



APROFUNDIMENT

PRESENT I FUTUR DE LA INDÚSTRIA 4.0



TENDÈNCIES, REPTES, OPORTUNITATS I POSICIONAMENT

ÍNDEX

Presentació de la monografia | 3 |

1. Definició | 4 |

- 1.1. Tecnologies indispensables per entendre la Indústria 4.0
- 1.2. Beneficis i tendències

2. La indústria 4.0 a les empreses | 7 |

3. La indústria 4.0 a les ciutats | 10 |

4. Reptes | 12 |

5. Casos i aplicacions pràctiques | 13 |

- 5.1. TORAY, suport a empreses mitjançant *IIoT* i *big data*
- 5.2. Impressió additiva a les Illes Salomó i a Nepal
- 5.3. Blue Print, pla nacional de digitalització a Portugal
- 5.4. Rotterdam, ciutat i port ciber-resilients
- 5.5. *Innovation city* Ruhr
- 5.6. ROMI, robòtica per a micro-explotacions

6. Repercussió i aplicabilitat a l'AMB | 20 |

7. Recomanacions | 21 |

8. Bibliografia | 22 |



PRESENTACIÓ DE LA MONOGRAFIA

La indústria manufacturera és una de les forces de creixement de l'economia mundial, que proporciona valor afegit al territori mitjançant la transformació de primeres matèries en productes d'utilitat concreta. Tot i que només una de cada deu empreses a Europa es classifica com a manufacturera, el sector industrial està format per 2 milions de companyies, és responsable de 33 milions de llocs de treball i representa més del 80% de les exportacions de la Unió Europea [1].

Malgrat això, la contribució d'aquest sector a l'economia europea està en declivi, i nombrosos experts ja parlen d'un procés de desindustrialització. Amb la finalitat de tornar-li el seu pes en l'economia, l'any 2012 la Comissió Europea va fixar com a objectiu pel 2020 que la indústria manufacturera representi el 20% del valor afegit de la UE [2].

Tot i que alguns observadors troben aquest objectiu massa ambiciós, d'altres pensen que la indústria 4.0 és un factor determinant per a la millora de la productivitat.

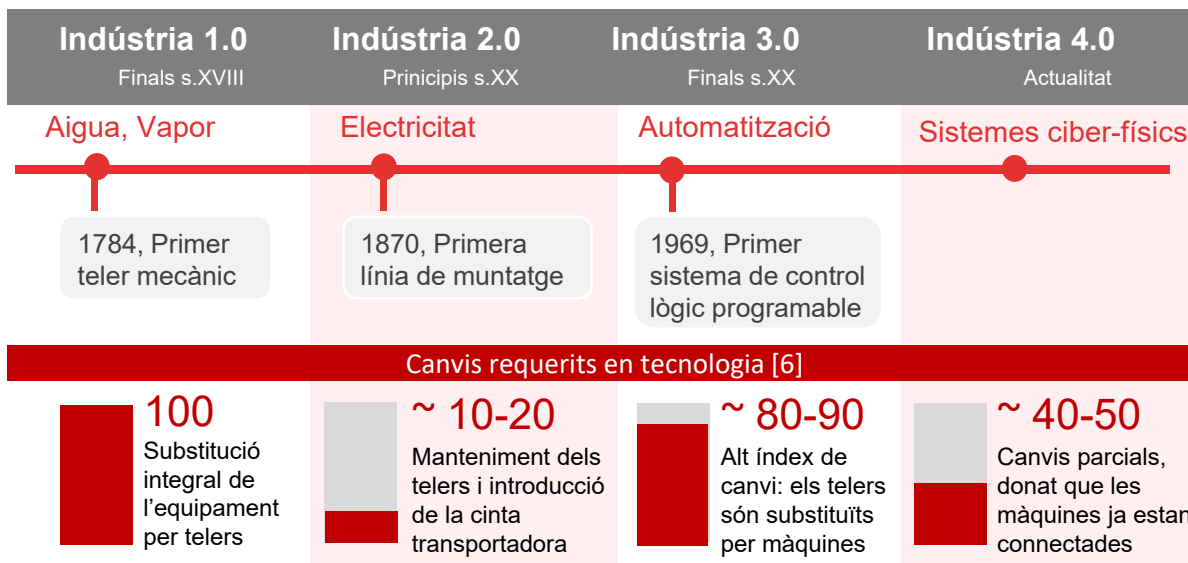
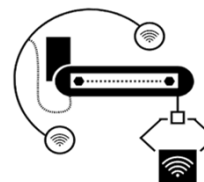
Aquest informe té com a objectius conèixer els elements que defineixen el present i el futur de la Indústria 4.0, des del punt de vista de les fàbriques, les empreses i de qualsevol activitat que comporti beneficis per a la ciutat.



DEFINICIÓ

El terme d'Indústria 4.0 fa referència a l'evolució actual dels sistemes, maquinària, tecnologia i processos utilitzats en el sector industrial mitjançant l'ús de noves tecnologies [2] com els sistemes cibernètics físics, la *Internet de les Coses (Internet of Things)* i la *Internet dels Serveis (o Cloud Computing)*. L'intercanvi continuat d'informació en temps real i via internet d'aquests sistemes, no només entre humans (C2C) sinó entre humans i màquines (C2M) i també entre les mateixes màquines (M2M), permet consolidar una gestió integral del coneixement [3] coneguda actualment sota el nom d'Indústria 4.0.

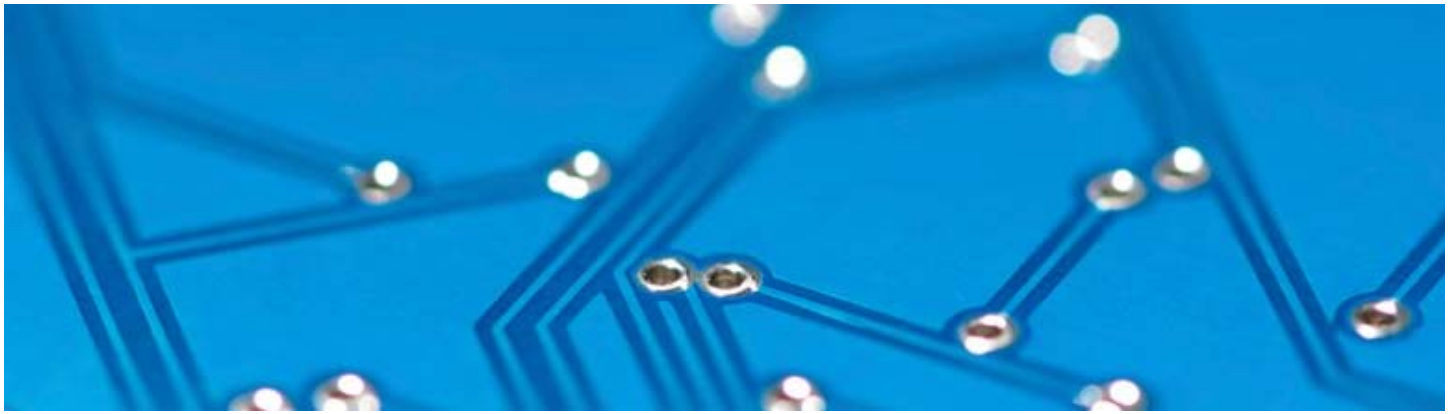
El 4.0 s'utilitza perquè es considera la quarta revolució industrial, que segueix els tres processos històrics transformadors viscuts globalment. El primer marcat pel pas de la producció manual a la producció mecanitzada, el segon amb l'aparició dels sistemes elèctrics per a la producció en sèrie i el tercer amb la incorporació de l'electrònica per a l'automatització de la producció [4].



El *World Economic Forum* considera que hi ha tres raons per què les transformacions actuals no representen una continuïtat de la tercera revolució industrial, sinó l'arribada d'una diferent: la velocitat (sense precedents en la història), l'abast (en quasi totes les indústries, a tots els països) i l'impacte en els sistemes [5].



El concepte d'indústria 4.0 és utilitzat per primer cop a Alemanya l'any 2011 com a proposta d'una nova línia de política econòmica basada en un projecte d'estratègia d'alta tecnologia, que permetria una total independència de la mà d'obra en la producció [3].



TECNOLOGIES FACILITADORES DE LA INDÚSTRIA 4.0

La quarta revolució industrial neix com un procés de transformació de la indústria basat en la combinació de mètodes de producció i tecnologies de la informació per tal de fer el procés de fabricació més flexible i adaptatiu. La interacció de persones, màquines i sistemes permet la creació de xarxes dinàmiques i auto organitzades que poden ser optimitzades en temps real.



Dades, poder de tractament i connectivitat

Big data i open data

La gestió i l'anàlisi de dades a gran escala permet tractar grans quantitats d'informació, impossibles de tractar amb les eines actuals.

Internet de les Coses (IoT)

Facilita la connexió i comunicació entre dispositius per trobar solucions, permetent que les màquines identifiquin problemes gràcies al *big data* i puguin solucionar-los de manera independent.

Tecnologia al núvol (Cloud Technology)

El també denominat Internet dels Serveis permet no només virtualitzar l'emmagatzematge, sinó també obtenir serveis de computació mitjançant la xarxa facilitant la utilització de recursos en el moment precís.



Interacció màquines-humans

Interfície tàctil (TUI) i el pròxim nivell d'interfícies d'usuari gràfiques (GUI)

La connexió entre dispositius electrònics i usuaris ha donat lloc a una gran proliferació de dispositius electrònics que permeten a l'usuari la comunicació mitjançant una pantalla sensible (TUI) o un panell de control representat gràficament (GUI).

Realitat virtual i augmentada

L'aparició de dispositius òptics que permeten la simulació, el modelatge i la virtualització comporten no només validar programacions i planificacions abans d'executar-les, sinó també realitzar actuacions a distància al moment i sense desplaçaments.

La conjunció entre les tecnologies avançades de manufactura i les noves tecnologies de la informació, les dades i l'anàlisi, han resultat en una transformació digital integral i en **noves terminologies que representen les tendències que transformaran el futur d'empreses i ciutats [6].**



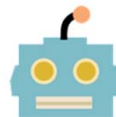
Anàlisi i intel·ligència

Digitalització i automatització del coneixement

La necessitat d'eines i tecnologies amb capacitat de processar en temps real grans volums d'informació extreta de tecnologies *big data*, han donat lloc a l'ús de sensors, intel·ligència artificial (IA) o els més recentment anomenats *machine learning* (aprenentatge automàtic mitjançant IA gràcies a l'experiència) o *deep learning* (aprenentatge no supervisat mitjançant IA) [7].

Analítica avançada

La capacitat de millorar i optimitzar els programes i processos de producció mitjançant algorismes millorats i més disponibilitat de dades, permeten més agilitat en la cadena de producció i la presa de decisions.



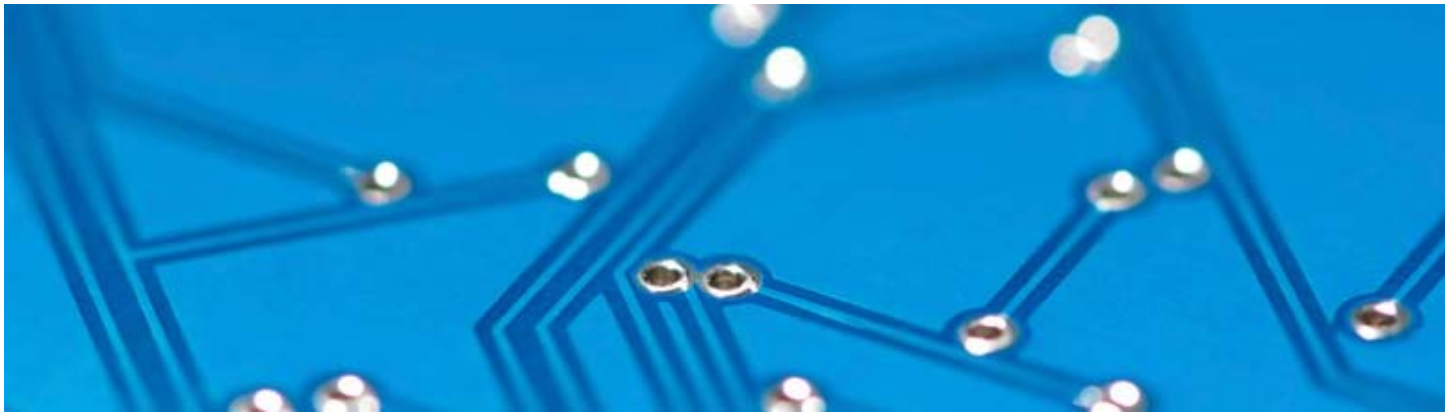
La conversió de digital a físic

Fabricació additiva o impressió 3D

La possibilitat de produir representacions 3D físiques de produccions personalitzades en el mateix lloc de treball, permet l'augment de la precisió i qualitat de productes en un mateix eix.

Robòtica avançada

La incorporació de robots autònoms, flexibles i col·laboratius, programats per realitzar diferents tasques i amb capacitat de percebre mitjançant sensors, el que succeeix al seu voltant, és una evolució més de la intel·ligència artificial que possibilita una relació bidireccional entre el món físic i el món digital.



BENEFICIS DE LA INDÚSTRIA 4.0



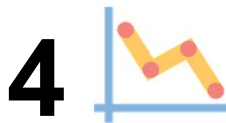
VELOCITAT. La velocitat de producció d'un producte també millorarà. El disseny digitalitzat i la fabricació additiva reduiran el temps de disseny del producte i el seu lliurament. Es calcula que la logística basada en dades permetrà accelerar el procés de lliurament de comandes un 120% i reduir els costos logístics un 70% [8].



PRODUCTIVITAT. La utilització de la producció basada en dades evitarà errors en béns d'equip. Es pronostica que farà disminuir el temps d'inactivitat en un 50% i augmentar la productivitat un 30% [6]. Philips, per exemple, ja produeix afaitadores en una fàbrica sense llum, amb 128 robots i nou treballadors formats que s'asseguren dels controls de qualitat.



QUALITAT DE PRODUCTE. La integració del desenvolupament del producte i la producció física també s'associa a millores de qualitat i a una disminució de l'error. La sensorització permet monitorar cada peça produïda en temps real i utilitzar el *big data* per solucionar aquests errors. Això estalviaria un estimat de 160 bilions d'€ a Europa a les 100 indústries més grans [8], i entre un 10 i un 20% dels costos de qualitat a les Indústries 4.0 [6]. La fàbrica intel·ligent de [Siemens](#) a Amberg ja ha aconseguit només 12 defectes per milió aquest últim any (vs.500 detectats al 1989).



REDUCCIÓ DELS COSTOS OPERATIUS. Gràcies a la Internet de les coses, totes les màquines i sensors estaran connectats entre si, permetent més eficiència, una reducció dels costos de manteniment entre un 10 i un 40% [6], així com una millor planificació del treball de producció.



INTERACCIÓ AMB EL CLIENT. La possibilitat d'adaptar els processos de producció a les necessitats del client per fer arribar al consumidor un producte que ell mateix ha personalitzat, d'una manera ràpida i econòmica, augmentarà la seva satisfacció.

TENDÈNCIES

ENTORN

Mass customization

L'automatització dels processos productius, la capacitat de gestió de dades i l'ús de la robòtica avançada permetran la ràpida personalització dels productes en massa. Aquesta flexibilitat potencia la innovació de nous productes que podran dur-se a terme sense importants canvis en la línia de producció.

Relocalització de la fabricació

La comunicació directa i fluida entre fabricants, clients i proveïdors esdevé clau per poder reaccionar de manera ràpida i àgil als canvis. Això dona lloc a un procés de re-localització de les fàbriques perquè estiguin a prop del consumidor (*nearshore*) i un canvi en el model de producció.

Nou model de negoci per vendre serveis i no productes

Més que competir en costos, les noves companyies competiran segons la innovació, la personalització i la qualitat (basada en la reducció de l'error) oferida. Les dades són un nou actiu de valor, que serà comercialitzat en forma de nous models de negoci i serveis.

NEGOCI

Smart Manufacturing

L'aplicació de les TIC en els processos de fabricació permetran l'optimització de les operacions i el naixement de la fàbrica intel·ligent.

De models de negoci basats en producte, a basats en clients

La personalització de la producció obre la porta a una indústria més flexible, basada en el client.

On-demand Manufacturing

L'augment de la velocitat d'obtenció d'un producte i la disminució dels costos associats, permet la possibilitat de producció sota demanda.



APLICACIÓ A EMPRESES

+ Dades globals

L'aplicació de la Indústria 4.0 a les empreses permet actualment la creació de xarxes intel·ligents, amb capacitat de controlar-se a sí mateixes al llarg de la cadena de valor. *Accenture* va calcular l'any 2015 que la *Industrial Internet of Things (IIoT)* (o l'aplicació de la Internet de les Coses a la manufactura) podria agregar 14,2 trilions de dòlars en l'economia mundial en quinze anys [9].

Tot i que el camí ja ha començat, encara estem lluny d'assolir una completa transformació de la indústria, tal com és concebuda en la teoria. Segons el baròmetre Global de la Innovació, una mesura que publica General Electric cada any i que recull opinions de més de 4.000 líders de 23 països, l'any 2016, set de cada deu executius enquestats sentien curiositat i expectatives sobre la quarta revolució industrial, tot i que només un 64% estava disposat a assumir el risc d'innovar [10]. Segons dades d'aquest any, el 73% ha augmentat la seva habilitat d'analitzar *big data* (vs.43% l'any 2014). Tecnologies com la impressió additiva demostren tenir menys implementació, ja que només 4 de 10 empresaris hi estan familiaritzats [11].

Actualment, el sector de l'automoció i de l'electrònica són els més digitalitzats. El sector logístic, el químic i el del metall, seran però els que tindran una evolució més destacada en els pròxims anys, tot i comptar actualment amb els percentatges de

67% empresaris es mostren **positius** sobre la 4a revolució industrial



73%

admeten treballar amb **big data**



41%

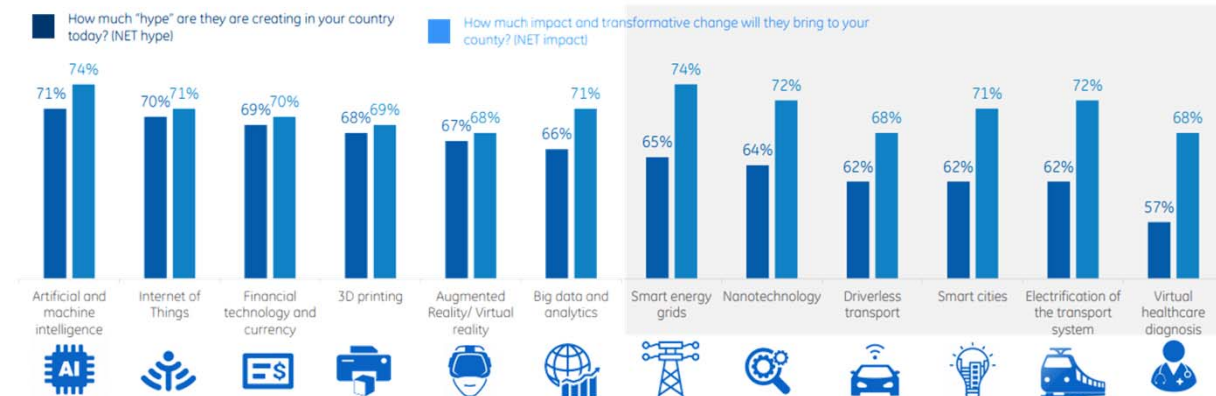
admeten estar familiaritzats amb la **impressió 3D**



81% dels empresaris es mostren **preocupats** per no poder adaptar-se als canvis

digitalització més baixos. Així ho anuncia *PWC* en l'Estudi Global de la Indústria 4.0, en el que preveu que el percentatge de digitalització dels sectors industrials tingui un creixement molt ràpid en els pròxims cinc anys [12].

El baròmetre de la innovació destaca la intel·ligència artificial, la Internet de les coses, les *fintech* i la impressió 3D com les eines tecnològiques que més expectativa han generat entre els empresaris. Malgrat això, les eines amb més capacitat transformadora i actualment encara subestimades són les ciutats intel·ligents, la xarxa elèctrica intel·ligent i l'electrificació del sistema de transport.

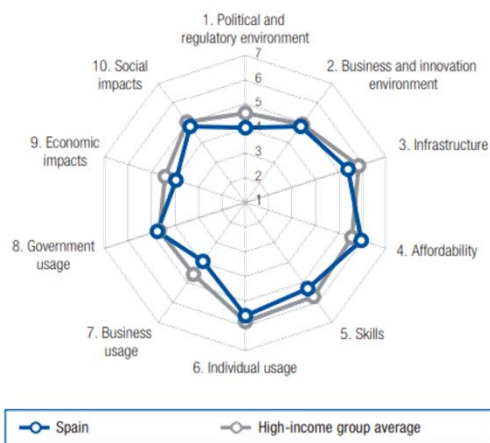


Font: Baròmetre Global de la Innovació, 2018 [11]

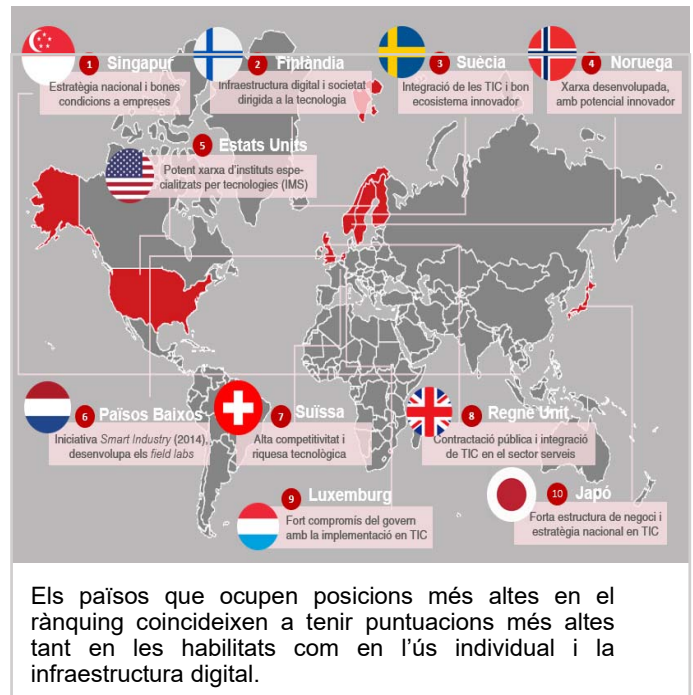


El *Networked Readiness Index* permet avaluar el nivell de digitalització dels països, i l'ús que en fan per impulsar la competitivitat i el benestar. D'alguna manera permet inferir el grau de preparació que té un país per beneficiar-se de les eines tecnològiques incorporades per la quarta revolució industrial.

Espanya ocupa la posició 35, amb una qualificació de 4,8 en una escala de 7 punts, en la que es mesuren 10 variables que determinen l'entorn, la maduresa, l'ús i l'impacte de la digitalització al país.



Font: The Global Information Technology Report, World Economic Forum, 2016 [13]



Els països que ocupen posicions més altes en el rànquing coincideixen a tenir puntuacions més altes tant en les habilitats com en l'ús individual i la infraestructura digital.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades del World Economic Forum [13]

+ La Indústria 4.0 a Catalunya

El concepte d'indústria 4.0 és relativament recent, pel que poques empreses dediquen íntegrament el seu negoci a aquest àmbit a Catalunya. Tot i que sí que s'ha detectat en molts casos un elevat nivell de sensibilització per la necessitat de digitalitzar els seus processos, són poques les empreses que s'han iniciat en aquest procés.

El teixit d'empreses que desenvolupen aquestes noves tecnologies està format en gran part per *start-ups*, amb productes que es troben encara en fase pilot. En aquest sentit, la consolidació de l'ecosistema emprenedor de l'àrea metropolitana de Barcelona, i en concret, el creixement d'*start-ups* tecnològiques al territori, ha facilitat que aquestes noves empreses siguin més susceptibles d'enfocar el seu *core business* a la Indústria 4.0.

La tendència identificada en empreses més madures, en canvi, és la integració d'una línia de negoci, que conviu amb línies de negoci més tradicionals, i que es dedica en exclusiu al desenvolupament i/o la utilització de nous models ciber-físics.

L'agència de suport a la Competitivitat de l'Empresa catalana (ACCIÓ) va identificar l'any 2015, 365 empreses pertanyents a l'oferta de productes i serveis d'Indústria 4.0 amb una facturació agregada de 1.224M€ exclusivament relacionada amb noves tecnologies. Dit d'una altra manera, el 0,6% del total del PIB català estava relacionat amb tecnologies de la Indústria 4.0. Com a particularitat, el 83% de les empreses identificades tenen menys de 50 treballadors, i només el 3% són grans empreses [14].



A Catalunya existeixen diverses entitats que promouen la quarta revolució industrial, el conjunt de les quals formen l'eco-sistema d'Indústria 4.0. Dels diferents agents d'aquest sistema, destaquen els 21 centres de la Xarxa **TECNIO**. Sota aquest Segell, ACCIÓ ha identificat un conjunt de desenvolupadors de tecnologies i de facilitadors que participen en el procés de transferència de coneixement i tecnologia a l'empresa. Clústers, associacions, col·legis professionals i fires rellevants com l'*IoT Congress*, l'*Advanced Factories* o el recentment creat *Global 3D Printing Hub* (entre d'altres) també juguen un paper rellevant en la promoció de les noves tecnologies.

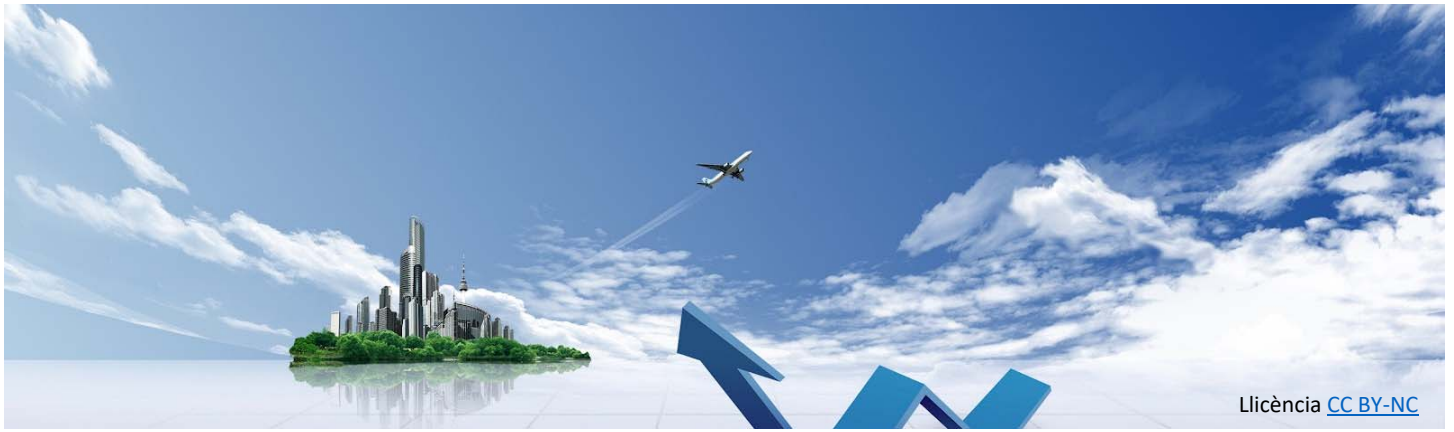
De l'anàlisi es desprèn que a Catalunya hi ha més integradors que desenvolupadors de tecnologia. Tot i l'elevat nombre d'empreses desenvolupadores, aquestes no acostumen a tenir els seus centres de decisió al territori. L'estudi d'ACCIÓ també detecta una elevada presència d'empreses del segment de dades i connectivitat, que representen el 41% del total d'Indústria 4.0, mentre que el sector d'intel·ligència destaca per la poca presència d'empreses. Els àmbits de demanda amb més potencial d'aplicació són l'automoció, els béns d'equip, la salut i els equipaments mèdics, així com indústries del transport i logística i distribució.

L'ecosistema de la Indústria 4.0 a Catalunya

PROVEÏDORS DE CONEIXEMENT	CLÚSTERS I ASSOCIACIONS		ALTRES ENTITATS	
	Catalonia Clusters	Associacions professionals	Col·legis professionals	Fires i esdeveniments
Formació 				

PROVEÏDORS DE SOLUCIONS	DISTRIBUIDORS	INTEGRADORS	USUARIS FINALS
<p>99 empreses de mitjans de producció (robòtica, fabricació additiva): 6.569 treballadors</p> <p>32 empreses d'intel·ligència (simulació, integració, realitat augmentada): 259 treballadors</p> <p>150 empreses de dades i connectivitat (IoT, big data, núvol, ciber-seguretat): 7.437 treballadors</p> <p>Empreses per facturació o rellevància</p>			<p>Instal·ladors</p> <p>Enginyeries</p> <p>Consultories</p> <p>84 empreses de consultoria i serveis: 8.889 treballadors</p>

Font: Elaboració pròpia a partir de dades d'ACCIÓ [14]



APLICACIÓ A LES CIUTATS

Tot i que la Indústria 4.0 neix arrel de la necessitat de digitalitzar els processos industrials, actualment el concepte no fa referència només a la fàbrica, sinó que inclou tota la cadena de valor i per tant, és d'aplicació tant a petites, mitjanes i grans empreses (com s'ha vist anteriorment), fins a les ciutats.

Els sistemes ciber-físics i les eines tecnològiques que se'n deriven, juntament amb el procés d'urbanització global han impulsat la creació de ciutats intel·ligents, que utilitzen la tecnologia per prestar de forma més eficient serveis urbans i millorar la qualitat de vida dels ciutadans en àmbits com la seguretat, el transport, l'educació i la salut. Les ciutats s'han adonat que els beneficis de la tecnologia van més enllà dels guanys en eficiència: la tecnologia està ajudant a les ciutats a ser més habitables i sostenibles.

D'acord a un estudi d'IBM, 1 trilió de dòlars podrien ser estalviats amb millores de planificació a les ciutats en tots els seus àmbits [15]. Tot seguit es detallen les principals aplicacions en l'actualitat.

Mobilitat: una de les preocupacions per a qualsevol ciutat poblada és la mobilitat. La densitat del trànsit, l'aparcament o els accidents són problemàtiques del dia a dia d'un centre urbà. De fet, es calcula que els viatgers perden una mitja de 50 hores l'any en retards [15]. Empreses i ciutats han donat solució a aquestes problemàtiques mitjançant el monitoratge de cotxes amb l'ús de càmeres i sensors que capturen dades en temps real, les quals permeten:

- *Millores en la gestió del trànsit*, amb la possibilitat de preveure tendències mitjançant algorismes matemàtics
- *Planificació del transport*
- *Aparcament intel·ligent*
- *Control de peatges*
- *Distribució de mercaderies* ([Areadum](#))

Sostenibilitat: la incorporació de la gestió optimitzada de recursos com l'aigua, l'energia, les matèries primeres i la generació de residus esdevé un punt clau de les ciutats intel·ligents. La combinació de sensors i sistemes ciber-físics han donat lloc al desenvolupament de diverses tecnologies.

- *Enlluernament públic intel·ligent*, segons l'hora, la meteorologia o el nivell de perillositat del carrer
- *Gestió integral del cicle de vida de l'aigua*, reg intel·ligent i detecció de fuites –14 bilions de dòlars es perden cada any en fuites al món–.
- *Gestió intel·ligent dels residus*
- *Energia intel·ligent o smart metering*
- *Sensors ambientals intel·ligents*

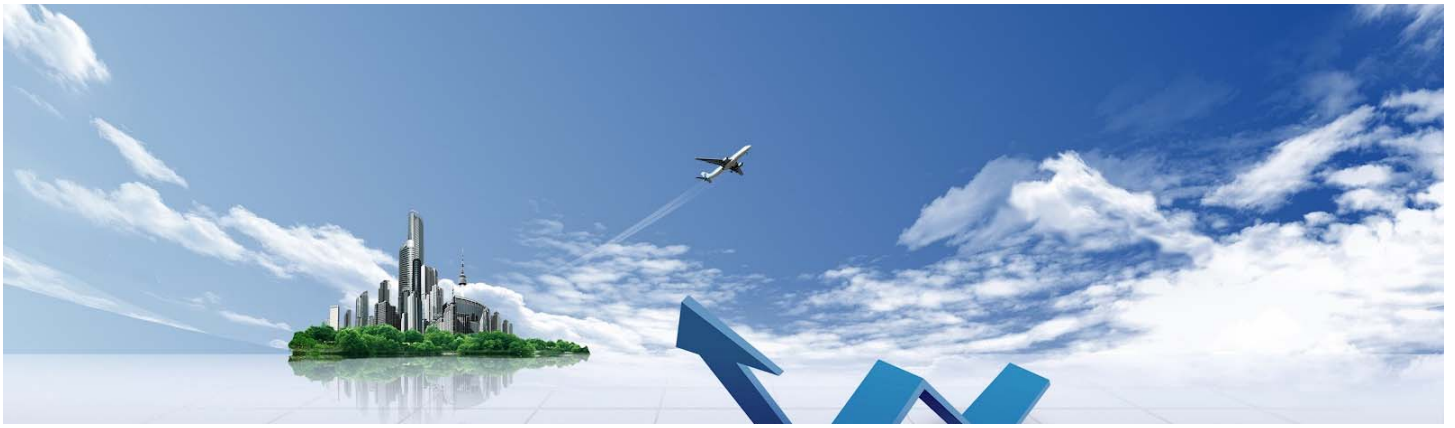
Seguretat: gràcies a la introducció de sensors, càmeres i a les interfícies home-màquina, és possible millorar les condicions de seguretat de les ciutats, prevenint problemes i millorant el temps de resposta de la ciutat.

- *Videovigilància intel·ligent*
- *Control i gestió de les emergències*
- *Protecció del patrimoni*
- *Localització de les persones*
- *Ciber-seguretat* de les dades i sistemes d'informació de l'administració
- *Ciber-resiliència*, per anar un pas més enllà i assegurar-se capacitat de resposta en cas d'una fallida de seguretat

Societat: la possibilitat de gestionar mitjançant sistemes ciber-físics la quantitat d'informació de què disposen les ciutats, permet implementar noves eines intel·ligents que ajuden a solucionar diferents reptes de la ciutat.

- *Open data*
- *Social Wi-Fi*
- *Educació oberta i digital*
- *Sanitat intel·ligent*, amb historial clínic digital, programes de salut intel·ligents per malalts crònics i teleassistència
- *Comunicació avançada amb el ciutadà*
- *Gestió del turisme*





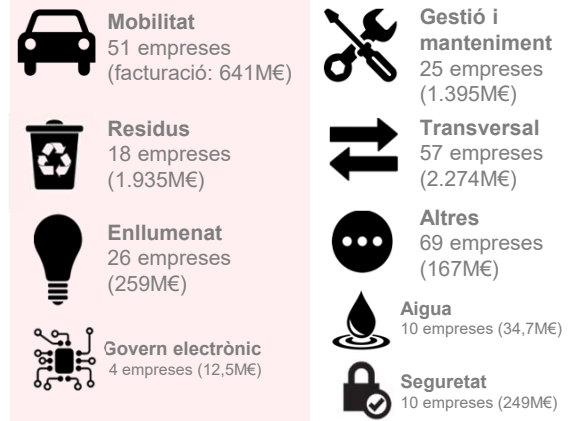
+ **A Catalunya** hi ha 270 empreses que treballen en el sector *smart city*, centrant-se en la provisió de serveis i la producció d'equipament per donar solucions intel·ligents a les ciutats. Segons un estudi elaborat per la Generalitat a través d'ACCIÓ [16], donen feina a 116.163 treballadors i facturen 36.650M€, dels quals 6.969 estan exclusivament vinculats a aquestes activitats. Aquest volum de facturació representa el 3% del total del PIB català.



Es calcula que el 82% de les empreses del sector són PIMEs, i 7 de cada 10 són empreses constituïdes fa més de 10 anys. L'oferta es centra en la provisió de serveis i la producció d'equipament. Residus, mobilitat i enllumenat són sectors amb una massa crítica important, tot i que les empreses de *hardware*, *software* i serveis TIC també tenen una rellevància important dins del sector.

També existeix tot un conjunt d'agents, entitats i iniciatives relacionades amb *smart cities*. A l'àrea metropolitana, els ajuntaments de Barcelona, Sant Cugat, Sant Feliu de Llobregat, Sant Vicenç dels Horts i Viladecans són exemples d'administracions públiques que dinamitzen projectes i iniciatives de ciutats intel·ligents. Clústers organitzats, universitats, centres tecnològics i diferents fires i xarxes internacionals, com el [Barcelona Fab Lab](#) o [European Network of Living Labs](#) també els donen suport.

Principals sectors



Empreses proveïdores de tecnologies per a ciutats intel·ligents a Catalunya

	Xarxa elèctrica intel·ligent (smart grid)	Mobilitat intel·ligent	Entorn intel·ligent	Comunicacions intel·ligents			
		Trànsit intel·ligent	Pàrquing intel·ligent	Vehicle intel·ligent	Aigua intel·ligent	Residus intel·ligents	
Serveis de la ciutat	SECE, RUBATEC, LEONOTIVE	etra, TMB	saba, YUGO	vadecity	AERIS TECNOLOGIAS AMBIENTALES, Agbar	FCC, urbaser, CLD	cellnex, Wonderspace
Equipament de la ciutat	BENITO, simon, df Electric, salmi	ECOBAM, Tace, PROSENYAL	MEYPAR, CAME parkore, CONVI	mobeapoint, bikes	NATUR GRUP, FLUIDRA	Ros Roca environment, AUSA	eurona, wayra, bc sistema
Tecnologies IoT i big data	sinapse, teknoCEA	sdav, sensefields, CAPMAR	WORLD SENSING, worldline	ROAWDS	SAMCLA	sisltech	opentrends, HAZUR, bism@rt, zolertia

Font: ACCIÓ, Smart City a Catalunya [16]

REPTES DE LA INDÚSTRIA 4.0

Tot i els beneficis i les aplicacions positives de les noves eines tecnològiques a les fàbriques, les empreses i les ciutats, l'adopció de la Indústria 4.0 planteja afrontar canvis significatius. Tot seguit es resumeixen els principals reptes que han suscitat experts, administracions i agents amb un rol crític en l'entorn.

Darwinisme tecnològic



No tots els experts veuen amb optimisme l'explosió de la Indústria 4.0 a l'empresa. Els sondejos reflecteixen que un 81% dels empresaris està preocupat pel *darwinisme tecnològic* [17]. Segons aquest pensament, el procés de transformació només beneficiaria a les empreses amb recursos per captar talent i innovació. Els que no s'adaptin, no sobreviuran.

Ciber-seguretat i resiliència



La digitalització aporta grans beneficis, però també comporta grans riscos relacionats amb la seguretat al voltant de les dades i de les tecnologies implicades. En un món en què hi ha cada cop més màquines i altres dispositius connectats a la xarxa, el risc d'un potencial ciber-atac és cada any més gran [20], el que obliga a les ciutats a esdevenir ciber-resilients.

Formació, reciclatge i especialització



L'automatització dels processos i la creixent interacció de les persones amb les màquines augmentarà el nivell de complexitat tecnològica en el lloc de treball i requerirà reconvertir i adaptar els diferents perfils professionals a la indústria. Els treballadors requeriran de formació especialitzada per tal d'assolir nous requeriments derivats d'aquestes noves tecnologies.

Necessitat de debat democràtic



Mantenir el *status quo* no és una opció. Els experts coincideixen en el fet que esdevé necessari un debat obert i democràtic sobre la forma i els objectius d'aquesta nova economia, però sobretot entorn dels canvis tecnològics que suposarà per les ciutats i el conjunt del territori. L'administració local es veu compel·lida a col·laborar amb empreses i ciutadania (*bottom-up*) per assegurar una bona acollida d'aquests canvis [18].

Barreres a la internacionalització



El *World Economic Forum* reconeix que els beneficis de l'apertura estan en risc per mesures proteccionistes, especialment per barreres no tarifàries i normatives del comerç mundial, que han augmentat des de la crisi financera del 2007. Les administracions temen que la quarta revolució industrial faci créixer la desigualtat i comporti problemes de seguretat geo-política.

Seguir sent *human & humane*



L'entusiasme per l'avanç de les noves tecnologies no és injustificat. És una realitat que la digitalització obre la porta a una infinitat de reptes al món del treball. Per això és important que els agents involucrats en aquest canvi no passin per sobre dels marcs socials, ètics i polítics necessaris per fer un bon ús d'aquest avanç tecnològic [19].

CASOS I APLICACIONS PRÀCTIQUES

Tot i que l'aparició del concepte d'Indústria 4.0 és recent, la implementació de noves eines tecnològiques ja ha començat –sovint, de manera desigual- a nombrosos sectors. I com no podia ser d'una altra manera, la nova revolució industrial ha aportat millores en productivitat, velocitat en el tractament de dades i solucions a la indústria, les empreses i les ciutats.

En l'àmbit d'aquest informe, es presenta l'estudi de sis casos que representen o, en alguns casos, donen solució, als cinc reptes identificats anteriorment (el *darwinisme tecnològic*, la ciber-seguretat, la necessitat de debat democràtic, les barreres i l'ètica) mitjançant l'ús de noves tecnologies d'Indústria 4.0 a empreses i ciutats.

'TORAY'

Innovation by Chemistry

CAS 1

Fabricació Brillant a través d'IloT i anàlisi de big data

La implementació d'IloT al sector manufacturer ja és una realitat i ha millorat la productivitat i disminuït el cost operacional de grans empreses. Les noves plataformes basades en serveis faciliten la implementació de noves eines tecnològiques, tot i que encara de manera desigual.



CAS 2

Impressió 3D per a usos emergents a les Illes Salomó

La impressió additiva ha aportat no només la possibilitat de produir amb més detall i en un sol eix, sinó que també ha ajudat a aportar solucions a situacions urgents en ciutats insulars, així com en cas de desastres naturals o de necessitats primàries.



CAS 3

Pla nacional de digitalització a Portugal

Portugal ha arribat a un acord d'entesa (MoU) amb l'empresa nord-americana Cisco per incorporar la digitalització a nivell nacional a institucions públiques. La implementació ha demostrat ser una eina efectiva de transparència i d'eficiència pel que fa als tràmits administratius.



CAS 4

Rotterdam, 1er port ciber-resilient

En ple boom de digitalització i centralització de dades, cada cop esdevé més necessari garantir la seguretat i confidencialitat de la informació. Rotterdam és la primera ciutat europea amb una estratègia oficial de seguretat i ciber-resiliència.



CAS 5

Innovation City Ruhr, Alemanya

La transformació d'una zona industrial en un centre de negocis verd és el paradigma de col·laboració entre ciutadania, sector privat, i administració. La creació d'una entitat independent dedicada només al desenvolupament de projectes urbans verds és tot un exemple de debat democràtic a Alemanya.



CAS 6

Projecte ROMI, Cerdanyola

Green Fab Lab Barcelona és una xarxa dedicada tècnicament i ideològica a millorar la circulació alimentària mitjançant l'ús de tecnologia robòtica. El projecte ROMI busca desenvolupar nous models socioeconòmics per a cadenes de producció d'aliments.

- Any implantació: Desconegut
- Tecnologies utilitzades: *IIoT* i *big data*
- Iniciativa privada



- Abast d'actuació: Estats Units

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

Transformació de la manufactura amb l'*IIoT* (*Internet de les Coses a la Indústria*)

TORAY és una empresa japonesa coneguda per fusionar l'ús de la nano-tecnologia amb la química orgànica i sintètica. Compta amb 254 instal·lacions i opera a 26 països. L'empresa ha implementat en els últims anys diverses tecnologies d'*IIoT* desenvolupades per General Electric (GE), en concret, la denominada [Fabricació Brillant](#). Es tracta d'un sistema d'automatització industrial i de gestió del rendiment en temps real, per optimitzar les operacions [21]. L'aplicatiu permet recollir i analitzar les dades dels indicadors clau directament des dels dispositius, facilitant a l'operador la supervisió de la fabricació a un nivell més granular, per tal, en primer lloc, de detectar i rebaixar la producció de pel·lícules defectuoses, i a més millorar l'eficàcia, la qualitat i la reducció dels residus de materials. Tot això permet a l'empresa millores en eficiència i costos operatius [22].



Resultats



La implementació de noves tecnologies a la manufactura, en concret la gestió i anàlisi de dades a gran escala (*big data*), ja és una realitat a les grans empreses, i ha suposat un gran desenvolupament de la productivitat i efectivitat de les seves operacions. A més, per tal de facilitar encara més la gestió d'aquestes dades en el núvol, la internet dels serveis (Saas: *Software as a Service*) ha facilitat que treballadors amb diferents rols operatius a la manufactura tinguin accés a tota la informació operativa del negoci, independentment del seu nivell tècnic.

L'empresa americana d'*IoT* [Cisco](#) (*partner* del sector *IoT* de l'Ajuntament de Barcelona) preveu que, l'any 2020, 13,5 bilions de dispositius estiguin connectats mitjançant una xarxa dinàmica i autoorganitzada en temps real [23].

L'*IIoT* ja és una realitat a l'empresa, això no obstant, l'alt cost inicial de la seva implementació suposa una barrera d'accés a les noves tecnologies per a petites i mitjanes empreses, si no basen el seu *core business* en això. Nombrosos estudis demostren que la internet de les coses a la indústria és totalment efectiva i d'aplicació per a qualsevol tipus i grandària de negoci. La realitat però és un altre si es té en compte el cost total d'implantació i de manteniment, donat que moltes PIMEs no estan preparades encara per adherir-se a la quarta revolució tecnològica.

LESSONS LEARNT

La implementació d'*IIoT* a la manufactura és una tendència cada cop més real i propera a les empreses, i l'Àrea Metropolitana de Barcelona no és una excepció. Com a eco-sistema emprenedor amb una característica especialització en els sectors mòbil i digital, és fàcil preveure un desenvolupament d'aquestes noves eines tecnològiques a la metròpolis en els pròxims anys. El *gap* tecnològic entre PIMEs i grans empreses és un repte que l'administració ha de tenir en compte per preservar el mercat local i generar un desenvolupament econòmic saludable i amb igualtat d'oportunitats.



- **Any implantació:** Desconegut
- **Tecnologies utilitzades:** Impressió additiva (3D)
- **Iniciativa pública i privada:**



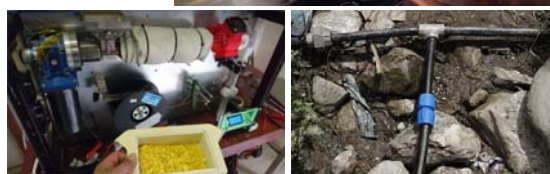
- **Abast d'actuació:** Internacional

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

Impressió 3D per a usos emergents

Les illes Salomó són un arxipèlag d'Oceania, situat al sud-oest de l'Oceà Pacífic i al nord-est d'Austràlia. Es tracta d'un país on més d'un de cada cinc residents té dificultats d'accés a aigua neta i potable. Un grup d'enginyers de la Universitat de Deakin va trobar la manera de garantir l'accés mitjançant impressió additiva. L'equip de treball va descobrir que el problema es trobava a les canonades d'aigua. Les canonades estaven reparades per gent local amb materials naturals de l'illa, com el *bamboo*, pneumàtics, etc. [24]. El Dr. Mazher Mohammed, expert en impressió 3D, va dissenyar una nova canonada amb un ordinador portàtil que va ser més tard reproduïda mitjançant impressió additiva amb materials locals. El

seu *eco-impressor 3D* tenia com a particularitat la utilització de residus plàstics, per tal de no haver d'esperar plàstics especials, més difícils i costosos d'obtenir [25]. A Nepal, on es va patir un gran terratrèmol el 2015 s'ha aplicat la mateixa metodologia per recuperar les infraestructures i garantir l'accés als recursos naturals [26].



Resultats



La impressió 3D ha aportat la possibilitat de reproduir obres detallades i complicades de manera econòmica, arribant fins i tot a aportar solucions tant a situacions urgents, com a desastres naturals, ajudant a garantir l'accés a necessitats primàries. Per exemple, l'empresa britànica [Watt-r](#) ha portat un carro d'energia solar fabricat mitjançant impressió 3D a Àfrica per millorar l'accés a l'aigua, donant-li ús també com a estació de càrrega per a mòbils o altres dispositius electrònics [27]. El principal problema de la instal·lació i producció de panells solars ha sigut sempre el seu alt cost. El dissenyador de *Watt-r*

ha fet possible el seu ús a baix cost gràcies a la impressió 3D. Gràcies al disminuït cost econòmic i la rapidesa en la seva producció, la fabricació additiva s'ha aplicat a diversos casos d'ajuda humanitària, com per exemple a Haití, on es va experimentar els efectes del terratrèmol de 2010 i d'huracans. L'únic problema d'aquesta tecnologia és que cal tenir coneixement d'ús de 3D i els materials aplicables. No obstant, l'equip del Dr. Mazher Mohammed està treballant per comercialitzar el seu impressor, perquè els locals només necessitin residus plàstics i diferents prototips en una interfície tàctil per a la producció d'elements sense necessitat d'entrenament. Tot això té un gran potencial de millora en l'efectivitat de l'ajuda exterior en casos de desastres naturals, donat que molt sovint la reparació d'infraestructures no es considera com a prioritat, i això complica la recuperació de la vida de la gent a les zones on no arriba l'ajuda suficient.

LESSONS LEARNT

Un dels reptes de la quarta revolució industrial és l'augment de la desigualtat dels ingressos i la geopolítica. En els tres casos comentats, la tecnologia 3D és un exemple de com millorar una desigualtat que existeix.

La fabricació additiva també pot ajudar, a més, a millorar la relació entre les ciutats i el seu voltant. En aquest sentit, la col·laboració entre municipis pel que fa a tecnologia, informació i coneixement, pot arribar a garantir l'accés de materials arreu del món, i a pal·liar els efectes negatius que suposa la falta d'accés als mateixos pels municipis menys desenvolupats.



- Any implantació: 2018
- Tecnologies utilitzades: IoT
- Iniciativa pública i privada:



- Abast d'actuació: Portugal

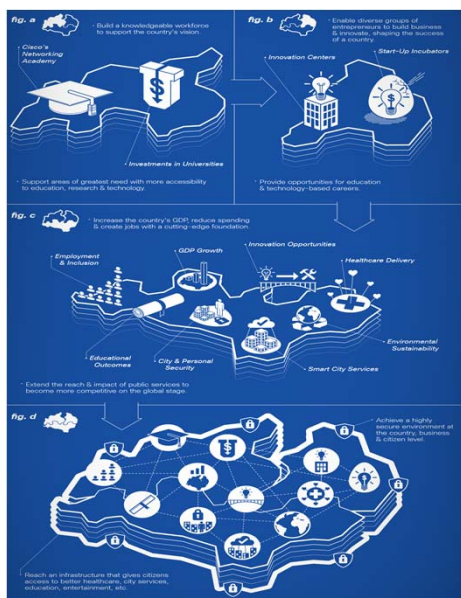
DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

Acceleració de la digitalització nacional a Portugal

El passat 2 de març el Govern de Portugal i l'empresa nord-americana de tecnologia Cisco van arribar a l'acord d'un memoràndum d'entesa (MoU) per accelerar la digitalització del país pels pròxims dos anys. Es tracta d'un projecte a llarg termini amb diferents objectius: el desenvolupament econòmic, l'educació, la innovació, la competitivitat, la inclusió social i la qualitat de vida. Líders nacionals, de la indústria i acadèmics hi participaran per millorar el perfil del país i garantir la transició cap a la digitalització dels sectors públic i privat. La transformació digital de l'administració és una prioritat pel govern portuguès, ja que considera que la seva modernització aconseguirà augmentar les col·laboracions amb el sector privat i reduir l'elevat cost administratiu. A més, la col·laboració entre l'Oficina de Seguretat Nacional i Cisco ajudarà a dissenyar i consolidar les infraestructures digitals com a plataforma per impulsar la innovació, l'automatització i la seguretat dels diferents ministeris [28].



Resultats



Aquesta entesa (MoU) formarà part del Pla Estratègic d'Indústria 4.0 de Portugal. Cisco donarà suport a la millora de la digitalització del transport, el turisme, les ciutats i les regions, així com la connectivitat entre elles i amb la Oficina Nacional de Turisme. Concretament i com a exemples, per tal de millorar el servei i l'experiència turística al país, s'analitzarà la mobilitat del turisme a través de Wi-Fi. A més, en el marc d'altres projectes europeus, Portugal també intentarà implementar una xarxa Wi-Fi en el conjunt de l'estat (WiFi4FOREU).

L'estratègia nacional portuguesa d'acceleració de la digitalització és la col·laboració públic-privada (PPP) més potent que existeix al sector digital avui en dia. Portugal no és però un exemple aïllat, sinó l'aplicació d'una realitat que ja està tenint lloc. El líder mundial de tecnologia del sector privat (Cisco) ja ha implementat la seva metodologia de transformació digital a més de 120 ciutats i 165 països del món, tot i que en la majoria de casos ho ha fet mitjançant una implantació parcial en delegacions específiques.

LESSONS LEARNT

La digitalització ha estat un dels elements més actius i potents de la Indústria 4.0 els darrers anys, acompanyat per l'aparició de les *smart cities*. L'ús de la Internet de les coses ja no es limita només al sector industrial, sinó també a administracions públiques i a àrees com el turisme, l'educació o la mobilitat, entre d'altres. Nombroses institucions han vist en la digitalització una eina efectiva de transparència, connectivitat i reducció de costos administratius. A més, la quantitat de dades disponibles gràcies a aquesta tecnologia ha aportat solucions a reptes urbans. Això no obstant, i com molts experts indiquen, la gestió de les dades privades encara és un tema delicat des del punt de vista del dret civil i la protecció de la privacitat.



- Any implantació: 2016
- Tecnologies utilitzades: Ciber-seguretat
- Iniciativa pública i privada



- Abast d'actuació: Rotterdam (Països Baixos)

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

Rotterdam com a ciutat i port ciber-resilients

L'any 2014 l'Ajuntament de Rotterdam va reconèixer per primer cop la necessitat d'establir un port ciber-resilient. El motiu? Les inversions en digitalització a la ciutat augmentaven a un ritme del 27% anual en els últims anys; les inversions en seguretat cibernètica, en canvi, només havien augmentat un 4%, el que indicava un potencial factor de risc a curt termini.

L'Autoritat Portuària de Rotterdam ha estat notícia aquest últim any per ser el primer organisme en aplicar Indústria 4.0 a Europa. El lobby [Deltalinqs](#) (representant dels interessos logístics i industrials de 700 empreses al port de Rotterdam) i l'Autoritat Portuària van fundar la plataforma de ciber-seguretat i resiliència [FERM](#), juntament amb la posada en marxa d'una estratègia municipal de ciber-resiliència a la ciutat [29]. Mitjançant aquestes eines, la ciutat ha intentat augmentar la conscienciació de les empreses establertes sobre la importància de la privacitat de la informació i la ciber-seguretat en l'entorn de treball. L'equip de treball ha anat més enllà per tal de construir una estructura organitzativa per assegurar que el port sigui accessible durant el possible fracàs d'un sistema TIC.



Resultats



El port de Rotterdam és el port més potent d'Europa pel que fa a tonatge de càrrega. Per mantenir aquesta posició en un mercat global i europeu tan competitiu, l'Autoritat Portuària s'ha esforçat en els darrers anys a millorar la circulació de nombrosos vaixells i transformar-lo en un port intel·ligent. Gràcies a la Internet de les coses, s'ha dut a terme la digitalització de les dades de més de 140.000 vaixells l'any, i s'ha implementat un panell de control centralitzat en col·laboració amb empreses privades com IBM i Microsoft [30].

El juny del 2017, el port va patir un ciber-atac [31]. Tot i que només va afectar una empresa, els organismes van aprendre que és important que no només les

empreses comptin amb un pla de prevenció a títol individual, sinó que esdevé clau l'existència d'una xarxa de ciber-resiliència a escala global que reconegui l'amenaça que suposen els ciber-atacs i hi faci front amb una estratègia coordinada global en cas de fracàs dels sistemes. La ciutat i el port de Rotterdam han admès que la ciber-seguretat és un element decisor de les empreses que busquen establir-se al port a l'actualitat, sobretot quan els ciber-atacs adopten cada cop formes més diverses i discretes (en forma de correus electrònics, *spam*, enllaços a pàgines web, etc.), causant danys importants i en molts casos irreversibles en els sistemes operatius.

LESSONS LEARNT

Tot i la creixent globalització i digitalització dels processos a les companyies, moltes empreses no tenen encara un procés de resposta articulat i adequat per gestionar un ciber-atac. La manca de cultura de seguretat informàtica s'aprecia en l'escassa inversió per part de les empreses en aquestes qüestions, així com en la manca de formació i de reacció per evitar determinats ciber-atacs. L'afectació actual, en canvi, és cada cop més gran a causa de la centralització de les dades, que faciliten als *hackers* robar una major quantitat de dades. Esdevé necessari que els agents del territori pensin en articular un pla de prevenció per minimitzar els efectes de possibles ciber-atacs, no només a nivell supra-municipal, sinó en col·laboració amb les empreses de l'entorn.

- Any implantació: 2010
- Tecnologies utilitzades: Eficiència energètica
- Iniciativa pública i privada



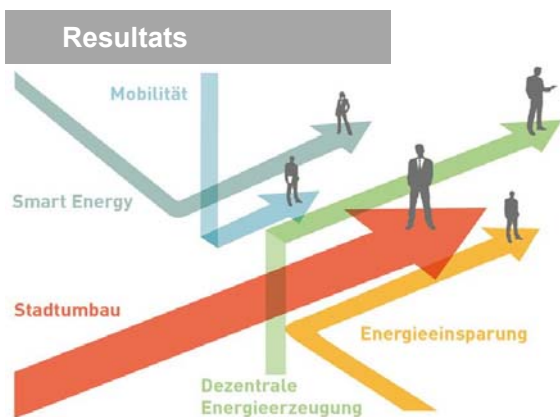
- Abast d'actuació: Bottrop i Regió Ruhr (Alemanya)

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

La ciutat de Bottrop, un projecte de regió

Bottrop és una petita ciutat (120.000 habitants) situada a l'extrem nord de la conca del Ruhr, al nord-oest d'Alemanya. La regió té una població de 5,3 milions d'habitants, conformant l'àrea urbana més àmplia d'Europa. Amb un passat molt lligat a la indústria, els diferents municipis de la zona han patit una notable desindustrialització durant les últimes dècades, esforçant-se a obtenir noves fonts d'inversió en els últims anys. L'any 2010, un grup d'empreses del Ruhr va organitzar un concurs per identificar la ciutat més eficient energèticament, perquè servís de model per reduir les emissions de CO₂ tant a altres municipis de la regió, com a altres ciutats industrials europees.

La ciutat de Bottrop va ser l'escollida, després de presentar més de 120 projectes d'eficiència a la ciutat, tots ells coordinats per un organisme independent finançat gràcies a la indústria local, i dedicat exclusivament a aquesta tasca. Aquest [organisme](#) es dedica no només a efectuar la implantació d'aquests projectes, sinó a assegurar-se de la complexa gestió d'interessos de la ciutat (com la comunicació amb agències federals i de finançament de la UE, i a la ciutadania). Més de 20.000 membres de la ciutat de Bottrop van expressar el seu suport en el procés de transformació de la ciutat [32].



El projecte *InnovationCity Ruhr* es caracteritza per ser un exemple paradigmàtic de col·laboració entre sector públic i privat a l'hora de transformar una zona industrial. El nombre de projectes ha augmentat a més de 300 en tota l'àrea, dividint-se en les següents categories: vida, treball, mobilitat, energia i ciutat. Els projectes són efectuats per un equip multidisciplinari d'enginyers, urbanistes i científics, així com per diferents experts que hi col·laboren segons les àrees d'empreses privades, institucions acadèmiques i públiques.

El més característic d'aquest projecte és la gran participació suscitada, no només del sector industrial, sinó dels ciutadans, mitjançant l'ús d'eines d'escolta activa, amb les anomenades *cartes d'activació* (un formulari en línia per a suggeriments) i els *tallers de desenvolupament ciutadans*. Mitjançant aquests instruments, les iniciatives han pogut introduir els requeriments i les necessitats dels ciutadans en matèria energètica.

Gràcies a l'exemplar participació i col·laboració entre administració, empreses i ciutadania, la regió del Ruhr s'està transformant en el nou *centre de negocis verd* de la zona industrial més potent d'Alemanya, i Bottrop n'és l'origen, prestant serveis de consultoria a altres ciutats per a assolir aquesta transformació.

LESSONS LEARNT

Moltes vegades la transformació d'una àrea metropolitana és complicada, sobretot quan es fa referència a la indústria i als interessos de diferents empreses. En el cas de la regió del Ruhr, es demostra que la creació d'una entitat finançada per ambdues parts (pública i privada) facilita i accelera la realització de projectes de qualitat, que necessiten ser adaptats a les necessitats de la ciutadania.



- Any implantació: 2017
- Tecnologies utilitzades: Robòtica
- Iniciativa privada i col·laboracions:

- Abast d'actuació: Cerdanyola del Vallès (Espanya)

DESCRIPCIÓ DE LA INICIATIVA

Robòtica per a micro-explotacions: projecte ROMI

Green Fab Lab Barcelona és un laboratori de fabricació digital a petita escala, que es defineix com una plataforma per a l'educació, la innovació i la invenció. El laboratori forma part de l'Institut d'Arquitectura Avançada de Catalunya (IAAC), així com d'una comunitat global present a més de 50 països al món.

El projecte ROMI, nascut l'any 2017 a Cerdanyola del Vallès, té com a objectiu desenvolupar una plataforma robòtica oberta i lleugera per a microexplotacions, especialitzada en la reducció de les males herbes i el monitoratge del cultiu. El projecte es finança gràcies als fons europeus [HORIZON2020](#) junt amb la col·laboració de diferents entitats de tecnologia, innovació i ciències, com el Laboratori de ciències de la informació de Sony (SonyCSL), l'Institut Nacional de Recerca en Informàtica i Automatització de França o Humboldt de la Universitat de Berlín. El robot ROMI compta reduir el treball manual dels agricultors i augmentar la productivitat dels cultius (estalviant un 25% del seu temps de treball), alliberant-los així de les tasques més pesades i permetent un augment de la seva qualitat de vida. El robot també adquirirà informació detallada sobre les plantes mitjançant la seva funcionalitat de *dron*, que l'ajudarà a adquirir informació global dels cultius per una anàlisi més efectiva [33].



Resultats



Fab Lab Barcelona, coordinador del projecte, és pioner en la combinació d'agronomia, robòtica i ciències de la informació. Amb la creació d'altres iniciatives com [Fab City](#), que té com a objectiu desenvolupar una ciutat completament productiva, en la que els seus ciutadans comparteixin el seu coneixement amb l'entorn per resoldre problemes locals, l'organització busca crear un eco-sistema basat en economia circular. Així, Green Fab Lab ha posat en contacte agricultors del projecte ROMI amb negocis locals interessats en productes de km0 per tal que part de la seva producció s'envii a restaurants de l'àrea metropolitana de Barcelona. El restaurant [LEKA](#), al barri del Poblenou, n'és un exemple [34].

Aquest projecte ha donat naixement al nou [P2P Food Lab](#), que busca desenvolupar nous models socioeconòmics per a cadenes de producció d'aliments. Mitjançant les seves tecnologies i eines per compartir experiències i preguntes sobre l'agricultura urbana, la plataforma busca millorar la circulació alimentària en l'àmbit urbà.

LESSONS LEARNT

Les noves tecnologies faciliten noves formes de participació en les decisions que afecten la vida quotidiana. Els *fab labs*, o laboratoris de fabricació digitals equipats amb tecnologia punta, permeten democratitzar l'accés a la producció i a la invenció, arribant a convertir-se en una xarxa global de persones, projectes i programes que comparteixen una filosofia oberta sobre la fabricació digital. El projecte ROMI a Cerdanyola del Vallès, busca tècnicament i ideològicament millorar l'economia circular en l'alimentació, reivindicant les idees dels ciutadans com a centre real del coneixement. Es tracta d'augmentar la productivitat localment utilitzant tecnologia bàsica i d'avantguarda, compartint-la per potenciar el seu coneixement arreu del món i promoure la transparència dels aliments i el consum autosuficient en l'entorn.



Repercussió i aplicabilitat a l'AMB

Un cop analitzats els sis casos pràctics d'estudi amb abast municipal, nacional i global, podem extreure'n algunes bones pràctiques i conclusions.

La implementació de la **Internet de les Coses** a la indústria ja és una realitat, que està permetent a les empreses millorar la productivitat i efectivitat de les seves operacions de manera radical. A més, amb la introducció de la **Internet dels Serveis**, la gestió i l'accés a la informació en temps real ja no és accessible només per a perfils tècnics, sinó per a tots els càrrecs, des dels treballadors a fàbrica fins als directors. Alguns experts en Indústria 4.0 opinen que l'avantatge d'aquestes noves tecnologies és que es poden repartir les inversions en diferents fases d'implementació. No obstant, en la pràctica, es detecta l'anomenat **darwinisme tecnològic**, que dificulta a les empreses amb menys recursos l'accés a les noves tecnologies a causa del seu alt cost d'instal·lació i de manteniment.

La **fabricació additiva**, d'una altra banda, ha demostrat la seva utilitat no només en la manufactura, sinó aportant solucions globals a països o ciutats després de patir un desastre natural o amb necessitats primàries de manera més ràpida i econòmica que abans. L'aparició d'un eco-impresor 3D, per exemple, permetria a regions en situació de vulnerabilitat fer ús de materials naturals substituïts, sense necessitat de dependre (o esperar) recursos d'altres ciutats.

Els **laboratoris de fabricació digital** també guanyen protagonisme com a nova eina per a democratitzar l'accés a noves tecnologies d'Indústria 4.0, establint-se com una xarxa global d'intercanvi de coneixement per a donar solució a problemes concrets del territori. Aquests laboratoris han ajudat a desenvolupar ciutats completament productives, en les que els ciutadans són motor de coneixement i proposen nous models basats en la producció dins de la mateixa ciutat. Aquestes noves eines proporcionen solucions més sostenibles, basant-se en economia circular i aprofitant tecnologia d'avantguarda per a ser més eficients.

La digitalització també ha arribat a l'administració i a les ciutats. Les **col·laboracions entre empreses tecnològiques i administracions** (locals, regionals i fins i tot estatals) han augmentat aquests últims anys. L'administració s'ha beneficiat d'aquestes noves eines tecnològiques alleugerint els seus elevats costos administratius i millorant pel que fa a transparència a ulls dels ciutadans.

La **ciber-seguretat**, però, es configura encara com el més gran dels reptes tecnològics de la quarta revolució industrial. L'accés a la informació s'ha convertit en un factor estratègic tan rellevant, que esdevé fonamental la cooperació entre els diferents actors del territori per abordar la interoperabilitat, així com una estratègia coordinada de resposta a possibles problemes de seguretat. Algunes ciutats ja han creat incentius per abordar aquests reptes, posicionant la seguretat com un avantatge comercial diferenciador i augmentant la consciència dels grups d'interès de l'entorn dels reptes en seguretat dels dispositius.

L'àrea metropolitana de Barcelona també té l'oportunitat de beneficiar-se d'aquestes bones pràctiques, implementant qualsevol de les següents iniciatives:

- Garantint l'accés igualitari de les empreses (petites i mitjanes) a les noves tecnologies
- Incitant els municipis a **digitalitzar-se**, per tal reduir costos administratius i beneficiar-se dels sistemes analítics que puguin suggerir noves col·laboracions supra-municipals
- Donant suport a entitats o laboratoris que organitzin debats oberts sobre l'ús de noves tecnologies
- Garantint l'ús *humà* de les noves tecnologies, apostant per a la inversió en tecnologia sostenible o projectes d'economia circular
- Creant incentius per abordar problemes de ciber-seguretat a nivell supra-municipal, ja sigui en instal·lacions concretes, o en l'àmbit de la ciutat.

L'Àrea Metropolitana de Barcelona té l'oportunitat d'esdevenir un organisme d'articulació clau en la gestió de dades i analítica dels diferents actors del territori. L'entitat ha de posicionar-se com a organisme de difusió dels avantatges de les noves tecnologies i buscar sectors de cooperació entre municipis, ja sigui per digitalització de l'administració, com per l'adopció de mesures de prevenció, ciber-seguretat i resiliència d'empreses i ciutats.



Recomanacions

Després d'haver analitzat la tecnologia que defineix la Indústria 4.0, els seus beneficis, les tendències del model, la seva aplicació a empreses i ciutats, així com sis casos pràctics nacionals, internacionals i globals de com els diferents actors han fet front a l'adopció d'aquestes noves eines tecnològiques, podem desprendre una sèrie de recomanacions per a una millor gestió en l'àrea metropolitana.

Aquestes recomanacions representen una sèrie d'accions que poden ser d'aplicació per a la coneguda quàdruple hèlix de l'ecosistema innovador: administració, empreses, institucions de coneixement i ciutadans.

Empreses i indústria

El procés d'Indústria 4.0 és empresarial. L'Àrea Metropolitana de Barcelona compta amb empreses amb un alt grau de digitalització i una direcció sensible a la importància d'adoptar noves eines tecnològiques. Malgrat això, la informació sobre els processos industrials està generalment compartimentada i aïllada dins de la mateixa companyia. Les empreses han d'anar més enllà i aconseguir que aquestes tecnologies digitals siguin capaces de comunicar-se amb altres empreses dins de la cadena valor perquè de manera col·laborativa millorin productes, processos i models de negoci. Per això resulta imprescindible definir un full de ruta que alineï tots els nivells de l'empresa sobre la importància de la Indústria 4.0 en el negoci i establir un marc de confiança amb nous socis tecnològics. Les companyies també han de preparar-se per fer front als reptes de la quarta revolució industrial. Per un costat, pel que fa a la vulnerabilitat d'aquesta interconnexió, esdevé important destinar suficients recursos en eines i personal de seguretat informàtica per fer front a possibles amenaces digitals. Per un altre, pel que fa als treballadors, amb l'aparició de noves ocupacions laborals i nous perfils professionals, més tècnics i amb competències transversals.

Ciutadà

La revolució de les dades obre noves fronteres als usuaris, permetent-los l'accés a noves tecnologies, i la creació de nous serveis i aplicacions, fins ara fora del seu abast. Els productes i les ciutats busquen adaptar-se a les necessitats i la demanda real dels seus usuaris. Per aconseguir-ho, cal establir canals de comunicació, participació i transparència bidireccionals amb la ciutadania, per fer-la partícip en la presa de decisions i la millora dels serveis públics, perquè aportin un valor afegit real al territori.

Tanmateix, l'administració i les institucions de coneixement han de jugar un rol important en la difusió de coneixement a la ciutadania, sensibilitzant-la amb les noves tecnologies i promovent vocacions industrials entre els més joves i als grups de població que vulguin accedir a les noves competències requerides per l'entorn.

Institucions de coneixement

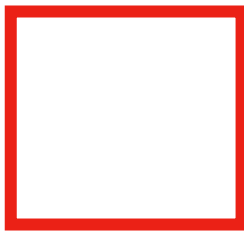
El dèficit formatiu en noves tecnologies és una realitat i un dels grans reptes de la quarta revolució industrial. La demanda laboral d'experts en noves tecnologies suposa una oportunitat pels actors de les entitats de formació, que ja comencen a donar resposta amb programes específics de professionalització per a necessitats determinades. Les empreses i l'Administració es veuen compel·lides a facilitar recursos i programar actuacions de formació per tal de difondre i fer accessibles les noves competències d'aquest entorn no només als treballadors, sinó al conjunt de la ciutadania.

Tanmateix, ha de continuar treballant-se en el dèficit de relació entre l'àmbit acadèmic i l'empresarial (i industrial), impulsant les polítiques de transferència tecnològica i el reconeixement de l'activitat investigadora actual.

Administració local

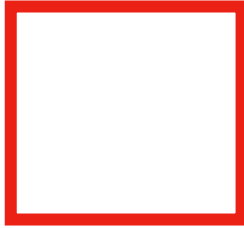
L'aplicació més clara de noves eines tecnològiques d'Indústria 4.0 en les administracions locals ha sigut el naixement de les *ciutats intel·ligents*. La tecnologia no ha ajudat només a l'administració a millorar la planificació de la ciutat, sinó també a assegurar l'accés igualitari a les diferents infraestructures i programes de la ciutat, tornant-se més reactius i orientant les polítiques als ciutadans.

El desplegament de l'estratègia de territori intel·ligent del govern català l'any 2014 ([SmartCAT](#)), va ser el primer pas per donar entitat a aquesta transformació. No obstant, l'administració encara ha de fer un pas més enllà, impulsant la formació acadèmica i laboral en noves tecnologies i fomentant la col·laboració multidisciplinària entre l'entorn empresarial i les diferents plataformes d'innovació. Esdevé necessari continuar finançant projectes d'R+D+i i establir un marc regulador estandarditzat i de suport a la innovació, per impulsar el desenvolupament d'una oferta d'habilitadors digitals i de nous perfils professionals, que facin possible que aquesta nova indústria exploti tot el seu potencial. Es tracta de cercar eficiència i eficàcia, productivitat, qualitat, competitivitat i seguretat, amb l'objectiu d'assolir l'excel·lència del teixit econòmic i social.



Bibliografia

- [1] Eurostat, Manufacturing Statistics- NACE Rev.2 (2017), [en línia]. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Manufacturing_statistics_-_NACE_Rev._2
- [2] Parlament Europeu, Industry 4.0, Digitalisation for productivity and growth, [en línia]. Disponible a: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)
- [3] SAGE, A complex view of Industry 4.0, [en línia]. Disponible a: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2158244016653987>
- [4] Engineering, What is Industry 4.0 anyway, [en línia]. Disponible a: <https://www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/16521/What-Is-Industry-40-Anyway.aspx>
- [5] World Economic Forum, The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond , [en línia]. Disponible a: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- [6] McKinsey, Industry 4.0, How to navigate digitalization of the manufacturing sector [en línia]. Disponible a: https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf
- [7] Planeta Chatbot, Claves de la inteligencia artificial, [en línia]. Disponible a: <https://planetachatbot.com/claves-de-inteligencia-artificial-machine-learning-y-deep-learning-53a2032aaad>
- [8] Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship, Digital Transformation of European Industry and Enterprises, [en línia]. Disponible a: https://ec.europa.eu/growth/content/report-digital-transformation-european-industry-and-enterprises-0_es
- [9] Accenture, How the Industrial Internet of Things can drive progress and prosperity [en línia]. Disponible a: https://www.accenture.com/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub_18/Accenture-Industrial-Internet-Things-Growth-Game-Changer.pdf
- [10] General Electrics, Barómetro Global de la Innovació GE2016 [en línia]. Disponible a: <https://gereportslatinoamerica.com/bar%C3%B3metro-global-de-innovaci%C3%B3n-ge-2016-la-nueva-revoluci%C3%B3n-industrial-117d831824d4>
- [11] General Electrics, Innovation Barometer GE2018 [en línia]. Disponible a: <https://www.ge.com/reports/innovation-barometer-2018/#Download-reports>
- [12] PWC, Global Industry 4.0 Survey 2016, [en línia]. Disponible a: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
- [13] World Economic Forum, , [en línia]. Disponible a: http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/GITR_2016_full%20report_final.pdf
- [14] ACCIÓ, Mapeig i anàlisi de la indústria 4.0 a Catalunya (2017), [en línia]. Disponible a: http://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/informes_sectorials/Mapa-Industria40.pdf
- [15] IBM, New IBM Smarter Cities software on the cloud help cities transform [en línia]. Disponible a: http://www-03.ibm.com/press/uk/en/pressrelease/42081.wss?utm_source=dataflog&utm_medium=ref&utm_campaign=dataflog
- [16] ACCIÓ, Radiografia del sector empresarial de les smart cities a Catalunya (2016) [en línia]. Disponible a: <http://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/9a2fdbdb.pdf>
- [17] General Electrics, Baròmetre Global de la Innovació, [en línia]. Disponible a: <https://www.ge.com/reports/innovation-barometer-2016/>
- [18]] World Economic Forum, The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond , [en línia]. Disponible a: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- [19] World Economic Forum, A key challenge of the fourth industrial revolution: staying human and humane, [en línia]. Disponible a: <https://www.weforum.org/press/2016/01/a-key-challenge-of-the-fourth-industrial-revolution-staying-human-and-humane/>
- [20] Instituto Nacional de Ciberseguridad, II Congreso sobre ciberseguridad y seguros, [en línia]. Disponible a: <http://www.smarthc.es/wp-content/uploads/2017/04/INCIBE-1.pdf>



Bibliografia

- [21] General Electrics, Toray Plastics (America) optimizes manufacturing operational performance, [en línia]. Disponible a: <https://www.ge.com/digital/sites/default/files/toray-plastics-optimizes-manufacturing-operational-performance-with-big-data-analytics-customer-story.pdf>
- [22] General Electrics, Digital Industrial Transformation Playbook: capabilities pillar, [en línia]. Disponible a: <https://www.ge.com/digital/sites/default/files/digital-industrial-transformation-playbook-capabilities-whitepaper.pdf>
- [23] General Electrics, Accelerating operational excellence for global and regional manufacturers, [en línia]. Disponible a: https://www.ge.com/digital/sites/default/files/AcceleratingOperationalExcellence_GE.pdf
- [24] 3D Print, 3D Wash claims to provide clean water through 3D Printing and Recycling [en línia]. Disponible a: <https://3dprint.com/172450/3d-wash-clean-water-3d-printing/>
- [25] The Sydney Morning Herald, Amid a cyclone, aid team turns to 3D printers for rare parts [en línia]. Disponible a: <https://www.smh.com.au/national/amid-a-cyclone-aid-team-turns-to-3d-printers-for-rare-parts-20180304-p4z2rt.html>
- [27] 3D Print, 3D printed, solar-powered cart could help ease water troubles in developing countries, [en línia]. Disponible a: <https://3dprint.com/189834/3d-printed-solar-powered-cart-could-help-ease-water-troubles-in-developing-countries/>
- [26] 3D Print, A simple 3D Printer pipe fitting has huge implications for disaster relief, [en línia]. Disponible a: <https://3dprint.com/113155/field-ready-nepal-earthquake/>
- [28] CISCO, Cisco and Portugal's Government announce collaboration to accelerate country digitalisation [en línia]. Disponible a: <https://globenewswire.com/news-release/2018/03/02/1413887/0/en/Cisco-and-Portugal-s-Government-Announce-Collaboration-to-Accelerate-Country-Digitization.html>
- [31] Hellenic shipping news, Rotterdam port, [en línia]. Disponible a: <https://www.hellenicshippingnews.com/rotterdam-port-more-vessels-call-on-a-safe-port/>
- [29] The Hague Security Delta, Port of Rotterdam practices cyber resilience [en línia]. Disponible a: <https://www.thehaguesecuritydelta.com/news/newsitem/987-port-of-rotterdam-practices-cyber-resilience>
- [30] IBM, Turning Rotterdam into the "World's Smartest Port" with IBM Cloud and IoT [en línia]. Disponible a: <https://www.ibm.com/blogs/think/2018/01/smart-port-rotterdam/>
- [32] McKinsey, Partnering to build smart cities [en línia]. Disponible a: https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/Public%20Sector/GDNT/GDNT_SmartCities_v5.ashx
- [33] Fab Lab Barcelona, Project ROMI, Robotics for Microfarms [en línia]. Disponible a: <https://fablabbcn.org/news/2017/08/31/romi.html>
- [34] Fab Lab Barcelona, ROMI, Robotics for micro-farms!, [en línia]. Disponible a: <https://fablabbcn.org/news/2017/12/18/romiworkssession.html>
- [35] Smart Catalonia, Model de maduresa per l'adopció de la Indústria 4.0 en l'empresa, [en línia]. Disponible a: http://smartcatalonia.gencat.cat/web/.content/02_Projectes/documents/SmartCAT_Model-maduresa-I4.0.pdf
- [36] Escuela de Organización Industrial, Las tecnologías IoT dentro de la industria conectada 4.0 [en línia]. Disponible a: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/21125/las-tecnologias-iot-dentro-de-la-industria-conectada-40>
- [37] Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Industria conectada 4.0 [en línia]. Disponible a: <http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx>
- [38] BBC, Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos), [en línia]. Disponible a: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>
- [39] Telefónica, Libro blanco Smart cities [en línia]. Disponible a: <https://iot.telefonica.com/libroblanco-smart-cities>
- [40] McKinsey: Smart Cities: turning opportunity into reality [en línia]. Disponible a: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Voices%20on%20Infrastructure%20Turning%20the%20smart%20city%20opportunity%20into%20reality/Voices-December-2017-WEB.ashx>