de la fabricación

3.6.2. Manufacturing USA

[Manufacturing USA](#) se creó en 2014 para asegurar el liderazgo mundial de Estados Unidos en la fabricación avanzada mediante la conexión de personas, ideas y tecnología. Los institutos de Manufacturing USA reúnen a competidores empresariales, instituciones académicas y otras partes interesadas para probar aplicaciones de nuevas tecnologías, crear nuevos productos, reducir costes y riesgos y dotar a la mano de obra de la industria manufacturera de las habilidades del futuro.

3.6.3. *Materials Genome Initiative*

La [Materials Genome Initiative](#) es una iniciativa federal multiinstitucional para descubrir, fabricar y desplegar materiales avanzados el doble de rápido y a una fracción del coste en comparación con los métodos tradicionales. La iniciativa crea políticas, recursos e infraestructuras para apoyar a las instituciones estadounidenses en la adopción de métodos para acelerar el desarrollo de materiales.

3.6.4. Industry 4.0 Technology Implementation Grant

El programa de subvenciones Industria 4.0 de [MEDC](#) (Michigan Economic Development Corporation) proporcionará un reembolso del 50 % de los costes de la tecnología I4.0 que cumplan los requisitos, hasta un máximo de 25.000 dólares. Las tecnologías elegibles para este programa de subvenciones incluyen *hardware/software* relacionado con las siguientes categorías de Industria 4.0:

- Fabricación aditiva y materiales avanzados
- Inteligencia Artificial
- *Big Data*
- Computación en la nube
- Ciberseguridad
- Internet industrial de las cosas (IIoT)
- Modelado, simulación, visualización e inmersión
- Robótica/Automatización



- Plataformas de trabajadores conectados y *wearables* (usables)

3.6.5. Maryland Manufacturing 4.0 Grant Program

El [programa de subvenciones Maryland Manufacturing 4.0](#) proporcionará subvenciones a los pequeños y medianos fabricantes de Maryland para que sigan siendo competitivos y ayuden a aumentar la productividad y las ventas, el ahorro de costes, la retención de empleados, etc.

3.6.6. *Infrastructure Investment and Jobs Act*

Numerosos analistas coinciden que la generosa dotación (1,2 billones de dólares) de la Ley de Inversión en Infraestructuras y Empleo ([Infrastructure Investment and Jobs Act](#)) contribuirá de manera indirecta al avance de la industria 4.0 en EE. UU. por la necesidad de los fabricantes de desarrollar equipos avanzados para la construcción de las infraestructuras señaladas por dicho programa.





4. Bibliografía

Manufacturing Industry Statistics

Accesible en: <https://www.nist.gov/el/applied-economics-office/manufacturing/manufacturing-industry-statistics>

Smart Manufacturing Market Size, Share & Trends Analysis Report by Component, by Technology

Accesible en: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-manufacturing-market>

Top Advanced Manufacturing Companies in the USA

Accesible en: <https://www.thomasnet.com/articles/top-suppliers/advanced-manufacturing-companies/>

2022 State of Manufacturing Report

Accesible en: <https://www.fictiv.com/ebooks/2022-state-of-manufacturing>

State of Smart Manufacturing

Accesible en: <https://www.plex.com/resources/7th-annual-state-of-smart-manufacturing>

North America Smart Factory Market - Growth, Trends, Covid-19 Impact, and Forecasts (2022 - 2027)

Accesible en: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/north-america-smart-factory-market>

Industry 4.0: 7 Real-World Examples of Digital Manufacturing in Action

Accesible en: <https://amfg.ai/2019/03/28/industry-4-0-7-real-world-examples-of-digital-manufacturing-in-action/>

Nanomaterials Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product



Accesible en: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/nanotechnology-and-nanomaterials-market>

3D Printing Market Size, Share & Trends Analysis Report by Component

Accesible en: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-printing-industry-analysis>

Advanced Composites Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product

Accesible en: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/advanced-composites-market>

Network Automation Market Size, Share & Trends Analysis Report by Component

Accesible en: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/network-automation-market-report>



ICEX

Si desea conocer todos los servicios que ofrece ICEX España Exportación e Inversiones para impulsar la internacionalización de su empresa contacte con:

Ventana Global

913 497 100 (L-J 9 a 17 h; V 9 a 15 h)

informacion@icex.es

Para buscar más información sobre mercados exteriores [siga el enlace](#)

www.icex.es



ICEX España
Exportación
e Inversiones