

El sector del metall

Principals tendències de l'economia metropolitana

Informe de seguiment de l'entorn econòmic



Índex

Introducció	2
1. Tendències.....	4
1.1. Descarbonització	5
1.2. Digitalització	9
1.3. Materials avançats.....	11
1.4. Nous models de producció.....	13
2. Anàlisi de les oportunitats i amenaces	15
2.1. L'electrificació de l'automòbil: una oportunitat per al sector del metall.....	16
2.2. Abordar la igualtat de gènere al sector	19
2.3. Gestionar l'escassetat de talent i de competències digitals.....	21
2.4. Garantir l'accés a matèries primeres per a la descarbonització	23
3. El sector en xifres	25
3.1. Activitats de la indústria del metall.....	26
3.2. Principals indicadors d'activitat a Catalunya	27
3.3. Ecosistema del metall metropolità.....	28
4. Conclusions.....	30
4.1. Fortaleses i debilitats del sector.....	31
4.2. Impacte de la Taula de Reactivació econòmica i reindustrialització.....	32
Referències bibliogràfiques	34

Introducció



El sector del metall és un dels pilars fonamentals de l'economia catalana (INE, 2022). Es tracta d'una activitat arrelada històricament al territori (Generalitat de Catalunya, 2022), proveïdora de múltiples indústries i dinamitzadora de la innovació tecnològica. En el seu conjunt, lidera les xifres d'ocupació i facturació industrial i concentra un terç del total de les exportacions catalanes (IDESCAT, 2022).

En el darrers anys la indústria del metall ha experimentat un context de gran incertesa. **La pandèmia de la Covid-19 i la posterior recuperació del sector van amplificar problemes en la cadena de subministrament.** L'escassetat de matèries primeres ha repercutit en un encariment dels costos energètics i de transport. El conflicte armat a Ucraïna dificulta l'accés a recursos naturals i

l'augment de les restriccions comercials genera retards en l'aprovisionament.

El compromís del sector amb la sostenibilitat de la indústria suposa un factor central en la consecució dels objectius globals de descarbonització.

La Comissió Europea pretén convertir Europa en el primer continent climàticament neutre l'any 2050 i, recentment, ha elevat el seu objectiu de reducció d'emissions per l'any 2030 (European Commission, 2023).

En aquest sentit, **el major repte actual del sector del metall**, i sobretot de l'acer, **és trobar fonts d'energies netes i sostenibles** que siguin capaces de substituir l'ús intensiu de combustibles fòssils, no només en termes d'electricitat, sinó també de combustió, en àmbits com la metal·lúrgia, la indústria aeronàutica i la naval. El

desenvolupament de solucions com l'hidrogen verd ofereixen grans oportunitats per garantir pràctiques més respectuoses amb el medi ambient.

D'altra banda, es preveu que **les empreses del sector inverteixin cada vegada més en la seva transformació digital** (PR NewsWire, 2022). A través de tecnologies com la fabricació additiva i la intel·ligència artificial s'estan agilitzant processos interns i millorant la productivitat dels actius industrials. Tanmateix, el següent pas és convertir aquest tipus d'iniciatives en un model de negoci digital integrat, capaç de combinar els processos i dades de tota la cadena de valor, des del producte físic fins la interacció amb la clientela.

La falta de professionals qualificats és un altre desafiament que afronta la indústria del metall. La transformació del mercat laboral, impulsada pels avenços en la digitalització i les noves tecnologies, ha suposat una manca de competències digitals i de perfils tècnics

que limiten el creixement de l'activitat, la productivitat i la competitivitat de les empreses (CEEMET, 2022).

Les persones expertes opinen:

...“El sector del metall es troba en un moment de grans reptes com ara la manca de talent, la descarbonització i l'adopció de principis de circularitat en els seus processos productius”...

Neus Olea, Responsable del Departament Tècnic i de Relacions Externes d'AEBALL-UPMBALL.

Amb tot, **aquest informe analitza els principals reptes i tendències de la indústria del metall en conjunt, amb especial èmfasi a l'Àrea Metropolitana de Barcelona.** En concret, s'identifiquen les tendències de major incidència, els seus reptes de present i de futur i els principals indicadors d'activitat.

Figura 1. Principals factors que afecten la indústria del metall (ABB, 2022).



Canvis en l'oferta

L'enduriment de les restriccions comercials suposa que l'accés a matèries primeres i energia sigui un repte de futur per a les empreses del metall.



Descarbonització

Amb la pressió global per reduir les emissions de CO₂, les empreses hauran d'adaptar-se als nous estàndards ambientals.



Competició pel talent

Un món més digitalitzat significa que les persones treballadores requeriran noves habilitats. Les empreses hauran d'invertir cada vegada més en l'atracció de talent.



Canvis en la demanda

La urbanització de la població mundial afecta directament el consum de metalls. Incideix no només en la construcció d'infraestructures sinó també en els hàbits de consum.



1. Tendències

1.1. Descarbonització

1.2. Digitalització

1.3. Materials avançats

1.4. Nous models de producció

1. 1. Descarbonització

L'impacte ambiental de la indústria del metall és molt elevat. La producció de l'acer ja suposa un 10% de les emissions globals de carboni, i la demanda d'aquest metall està previst que creixi en els propers anys (Shell, 2022).

A la vegada, les empreses del sector han enfortit el seu compromís per assolir la neutralitat climàtica, seguint amb els objectius globals de reducció de les emissions.

Aquesta situació conduirà les empreses a desenvolupar nous mètodes de producció fonamentats en tecnologies més avançades (vegeu apartat 1. 4. Nous models de producció), aprofitar nous vectors energètics que permetin millorar l'eficiència de les seves

30%

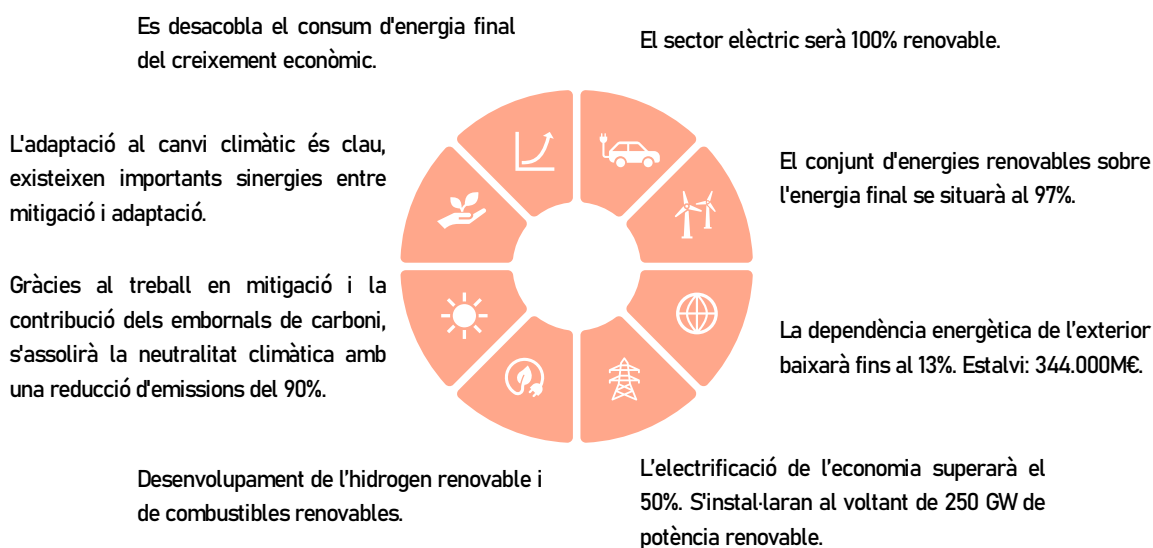
Augment de la demanda global d'energia prevista l'any 2040 respecte el 2019 (Iberdrola, 2023).

activitats i fomentar pràctiques de l'economia circular.

En aquest sentit, el govern espanyol identifica les principals línies d'actuació per afavorir la descarbonització de la indústria, incloent el sector del metall (Gobierno de España, 2020):

- L'ús de matèries primeres alternatives i el foment de l'economia circular.
- **Garantir el proveïment de matèries primeres crítiques per la descarbonització a Europa.**

Figura 2. Objectius de l'Estratègia Espanyola de Descarbonització a llarg termini 2050 (Gobierno de España, 2020)



- Fomentar l'ús de tecnologies descarbonitzades, incloent aquelles que encara no estan disponibles a escala comercial.
- L'evolució dels sistemes elèctrics de generació de calor per incrementar la presència de l'electricitat en equips per a processos que requereixin temperatures baixes.
- **Estimular la captura, utilització i emmagatzematge de carboni** (*carbon capture, utilisation and storage, CCS*) com a solució per les emissions en els processos finals que siguin difícilment reduïbles.
- **Incentivar l'hidrogen verd com a vector energètic clau pel que fa als processos de mitjana i alta temperatura.**
- Impulsar la cogeneració renovable d'alta eficiència.
- Fomentar les mesures d'eficiència energètica.

Iniciatives sostenibles a la indústria del metall

En la línia que marca el govern espanyol, les empreses del metall ja estan implementant algunes d'aquestes mesures per garantir la descarbonització del sector:

1. Captura, utilització i emmagatzematge de carboni

La captura i emmagatzematge de carboni es considera una via de descarbonització per processos com la fabricació de metalls, on permet una

1,5 tones de CO₂

Estalvi d'emissions de diòxid de carboni per cada tona de ferralla utilitzada en la producció d'acer (Shell, 2022).

reducció de les emissions superior al 65% (Shell, 2022). També s'està aplicant amb èxit a l'automoció, amb la captura de carboni dels gasos d'escapament (Aramco, 2023). D'altra banda, **ofereix oportunitats per al desenvolupament de combustibles baixos en carbonis com ara el metanol verd**, susceptible de ser utilitzat en el transport marítim (Shell, 2022).

2. Hidrogen verd

L'hidrogen verd, produït a través de recursos renovables, és un dels vectors energètics més prometedors per satisfer les futures demandes de la indústria del metall.

Actualment, la major part de la seva producció es realitza a partir de combustibles fòssils pels seus alts costos operatius i de distribució. La demanda d'hidrogen està concentrada en àmbits com la indústria petroquímica i el seu potencial en altres sectors tot just es comença a explorar.

Tot i això, s'espera que els costos de producció disminueixin a la meitat

L'any 2030, a causa de l'elevada inversió en recerca i investigació (PwC, 2023).

3. Noves tecnologies com l'electròlisi de minerals

S'estan desenvolupant noves tecnologies de producció de metalls sostenibles, com ara l'electròlisi del ferro. Per exemple, Boston Metal pretén utilitzar aquesta tecnologia per impulsar una instal·lació neutral climàticament amb un cost més baix que una planta de fabricació de metalls convencional (Boston Metal, 2023).

4. Maximitzar el reciclatge de materials

El reciclatge de materials com ara l'acer permet la utilització de la ferralla com a part de la barreja de matèries primeres, fet que disminueix l'impacte ambiental de la fabricació de components i productes finals (World Steel Association, 2021).

5. Augmentar l'eficiència energètica

El procés de transformació digital del sector del metall ha comportat l'aparició de programari destinat a optimitzar els processos productius, amb el monitoratge i control de la maquinària i dels consums energètics.

D'altra banda, **moltes empreses estan explorant vies per millorar la recuperació de la calor residual dels seus processos de fabricació** (Mining.com, 2020), **així com sistemes**

de recuperació d'energia dels motors de vehicles (Aramco, 2023).

Legislació de la descarbonització

A la figura 3 es presenta la principal legislació impulsada des de la Unió Europea i Espanya vinculades amb la descarbonització de l'economia, amb afectació al sector del metall:

Figura 3. Objectius i continguts de legislació sobre la descarbonització de la indústria



Figura 3. Objectius i continguts de legislació sobre la descarbonització de la indústria

2021

- Llei del canvi climàtic i la transició energètica (Espanya)

Marc normatiu de governança del canvi climàtic i la descarbonització. Entre les seves mesures destaca la prohibició d'autorització d'exploració i explotació d'hidrocarburs, la prohibició de venda de turismes i vehicles comercials contaminats a partir de 2040 i l'establiment de zones de baixes emissions a ciutats per fomentar la mobilitat sostenible.

- Llei Europea del Clima (Unió Europea)

Llei europea fonamentada en l'objectiu vinculat de reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle un 55% més baixes el 2030 respecte 1990.

2022

- Directiva sobre Informació No Financera (Unió Europea)

Llei que obliga grans empreses així com petites i mitjanes cotitzades a informar sobre les seves emissions de gasos d'efecte hivernacle, amb aplicació entre l'any 2024 i 2026.

2023

- Paquet "Fit for 55" (Unió Europea)

Paquet de propostes legislatives per implementar els objectius climàtics europeus. Suposa una reforma del règim de comerç de drets d'emissió i l'establiment d'un nou Fons Social per al Clima a partir de 2024 per a persones i empreses vulnerables a aquesta reforma.

D'altra banda, també incorpora un nou aranzel a les importacions de productes intensius en carboni i l'objectiu de reducció del 100% de les emissions de turismes i furgonetes noves per al 2035.

- Llei de la Indústria Neta – en procés d'aprovació (Unió Europea)

Llei destinada a fomentar la fabricació de tecnologies clau per aconseguir la neutralitat climàtica, amb l'objectiu de garantir que la producció interna sigui superior al 40%.

- Legislació sobre bateries més sostenibles i ètiques – en procés d'aprovació (Unió Europea)

Establiment de limitacions en la petjada de carboni de les bateries per a vehicles elèctrics i seguiment mediambiental de les mateixes.

- Llei de matèries primeres crítiques – en procés d'aprovació (Unió Europea)

Conjunt d'accions per garantir l'accés de la Unió Europea a un subministrament diversificat i sostenible de matèries primeres bàsiques.

Projectes de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

L'AMB està impulsant diversos projectes vinculats amb la descarbonització industrial, com ara:

- **Programa metropolità de suport a l'economia verda i circular**
(en curs)
- **Plataforma de recursos d'economia circular**
(en curs)

1.2. Digitalització

Les empreses del metall estan invertint en tecnologies digitals al llarg de la seva cadena de valor. Aquestes tecnologies permeten disposar d'una visió més precisa sobre les seves activitats i processos, reduir costos i millorar el rendiment dels seus actius.

Per tal d'impulsar el procés de transformació digital aquestes empreses tendeixen a la integració vertical, utilitzant eines digitals per garantir que la producció estigui perfectament organitzada i supervisada per a l'eficiència. **També estan integrades en horitzontal**, compartint dades i analítiques amb les empreses

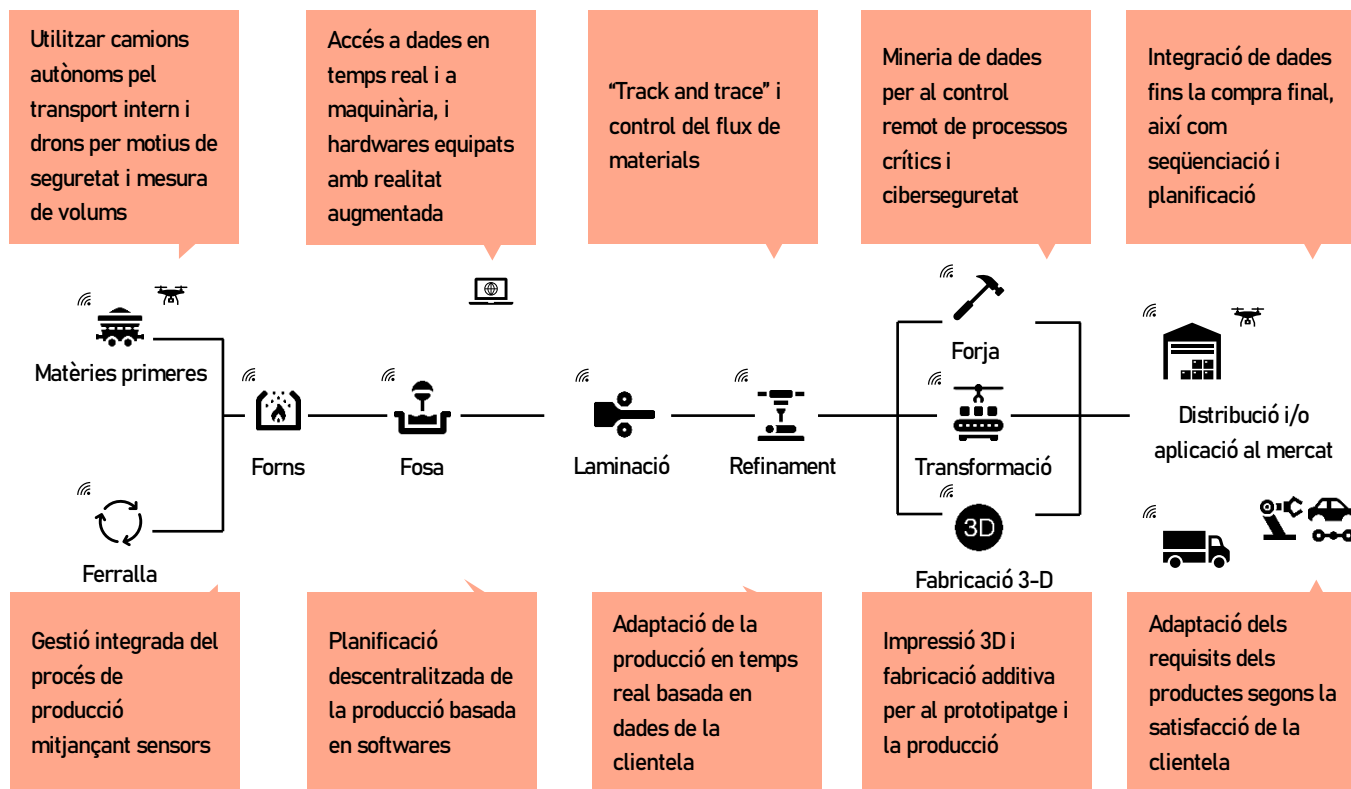
proveïdors i la clientela, de manera que disposen de models de negoci plenament digitalitzats (PwC, 2019).

En concret, s'identifiquen cinc grans àmbits en què les empreses del metall estan impulsant la transformació digital (ABB, 2022).

1. Operacions

La cadena de manipulació de materials està sent més automatitzada gràcies a l'ús de programari com ara els *Stockyard Management Systems*. Aquest tipus de softwares permeten la supervisió en temps reals de les operacions, l'elaboració d'informes d'actuació i la simulació de l'emmagatzematge de materials. Així, ofereixen un conjunt de

Figura 4. Digitalització de la cadena de producció del sector del metall (PwC, 2019).



dades que es poden utilitzar per a l'optimització operativa, com ara una utilització eficient dels espais o una millor planificació i programació de l'aprovisionament.

2. Processos

Aquesta àrea inclou **solucions vinculades amb la gestió avançada de processos a través de l'ús de controls predictius basats en models**, com ara els *Advanced Process Control* (APC). Es tracta d'eines digitals fonamentades en intel·ligència artificial i analítica de dades que poden determinar les sortides futures d'una planta i així optimitzar les accions de control. Ofereixen un seguiment continu i permeten analitzar quins processos tenen impactes negatius en la productivitat.

3. Actius

També a través d'intel·ligència artificial i *machine learning* **es pot incrementar el temps d'activitat de les plantes de fabricació mitjançant la supervisió d'actius i la predicció d'errors** en el funcionament. D'aquesta manera, es prolonga la vida útil de la maquinària i s'aconsegueix millorar-ne el seu rendiment.

4. Sostenibilitat

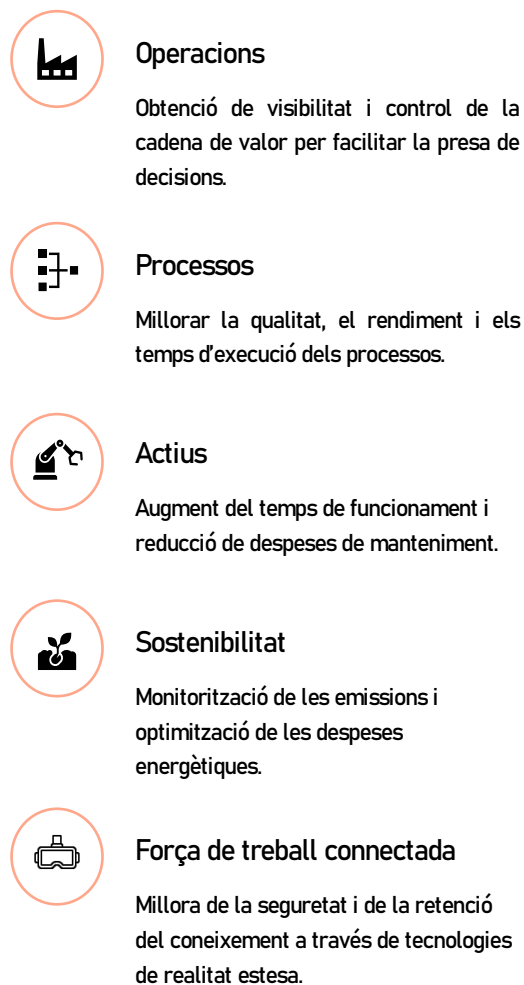
Seguint amb el seu compromís amb la sostenibilitat, les empreses fabricants de metalls estan implementant **sistemes d'optimització i monitoratge de l'energia** per comparar l'assignació

inicial amb el consum real, proporcionar càlculs de demanda i oferta en temps real i establir previsions de demanda.

5. Força de treball connectada

Algunes empreses del sector estan avançant cap a un espai de treball immersiu amb tecnologies de realitat estesa per ajudar el seu personal a dominar les habilitats necessàries pel seu lloc de treball de manera més eficaç i ràpida.

Figura 5. Àmbits de digitalització de les empreses del sector del metall (ABB, 2022).



1.3. Materials avançats

Les indústries manufactureres anteriorment estaven més **limitades per les característiques de les matèries primeres, els seus aliatges i productes semielaborats**. Actualment, els descobriments científics han permès crear nous materials que estan transformant el potencial de disseny i fabricació de productes.

Els materials avançats són aquells que, gràcies a una innovació tecnològica o funcional, estan dissenyats per aportar un valor afegit respecte els materials convencionals. En concret, presenten propietats superiors com ara elasticitat, aïllament o impermeabilitat.

L'ús de materials avançats en el sector del metall suposa una gran oportunitat. En l'àmbit de l'aviació i l'automoció, els nous materials lleugers com ara **l'acer d'alta resistència i els materials compostos estan superant els aliatges tradicionals en termes de rendiment i**

durabilitat, mentre que en el sector de l'energia **la fibra de carboni està creixent en importància en la fabricació de pales d'aerogeneradors**, ja que es tracta d'un material més lleuger i rígid que els empleats actualment (McKinsey, 2021).

Les darreres innovacions tecnològiques permeten identificar **quatre grans tendències pel que fa als materials avançats** (McKinsey, 2022):

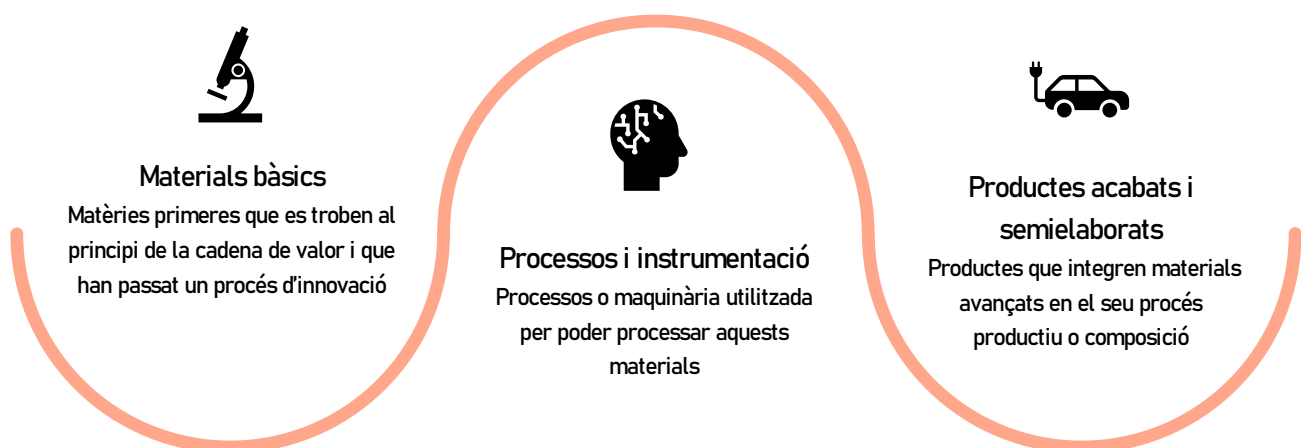
1. Ceràmica avançada

La ceràmica avançada i en especial la família dels **sialons**, estan transformant l'electrònica, les telecomunicacions, la fabricació i el transport.

Aquest tipus de materials ofereixen múltiples propietats elèctriques, des d'aïllants i imants fins als anomenats superconductors i semiconductors.

Les propietats d'aïllament elèctric permeten utilitzar-los en microxips, plaques de circuits i tecnologies d'interruptors, mentre que la producció

Figura 6. Abast dels materials avançats (Generalitat de Catalunya, 2020).



del vidre d'alta puresa en components de panells solars i aerogeneradors també es fonamenta en aquest tipus de materials (European Ceramic Industry Association, 2021).

2. Compostos avançats

Els compostos són aquells materials que combinen polímers amb diferents tipus de reforç de fibra (coneguts com a FRP, *fiber-reinforced polymer*). Aquests materials són valorats per la seva excepcional relació entre la resistència i el pes, la durabilitat i la resistència als productes químics.

Sovint s'utilitzen compostos avançats per substituir metalls tradicionals com l'acer i l'alumini, ja que a banda del seu llarg cicle de vida i flexibilitat ofereixen avantatges com la reducció de pes i la resistència a la corrosió (Avient, 2021). Aquesta transformació s'està aplicant a activitats com el transport marítim, l'automoció i el sector elèctric (Avient, 2021).

3. Metamaterials

Els metamaterials ofereixen capacitats electromagnètiques inusuals en els camps de l'òptica, l'acústica, la tèrmica i la mecànica.

Si bé aquests materials es troben en una fase experimental, diverses empreses ja venen productes que incorporen metamaterials.

De fet, s'estan comercialitzant **pel·lícules conductores metàl·liques generadores de calor** (tecnologia *nanoweb*), aplicables en parabrises de vehicles i superfícies de vidre o plàstic, com ara ulleres. També s'estan desenvolupant **innovacions en l'àmbit de les telecomunicacions a través de metamaterials electromagnètics** que permeten ampliar l'abast i eficiència del 5-G en nuclis urbans (TheCollider, 2022).

Les persones expertes opinen:

...“Els materials avançats presenten una gran oportunitat per al sector del metall en termes d'innovació en processos, fabricació de noves peces o components i obertura de nous mercats”...

Neus Olea, Responsable del Departament Tècnic i de Relacions Externes d'AEBALL-UPMBALL.

4. Nanomaterials

Els nanomaterials són tots aquells materials amb una mida de partícula inferior a 100 nm en almenys una de les seves dimensions.

Entre els seus productes i aplicacions amb major creixement es troben els **nanorevestiments**, que són pel·lícules primes aplicades a superfícies per millorar protecció contra la corrosió i l'aigua i el gel, especialment a la indústria del transport (Knowledgegenile, 2023).

També s'estan fabricant transistors a nanoescala en l'electrònica, i el **grafè** destaca com a nanomaterial amb gran potencial en el sector energètic, ja que permet augmentar la vida útil de les bateries de liti, i en els circuits elèctrics d'ordinadors hi augmenta la velocitat de processament (Phi4tech, 2023).

Amb tot, la introducció de materials avançats ofereix múltiples oportunitats pel sector del metall, però també anticipen un escenari de **progressiva substitució dels metalls** per compostos avançats i altres materials en camps com el transport i la construcció.

1.4. Nous models de producció

Els nous avenços en el camp de la digitalització, el desenvolupament de solucions orientades a la descarbonització i l'aprofitament dels materials avançats anticipen un **escenari de transformació de la indústria del metall en les properes dècades**.

Aquest canvi de model de negoci, i per tant de les operacions de les empreses del sector, es pot estructurar en tres àmbits: **l'aprovisionament de matèries primeres**, els **nous models de producció de metalls** i els **productes finals i la postproducció** (ABB, 2022).

1. Aprovisionament de matèries primeres

La **ferralla** tindrà cada vegada major importància en la producció de metalls degut a les pressions reguladores en l'àmbit de la descarbonització (World Steel Association, 2021).

L'escassetat de matèries primeres a Europa pot accelerar aquesta tendència, que ja és molt rellevant en la producció d'acer.

Aquests materials seran transportats amb **vehicles autònoms**. Les operacions logístiques es gestionaran de manera semiautònoma i les flotes de transport podran ser coordinades des de les sales de control o des dels molls de càrrega (Mining Technology, 2021).

2. Nous models de producció de metalls

Amb la ràpida **digitalització** del sector es gestionarà una gran quantitat de dades que, si són integrades vertical i horitzontalment, permetran optimitzar els processos productius en planta.

Pel que fa a **l'automatització**, la participació humana en la fabricació es limitarà progressivament al manteniment, desenvolupament de processos i atenció a situacions imprevistes (ABB, 2022).

Un altre element clau en els nous models de producció seran els **recursos energètics sostenibles**. Els forns d'arc

elèctric seran fonamentals per als processos de producció de la indústria i l'**hidrogen** com a font energètica alternativa als combustibles fòssils.

D'altra banda, durant els processos productius **la tecnologia de l'Internet dels Materials**, connectats a través de sensors, **permetrà compartir els seus atributs directament a la maquinària** (ABB, 2022).

A la vegada, les dades generades durant el processament es podran utilitzar per optimitzar encara més els processos de producció de manera contínua.

3. Productes finals i postproducció

L'avenç de l'automatització a la indústria dels metalls també tindrà un impacte en el procés de vendes. Les plantes de fabricació funcionaran únicament per encàrrec, utilitzant processos de comandes automatitzades a través de sistemes ERP interconnectats.

D'altra banda, la previsió de demanda a través de **machine learning** millorarà el temps de reacció en la producció, adaptant-ne progressivament la producció (Shahzad, 2022).

Projectes de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

L'AMB està impulsant diversos projectes de suport a iniciatives innovadores, entre els quals destaquen:

- **Programa de capacitat i acceleració empresarial i tecnològica**
(en curs)
- **Xarxa de centres d'innovació**
(en curs)
- **Beques d'emprenedoria social i tecnològica**
(en curs)
- **HubTalent**
(en curs)

Figura 7. Canvis en el procés productiu dels metalls (ABB, 2022).



Aprovisionament de matèries primeres

Ús de ferralla en la producció i transport de materials amb vehicles autònoms.



Nous models de producció de metalls

Aprofitament dels avantatges de la digitalització i ús de recursos energètics sostenibles.



Productes finals i postproducció

Automatització de comandes i previsió de la demanda.



2. Anàlisi de les oportunitats i amenaces

2.1. L'electrificació de l'automòbil: una oportunitat per al sector del metall

2.2. Abordar la igualtat de gènere al sector

2.3. Gestionar l'escassetat de talent i de competències digitals

2.4. Garantir l'accés a matèries primeres per a la descarbonització

2.1. L'electrificació de l'automòbil: una oportunitat per al sector del metall

L'automoció és una de les activitats més potents del sector del metall a Catalunya i a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Es tracta d'una indústria immersa en un procés de transformació fonamentada en la disrupció tecnològica i la descarbonització.

L'electrificació de l'automòbil està experimentant un gran creixement en els darrers anys. **Catalunya lidera l'adaptació del canvi de model a l'estat espanyol**, tant en nombre de punts de recàrrega de vehicles elèctrics com també en nombre de matriculacions, que s'han triplicat des de 2018 (ACCIÓ, 2023).

L'electrificació suposa una gran oportunitat per al sector del metall, especialment pel creixement en la demanda de materials claus en la fabricació de vehicles elèctrics.

A continuació es resumeixen quatre de les principals oportunitats:

1. Vehicles lleugers

Els vehicles elèctrics necessiten materials lleugers per millorar-ne l'eficiència i augmentar-ne l'autonomia.

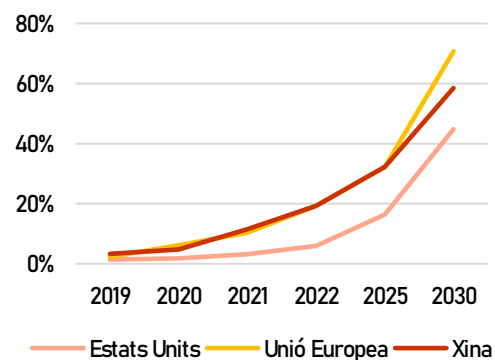
L'automoció a Catalunya (ACCIÓ, 2023)

10.353 empreses (14,3% de l'estat espanyol)

36.655 persones ocupades (23,8% de l'estat espanyol)

14.730M€ de facturació

Figura 8. Percentatge de venda de vehicles elèctrics per regions (ACEA, 2022).



Els metalls com l'alumini, el magnesi i els acers d'alta resistència s'utilitzen habitualment per reduir el pes de vehicles, mantenint-ne la integritat estructural (Bax&Company, 2019).

2. Infraestructures de recàrrega

A mesura que l'adopció de vehicles elèctrics continua creixent, existeix la necessitat de desenvolupar una infraestructura de recàrrega sòlida. En aquest sentit, **els metalls com el coure i l'alumini són essencials per al cablejat elèctric i els components**

bàsics d'aquesta infraestructura
(Salisbury, 2020).

3. Fabricació de motors elèctrics

En la producció de motors elèctrics és necessari l'ús de diversos metalls com ara el coure, alumini, el neodimi i el disprosi (Billington, 2021). Aquests materials s'utilitzen per als bobinatges del motor, les estructures del rotor i els imants, entre d'altres.

4. Producció de bateries

Les bateries dels vehicles elèctrics són un component crític en la fabricació de vehicles elèctrics. Aquest element està format per metalls com el liti, el cobalt i el níquel, i la seva demanda està previst que creixi en els propers anys (KPMG, 2023).

Reptes per a l'electrificació de l'automoció

A continuació es presenten els principals reptes de l'electrificació de l'automòbil en el context europeu, que afecten directament al sector del metall.

1. Limitacions en el subministrament de bateries

El subministrament dels metalls crítics necessaris per produir vehicles elèctrics a escala internacional suposa un desafiament central per la indústria del metall.

La producció de metalls clau per la producció de bateries s'hauria de triplicar per satisfer la demanda global de vehicles elèctrics dels pròxims deu anys (KPMG, 2023).

Figura 9. Oportunitats de l'automoció a Catalunya (ACCIÓ, 2023).



Concentració de centres de R+D

Presència important de centres tecnològics de Catalunya que desenvolupen tecnologies per a la mobilitat del futur



Ubicació ideal per a un centre d'operacions de bateries

Accés al coneixement i als serveis necessaris per a la fabricació i distribució de bateries



Expansió de les enginyeries futures

Expansió tant de l'enginyeria establerta com de les futures enginyeries, gràcies a l'R+D, la innovació i les noves tecnologies



Experiència en el testatge i l'homologació

Concentració de centres i organitzacions per al testatge i l'homologació de vehicles

2. Augmentar les taxes de recollida de bateries per als OEM

El **reciclatge del liti**, el metall més important de les bateries dels vehicles elèctrics, **és un procediment tecnològicament complex** i costós. Per aquesta raó, a la Unió Europea es recupera una quantitat molt reduïda de les seves bateries (MDPI, 2021).

3. Noves barreres i limitacions per a nous mercats

Entrar en nous mercats associats a l'economia circular probablement requerirà desenvolupar noves capacitats, canals de venda i mercats a les empreses del sector.

A més, l'esperada creixent producció de bateries suposarà un augment dels residus en el procés de fabricació, que hauran de ser gestionats adequadament per reduir-ne l'impacte ambiental (KPMG, 2023).

4. Dissenys de bateries no optimitzats per a l'economia circular

La varietat de mides de bateries, composicions químiques i dissenys en dificulten el reciclatge, la renovació o la reutilització.

Els reptes relacionats amb el producte i els processos de fabricació de bateries són barreres per fer que l'economia circular d'aquests productes sigui més eficient (MDPI, 2021).

La creixent demanda de metalls clau en la transició energètica, per tant, pot endarrerir els esforços per aconseguir la neutralitat climàtica durant les properes dècades. Per aquesta raó, l'aprofitament i el reciclatge de les bateries suposa una prioritat per les empreses del metall.



2.2. Abordar la igualtat de gènere al sector

18,7%

Bretxa salarial entre homes i dones a Catalunya al sector industrial (Observatori del Treball i Model Productiu, 2022).

El sector del metall es caracteritza per estar fortament masculinitzat. Les dones representen menys d'una cinquena part de l'ocupació a Catalunya, i la maquinària i els llocs de treball estan dissenyats segons paràmetres masculins (El País, 2021).

La bretxa salarial entre homes i dones també és un fenomen persistent, i s'explica per **l'escassa presència de la dona en treballs de planta que funcionen per torns**, que tenen una major remuneració, i també **en càrrecs directius** (Generalitat de Catalunya, 2018). A més, els homes tenen major tendència a cursar estudis científics i tecnològics, fet que dificulta la incorporació de la dona al sector del metall, donades les necessitats d'especialització de les empreses.

Per donar resposta a aquesta bretxa de gènere s'han impulsat iniciatives dirigides a fomentar la formació professional i les vocacions científiques i tecnològiques entre les dones, tal i com es mostra a la figura 10.

Amb tot, s'identifiquen les següents causes de la infrarepresentació del talent femení al sector del metall (Generalitat de Catalunya, 2018):

1. Orientació cap a carreres socials

La selecció del tipus d'estudi és el factor més determinant per explicar el menor grau de participació femenina. L'escassa participació de les dones en estudis tècnics i tecnològics suposa una situació de desavantatge a nivell salarial.

Figura 10. Mesures per promoure la participació de les dones al sector del metall (European Commission, 2020).



2. Manca de referents femenins

En l'àmbit educatiu i dels mitjans de comunicació, el sector industrial, i de manera especial **l'àmbit del metall, s'identifica amb professions**

masculinitzades, dificultant la presència de referents femenins per les noves generacions.

3. Sostre de vidre

Les dones ocupen molts menys càrrecs directius a les empreses del sector del metall, atès a causes del sistema social de patriarcat en què preval el talent masculí sobre el femení, així com per manca de conciliació amb tasques familiars i la manca d'oportunitats per accedir a llocs de treball de més alta responsabilitat.

4. Ubicació del centre de treball

La localització de molts establiments industrials del metall, als afores de nuclis de població, dificulta la conciliació del personal femení, ja que **és en les dones sobre qui recauen la majoria de les responsabilitats familiars.**

La ubicació dels centres de treball també intensifica la necessitat de proveir-se de vehicle privat. Es tracta d'una despesa econòmica addicional que pot ser un obstacle per la feminització del metall tenint en compte que les condicions laborals de les dones tendeixen a ser més precàries.

5. Disseny dels polígons industrials

El disseny dels polígons industrials es caracteritza per la presència de moltes façanes cegues, carrers amb activitats que generen poques interaccions socials, especialment a la nit, i voreres

ocupades pel vehicle privat. Tot plegat suposa que en aquests espais existeixi una **sensació d'inseguretat amb especial impacte en les dones** (TotBarcelona, 2020). Per aquesta raó, resulta necessari adoptar una perspectiva de gènere en el disseny dels polígons i així, afavorir la presència femenina a la indústria del metall.

6. Masculinització de l'entorn laboral

Diversos estudis assenyalen que **les dones tracten d'evitar ambients poc amigables on se sentiran aïllades socialment.** La infrarepresentació femenina a la indústria del metall ve acompanyada de discriminacions subtils en el lloc de treball o fins i tot, de discriminacions inconscients en la contractació (Generalitat de Catalunya, 2018).

Projectes de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

L'AMB participa en nombroses iniciatives vinculades amb l'estudi i la promoció del talent femení, com ara:

- **Observatori de Gènere Metropolità**
(en curs)
- **Taula Sectorial de Formació Industrial**
(en curs)
- **FPemprèn pel talent femení**
(en curs)

2.3. Gestionar l'escassetat de talent i de competències digitals

L'estructura ocupacional de la indústria del metall està canviant. **En el context d'automatització del sector els rols repetitius i monòtons estan perdent importància** i les empreses busquen cada vegada més perfils amb nivells de qualificació superiors, especialment en l'àmbit digital.

Indústries com l'automoció o l'aeroespacial requereixen cada vegada més de perfils tècnics per garantir el seu procés de transformació digital i de descarbonització. Tanmateix, **les empreses es troben amb moltes dificultats en la captació de talent** (CEEMET, 2022).

Aquesta mancança es pot explicar per múltiples raons, com ara l'envelliment de la població i sobretot, **per una certa desafecció per l'ocupació al metall** en comparació amb d'altres sectors (Fundación del Metal para la Formación, Cualificación y el Empleo, 2022).

De fet, tot i que la proporció de personal amb qualificació mitjana continuarà sent la predominant en el futur, s'estima que la plantilla amb qualificació més alta a la indústria del metall creixerà durant els pròxims anys; en canvi, el personal amb

60.000 llocs de treball

La indústria del metall espanyola necessita cobrir aquests llocs de treball en els propers anys. (CEEMET, 2022).

nivells formatius més baixos disminuirà (CEDEFOP, 2022).

A la figura 11 es presenten les principals necessitats pel que fa a competències professionals de les empreses del metall espanyoles segons la seva importància i dificultat de cobertura. Com es pot observar, **la gestió de les línies automatitzades i la robòtica** suposen les majors mancances de talent (Fundación del Metal para la Formación, Cualificación y el Empleo, 2022).

Projectes de l'Àrea Metropolitana de Barcelona

L'AMB està impulsant projectes vinculats amb la promoció del talent industrial, com per exemple:

- **Innobús metropolitana**
(en curs)
- **Programes de formació en nous perfils professionals**
(pendent)
- **MetròpolisFPLab**
(en curs)

Per capgirar aquestes tendències, les empreses del sector estan impulsant nombrosos programes formatius i iniciatives de col·laboració amb universitats, escoles i centres educatius (European Commission, 2020). Aquestes mesures van destinades a millorar les vocacions científiques i tecnològiques entre estudiants, així com a millorar la imatge de l'ocupació al sector entre les persones més joves.

Figura 11. Ofertes laborals del sector del metall a la Unió Europea segons nivell educatiu (període 2022-2030) (CEDEFOP, 2022).

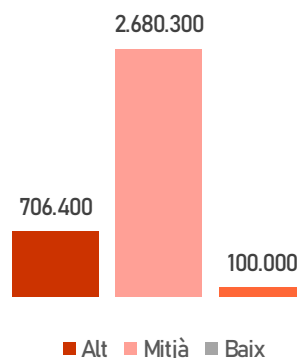
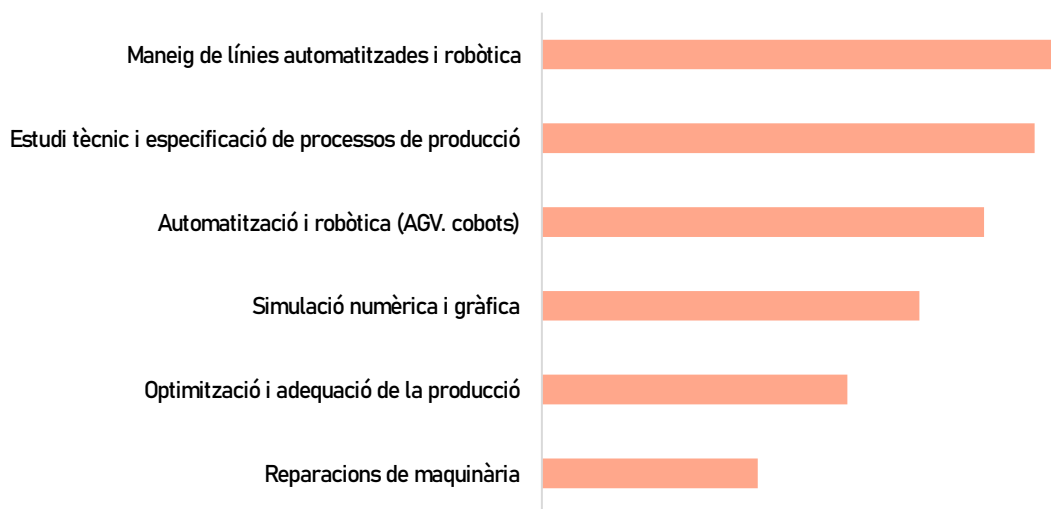


Figura 12. Necessitats de competències professionals de les empreses del metall espanyoles (Fundación del Metal para la Formación, Cualificación y el Empleo, 2022).



Les persones expertes opinen:

..."La falta de talent especialitzat és un repte transversal de les empreses del metall i afecta tota la seva cadena de valor. Hi ha una gran demanda de perfils tradicionals com ara els de soldador i electricista però també d'aquells vinculats amb les noves tecnologies com la impressió 3-D i la robòtica"...

Neus Olea, Responsable del Departament Tècnic i de Relacions Externes d'AEBALL-UPMBALL.

2.4. Garantir l'accés a matèries primeres per a la descarbonització

Com s'ha comentat anteriorment, la Unió Europea està liderant la transició energètica a escala internacional. **Les empreses del sector del metall depenen en gran mesura de fonts energètiques renovables per complir amb els objectius de descarbonització,** i demanen cada vegada més tecnologies que permeten la transició energètica.

En la mateixa línia **s'estan substituint metalls contaminants presents a molts sectors de l'economia com ara l'alumini.** Aquest material, que té aplicacions en camps com l'alimentació, la cosmètica, la farmàcia i la construcció, pot representar un risc a la biologia humana (com el fluor o el mercuri) pel seu impacte mediambiental.

Per aquesta raó s'estan fent esforços per introduir metalls alternatius com els **aliatges de magnesi** (Keronite, 2023), la demanda del qual es preveu que creixi un 5% anual fins l'any 2029 (DataBridgeMarketResearch, 2022).

El magnesi ofereix múltiples avantatges com ara la reducció del pes de vehicles, amb la consegüent millora de l'eficiència en el consum de combustibles, la seva resistència, rigidesa i durabilitat i gran

500%

S'espera que fins a l'any 2050 en quintuplici la demanda de minerals que s'utilitzen en tecnologies d'emmagatzematge d'energia, com ara el liti, el grafit i el cobalt (KPMG, 2021).

capacitat d'amortiment (Magspecialties, 2021).

Igualment cal tenir en compte que **el creixement de la població mundial i el procés d'urbanització suposarà que les empreses del sector hagin de satisfer una creixent demanda de producció,** especialment en el desenvolupament d'infraestructures sostenibles (ABB, 2022).

El subministrament de matèries primeres a la Unió Europea

Per contrarestar la dependència en les importacions de matèries primeres i components i així, donar suport a les empreses europees del metall, **la Unió Europea ha impulsat diferents iniciatives per garantir el subministrament de recursos** per la descarbonització.

Entre aquestes accions destaca la Llei de matèries primeres crítiques (*Critical Raw Materials Act*), que encara

es troba en fase d'aprovació (European Commission, 2023).

La proposta de Reglament inclou les següents mesures:

1. Finançament de projectes estratègics

S'espera que els estats membres de la Unió Europea impulsin l'exploració de recursos geològics. Per aquesta raó, es facilitarà la càrrega administrativa dels projectes d'extracció de matèries primeres crítiques.

A més, els projectes estratègics es beneficiaran de suport per a l'accés al finançament i terminis de concessió més beneficiosos.

2. Mitigació de riscos

La llei crearà un mecanisme de seguiment i proves d'estrès de la cadena de subministrament de matèries primeres crítiques, coordinació de les existències estratègiques entre països membres i també establirà **l'obligació**

d'anticipar els riscos de les grans empreses que produeixen tecnologies estratègiques.

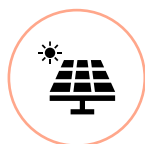
3. Millorar la sostenibilitat i la circularitat de les matèries primeres crítiques

Els països de la UE prendran mesures per millorar la recollida de residus rics en matèries primeres crítiques i garantir-ne el reciclatge. Les empreses hauran d'investigar el potencial de recuperació de matèries primeres crítiques dels residus extractius.

4. Diversificació de les importacions

Es crearan associacions de matèries primeres crítiques entre el països membres per enfortir les cadenes de subministrament globals i facilitar els acords comercials per assegurar i diversificar el comerç de matèries primeres.

Figura 13. Dependència europea en la importació de productes i components per la descarbonització (European Commission, 2023).



Més del 90% dels components de plaques fotovoltaïques s'importen de la Xina.



Més del 25% dels cotxes elèctrics i les bateries s'importen de la Xina.



La Xina representa el 90% de les inversions mundials en instal·lacions de fabricació de tecnologies sostenibles.



3. El sector en xifres

3.1. Activitats de la indústria del metall

3.2. Principals indicadors d'activitat a Catalunya

3.3. Ecosistema del metall metropolità

3.1. Activitats de la indústria del metall

Per tal d'analitzar els principals indicadors de la indústria del metall s'ha optat per seguir amb el sistema de classificació de la Confederació Espanyola d'Organitzacions Empresariales del Metall (CONFEMETAL, 2023).

Per aquesta raó, durant l'informe s'ha optat per incloure les activitats compreses en les divisions 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 i 33 de CNAE-2009, que són:

Metal·lúrgia (divisió 24)

Fosa o l'afinament de metalls ferris i no ferris a partir dels minerals, lingots o ferralla, així com la fabricació d'aliatges metàl·lics i superaliatges.

Fabricació de productes metàl·lics, excepte maquinària i equips (divisió 25)

Fabricació de productes metàl·lics com ara estructures metàl·liques i els seus components, contenidors i similars que, en general, presenten una funció estàtica.

Fabricació de productes informàtics, electrònics i òptics (divisió 26)

La fabricació d'ordinadors, equips perifèrics, equips de telecomunicacions i productes electrònics similars, així com els seus components.

Fabricació de materials i equips elèctrics (divisió 27)

La fabricació de productes que generen, distribueixen i utilitzen energia elèctrica, equips elèctrics d'il·luminació i senyalització i la fabricació d'electrodomèstics.

Fabricació de maquinària i equips (divisió 28)

La fabricació de màquines, equips i materials que actuen de manera independent sobre els materials.

Fabricació de vehicles de motor, remolcs i semiremolcs (divisió 29)

La fabricació de vehicles de motor per al transport de passatgers o mercaderies, de remolcs i semiremolcs i la fabricació de components.

Fabricació d'altres materials de transport (divisió 30)

La construcció de vaixells, la fabricació de locomotores i d'aeronaus i els seus components.

Reparació i instal·lació de maquinària i equips (divisió 33)

La reparació especialitzada de béns produïts en el sector manufacturer, els serveis de manteniment i la instal·lació de maquinària.

3.2. Principals indicadors d'activitat a Catalunya

Seguint amb el sistema de classificació de la indústria del metall es poden extreure les següents conclusions sobre els principals indicadors:

- **La fabricació de productes metàl·lics juntament amb el subsector de fabricació de vehicles de motor concentren l'activitat de la indústria del metall**, tant en termes de valor afegit (IDESCAT, 2020) com també de xifra de negoci (IDESCAT, 2020), persones ocupades (INE, 2022) i exportacions (IDESCAT, 2022).
- Els subsector de la fabricació de productes metàl·lics representa la majoria de persones a la indústria del metall, amb 51.513 persones (un 30% del total del sector) (IDESCAT, 2020).
- Pel que fa al nombre d'empreses, la fabricació de productes metàl·lics concentra pràcticament la meitat del sector, i la reparació i instal·lació de maquinària i equips una quarta part del total (INE, 2022).
- **Les empreses del sector són bàsicament pimes, i sobretot, microempreses** (INE, 2022).
- **El subsector de la fabricació de vehicles de motor lidera el nombre d'exportacions** (IDESCAT, 2022) (un 39% del total del sector), tot i que la metal·lúrgia és el que ha

Figura 14. Distribució d'empreses de la indústria del metall segons dimensió (INE, 2022).

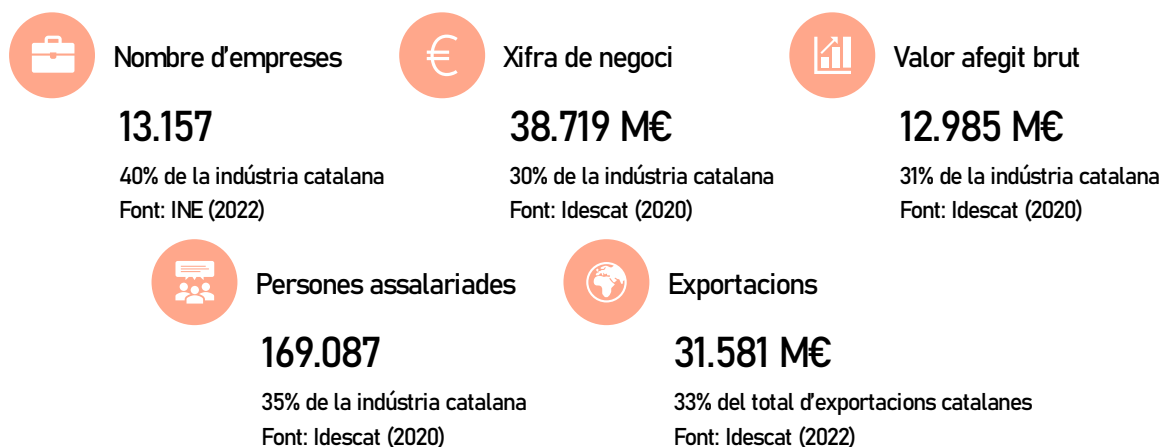
81% microempreses

16% petites empreses

1,5% empreses entre 50 i 100 persones treballadores

1,5% empreses amb més de 100 persones treballadores

Figura 15. Principals indicadors del sector del metall a Catalunya



experimentat un major creixement des de la fi de la pandèmia de Covid-19 (Generalitat de Catalunya, 2022).

3.3. Ecosistema del metall metropolità

L'Àrea Metropolitana de Barcelona compta amb un ecosistema format per gairebé **4.000 empreses** (Camerdata, 2023), clústers, organitzacions empresarials i sindicals, centres tecnològics, universitats i centres de formació especialitzats.

Les persones expertes opinen:

...“El sector del metall és un dels més importants de Catalunya i Espanya. Inclou activitats més enllà de la metal·lúrgia, com ara l'automoció, el manteniment de màquines i fins i tot l'enginyeria de softwares”...

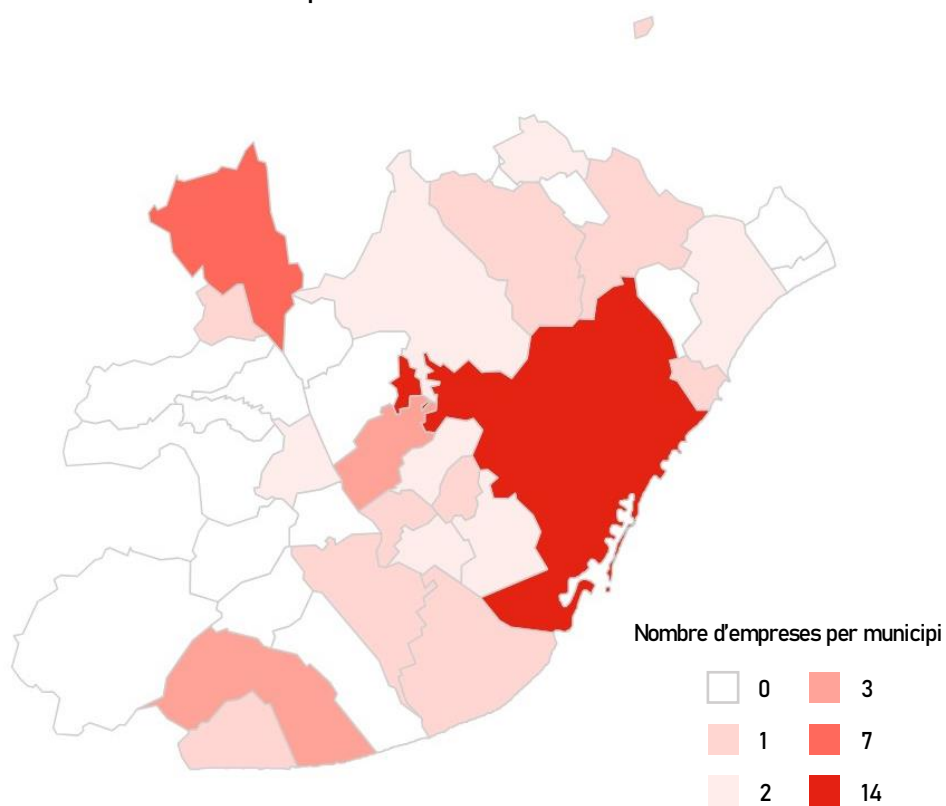
Neus Olea, Responsable del Departament Tècnic i de Relacions Externes d'AEBALL-UPMBALL.

Figura 16. Ecosistema del metall de l'Àrea Metropolitana de Barcelona



Tenint en compte les 50 empreses del sector amb major volum de facturació, aquestes es localitzen majoritàriament al Barcelonès (19), mentre que els municipis que concentren la majoria d'empreses són de Barcelona (14), Castellbisbal (7) i Sant Feliu de Llobregat (3) (Camerdata, 2023).

Figura 17. Distribució territorial les 50 empreses del metall amb major facturació a l'Àrea Metropolitana de Barcelona

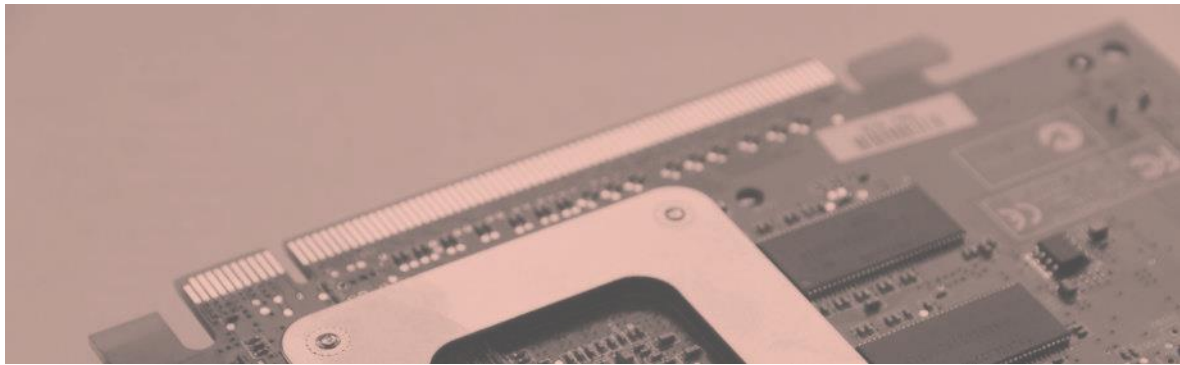




4. Conclusions

4.1. Fortaleses i debilitats del sector

4.2. Impacte de la Taula de reactivació econòmica i reindustrialització



4.1. Fortaleses i debilitats del sector

Tal i com s'ha dit al llarg d'aquest estudi, el sector del metall es troba en un moment de profundes transformacions. **La creixent importància de la sostenibilitat està incentivant el desenvolupament de nous mètodes de producció sostenibles**, i a aprofitar vectors energètics com ara l'hidrogen verd.

El teixit sectorial metropolità té el potencial per adaptar-se a aquest nou paradigma, en part gràcies a la força de sectors com l'automoció, que esdevenen tractors i agents de canvi en tota la seva cadena de subministrament. I també gràcies a l'ecosistema de coneixement generat al llarg del anys, que conformen els centres de recerca, clústers i universitats.

L'atomització del sector, però, amb un volum tan elevat de microempreses, amb menor capacitat d'inversió i d'apalancament financer, **pot generar un volum d'actius varats que en posarien en risc la subsistència**.

És previsible que aquestes transformacions impliquin un procés de concentració empresarial, a través de fusions i/o absorcions, tal com sol passar en qualsevol sector immers en canvis estructurals (Generalitat de Catalunya, 2021). Això minimitzaria els riscos d'obsolescència sobre els actius actuals del sector.

Pel que fa a la digitalització, **els sectors industrials a Catalunya fa anys que inverteixen en l'automatització de processos i en la millora de la gestió** a partir de l'ús de la tecnologia (CCMA, 2022). El repte d'aquestes innovacions és garantir una generació de valor afegit orientat a la clientela, que és la clau per a una transformació digital del negoci.

Paral·lelament, **el desenvolupament de materials avançats també implicarà disrupcions al sector del metall** a Catalunya i a l'Àrea Metropolitana. Ja s'ha vist en aquest document que aquests nous materials poden ser una oportunitat de futur per al sector.

En clau local, el treball en recerca de centres tecnològics com Leitat o Eurecat, que desenvolupen projectes d'investigació i col·laboració amb empreses del metall, permet afrontar aquesta oportunitat amb un bon posicionament de partida (Fedit, 2023) (Eurecat, 2022).

Però és evident que alguns d'aquests nous materials no formen part de la família dels metalls, i requereixen de coneixements, maquinària i processos molt diferents que els d'aquesta indústria. **La substitució dels metalls per nous materials és una tendència de present i futur.** Per tant, les empreses que vulguin reeixir amb els nous materials hauran de basar la seva estratègia en la col·laboració i la cooperació amb tercers, ja siguin altres empreses o agents de l'ecosistema. I aquí, de nou, l'excessiva atomització hi juga en contra.

Finalment, en relació amb el **repte del talent**, cada cop més, els perfils amb major demanda són els d'alta expertesa en la tecnologia o d'alta qualificació. Aquí, el sector del metall ha de fer un

esforç per esdevenir atractiu per a les noves generacions i per fer una gestió del talent que tingui en compte els requeriments d'aquest tipus de professionals, ja que la competència per aquests perfils augmenta (Barcelona Digital Talent, 2022). Al mateix temps, les empreses han de fer una aposta decidida per captar i potenciar el talent femení, minoritari al sector.

Cal destacar que **l'àrea metropolitana té un gran potencial per la captació de talent tecnològic** (Barcelona Digital Talent, 2022), una fortalesa que ha de ser aprofitada també per la indústria metall. En aquest sentit, resulta necessari que els diferents agents que conformen l'ecosistema metropolità afrontin de manera conjunta el repte de la captació del talent, que serà sens dubte, el que marcarà la capacitat futura del sector per seguir essent un component clau de l'economia metropolitana.

4.2. Impacte de la Taula de reactivació econòmica i reindustrialització

L'Àrea Metropolitana de Barcelona, a través de la **Taula de reactivació econòmica i reindustrialització**, ha definit de manera conjunta amb els agents socials mesures per enfortir el

teixit empresarial i generar oportunitats de creixement econòmic al territori.

Aquestes actuacions, recollides al document **Estratègies per a una Economia Metropolitana post-Covid19**, donen resposta, entre altres, als **principals reptes identificats per a la indústria. I tenen, per tant, una translació clara al sector del metall.**

En concret, en el primer eix de l'estratègia (Activitat econòmica: indústria general, indústria 4.0 i activitats econòmiques emergents) s'han acordat mesures en els àmbits de la descarbonització industrial, la digitalització del sector, la promoció de vocacions tecnològiques i del talent femení.

Respecte la **descarbonització del sector del metall**, es fomenta la participació d'empreses i centres de recerca locals en grans projectes industrials i tecnològics europeus. També s'afavoreix la substitució d'equips de consum poc eficients, l'impuls de la compra agregada d'energia i la mobilitat sostenible a

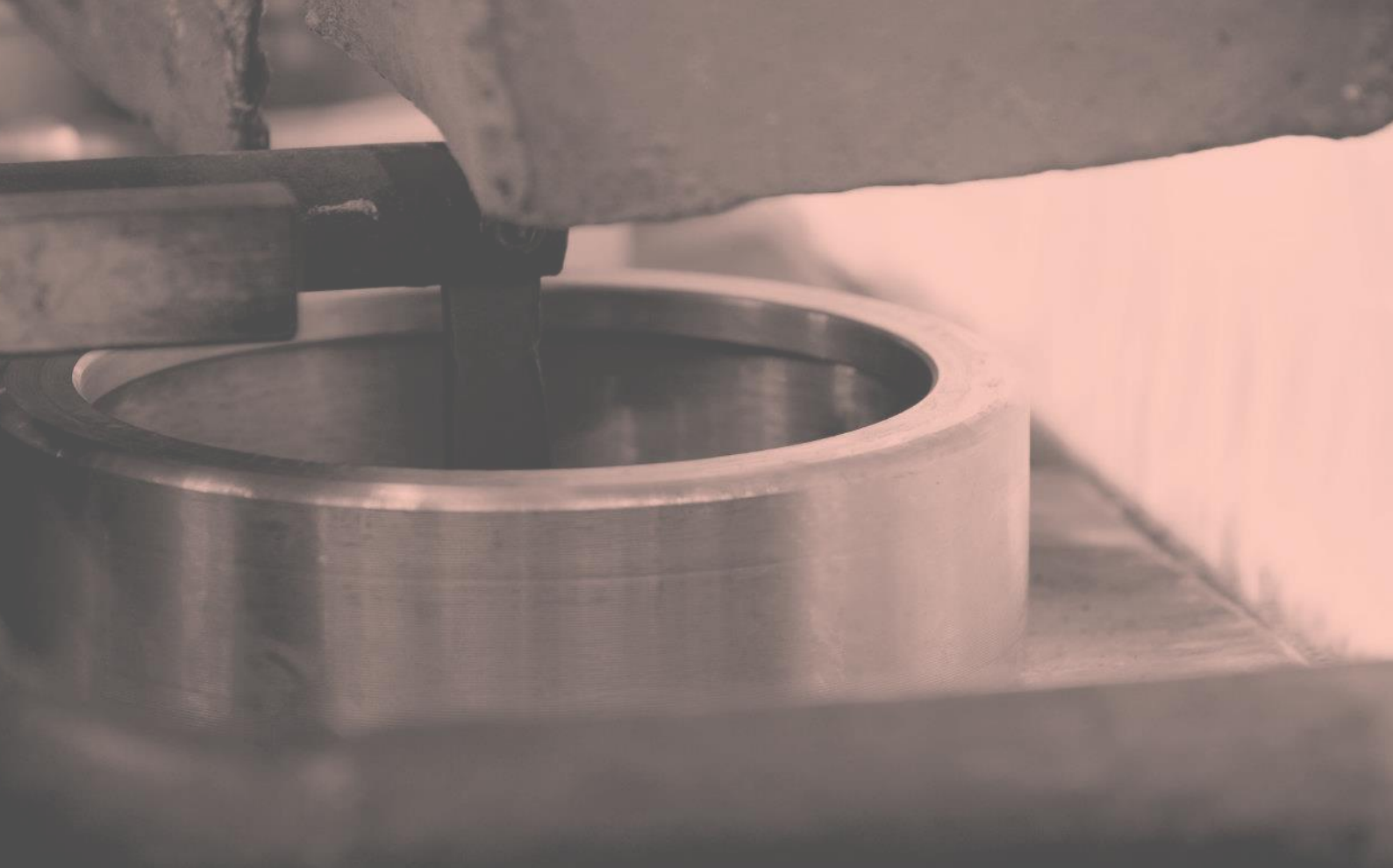
través de la instal·lació de punts de recàrrega per a vehicles elèctrics.

Pel que fa a la **digitalització**, s'han acordat accions de suport per a la transformació de la indústria orientades a promoure major flexibilitat productiva, de desplegament de la xarxa 5G als PAE i de potenciació dels clústers.

L'**escassetat de talent** del sector del metall també ha sigut una prioritat per la Taula. Per exemple, s'ha ampliat i estès el programa de foment de les vocacions tècniques, tecnològiques i industrials entre els joves i s'han definit mesures per apropar els centres de formació a l'empresa des de l'ESO i involucrar-hi també el professorat.

Finalment, s'estan promovent mesures d'introducció de la perspectiva de **gènere** en l'urbanisme de polígons, així com accions per promoure les **vocacions industrials entre les dones** i retenir i promoure el talent femení a les empreses del sector.





Referències bibliogràfiques

Bibliografia

- ABB. (2022). *Metals 2040*. Recollit de <https://new.abb.com/metals/future#Report>
- ABB. (2022). *The metals industry thinks big and gets practical about digitalization*. Recollit de <https://new.abb.com/metals/insights/the-metals-industry-thinks-big-and-gets-practical-about-digitalization>
- ACCIÓ. (2023). *El sector de l'automoció a Catalunya*. Recollit de <https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/eic-el-sector-de-l-automocio-a-catalunya>
- ACEA. (2022). *Electrification trends worldwide*. Recollit de <https://www.acea.auto/news/electrification-trends-worldwide/>
- Aramco. (2023). *Mobile Carbon Capture*. Recollit de <https://www.aramco.com/en/creating-value/technology-development/transport-technologies/mobile-carbon-capture>
- Avient. (2021). *Advanced Composites Explained An Introduction to Composites*. Recollit de <https://www.avient.com/products/advanced-composites/explained#common-applications>
- Avient. (2021). *Weathering the Storm with Advanced Composites*. Recollit de <https://www.avient.com/idea/weathering-storm-advanced-composites>
- Barcelona Digital Talent. (2022). *Digital Talent Overview 2022*. Recollit de <https://barcelonadigitaltalent.com/en/report/digital-talent-overview-2022/>
- Bax&Company. (2019). *A vision on the future of automotive lightweighting*. Recollit de http://lightweight-alliance.eu/wp-content/uploads/2019/11/alliance_vision-document.pdf
- Billington, J. (2021). *UK Company creates world's most sustainable electric vehicles motors*. Recollit de <https://advancedelectricmachines.com/uk-company-creates-worlds-most-sustainable-electric-vehicle-motors/>
- Boston Metal. (2023). *Molten Oxide Electrolysis for steel decarbonization*. Recollit de <https://www.bostonmetal.com/green-steel-solution/>

Camerdata. (2023). *BBDD Empresas Españolas*. Recollit de <https://www.camerdata.es/resultados>

CCMA. (2022). *Catalunya, cap a la indústria 4.0: robòtica, intel·ligència artificial i big data*. Recollit de <https://www.ccma.cat/324/catalunya-cap-a-la-industria-40-robotica-intelligencia-artificial-i-big-data/noticia/3154144/>

CEDEFOP. (2022). *Future job openings of Metal & machinery workers by level of education*. Recollit de <https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/skills-intelligence/occupations?occupation=7.72#8>

CEEMET. (2022). *CEEMET position paper on tackling labour & skills shortages in the MET industries*. Recollit de <https://www.ceemet.org/position-papers/education-training/tackling-labour-skills-shortages-in-the-met-industries/>

CONFEMETAL. (2023). *Metal en cifras*. Recollit de <https://confemetal.es/uploads/galerias/con50/2023-06-mcifras.pdf>

DataBridgeMarketResearch. (2022). *Global Magnesium Alloys Market - Industry Trends and Forecast to 2029*. Recollit de <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-magnesium-alloys-market>

El País. (2021). *Cómo feminizar el sector del metal*. <https://elpais.com/economia/2021-11-26/como-feminizar-el-sector-del-metal.html>.

Eurecat. (2022). *Implementen un nou sistema que permet el treball col·laboratiu de persones i robots en la indústria*. Recollit de <https://eurecat.org/implementen-un-nou-sistema-que-permet-el-treball-collaboratiu-de-persones-i-robots-en-la-industria/>

European Ceramic Industry Association. (2021). *Applications*. Recollit de <https://cerameunie.eu/ceramic-industry/applications/>

European Commission. (2020). *Blueprint for Sectoral Cooperation on Skills: Towards an EU Strategy Addressing the Skills needs of the Steel Sector*. Recollit de <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ff0f8660-ca07-11e9-992f-01aa75ed71a1>

European Commission. (2023). *Critical Raw Materials Act*. Recollit de https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en

European Parliament. (2022). *New EU rules for more sustainable and ethical batteries*. Recollit de <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20220228STO24218/new-eu-rules-for-more-sustainable-and-ethical-batteries>

Fedit. (2023). *Leitat trabaja en la creación de nuevos materiales avanzados biodegradables de fabricación aditiva*. Recollit de <https://fedit.com/2023/05/leitat-trabaja-en-la-creacion-de-nuevos-materiales-avanzados-biodegradables-de-fabricacion-aditiva/>

Fundación del Metal para la Formación, Cualificación y el Empleo. (2022). *Estudio de necesidades de competencias profesionales y aprendizaje del metal en España*. Recollit de https://www.fmfce.com/documentos/Necesidades_competencias_fmf_confemet_al.pdf

Generalitat de Catalunya. (2018). *Les dones al sector industrial a Catalunya*. Recollit de https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/papers_observatori_industria_01_dones

Generalitat de Catalunya. (2020). *El sector dels materials avançats a Catalunya. Actualització estratègica*. Recollit de https://empresa.gencat.cat/web/.content/19_-_industria/documents/estrategics-sectorials/documents/sector-materials-avancats-catalunya.pdf

Generalitat de Catalunya. (2021). *Informe anual sobre la indústria a Catalunya 2020*. Recollit de https://empresa.gencat.cat/web/.content/19_-_industria/documents/informe-anual/documents/informe-2020.pdf

Generalitat de Catalunya. (2022). *Informe anual sobre la indústria a Catalunya*. Recollit de https://empresa.gencat.cat/web/.content/19_-_industria/documents/informe-anual/documents/informe-2021.pdf

Gobierno de España. (2020). *Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050*. Recollit de https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts_es_es.pdf

- Iberdrola. (2023). *El hidrógeno verde: una alternativa para reducir las emisiones y cuidar nuestro planeta.* Recollit de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/hidrogeno-verde>
- IDESCAT. (2020). *Persones ocupades en la indústria. Per agrupacions d'activitat.* Recollit de <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10501>
- IDESCAT. (2020). *VAB a preus bàsics. Per branques d'activitat. A preus corrents.* Recollit de <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15340>
- IDESCAT. (2020). *Volum de negoci en la indústria. Per agrupacions d'activitat.* Recollit de <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10499>
- IDESCAT. (2022). *Exportacions. Per branques d'activitat.* Recollit de <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10454>
- INE. (2022). *Empresas por CCAA, actividad principal (grupos CNAE 2009) y estrato de asalariados.* Recollit de <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=39372>
- Keronite. (2023). *Avoiding corrosion in light alloys in automotive applications.* Recollit de <https://blog.keronite.com/avoiding-corrosion-in-light-alloys-in-automotive-applications>
- Knowledgegenile. (2023). *Nanotechnology in Electronic Devices: How can It Be Useful?* Recollit de <https://www.knowledgenile.com/blogs/how-can-nanotechnology-be-useful-in-electronic-devices/#NanotechnologyProductsAndApplications>
- KPMG. (2021). *Resourcing the Energy Transition: Making the World Go Round.* Recollit de <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2021/03/resourcing-the-energy-transition.html>
- KPMG. (2023). *Sustainable batteries. Uptick in EV battery market depends on a meaningful shift to a circular economy.* Recollit de <https://kpmg.com/xx/en/home/insights/2023/03/sustainable-batteries.html>
- Magspecialties. (2021). *What's driving the demand for magnesium in the automotive industry?* Recollit de magspecialtiesinc.com/2021/06/16/whats-driving-demand-for-magnesium-in-the-automotive-industry/

- McKinsey. (2021). *Manufacturing process innovation for industrials*. Recollit de <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/manufacturing-process-innovation-for-industrials>
- McKinsey. (2022). *McKinsey Technology Trends Outlook*. Recollit de <https://www.mckinsey.com/spContent/bespoke/tech-trends/pdfs/mckinsey-tech-trends-outlook-2022-mobility.pdf>
- MDPI. (2021). *Optimization of Disassembly Strategies for Electric Vehicle Batteries*. Recollit de <https://www.mdpi.com/2313-0105/7/4/74>
- Mining Technology. (2021). *Revealed: the mining companies leading the way in autonomous vehicles*. Recollit de <https://www.mining-technology.com/features/mining-companies-autonomous-vehicles/>
- Mining.com. (2020). *Waste heat recovery could back clean energy power at mine sites*. Recollit de <https://www.mining.com/waste-heat-recovery-could-back-clean-energy-power-at-mine-sites/>
- Observatori del Treball i Model Productiu. (2022). *Els salaris a Catalunya Any 2020*. Recollit de https://observatoritreball.gencat.cat/web/.content/02_-_ambits_tematic/salaris/arxiu/Els-salaris-a-Catalunya.-Any-2020.pd
- Phi4tech. (2023). *Nanomaterials*. Recollit de <https://www.phi4tech.com/nanomaterials/>
- PR NewsWire. (2022). *The Steel Industry Will Be Investing US\$6 Billion Per Annum in Digital Transformation by 2030*.
- PwC. (2019). *Agility in metals: digital transformation in the steel and aluminium industry*. Recollit de <https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/energy-utilities-resources/agility-in-metals/agility-in-metals.pdf>
- PwC. (2023). *The green hydrogen economy. Predicting the decarbonisation agenda of tomorrow*. Recollit de <https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/future-energy/green-hydrogen-cost.html>
- Salisbury, H. (2020). *Copper Powering up the Electric Vehicle – Why copper is intrinsically linked to the EV story*. Recollit de <https://www.theassay.com/articles/copper-powering-up-the-electric-vehicle-why-copper-is-intrinsically-linked-to-the-ev-story/>

- Shahzad, S. (2022). *An Approach for Demand Forecasting in Steel Industries Using Ensemble Learning*. Recollit de <https://www.hindawi.com/journals/complexity/2022/9928836/>
- Shell. (2022). *Decarbonising Steel: forging new paths together*. Recollit de https://www.shell.com/shellenergy/marketingandtrading/_jcr_content/root/main/section/simple/promo_2130259397/links/item0.stream/1669392117011/5b1f673472d02633f82125fef387d13c266a454d/shell-decarbonising-steel-digital.pdf
- TheCollider. (2022). *Metamaterials: from science fiction to reality*. Recollit de <https://thecollider.tech/metamaterials-from-science-fiction-to-reality/>
- TotBarcelona. (2020). *Barcelona estudia com reformar els polígons amb perspectiva de gènere*. Recollit de <https://www.totbarcelona.cat/habitatge/barcelona-estudia-com-reformar-els-poligons-amb-perspectiva-de-genere-106283/>
- World Steel Association. (2021). *Climate change and the production of iron and steel*. Recollit de <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Climate-policy-paper-2021.pdf>