CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

Llibre blanc sobre la Intel·ligència Artificial aplicada a la Indústria

La IA per donar resposta als reptes de la Indústria a Catalunya

CIDAI-LlibreBlanc-2024-10

Drets reservats. Aquest treball està disponible sota la llicencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Segons els termes d'aquesta llicència, podeu copiar, redistribuir i adaptar l'obra amb fins no comercials, sempre que l'obra sigui citada adequadament, tal com s'indica a continuació.
En qualsevol ús d'aquest treball, no s'ha de suggerir que el CIDAI doni suport a cap organització, producte o servei específic. No es permet l'ús del logotip CIDAI.
Si adapteu l'obra, heu de llicenciar-la amb la mateixa llicència Creative Commons o equivalent.
Si creeu una traducció d'aquest treball, heu d'afegir la següent exempció de responsabilitat juntament amb la cita suggerida: "Aquesta traducció no la va crear el *Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence* (CIDAI). CIDAI no es fa responsable del contingut ni de l'exactitud d'aquesta traducció. L'edició original en català serà l'edició autèntica i vinculant". Qualsevol mediació relacionada amb disputes derivades de la llicència es durà a terme d'acord amb les normes de mediació de la *World Intellectual Property Organization*.

Cita suggerida. CIDAI-LlibreBlanc-2024-01 // Llibre blanc sobre la intel·ligència artificial aplicada a la indústria CIDAI, 2025. Llicencia: CC BY-NC-SA 4.0.

Autoria i agraïments 4

Resum executiu 5

1. Introducció 8

2. La indústria, reptes i tendències 11

3. La IA com a factor de transformació de la Indústria 20

4. Anàlisi de la IA a la Indústria 4.0 Catalunya 26

ANNEX Presentació de casos d'ús il·lustratius 42

Autoria i agraïments

Aquest Llibre Blanc ha estat promogut pel CIDAI, Centre d'Innovació en tecnologies de Dades i Intel·ligència Artificial, una iniciativa en el marc a l'estratègia Catalonia.AI i que té com a missió fomentar i accelerar l'adopció de tecnologies innovadores d'explotació de dades i IA a Catalunya.

El CIDAI està coordinat per Eurecat, i està format pels següents socis promotors: la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Barcelona, el Barcelona Computing Centre (BSC), el Centre de Visió per Computador (CVC), Fundació i2CAT, el Research Centre of Intelligent Data Science and Artificial Intelligence (IDEAI-UPC) i les empreses HUAWEI, Microsoft, NTT DATA, SAP i SDG Group. A més, el CIDAI té membres associats com l'Autoritat de Transport Metropolità (ATM), l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), la Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals (CCMA) i el Centre Tecnològic de l'Aigua (CETAQUA), Festival Cruïlla, l'Autoritat del Transport Metropolità (ATM) i Caixa d'Enginyers.

El Llibre Blanc sobre l'aplicació de la IA en el sector de la indústria s'ha elaborat amb la valuosa contribució i assessorament de diversos experts del sector, la qual cosa ha permès copsar i analitzar la realitat del sector a Catalunya. CIDAI agraeix la seva dedicació i suport en l'elaboració d'aquest document. La participació ha estat la següent:

Redactors
- EURECAT: Circe Serra, Lluis Surroca

Contribuïdors
- EURECAT: Francesc Bonada
- IDEAI-UPC: Karina Gibert
- I2CAT: Robert Cornfield

Revisors
- CIDAI: Joan Mas, Marco Andrés Orellana

Assessors
- EURECAT: Xavier Domingo
- GENERALITAT DE CATALUNYA: Arnau Serra
- I2CAT: Karla Trejo
- MICROSOFT: Alberto Pinedo
- NTT DATA: Albert Mayol

Comitè d'experts (*Think Tank*) consultats
- AMEC: Diego Guri, Alejandro Gallego
- AG Solution: Eric Permanyer, Ricard Torralba
- AGGITY: Miquel Melero
- BBRAUN: Alberto Almajano, Marc Sanchez
- CANMARTEX: Enric Martí
- COMEXI: Jordi Sahun, Marc Vinyoles, Victor Micó
- DRIBIA: Oleguer Sagarra
- GENERALITAT DE CATALUNYA: Pere Condom (Direcció General d'Indústria), Carles Miranda (ACCIÓ), Laia Castany (ACCIÓ)
- GEPROM: Dario Cesena
- GRAFICAS SALAET: Elena Salaet
- PENTAMATIK: Esteve Tigel
- SEAT: Alex Lerma, Iñigo Suarez,
- TELSTAR: Jordi Serrat, Joel Núñez

Resum executiu

El sector industrial és fonamental per al desenvolupament econòmic i el progrés de la societat moderna. La seva importància rau en el seu impacte directe sobre la productivitat, la competitivitat i el benestar social, esdevenint un pilar estratègic per a la política econòmica i social dels països.

El marc normatiu actual impulsa la transformació del sector cap a un model més sostenible, eficient i digitalitzat. En aquest context, la transició industrial cerca millorar l'eficiència dels processos, reduir les emissions de carboni i enfortir la competitivitat a través de l'automatització i la digitalització.

En aquest escenari, la Intel·ligència Artificial (IA) i les tecnologies basades en dades son eines clau per optimitzar la producció, potenciar la presa de decisions i minimitzar residus a la indústria. Aquestes tecnologies tenen un gran potencial per millorar l'eficiència operativa, reduir costos i revolucionar la manera com es dissenyen, fabriquen i distribueixen els productes industrials.

L'objectiu d'aquest Llibre Blanc és informar sobre les oportunitats de la IA al sector industrial, especialment de la indústria manufacturera, identificar reptes, tendències i barreres i definir accions per accelerar-ne l'adopció al teixit empresarial de Catalunya.

El primer capítol és introductori i presenta l'objectiu i la metodologia utilitzada per elaborar el document. S'hi expliquen les fonts d'informació, les entrevistes realitzades, les dinàmiques de grup aplicades i l'enfocament analític utilitzat per extreure'n conclusions i recomanacions.

El segon capítol aborda la definició del sector industrial, analitzant les principals xifres a Catalunya, i abordant els conceptes d'Indústria 4.0 i Indústria 5.0. També es defineix l'abast del Llibre Blanc, que se centra en la manufactura avançada i no aborda sectors particulars, com ara l'extracció de matèries primeres o la producció d'energia, ja que requereixen estudis específics.

El capítol també incideix en els reptes i les tendències del sector. Entre els reptes principals es destaca la digitalització del sector i de tota la cadena de valor, l'adaptació a la sostenibilitat, la resiliència i reindustrialització, la traçabilitat en la cadena de subministrament, l'escassetat de mà d'obra qualificada, i la globalització. Com a tendències clau, s'identifiquen la fabricació intel·ligent, l'economia circular, la personalització massiva, la usabilitat i la integració de les persones en el centre, els models d'ingressos recurrents i l'adopció de la IA generativa.

Què és la IA?

Disciplina que reuneix diferents metodologies i tecnologies (desenvolupament de models conceptuals de realitats complexes, desenvolupament d'algorismes des de l'Aprenentatge Automàtic, al Raonament Automàtic o Processament de Llenguatge Natural, entre d'altres) que permeten un suport intel·ligent a la presa de decisions i la realització de tasques que normalment requeririen intel·ligència humana alhora que faciliten que les màquines resolguin problemes complexos tan bé o millor que els humans, incloses les capacitats d'aprendre, comprendre, raonar i interactuar.

El tercer capítol explora com la IA i les tecnologies basades en dades estan transformant la indústria. Es descriuen les aplicacions en diferents etapes del procés productiu, i també per la millora de serveis i generació de nous models de negoci.

Al quart capítol, s'analitza la situació de la IA i el sector industrial a Catalunya. Es revisa l'ecosistema industrial i tecnològic, identificant-ne les potencialitats i les barreres. I també es detallen recomanacions per poder impulsar l'adpoció de la IA al sector.

Quant a les barreres més rellevants, es destaquen les següents:

- Manca d'estratègia en IA a les organitzacions, ja que moltes empreses no compten amb una visió clara ni alineada amb la seva estratègia general.
- Manca de coneixement dels beneficis i complexitat per valorar el retorn de la inversió (ROI), fet que dificulta la seva adopció.
- Manca del rol responsable de gestionar activament les dades i formació en dades.
- Manca de disponibilitat de dades històriques de qualitat, la majoria d'empreses o bé estan en procés de digitalització o disposen de dades que s'han de tractar per poder-hi treballar.
- Cost tecnològic per a un desplegament efectiu, tant cost directe, com de formació i cost indirecte pel temps dedicat.
- Dificultat per la posada en producció de la IA i la seva integració als processos de l'organització ja que aquest procés implica tant reptes tecnològics com un canvi cultural dins l'empresa.
- Desconeixement i manca de temps per accedir a fonts de finançament existents.
- Manca de disponibilitat i retenció de talent tant del domini del sector com tecnològic.
- Desconeixement de l'ecosistema local limitat de proveïdors d'IA i Indústria 5.0.
- Resistència al canvi i inèrcia a les organitzacions.
- Sensibilitat a la potencial pèrdua de llocs de treball.
- Dificultat per a la compartició i reutilització de dades dins de la cadena de valor.
- Por als ciberatacs i risc d'accés indegut a dades.
- Aspectes reguladors encara no suficientment consolidats i/o risc de regulació massa restrictiva, fet que genera incertesa sobre els requisits de compliment i el seu impacte en el sector.
- Manca de transparència i confiança en els models IA, cosa que genera desconfiança en la seva aplicació al sector.

Respecte les recomanacions s'agrupen en dos blocs segons el nivell d'impacte que poden produir i segons el grau de viabilitat en el context català. Com a prioritàries, perquè tenen un nivell d'impacte i de viabilitat a curt termini, s'identifiquen:

1. Facilitar l'adopció d'una estratègia en IA a les empreses industrials.
2. Fomentar el coneixement dels beneficis de la IA i facilitar la valoració del retorn de la inversió en el sector industrial
3. Garantir la disponibilitat de dades de qualitat i establir un rol responsable per a la seva gestió.
4. Millorar l'accés a les fonts de finançament per a les tecnologies de dades i IA en el sector industrial.

En el segon grup de recomanacions s'avaluen les propostes que tenen un nivell de viabilitat o d'impacte a més llarg termini:

5. Facilitar l'adopció de la IA minimitzant la barrera del cost tecnològic
6. Facilitar la posada en producció de les solucions tecnològiques basades en dades i IA.
7. Fomentar el coneixement de l'ecosistema local de proveïdors tecnològics
8. Fomentar el creixement i retenció de talent expert en tecnologies basades en dades i IA en el sector industrial.
9. Portar a terme una gestió activa de la seguretat de la informació dins l'organització.

Per concloure l'annex del document es poden consultar 15 casos il·lustratius d'implantació de tecnologies basades en dades i IA del sector industrial que s'han desenvolupat a Catalunya, tant projectes de recerca, desenvolupament i innovació (R+D+i).

Abreviacions

- AGV: Vehicles de guiat automàtic (de l'anglès *Automated Guided Vehicle*)
- CDO: Responsable de dades (de l'anglès *Chief Data Officer*)
- CIDAI: Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence
- CIO: Responsable de sistemes d'informació (de l'anglès *Chief Information Officer)*
- CNN: Xarxes neuronals convolucionals (de l'anglès *Convolutional Neural Networks*)
- CVC: Centre de Visió per Computador
- DLT: Tecnologia de registre distribuït (de l'anglès *Distributed Ledger Technology*)
- DPP: Passaport Digital de Producte (de l'anglès *Digital Product Passport*)
- ERP: Planificació de recursos empresarials (de l'anglès *Enterprise Resource Planning*)
- FOMO: por de perdre's quelcom o por de restar sense (de l'anglès *Fear Of Missing Out*)
- IA: Intel·ligència Artificial
- IIoT: Internet de les coses industrial (de l'anglès *Industrial Internet of Things*)
- IoT: Internet de les coses (de l'anglès *Internet of Things*)
- KPI: Indicador clau de rendiment (de l'anglès *Key Performance Indicator*)
- MES: Sistema d'execució de manufactura (de l'anglès *Manufacturing Execution System*)
- OF: Ordre de fabricació
- PIB: Producte interior brut
- PIMEs: Petites i mitjanes empreses
- PoC: Prova de concepte (de l'anglès *Proof of Concept*)
- R+D+i: Recerca, desenvolupament i innovació
- ROI: Retorn de la inversió (de l'anglès *Return On Investment*)
- VAB: Valor Afegit Brut

1 Introducció

Índex

La intel·ligència artificial (IA) és un motor clau per tots els sectors econòmics, i el sector industrial manufacturer no n'és una excepció, actualment ja està transformant la manera com les empreses operen i ofereixen els seus serveis. Les solucions basades en IA combinen dades, tecnologia i eines d'anàlisi avançades per transformar les fàbriques i els processos empresarials, optimitzant processos, millorant la presa de decisions i augmentant l'eficiència en la producció i la gestió de recursos. Integren capacitats com ara l'aprenentatge automàtic, l'anàlisi de dades, la visió per computador i el processament del llenguatge natural per automatitzar tasques, detectar patrons complexos i predir comportaments, entre d'altres.

Aquestes innovacions estan marcant la transició de la Indústria 4.0 cap a la Indústria 5.0. Mentre que la Indústria 4.0 es va centrar en la digitalització, l'automatització i la integració tecnològica mitjançant IoT i Big Data, la Indústria 5.0 posa l'accent en fomentar la col·laboració entre humans i màquines, l'orientació cap a l'ésser humà i la sostenibilitat. Aquesta transició a Europa es troba marcada per les tres àrees d'acció definides a l'Informe Draghi,[1] que són tancar la bretxa d'innovació amb els Estats Units i la Xina, avançar en la descarbonització i garantir la seguretat econòmica mitjançant la reducció de dependències estratègiques, per tal de posicionar la UE com un actor més competitiu, autònom i resilient. En aquest context des de la Unió Europea es fomentarà la innovació, recerca i desenvolupament per reforçar la competitivitat del sector industrial, i les tecnologies basades en dades com la intel·ligència artificial i la IA generativa, seran fonamentals per impulsar aquest canvi.

En aquest context l'objectiu d'aquest llibre blanc és contribuir a l'impuls, el foment de l'adopció i la incorporació de la IA en el sector industrial català, especialment en la manufactura. S'analitza l'aplicabilitat de la IA per fer front als principals reptes del sector a curt i mig termini.

1 El informe Draghi para una UE más competitiva. 2024. https://equipoeuropa.org/informe-draghi-ue-competitiva/

Objectius del document

Sensibilitzar sobre la IA al sector industrial.

Mostrar les oportunitats d'aplicar tecnologies basades en dades i IA.

Reflexionar al voltant de les barreres actuals i proposar accions per poder impulsar la IA al sector a Catalunya.

Identificar i presentar casos d'ús d'exemple i amb potencial per on començar el camí en l'adopció de la IA.

A qui va adreçat

A empreses, PIMEs i entitats que estiguin treballant en projectes en el sector industrial.

A tots els agents que estan – o volen estar - al corrent en l'evolució del sector de la indústria a través de la implementació de tecnologies disruptives com és la IA (administracions públiques, entitats, associacions o organitzacions).

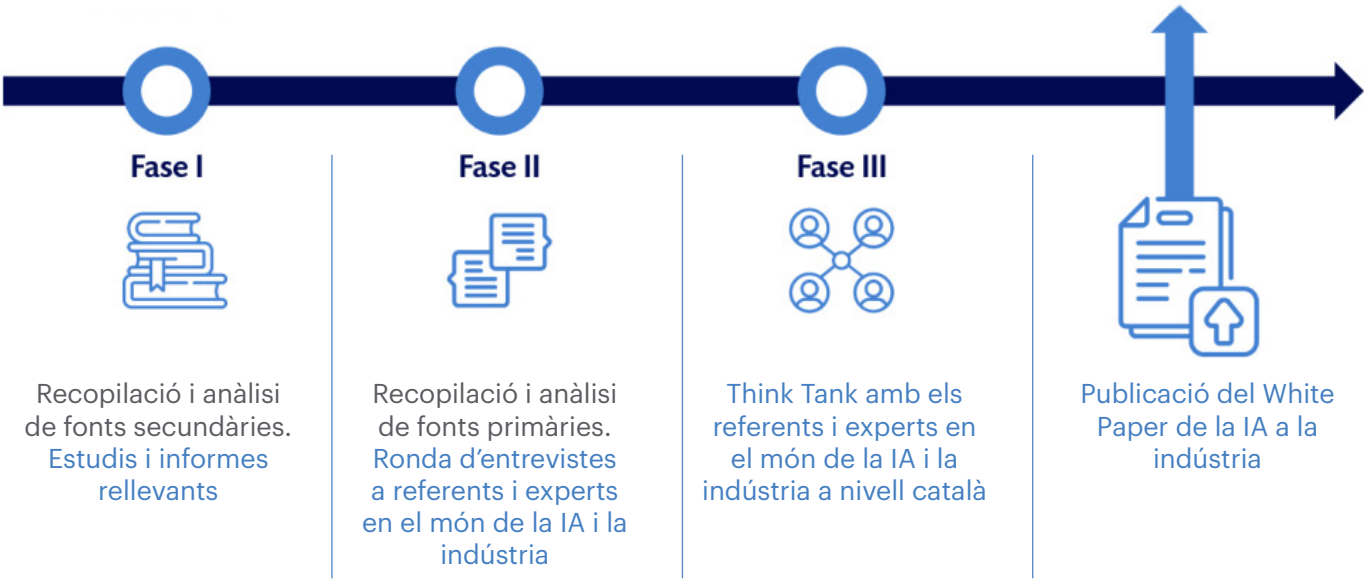
Metodologia emprada

- El present document ha estat coordinat i redactat per consultors especialitzats en innovació i tecnologia del Centre Tecnològic Eurecat sota encàrrec i supervisió del CIDAI i els socis que el conformen.
- Per ampliar l'abast i perspectiva al desenvolupament d'aquest document s'han realitzat 15 entrevistes obertes a referents i persones expertes del sector industrial català: especialistes d'IA, experts d'innovació o gerents d'organitzacions del sector, de PIMEs, empreses emergents i grans empreses, per tal de copsar les opinions de l'ecosistema. Els entrevistats van ser seleccionats pel seu coneixement del sector.

Les entrevistes han culminat amb una sessió de treball -Think Thank- per a poder reflexionar i arribar a un consens sobre reptes i actuacions del sector industrial. Les perspectives dels entrevistats han estat d'especial valor pels apartats reflexius del document com són la identificació de barreres i actuacions per l'adopció de la IA al sector a Catalunya.

La següent figura il·lustra la metodologia emprada:

Figura 1. Metodologia emprada per l'elaboració del Llibre Blanc. Font: Elaboració pròpia



La indústria, reptes i tendències

2

Índex

2.1. Definició i abast

El sector industrial és una part fonamental de l'economia que inclou totes les activitats econòmiques relacionades amb la producció de béns mitjançant la transformació de matèries primeres, i la manufactura de productes.
Aquest sector és molt ampli i comprèn una àmplia gamma d'activitats com les indústries extractives, la producció d'energia, el subministrament d'aigua i la indústria manufacturera, entre d'altres.

El sector manufacturer, doncs, és una subcategoria i es refereix específicament a la producció de bens mitjançant la transformació de matèries primeres en productes determinats. Es pot desglossar en:

- Producció de bens duradors, com per exemple automòbils, electrodomèstics o maquinària.
- Producció de bens no duradors, per exemple aliments processats, paper i productes químics.
- Processament i assemblatge, que involucren l'assemblatge de components i el processament de materials per crear productes acabats.

D'aquesta manera les branques d'activitat del sector manufacturer inclouen la industria de productes alimentaris, fabricació de begudes i tabac, tèxtils, paper i arts gràfiques, químiques, productes farmacèutics, metal·lúrgia, vehicles de motor i altres materials de transport, fabricació de mobles, entre d'altres.

El sector industrial es caracteritza per la producció en massa mitjançant l'ús de maquinària, energia i mà d'obra. Aquest model tradicional ha estat clau en el desenvolupament econòmic global, permetent la creació de llocs de treball i l'augment de la productivitat.

En aquest context, la Indústria 4.0 sorgeix com una revolució tecnològica que descriu una organització dels processos de producció basada en la tecnologia i en dispositius que es comuniquen entre ells de forma autònoma al llarg de la cadena de valor.[1] Representa un canvi de paradigma en la manera en que es conceben, dissenyen i es produeixen les coses. Aquesta nova era es basa en la integració de tecnologies avançades com Internet de les Coses (IoT), la intel·ligència artificial (IA), la computació al núvol i els sistemes ciberfísics, entre d'altres. Aquestes innovacions han permès optimitzar la producció, millorar l'eficiència i la personalització i facilitar una presa de decisions més informada en temps real, basat en les dades. Així, la Indústria 4.0 redefineix la manera com les fàbriques operen, convertint el sector industrial en un ecosistema més intel·ligent i connectat. Representa un canvi tan gran que es considera la quarta revolució industrial.

Tot i això, la transformació industrial no s'atura aquí i està evolucionant cap a la Indústria 5.0. Aquest terme desenvolupat per la Comissió Europea[2] es centra en la col·laboració entre humans i màquines intel·ligents, amb un enfocament en la personalització, la sostenibilitat i el benestar humà. Mentre que la Indústria 4.0 s'enfoca principalment a l'automatització, la connectivitat i la digitalització, la Indústria 5.0 posa èmfasi en la cooperació entre la tecnologia i els humans per millorar la creativitat, innovació i sostenibilitat. La Indústria 5.0 cerca no només maximitzar l'eficiència, sinó també abordar qüestions de sostenibilitat i personalització massiva, fomentant un enfocament més responsable i creatiu a la producció industrial. Aquesta transició promet un equilibri entre tecnologia i humanitat, portant la innovació a un nivell encara més alt.

Aquest llibre blanc es centrarà en la indústria manufacturera, que comprèn les activitats de transformació de matèries primeres en productes.

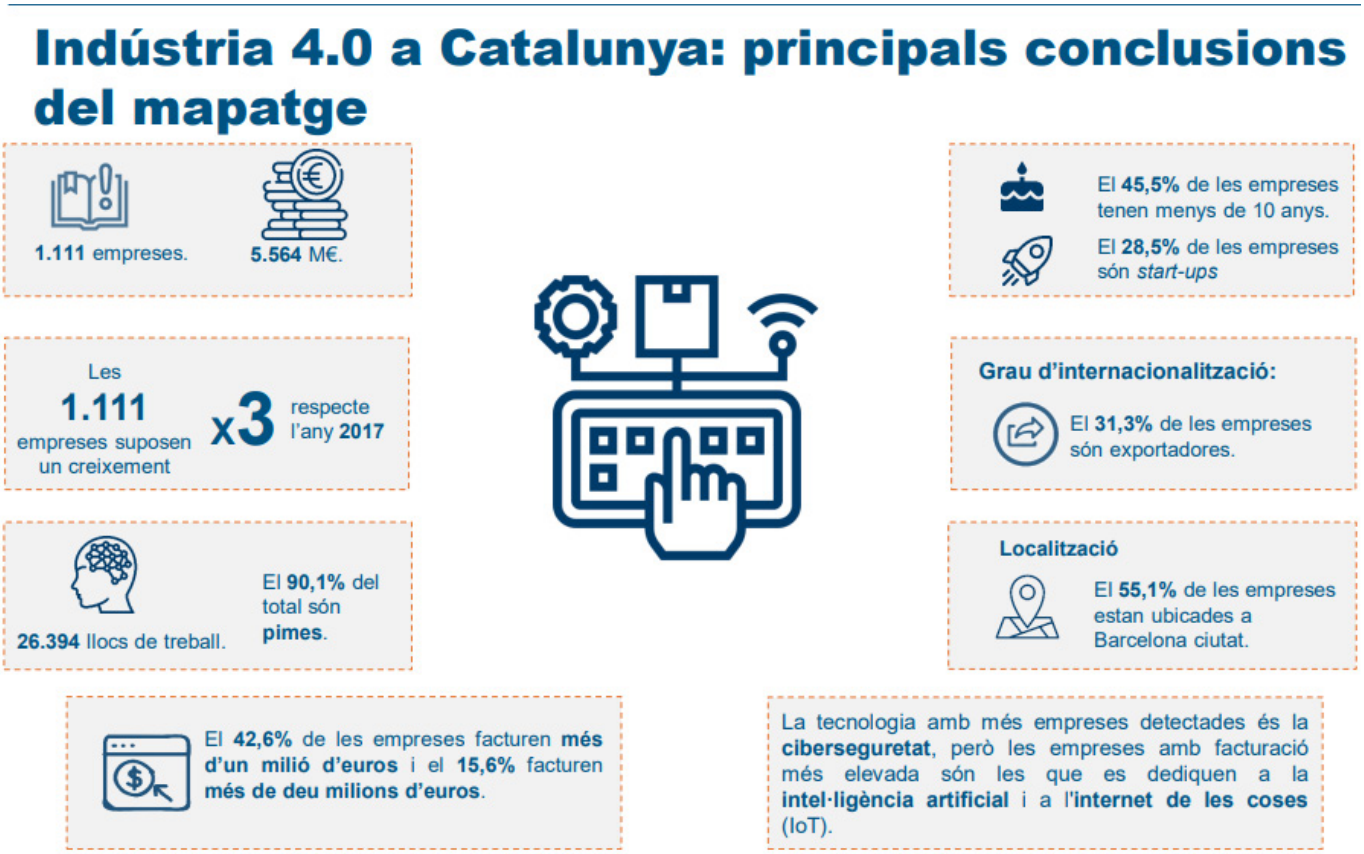
1 Generalitat de Catalunya. L'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya https://empresa.gencat.cat/web/.content/19_-_industria/documents/papers_observatori_industria/documents/papers-03.pdf

2 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en

2.2. Pes

A Catalunya el sector industrial té una gran tradició i pes respecte el valor afegit brut (VAB). D'acord amb les dades d'IDESCAT el 2023 el sector industrial de Catalunya suposava el 18,6"% del VAB, un pes superior al valor estatal (16,7%) i una mica inferior a la mitjana de la Unió Europea (20,5"%)[3]. Tot i això la indústria catalana acumula una expansió significativa des de l'inici del 2024. La seva fortalesa l'ha convertit en l'eix del creixement de l'economia catalana el primer semestre de l'any. Les darreres dades de l'IDESCAT mostren com la indústria catalana es va accelerar a un ritme elevat (4,9% interanual) el segon trimestre del 2024. Una millora que ja es va registrar el trimestre precedent, quan el sector manufacturer va créixer un 4,4% interanual, i es consolida la tendència iniciada l'any anterior, quan el sector industrial va registrar una millora gràcies a les menors tensions als costos intermedis[4]. D'acord amb la nota de premsa, les branques que més han contribuït al creixement industrial segons els indicadors de producció són la fabricació de vehicles de motor, la indústria alimentària, la indústria farmacèutica, la indústria química i la fabricació de productes informàtics.

Figura 2. Industria 4.0 a Catalunya



Font: https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/informes_sectorials/ACCIO-la-industria-40-tecnologia-a-catalunya-ca.pdf

3 https://www.idescat.cat/indicadors/?id=ue&n=10133&lang=es

4 Generalitat de Catalunya. Nota de premsa comptabilitat trimestral, juliol 2024. https://govern.cat/govern/docs/2024/07/31/09/34/3ebffcd9-4d99-4119-8e02-ddddb009c7d8.pdf

Quant a la indústria 4.0, actualment a Catalunya està conformada per 1.111 empreses[5] que contribueixen al PIB català amb un volum de 5.564 M€ i proporcionen 26.394 llocs de treball. El 45% de les empreses tenen menys de 10 anys. Les empreses amb facturació més elevada són les que es dediquen a la IA i a la IoT.

Segons el mateix document d'ACCIÓ, els sectors amb més demanda de solucions d'Indústria 4.0 a Catalunya són el de metal·lúrgia i productes metàl·lics, alimentació i productes gourmet, logística, comerç electrònic i distribució i maquinària i béns d'equip.

2.3. Reptes de la Indústria

El sector industrial s'enfronta a diversos reptes en un entorn global cada cop més dinàmic. La digitalització i l'automatització estan transformant els processos productius, però també exigeixen una adaptació tecnològica ràpida. A més, la sostenibilitat ha esdevingut una prioritat, amb pressions per reduir les emissions de carboni i millorar l'eficiència energètica. La globalització, els canvis a la cadena de subministrament i l'escassetat de mà d'obra qualificada són altres reptes destacables. Les empreses han d'innovar constantment i optimitzar les seves operacions per mantenir competitives en aquest escenari global en evolució.

2.3.1. Digitalització del sector i tota la cadena de valor

La digitalització en els processos industrials és un dels principals reptes per al sector industrial, on encara persisteix un endarreriment en l'adopció de tecnologies avançades en els processos productius. Aquest endarreriment, però, està directament vinculat a un altre més clau: la integració de tecnologies avançades i l'explotació eficient de les dades. La capacitat de connectar màquines, processos i sistemes mitjançant la internet de les coses (IoT) i altres tecnologies digitals no només facilita la recopilació de grans volums de dades, sinó que també permet transformar aquestes dades en informació rellevant per la presa de decisions. Això pot conduir a prediccions més precises, personalització de productes, manteniment predictiu i innovació constant en els models de negoci, entre d'altres.

Sense una digitalització i integració completa dels processos, es fa difícil aprofitar al màxim les dades generades, ja que aquestes depenen d'una infraestructura tecnològica moderna capaç de recopilar, gestionar i analitzar informació en temps real. La manca d'aquesta integració tecnològica no només impedeix una eficàcia operativa més gran, sinó que també limita la capacitat competitiva en un mercat globalitzat.

La digitalització i l'augment de la connectivitat a les fàbriques comporta un altre repte: la ciberseguretat. A mesura que les indústries adopten més tecnologia digital, la vulnerabilitat a atacs cibernètics també s'incrementa, cosa que subratlla la necessitat de protegir els sistemes de gestió i assegurar un entorn digital robust per al futur del sector industrial.

2.3.2. Resiliència i reindustrialització

Un dels principals reptes que enfronta el sector industrial actualment és la vulnerabilitat de les cadenes de subministrament globals. La pandèmia de COVID-19 i les tensions geopolítiques van posar en evidència com és de fàcil que s'afecti el flux de matèries primeres i productes, cosa que pot paralitzar la producció i causar retards significatius. Això ha portat les empreses a reconsiderar les seves estratègies i buscar maneres d'augmentar la resiliència mitjançant la localització de proveïdors i la reducció de la dependència de fonts llunyanes. L'adopció d'aquestes estratègies no sols busca mitigar els riscos associats als problemes de transport i logística, sinó també assegurar una resposta més àgil davant de qualsevol imprevist.

A més, la volatilitat econòmica i energètica afegeix un nivell addicional de complexitat. La inflació, les fluctuacions a les taxes d'interès i l'increment dels costos energètics estan exercint una pressió considerable sobre la rendibilitat de les operacions industrials. Aquest panorama, agreujat per la incertesa geopolítica i les conseqüències del canvi climàtic, està portant les empreses a buscar alternatives, com l'adopció d'energies renovables.

En aquest context, també es planteja la necessitat d'una reindustrialització a Europa que reforci la base

5 ACCIO Capacitats i tecnologies vinculades a la indústria 4.0 a Catalunya. Abril 2021. https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/informes_sectorials/ACCIO-la-industria-40-tecnologia-a-catalunya-ca.pdf

material i econòmica de la regió. Promoure una indústria manufacturera sòlida i una capacitat de producció autònoma és fonamental per construir una economia més productiva i resilient. Aquest impuls industrial no sols busca garantir la continuïtat de les cadenes de subministrament, sinó també fomentar un model productiu potent capaç de generar riquesa de manera sostenible i competitiva en un mercat globalitzat.

2.3.3. Traçabilitat en la cadena de subministrament

En moltes indústries, la gestió de la vida útil dels productes és molt important, especialment quan es tracta de productes peribles. Per garantir la qualitat i la seguretat dels productes, és indispensable implementar tecnologies i processos que permetin un control exhaustiu del seu cicle de vida. En aquest context, la traçabilitat té un paper fonamental en oferir una vigilància detallada des de l'origen del producte fins al lliurament al consumidor final. Els consumidors actuals, cada cop més informats i exigents, volen conèixer no només l'origen del producte, sinó també cada etapa que ha travessat: des de les condicions d'emmagatzematge i transport fins als processos de fabricació o manipulació. Aquesta transparència genera confiança i assegura que el producte compleix els estàndards de qualitat i sostenibilitat esperats. En aquest context sorgeix el concepte de Digital Product Passport (DPP) o Passaport Digital de Producte, que es crea per proporcionar informació detallada, estructurada i accessible sobre un producte al llarg del seu cicle de vida. Aquest passaport digital actua com una "petjada" del producte, permetent recopilar, emmagatzemar i compartir dades rellevants sobre les seves característiques, materials, origen, ús i opcions de reciclatge o gestió de residus.

A més, la traçabilitat enforteix la resiliència de les cadenes de subministrament, permetent a les empreses adaptar-se ràpidament a canvis imprevistos, com ara interrupcions en el subministrament o fluctuacions en la demanda. La capacitat de rastrejar i monitoritzar productes en temps real facilita decisions més informades i millora la capacitat de resposta davant d'incidents.

2.3.4. Adaptació a la sostenibilitat

El sector industrial s'enfronta al repte d'adaptar-se a un entorn cada cop més exigent en termes de sostenibilitat i canvi climàtic. La pressió per reduir l'empremta de carboni i gestionar de manera més eficient les deixalles prové tant de normatives reguladores com de la demanda creixent de consumidors i inversors per pràctiques sostenibles.

Les empreses han d'adoptar tecnologies més eficients per reduir les emissions, disminuir el consum energètic, així com invertir en innovació per reemplaçar gradualment materials no sostenibles, com els plàstics als envasos per minimitzar l'empremta de carboni i l'impacte ambiental global. A mesura que les regulacions ambientals esdevenen més estrictes, les indústries han de trobar un equilibri entre mantenir l'eficiència productiva i complir els objectius de reducció d'emissions.

D'aquesta manera és molt important implementar estratègies de sostenibilitat. Això implica dividir els processos en etapes independents que permetin optimitzar la reutilització de materials i el reciclatge, així com la gestió de l'energia en la producció. També fomentar la col·laboració amb organitzacions externes per millorar la recollida i el tractament de residus, cosa que també ajuda a millorar la transparència i la reputació de l'empresa.

En comunicar activament aquestes iniciatives al públic, les indústries no només compleixen les expectatives ambientals, sinó que també enforteixen la seva imatge de marca i el seu posicionament al mercat.

2.3.5. Escassetat de mà d'obra qualificada

L'escassetat de mà d'obra qualificada a l'actualitat representa un gran repte per a la indústria, especialment en un context on la demanda d'habilitats tècniques avançades continua augmentant.

Molts treballadors perceben aquest sector com menys innovador o amb condicions laborals menys atractives en comparació amb altres indústries emergents, com la tecnologia o els serveis digitals. Aquesta percepció desincentiva l'entrada de nous professionals i agreuja encara més l'escassetat de talent. A més, l'envelliment de la població activa

industrial, combinat amb la manca d'interès de les noves generacions, fa que moltes empreses es trobin amb dificultats per renovar les seves plantilles i garantir la continuïtat de les operacions.

D'altra banda l'automatització i la digitalització han transformat els entorns de treball i han creat la necessitat d'empleats amb coneixements específics en noves tecnologies. De manera que moltes es troben amb dificultats per trobar i retenir talent amb la capacitació adequada. Aquest repte es veu agreujat per la competència en el mercat laboral per professionals amb habilitats digitals, cosa que obliga les organitzacions a implementar estratègies per atraure i desenvolupar aquests treballadors.

2.3.6. Globalització

Un altre repte del sector industrial és la gran competència global, en què les empreses locals s'han d'enfrontar a gegants multinacionals amb recursos i economies d'escala molt més grans. Aquestes grans corporacions solen dominar el mercat gràcies a la capacitat per oferir preus més competitius, productes d'alta qualitat i un ritme d'innovació constant. D'altra banda, la pressió de països asiàtics, liderats per la Xina, ha evolucionat: si abans es basava principalment en costos baixos, avui es caracteritza també per la capacitat d'innovació tecnològica, cosa que augmenta encara més la competència en un mercat globalitzat.

A més, les polítiques comercials fluctuants, com el proteccionisme i la imposició d'aranzels, compliquen la dinàmica de les cadenes de subministrament internacionals i generen incertesa als mercats. Aquestes mesures poden encarir les primeres matèries o limitar l'accés a mercats estratègics, afectant la competitivitat de les empreses en mercats internacionals. Per a les petites i mitjanes empreses (PIMES), aquest escenari representa un doble desafiament: competir globalment mentre naveguen per un entorn polític i comercial canviant.

És important per les empreses, per tant, centrar-se en la innovació, tant en processos com en productes, i reforçar-ne la competitivitat. La diversificació de mercats, l'optimització de costos i la millora de la qualitat esdevenen estratègies essencials per sobreviure i prosperar en aquest entorn.

2.4. Tendències de la Indústria

En aquest apartat es tracten les principals tendències del sector industrial, que configuren el futur de la indústria i la seva gestió empresarial. Destaquen la implementació de fàbriques intel·ligents, basades en l'automatització, digitalització i aplicacions de la Industria 4.0, l'aposta per l'economia circular per fomentar la sostenibilitat, o la personalització en massa, que permet adaptar productes a les necessitats individuals sense perdre eficiència. A més, la integració tecnològica i la usabilitat s'han convertit en clau per optimitzar processos, mentre que els models d'ingressos recurrents redefineixen les relacions amb els clients. Finalment, la IA generativa, que és una realitat i tendència clau en tots els sectors, que impulsa la innovació en disseny, producció i serveis, facilitant tasques i procediments i obrint noves oportunitats i models de negoci.

2.4.1. Fàbriques intel·ligents

Les fàbriques intel·ligents són una de les principals tendències al sector industrial, impulsada pels últims avenços tecnològics. Estan dissenyades per millorar l'eficiència, connectivitat i capacitat d'adaptació de les empreses. Aquest enfocament, estretament relacionat amb la indústria 4.0 i en evolució cap a la indústria 5.0, està transformant la manera de produir en incorporar tecnologies avançades, l'ús de dades en temps real i sistemes connectats entre si, responent a les demandes d'un mercat cada cop més dinàmic i competitiu.

Les fàbriques intel·ligents integren tecnologies avançades per transformar els processos productius i les operacions empresarials, creant un entorn interconnectat, eficient i flexible. Aquestes tecnologies permeten no només optimitzar la fabricació, sinó també impulsar la personalització, la sostenibilitat i l'adaptabilitat al mercat. A continuació, es detallen les principals tecnologies:

- Fabricació Additiva (3D i 4D Printing, Bioimpressió): La fabricació additiva, més coneguda com a impressió 3D i 4D, permet crear objectes capa per capa directament a partir de models digitals. Aquesta tecnologia redueix els residus, accelera els temps de producció i permet la personalització

massiva. A la indústria 4.0, també s'inclou la bioimpressió, utilitzada per crear teixits vius, especialment en sectors com la salut i la biotecnologia.

- Cloud Computing i Edge Computing: L'ús de tecnologies al núvol facilita l'emmagatzematge, la gestió i l'anàlisi de grans volums de dades, permetent la col·laboració i l'accés remot a la informació. L'*edge computing* complementa aquesta capacitat en processar dades a prop del lloc on es generen, cosa que millora la latència i la velocitat en aplicacions industrials crítiques.

- Realitat Augmentada (AR) i Realitat Virtual (VR): Aquestes tecnologies transformen la manera com els treballadors interactuen amb els sistemes. L'AR i VR permeten la visualització de dades en temps real, simulacions i capacitació immersiva, millorant la precisió i la seguretat en la fabricació.

- Connectivitat Avançada (5G i 6G, Xarxes LAN i LWAN): Una connectivitat robusta és essencial per a la intercomunicació de dispositius a la Indústria 4.0. Les xarxes 5G i 6G permeten transmetre grans volums de dades a alta velocitat, mentre que les xarxes LAN i LWAN proporcionen connectivitat estable per a sistemes locals i industrials.

- Ciberseguretat: En un entorn interconnectat, la protecció de dades i sistemes és crítica. Les tecnologies de ciberseguretat asseguren les operacions industrials davant de ciberatacs, protegint tant les dades com les infraestructures físiques i digitals.

- Internet de les Coses (IoT i IIoT): L'Internet de les Coses (IoT) permet connectar dispositius i sistemes per recopilar i analitzar dades en temps real. L'Industrial Internet of Things (IIoT) se centra en aplicacions industrials, com sensors avançats, rastreig, integració vertical i horitzontal, i operacions de màquines intel·ligents.

- Robòtica Avançada: Els robots avançats i els sistemes ciberfísics són fonamentals per automatitzar processos complexos. Inclouen robots col·laboratius (cobots), tecnologies d'hiperautomatització (RPA) i millores físiques humanes (exoesquelets), que augmenten la productivitat i redueixen riscos laborals.

- Intel·ligència Artificial, l'aprenentatge automàtic i la IA generativa: La IA permet analitzar dades en profunditat, detectar patrons i prendre decisions automatitzades. La IA generativa, en particular, pot crear continguts nous, com imatges, textos o models predictius. També s'inclou l'aprenentatge profund (*deep learning*), visió per ordinador i escaneig intel·ligent, cosa que millora tant l'eficiència com la precisió en els processos.

- Simulació i Bessons Digitals: Les eines de simulació i els bessons digitals (*digital twins*) permeten crear models virtuals de productes, processos o sistemes. Això facilita la identificació de problemes, optimització i predicció de resultats abans d'implementar canvis al món real.

- Big Data i Analítica Avançada: L'anàlisi de grans volums de dades permet prendre decisions basades en informació precisa i en temps real. Això inclou la mineria de dades (*data mining*) i l'anàlisi predictiva per optimitzar processos i anticipar errors o canvis a la demanda.

- Distributed Ledger Technology (DLT) i Blockchain: Aquestes tecnologies garanteixen la seguretat i traçabilitat de les cadenes de subministrament mitjançant registres immutables i distribuïts. Ajuden a evitar fraus, millorar la transparència i gestionar contractes intel·ligents en temps real.

- Computació Quàntica i Fotònica: Encara que es troba en desenvolupament, la computació quàntica promet resoldre problemes complexos a una velocitat exponencialment més gran que la computació tradicional. La fotònica, d'altra banda, optimitza les comunicacions i el processament de dades mitjançant la manipulació i transmissió de senyals lumínics, aprofitant les propietats úniques de la llum com ara la seva velocitat, capacitat de multiplexació i baixa dissipació energètica

2.4.2. Economia circular

L'economia circular és un model de producció i consum que implica compartir, llogar, reutilitzar, reparar, renovar i reciclar materials i productes existents totes les vegades que sigui possible per crear un valor afegit. Així, el cicle de vida dels productes s'allarga.

En el sector industrial les empreses estan començant a centrar-se en el reciclatge i la reutilització de recursos, dissenyant productes i processos que minimitzen els residus i maximitzen la vida útil dels materials.

Les empreses estan implementant estratègies de disseny ecològic, on els productes són concebuts per ser desmuntables i reparables. Això permet als consumidors tornar productes al final de la seva vida útil, facilitant-ne el reciclatge i la reincorporació a la cadena de subministrament. D'aquesta manera, es fomenta una economia on els recursos es mantenen en ús durant el major temps possible, disminuint la necessitat d'extreure nous materials i reduint la pressió sobre els ecosistemes.

La sostenibilitat és un altre component clau de l'economia circular, integrant pràctiques que busquen reduir l'impacte ambiental al llarg de tot el cicle de vida del producte. Això implica des de l'extracció de primeres matèries fins a la seva producció, ús i eliminació. Les empreses que adopten aquest enfocament avaluen la seva empremta ambiental i busquen oportunitats per millorar-ne els processos, prioritzant l'eficiència en l'ús de recursos i la reducció d'emissions.

La implementació de l'economia circular requereix un esforç col·laboració entre governs, empreses i consumidors, promovent un ús més responsable dels recursos. A mesura que més organitzacions adoptin aquest model, s'espera que l'economia circular es converteixi en un component fonamental del sector industrial.

2.4.3. Personalització en massa

La personalització combina els beneficis de la producció en massa amb la capacitat d'oferir productes adaptats a les necessitats i preferències individuals dels consumidors. Aquest enfocament permet a les empreses fabricar productes personalitzats a gran escala, mantenint costos competitius gràcies a tecnologies com la fabricació additiva (impressió 3D), l'automatització avançada i les eines de disseny assistit per ordinador. A més, la integració de sistemes digitals com l'IoT i les tecnologies basades en dades i IA permet recopilar i analitzar dades dels clients per adaptar els processos de producció a temps real.

En termes d'impacte, la personalització en massa no només millora l'experiència del client en proporcionar productes únics, sinó que també fomenta una relació més estreta entre les marques i els consumidors. Per la indústria requereix. una infraestructura flexible i una gestió eficient de la cadena de subministrament. Aquest enfocament també impulsa un canvi cap a models de negoci més sostenibles, reduint el malbaratament i optimitzant els recursos en produir exactament el que es demanda.

2.4.4. Usabilitat, integració de les persones en els sistemes

La Indústria 5.0 emfatitza la interacció entre tecnologia i treballadors, empoderant els empleats i destacant el seu paper central en el procés productiu. Les solucions tecnològiques són vectors per la competitivitat de la industria, però fomentant un entorn on la sostenibilitat i el benestar humà són igualment prioritaris.

Per tant, cal col·locar el treballador com un element central del sistema productiu, fomentant la seva col·laboració efectiva amb les tecnologies avançades. Aquesta tendència sorgeix amb la transformació digital i l'automatització, per tal d'integrar els treballadors de manera que puguin maximitzar-ne el potencial, beneficiant-se de les capacitats de les màquines i sistemes intel·ligents. La tecnologia ha de servir per millorar les tasques dels treballadors, no per complicar-los la feina.

Un dels principals avenços en aquesta àrea és el desenvolupament d'interfícies intuïtives i ergonòmiques que faciliten la interacció entre les persones i les tecnologies, com ara els robots col·laboratius (cobots), sistemes de realitat augmentada i plataformes de control basades en intel·ligència artificial. Aquests sistemes estan dissenyats per ser accessibles i millorar l'experiència del treballador, reduint la complexitat operativa i augmentant la seguretat en entorns industrials. D'altra banda, la IA generativa permet interactuar amb els sistemes amb llenguat-

ge natural, permetent, per exemple, especificar comandes i programar màquines mitjançant comendes de veu o text, facilitant l'experiència i reduint la corba d'aprenentatge.

2.4.5. Models d'ingressos recurrents

Les empreses estan canviant cap a models de negoci basats en subscripcions i serveis, cosa que permet una major estabilitat financera i relacions més properes amb els clients.

La servitització es defineix com una estratègia empresarial basada en oferir serveis vinculats a un producte, de manera que el valor del negoci pugui derivar a l'explotació d'aquests serveis i aconseguir així un ingrés addicional a la venda del producte en qüestió. Això permet una major estabilitat financera i més oportunitats de ventes. Aquest concepte s'ha vist impulsat amb les noves tecnologies, especialment pels sensors, la IoT i l'analítica de dades, que permet recopilar i analitzar dades dels productes. Entre els exemples actuals hi ha serveis d'instal·lació, supervisió i manteniment de productes.

Aquestes pràctiques suposen un avantatge competitiu, ja que els consumidors prefereixen empreses que integrin productes amb serveis complementaris. A més, facilita la identificació de noves oportunitats de negoci mitjançant un diàleg continu amb els clients, permetent també incrementar el valor percebut del producte. D'altra banda els fabricants poden capturar dades de l'ús dels seus productes dels seus clients que poden aprofitar per millorar el producte o desenvolupar-ne de nous.

2.4.6. IA generativa

La IA generativa s'està posicionant com un element d'ajuda indispensable en tots els sectors econòmics, donant suport tant a tasques administratives com a activitats més estratègiques i creatives. En el sector industrial la tendència és que s'integri en totes les etapes i nivells tant de gestió com de producció. De manera que apareixen assistents virtuals, programari de gestió i sistemes de comunicació interna, que agiliten la col·laboració entre equips i faciliten la presa de decisions. Ja no es tracta només d'eines especialitzades, sinó d'una tecnologia integrada que és a tot arreu, ajudant tant a l'anàlisi de dades estratègiques com a les tasques més operatives.

La IA com a factor de transformació de la Indústria

3

Índex

La integració de la intel·ligència artificial a la indústria manufacturera està modificant la indústria, impulsant l'evolució cap a fàbriques més intel·ligents, flexibles i eficients. Aquesta transformació permet optimitzar els processos gràcies a l'automatització avançada, l'anàlisi de dades en temps real, recomanadors intel·ligents, la predicció d'esdeveniments crítics i la capacitat d'adaptació a canvis i incidències. La IA, doncs, es converteix en una eina fonamental per modelar respostes proactives que equilibrin la reducció de costos, la millora de la producció i l'augment dels marges de benefici.

Aquest apartat mostra com les tecnologies basades en dades i IA són un catalitzador de transformació oferint nombroses aplicacions en les diferents etapes productives i també per millorar productes i serveis.

3.1. Oportunitats de la IA per optimitzar els processos de fabricació

3.1.1. Detecció d anomalies

Les anomalies en el procés de producció són desviacions inesperades dels patrons normals que poden indicar problemes com defectes en els productes o components, errades a la maquinària, interrupcions inesperades, o variacions en les dades de sensors.

Actualment en un context on la maquinària a les fàbriques modernes és cada cop més complexa, els mètodes tradicionals de detecció d'anomalies (inspecció manual de les dades o alertes automàtiques basades en llindars predefinits) són insuficients ja que aquestes tècniques no són capaces de gestionar patrons ocults complexos entre milers de sensors. Els algorismes d'IA, entrenats amb grans volums de dades provinents de nombrosos sensors, tenen la capacitat d'identificar patrons anòmals complexos que resultarien invisibles a l'ull humà. Combinant la capacitat analítica i escalable de la IA amb el coneixement contextual dels enginyers, les organitzacions estan desenvolupant solucions integrals que garanteixen un monitoratge més eficient i precís, minimitzant riscos i optimitzant la producció.

La detecció d'anomalies basada en intel·ligència artificial permet identificar aquests problemes en les primeres fases de degradació, estalviant costos.

3.1.2. Manteniment predictiu i prescriptiu

El manteniment predictiu en el sector industrial és una estratègia avançada que utilitza tecnologies com sensors, anàlisi de dades i eines d'intel·ligència artificial per preveure i prevenir errors als equips abans que passin.
Es diferencia dels enfocaments correctius o preventius tradicionals, ja que aquest tipus de manteniment se centra a monitoritzar contínuament l'estat real de les màquines i els sistemes, permetent una intervenció basada en el comportament observat en lloc d'intervals de temps predefinits. Això no només millora l'eficiència operativa, sinó que també

redueix costos associats amb el temps d'inactivitat no planificat i les reparacions imprevistes.

L'evolució del manteniment predictiu al prescriptiu representa un avenç cap a una gestió encara més proactiva dels equips industrials. Mentre que el predictiu es basa en el monitoratge continu i l'anàlisi de dades per anticipar errors abans que passin, el prescriptiu porta aquesta capacitat un pas més enllà en oferir recomanacions específiques i optimitzades sobre quines accions prendre i quan. Gràcies a la IA, el manteniment prescriptiu no només prediu errors, sinó que prescriu solucions basades en informació històrica que avaluen múltiples escenaris. Això permet minimitzar costos, reduir temps d'inactivitat i garantir una intervenció precisa i eficient, transformant el manteniment en una eina estratègica per optimitzar processos industrials.

3.1.3. Bessons digitals

Un bessó digital (de l'anglès *Digital Twin*) és la representació virtual d'un objecte, procés o servei físic. L'anàlisi dels grans volums de dades històriques d'operacions permet construir models d'alta precisió que representen amb molta exactitud el procés real.

El bessó digital permet simular i preveure el comportament dels processos de producció abans de realitzar canvis a l'entorn real, permetent a les empreses experimentar amb diferents escenaris de producció, avaluar-ne els possibles impactes i ajustar les seves estratègies per maximitzar l'eficiència. Això es tradueix en una reducció significativa de riscos i costos associats amb els assaigs manuals, permetent a les empreses millorar-ne les capacitats predictives i de planificació.

Es defineixen 4 nivells de la tecnologia Digital Twin[1] classificats segons la seva complexitat i la seva capacitat d'integració. El Digital Model és un model estàtic que representa un objecte físic sense connexió a temps real, no hi ha intercanvi d'informació i els canvis a un lloc no afecten a l'altre. El Digital Shadow rep dades del món físic, però no hi influeix. El Digital Twin permet una interacció bidireccional entre l'objecte físic i la seva rèplica digital, possibilitant simulacions i ajustaments en temps real. Finalment, l'Autonomous Digital Twin utilitza intel·ligència artificial per prendre decisions i operar de manera autònoma.

1 https://vidyatec.com/blog/the-4-levels-of-the-digital-twin-technology/

3.1.4. Automatització de processos

Les tecnologies basades en dades i IA han impulsat el desenvolupament de solucions automatitzades a les plantes productives, ja sigui com a agents d'IA que controlen maquinaria de planta, i també com a part integrada a robots. A mesura que la robòtica avança, s'observa un reemplaçament progressiu de tasques manuals per màquines automatitzades, cosa que incrementa la productivitat, i minimitza errors humans. La IA facilita la integració de tecnologies de la industria 4.0 com robots col·laboratius (cobots) i sistemes de visió per ordinador, facilitant que es puguin realitzar tasques complexes amb més precisió i rapidesa.

És interessant destacar que es redefineix el rol humà a la indústria, posant el treballador al centre de la transformació. Tot i que la IA i els robots realitzen tasques repetitives o complexes amb més precisió i rapidesa, el disseny i la supervisió d'aquests sistemes depenen del coneixement humà. La col·laboració entre humans i robots, com en el cas dels cobots, potencia les capacitats humanes en alliberar els treballadors de tasques monòtones, permetent-los enfocar-se en funcions de més valor com la innovació i la resolució de problemes.

3.1.5. Optimització de la producció

Les tecnologies basades en dades i IA permeten optimitzar cada etapa de la producció, des de la planificació inicial, gestió de compres, fabricació fins al lliurament del producte final.

Aquestes tecnologies son fonamentals per planificar la producció de manera més precisa mitjançant sistemes predictius. En analitzar dades històriques i en temps real, és possible preveure la demanda futura i ajustar els recursos necessaris, des de torns de personal fins a l'aprovisionament de primera matèria. Això garanteix que les fàbriques operin amb eficiència màxima, evitant tant l´excés d´inventaris com el risc de quedar-se sense materials crítics. També es generen alertes per mantenir els nivells adequats d'estocatge i optimitzar els fluxos de treball per reduir colls d'ampolla i maximitzar la productivitat.

Un cop a planta, la IA permet monitoritzar i ajustar paràmetres en temps real, assegurant que cada pas del procés sigui eficient i compleixi amb els estàndards de qualitat. Per exemple, mitjançant sistemes avançats d'anàlisi de dades i visió per computador, les màquines poden comparar els resultats en temps real amb les especificacions establertes, detectant i corregint desviacions a l'instant. Això no només assegura una qualitat uniforme, sinó que també permet implementar el concepte de golden batch. *Golden batch* fa referència a la creació d'un lot de producció ideal, que compleix amb tots els estàndards de qualitat i optimització en termes de recursos, temps i costos., sense desviaments ni defectes. La IA ajuda a ajustar els processos per maximitzar l'aprofitament dels materials i disminuir la merma.

En conjunt, aquestes capacitats posicionen la IA com una eina essencial per transformar la productivitat a les fàbriques, fent-les més eficients, sostenibles i competitives.

3.1.6. Control de qualitat

Les tecnologies basades en dades i IA permeten automatitzar i millorar el procés de control de qualitat. Gràcies a elles, és possible identificar patrons, detectar anomalies i preveure desviacions abans que afectin la qualitat del producte. Això és particularment crític en indústries altament regulades, com ara l'alimentació o la química, on fins i tot petits errors poden tenir un impacte significatiu. La IA permet establir les condicions òptimes de producció, replicar-les de manera consistent i estandarditzar els processos per garantir una qualitat uniforme, seguint el concepte de *Golden batch*.

Les línies de producció equipades amb IA i sistemes de visió artificial recopilen dades en temps real i les comparen amb paràmetres predefinits, ajustant automàticament les condicions d'operació per mantenir la qualitat desitjada. A més, aquestes tecnologies faciliten la verificació unitària, avaluant cada producte de forma individual i assegurant que compleixi els estàndards de qualitat establerts. Aquest enfocament no només millora la detecció de defectes, sinó que també agilitza el procés de control, permetent a les empreses implementar solucions més ràpides i precises.

Un altre avenç clau és el control de qualitat predictiu, on la IA utilitza algorismes per anticipar possibles problemes abans que passin aigües amunt. Analitzant dades històriques i en temps real, aquestes solucions poden preveure errors en la producció o desviacions als materials, permetent als equips prendre mesures correctives proactives. Això millora la satisfacció del client en garantir la qualitat dels productes.

3.1.7. Assistència amb IA Generativa

La IA generativa s'ha introduït molt ràpidament en el dia a dia de les operacions a les fàbriques, amb eines que permeten millorar l'eficiència i reduir els temps de resposta en diferents àrees.

Una de les seves aplicacions principals és l'anàlisi documental automatitzada, on pot processar grans volums de dades relacionades amb manuals, informes tècnics i registres històrics de producció, facilitant l'accés ràpid a informació rellevant. Mitjançant xatbots especialitzats i entrenats, s'ofereixen respostes immediates i precises a consultes relacionades amb el coneixement específic de l'empresa, cosa que optimitza la localització de la informació i la resolució de problemes en temps real. També és molt útil per accelerar el procés de formació de treballadors nous.

Una altra aplicació destacada és en l'estimació de costos i escandalls de producció. La IA generativa pot analitzar diferents variables, com ara preus de matèries primeres, temps d'operació i capacitats de producció, per generar ofertes precises i optimitzades. Això no només agilitza el procés de planificació i determinació de pressupost, sinó que també permet a les fàbriques ajustar les estratègies en funció de les demandes del mercat.

A planta, als departaments de manteniment i producció, la IA generativa està transformant la gestió d'avaries i els plans de mitigació. Aquests sistemes poden analitzar dades d'error previ, adquirir coneixements dels manuals de la maquinària, suggerir solucions basades en casos similars i proporcionar instruccions pas a pas per a reparacions, reduint significativament els temps d'inactivitat. A més, els chatbots intel·ligents permeten als equips tècnics accedir ràpidament a informació clau sobre l'estat de les màquines, procediments de manteniment i recanvis necessaris, millorant la coordinació entre els equips de treball en llenguatge natural.
També estan sorgint solucions d'interactuar amb

màquines i cobots utilitzant llenguatge natural. Això permet que els operaris es comuniquin directament amb els equips a través de comandes simples i converses fluides, facilitant tasques com configurar paràmetres, sol·licitar informes o resoldre problemes en temps real, sense necessitat d'interfícies complexes. Aquesta capacitat no només millora l'accessibilitat, sinó que també redueix els errors associats a la interpretació tècnica.

3.1.8. Optimització de magatzem

En el magatzem, les solucions de IA permeten monitoritzar en temps real el flux de productes, des de la recepció fins a l'expedició, assegurant-ne una traçabilitat completa i reduint errors en les operacions. Per exemple, mitjançant l'anàlisi predictiva, la IA pot anticipar nivells de demanda, ajustar automàticament els inventaris i generar alertes per evitar tant desproveïments com excessos d'estoc.

A més, la IA ajuda a optimitzar els processos d'emmagatzematge i recol·lecció. Utilitzant dades d'ubicació i patrons de moviment, els algorismes d'IA poden dissenyar rutes òptimes per a operaris i robots autònoms (AGVs), minimitzant el temps i esforç necessaris per completar tasques. També s'integra amb sistemes d'escaneig i etiquetatge intel·ligent, facilitant una gestió més àgil i precisa dels productes emmagatzemats, i els processos de recepció i expedició.

3.1.9. Eficiència energètica i sostenibilitat

L'augment constant dels costos energètics i la necessitat en adoptar pràctiques sostenibles, ha convertit l'eficiència energètica en una prioritat estratègica per a les fàbriques modernes.
La indústria s'enfronta a pressions econòmiques, reguladores i socials per reduir l'empremta ambiental dels processos de fabricació.

En aquest context la IA permet transformar la gestió energètica a les fàbriques i optimitzar els recursos energètics. Per exemple, els sistemes d'IA poden analitzar patrons de recursos, identificar àrees ineficients i recomanar ajustaments en el funcionament de màquines, planificació d'ordres de treball, horaris d'operació o ús de recursos com l'energia o l'aigua (un element essencial en processos com la refrigeració, la generació de vapor o la neteja).

A més, la IA facilita la implementació d'estratègies com ara l'economia circular a les fàbriques, ajudant a gestionar millor els residus i maximitzar l'aprofitament de materials.

Així mateix, poden integrar dades de fonts renovables d'energia, com ara panells solars o turbines eòliques, per equilibrar la càrrega energètica de manera eficient en funció de la producció.

3.2. Oportunitats de la IA per millora de serveis i nous models de negoci

3.2.1. Servitització

Las servitització [2] és un model de negoci on les empreses transformen la seva oferta tradicional de productes cap a un enfocament basat en serveis, afegint valor afegit a través del lliurament de solucions completes que satisfan unes necessitats específiques dels clients. En lloc de simplement vendre un producte físic, les empreses ofereixen serveis relacionats, com ara manteniment, monitorització, garanties de rendiment, o altres serveis. Aquests serveis es solen monetitzar amb "pagament per us" assegurant que els clients obtinguin el màxim valor del producte sense necessitat d'adquirir-lo directament.

El model de servitització s'ha vist impulsat gràcies a la Internet de les coses (IoT). L'anàlisi avançada de dades, i la IA. Els sensors IoT integrats en els productes recopilen informació clau sobre l'ús i l'estat dels productes, que després és analitzada per algorismes d'IA per anticipar errors, optimitzar el rendiment i millorar l'experiència del client.

A més, la combinació de IA i IoT permet una personalització avançada, identificant patrons d'ús i oferint recomanacions adaptades a cada client. Això no només millora la relació entre l'empresa i els seus clients, sinó que també fomenta la sostenibilitat en allargar la vida útil dels productes i maximitzar-ne l'eficiència.

La servitització recolzada en aquestes tecnologies no només redefineix els models de negoci tradicionals, sinó que també impulsa ingressos recurrents i enforteix la competitivitat empresarial tot mentre s'ofereixen solucions més completes i connectades.

3.2.2. Assistents de productes

La IA permet a les empreses oferir nous serveis com assistents de productes, millorant l'experiència del client i afegint valor als productes existents. Mitjançant l'ús de xatbots capaços de comprendre i i respondre en llenguatge natural actuen com a assistents intel·ligents que poden guiar els usuaris en l'ús d'un producte, resoldre dubtes tècnics, proporcionar *tutorials* personalitzats o fins i tot suggerir configuracions basades en les preferències del client. Això transforma l'experiència de l'usuari en oferir solucions ràpides, precises i disponibles en qualsevol moment.

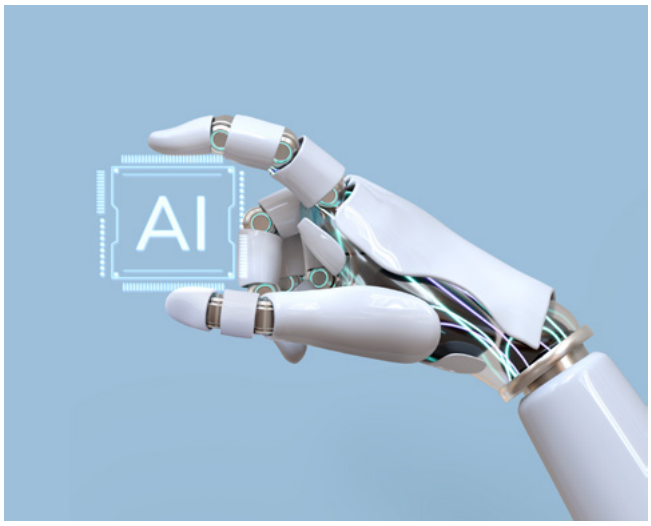
2 https://retos-operaciones-logistica.eae.es/servitizacion-que-es-ventajas-y-retos-empresas/

Anàlisi de la IA a la Indústria 4.0 Catalunya

4

Index

Aquesta secció duu a terme una anàlisi de la situació actual del la IA i el sector industrial a Catalunya. S'examina l'ecosistema global de la intel·ligència artificial català, destacant-ne les capacitats més significatives i les connexions amb el sector industrial. Tot seguit, s'exposen diferents iniciatives i projectes fonamentats en tecnologies de dades i intel·ligència artificial.



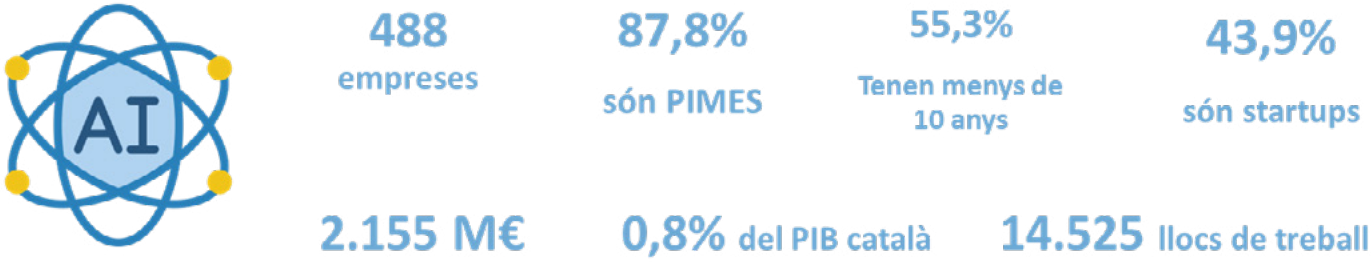
4.1. La IA a Catalunya

L'Informe de *La intel·ligència artificial a Catalunya* realitzat per ACCIO [1] realitza un mapatge de l'ecosistema de la IA a Catalunya. Identifica 488 empreses, que representa un 173% més que el nombre d'empreses que hi havia l'any 2019, de manera que es destaca un creixement molt important. Si analitzem les empreses el 43,9% són empreses emergents. La Figura 3 presenta les dades extretes de l'informe.

A banda de les empreses del sector, a Catalunya hi ha un ecosistema de coneixement, generació de talent i el desenvolupament tecnològic amb les universitats, els centres tecnològics i de recerca, i la comunitat científica. Actualment hi ha 39 centres de recerca i instituts de recerca que treballen en l'àmbit de la IA, i més de 70 grups de recerca intensius en IA.

A més a més, la fortalesa del sector TIC català, amb un ecosistema digital d'emprenedoria, capacitat d'atracció d'inversions en tecnologia i generació d'un sector emergent com és el de la intel·ligència artificial, fan del país un pol d'innovació digital capdavanter a nivell d'Europa.

Figura 3. Visió esquemàtica de l'ecosistema de la IA a Catalunya



Font: elaboració pròpia a partir de les dades d'ACCIÓ

1 ACCIO, abril 2024. La intel·ligència artificial a Catalunya, https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/eic-la-intelligencia-artificial-a-catalunya

4.2. Fortaleses i acceleradors a Catalunya

El compromís de la Generalitat amb la digitalització i la sostenibilitat, a través de programes com el Pacte Nacional per la Indústria, reforça l'ecosistema industrial català. Aquesta iniciativa, amb més de 3.000 milions d'euros d'inversió, impulsa la transició cap a una economia verda i digital, alhora que millora la competitivitat de les empreses. Catalunya combina tradició industrial amb innovació, recolzada per centres tecnològics i universitats capdavanteres, fomentant una cultura basada en la dada i una col·laboració estreta entre l'àmbit acadèmic i empresarial, un factor clau per liderar el futur de la indústria europea.

Catalunya destaca com un dels hubs més dinàmics d'Europa [2] per al desenvolupament i aplicació de la intel·ligència artificial (IA) a la indústria, destacant especialment la indústria farmacèutica i l'alimentació. Això es veurà accelerat amb la generació de les "IA Factories" i els test beds. La creació de la primera IA Factory europea al Barcelona Supercomputing Center consolida la regió com a referent tecnològic. A més, l'entorn emprenedor de Catalunya, impulsa la innovació constant i la transformació digital al sector industrial. També compta amb teixit industrial diversificat i innovador, amb més de 1000 empreses vinculades a la Indústria 4.0, amb especialitzacions en robòtica, dades i connectivitat, i impressió 3D, entre d'altres. Aquesta diversitat permet un major impacte dels projectes d'IA i facilita la col·laboració entre clústers i empreses. La presència de multinacionals combinada amb la capacitat d'atracció de talent gràcies a la qualitat de vida a Barcelona i el cost competitiu de contractació, posiciona Catalunya com una destinació atractiva per a hubs digitals i inversions industrials internacionals.

En concret els punts forts que poden accelerar la penetració de les tecnologies basades en dades i IA al sector industrial a Catalunya són:

Consolidat sistema de coneixement

- Universitats: Les activitats de formació al voltant de la IA en són un motor crucial per al seu desenvolupament i Catalunya disposa d'un ecosistema ric en universitats de referència. Les principals universitats catalanes incorporen al currículum cursos, assignatures i postgraus específics en IA en els seus programes d'estudis. Actualment es pot accedir a graus específics en IA, a màsters com el Màster interuniversitari en IA (UPC-UB-URV) i el Màster oficial en Visió per Computador (UAB, UOC, UPC, UPF i CVC). La UPC també ofereix un Doctorat en IA. A més a més, també es compta amb assignatures d'intel·ligència artificial o ciència de les dades de graus i màsters de data science i altres cursos de curta durada (La Salle-URL, UPC, etc.).

- Centres tecnològics i de recerca: Catalunya disposa d'un model de recerca d'excel·lència. Compta amb diversos centres especialitzats en IA tals com el Centre de Visió per Computador (CVC), l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (IRI), l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial (IIIA-CSIC), el Barcelona Super Computing Center (BSC), i el Centre de Recerca en Ciència de Dades Intel·ligent i Intel·ligència Artificial (IDEAI-UPC). Disposa també de centres tecnològics i de recerca enfocats a la innovació i la transferència com Eurecat i i2CAT.

- Talent professional: Catalunya, i en especial Barcelona, és un bon pol d'atracció i demanda de talent (per factors com qualitat de vida, ecosistema actiu i altres aspectes). El Digital Talent Overview report 2022 [3] declara la IA com un dels sectors emergents amb més demanda i millor projecció de la ciutat de Barcelona amb una manca prevista de 16.000 professionals en TIC a Barcelona aproximadament, la majoria en el camp de la IA.

2 ACCIO. Barcelona, entre els cinc principals 'hubs' de startups a la Unió Europea el 2024. Maig 2024. https://www.accio.gencat.cat/ca/accio/premsa-comunicacio/cercador-premsa-actualitat/article/20240530-barcelona-cinc-principals-hubs-startups-unio-europea-2024

3 MWC, 2022. Digital Talent reports https://barcelonadigitaltalent.com/en/report/digital-talent-overview-2022/

Lideratge d'iniciatives

Les administracions públiques tenen voluntat de donar impuls a iniciatives d'IA amb diferents iniciatives, de les quals es destaquen

- Catalonia.IA: l'Estratègia d'Intel·ligència Artificial de Catalunya impulsada pel Govern de la Generalitat de Catalunya. L'estratègia desplega un programa d'actuacions específiques per enfortir l'ecosistema d'intel·ligència artificial que hi ha a Catalunya i liderar la generació de coneixement, l'aplicació social i empresarial i la creació de solucions basades en intel·ligència artificial que fomentin el creixement econòmic i la millora de la vida de les persones.

- DIH4CAT: El Digital Innovation Hub de Catalunya és un ecosistema regional d'innovació sense ànim de lucre, format pels principals agents de suport a la digitalització de Catalunya, que té com a objectiu impulsar la transformació tecnològica de la Petita i Mitjana Empresa (PIME) amb especial focus en els sectors industrials i proveïdors de tecnologia), les empreses emergents tecnològiques i les entitats publiques. El DIH4CAT es constitueix seguint el model dels digital innovation hubs establert per la Comissió Europea i es configura com una comunitat de serveis en xarxa través de la qual la indústria i les administracions públiques poden accedir a un conjunt de serveis, infraestructures, capacitats i solucions tecnològiques i no tecnològiques per impulsar la seva transformació digital i tecnològica; alhora, actua com a connector avançat entre l'oferta i la demanda que existeix en el conjunt de Catalunya.

- Xarxa RDI-IA: té com a missió dotar l'ecosistema català d'IA de mecanismes de transferència tecnològica i de valorització del coneixement generat a les universitats i centres tecnològics.

- Les Càtedres ENIA (Estratègia Nacional d'Intel·ligència Artificial) són una iniciativa del Govern d'Espanya per fomentar la investigació, el desenvolupament i l'aplicació de la intel·ligència artificial a diferents àmbits. Aquestes càtedres es van crear com a part de l'Estratègia Nacional d'Intel·ligència Artificial, que busca impulsar el desenvolupament de la IA i aprofitar-ne el potencial per al creixement econòmic i la millora de la societat.

- ProACCIÓ 4.0 és el programa d'ajuts i serveis 4.0 d'ACCIÓ, dirigit a pimes. Actua com la finestreta única a Catalunya per sensibilitzar, acompanyar i assessorar les empreses catalanes, especialment a les pimes, per abordar la transformació tecnològica 4.0.

- ProACCIO Green: engloba serveis, ajuts i activitats d'ACCIÓ per situar la sostenibilitat com un dels eixos estratègics empresarials a través d'una innovació responsable i utilitzant la tecnologia com a palanca per una economia verda i circular.

Pol d'Innvació

Bons indicadors en el marc de la recerca europea: en el que es destaca que Catalunya és referent en de recerca en IA de l'HORIZON Europe amb 95 projectes que equivalen a un 3,5% del total europeu [4]. Catalunya també és participa a ELLIS (European Laboratory for Learning and Intelligent Systems), la xarxa paneuropea d'excel·lència en intel·ligència artificial (IA) que connecta els millors investigadors i investigadores en aquest àmbit, amb la unitat ELLIS Barcelona.

Fort teixit empresarial

Indústria, startups i emprenedoria tecnològica: Barcelona s'ha posicionat [5] com segon hub de la UE preferit pels fundadors d'empreses emergents i és el quart hub en inversió. També s'han atret acceleradors d'empreses emergents i *venture builders* i de capital de risc que ofereixen una oportunitat única per desenvolupar nous negocis al voltant de la majoria de tecnologies disruptives. El 36% de les empreses emergents tenen intel·ligència artificial i el Big Data com a principal tecnologia. Destaquen organitzacions vinculades a l'emprenedoria tecnològica com el Barcelona Tech City.

4 ACCIO, 2024. La IA a Catalunya https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/la-intelligencia-artificial-a-catalunya

5 https://startupshub.catalonia.com/list-of-startups

Sòlid teixit associatiu

Catalunya destaca per la forta incidència associativa fins i tot l'àmbit d'IA. En aquest sentit, l'any 1994 es constitueix formalment l'Associació Catalana d'Intel·ligència Artificial (ACIA). Avui, l'ACIA reuneix la major part de la comunitat científica catalana d'IA, així com antics alumnes, professionals del sector i alguns associats institucionals. Tot i ser l'associació d'un petit territori, l'ACIA és, des de l'any 1995, un capítol de l'Associació Europea d'Intel·ligència Artificial (EurAI) i organitza una conferència anual de caràcter internacional des de l'any 1998. Per altra banda, Catalunya disposa del Col·legi Oficial d'Enginyeria Informàtica de Catalunya, el COEINF. Des de l'any 2016, el COEINF inclou una posició específica en el seu equip directiu dedicada a la IA: el vicedeganat de Big Data, Ciència de les Dades i Intel·ligència Artificial. Aquesta posició promou el desenvolupament fructífer del sector empresarial en aquests camps, inclosa la necessitat de reduir l'escletxa de gènere en el sector, amb una comissió dedicada a aquest tema: donesCOEINF. La bretxa de gènere també es va convertir en objecte de consideració per a l'ACIA i el 8 de març de l'any 2019 aquesta va fundar un grup de treball de dones en IA a Catalunya anomenat donesIAcat. En aquest mateix sentit es va fundar el Top Rosies Talent És un programa de generació de talent femení en intel·ligència artificial impulsat per donesIDEAI, les investigadores del centre de recerca IDEAI-UPC que s'adreça prioritàriament a dones que estan cursant el darrer curs en una carrera STEAM o recent graduades.

En el cas del sector industrial es destaca AMEC (Associació Multisectorial d'Empreses), una organització empresarial de referència que agrupa i representa les principals indústries internacionals de l'estat, fomentant la competitivitat i la col·laboració entre els seus membres.

També es compta amb un ecosistema molt potent format per clústers d'innovació que fomenten la col·laboració entre empreses, centres de recerca i universitats, promouen l'intercanvi de coneixement i impulsen el desenvolupament de solucions tecnològiques avançades adaptades a les necessitats específiques dels diferents sectors industrials. Aquests són:

- Clúster de Automoció de Catalunya (CIAC): Aquest clúster inclou fabricants de vehicles, proveïdors de components i empreses de serveis relacionats. El seu objectiu és impulsar la innovació i la competitivitat en el sector automotriu.
- Clústers relacionats amb l'alimentació: en aquest segment trobem Cluster FoodService, Innovi, Innovacc i Packaging Cluster.
- Clúster de la Maquinària i dels Medis de Producció Agrícola (FEMAC): aquest clúster agrupa empreses dedicades a la fabricació de maquinària i equips industrials per al sector agrícola, promovent la innovació en processos i productes.
- Clúster de Materials Avançats de Catalunya (MAV): Agrupa empreses i entitats de la cadena de valor del sector dels materials avançats.
- ChemMed: clúster industrial, logístic, acadèmic i científic situat a Tarragona. És la unió del pol químic amb tots els agents que l'envolten: la indústria, el port, el coneixement, les administracions i l'entorn.

Disposició d'infraestructures adequades

Infraestructures de transport destacables i obertes a nivell global com són el port o l'aeroport de Barcelona. Hubs logístics i industrials com la zona franca i els parcs automobilístics. Infraestructures tècniques d'alt nivell com el Supercomputador, el MareNostrum, instal·lat a Barcelona l'any 2005, al Centre Nacional de Supercomputació (BSC-CNS), una referència internacional crucial per al processament de dades massives, o el Centre de Visió per Computador (CVC), que disposa de més de 200 unitats de processament gràfic (GPU) connectades en xarxa, el que el converteix en un dels centres amb major nombre de GPUs treballant simultàniament del món. A més, Barcelona compta amb el Labs.5G Barcelona, en connexió amb la Mobile World Capital, per donar suport a la innovació en tecnologia 5G. També es disposa del sincrotró ALBA, que és una infraestructura científica singular.

La creació de la primera IA Factory europea [6] a Barcelona que s'implementarà al Barcelona Supercomputing Center (BSC-CNS) consolida la regió com a referent tecnològic, amb una inversió de 198 milions d'euros anunciada el desembre del 2024. Aquest espai proporcionarà accés a supercomputació, eines avançades i talent especialitzat, facilitant l'adopció de solucions d'IA per part de petites i mitjanes empreses (PIMES) i multinacionals.

6 https://www.bsc.es/ca/noticies/noticies-del-bsc/el-bsc-acollir%C3%A0-una-de-les-set-f%C3%A0briques-europees-dia-impulsar-ne-el-desenvolupament-lecosistema

Seu de grans esdeveniments

Barcelona és seu d'alguns dels esdeveniments de més renom internacional en l'àmbit de la tecnologia i la digitalització de l'economia, com per exemple: Mobile World Congress (MWC), Integrated Systems Europe (ISE), Smart City Expo World Congress, Smart Mobility World Congress, Advanced Factories. AI & Big Data Congres o l'IoT Solutions World Congress.

4.2.1. Algunes iniciatives d'IA a la indústria a Catalunya

En aquest apartat es recullen exemples concrets de solucions de tecnologies basades en dades i intel·ligència artificial desenvolupades en el sector a Catalunya, amb la finalitat de posar en valor iniciatives impulsades per diversos actors del territori.

S'han seleccionat 15 iniciatives rellevants i inspiradores que mostren com la IA pot ajudar a transformar el sector industrial. Aquesta selecció inclou projectes amb participació de petites i grans empreses, centres de recerca, tecnològics i universitats. Cal destacar que ACCIÓ ja disposa d'un catàleg més ampli que inclou més de 100 casos d'ús rellevants per a la transformació digital i la innovació tecnològica [7].

El llistat de les iniciatives es troba en la següent taula, i es pot accedir al contingut detallat a l'ANNEX. Per cada projecte s'ha descrit: i) el repte que es vol solucionar, ii) una breu descripció, iii) la innovació proposada, iv) el perfil tecnològic i la seva aplicació en la indústria, v) els agents impulsors, i vi) els principals beneficis així com el potencial de creixement o les estratègies futures dels executors del projecte.

Casos il·lustratius
Robotització final de línia amb revisió del producte mitjançant IA (Gràficas Salaet/ Pentamatik)
Madam (Model Automàtic de Detecció d'AnoMalies) (COMEXI/DRIBIA)
Vortex Insights (SEAT)
Optimització mitjançant Intel·ligència Artificial dels bufats d'una planta de valorització de residus (TERSA / AG SOLUTION)
Patterns (GRIFOLS/ DRIBIA)
AI-regio. Planificació activitats (HOHNER/ Eurecat)
Projecte de Digitalització a la línia d'assemblatge (ALSTOM/Eurecat)
Anàlisi de dades de la línia de producció (Meleghy / Eurecat)
Manteniment predictiu (Codorniu, OMRON, EURECAT, ALIMENTA21)
Sistema de suport a la decisió per l'optimització de processos (Grupal Art /Eurecat, H2021)
APPRODUCTIVITY4.0 (Grupo ITEMSA)
Recomanador Intel.ligent per simbiosi industrial (IDEAI-UPC)
Sistema Intel.ligent de suport a la millora de producte en impressió de gran format en 3D (IDEAI-UPC)
Monitoratge i rutines de manteniment predictiu en braços robòtics (Mitsubishi / i2CAT)
Servitització del model de negoci de Cafès Cornellà (Cafès Cornellà)

7 https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/ecm-cataleg-casos-us-industria-40

4.3. Barreres per l'adopció de la IA en la Indústria a Catalunya

Al capítol anterior ha quedat palès que la intel·ligència artificial presenta enormes oportunitats per transformar el sector industrial amb solucions que permeten tant optimitzar els processos productius com millorar serveis i generar nous models de negoci. No obstant això, per poder dur a terme la implementació de solucions tecnològiques basades en tecnologies de dades i IA, el sector industrial ha de superar diferents barreres.

Durant les entrevistes realitzades per l'elaboració d'aquest Llibre Blanc, i especialment a la sessió de Laboratori d'idees o Think Tank, s'han identificat i treballat les barreres que impacten al sector industrial. Aquestes no són només de caràcter tecnològic, com pot ser la manca d'infraestructura avançada o dades de qualitat, sinó que també inclouen limitacions econòmiques, degut als costos inicials i la incertesa sobre el retorn d'inversió, per exemple. A més, hi ha barreres culturals i organitzatives, com la resistència al canvi per part dels empleats i la manca de competències digitals a la plantilla. A continuació s'examinen les barreres per adoptar la IA al sector industrial en detall.

- Manca d'estratègia en IA a les organitzacions: Moltes empreses no tenen una estratègia clara per a l'adopció d'IA alineada amb la seva estratègia general. La manca de visió a mitjà i llarg termini fa que la integració d'aquestes tecnologies en els processos organitzatius es realitzi de manera fragmentada, alentint-ne la implementació i reduint-ne l'impacte. L'absència d'una metodologia clara per aplicar IA genera incertesa a les organitzacions, que tenen dificultats per prendre decisions a causa de la ràpida evolució d'aquesta tecnologia. L'excés de *hype* i soroll mediàtic al voltant de la IA, genera confusió als equips directius, provocant un efecte FOMO (por de perdre's quelcom o por de restar sense) que pot precipitar la presa de decisions sense una planificació prèvia. Al mateix temps es detecta una dificultat per identificar casos d'us rellevants i projectes transversals per poder iniciar la incorporació de projectes basats en IA.

- Manca de coneixement dels beneficis i complexitat per valorar el retorn de la inversió (ROI): vinculada a la barrera anterior, les empreses industrials sovint no tenen informació clara sobre els beneficis reals que la IA pot aportar a la seva operativa, fet que dificulta la justificació de la inversió. A més, l'avaluació del retorn de la inversió en projectes d'IA per sí també és complexa, i no sempre es percep com una prioritat estratègica. Existeix una tendència en prioritzar inversions en maquinària i equips físics, mentre que les eines digitals, com ara els models d'IA, no es perceben amb el mateix valor estratègic. Aquesta percepció es veu influenciada per la creença que el programari hauria de ser gratuït o de baix cost, fet que redueix la predisposició a invertir-hi. Aquesta percepció frena l'assignació de recursos a tecnologies que, encara que intangibles, poden generar un impacte significatiu en l'eficiència i la competitivitat industrial. D'altra banda, a nivell cultural existeix una aversió al risc i una expectativa de retorn ràpid, això suposa una barrera per a la inversió en projectes d'innovació que no generen beneficis immediats, dificultant encara més la seva adopció dins del teixit industrial català.

- Manca del rol responsable de gestionar activament les dades i formació en dades: Molt lligada a la barrera inicial de manca d'estratègia, la gestió activa de les dades és un factor clau per aprofitar-les estratègicament. La realitat actual de moltes empreses, especialment les micro i petites, és la de no comptar amb un rol definit per a aquesta funció, cosa que dificulta l'organització, governança i explotació de les dades de manera eficient. Aquesta problemàtica s'agreuja per la manca de formació en gestió de dades dins les organitzacions. Hi ha un desconeixement intern generalitzat, des dels directius fins als comandaments intermedis, sobre el potencial real de la digitalització i l'ús d'eines d'IA. La manca de coneixement pràctic

limita la capacitat d'imaginar nous processos empresarials basats en dades i dificulta la seva integració en la presa de decisions. Cal tenir en compte també que la gestió de dades afecta múltiples departaments, cosa que complica encara més la seva implementació. La falta d'un interlocutor especialitzat dins de les empreses, capaç d'entendre tant les necessitats del negoci com els aspectes tècnics, dificulta la comunicació i l'adopció àgil de solucions basades en IA.

- Manca de disponibilitat de dades històriques de qualitat: El sector industrial majoritàriament encara està en procés de completar la seva digitalització en planta, cosa que genera una escassetat de dades de qualitat necessàries per a la implementació efectiva de projectes d'IA i altres solucions avançades. A moltes empreses no es capturen dades de manera sistemàtica o només es disposa de dades puntuals de processos, sense informació de dades físiques. La incorporació de sensòrica en entorns industrials és fonamental per millorar la qualitat de les dades recollides. Sense la disponibilitat adequada de dades estructurades i fiables, les solucions relacionades amb l'optimització de processos, l'automatització i la presa de decisions basada en IA es veuen limitades actualment. Les mancances en la captació, neteja i preprocessament de dades dificulten la seva aplicació en analítica avançada. El fet de no disposar de dades de qualitat per ser utilitzades directament, genera sobrecostos significatius associats al preprocessament abans de poder aplicar-les en models d'IA. Un altre obstacle és la falta d'un històric suficient de dades, imprescindible per a l'obtenció de resultats fiables. Aquesta barrera està directament afectada per la manca de coneixement sobre com dissenyar correctament unes dades d'entrenament i com preprocessar-les de manera òptima.

- Cost tecnològic per a un desplegament efectiu: La implementació de solucions avançades requereix una inversió en infraestructures digitals, sensors, plataformes d'anàlisi de dades i ciberseguretat. El cost d'implementació no es limita a la infraestructura tecnològica, sinó que també inclou el cost de formació del personal. La complexitat associada a la implantació i manteniment de solucions avançades requereix coneixements especialitzats que moltes empreses no tenen internament, la qual cosa genera dependència de proveïdors externs i encareix encara més el procés d'adopció o requereix de formar un equip intern. Per a moltes empreses, especialment pimes, aquests costos suposen una barrera important per a l'adopció de tecnologies innovadores. L'adaptació de les plantes industrials a la transformació digital implica una inversió no només econòmica, sinó també de temps i recursos humans, i també en sectors amb un volum de referències molt elevat, la preparació i ajustos dels processos productius per a la integració de noves tecnologies són costosos i poden generar interrupcions en la producció. A més del cost inicial d'implementació, cal tenir en compte que la replicació d'aquestes solucions en totes les línies productives resulta complexa i encara més costosa. La diversitat en les configuracions industrials i la falta d'estandardització dels equips fan que els desplegaments requereixin ajustos específics per a cada entorn, augmentant els costos i el temps necessari per a la seva aplicació a gran escala. El problema s'agreuja amb el deute tècnic acumulat en la indústria, que es manifesta en cicles de vida llargs de la maquinària i una infraestructura que no sempre està preparada per a una digitalització immediata. Un altre factor a considerar és la incertesa associada al moment òptim per invertir en intel·ligència artificial. L'actual "bombolla de la IA" genera dubtes sobre el retorn de la inversió i el risc de destinar recursos a solucions que podrien quedar obsoletes ràpidament. En aquest context, les empreses sovint esperen a comptar amb garanties més clares abans d'invertir, cosa que frena el ritme d'adopció.

- Dificultat per la posada en producció de la IA i la seva integració als processos de l'organització: Moltes organitzacions troben dificultats per portar les solucions d'IA des de la fase de desenvolupament fins a la seva implementació efectiva en producció. Aquest procés no només implica un repte tecnològic, sinó també un canvi cultural dins de l'organització, ja que la IA ha de ser integrada de manera funcional en els processos existents. Una de les principals barreres és la dificultat d'encertar a la primera, fet que converteix la implementació en un procés d'assaig i error. Les altes expectatives

inicials sovint no es compleixen en els primers intents d'adopció, i moltes solucions es queden en fases de proves pilot o proves de concepte (PoCs) sense arribar mai a desplegar-se a escala real. Un altre fre és la manca de gestió d'expectatives i la definició clara de casos d'ús abans d'iniciar un projecte. Moltes empreses tenen una idea vaga o distorsionada del que significa la intel·ligència artificial i com es pot aplicar en els seus processos. Això genera una diferència entre les expectatives i la realitat, dificultant la seva implementació. Perquè la IA pugui aportar valor real, cal una anàlisi prèvia rigorosa per determinar com i on pot ser aplicada amb èxit dins de la planta. Finalment, la integració de la IA requereix un doble enfocament: tecnològic i cultural. A nivell tecnològic, implica assegurar que els models siguin escalables i compatibles amb les operacions de l'empresa. A nivell cultural, suposa adaptar els processos i la mentalitat dels equips perquè la IA sigui percebuda com una eina útil i no com una amenaça.

- Desconeixement i manca de temps per accedir a fonts de finançament existents: Moltes empreses, especialment les pimes, desconeixen les oportunitats de finançament disponibles per a projectes de digitalització i intel·ligència artificial. La manca d'informació i accés a aquests recursos fa que moltes empreses no puguin aprofitar les ajudes i subvencions existents. Aquesta barrera és més important per les pimes petites, perquè en general no tenen temps ni recursos interns per dedicar-se a la identificació i gestió d'aquestes fonts de finançament. La càrrega operativa diària fa que prioritzin altres tasques i que només aquelles empreses amb connexions directes o assessorament extern tinguin accés a la informació pertinent. A més, la complexitat burocràtica associada a la tramitació d'ajuts dificulta encara més el seu aprofitament. Moltes pimes no disposen d'equips especialitzats per gestionar aquest tipus de processos i, si no tenen contactes o accés a centres de referència com PIMEC, Foment, Eurecat o ACCIÓ, sovint no s'assabenten de les convocatòries fins que ja és massa tard. Com a resultat, es deixen passar oportunitats de finançament que podrien facilitar la seva transformació digital.

- Manca de disponibilitat i retenció de talent tant del domini del sector com tecnològic: El sector industrial es troba amb moltes dificultats per atraure i retenir treballadors del sector i també especialistes en IA, anàlisi de dades i noves tecnologies. Un dels principals problemes és la dificultat per trobar professionals qualificats en un mercat laboral molt competitiu. La demanda de perfils especialitzats en IA i anàlisi de dades supera l'oferta disponible, i molts d'aquests experts són captats per empreses amb millors condicions laborals o amb una percepció més atractiva que la indústria tradicional. A més, el ritme accelerat d'evolució tecnològica genera una dificultat addicional per mantenir el talent permanentment actualitzat. Un altre factor a considerar és que la indústria arrossega una imatge estigmatitzada, especialment en determinats sectors industrials, on la percepció predominant continua associant-la a treball manual o poc innovador. Aquest biaix dificulta l'atracció de nous professionals cap al sector, ja que molts perfils tècnics prefereixen orientar la seva carrera cap a altres indústries que es perceben com a més dinàmiques o tecnològicament avançades. A més, es detecta una manca de coneixement multidisciplinari tant en els dominis industrials com en el de les dades dins les organitzacions que dificulta la integració efectiva d'aquestes solucions en els processos industrials.

- Desconeixement de l'ecosistema local limitat de proveïdors d'IA i Indústria 5.0: L'ecosistema de proveïdors tecnològics especialitzats en IA i Indústria 5.0 a Catalunya continua sent limitat, fet que dificulta l'accés a solucions adaptades a les necessitats del sector i augmenta la dependència de proveïdors internacionals. A més, manca un saber on adreçar-se per trobar un registre de professionals i empreses especialitzades, fet que genera confusió entre les empreses a l'hora de trobar socis tecnològics adequats. L'ecosistema és divers, però es detecta que moltes empreses industrials no saben on adreçar-se ni com identificar els actors clau per als seus projectes. D'altra banda els projectes d'Indústria 4.0 i 5.0 impliquen múltiples agents (integradors, desenvolupadors d'interfícies, recollida de dades, etc.), i no hi ha una finestra única que centralitzi aquesta informació. A més, trobar proveïdors amb experiència

contrastada i referències demostrables és complicat, fet que pot generar desconfiança i alentir l'adopció d'aquestes tecnologies.

- Resistència al canvi i inèrcia a les organitzacions: El teixit industrial català està format principalment per pimes, moltes de les quals tenen estructures organitzatives tradicionals amb una forta presència d'empreses familiars. Això sovint es tradueix en una elevada resistència al canvi, especialment quan es tracta d'incorporar noves tecnologies com la IA i la digitalització. La resistència al canvi es pot manifestar en múltiples nivells dins de l'organització, des de la direcció fins als operadors, i es veu accentuada pel fet que per a moltes pimes i SME no és prioritari dedicar temps ni recursos a la formació del personal i a la incorporació de processos basats en IA. La percepció que aquests canvis poden alterar el funcionament quotidià o que requereixen una inversió de temps i diners que no es pot assumir a curt termini fa que moltes empreses retardin la seva transformació digital, limitant així la seva competitivitat a llarg termini.

- Sensibilitat a la potencial pèrdua de llocs de treball: La introducció d'IA i automatització en processos industrials genera preocupació per la possible pèrdua de feina. Aquesta por pot alentir l'adopció de noves tecnologies i generar resistència dins les organitzacions. Cal que es destaqui el missatge que la IA realitza tasques d'assistència i suport, per tant, complementar la feina humana, no substituir-la. L'objectiu és automatitzar tasques no amigables i potenciar rols de més valor afegit. Aquesta transformació requereix una formació continuada per adaptar els treballadors a noves funcions, convertint el canvi en una oportunitat de millora i no en una amenaça.

- Dificultat per a la compartició i reutilització de dades dins de la cadena de valor a la part de supply chain. La fragmentació de dades dins de la cadena de valor en dificulta el seu accés i la seva reutilització. La manca d'interoperabilitat entre sistemes de diferents proveïdors i l'absència d'estàndards comuns dificulten l'intercanvi d'informació, cosa que impedeix disposar de dades i informació que alimentin solucions basades en dades i IA, i, per tant, dificulten una gestió eficient i coordinada a tota la cadena de subministrament.

- Por als ciberatacs i risc d'accés indegut a dades: La creixent digitalització del sector industrial comporta un risc més gran de ciberatacs i accessos indeguts a sistemes crítics de control o dades sensibles de clients. La manca d'estratègies robustes de ciberseguretat augmenta la vulnerabilitat davant de possibles incidents. S'identifica que hi ha molta incertesa i preocupació per la protecció de dades i la informació corporativa, especialment en els models i eines al núvol de la IA generativa, la qual cosa frena la compartició i ús de les dades per a l'aplicació de la IA.

- Aspectes reguladors encara no suficientment consolidats i/o risc de regulació massa restrictiva: La regulació en matèria d'IA i aspectes relacionats amb el sector industrial (d'energia i sostenibilitat, per exemple) encara no estan completament definits, cosa que genera incertesa sobre els requisits de compliment. També hi ha un desconeixement generalitzat sobre la normativa vigent, especialment en relació amb l'ús de la IA i la protecció de dades. D'altra banda, tot i que Europa és líder en regulació, aquesta pot esdevenir un obstacle per a la innovació i esdevenir un desavantatge competitiu, ja que altres regions amb menys restriccions avancen més ràpidament. Això, sumat a la dependència de les grans corporacions per al desenvolupament de solucions d'IA, pot limitar la capacitat de les empreses locals per innovar i adoptar aquestes tecnologies de manera autònoma.

- Manca de transparència i confiança en els models IA: L'efecte "caixa negra" dels models d'IA genera desconfiança en la seva aplicació al sector. Si els sistemes no poden explicar de manera clara les seves decisions i processos, els tècnics i els responsables no els adoptaran plenament, limitant-ne el potencial. Aquesta manca de transparència fa que no es tingui certesa que la resposta sigui la millor o la correcta i estigui lliure de biaixos. Amb el temps, l'ús continuat de la IA permetrà guanyar confiança en la seva precisió estadística, però és fonamental incloure sempre un mòdul d'explicabilitat, especialment quan no es

tracta d'un sistema de control automàtic. La capacitat de la IA per prendre decisions planteja qüestions de responsabilitat civil i transparència, fet que pot endarrerir-ne l'adopció.

4.4. Recomanacions per fomentar l'adopció de la IA en l'ecosistema de la indústria

Un cop analitzades les principals barreres per l'adopció de la IA al sector industrial, en aquest apartat es recullen el conjunt de recomanacions i propostes derivades de la sessió de laboratori d'idees o Think Tank realitzada amb experts i representants de l'ecosistema de la indústria a Catalunya. Es pretén identificar unes primeres actuacions amb una perspectiva estratègica a mig i llarg termini.

Les recomanacions són de diversa índole i s'adrecen a tot l'ecosistema, amb la finalitat que puguin ser impulsades per part dels diferents actors, d'acord amb les seves responsabilitats i rols. Concretament, s'analitza un conjunt de propostes tenint en compte dues dimensions d'anàlisi:

- El seu grau d'impacte a l'hora de donar resposta i fer front a les barreres identificades.
- A la potencial factibilitat per portar-les a terme a curt-mitjà termini des de l'àmbit circumscrit a l'ecosistema català.

Les recomanacions s'han agrupat d'acord amb la dinàmica del laboratori d'idees, on es van avaluar les propostes en funció del seu impacte i la factibilitat. Aquest enfocament permet una primera avaluació de la conveniència i prioritat dels esforços i recursos a dedicar a les diferents propostes, facilitant una incorporació gradual de la IA a tot l'ecosistema.

4.4.1. Propostes amb impacte i viabilitat elevats

Aquest apartat presenta les propostes d'alt o molt alt impacte que també són potencialment factibles de ser portades a terme en l'àmbit català. També serien aquelles a afrontar més a curt termini, especialment les dues primeres:

1. Facilitar l'adopció d'una estratègia en IA a les empreses industrials. Per accelerar la incorporació de la intel·ligència artificial en el sector industrial, és molt important que cada organització identifiqui les oportunitats de millora en els seus processos on la IA pugui aportar valor i estableixi un full de ruta clar i alineat amb la seva estratègia de negoci. L'adopció d'aquesta tecnologia ha de ser progressiva i estructurada per minimitzar riscos i maximitzar el retorn de la inversió, evitant errors per implementacions precipitades. Això implica planificar una estratègia d'adopció en fases per garantir-ne la seva viabilitat. Per aconseguir-ho, es proposen les accions següents:
   - Anàlisi i priorització: Identificar les oportunitats en els diferents processos operatius i de negoci, avaluant on la IA pot aportar més valor i establint casos d'ús viables.
   - Planificació i governança: Desenvolupar un pla de digitalització i de dades per garantir la fiabilitat de la informació i establir un pla d'adopció de la IA alineat amb els objectius de l'empresa.
   - Gestió del canvi i responsabilitats clares: Assignar un responsable de dades (Chief Data Officer o Data Owner) i garantir que hi hagi una figura experta en el procés industrial dins l'organització. A més, incorporar un responsable de transformació digital en l'equip directiu per assegurar la correcta integració tecnològica.

- Implementació progressiva: Identificar Quick Wins i començar amb solucions de baix risc, com eines d'IA generativa o anàlisi estadística, abans d'adoptar tecnologies més avançades com IA física (robots, vehicles autònoms, etc.). Aprofitar fonts de finançament públic per facilitar la implementació, amb instruments existents (ex: DIH4CAT, PADIH, KIT Consulting, etc.).
- Full de ruta adaptat i escalable: Definir un roadmap de transformació digital que respongui al grau de maduresa de cada empresa i asseguri una alineació entre estratègia empresarial i desplegament tecnològic
- Coneixement i col·laboració: Aprofitar trobades entre empreses per compartir experiències i millors pràctiques. Recolzar-se amb l'ecosistema de recerca i innovació per tal de realitzar prototipus o proves de concepte.
- Informació adequada: Guiar les empreses en els passos a seguir, ajudant-les a entendre els perfils tècnics i recursos necessaris per iniciar i consolidar la IA (per part de les empreses proveïdores de tecnologia)
- Difusió: Identificar bones pràctiques en organitzacions similars per accelerar l'aprenentatge i reduir riscos, descripció de metodologia per adaptació de la IA, etc. (per part de les empreses proveïdores de tecnologia o entitats públiques)

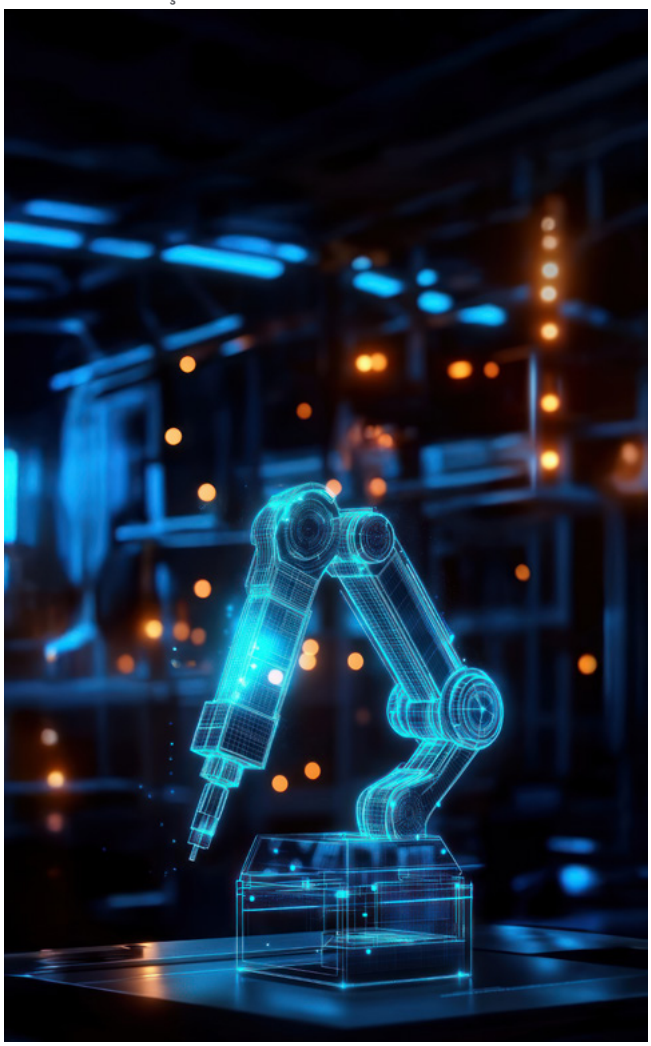
2. Fomentar el coneixement dels beneficis de la IA i facilitar la valoració del retorn de la inversió en el sector industrial. Per tal de facilitar la integració de la IA en el sector industrial, és fonamental millorar el coneixement sobre els seus beneficis i establir metodologies clares per valorar-ne el retorn de la inversió (ROI). Com s'ha esmentat, moltes empreses encara tenen dificultats per identificar com la IA pot aportar valor als seus processos i quin impacte real tindrà en termes econòmics i operatius. Això genera incertesa i endarrereix la presa de decisions estratègiques. Per abordar aquesta barrera, es proposen les accions següents:
   - Mostrar beneficis reals de ROI per tal que les empreses puguin veure l'impacte econòmic positiu i justificar la inversió en IA. Estudiar el ROI en casos d'èxit similars i fer-ne una anàlisi detallada per ajudar a justificar les inversions en IA.
   - Explicar millor com la IA pot substituir tasques repetitives per feines més amigables i de més valor, i no centrar el discurs únicament en la rendibilitat econòmica.
   - Identificar i optimitzar processos manuals a les fàbriques que encara poden millorar amb IA per incrementar l'eficiència operativa.
   - Gestionar millor les expectatives, oferint informació clara i realista sobre els avantatges i limitacions de la IA.
   - Realitzar una feina didàctica per sensibilitzar les empreses sobre la necessitat d'adoptar IA i com aquesta pot millorar la seva competitivitat.
   - Elaborar llibres blancs específics per a cada subsector industrial per oferir informació detallada i casos d'ús concrets.
   - Dur a terme una fase de definició de requeriments ben estructurada amb la participació de tots els actors implicats.
   - Definir rols clars dins dels projectes per facilitar una implementació fluida i coordinada.
   - Executar casos tractors i utilitzar-los com a referència per fomentar la confiança en la tecnologia i la seva aplicació real.
   - Identificar els costos i riscos de no adoptar IA, considerant el cost d'oportunitat i el potencial estancament competitiu.
   - Tenir a l'empresa un expert en dades i IA o comptar amb un referent extern permanent per donar suport a la seva implementació.
   - Oferir assessorament extern per establir bases sòlides, bones pràctiques i garantir el compliment regulador en l'adopció de la IA.
   - Documentar casos d'ús amb costos i beneficis quantificats per facilitar la presa de decisions en les empreses.
   - Compartir experiències i casos d'èxit mitjançant xerrades, webinars i associacions sectorials per generar coneixement col·lectiu.

3. Garantir la disponibilitat de dades de qualitat i establir un rol responsable per a la seva gestió. Per tal de facilitar la integració de la IA en el sector industrial, és fonamental disposar de dades històriques de qualitat i establir un rol específic per a la seva gestió. La manca d'un model de governança de dades clar dificulta la seva explotació per a la presa de decisions i la

implementació d'IA en processos productius. Es proposen les accions següents:

- Potenciar el rol de responsable de Transformació digital (Digital Champion) dins de les empreses per liderar el progrés digital i impulsar la transformació basada en dades.
- Potenciar el rol de responsable de dades (Chief Data Officer o CDO) per garantir que la gestió de dades sigui una prioritat estratègica dins de l'organització.
- Formar i reciclar CIOs i tècnics de producció perquè entenguin el valor estratègic de la IA i les dades en els seus processos.
- Desenvolupar i executar un pla de digitalització que permeti disposar de dades en temps real i assegurar la seva traçabilitat.
- Dissenyar arquitectures escalables i estandarditzar els models de dades per facilitar l'emmagatzemament i anàlisi posterior de les dades, i permetre la reutilització de la informació dins l'empresa.
- Implementar sistemes de qualitat de dades automatitzats per garantir la precisió i fiabilitat de les dades recollides i emmagatzemades.
- Explorar l'ús de dades sintètiques i simulacions quan no es disposi de dades suficients o es requereixin models predictius més flexibles.
- Assegurar que les dades recollides siguin representatives i alineades amb els casos d'ús definits, sense necessitat de grans volums de Big Data en tots els escenaris.

4. Millorar l'accés a les fonts de finançament per a les tecnologies de dades i IA en el sector industrial. Com s'ha esmentat, moltes empreses, especialment les pimes, desconeixen les línies d'ajuda disponibles per a la implementació de la IA o no tenen temps per gestionar-les. La complexitat burocràtica i els requisits estrictes sovint dificulten l'accés a aquests recursos, limitant les oportunitats d'innovació i digitalització. És necessari un sistema més àgil i accessible per fomentar la incorporació d'aquestes tecnologies. Per assolir-ho es proposen les accions següents:
   - Difondre les ajudes a través de múltiples canals (xarxes socials, anuncis, associacions empresarials, etc.).
   - Organitzar sessions formatives amb consultores de finançament especialitzades per orientar les empreses en el procés de sol·licitud.
   - Simplificar i agilitzar la burocràcia associada a les línies d'ajuts, facilitant-ne la tramitació.
   - Promoure canvis en el model de finançament perquè els terminis siguin més realistes, les justificacions més senzilles i el risc de perdre finançament sigui menor. Assegurar el dret a esmenar errors en les sol·licituds per evitar la pèrdua automàtica d'ajuts per errors formals.
   - Establir una temporalitat més previsible en les convocatòries per facilitar la planificació de les empreses.
   - Realitzar xerrades formatives per ajudar les empreses a entendre millor les opcions de finançament i com accedir-hi.



- Fomentar la col·laboració entre l'ecosistema.
- Facilitar la participació a projectes europeus i promoure la internacionalització de les empreses i agents.

4.4.2. Propostes amb impacte i viabilitat de grau mig

En aquest apartat es mostren les recomanacions que no es considera que tinguin un impacte significatiu, o que sí que tenen impacte però son complexes per dur-les a terme perquè pot implicar un nombre més gran d'actors o té una dependència d'altres òrgans de competència fora de l'àmbit català. Aquestes són:

1. Facilitar l'adopció de la IA minimitzant la barrera del cost tecnològic. És fonamental adoptar estratègies escalables i aprofitar les dades com a actiu reutilitzable per optimitzar costos i reduir duplicitats. A més, cal fomentar models oberts i metodologies flexibles per facilitar la integració progressiva de la IA. En detall les possibles accions desenvolupades són:
    - Implementar un enfocament per fases en els projectes tecnològics per facilitar l'adaptació progressiva i evitar grans inversions de cop. Dissenyar fases intermèdies en les quals la integració de dades no sigui total des de l'inici, permetent una evolució progressiva de la digitalització.
    - Definir KPIs coherents i mètriques específiques per mesurar el progrés en la implementació de la IA i garantir una evolució estructurada.
    - Justificar el "per què" de l'ús de la IA abans del "com", assegurant que les solucions tecnològiques responen a necessitats reals i prioritats estratègiques.
    - Potenciar l'ús de dades com un actiu reutilitzable per a múltiples aplicacions industrials, evitant infraestructures redundants i fomentant la seva explotació eficient.
    - Prioritzar quick wins i definir les PoCs com a primera fase dels projectes.
    - Fomentar models d'IA basats en dades federades per reduir la necessitat d'acumulació massiva d'informació i garantir una millor protecció de dades.
    - Desenvolupar un pla d'escalabilitat que permeti la selecció de PoCs d'alt impacte i una implementació progressiva, evitant grans inversions inicials sense validació prèvia.
    - Estudiar en quins casos és necessari utilitzar Big Data i en quins escenaris es pot aplicar IA amb small data per optimitzar recursos.
    - Avaluar la utilització d'eines d'IA generativa disponibles al núvol, i amb cost molt limitat, com a primer estadi bàsic per la incorporació de la IA en els processos de negoci i industrials.
    - Cercar línies d'ajuda i subvencions per a la implantació de solucions d'IA i suport en consultoria especialitzada per a empreses amb menys capacitat d'inversió.
    - Desenvolupar software flexible i modular, evitant solucions excessivament rígides i permetent que evolucionin sense necessitat de reescriure codi constantment.
    - Potenciar l'ús de tecnologies de codi lliure, per reduir costos de llicències i fomentar l'adopció d'IA amb recursos accessibles.

2. Facilitar la posada en producció de les solucions tecnològiques basades en dades i IA. La implantació de solucions d'IA a la indústria sovint es queda en fase pilot sense arribar a producció per problemes d'integració, falta de suport intern o expectatives poc realistes. La manca d'un pla clar per escalar les proves de concepte (PoC) i convertir-les en solucions operatives dificulta l'adopció efectiva d'aquestes tecnologies. Les recomanacions d'accions són:
    - Definir des del principi objectius realistes i assolibles, alineats amb les necessitats reals de l'empresa.
    - Garantir la participació de tots els actors implicats (operadors, tècnics, direcció) des de les fases inicials per facilitar la transició a producció.
    - Establir criteris clars d'èxit per a les PoC, que permetin decidir si escalar o redirigir el projecte.
    - Implementar una estratègia progressiva d'implantació, evitant desplegaments massius sense validació prèvia.

- Assegurar suport tecnològic i formació contínua per als equips que hauran d'adoptar la IA en el dia a dia.
- Acompanyar les empreses en la fase de transició a producció amb serveis d'assessorament i seguiment posterior a la implementació.
- Establir un pla de manteniment i millora contínua per garantir l'evolució i adaptabilitat de les solucions implantades.
- Fomentar el coneixement de l'ecosistema local de proveïdors tecnològics per impulsar l'adopció de la IA. Moltes empreses industrials desconeixen quins proveïdors locals poden oferir solucions tecnològiques verticalitzades pel sector industrial. Per abordar aquesta qüestió es proposen les següents actuacions:
- Crear directoris públics i actualitzats de proveïdors locals d'IA i tecnologia industrial.
- Organitzar fires i esdeveniments sectorials per connectar empreses industrials amb desenvolupadors de solucions d'IA.
- Potenciar la presència de proveïdors tecnològics en clústers i associacions empresarials per fomentar la col·laboració.
- Fomentar proves pilot i projectes conjunts entre empreses industrials i empreses emergents locals per validar solucions tecnològiques.
- Impulsar la creació d'espais de demostració on les empreses puguin conèixer de primera mà les aplicacions reals de la IA en la indústria.
- Facilitar xerrades i sessions informatives per donar a conèixer casos d'èxit d'empreses que ja han treballat amb proveïdors locals.
- Incentivar la col·laboració público-privada per donar suport a proveïdors locals en la seva capacitat d'escalabilitat i innovació.

3. Fomentar el creixement i retenció de talent expert en tecnologies basades en dades i IA en el sector industrial. El sector industrial necessita professionals especialitzats en tecnologies de dades i IA que, a més del coneixement tecnològic, comprenguin les especificitats i reptes propis del sector. Aquesta necessitat afecta tant la captació de talent nou com la requalificació de professionals en actiu. Sense aquest perfil multidisciplinari, la implementació de solucions d'IA pot ser menys eficient i més difícil d'adaptar a les necessitats reals de la indústria. Les accions que es podrien fer:
   - Impulsar programes de formació específics que permetin especialitzar-se en tecnologies d'IA aplicades a la indústria.
   - Potenciar formacions de requalificació per capacitar els treballadors industrials en noves tecnologies i evitar la pèrdua de coneixement sectorial.
   - Crear espais de col·laboració com hubs tecnològics i xarxes de professionals per afavorir l'intercanvi d'experiències i el creixement del talent.
   - Facilitar la transferència de coneixement entre centres de recerca i empreses industrials, mitjançant estades o projectes conjunts.
   - Incorporar formació en IA en els plans d'estudi de titulacions universitàries i graus de formació professional especialitzats en indústria.
   - Promoure aliances entre universitats, centres tecnològics i empreses per formar professionals amb perfils adaptats a les necessitats del sector industrial.
   - Incentivar mecanismes per retenir talent mitjançant oportunitats de creixement professional i projectes d'innovació dins de les empreses del sector.

4. Portar a terme una gestió activa de la seguretat de la informació dins l'organització per minimitzar el risc dels ciberatacs i garantir la confidencialitat de les dades i la informació en tot moment al incorporar les tecnologies d'IA, i en especial al utilitzar les eines d'IA generativa. Per abordar aquesta qüestió es proposen les següents actuacions:
   - Elaborar una política corporativa i de bones pràctiques a nivell de seguretat i específicament d'ús d'eines d'IA generativa. Definint tipus d'informació possible a compartir i responsabilitats dels empleats.
   - Formació i sensibilització als empleats sobre els riscos de seguretat i bones pràctiques per evitar la divulgació involuntària de dades sensibles.
   - Gestió de permisos i rols d'accés i autenticació, així com ús de tècniques pel xifrat de dades.

- Evitar l'ús de dades personals, financeres, estratègiques o de propietat intel·lectual. Fer ús de dades anonimitzades o fictícies com alternativa.
- Implementar i fer ús de sistemes de registre d'activitat (logs) de les dades que s'envien als models d'IA generativa, i implementar controls d'anàlisi posterior per la detecció de possibles filtracions.
- Avaluar la viabilitat d'utilitzar models privats, instàncies autohostetjades, o APIs personalitzades.
- Implementar tècniques de filtratge automàtic de dades sensibles o d'informació confidencial.
- Establir procediments de revisió de respostes generades per les eines d'IA generativa comprovant que no hi ha informació interna sensible, abans de compartir-les amb tercers o públicament.
- Assegurar l'establiment d'acords de confidencialitat (NDA) amb els empleats que especifiquin la no divulgació d'informació mitjançant eines IA.
- Portar a terme un pla d'auditories periòdiques de seguretat.
- Assegurar compliment normatiu de la GDPR (dades personals) i adequació a l'estàndard ISO27001 de gestió de la seguretat de la informació.

ANNEX I. Presentació de casos d'ús il·lustratius

Índex

A continuació es mostren 15 casos d'il·lustratius identificats de projectes destacables promoguts per agents catalans en l'aplicació d'IA en el sector industrial. Per a cadascun dels casos d'aplicació s'identifiquen els següents aspectes (amb lleugeres modificacions al tractar-se de casos impulsats per empreses o bé de projectes de recerca):

- BREU DESCRIPCIÓ: Resum del cas.
- REPTE: Quin és el repte que vol solucionar?
- SOLUCIÓ: En què consisteix la innovació (projecte/ solució)? Quin és l'objectiu del projecte?
- PERFIL TECNOLÒGIC: Com s'aplica la intel·ligència artificial en el cas? Com funciona la solució proposada?
- PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR: Quina empresa/consorci impulsor està al darrera de la innovació? (país origen, àmbit d'especialització, etc.)
- BENEFICIS DERIVATS: Quines implicacions té pel sector? Quins aprenentatges es poden concloure del cas d'ús presentat?
- LÍNIES DE FUTUR: Quin és el potencial de creixement i escalat del cas il·lustratiu? Quines són les futures línies estratègiques dels impulsors?
- WEB: Identificació del web

Cadascun dels casos presentats s'ha classificat en relació a les oportunitats presentades en el capítol 4.

CAS IL·LUSTRATIU	**ROBOTITZACIÓ FINAL DE LÍNIA AMB REVISIÓ DEL PRODUCTE MITJANÇANT IA**
BREU DESCRIPCIÓ	Desenvolupament d'un sistema de robotització de final de línia amb captació de dades (percentatge de bones/ dolentes, temps, etc.) i amb sistema de visió artificial amb IA que descarta el producte defectuós (revisa l'interior i exterior de les safates per trobar diferencies amb el model validat). El sistema permet identificar defectes com errors d'impressió, deformacions, ruptures, fallades de disseny, dimensions incorrectes i presència d'objectes estranys. Les safates defectuoses són automàticament desviades mitjançant una estació que descarta per garantir un producte final de màxima qualitat.
REPTE	Revisió de safates d'envasos primaris, als quals contenen aliments. És fonamental evitar que hi hagi qualsevol tipus de risc físic a dins, essent inviable revisar manualment de forma unitària totes les safates. L'objectiu principal, per tant, és assegurar un alt nivell de qualitat en la producció de safates de cartró, reduint al màxim el marge d'error humà i augmentant la velocitat i l'eficiència del procés de control. Això és especialment crític en un sector on els defectes poden afectar la imatge de marca i incrementar els costos derivats de devolucions o insatisfacció del client.
SOLUCIÓ	El sistema de visió artificial (que consta del sistema de visió, i de la robotització del final de línia, pel qual no hi ha cap persona extraient safates de la màquina) soluciona aquest problema i es dona garantia absoluta a la industria alimentària. La solució implementada utilitza tecnologia de deep learning per entrenar un model de visió artificial que pot distingir entre safates bones i defectuoses. Les safates bones i dolentes van ser utilitzades per crear un conjunt de dades amb centenars d'imatges, que es van utilitzar per entrenar el model. Un cop operatiu, el sistema inspecciona cada safata en temps real, detectant i classificant defectes amb precisió. La innovació radica en l'ús d'algoritmes avançats de deep learning capaços de detectar fins i tot defectes subtils, que podrien passar desapercebuts en una inspecció manual.
PERFIL TECNOLÒGIC	A través d'un sistema MES per a la captació de dades i del sistema de visió artificial (en concret de *deep Learning*) i robot col.laboratiu. Recollida de dades: Centenars d'imatges de safates bones i defectuoses es van capturar i etiquetar per crear un conjunt de dades robust. Deep learning: Es van entrenar xarxes neuronals convolucionals (CNNs) per identificar patrons visuals associats als defectes. Integració en temps real: El model s'executa en dispositius *edge computing*, assegurant una baixa latència per al processament d'imatges a velocitats de línia. Automatització: El sistema està integrat amb la línia de producció mitjançant protocols industrials estàndards com PROFINET, permetent la comunicació amb l'estació de descartament.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Empresa manufacturera (GRÀFICAS SALAET) amb col.laboració d'una empresa de solucions Industria 4.0 (PENTAMATIK)
BENEFICIS DERIVATS	Satisfacció del client final (fabricant de menjar congelat) ja que s'ha aconseguit no tenir cap reclamació d'objectes estranys dins de l'envàs.
LÍNIES DE FUTUR	Digitalització a planta, captació de dades directament de les màquines, creació d'indicadors de producció, etc., automatitzacio i robotitzacio de final de línia
Web	salaet.com

CAS IL·LUSTRATIU	MADAM
BREU DESCRIPCIÓ	Model Automàtic de Detecció d'AnoMalies
REPTE	Desenvolupament i desplegament d'una solució algorítmica capaç de detectar condicions anòmales de funcionament de les màquines laminadores de Comexi, per tal de dur a terme el manteniment de peces de desgast abans que aquestes posin en perill la qualitat del producte fabricat.
SOLUCIÓ	S'ha desenvolupat un model automàtic no supervisat de detecció d'anomalies capaç de detectar els signes primerencs de desviació de la pressió dels rodets laminadors. Aquests senyals permeten activar accions de manteniment abans que el desgast desencadeni fabricacions defectuoses.
PERFIL TECNOLÒGIC	La solució es basa en el processament i l'anàlisi de dades sensòriques capturades i registrades automàticament per les màquines laminadores de Comexi. Les dades de múltiples sensors són emprades simultàniament per l'algoritme per determinar en quin moment la màquina es desvia del règim "normal" de fabricació.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Dribia és un estudi d'innovació en ciència de dades de Barcelona que desenvolupa solucions d'intel·ligència artificial a mida emprant programari de codi obert. Comexi és una empresa de Girona que fabrica maquinària per l'elaboració d'embalatge flexible. El projecte Madam va ser reconegut i finançat pel Ministeri d'Indústria, Comerç i Turisme a través del programa de suport a les Agrupacions Empresarials Innovadores (AEI).
BENEFICIS DERIVATS	El present algoritme permet detectar la desviació de la màquina laminadora respecte les condicions òptimes de fabricació, desencadenant operacions de manteniment en el moment adequat. D'aquesta manera el manteniment té lloc en el moment idoni; ni massa d'hora (la qual cosa suposa sobrecostos de manteniment i malbaratament de material) ni massa tard (la qual cosa pot implicar l'aparició de defectes de fabricació). Amb tot, la solució propicia la reducció de costos i temps de manteniment, i permet mantenir la fabricació dins els paràmetres òptims de qualitat.
LÍNIES DE FUTUR	La present solució es pot estendre a la incorporació de noves dades sensòriques que aportin més informació sobre el funcionament de la màquina. En una línia paral·lela, la recopilació de les incidències i les accions de manteniment efectuades a les màquines pot obrir la porta a la confecció d'algoritmes supervisats que permetin anticipar-se a l'aparició d'anomalies.
Web	https://dribia.com/ca/

CAS IL·LUSTRATIU	VORTEX INSIGHTS
BREU DESCRIPCIÓ	Agent d'IA especialitzat en comparar ofertes o llegir documents
REPTE	En un concurs on es presenten vàries ofertes, l'eina ens resol les preguntes per a poder escollir l'oferta més convenient.
SOLUCIÓ	Aplicació de l'IA generativa per a l'eficiència personal i per fer més robust l'anàlisi d'ofertes o consulta de manuals extensos.
PERFIL TECNOLÒGIC	Desenvolupar un agent d'IA especialitzat en la lectura i comparativa de documents
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	SEAT SA
BENEFICIS DERIVATS	Eficiència personal
LÍNIES DE FUTUR	Seguir generant agents d'IA especialitzats en fer tasques com per exemple generació de documents dels concursos, manuals o d'altres aplicacions
Web	www.seat.com

CAS IL·LUSTRATIU	OPTIMITZACIÓ MITJANÇANT INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL DELS BUFATS D'UNA PLANTA DE VALORITZACIÓ DE RESIDUS
BREU DESCRIPCIÓ	El cas d'ús consisteix en la implementació d'un algoritme d'Intel·ligència Artificial a la planta de valorització energètica de TERSA per a optimitzar la neteja del tercer conducte de la caldera a través dels bufats de sutge. L'objectiu es passar de bufats periòdics, a bufats realitzats a la zona i el moment en què son necessaris, a partir de la informació que proporcionen les dades de procés en temps real i l'algoritme d'Intel·ligència Artificial desenvolupat.
REPTE	Els bufats del tercer conducte de la caldera de TERSA es realitzaven històricament cada 12 hores, i s'activaven per a tota una línia completa. L'objectiu del projecte es reduir els bufats innecessaris, executar-los únicament quan i on son necessaris, i així optimitzar l'ús del vapor generat a la caldera i enviar-ne el màxim possible a la turbina per a millorar la producció energètica de la planta.

SOLUCIÓ	El model d'IA desenvolupat esta connectat a la base de dades digital de la planta, d'on extreu dades del procés en temps real. Aquestes dades son utilitzades per un algoritme d'Intel·ligència Artificial que, per a cada línia i zona, executa una predicció de quan serà necessari realitzar el següent bufat. La predicció es realitza cada 10', i utilitza les dades de procés en temps real per a mapejar la necessitat de fer el bufat a cada zona. Quan l'algoritme determina que el bufat es necessari en alguna de les zones, activa de manera autònoma els sistemes automatitzats de la planta, i el bufat s'executa en condicions de seguretat sense requerir cap interacció humana.
PERFIL TECNOLÒGIC	L'anàlisi de les dades de procés amb IA va permetre generar un nou paràmetre, que sorgeix de la combinació lineal de les variables associades al tercer conducte (pressions, temperatures, fluxos...). Aquest paràmetre, permet identificar com de necessària es la pròxima neteja a cadascuna de les línies i zones del tercer conducte de la caldera. A partir d'aquí, s'ha desenvolupat un algoritme de IA que fa una predicció de l'evolució temporal d'aquest paràmetre, per a determinar amb exactitud quan serà necessària la pròxima neteja.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	AG Solution es una empresa especialitzada en oferir solucions intel·ligents per a la indústria de processos, actuant com a soci estratègic en la implementació de la Indústria 4.0. TERSA és una empresa pública de serveis ambientals, centrada en l'economia circular i la sostenibilitat a l'àrea metropolitana de Barcelona.
BENEFICIS DERIVATS	Els principals beneficis derivats de la solució son: 1) Reducció del consum de vapor en més del 35% a les 3 línies de la planta 2) Increment de l'eficiència energètica de la planta i disminució de la relació CO2 emès/MWh produït 3) Optimització dels recursos i reducció dels costs operatius 4) Contextualització de les dades d'aquesta part del procés i comprensió dels paràmetres que afecten més a la seva termodinàmica 5) Coneixement de la metodologia d'aplicació de la IA en una planta de producció energètica
LÍNIES DE FUTUR	Després de l'èxit d'aquest cas d'ús i d'una etapa on hem analitzat conjuntament aquells processos de la planta amb dades de qualitat i ben contextualitzades susceptibles de l'aplicació de la IA o de models avançats d'anàlisi de dades, hem identificat els casos d'ús que poden donar un major rendiment. Actualment, estem implementat conjuntament un nou cas d'ús de IA centrat en el control de la temperatura de combustió dels residus al forn, un aspecte clau des de punt de vista mediambiental.
Web	Web AG Solution (https://www.agsolutiongroup.com/); Web TERSA (https://www.tersa.cat/ca-es/); Link al cas d'ús amb vídeo (https://www.agsolutiongroup.com/es/post/revolutionize-your-plant-operations-with-ai-solutions))

CAS IL·LUSTRATIU	**PATTERNS**
BREU DESCRIPCIÓ	Optimització de les accions de manteniment d'anàlisi de sang de Grifols
REPTE	Els equips de manteniment generen grans quantitats de dades operatives al CRM, però no s'utilitzen prou. Alta variabilitat en el rendiment de les màquines i els costos de manteniment entre els països. Pràctiques de manteniment inconsistents entre els equips. la gran quantitat de màquines, més de 2000, dificulta l'anàlisi.
SOLUCIÓ	Anàlisi del rendiment entre equips per identificar les millors pràctiques i definir indicadors clau de rendiment Predicció de reincidència per identificar falles recurrents i permetre'n el manteniment preventiu. Informació per a actualitzacions de programari rendibles i optimització de la càrrega de treball.
PERFIL TECNOLÒGIC	Anàlisi de totes les interaccions dels equips de manteniment registrades al seu CRM. Anàlisi del consum de les màquines i de les seves incidències. Anàlisi de correlació entre incidències per a la predicció de reincidència d'incidències.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Grifols (propietària del equips d'anàlisi de Sang) i Dribia (Partner tecnològic encarregat del projecte)
BENEFICIS DERIVATS	Identificació d'equips que degut al poc ús, es poden reemplaçar per equips més petits.
LÍNIES DE FUTUR	Proposta automàtica de solucions a partir d'incidències similars anteriors. Predicció de temps i cost de cada solució proposada. Priorització automàtica de les accions en funció de criteris empresarials i temps de resposta previst. Predicció de futures incidències manteniment preventiu. Model de IA generativa de proposta de solucions a les incidències ==> Trouble shoouting.
Web	www.dribia.com

CAS IL·LUSTRATIU	**SERVITITZACIÓ DEL MODEL DE NEGOCI DE CAFÈS CORNELLÀ**
BREU DESCRIPCIÓ	La transformació del model de negoci de Cafès Cornellà cap a la servitització incorpora sensòrica i connectivitat en les cafeteres industrials, permetent la recollida i anàlisi de dades per implementar models predictius i millorar l'eficiència dels clients.
REPTE	Introduir la servitització en un sector tradicional com el de la restauració i el cafè, passant d'un model de facturació basat en quilograms de cafè a un model basat en tasses servides, augmentant la fidelització dels clients i reduint residus
SOLUCIÓ	La solució inclou la implementació de sensors i connectivitat IoT en les cafeteres, amb dades gestionades a través d'una plataforma que utilitza machine learning per fer manteniment predictiu i optimitzar el rendiment de les màquines.

PERFIL TECNOLÒGIC	Ús de tecnologies IoT i simulació amb suport de plataformes analítiques en el núvol (Azure i AWS), que permeten la monitorització i predicció en temps real.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Cafès Cornellà, torrefactor i distribuïdor de cafè de gamma alta .
BENEFICIS DERIVATS	Explorar la incorporació de més tecnologies d'IA per optimitzar processos i estendre el model de servitització a altres segments del mercat.
LÍNIES DE FUTUR	Aquest projecte permet augmentar la fidelització dels clients gràcies a la millora del servei i l'eficiència en l'ús de les màquines de cafè, contribuint també a reduir residus i avaries. Alhora, posiciona Cafès Cornellà com una empresa referent en economia circular i en la implementació de la servitització en el sector de la restauració.
Web	https://cafescornella.coffee/

CAS IL·LUSTRATIU	**AI-REGIO. PLANIFICACIÓ ACTIVITATS**
BREU DESCRIPCIÓ	El projecte consisteix a desenvolupar un algoritme enfocat a la planificació de les activitats executades a les línies de muntatge de l'empresa.
REPTE	Calcular planificacions per a un mínim d'un torn de treball basades en dades descarregades des del seu ERP i la situació actual de les ordres de fabricació (OFs), així com la disponibilitat de màquines i treballadors amb una granularitat de menys de 5 minuts
SOLUCIÓ	La solució consta de dues fases. La primera consisteix a proposar una solució inicial basada en mètodes heurístics. Després, la segona fase s'inicia a través d'un model de programació lineal, en què la solució anterior s'introdueix com a punt de partida amb l'objectiu de donar suport al càlcul de la solució
PERFIL TECNOLÒGIC	S'han considerat mètodes heurístics i de programació lineal, més concretament, metodologies associades a tècniques de scheduling i flowshop
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Eurecat y Hohner en el context del projecte AIREGIO
BENEFICIS DERIVATS	Simular possibles planificacions de les línies considerant diferents escenaris: característiques de les OFs i disponibilitat de recursos
LÍNIES DE FUTUR	Perfeccionar el seqüenciador desenvolupat, de manera que pugui planificar la producció cada 30-60 minuts i compartir les tasques de cada treballador directament a través del sistema ERP
Web	https://www.airegio-project.eu/catalonia

CAS IL·LUSTRATIU	**PROJECTE DE DIGITALIZACIÓ A LA LÍNIA D'ASSEMBLATGE**
BREU DESCRIPCIÓ	Aquest projecte té com a objectiu fonamental millorar els processos productius d'Alstom a la seva planta ubicada a Santa Perpètua. La motivació darrere d'aquesta iniciativa és l'automatització i digitalització de les operacions, fet que permetrà optimitzar l'eficiència i la qualitat de la producció.
REPTE	Calcular solucions per a dos torns de treball basades en dades descarregades des del seu ERP i la situació actual de les OFs, així com la disponibilitat de màquines i treballadors amb una granularitat de menys de 15 minuts.
SOLUCIÓ	La solució consisteix en un model de programació lineal, en què es consideren les premisses de negoci descrites per l'empresa, com ara receptes de fabricació i altres regles de producció, així com la disponibilitat del personal i la seva qualificació.
PERFIL TECNOLÒGIC	S'han considerat mètodes de programació lineal, més concretament, metodologies associades a tècniques de scheduling i flowshop.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Eurecat i Alstom
BENEFICIS DERIVATS	Simular possibles planificacions de les línies considerant diferents escenaris: característiques de les OFs i disponibilitat de recursos.
LÍNIES DE FUTUR	Expandir els casos d'ús cap a escenaris on l'execució automàtica dels algoritmes és iniciada. Aquesta execució pot estar dirigida a l'enviament d'ordres a producció o a l'exploració de diverses casuístiques.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	ANÀLISI DE DADES DE LA LÍNIA DE PRODUCCIÓ
BREU DESCRIPCIÓ	Meleghy està duent a terme un canvi important en la digitalització de l'empresa que el portarà a posicionar-se a la Indústria 4.0. Diversos projectes d'implantació de nous sensors ja estan en marxa, així com proves pilot d'emmagatzematge de dades i plataformes IoT.
REPTE	Es planteja una primera anàlisi de les dades recollides a l'estació pilot AM26 que avanci en el control de la mateixa i que ajudi a entendre i definir els futurs models necessaris.
SOLUCIÓ	La solució consta d'anàlisis de les dades de producció de la línia, per identificar els principals temps de cicle i valors anòmals en funció de l'operació i del model fabricat.
PERFIL TECNOLÒGIC	S'han considerat mètodes de segmentació de dades, anàlisis estadístics i definició de llindars d'operació
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Meleghy i Eurecat (Cupó DIH4CAT)
BENEFICIS DERIVATS	Explotació de les dades de producció, comprensió de les derives i valors fora de rang.
LÍNIES DE FUTUR	Desenvolupar models ML/IA que explotin les dades en base al coneixement i dades adquirides en aquesta fase inicial
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	MANTENIMENT PREDICTIU
BREU DESCRIPCIÓ	La proposta ALIMENTE21 va en la línia d'avançar l'organització industrial alimentària a un model de gestió predictiva, prescriptiva, i intel·ligent dels recursos, els processos i els productes, avançant cap a una intel·ligència augmentada i autònoma, que permeti reduir l' impacte ambiental de la indústria.
REPTE	Codorníu centrarà el cas d'estudi en el monoblock de buidatge, addició de licor d'expedició i farcit de vi de Sant Sadurní juntament amb Omron i Eurecat. A la màquina, el desgast dels elements mecànics (per exemple, coixinets) generen vibracions amb el consegüent trencament de les ampolles, impactant greument en la producció i seguretat alimentària. Vibracions, consums dels motors i temperatura, entre d' altres, seran variables clau a ser estudiades. Anticipar incidències en els actius clau dels processos productius amb l' objectiu de minimitzar parades inesperades per trencament será el principal repte del projecte.
SOLUCIÓ	La solució consta de l'anàlisi de les dades del sensors de vibració instal·lats a la màquina i el creuament d'aquestes amb les dades de producció de la línea, per identificar les parades causades per la Monoblock. Identificació d'anomalies a les dades que corresponen a les parades. Model d'aprenentatge supervisat per a la predicció de futurs esdeveniments de parada.
PERFIL TECNOLÒGIC	S'han considerat mètodes d'anàlisis estadístics i identificació d'anomalies, Algoritmes d'oversampling per mitigar l'escassetat d'events de parada disponibles i Mètodes de Machine Learning Supervisat per a la classificació dels events.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Codorniu, Omron i Eurecat en el marc del projecte ALIMENTE21
BENEFICIS DERIVATS	Explotació de les dades de producció, comprensió de les derives en els valors de vibració i l'efecte dels manteniments periòdics en aquestes
LÍNIES DE FUTUR	Acumular suficients dades d'esdeveniments de parada en el mateix moment del cicle anual operacional de la màquina, per així mitigar l'efecte de la deriva.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	SISTEMA DE SUPORT A LA DECISIÓ PER L'OPTIMITZACIÓ DE PROCESSOS
BREU DESCRIPCIÓ	Empresa especialitzada en la fusió i el refinament de subproductes d'alumini per a l'obtenció de lingot d'aliatges d'alumini. L'empresa compta amb un ampli magatzem on emmagatzema la matèria primera, un procés d'assecat i preparació de la ferritja, laboratoris per mesurar la composició i qualitat de la matèria i dos forns per produir els aliatges finals.
REPTE	El repte, englobat dins del projecte H2020 REVAMP, consisteix a intentar optimitzar el procés productiu de l'empresa, minimitzant costos i reduint el consum d'energia. Per a això ens centrem en dos aspectes: la selecció de la matèria primera que s'introdueix en els forns i el consum energètic dels forns.
SOLUCIÓ	Desenvolupament i desplegament d'un Sistema de Suport a la Decisió (web app) compost per dos models que optimitzen el procés productiu, reduint el cost i l'ús de matèria primera, un model de control de producció que permet la detecció d'anomalies al forn rotatori, millorant l'eficiència energètica i la presa de decisions, així com una unitat d'emmagatzematge de dades.
PERFIL TECNOLÒGIC	S'han considerat models d'optimització lineals, així com models de ML no supervisats i de reconeixement de patrons
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	H2020 REVAMP - Eurecat i Grupal Art
BENEFICIS DERIVATS	Reduir el cost de materials i millorar l'eficiència energètica dels forns
LÍNIES DE FUTUR	Optimització d'altres processos productius de l'empresa com pot ser l'assecat, magatzematge de matèria primera i minimitzar l'ús d'energies no renovables maximitzant l'ús de les plaques voltaiques desplegades i/o l'ús de tecnologies basades en dades
Web	http://revamp-project.eu/

CAS IL·LUSTRATIU	APPRODUCTIVITY4.0
BREU DESCRIPCIÓ	El projecte es basa en la implantació pilot d'APPRODUCTIVITY4.0, una solució tecnològica dissenyada per millorar la productivitat mitjançant l'optimització i el control dels processos en temps real, oferint una visió integral del funcionament de la planta productiva.
REPTE	El principal repte era optimitzar la productivitat de la planta industrial mitjançant la digitalització dels processos productius i la monitorització de dades en temps real, reduint desviacions i maximitzant l'eficiència operativa.
SOLUCIÓ	La solució implementada consisteix en un sistema d'integració que connecta dades en temps real a través de dispositius IoT i eines d'analítica avançada. Aquesta plataforma proporciona indicadors clau de rendiment (KPI) per al monitoratge dels processos i permet prendre decisions estratègiques basades en dades fiables i actualitzades.
PERFIL TECNOLÒGIC	Les principals tecnologies són Internet de les Coses (IoT), combinada amb eines de Big Data i intel·ligència artificial per simulació de manera que s'ofereix un control integral dels processos productius en temps real.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Rafael Márquez Moro y Cía SA. I ITEMSA
BENEFICIS DERIVATS	Aquesta implementació ha permès obtenir una millora significativa de la productivitat de la planta gràcies a la reducció d'ineficiències i a la presa de decisions basada en dades en temps real. Al mateix temps, ha suposat un estalvi en costos operatius i una millor gestió dels recursos disponibles, posicionant l'empresa com a capdavantera en l'adopció de tecnologies 4.0 al seu sector.
LÍNIES DE FUTUR	El projecte preveu ampliar la implementació del sistema APPRODUCTIVITY4.0 a altres àrees de la planta i explorar noves funcionalitats d'intel·ligència artificial per continuar millorant l'eficiència global.
Web	www.grupoitemsa.com www.approductivity40.com

CAS IL·LUSTRATIU	RECOMANADOR INTEL.LIGENT PER SIMBIOSI INDUSTRIAL
BREU DESCRIPCIÓ	Es tracta d'un sistema Intel·ligent de suport a la presa de decisions, que combina ontologies, raonament automàtic basat en casos, clustering Intel·ligent i distàncies semàntiques per a poder identificar els circuits de recirculació dels residus industrials cap a altres indústries que els puguin incorporar com a matèria prima de Baix cost. Contribueix a la sostenibilitat de la industria i ajuda a l'economia circular
REPTE	El principal repte és que un residu industrial pot o no recircular a diferents processos industrials, segons com era el procés industrial que l'ha generat. Per exemple, l'aigua bruta no pot recircular-se a dilució de materials orgànics destinats a irrigació si prové d'un procés industrial amb traces de metalls pesats per exemple, o el cartró d'embalatge de producte alimentari no es pot recircular directament a fer plaques de DM.
SOLUCIÓ	El disseny d'ontologies de termes que descriuen els residus i els processos industrials que els han generat, així com els processos industrials candidats a rebre aquests residus conjuntamente amb bases de casos històriques on es descriu un residu, el procés que l'ha generat i el procés industrial que l'ha reutilitzat, permet activar components de raonament automàtic basat en casos que davant una industria que declara la generació d'un residu permet recomanar a les altres indústries del voltant quan és compatible amb elles la reutilització del residu i donar suport a la negociació bilateral. En futures versions, la connexió amb contractació Smart és també viable.
PERFIL TECNOLÒGIC	Case-based reasoning, ontologies, interpretació automàtica de perfils, recomanadors intel.ligents, personalització intel.ligent, clustering basat en regles. La composició dels residus industrials són dades altament sensibles i requereix tècniques de protecció de dades molt estrictes. Són eines privatives.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	IDEAI-UPC ha desenvolupat el sistema amb finançament variat de diferents projectes de recerca i innovació de la Comissió Europea i altres fonts de finançament.
BENEFICIS DERIVATS	Reducció dels residus generats en els entorns industrials, redueix els costos de gestió de residus de la indústria que els genera. Redueix els costos de producció de la indústria que els absorveix. Apren de l'experiència
LÍNIES DE FUTUR	La implantació d'aquest tipus de sistemes en tots els polígons industrials, o en associacions d'empreses que comparteixen territori
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	SISTEMA INTEL.LIGENT DE SUPORT A LA MILLORA DE PRODUCTE EN IMPRESSIÓ DE GRAN FORMAT EN 3D
BREU DESCRIPCIÓ	Es tracta d'un sistema Intel·ligent de suport a la presa de decisions, que és capaç de recollir les dades de sensor del funcionament de les grans impressores 3D i que és capaç d'interpretar l'estat d'operació en que es troba la impressora, llençar alertes de disfunció interpretades amb recomanacions de com gestionar la incidència en temps real, però també realitzar report automàtic de com funcionen o no funcionen les impressores per tal de donar informació estratègica al fabricant per poder dirigir les estratègies de millora de producte
REPTE	El repte és que les màquines d'impressió 3D de gran format encara són joves i presenten puntuals incidències en les impressions amb diferents impactes, com que la màquina no engega en certes condicions climàtiques, o que imprimeix amb defectes en el resultat (puntets, bombolles etc) i s'està treballant encara en identificar les raons d'aquestes incidències i poder-les caracteritzar adequadament.
SOLUCIÓ	Arquitectura complexa que combina diferents tipus d'intel.ligència artificial de forma sincronitzada per a poder generar les interpretacions i alertes als diferents actors (usuari de la impressora, equip de millora de producte de fabricant, etc).
PERFIL TECNOLÒGIC	Entre les tecnologies Intel.ligents que interactuen internament en aquest sistema es troben: classificació automàtica de les dades de sensor per identificar l'estat d'operació de la màquina, components de representació del coneixement que recullen les accions associades a les diferents incidències, components de raonament automàtic que creen diagnòstic i recomanacions per llançar les als usuaris del sistema. Eines d'interpretació automàtica d'escenaris, mòduls de transformació de les alertes en llenguatge natural, i altres components de visualització Intel.ligent de dades també.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	IDEAI-UPC ha desenvolupat el sistema internament a través de tesis doctoral i altres projectes públic privats de caràcter confidencial
BENEFICIS DERIVATS	Millor operació de les impressores 3D de gran format ja instal.lades Millor comprensió de com están funcionant en diferents contextos climàtics aquestes màquines per part del fabricant i millora la capacitat per generar recomanacions en temps real als operadors de les màquines instal.lades, i la millora de producte per als futurs models d'impressora per part del fabricant.
LÍNIES DE FUTUR	L'anàlisi de possibilitats d'automatitzar algunes de les accions correctives que el sistema actualment recomana per a resoldre un incidencia en temps real, actualment expressada en forma d'instruccions que es traslladen a l'operador.
Web	-

CAS IL·LUSTRATIU	MONITORATGE I RUTINES DE MANTENIMENT PREDICTIU EN BRAÇOS ROBÒTICS
BREU DESCRIPCIÓ	El projecte es basa en l'aplicació de la IA en l'anàlisis de dades per desenvolupar algoritmes de manteniment predictiu en les aplicacions on els robots de Mitsubishi Electric treballen. Els seus braços robòtics generen moltes dades de valor que, un cop extretes i explotades de manera eficient, poden ajudar a predir el desgast o la necessitat de lubricació de components interns, per exemple.
REPTE	El principal repte era desenvolupar una arquitectura per a capturar i aprofitar les dades generades pels seus braços robòtics. Des d'i2CAT, es planteja una solució basada amb intel.ligència artificial i ciberseguretat que permet optimitzar l'automatització industrial i obrir la porta a nous models de servei més eficients i sostenibles.
SOLUCIÓ	La solució implementada consisteix amb el disseny d'una arquitectura per a capturar, transformar i explotar eficientment les dades generades pels robots, facilitant el seu anàlisis amb eines analítiques, intel.ligència artificial i apps per a dispositius mòbils. A més, s'han definit i prioritzat 9 casos d'ús de IA aplicada a àmbits com el manteniment predictiu, el control de qualitat, la logística i la interacció humà-robot, reforçant la proposta de valor de Mitsubishi Electric al sector.
PERFIL TECNOLÒGIC	En el marc d'aquest exercici de consultoria tecnològica, s'ha proposat una arquitectura basada en intel·ligència artificial, espais de dades i ciberseguretat per optimitzar la gestió i explotació de la informació generada pels braços robòtics de Mitsubishi Electric.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Mitsubishi & i2CAT
BENEFICIS DERIVATS	Aquesta col.laboració ha permès a Mitsubishi conèixer el procés a seguir per a implementar una solució de monitoratge i rutines de manteniment predictiu en la base instal.lada dels seus braços robòtics; Definir prioritats, sabent que el punt de partida és la definició d'una bona arquitectura estàndard que faciliti l'extracció i tractament de les dades generades pels seus equips.
LÍNIES DE FUTUR	Mitsubishi Electric definirà un roadmap tecnològic per potenciar els seus braços robòtics, iniciant amb un quick win en manteniment predictiu segons la matriu de priorització. A més, reforçarà la innovació oberta a nivell local mitjançant col·laboracions estratègiques i s'apoyarà en mecanismes de finançament com la Línia Directa d'Innovació del CDTI o els Nuclis d'R+D empresarial per escalar solucions i impulsar el desenvolupament de noves capacitats digitals en automatització industrial.
Web	www.i2cat.net

CAS IL·LUSTRATIU	SERVITITZACIÓ DEL MODEL DE NEGOCI DE CAFÈS CORNELLÀ
BREU DESCRIPCIÓ	La transformació del model de negoci de Cafès Cornellà cap a la servitització incorpora sensòrica i connectivitat en les cafeteres industrials, permetent la recollida i anàlisi de dades per implementar models predictius i millorar l'eficiència dels clients.
REPTE	Introduir la servitització en un sector tradicional com el de la restauració i el cafè, passant d'un model de facturació basat en quilograms de cafè a un model basat en tasses servides, augmentant la fidelització dels clients i reduint residus
SOLUCIÓ	La solució inclou la implementació de sensors i connectivitat IoT en les cafeteres, amb dades gestionades a través d'una plataforma que utilitza machine learning per fer manteniment predictiu i optimitzar el rendiment de les màquines.
PERFIL TECNOLÒGIC	Ús de tecnologies IoT i simulació amb suport de plataformes analítiques en el núvol (Azure i AWS), que permeten la monitorització i predicció en temps real.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Cafès Cornellà, torrefactor i distribuïdor de cafè de gamma alta .
BENEFICIS DERIVATS	Explorar la incorporació de més tecnologies d'IA per optimitzar processos i estendre el model de servitització a altres segments del mercat.
LÍNIES DE FUTUR	Aquest projecte permet augmentar la fidelització dels clients gràcies a la millora del servei i l'eficiència en l'ús de les màquines de cafè, contribuint també a reduir residus i avaries. Alhora, posiciona Cafès Cornellà com una empresa referent en economia circular i en la implementació de la servitització en el sector de la restauració.
Web	https://cafescornella.coffee/

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

C/Bilbao, 72 Edif. A.
08005 - Barcelona
Tel. +34 93 7419 100
info@cidai-catalonia-ai.eu
www.cidai.eu

Promotors

Generalitat de Catalunya · Ajuntament de Barcelona · Barcelona Supercomputing Center · CVC Computer Vision Center · eurecat Centre Tecnològic de Catalunya · i2cat · HUAWEI · Microsoft · NTT DATA · SAP · sdg · UPC · IDEAI

Membres

3cat · ATM Àrea de Barcelona Autoritat del Transport Metropolità · CETAQUA Water Technology Centre · AMB · Caixa Enginyers · CRUÏLLA