

# INFORME DE VIGILÀNCIA TECNOLÒGICA



## Impressió 3D: Del prototipatge a la fabricació industrial



# hub**b**30.

# INFORME DE VIGILÀNCIA TECNOLÒGICA

## Impressió 3D: Del prototipatge a la fabricació industrial

### Autors

**Hafsa El Briyak Ereddam**, Parc de Recerca UAB

**Martin Nicolas Buffa Dunat**, Oficina de Valorització i Patents UAB

2022



UAB Parc de Recerca  
Av. de Can Domènech s/n -Edifici Eureka - Campus UAB  
08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona · Espanya  
[www.hubb30.cat](http://www.hubb30.cat)

# hubb30.

Una iniciativa de:



# 1

## Visió de síntesi sobre innovació i tendències en impressió 3D: Del prototipatge a la fabricació industrial.

Els bloquejos i les interrupcions dels sistemes de subministrament causats per la COVID-19 i tensions polítiques, van provocar l'escassetat de matèries primeres en la majoria de les verticals de la indústria. Aquesta situació va elevar la consciència dels fabricants sobre el paper crucial de la **Fabricació additiva (FA)** - una tecnologia que existeix de fa més de trenta anys - va suposar una gran oportunitat per superar l'estat d'emergència.

**La Fabricació additiva**, també coneguda com a **Impressió 3D**, fa referència al procés d'unió de materials per fabricar objectes tridimensionals a partir de dades de model 3D o disseny assistit per computació (CAD), generalment, capa sobre capa, sense cap operació de tall o mecanitzat. Cada capa de l'objecte fabricat té un conjunt diferent d'instruccions de control informàtic. Aquesta tecnologia s'utilitza principalment per crear prototips ràpids i fabricar components i peces llestos per al seu ús més eficient, **revolucionant el rendiment del cicle de vida dels productes**, des de l'optimització flexible del disseny fins a la millora funcional.

Actualment, la Fabricació additiva s'ha convertit en una solució alternativa de fabricació industrial **viable, respectuosa amb el medi ambient** i capaç de crear **peces amb geometries il·limitades i complexes**. En aquest sentit, existeix una tendència creixent d'incorporar-la com a part de tota la cadena de producció, la qual cosa permet l'adopció d'un **enfocament holístic** com a part integral d'aquesta cadena que no es poden aconseguir amb els mètodes de fabricació tradicionals.

### Cadena de subministrament tradicional vs Fabricació Additiva

	Cadena de subministrament convencional	Cadena de subministrament de fabricació additiva
<b>Proveïdors</b>	La gestió logística és clau per a la funcionalitat. S'inverteixen grans quantitats de diners i temps per garantir un flux de logística sense problemes cap a i des dels llocs de producció.	Simplifica la cadena de subministrament i el procés de fabricació. Nombre reduït de proveïdors i venedors.
<b>Emmagatzematge</b>	L'emmagatzematge a gran escala és crucial per garantir l'emmagatzematge efectiu de l'inventari de matèries primeres.	La necessitat de magatzems es redueix exponencialment, ja que la majoria de productes es fabriquen per encàrrec, eliminant la necessitat d'emmagatzemar productes acabats.
<b>Temps</b>	Temps de lliurament molt elevat.	Temps curts d'execució i cicle.

<b>Personalització</b>	La personalització dels productes és difícil, ja que requereix un ajust important en els camins estàndard de la cadena de subministrament seguits i més temps de fabricació.	Permet una alta velocitat de producció i comandes personalitzades, evitant la sobreproducció.
------------------------	--	---

Certament, la tecnologia s'està movent ràpidament cap a la impressió 3D per facilitar els processos de fabricació i produir peces amb alta qualitat. Mentre que els mètodes de fabricació tradicionals requereixen inversions elevades per a la producció de baix volum, la impressió 3D permet els mateixos avantatges en la producció a petita escala. D'aquesta manera, les **petites empreses** manufactureres estan adquirint habilitats per competir amb els líders mundials del seu sector. S'espera que aquesta tecnologia de la indústria 4.0 provoqui una **nova revolució industrial**.

## Avantatges i impulsors de la Fabricació Additiva

La incorporació de les tecnologies d'impressió 3D és desigual entre diferents regions, amb una sensibilització major i una sèrie de noves empreses a les regions **nord-americanes i europees**. Això es pot atribuir al major nombre de sol·licitants disposats a arriscar-se al canvi cap a **solucions innovadores i eficients**.

Les principals **aplicacions de la FA** inclouen la creació ràpida de prototips, eines, producció de peces, reparació de peces existents i producció de peces de recanvi amb materials com els plàstics, metàl·lics, ceràmics i compostos. Donat que les aplicacions i les polítiques de materials varien entre les indústries, la impressió 3D ha trobat diferents nivells d'adopció en diferents sectors, que incorporen aquesta eina per millorar el **rendiment dels seus processos de fabricació i produir peces amb:**

- Major control de qualitat dels recursos;
- Flexibilitat i llibertat de disseny;
- Fabricació simplificada i descentralitzada: les impressores 3D es poden configurar i operar en ubicacions remotes sense la necessitat d'un espai definit;
- Personalització dels productes i fabricació àgil: capacitat de crear peces sota demanda i minimitzar el temps de lliurament o comercialització;
- Alta producció i àmplia gamma de materials;
- Major transparència i independència de qualsevol xoc extern que pugui corrompre les xarxes de subministrament;
- Major eficiència digital i energètica;
- Residus mínims: només s'utilitza el material necessari per construir el component.
- Reduccions significatives en el pes dels components: redueix els múltiples processos de fabricació i augmenta la vida útil dels productes;
- Reduccions en els costos d'emmagatzematge i gestió d'inventaris: es millora la logística, creant un flux de treball ràpid i eficient.

## Aplicacions i impacte de la FA

El potencial de la fabricació additiva ha motivat la seva adopció per diversos sectors de la indústria manufacturera com:

- **Indústria de l'automoció:** Gran capacitat per produir estructures personalitzades, fiables, lleugeres i complexes, en temps de planificació de disseny reduït, la qual cosa permet una reducció significativa dels costos, millora els lliuraments i impulsa la implementació d'una cadena logística organitzada.
- **Indústria aeroespacial:** La tecnologia d'impressió 3D és coneguda per la seva llibertat inigualable per dissenyar estructures complexes per a la indústria aeroespacial, especialment peces de recanvi i prototips. Fa servir materials mínims i processos per obtenir components lleugers i eficients.
- **Sanitat:** La tecnologia d'impressió 3D permet el disseny de dispositius mèdics i la producció assequible i eficaç de biomodels personalitzats, eines quirúrgiques particulars i implants específics. Hi ha hagut un avenç significatiu en projectes relacionats amb la bioimpressió, és a dir, la creació d'estructures semblants a teixits i òrgans.
- **Indústria elèctrica i electrònica:** La impressió 3D té un gran potencial dins del mercat de l'electrònica, ja que permet als usuaris imprimir productes i estructures personalitzades i amb costos reduïts. S'utilitza per imprimir una àmplia gamma d'antenes, components de transductors, sensors biomèdics flexibles, sensors incrustats, entre altres.
- **La construcció:** La FA permet la construcció d'edificis, prototips de demostradors de tecnologia i edificis totalment equipats i habitables. Es busca integrar materials no convencionals, com ara l'acer inoxidable i el formigó armat per millorar l'estabilitat i la durabilitat de les estructures arquitectòniques.
- **Indústria de la moda:** La tecnologia d'impressió 3D també està entrant a la indústria minorista amb impacte en béns de consum, roba i joieria. La funció de personalització massiva i l'ampliació de la cartera de productes atrau empreses i desenvolupadors de diferents verticals.
- **Indústria alimentària:** A mesura que la dieta esdevé un element cada vegada crucial, hi ha una necessitat important de desenvolupar aliments personalitzats que s'adaptin a diferents condicions i necessitats corporals. La impressió d'aliments en 3D és una possible solució.

## Un mercat creixent i dinàmic

L'augment de la proliferació de la fabricació additiva a totes les indústries manufactureres i el **suport governamental** creixent per millorar i accelerar l'adopció de la indústria 4.0 i de la tecnologia d'impressió 3D a totes les regions, han afavorit el seu ràpid creixement durant l'última dècada. Es calcula que el mercat global de la FA va generar uns ingressos totals de 14,7 mil milions de dòlars el 2021, registrant així, una **taxa de creixement del 16,7%**; i, es preveu que experimenti un creixement del 20,4% entre el 2021 i 2026, assolint uns ingressos de 37,25 mil milions de dòlars <sup>1</sup>.

En aquest sentit, el mercat de la FA se segmenta principalment en **materials, el maquinari** (impressores) i **els serveis** (programari). A més del mercat de les impressores 3D, el mercat de les **solucions de programari** i els serveis relacionats està experimentant un creixement important, a causa de la necessitat de serveis de disseny assistit per ordinador (CAD) i programari d'anàlisi de dades que s'han d'integrar amb la impressora per donar suport al procés. Per tant, aquests factors afecten directament l'adopció i el creixement de la tecnologia d'impressió 3D.

No obstant, la seva incapacitat per competir en costos amb la fabricació tradicional en economies d'escala, frena el seu desenvolupament efectiu. En la majoria dels casos, les metodologies tradicionals són més assequibles que les tecnologies d'impressió 3D en grans volums de producció.

<sup>1</sup> Frost & Sullivan. Global Additive Manufacturing Growth Opportunities - Transformational Growth of Additive Manufacturing due to Digitalization and Automation. 2022

Tot i que s'espera que es disminueixin significativament els costos operatius durant els pròxims anys, a mesura que es produeixi un ús de volum.

La tecnologia de fabricació additiva es classifica en **directa i indirecta**. Directe quan es desenvolupa tot el model des de l'etapa de disseny mitjançant les tecnologies de fabricació additiva; i indirecta quan forma part del procés global.

### **Tecnologies clau**

- **Modelat per deposició fusionada (FDM):** el sistema utilitza principalment material termoplàstic, que es fon fins a un estat semilíquid i es construeix capa per capa a la cambra d'impressió 3D. Actualment, és una de les tecnologies més adoptades per a la producció en sèrie.
- **Estereolitografia (SLA):** utilitza un làser ultraviolat (UV) per solidificar una resina de fotopolímer líquid i construir una peça 3D capa per capa. La part construïda sovint es col·loca en un forn ultraviolat (UV) per aconseguir la màxima resistència.
- **Sinterització selectiva per làser (SLS):** petites partícules de plàstic, metall o ceràmica es fusionen a partir d'un làser de gran potència per formar un objecte sòlid en 3D. Aquesta tecnologia permet la producció en sèrie.
- **Fusió selectiva per làser (SLM):** aquesta tecnologia crea objectes complexos fent completament la pols metàl·lica mitjançant un feix làser de gran potència (Producció en sèrie).
- **Sinterització directa per làser de metall (DMLS):** s'utilitza per prototips i peces finals de metall mitjançant la creació capa per capa, seguint un model 3D. A diferència de la tecnologia SLM, la DMLS sinteritza el material sense fondre'l del tot, sinó escalfant la pols fins a un punt determinat.
- **Fusió de feix d'electrons (EBM):** es fa servir un feix focalitzat d'electrons d'alta energia per fondre la pols metàl·lica capa per capa al buit, segons les dimensions predefinides. En altres paraules, converteix la pols de metall en un producte sòlid mitjançant un feix d'electrons d'alta velocitat (Producció en sèrie).
- **Fabricació d'objectes laminats (LOM):** procés econòmic en què les capes de paper laminat amb adhesiu o làmines de plàstic s'enganxen i es tallen per crear formes complexes.
- **Processament de llum digital (DLP):** permet solidificar una capa a través d'una sola projecció de llum.
- **Multijet Fusion (MJF):** és una nova tecnologia desenvolupada per HP, basada en pols que no utilitza làser. Produeix ràpidament peces complexes i ben detallades, amb termoplàstics en pols. Amb aquesta tecnologia es poden produir peces funcionals a tot color mantenint unes propietats mecàniques òptimes.

Actualment, tecnologies com el Modelat per deposició fusionada (**FDM**), Sinterització selectiva per làser (**SLS**), Estereolitografia (**SLA**), Fusió selectiva per làser (**SLM**) i Processament de llum digital (**DLP**) són capaços de produir peces individuals a gran escala i amb **múltiples materials avançats**, eliminant així el requisit de muntatge i postprocessament i aconseguint peces funcionals amb diferents propietats i funcions integrades. Conseqüentment, es poden estalviar la maquinària i els costos de fabricació, reduint el temps de llançament al mercat i el temps de cicle.

Tot i la capacitat de dissenyar nous **components multifuncionals i multimaterials** amb propietats de rendiment millorades, cada tecnologia planteja reptes considerables; principalment adherir capes de múltiples materials de manera eficient, atès que cada material té un punt de fusió

diferent, així com propietats mecàniques i físiques diferents, la qual cosa dificulta la integració dels materials entre si i els components produïts poden ser vulnerables a la delaminació o fallades.

Altrament, el **cost d'implementació** de la tecnologia de fabricació additiva és molt elevat, factor que dificulta la seva incorporació. Una impressora multimaterial basada en FDM de grau industrial més assequible, pot rondar els 230.000 i 300.000 dòlars. A més, 1 kg de material pot costar 500 dòlars<sup>2</sup>. S'espera una caiguda dels preus a mitjà i llarg termini, que motivarà el seu creixement en múltiples sectors.

Cal remarcar però, aquestes tecnologies han revolucionat els **processos** i mètodes de fabricació additiva:

## Processos de la FA

- **Binder Jetting (BJT)**: és un procés on s'uneixen materials en pols mitjançant un agent d'enllaç líquid dipositat selectivament per formar una peça sòlida. S'utilitza en polímers, metalls, ceràmica i sorra per produir figuretes, petites peces industrials o motlles de sorra.
- **Deposició d'energia directa (DED)**: és un procés ràpid i econòmic que utilitza energia tèrmica focalitzada per fusionar materials fonent-los durant el dipòsit. S'utilitza per produir peces estructurals metàl·liques d'ús final per a la indústria aeroespacial i de defensa.
- **Extrusió de material (MEX)**: el material es distribueix selectivament a través d'un broquet o orifici. S'utilitza per produir prototips ràpids en materials termoplàstics o compostos mitjançant la tecnologia **Modelat per deposició fusionada (FDM)**.
- **Material Jetting (MJ)**: diposita gotes de resina fotosensible que després s'endureixen amb llum ultraviolada. s'utilitza principalment per produir prototips en polímers.
- **Powder Bed Fusion (PBF)**: mitjançant energia tèrmica, es fusionen selectivament les regions d'un llit de pols per formar un objecte sòlid. Aquest procés té una àmplia gamma d'aplicacions, però els seus usos més habituals inclouen peces estructurals metàl·liques i equips mèdics de plàstic. Les tecnologies més utilitzades inclouen la **Sinterització làser selectiva (SLS)**, **fusió làser selectiva (SLM)**, **fusió per feix d'electrons (EBM)**, **Sinterització directa per làser de metall (DMLS)**, **Multijet Fusion (MJF)**, entre altres.
- **Sheet Lamination (SHL)**: làmines de material (polímers, metalls o paper) s'uneixen capa per capa per produir prototips visuals i fosa de motlles de sorra, a través de tecnologies com **la Fabricació d'Objectes Laminats (LOM)** o **Fabricació Additiva Ultrasònica (UAM)**.
- **Fotopolimerització de cuba (VPP)**: es basa en projectar una llum sobre una resina fotosensible per solidificar-la. En solidificar cada capa el component s'allunya mecànicament del focus de llum perquè la resina sense curar es pugui processar i formar així, capa per capa, una estructura tridimensional, com prototips visuals i patrons de fosa en fotopolímers. **L'Estereolitografia (SLA)** i el Processament de llum digital (DLP) són algunes de les tecnologies més populars.

L'elecció del **material i del procés d'impressió** depèn principalment del temps disponible per a la creació de prototips o la producció, el valor de la geometria i el volum de la producció. Aquestes tecnologies i processos tenen gran capacitat d'adaptació per lliurar peces més funcionals, adoptables i sistemes de maquinari preparats per a la producció.

<sup>2</sup> Frost & Sullivan. Opportunities for Multimaterial 3D Printing in Manufacturing - Multimaterial 3D Printing will Provide the Manufacturing Industry the Opportunity to Design and Manufacture Multifunctional Components. 2019

## La impressió 3D de metall

L'enfocament de la FA s'ha traslladat d'aficionats a aplicacions industrials i empresarials, arribant a la **impressió 3D de metall** en l'actualitat, en gran part, induïda també per l'impacte significatiu que ha suposat la impressió 3D de plàstics.

La creixent demanda d'impressió 3D de metall està impulsada per la seva capacitat de fabricar aliatges metàl·lics altament **personalitzats a preus assequibles** i la capacitat de combinar diverses peces separades en una sola unitat. Es preveu que tingui un gran impacte en indústries com **l'aeroespacial, automoció, sanitat, energia** (per exemple, el petroli i el gas) i l'electrònica.

Tanmateix, l'**alt cost del material**, la velocitat lenta i la **mida limitada** de les peces restringeixen l'adopció més àmplia de les impressores 3D metàl·liques. La manca de proveïdors de serveis que ofereixin consultoria en termes **d'assistència als clients** amb tecnologia i materials adequats per atendre les necessitats individuals, també suposa un gran repte per l'adopció d'aquesta tecnologia.

Els materials metàl·lics varien des de **pols** fins a **filferros i líquids** que es poden processar mitjançant tècniques de fabricació com PBF, BJT, DED, MJ, VPP, MEX, entre d'altres. L'**acer** i el **titani** són els aliatges metàl·lics més comuns i s'utilitzen en format pols metàl·lica. Cal remarcar que, la impressió metàl·lica 3D pot estar subjectada a deformacions i contraccions, afectant el rendiment dels components. Les tecnologies convencionals, com ara el rectificat, el polit de superfícies i el desbarbat, continuaran sent essencials. Tanmateix, companyies com per exemple HP, ja disposen de tecnologia que permet imprimir peces metàl·liques sense materials de suport i simplificar el postprocessament (HP 3D Metal Jet).

## Convergència tecnològica

La interconnexió de diverses tecnologies de la **indústria 4.0** suposa una solució intel·ligent per optimitzar tot el procés productiu. Tecnologies com el **Big Data** i l'**aprenentatge automàtic** poden identificar enllaços entre entrades i sortides i oferir informació valuosa. A més, el programari **d'intel·ligència artificial** és capaç d'utilitzar la informació que sorgeix de tot el procés de fabricació per optimitzar els processos i el manteniment predictiu. Així mateix pot aportar velocitat i precisió en el desenvolupament de nous materials i productes.

Cal remarcar que, les impressores 3D s'estan integrant també amb **eines de connectivitat, sensors i solucions IoT**, que ofereixen alts nivells de personalització i escalabilitat en funció de la demanda.

## Necessitat de noves investigacions transversals

El concepte de crear geometries 3D capa sobre capa, ha induït avenços significatius en la digitalització del disseny, capacitats d'impressores, en els mètodes de deposició, geometria dels components i materials, que a la vegada, han subratllat la necessitat de **noves investigacions** més transversals relacionades amb eines de simulació i **disseny** de productes específics, **supervisió** en procés i control efectiu, tècniques de **postprocessament** i una gestió fiable del cicle de vida del producte. Així també millorar l'eficiència i la qualitat del maquinari per tal de poder integrar-se amb el flux del procés de fabricació existent i assolir **economies d'escala**.

A mesura que la indústria comença a passar de la creació de prototips a la producció de peces finals, hi ha una major necessitat d'entendre com les propietats dels materials afecten realment la qualitat de la peça en totes les fases del cicle de producció.

Actualment, l'elevat cost i la gamma limitada de materials plàstics, metàl·lics o ceràmics disponibles



per a la impressió 3D impedeixen l'adopció de la FA, tot i que s'espera que disminueixin a mesura que augmenten els volums i la competència. En aquest sentit, es preveuen investigacions enfocades al desenvolupament de **nous materials avançats** que puguin millorar la resistència de les peces.

La manca de **flexibilitat dels fabricants** a l'hora d'adoptar les tecnologies d'impressió 3D, les altes inversions de capital, les limitacions tecnològiques i la **manca de formació, experiència i habilitats** laborals necessaris per al maneig de maquinari i programari, poden suposar una barrera d'entrada al mercat de la FA.

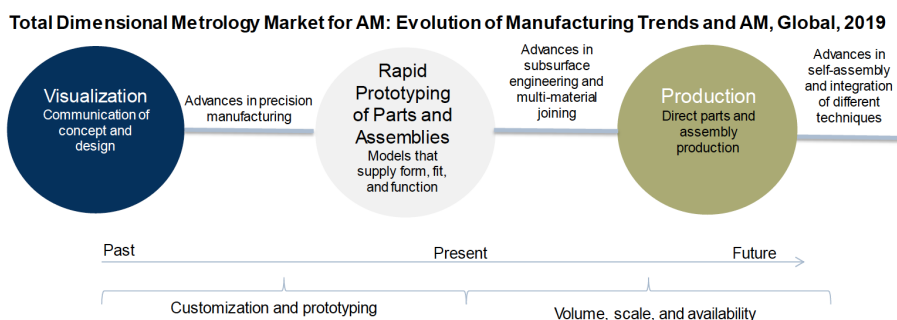
En definitiva, **col·laboracions estratègiques** entre els proveïdors de FA, de programari, els professionals del mecanitzat i els usuaris finals són necessàries per abordar els reptes clau que planteja la fabricació additiva, amb el propòsit d'aportar valor a totes les indústries i estimular investigacions transversals.

# 2

## Impressió 3D: Del prototipatge a la fabricació industrial

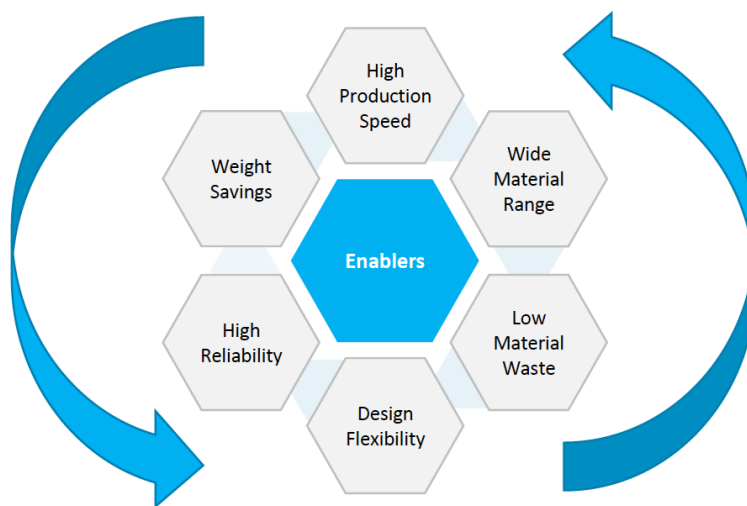
### Infografies clau

#### 2.1. Evolució de les tendències de fabricació i de la FA



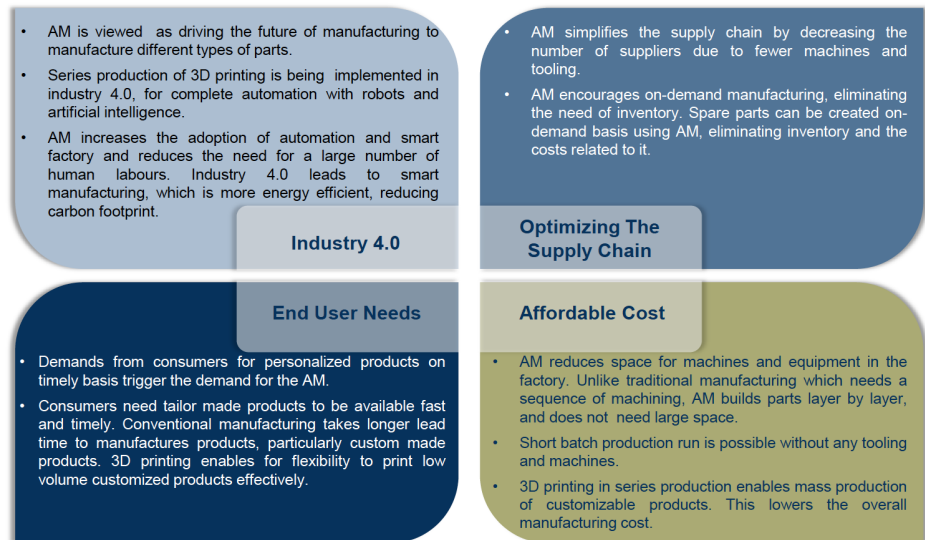
Font: Frost & Sullivan: On-demand Manufacturing Propels the Global Dimensional Metrology Equipment Market for Additive Manufacturing. Future Market Prospects Enhanced by Growth Opportunities in Medical and Electronics Additive Manufacturing. 2020

#### 2.2. Avantatges i facilitadors de la fabricació additiva



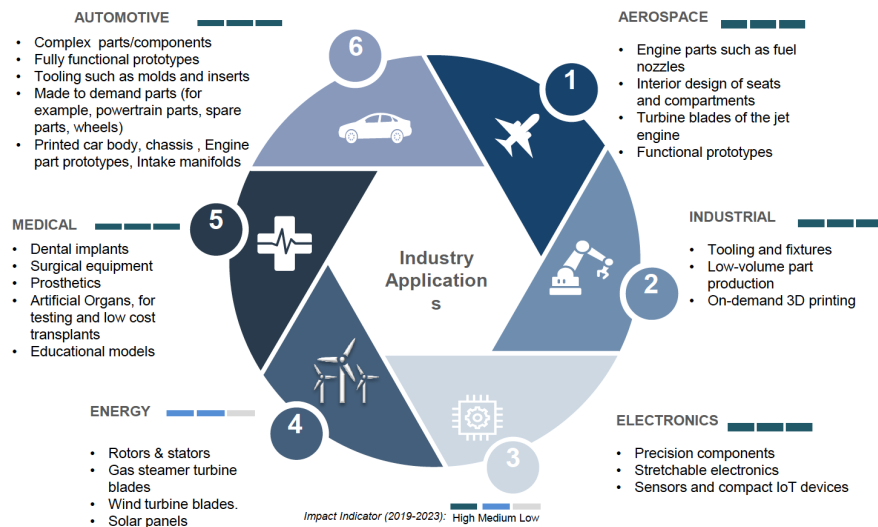
Font: Frost & Sullivan: Global Additive Manufacturing Growth Opportunities - Transformational Growth of Additive Manufacturing due to Digitalization and Automation. 2022

### 2.3. Impulsors clau de la fabricació additiva



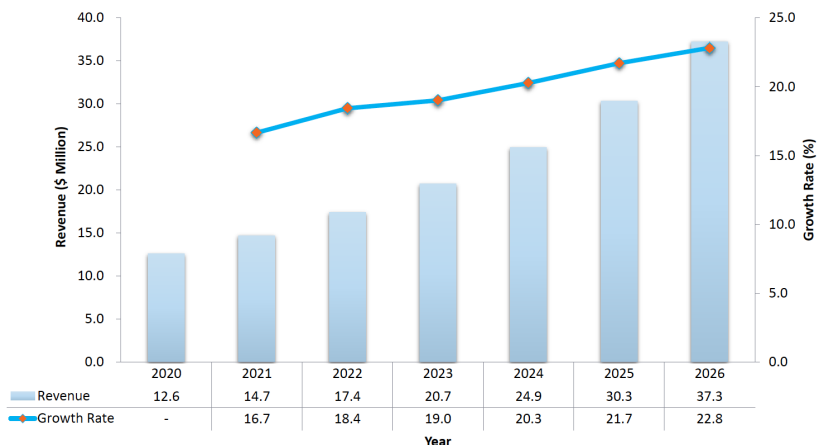
Font: Frost & Sullivan: Additive Manufacturing for Series Production: Opportunity Analysis - Analysis on Potential Adoption of Additive Manufacturing for Series Production in the Automotive & Aerospace Industries. 2019.

### 2.4. Aplicacions i impacte de la impressió 3D en indústries manufactureres



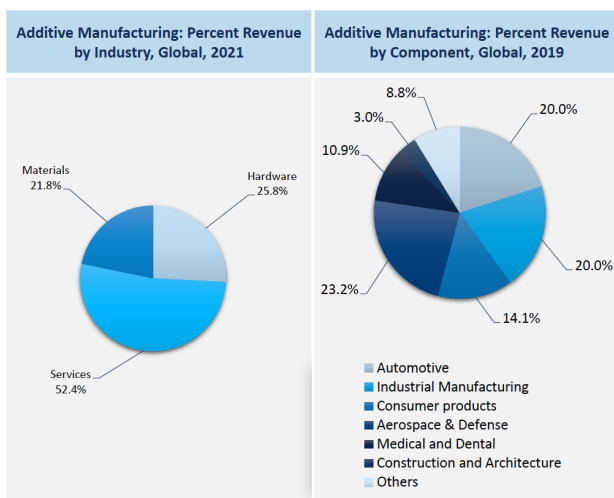
Font: Frost & Sullivan: Additive Manufacturing for Series Production: Opportunity Analysis - Analysis on Potential Adoption of Additive Manufacturing for Series Production in the Automotive & Aerospace Industries. 2019.

## 2.5. Mercat global de la fabricació additiva: previsió d'ingressos 2020 - 2026



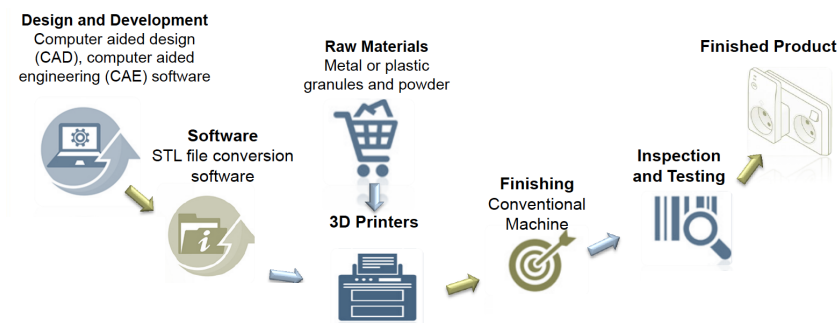
Font: Frost & Sullivan: Global Additive Manufacturing Growth Opportunities - Transformational Growth of Additive Manufacturing due to Digitalization and Automation. 2022

## 2.6. Mercat global de la fabricació additiva: anàlisi d'ingressos 2019 / 2021



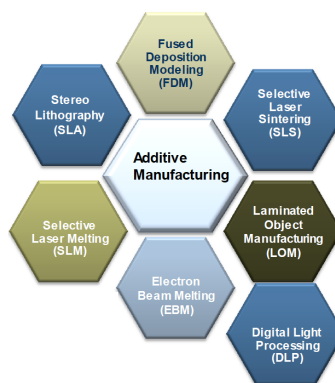
Font: Frost & Sullivan: Global Additive Manufacturing Growth Opportunities - Transformational Growth of Additive Manufacturing due to Digitalization and Automation. 2022

## 2.7. Cadena de valor de la fabricació additiva



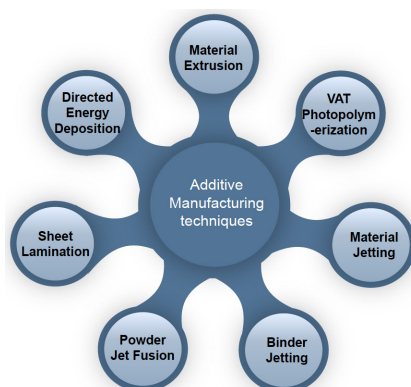
Font: Frost & Sullivan: Global Additive Manufacturing Market, Forecast to 2025 - Connected Supply Chains of the Future Take Shape as Change is Unleashed from Concept to Production. 2016

## 2.8. Tecnologies clau d'impressió 3D



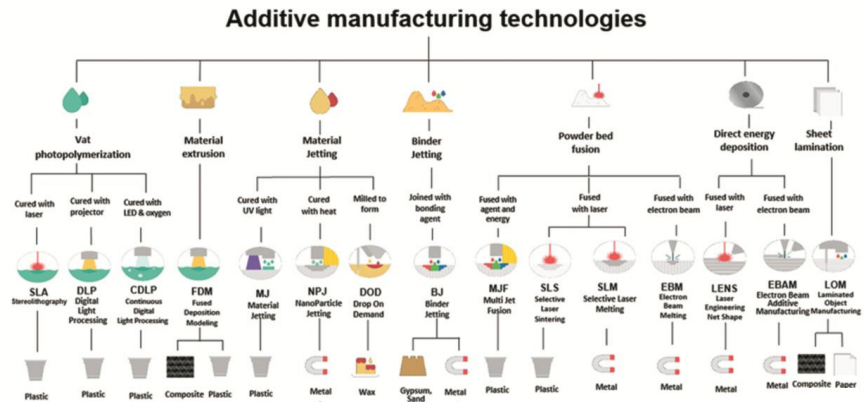
Font: Frost & Sullivan: On-demand Manufacturing Propels the Global Dimensional Metrology Equipment Market for Additive Manufacturing. Future Market Prospects Enhanced by Growth Opportunities in Medical and Electronics Additive Manufacturing. 2020

## 2.9. Tècniques de la fabricació additiva



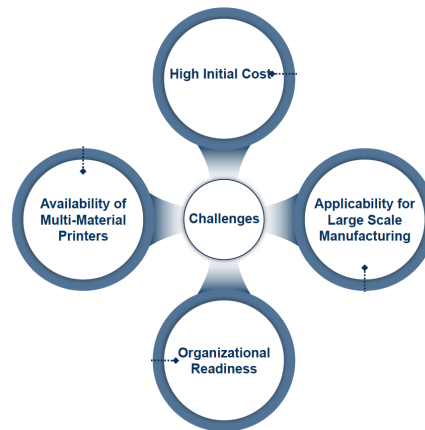
Font: Frost & Sullivan: Big Area Additive Manufacturing - Technology Adoption Assessment. Automotive, Aerospace, Consumer, and Building and Construction Sectors Drive Growth Opportunities. 2018

## 2.10. Relació entre tècniques i tecnologies de FA



Font: Danut Mazurchevici, Andrei Nedelcu, Dumitru & Popa, Ramona. Additive manufacturing of composite materials by FDM technology: A review. 2019

## 2.11. Reptes que dificulten l'adopció de les tecnologies de FA



Font: Frost & Sullivan: Additive Manufacturing Technology Innovations Impacting Automotive Sector - Transforming the Manufacturing Paradigm in Automotive Sector. 2015

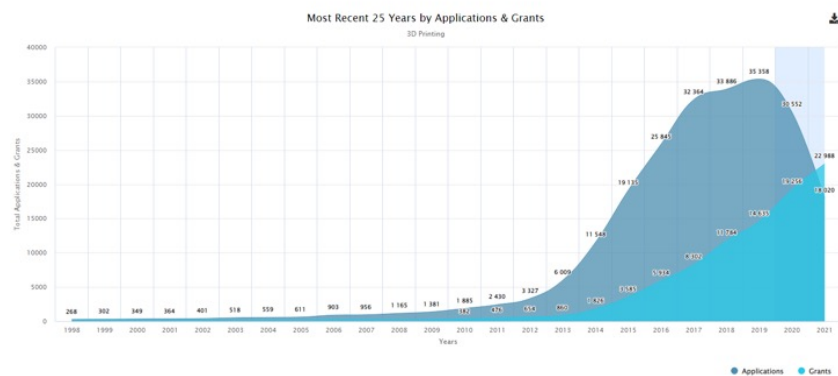
# 3

## Anàlisi de patents

### 3.1. Evolució patents sol·licitades i concedides

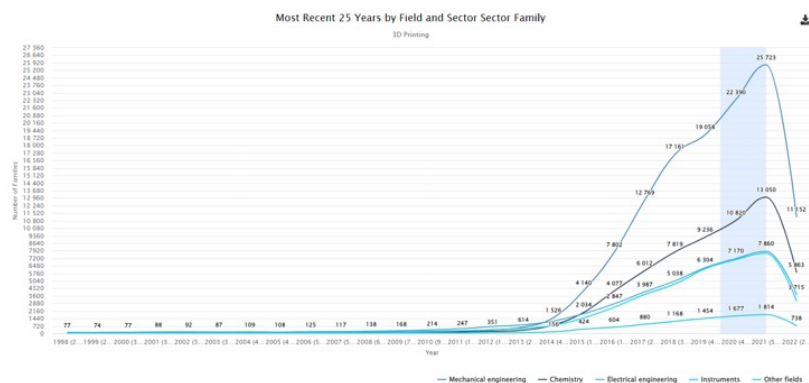
La representació gràfica de les invencions a nivell global per any de presentació indica almenys dues fases d'innovació en aquesta indústria. La R+D en les **Tecnologies d'Impressió 3D / Fabricació Additiva** va començar a créixer lentament a la primera dècada analitzada en aquest informe (passant d'unes 268 sol·licituds el 1998 a 2.430 el 2011). A l'any 2012 es produeix un punt d'inflexió al nombre de sol·licituds de patent, que va començar a créixer de manera exponencial. Així, la taxa d'invents es va multiplicar gairebé per 10 a la darrera dècada, i el nombre de sol·licituds va passar d'unes 3.000 per any fins a assolir més de 30.000 sol·licituds/any. Aquests resultats poden indicar que l'àmbit de les Tecnologies d'Impressió 3D / Fabricació Additiva es tracta actualment d'un **sector molt dinàmic** i en franca expansió.

L'anàlisi de patents sol·licitades i concedides a nivell global inclou 231.019 sol·licituds de patents, 101.832 de les quals foren concedides. D'aquesta manera, la proporció de patents que finalment foren concedides fou aproximadament del **44%**.



### 3.2. Sector tecnològic de les patents sol·licitades

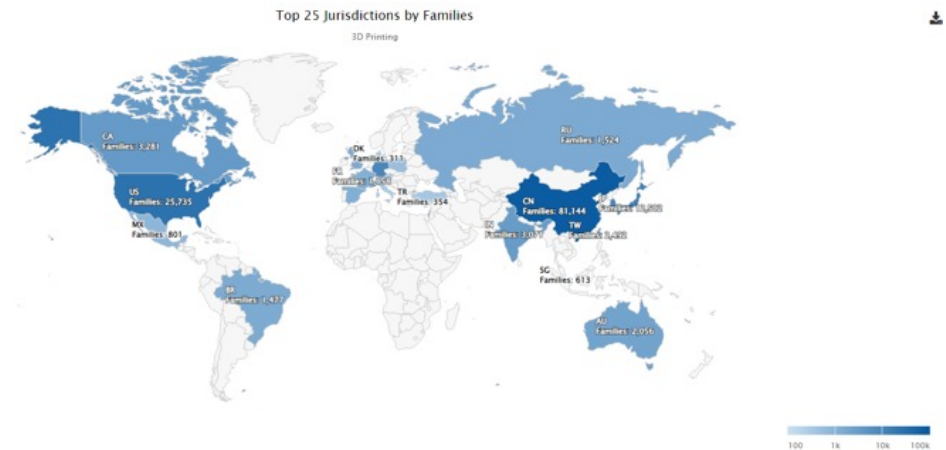
En els darrers vint-i-cinc anys, les tecnologies més actives en patents sol·licitades en aquest àmbit pertanyen, sobretot, als camps següents: **enginyeria mecànica**, seguit pels sectors **químic**, **enginyeria elèctrica**, **instruments**, i **altres camps**.



### 3.3. Localització territorial de patents

A nivell global en l'àmbit de Tecnologies d'Impressió 3D / Fabricació Additiva, les oficines regionals que els darrers 25 anys han encapçalat la demanda de sol·licituds de patents són les de **Xina, Estats Units, Japó, Canada i Índia**.

L'activitat inventiva global en el període estudiat ha estat dominada per dos països concrets, que representen gairebé el 60% de les sol·licituds de patents. La **Xina** és el clar líder mundial, seguit a gran distància pels **EUA**.



A nivell global, la **Unió Europea**, en aquesta família de patents, mostra la quarta posició. Dins de la Unió Europea, els països amb més sol·licituds de patents són, tal com es mostra al següent mapa, **Alemanya** (amb molta distància de la resta de països), **Anglaterra, Espanya i França**.

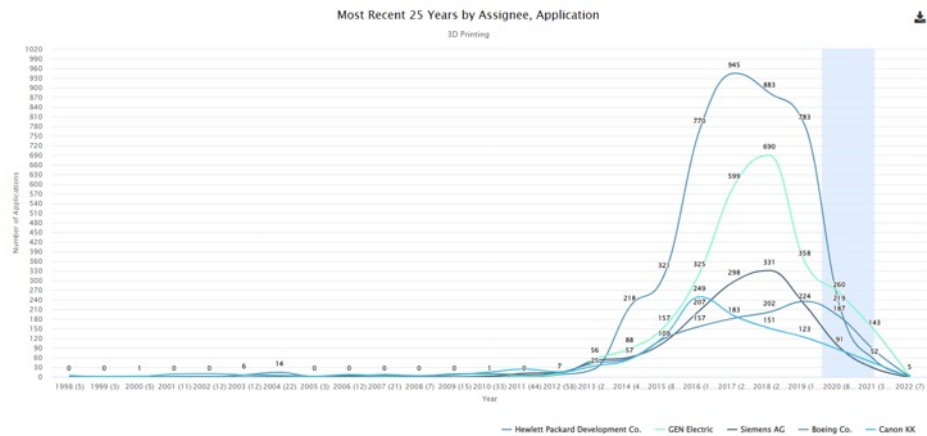


### 3.4. Sol·licitants de patents més actius

El gràfic següent explicita, des del 1998, quines són les organitzacions més actives en sol·licituds de patents, així com els períodes temporals en què aquestes s'han concentrat. Per la seva activitat



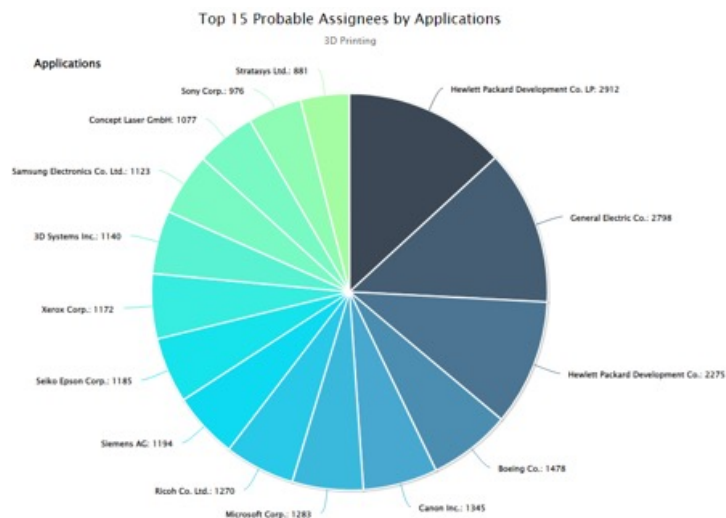
destaquen, entre d'altres, **Hewlett Packard Development, General Electric, Siemens AG, Boeing Co i Canon KK.**



### 3.5. Altres sol·licitants de patents actius

A continuació es mostren les **15 entitats** (empreses, institucions o persones) més actives com a sol·licitants de patents, especificant el **volum d'operacions** tramitades per cadascun.

És interessant observar la presència d'empreses tradicionals del sector de la impressió (com **Hewlett Packard, Canon, Ricoh, Xerox, etc.**), coexistint també amb empreses d'altres sectors.



Entre les entitats espanyoles es destaquen: Innomaq 21 S.L. (2 patents prioritàries, 28 sol·licituds); Centro Tecnológico de Nanomateriales Avanzados sl (1 patent prioritària, 14 sol·licituds); Phibo CAD CAM sl (1 patent prioritària, 14 sol·licituds), Univ. Politècnica de València (3 patents prioritàries, 13 sol·licituds) i Fundació Eurecat (1 patent prioritària, 13 sol·licituds).



o Additive Manufacturing

o 3D printing

- Les bases de dades de patents estan ordenades mitjançant diversos **sistemes internacionals de classificació**, essent els més utilitzats l'International Patent Classification (**IPC**) i Cooperative Patent Classification (**CPC**) per a camps més específics. El sistema de classificació internacional més utilitzat és l'IPC.
- En l'àmbit, la **quantitat de codis IPC és alta**, permetent per tant una cerca àmplia i diversa.

### **Codis de patents seleccionats per obtenir la mostra**

Per a l'obtenció de la mostra d'aquest informe únicament s'ha considerat la inclusió d'índexs **IPC**. Específicament, es van explorar els següents:

- B33Y. ADDITIVE MANUFACTURING, i.e. manufacturing of three-dimensional [3D] objects by additive deposition, additive agglomeration or additive layering, e.g. by 3D printing, stereolithography or selective laser sintering
- B29C 64/00 Additive manufacturing;
- B29C 64/10 Processes of additive manufacturing
- B29C 64/393 for controlling or regulating additive manufacturing process
- B29C 64/307 Handling of material to be used in additive manufacturing
- B29C 64/171. 3D PRINTING specially adapted for manufacturing multiple 3D objects
- B29C 64/40. Structures for supporting 3D objects during manufacture and intended to be sacrificed after completion thereof
- G06T 19/20. Editing of 3D images, e.g. changing shapes or colours, aligning objects or positioning parts
- H04N 13/275. from 3D object models, e.g. computer-generated stereoscopic image signals [2018.01]
- B29C 64/147. using sheet material, e.g. laminated object manufacturing [LOM] or laminating sheet material precut to local cross sections of the 3D object
- G02B 30/52 the 3D volume being constructed from a stack or sequence of 2D planes, e.g. depth sampling systems
- G02B 30/54 the 3D volume being generated by moving a 2D surface, e.g. by vibrating or rotating the 2D surface
- H04N 13/122 Improving the 3D impression of stereoscopic images by modifying image signal contents, e.g. by filtering or adding monoscopic depth cues (H04N 13/128 takes precedence)

## Referències capítol 1 i 2

Frost & Sullivan. (2020). On-demand Manufacturing Propels the Global Dimensional Metrology Equipment Market for Additive Manufacturing. Future Market Prospects Enhanced by Growth Opportunities in Medical and Electronics Additive Manufacturing.

Frost & Sullivan. (2022). Global Additive Manufacturing Growth Opportunities - Transformational Growth of Additive Manufacturing due to Digitalization and Automation.

Frost & Sullivan. (2016). Global Additive Manufacturing Market, Forecast to 2025 - Connected Supply Chains of the Future Take Shape as Change is Unleashed from Concept to Production.

Frost & Sullivan. (2019). Additive Manufacturing for Series Production: Opportunity Analysis - Analysis on Potential Adoption of Additive Manufacturing for Series Production in the Automotive & Aerospace Industries.

Frost & Sullivan. (2018). Big Area Additive Manufacturing – Technology Adoption Assessment. Automotive, Aerospace, Consumer, and Building and Construction Sectors Drive Growth Opportunities.

Danut Mazurchevici, Andrei. Nedelcu, Dumitru. Popa, Ramona. (2019) Additive manufacturing of composite materials by FDM technology: A review.

Frost & Sullivan. (2015). Additive Manufacturing Technology Innovations Impacting Automotive Sector - Transforming the Manufacturing Paradigm in Automotive Sector.

Giannella, Venanzio. (2021). Additive Manufacturing in Industry.

Ertas, Atila. Stroud, Adam. (2022). Additive Manufacturing Research and Applications.

N. Jeyaprakash. Mohan, Murali. Yang, Che-Hua. (2021). Advances in Additive Manufacturing Processes.

Frost & Sullivan. (2020). Expanding Applications for Additive Manufacturing - The Road Ahead The Focus is on Simplifying Supply Chain Operations and Enhancing Materials and Hardware for Production-grade 3D Printing.

Frost & Sullivan. (2021). Global Aerospace Additive Manufacturing Applications Growth Opportunities - Increased Technology Adoption and Materials Innovation Transforming Aerospace Parts Production.

Frost & Sullivan. (2018). Impact of Additive Manufacturing (3D/4D Printing) on the Global Energy Sector - Utilizing Additive Manufacturing Technology to Drive a New Wave of Innovation.

Frost & Sullivan. (2018). Metal 3D Printing Revolutionizing Modern Manufacturing - Industrialization of Powder Bed Fusion and its Production Applications Drive Growth of Metal Additive Manufacturing.

Frost & Sullivan. (2019). Opportunities for Multimaterial 3D Printing in Manufacturing - Multimaterial 3D Printing will Provide the Manufacturing Industry the Opportunity to Design and Manufacture Multifunctional Components

# hubb30.

UNA ALIANÇA PER PROMOUR LA  
INNOVACIÓ DEL TERRITORI B30

---

[www.hubb30.cat](http://www.hubb30.cat)