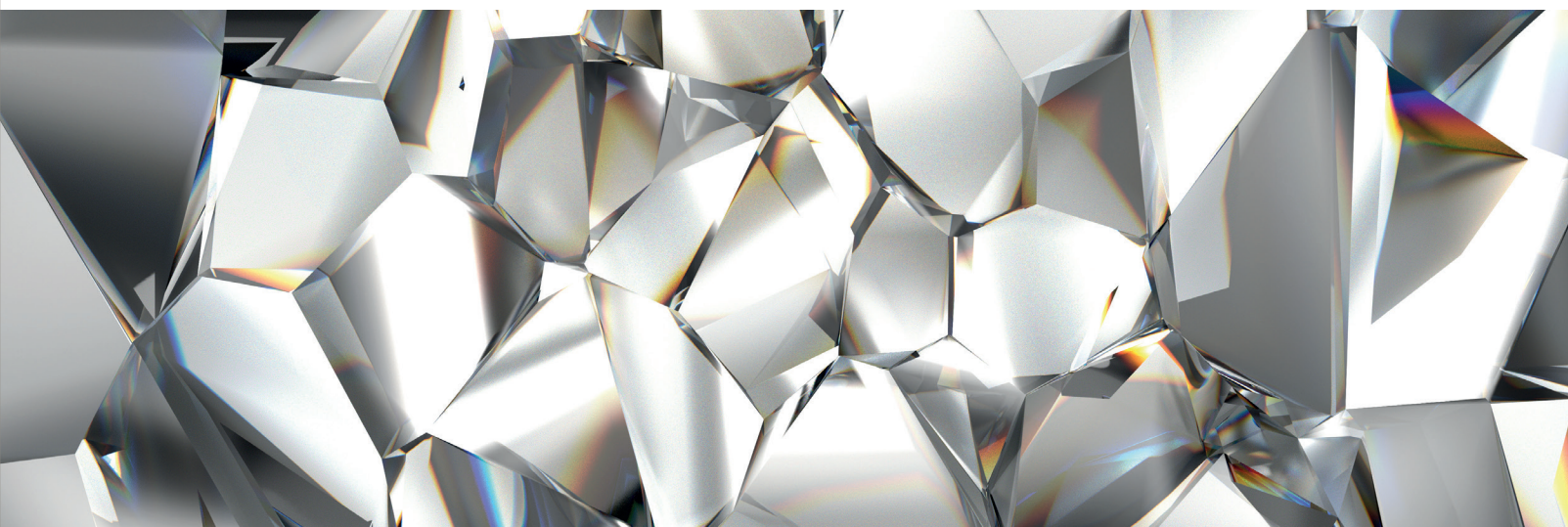




L'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya

JOAN MIQUEL HERNÁNDEZ GASCÓN (DIRECTOR)

JORDI FONTRODONA FRANCOLÍ

ADRIÀ MORRÓN SALMERON

LAIA CASTANY TEIXIDOR

MANEL CLAVIJO LOSADA

BELÉN TASCÓN ALONSO



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Empresa
i Coneixement**

03

PAPERS DE
L'OBSERVATORI
DE LA
INDÚSTRIA

L'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya

JOAN MIQUEL HERNÁNDEZ GASCÓN (DIRECTOR)

JORDI FONTRODONA FRANCOLÍ

ADRIÀ MORRÓN SALMERON

LAIA CASTANY TEIXIDOR

MANEL CLAVIJO LOSADA

BELÉN TASCÓN ALONSO



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Empresa
i Coneixement**

BIBLIOTECA DE CATALUNYA - DADES CIP:

L'Impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya. – Primera edició. –
(Papers de l'Observatori de la Indústria ; 3)
Bibliografia
ISBN 9788439396901. – ISBN 9788439396918
I. Hernández Gascón, Joan Miquel, editor literari II. Catalunya.
Departament d'Empresa i Coneixement III. Col·lecció: Papers de
l'Observatori de la Indústria ; 3
1. Innovacions tecnològiques – Catalunya 2. Mercat de treball – Efecte de
l'automatització – Catalunya
005.591.6:338.45(460.23)
331.103.255(460.23)



Els continguts d'aquesta obra estan subjectes a una llicència
de Reconeixement-No comercial-Sense obres derivades 3.0 de Creative
Commons. Se'n permet la reproducció, distribució i comunicació pública
sempre que se'n citi l'autor i no se'n faci un ús comercial.

La llicència completa es pot consultar a:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>

© Generalitat de Catalunya

Departament d'Empresa i Coneixement

Direcció General d'Indústria

Passeig de Gràcia, 129

08008 Barcelona / Tel. 93 476 72 200 / <http://empresa.gencat.cat>

Col·lecció:

PAPERS DE L'OBSERVATORI DE LA INDÚSTRIA

Aquesta publicació ha comptat amb el suport d'ACCIÓ.

Consell de redacció:

Joan Miquel Hernández Gascón, Jordi Fontrodona Francolí,

Laia Castany Teixidor, Manel Clavijo Losada, Belén Tascón Alonso

Primera edició: Barcelona, abril de 2018

Disseny, maquetació, correcció i impressió:

www.cegeglobal.com

ISBN: 978-84-393-9691-8

El Departament d'Empresa i Coneixement no participa necessàriament de les
opinions manifestades en els documents de la col·lecció Papers de l'Observatori de la Indústria,
la responsabilitat de les quals correspon exclusivament als autors.



L'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya

JOAN MIQUEL HERNÁNDEZ GASCÓN (DIRECTOR)

JORDI FONTRODONA FRANCOLÍ

ADRIÀ MORRÓN SALMERON

LAIA CASTANY TEIXIDOR

MANEL CLAVIJO LOSADA

BELÉN TASCÓN ALONSO



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Empresa
i Coneixement**

Índex

Resum executiu	7
Introducció: objectiu, justificació i metodologia	25
01. La Indústria 4.0	31
1.1. Definició	32
1.2. Tecnologies	33
1.3. Desafiaments per a les empreses	37
1.4. Grau d'implementació	41
02. La Indústria 4.0 a Catalunya	49
2.1. Potencialitats	50
2.2. Les empreses davant la Indústria 4.0	58
2.3. Formació per a la transformació digital	67
2.4. Demanda d'ocupacions en el període 2011-2016	76
03. Impacte laboral de la Indústria 4.0	85
3.1. Enfocaments i metodologies	86
3.2. Treballs més importants	91
3.3. Una estimació de la probabilitat d'automatització al mercat laboral català <i>Adrià Morron Salmeron – CaixaBank Research</i>	101
3.4. Quantificació de l'impacte laboral a Catalunya	124
3.5. Repercussions de la Indústria 4.0 en les condicions de treball i l'organització de la producció	138
3.6. Entrevistes a empreses	141
04. L'adaptació al canvi	147
Agraïments	153
Bibliografia i webgrafia	157
Annexos:	
1. Ocupacions segons probabilitat d'automatització als Estats Units	166
2. Ocupacions segons probabilitat d'automatització a Catalunya i Espanya	190
3. Variació en els dies naturals contractats a Catalunya 2011-2016 per ocupacions de la CCO-2011	206



Resum
executiu

1. La Indústria 4.0

La digitalització està comportant uns canvis de tal magnitud en l'activitat econòmica i una acceleració tan rellevant en l'avenç tecnològic que avui en dia es parla amb tota naturalitat que estem davant el que ja s'anomena la quarta revolució industrial, la qual es caracteritza per la utilització de tota una sèrie de tecnologies¹ que permeten la hibridació del món físic i el digital (*cyber physical systems*), un fenomen que ha vingut a anomenar-se **Indústria 4.0** i que possibilita la connectivitat entre els diferents sistemes al llarg de la cadena de valor i més enllà d'una sola empresa així com una nova interacció entre l'home i la màquina.

Històricament, el progrés tecnològic s'ha traduït en un **augment de la renda per capita i del benestar social** gràcies als guanys de productivitat, a la possibilitat d'obtenir més amb menys i, tot i que sempre s'ha vist acompanyat per la por a la destrucció de llocs de treball, mai no ha suposat una pèrdua d'ocupació agregada.

Tanmateix, hi ha un corrent analític que considera que l'actual revolució industrial pot comportar una **reducció dels llocs de treball** actualment existents perquè la digitalització suposa una acceleració del canvi tecnològic que també eliminarà tasques no rutinàries.

La preocupació per la destrucció de llocs de treball derivada de la implantació de la Indústria 4.0 es va multiplicar després del document que sobre el futur de l'ocupació va presentar a Davos l'any 2016 el World Economic Forum, un treball que quantifica un possible impacte mundial net de més de **5,1 milions de llocs** de treball perduts en el període 2015-2020, resultat d'una pèrdua bruta de 7,1 milions i un guany de 2 milions en llocs d'alta qualificació. Tanmateix, potser el ressò mediàtic hauria estat menor si s'hagués expressat l'impacte net en termes relatius (una disminució del 0,3% de l'ocupació mundial).

Aquesta preocupació es va manifestar també en el marc dels debats del **Pacte Nacional per a la Indústria**, especialment entre els representants sindicals, per la qual cosa una de les actuacions encomana a l'administració industrial catalana l'elaboració d'un estudi sobre l'impacte de la Indústria 4.0 en nombre de llocs de treball, qualitat de l'ocupació, seguretat i salut dels treballadors i les seves necessitats de formació. Aquest treball és la resposta a aquella demanda.

Les **conseqüències econòmiques i empresarials** de la revolució industrial en la qual estem immersos són enormes ja que la digitalització suposa el trànsit a una indústria més intel·ligent que produeix béns i serveis de més qualitat, de manera més ràpida i a un cost inferior, la qual cosa vol dir el trànsit a una indústria més productiva que respon a les característiques següents: les línies de producció seran totalment automatitzades i integrades; el disseny dels productes, dels processos i de l'automatització es farà de forma virtual i totalment integrada amb els proveïdors; les màquines i productes intel·ligents que es comuniquen entre ells i prenen decisions incrementaran la flexibilitat; els processos de producció seran millorats per equips capaços d'aprendre i d'autooptimitzar-se; i la logística, amb robots i vehicles autònoms, s'ajustarà automàticament a les necessitats de producció.

¹ *Big data and analytics*, robots autònoms, simulacions en 3D, integració horitzontal i vertical de sistemes, Internet de les coses industrial, ciberseguretat, tecnologies al núvol, fabricació additiva i realitat augmentada.

Ruessmann (2015) ha estimat que durant els propers 5-10 anys la **productivitat** de la indústria alemanya augmentarà entre un 5% i un 8% addicional degut a l'extensió de la Indústria 4.0.

No obstant això, cal remarcar que el *Digital Transformation Scoreboard 2017* posa de manifest que si bé la gran majoria de les empreses europees ha adoptat una primera onada de tecnologies digitals, ordinadors, accés a Internet, etc., **la Indústria 4.0 encara suposa un repte per superar**. També resulta rellevant que la inversió en tecnologies digitals es troba encara molt limitada malgrat que la major part de les empreses la consideren important i una oportunitat per créixer. Destaca el fet que la major part de tecnologies digitals són implementades per empreses de més de 250 treballadors, amb un estat de desenvolupament alt i dels sectors de l'automoció, la salut i indústria farmacèutica i la maquinària i equips mecànics. Per països, Espanya es troba en una situació intermèdia a gairebé totes les variables, menys en *e-leadership*, on és penúltima, i en cultura emprenedora, on està per sobre de la mitjana.

Ara bé, la tendència és a una **expansió creixent** de la Indústria 4.0. L'informe *World Robotics 2017 Industrial Robots* (IFR, 2017) estima que l'estoc mundial de robots industrials operatius era, a finals del 2016, al voltant d'1.828.000 unitats i que arribarà als 3.053.000 el 2020, amb una taxa de creixement anual acumulatiu del 14% entre 2018 i 2020. Amb aquests creixements, els robots industrials operatius s'hauran més que doblat entre 2014 i 2020.

2. La Indústria 4.0 a Catalunya

En aquest entorn mundial, **Catalunya té un potencial considerable** per al desplegament de la Indústria 4.0 atès que és un país industrial, amb un sector TIC capaç d'acompanyar el conjunt de la indústria en el procés de transformació digital. Concretament, a Catalunya hi ha 365 empreses que ofereixen tecnologies directament lligades a la Indústria 4.0 (control i automatització, robòtica, impressió 3D, intel·ligència, dades i connectivitat, consultoria i serveis professionals) i que facturen conjuntament més de 1.200 milions d'euros (ACCIÓ, 2017). El potencial del teixit empresarial es completa amb els 21 centres de la xarxa Tecnio; 8 universitats que tenen 74 grups de recerca; múltiples centres de formació professional; 10 clústers; 9 col·legis professionals i diverses associacions empresarials, entitats, fires i esdeveniments. També cal destacar el Global 3D Printing Hub.

A l'igual que a Europa, els sectors catalans que tenen més avançat el procés de transformació digital són, en un primer nivell, el de l'**automoció** i la motocicleta; i en un segon nivell, el de maquinària, metal·lúrgia i béns d'equip i el de salut i equipaments mèdics.

Tanmateix, la Indústria 4.0 encara és una realitat **molt incipient a Catalunya**. Una enquesta realitzada per la Cambra i l'Idescat estima que tot just una de cada sis empreses industrials ha iniciat actuacions en aquest camp. Existeix una opinió majoritària que els efectes sobre la competitivitat industrial i la flexibilitat de la producció seran positius i, pel que fa a l'impacte laboral, el 27% de les empreses enquestades creuen que "a curt termini la Indústria 4.0 destruirà llocs de treball però que, a mitjà termini, això es compensarà amb la creació de llocs de treball més qualificats"; un 63,2% hi estan parcialment d'acord. Les dues principals limitacions per avançar en la implantació de la Indústria 4.0 són les barreres d'entrada que tenen les pimes per afrontar aquest canvi i la manca de treballadors amb perfils tecnològics.

Amb relació a la manca de personal amb formació adequada per a la Indústria 4.0 a Catalunya, cal distingir entre **formació professional i universitària**. Pel que fa a la primera, el principal tret a destacar és el decalatge entre l'oferta i la demanda de titulacions. Tot i que la formació professional s'ha revalorat en general i ha vist incrementar el nombre de places i de matriculacions, els cicles formatius més relacionats amb la indústria (electricitat i electrònica, fabricació mecànica i instal·lació i manteniment) han experimentat en els darrers anys un manteniment o una disminució de les matriculacions que, fins i tot, ha comportat el tancament d'alguns cicles. En contrast amb aquesta disminució de l'oferta, les empreses demanen cada cop més especialistes en les tecnologies basades en la Indústria 4.0, tal com ho evidencia el fet que els graduats en un cicle de la família de fabricació mecànica presenten un nivell d'inserció del 67%; els d'instal·lació i manteniment, del 61%, i els d'electricitat i electrònica, del 56%; tots ells per sobre del conjunt de graduats.

Quant a la formació universitària, cal destacar que Randstad Research (2016) estima que la digitalització generarà 1,25 milions de llocs de treball a Espanya en els propers cinc anys (fins al 2022), 390.000 dels quals seran **STEM** –*science, technology, engineering, mathematics*. Però preocupa que el nombre d'estudiants matriculats en carreres STEM hagi baixat en més de 65.000 professionals en els últims set anys.

A Catalunya es pot estimar, a partir d'això, que en els propers cinc anys es crearan més de 67.000 llocs de treball STEM (uns 13.500 a l'any), però el nombre de graduats que surten de les universitats és de només 9.933, per la qual cosa **faltaran a l'entorn de 3.500 graduats cada any** (en realitat, aquest buit serà menor perquè podrà ser cobert per titulats procedents d'altres universitats espanyoles o estrangeres). En un càlcul més ambiciós, en faran falta 5.500 si es vol que la xifra de graduats STEM a Catalunya arribi gradualment fins a les 15.500 persones, una xifra que permetria assolir el 32,6% de graduats STEM, igualant així el percentatge que assoleix Alemanya, que és el país de referència en la Indústria 4.0.

Amb una anàlisi de les **contractacions laborals entre 2011 i 2016 a Catalunya** es comprova que la demanda de perfils lligats a la Indústria 4.0 no només creixerà en el futur sinó que ja ho està fent. Entre les ocupacions que més creixen, n'hi ha diverses relacionades amb les TIC, com són els tècnics web; els tècnics de xarxes informàtiques; els tècnics d'enginyeria de telecomunicacions; els dissenyadors de bases de dades; els analistes de xarxes informàtiques; els analistes, programadors i dissenyadors de pàgines web; els especialistes en bases de dades i xarxes informàtiques o els administradors de sistemes i xarxes informàtiques. També hi destaquen altres ocupacions STEM (enginyers, arquitectes...).

En l'extrem contrari, entre les ocupacions que més es deixen de contractar en destaquen algunes de manuals i rutinàries (artesans del tèxtil, cuir i matèries similars i teixidors; engalzadors de maquinària mecànica; joiers, orfèvres i argenters; operadors de maquinària d'embalatge i etiquetatge; treballadors de conservació de fruites i hortalisses; sabaters; operadors de maquinària de moviments de terres i similars) així com algunes ocupacions tècniques intermèdies (tècnics de seguretat aeronàutica, supervisors d'enginyeria de mines i tècnics de refineries de petroli).

3. Impacte laboral de la Indústria 4.0

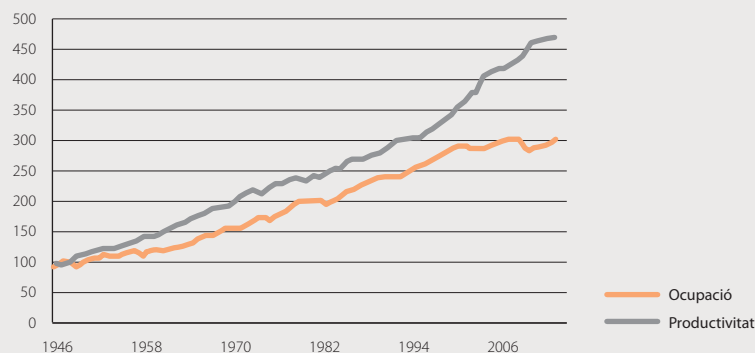
Quan, als inicis de la primera revolució industrial, Nedd Ludd encoratjava els seus seguidors al Regne Unit a destruir la maquinària que deia que deixaria sense feina els treballadors tèxtils de l'època, no es podia imaginar que el seu cognom s'utilitzaria en el futur per designar els que es resisteixen a adoptar les noves tecnologies perquè creuen que acaben amb la seva manera de guanyar-se la vida (luddites). Però va ser així, i a finals del segle xx, amb la revolució

digital, es va començar a parlar de neoluddisme, el raonament del qual es pot resumir de la manera següent: amb l'automatització de l'agricultura, la població va trobar feina a la indústria; quan es va automatitzar la indústria, van anar a treballar als serveis; però amb la darrera revolució tecnològica no hi ha nous sectors que generin ocupació.

Entre els economistes que relacionen tecnologia i destrucció de llocs de treball destaquen Brynjolfsson i McAfee (2012), els quals fonamenten la seva tesi en la coneguda Llei de Moore, segons la qual la capacitat dels microprocessadors es dobla cada any i mig, un creixement exponencial que fa que, cada cop més, les màquines entrin a fer tasques que, fins aquell moment, estaven reservades als humans. Això explica que les corbes de productivitat i ocupació als Estats Units, que anaven paral·leles des de la Segona Guerra Mundial, divergeixin a partir del 2000: la productivitat continua amb el seu creixement robust, mentre que l'ocupació es debilita. La separació entre les línies és ja significativa i ho anomenen el *gran desacoblament*.

FIGURA 19

Productivitat i ocupació als Estats Units (1947 = 100)



Font: Brynjolfsson & McAfee 2012.

Barro (2017) sistematitza gràficament aquest procés a la taula 11, on es representa la **classificació de les tasques automatitzades**. D'una banda, discrimina entre tasques sistemàtiques i no sistemàtiques; de l'altra, entre capacitats cognitives i manuals. Dels quadrants resultants, el primer a ser automatitzat va ser el de les tasques manuals i sistemàtiques. En una segona fase, els avanços informàtics van permetre automatitzar les tasques sistemàtiques i cognitives, com ara els sistemes experts per a l'anàlisi de riscos en la concessió de crèdits bancaris, popularitzats a la dècada dels vuitanta. És més fàcil automatitzar tasques sistemàtiques, fins i tot si requereixen de capacitats cognitives (per exemple, és més fàcil automatitzar la docència d'un professor universitari que no pas la cura de bebès a una escola bressol). No obstant això, al llarg del temps s'ha anat avançant fonamentalment des del quadrant 1 fins al 4.

TAULA 11		
Exemples d'automatització de tasques		
CAPACITATS REQUERIDES	TASQUES SISTEMÀTIQUES	TASQUES NO SISTEMÀTIQUES
Manuels	1) Robots per a soldadura i muntatge en fàbriques	3) Conducció autònoma
Cognitives	2) Sistemes experts per a l'anàlisi de riscos en la concessió de crèdits bancaris	4) Diagnòstic mèdic
Font: Adaptat de Barro (2017).		

Tot això **ha estès entre els ciutadans la preocupació** per la conservació dels seus llocs de treball, una preocupació que han fet seva els responsables polítics, socials i sindicals. No obstant això, com passa sovint en les ciències socials, **no hi ha unanimitat** a l'hora de fer front a l'anàlisi de l'impacte laboral de l'anomenada quarta revolució industrial, un exercici summament complex perquè, per exemple, quan es parla de disminució de l'ocupació en els darrers anys és difícil saber quina es deu al factor tecnològic i quina a la crisi econòmica. Autor (2013) afirma que la caiguda de la creació d'ocupació és com un gran trencaclosques i que no hi ha gaires evidències que la llluin als ordinadors.

Entre els autors optimistes cal destacar Miller i Atkinson (2013), els quals critiquen els postulats neoluddites amb una argumentació que es podria resumir de la manera següent: **els guanys de productivitat derivats de la robotització generen ocupació**. Efectivament, els guanys poden anar destinats a beneficis, a salaris o a reducció de preus. En els dos primers casos, l'augment de renda pot incrementar el consum (i generar ocupació en altres sectors per aquesta via) o estalviar-se, cosa que serviria per invertir i generar, alhora, més ocupació. Si es redueixen els preus, també s'estimula la demanda i, per tant, l'ocupació (en el mateix sector).

També cal tenir en compte un possible procés de **relocalització** per mitjà del *botsourcing* (substitució del treball humà pel de robots), ajudat per la impressió en 3D, el qual tindria avantatges importants, com ara el control directe de la fabricació, beneficiar-se de la innovació que pot produir a l'entorn, evitar la pirateria de productes i altres males pràctiques i generar ocupació d'alta qualificació.

A més, l'automatització substitueix tasques (no tant llocs de treball, que solen estar formats per diferents tasques), alhora que en crea de noves, normalment de més qualificació, de manera que, en determinats llocs de treball, es produeix un efecte de **complementarietat** (l'automatització d'algunes tasques permet millorar la productivitat del lloc de treball i allibera temps per dedicar-lo a altres tasques).

Una altra cosa és la **quantificació d'aquests efectes** (guanys de productivitat, relocalització, complementarietat). En aquest marc, són molts els estudis que s'han realitzat en els darrers anys. Uns posen l'èmfasi en calcular les ocupacions que tenen una alta probabilitat de ser automatitzades, altres ofereixen xifres de creació i destrucció de llocs de treball, molts comenten les tipologies dels llocs de treball que es crearan i que es destruiran i quins seran els sectors econòmics més afectats, uns obtenen un saldo positiu i altres, negatiu, i entre tots ells hi ha diferències molt significatives que no fan sinó posar de manifest la complexitat de l'exercici que es realitza.

Entre els que calculen les probabilitats d'automatització dels llocs de treball, els més destacats són els estudis de Frey i Osborne (2017); Arntz, Gregory i Zierahn (2016) i McKinsey (2017a). Aquest últim i altres, com Boston Consulting

Group (2015), World Economic Forum (2016) i Vogler-Ludwig *et al.* (2016), estimen els llocs que es poden crear i destruir, amb resultats diversos. **Aquests sis estudis són els més citats**² a la literatura econòmica sobre l'impacte laboral de la Indústria 4.0.

En aquest context, cal destacar l'**absència d'estudis quantitius per a Espanya** (o Catalunya), més enllà de l'exercici realitzat per l'Observatorio ADEI (2017) segons el qual, partint de la hipòtesi del fet que l'economia espanyola convergis en ocupacions avançades (STEM, professionals...) amb els països de referència (Estats Units, Regne Unit i Alemanya), el nombre d'ocupats podria augmentar en 2,4 milions de persones en l'horitzó 2030. La part proporcional d'aquest augment que correspondria a Catalunya serien 425.000 ocupats.

L'estudi seminal de **Frey i Osborne** (2017) calcula la probabilitat d'automatització de 702 ocupacions per als Estats Units. El punt de partida d'aquests investigadors passa per assumir que, sempre que hi hagi prou dades per permetre el reconeixement de patrons, *només* hi haurà tres grups de tasques que la tecnologia encara no serà capaç de realitzar en les properes dècades: la percepció i la manipulació en entorns desordenats, la intel·ligència creativa i la intel·ligència social. A partir d'aquí, analitzen la probabilitat que cada professió sigui automatitzada segons la dependència que tingui d'aquests tres grups de tasques, basant-se en entrevistes a experts en *machine learning*.

La llista de 702 ocupacions dels Estats Units s'ofereix a l'annex 1 d'aquest document, on es poden veure exemples de feines amb una elevada probabilitat, com ara les del transport i logística (pel desenvolupament de vehicles computeritzats i la incorporació de sensors); una bona part de les feines d'oficina i suport administratiu (sobretot pel que fa a tasques d'arxiu i accés a la informació que s'automatitzen gràcies al *big data*); o les feines de producció (continuant la tendència observada en els darrers anys de robots fent tasques rutinàries a la indústria, però, també, cada vegada més, fent tasques no rutinàries o que requereixen destresa manual). De forma agregada, un 47% dels llocs de treball nord-americans tenen una probabilitat d'automatització superior al 70% en un horitzó no concret, potser a 10 o 20 anys (és a dir, 2020-2030, atès que els autors van treballar amb dades del 2010).

Dins d'aquest primer grup de treball, **Arntz *et al.*** (2016) estimen la probabilitat d'automatització de les tasques que conformen les diferents ocupacions, en lloc d'ocupacions com en els treballs esmentats fins ara, i obtenen que, als Estats Units, un 9% dels llocs de treball tenen una elevada probabilitat d'automatització, xifra que contrasta amb l'obtinguda per Frey i Osborne però que, en realitat, la complementa. Els resultats d'Arntz *et al.* (2016) suggereixen que la reestructuració del mercat laboral que pot provocar l'automatització no implica que, al final del procés, la majoria dels treballadors siguin substituïts per robots.

En aquesta mateixa línia, el treball de la consultora **McKinsey** (2017a) estima la probabilitat d'automatització per a un conjunt de 800 ocupacions que es descriuen a partir de 2.000 tasques o activitats i que estan formades per 18 habili-

2 El febrer de 2018, quan aquest document ja s'estava maquetant, PWC (2018) ha publicat un estudi que estima la probabilitat d'automatització per als llocs de treball de 29 països en tres onades superposades:

1. Onada d'algoritmes: ja s'està produint.
2. Onada d'augment: ja ha començat però madurarà en la dècada dels 2020.
3. Onada d'autonomia: està en desenvolupament i madurarà en la dècada dels 2030.

Per a Estats Units, estima que un 38% dels llocs tenen alta probabilitat d'automatització en la tercera onada. Per a França i Alemanya, un 37%. Per al Regne Unit, un 30%. Per a Espanya, un 34%.

També fa una estimació per sectors que, en el cas d'Espanya, dona els percentatges següents: 45% per a la indústria, 35% per al comerç, 26% per a salut i benestar social, 8% per a ensenyament i 42% per a construcció.

tats diferents. Aquest treball obté que, en el conjunt dels 46 països analitzats, aproximadament un 27% dels llocs de treball té una elevada probabilitat d'automatització. A més, aquest treball obté resultats per sectors i països: un 45%-47% dels llocs de treball en el sector manufacturer als Estats Units tenen una elevada probabilitat d'automatització.

A més, aquest treball afegeix que, si bé quan es parla d'automatització es fa atenent només a la factibilitat tècnica, hi ha una sèrie de **factores que condicionen el ritme i l'extensió amb què es produirà l'automatització** de llocs de treball; és a dir, que la probabilitat d'automatització no té en compte que l'aplicació de les tecnologies 4.0 no és immediata i cal desenvolupar solucions que facin viables aquestes tecnologies dins els processos productius de cadascuna de les empreses; tampoc contempla si l'adopció d'aquestes tecnologies és assumible des d'un punt de vista econòmic; ni tampoc si les empreses optarien per adoptar-les sobre la base d'una anàlisi cost-benefici (per exemple, en el cas de costos salarials molt baixos, en el curt termini pot resultar més beneficiós no adoptar la tecnologia); finalment tampoc contempla les barreres socials i legals que les empreses poden trobar a l'hora d'adoptar tecnologies 4.0 (com per exemple, pel rebuig social que pot causar la substitució de llocs de treball per robots).

En resum, les xifres proporcionades per aquest primer grup d'estudis s'obtenen a partir d'estimar la probabilitat d'automatització i en conseqüència contemplen només l'efecte de substitució de llocs de treball per màquines des del punt de vista de la factibilitat tècnica. Per tant, no inclouen els efectes dels factors que separen les possibilitats tècniques de les possibilitats efectives d'implementació de la Indústria 4.0 esmentades per McKinsey (2017a) ni tampoc la pèrdua de llocs de treball per altres raons (per exemple, una lenta adopció de tecnologia pot suposar un desavantatge competitiu enfront dels competidors); tampoc inclouen la creació de llocs de treball derivada del sorgiment de noves oportunitats de negoci (nous productes o serveis) o de l'increment de la demanda de certs perfils professionals (TIC, RDI, perfils transversals...).

TAULA 13	
Percentatge de llocs de treball amb elevada probabilitat d'automatització segons els principals estudis	
TREBALLS QUE APLIQUEN ELS CÀLCULS DE FREY I OSBORNE A DIVERSOS PAÏSOS:	
• Estats Units: 47 i 61,7 (manufactures) (Frey i Osborne, 2015 i 2017)	• Finlàndia: 37 (Pajarinen i Rouvinen, 2014)
• Alemanya: 42 (Bonin, Gregory i Zierahn, 2015)	• Regne Unit: 35 (Frey i Osborne, 2014)
Arntz, Gregory i Zierahn (2016):	
• Estats Units i mitjana OCDE: 9	• Itàlia i Gran Bretanya: 10
• França: 9	• Espanya i Alemanya: 12
McKinsey (2017a):	
• 46 països analitzats: 27	• Espanya i Alemanya: 47-49
• França i Gran Bretanya: <45	• Itàlia: 49-51
• Estats Units: 45-47	
Font: Elaboració pròpia.	

En paral·lel, ha aparegut en la literatura un segon grup d'estudis que considera alhora la possible creació i destrucció de llocs de treball.

L'estudi de **Vogler-Ludwig et al.** (2016) estima una creació d'uns 263.000 llocs de treball per al període 2014-2030 com a conseqüència de la implantació de la indústria 4.0 per al conjunt de l'economia alemanya, que suposen un increment del 0,6%. A més, el treball proporciona estimacions de l'impacte de la digitalització per a 44 sectors. La metodologia emprada consisteix, en primer lloc, a construir uns números índexs que mesuren l'impacte de la digitalització sobre la demanda de tecnologia i sobre la productivitat a partir de les opinions dels experts i de la literatura especialitzada³. En segon lloc, es quantifiquen els efectes laborals de la digitalització amb un model anomenat G3M⁴ que permet calcular l'impacte en els 44 sectors a través de dues equacions: la de demanda i la de productivitat, que es modifiquen per introduir-hi les expectatives sobre tecnologia calculades a partir dels números índexs.

El segon estudi dins aquest grup, elaborat per **Boston Consulting Group** (2015), estima un increment net dels llocs de treball a la indústria manufacturera alemanya d'un 5% (350.000 sobre uns 7 milions aproximadament) en el període 2015-2025.

El tercer estudi és l'esmentat del **World Economic Forum** (2016) i el darrer és l'elaborat per la consultora McKinsey (2017b), el qual es basa en els resultats previs del treball de **McKinsey** (2017a), publicat uns mesos abans. Aquest estudi proporciona una estimació de la destrucció d'ocupació en el període 2016-2030 per a 46 economies que suposen el 90% del PIB mundial, però no quantifica de forma sintètica la creació d'ocupació, sinó que ofereix informació sobre els principals col·lectius en què es preveu creació d'ocupació.

TAULA 14		
Percentatge de creació o destrucció de llocs de treball segons els principals estudis		
Vogler-Ludwig, Düll i Kriechel (2016)	+0,6% i resultats detallats per a 44 sectors	Alemanya (2014-2030)
Boston Consulting Group (2015)	+5% i resultats per a determinats col·lectius professionals	Manufactures a Alemanya (2015-2025)
World Economic Forum (2016)	-0,3%	15 economies (amb el 65% de la força de treball) (2015-2020)
McKinsey (2017b)	Destrucció del 15% (23% a Espanya i 24% a Alemanya). La creació no es quantifica de forma global sinó per grups d'ocupacions.	46 països (2016-2030)

Font: Elaboració pròpia.

Un cop vist el ventall d'estimacions, el nostre treball ofereix la **translació del càlcul de Frey i Osborne i de Vogler-Ludwig per al cas de Catalunya**. El primer, degut al seu caràcter seminal i perquè permet oferir una llista d'ocupacions classificades segons la probabilitat d'automatització. El segon, perquè permet fer una estimació del nombre de llocs de treball perduts i creats.

Pel que fa al primer, s'ha obtingut una **llista de 485 professions amb la seva probabilitat d'automatització** associada, que es reproduïx íntegrament a la taula 22 (ordenades per probabilitat) i a l'annex 2 (ordenades per codi CCO). En aquesta llista es poden destacar, com a exemples d'ocupacions amb **major probabilitat**, les següents:

3 Es construeixen números índexs per a cada parella sector/tecnologia.
4 Aquest model recull tant el cicle productiu com el mercat laboral i permet la interdependència entre els 44 sectors productius, així com la interacció entre l'oferta i la demanda en el mercat laboral.

- Operador de laboratori fotogràfic
- Operador de telemàrqueting
- Operador de màquines embalatge, embotellament i etiquetatge
- Model de moda, art i publicitat
- Assistent jurídic
- Muntador i engalzador
- Operador de màquines de calçat, marroquineria i guanteria de pell
- Operador de màquines de blanquejar, tenyir i estampar
- Operador de màquines de treballar la fusta
- Empleat de control de personal i nòmines

A l'altre extrem, destaquen com a ocupacions amb **menor probabilitat** feines en les quals la interacció humana i la creativitat tenen més importància:

- Director i gerent d'hotel i altres empreses de serveis d'allotjament
- Dietista i nutricionista
- Metge de família
- Especialista en mètodes didàctics i pedagògics
- Logopeda
- Director de serveis socials
- Psicòleg
- Director i gerent de centres sanitaris
- Director de serveis d'educació
- Professor d'ensenyament secundari

A partir de la llista de 485 professions i la informació del mercat laboral que proporciona l'EPA, també podem analitzar quina és la magnitud d'aquesta probabilitat d'automatització per al conjunt dels treballadors catalans i espanyols: concretament, quants treballadors es dediquen a professions amb una probabilitat d'automatització baixa, mitjana i elevada (utilitzem com a punts de tall el 30% i el 70%, com fan Frey i Osborne). La taula 19 presenta els resultats per a la mitjana del període 2016 2T a 2017 2T i els compara amb els que altres autors han obtingut per als Estats Units i el Regne Unit amb la mateixa metodologia.

TAULA 19				
Percentatge d'ocupació segons la probabilitat d'automatització				
	CATALUNYA	ESPANYA	ESTATS UNITS	REGNE UNIT
Probabilitat baixa (< 0,3)	30	28	33	37
Probabilitat mitjana (0,3-0,7)	36	37	19	28
Probabilitat elevada (> 0,7)	35	35	47	35
Nota: Les probabilitats poden no sumar exactament 100% a causa de l'arrodoniment dels decimals. Font: Càlculs propis per a Catalunya i Espanya, Frey i Osborne (2017) per als Estats Units i Haldane (2015) per al Regne Unit.				

Les estimacions presentades suggereixen que **un 35% dels treballadors catalans es dediquen a professions que, des del punt de vista tècnic, són susceptibles de ser automatitzades en les properes dècades amb una probabilitat elevada**. Ara bé, no hem de concloure que tots aquests treballadors seran substituïts per robots. Emfatitzarem dues raons, una d'econòmica i l'altra tècnica, per les quals aquesta darrera interpretació és una lectura poc acurada dels resultats.

Des del punt de vista econòmic, cal recordar el que ja hem dit en començar l'estudi: la visió de Frey i Osborne és tecnològica. És a dir, estem avaluant el potencial de la tecnologia sense tenir en compte que seran les empreses, els governs, els treballadors i els consumidors els que decidiran si adopten o no aquesta tecnologia. És evident que, més enllà del potencial tecnològic, hi ha importants determinants econòmics en relació amb la seva adopció i amb el seu impacte social. Per exemple, les empreses adoptaran la tecnologia només si els incentius econòmics ho fan desitjable.

Des del punt de vista tècnic, hem de ser curosos a l'hora de distingir professions i tasques: Frey i Osborne assignen la probabilitat d'automatització al conjunt de cada ocupació, però el que la tecnologia realment automatitza són les tasques. De fet, tenim evidència que les xifres obtingudes amb la metodologia de Frey i Osborne (2017) **són més una mesura de susceptibilitat de reformulació de les feines que no pas de probabilitat d'atur tecnològic**.

Aquesta reflexió ens indica que una manera més acurada d'interpretar els resultats del nostre estudi és dir que una fracció significativa dels treballadors catalans es dediquen a professions que es poden veure potencialment molt afectades pels canvis tecnològics de la quarta revolució industrial. Aquest no és un missatge apocalíptic de destrucció de les professions. Més aviat és un missatge d'alerta: hi ha un percentatge molt rellevant de professions que, **potencialment, poden redefinir-se dràsticament** i és important que, com a societat, estiguem preparats per facilitar aquest procés, aprofitar-ne els beneficis socials i minimitzar-ne els impactes negatius (Mestres 2016b).

Pel que fa al segon estudi, el de **Vogler et al.** (2016), la metodologia que s'ha seguit per traslladar els resultats a l'economia catalana és la següent: en primer lloc, s'assumeix que als sectors industrials i de serveis catalans es produiria el mateix percentatge de creació o destrucció neta de llocs de treball com a conseqüència de l'automatització que en el cas d'Alemanya. Aquest percentatge es trasllada al nombre d'ocupats que té cada sector per tal d'obtenir una quantificació de llocs de treball que es creen o destrueixen en cada sector a Catalunya. Aquest primer exercici **té en compte, per tant, la diferent composició sectorial** que tenen aquestes dues economies.

En segon lloc, com que no es pretén passar per alt que un mateix sector pot presentar una variació d'ocupació diferenciada en els dos països, s'analitzen els resultats sectorials atenent al comportament d'indicadors com la intensitat tecnològica, el nivell educatiu o la dimensió empresarial, com a elements que es poden considerar facilitadors de la creació de llocs de treball. En aquest segon exercici es fa una valoració qualitativa de la creació o destrucció neta de llocs de treball als diferents sectors obtinguda en el primer exercici sobre la base d'aquests elements.

La taula 23 mostra els resultats per als grans sectors de l'economia (manufactures, indústria, construcció i serveis) que s'obtenen de traslladar a Catalunya els percentatges (amb desagregació sectorial) de creació o destrucció neta de llocs de treball com a conseqüència de l'automatització obtinguts de **Vogler et al.** (2016). A les columnes sobre Catalunya (% i nombre de llocs) es mostren els resultats d'aquest exercici per al nostre territori, tot indicant si la xifra es veuria modificada a l'alça o a la baixa si relaxem el supòsit que els esmentats percentatges són directament traslladables a Catalunya. Els valors que es mostren per a Alemanya serveixen per establir comparacions amb Catalunya ja

que inclouen els mateixos sectors, però no són valors directament extrets del treball de Vogler *et al.* (2016), sinó calculats també a partir de la SBS (*Structural Business Statistics d'Eurostat*), com en el cas de Catalunya. L'esmentat estudi obté per a Alemanya una variació d'ocupació com a conseqüència de l'automatització del +0,6%, ja que es consideren alguns sectors dels serveis que en aquest treball no podem considerar perquè no hi ha dades a la SBS.

TAULA 23			
Variació neta de l'ocupació com a conseqüència de l'automatització. Anys 2014-2030			
	ALEMANYA	CATALUNYA	NRE. DE LLOCS A CATALUNYA
Manufactures (*)	+1,7%	-3,2% o inferior	Pèrdua de 12.217 o més
Indústria (*)	+1,5%	-2,9% o inferior	Pèrdua de 12.366 o més
Construcció	-2,2%	-2,2%	Pèrdua de 3.674
Serveis	+2,2%	+2,0%	Creació de 29.381
Total (*)	+1,7%	+0,7% o inferior	Creació de 13.341 o menys
(*) Tenint en compte les valoracions qualitatives basades en la intensitat tecnològica, el nivell educatiu o la dimensió empresarial. Font: Elaboració pròpia.			

Els resultats de l'estimació per a Catalunya són els següents:

- **El resultat global de l'automatització per a Catalunya és positiu (+0,7%),** però inferior que en el cas d'Alemanya (+1,7%), com a conseqüència de la diferent estructura sectorial (a Alemanya tenen més pes els sectors que creen ocupació que no pas a Catalunya).
- **Les manufactures perdran ocupació a Catalunya (-3,2%),** al contrari que a Alemanya (+1,7%), fet que es deu a la diferent composició sectorial de les dues economies. Aquesta previsió (pèrdua de 12.200 llocs de treball) és conservadora en el sentit que, si tenim en compte alguns aspectes diferencials entre les manufactures catalanes i alemanyes, com l'esforç tecnològic, el nivell educatiu o la dimensió empresarial, podria empitjorar.
- Destaca la **creació** de més de 3.000 llocs de treball a cadascun d'aquests sectors: vehicles de motor i altres materials de transport (3.727); equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic (3.233); i fabricació de maquinària i equips (3.089). Aquestes són tres indústries molt potents a Alemanya, que suposen conjuntament més d'un 40% de l'ocupació industrial, mentre que a Catalunya pesen la meitat (20,1%).
- La **pèrdua** més important de llocs de treball (6.559) es produeix a la indústria del paper i arts gràfiques, que és un sector d'una dimensió mitjana al nostre país. També destaca la pèrdua de prop de 3.994 llocs de treball a la indústria química i farmacèutica i 3.763 a la indústria alimentària.
- Tampoc són menyspreables les pèrdues d'ocupació als sectors de la metal·lúrgia, del plàstic i del tèxtil, amb reduccions que van entre els 2.000 i els 2.500 llocs de treball en cadascun.

-
- Els efectes positius de l'automatització previstos per a la indústria alemanya el 2030 (+1,5%) es veuen limitats a casa nostra (-2,9%) pel fet que els sectors que s'espera que creïn ocupació són aquells més grans a Alemanya (i no tant a Catalunya), mentre que **la pèrdua d'ocupació es concentra en bona mesura en alguns dels sectors amb major pes relatiu a Catalunya**. Així, un primer fet a destacar és que, d'acord amb la literatura (McKinsey, 2017b), les diferències en l'impacte laboral entre les dues economies es deuen en bona mesura a la composició sectorial de la indústria.
 - En termes generals, podem suposar que **la realitat tecnològica de la nostra indústria, el nivell educatiu dels seus treballadors i la dimensió de les seves empreses en comparació amb Alemanya, pot fer que la reducció de l'ocupació prevista fins l'any 2030 sigui superior als 12.200 llocs de treball que s'han estimat**. Només el sector alimentari podria tenir un impacte menor de l'estimat degut a les bones ràtios en tecnologia, nivell educatiu i dimensió empresarial.
 - **Pel que fa al sector serveis, es preveu un increment net d'ocupació de 29.400 llocs de treball entre 2014 i 2030, un 2,0%**.
 - Destaca la creació de 10.696 llocs de treball al sector de tecnologies de la informació i de 10.542 al sector de comptabilitat i consultoria. Per contra, es preveu una reducció d'11.567 llocs de treball al sector del comerç a l'engròs i al detall.
 - En general, **les activitats de serveis on es preveu que creixi l'ocupació són aquelles més estretament lligades a la indústria**, mentre que les activitats on es preveu que disminueixi són aquelles més allunyades de la indústria.
 - L'increment de l'ocupació previst per al conjunt dels serveis no divergeix gaire entre les dues economies (+2,2% a Alemanya i +2,0% a Catalunya), això es deu en bona part al fet que la composició sectorial no difereix gaire tampoc.

Però l'impacte laboral va més enllà de la probabilitat d'automatització i dels llocs de treball que es poden perdre o generar. Per aquest motiu, també s'han analitzat les repercussions de la Indústria 4.0 en les condicions de treball i en l'organització de la producció.

La Indústria 4.0 està provocant un **canvi organitzacional** que es pot simplificar en tres eixos:

- Major flexibilitat exterior i externalització del risc: *crowdsourcing*, subcontractació, contractes d'obra i servei, empreses de treball temporal.
- Major flexibilitat interior: modalitats més flexibles i àgils de treballar (i de contractar). Les plantilles tindran l'oportunitat de treballar de forma més autònoma i holística en equips més independents.
- Descentralització espacial i virtualització: teletreball, equips virtuals, espais de *coworking*.

Aquesta major flexibilitat, així com els increments de productivitat derivats de la Indústria 4.0 seria desitjable que derivessin en **millors salarials**. Si fins ara l'automatització ha afectat més als ocupats de qualificació i salaris mitjans i

ha portat a la polarització del mercat de treball, aquesta tendència podria estar a punt de canviar en el marc de la quarta revolució industrial en detriment dels treballadors menys qualificats, ja que els salaris i el nivell de formació mostren una correlació negativa amb la probabilitat d'automatització.

Pel que fa a la **perspectiva de gènere**, és impossible donar una resposta clara a la pregunta de quins efectes tindrà la digitalització sobre el potencial de l'ocupació femenina.

Sí que sembla que hi ha prou consens en què la Indústria 4.0 millorarà les condicions de **seguretat i salut laboral** en tant que les tasques més perilloses, menys ergonòmiques, més exigents físicament o més estressants seran realitzades per màquines. Alhora, també hi ha un possible risc de degradació dels llocs de treball menys qualificats en un entorn molt automatitzat que només deixi petites activitats monòtones sobrants per ser desenvolupades per persones amb poca formació.

Aquest document es completa amb un petit **treball de camp** realitzat a partir d'entrevistes a algunes empreses industrials catalanes que estan implantant l'automatització a les seves plantes o estan planificant dur-la a terme properament. En concret, es van prestar a col·laborar en aquest treball de camp les empreses següents: Avinent, Eurecat, Gestamp, Girbau, Melegny, Nissan, Noel, Panreac, Promaut, Reig Jofré, Ripleg, Seat, Siemens i Tecnomatrix. Els resultats han permès validar la major part de les informacions que es recullen en el present document i que es poden sintetitzar en els punts següents:

- En general, la introducció de la Indústria 4.0 a Catalunya es troba en una fase incipient, on la punta de llança són les grans empreses del sector de l'automoció, mentre que les pimes estan molt endarrerides.
- Invertir en Indústria 4.0 requereix, a més d'imports elevats, una decisió estratègica de dalt a baix, que implica canvis organitzatius i de revisió del model de negoci i que ha de ser una eina per resoldre problemes i obtenir beneficis.
- En l'àmbit laboral, les empreses no preveuen pèrdua d'ocupació però sí una necessitat d'adaptar la força de treball als nous perfils mitjançant formació. Així mateix, estimen que hi haurà més seguretat i més flexibilitat, amb diferents variants, com el teletreball, treball autònom, etc.
- Finalment, quant a formació, preveuen increments de demanda de perfils STEM i de formació professional en IT, mecatrònica, electricitat i electrònica, sistemes d'informació i tractament de dades, logística, química, automatització i robòtica. També d'habilitats relacionades amb la intel·ligència creativa i social, com ara la capacitat de síntesi, d'anàlisi, de persuasió, de raonament o de relació.

4. L'adaptació al canvi

Enfront de tot el que s'ha exposat fins aquí, què cal fer? Els efectes laborals que han anat sorgint al llarg d'aquest treball, tot i que s'allargaran en el temps, es poden començar a afrontar amb actuacions a curt termini per tal de facilitar una adaptació al canvi en la qual hi hauran de tenir part activa tots els agents implicats. Com diu el World Economic Forum (2016), per al **govern**, el desafiament de la Indústria 4.0 implica innovar en educació i en política laboral per tal de facilitar l'evolució de les habilitats de la força de treball; per al **sector educatiu**, significa un gran ventall de noves oportunitats de negoci, amb nous serveis als individus, als emprenedors, a les grans corporacions i al sector públic; per a les **empreses**, si volen capitalitzar les oportunitats, caldrà que posin el desenvolupament del talent i els recursos humans en el centre de la seva estratègia de futur. Les companyies ja no poden ser consumidores passives de capital humà preparat externament.

Així mateix, sembla que és crític per a les empreses que l'adopció de la Indústria 4.0 sigui una **decisió estratègica** corporativa que impliqui tota l'organització, de dalt a baix, tal com en el seu dia va passar amb l'adopció de la innovació com a factor competitiu clau. Això comporta també cercar estructures, processos i models de negoci que refermin els avanços tecnològics i les habilitats humanes.

En **política laboral**, seguint les propostes del *Llibre Blanc* alemany sobre el treball 4.0 (Ministry of Labour and Social Affairs, Alemanya, 2017) cal, en primer lloc, equilibrar les necessitats de **flexibilitat** de les empreses i dels ocupats.

En segon lloc, cal tenir present que l'impacte laboral de la Indústria 4.0 també és molt important en activitats no estrictament industrials, com ara les **plataformes** de serveis compartits (Uber, Deliveroo, Cabify...). Aquestes plataformes poden generar beneficis per als seus usuaris, però també poden deteriorar les condicions de treball dels seus empleats.

En tercer lloc, en l'àmbit de la **salut i higiene** en el treball, hi ha un consens generalitzat en què la Indústria 4.0 representarà una clara millora en les feines físiques més dures, pesades i monòtones però, tot i així, caldrà desenvolupar accions de prevenció sobre la tensió psicològica a la feina. A grans trets, cal atendre aspectes com l'esvaïment dels límits entre temps de treball i d'oci, la intensificació del treball i l'augment de la flexibilitat i la mobilitat. De fet, ja actualment es detecta un augment de les patologies vinculades a l'estrès en paral·lel a la progressiva transformació del món del treball.

En quart lloc, davant l'esvaïment de la línia divisòria entre ocupació i **autoocupació**, cal evitar buits en la protecció social.

Per últim, atenent al fet que la quarta revolució industrial és un fenomen que transcendeix les fronteres nacionals, seria desitjable iniciar un **diàleg en l'àmbit europeu**, emmarcat en l'Agenda Digital i com a part del debat sobre l'establiment del Pilar Europeu dels Drets Socials.

Quant a les **polítiques no laborals**, McAfee (2015) proposa millores en les infraestructures (de comunicacions i de telecomunicacions); suport a l'emprenedoria de negocis creatius (els quals potencien la innovació i generen llocs de treball); suport a la immigració (especialment amb talent i ambició); i impuls a la recerca bàsica. Són mesures que

beneficien al conjunt de l'economia per diferents motius però que també són necessàries per al desplegament ràpid i eficient de la Indústria 4.0.

També amb un enfocament general, Méda (2016), en un treball per a l'Organització Internacional del Treball, proposa apostar per una **revolució ecològica** que compensi la pèrdua de llocs de treball deguda al canvi tecnològic.

Un tema molt rellevant que ha sorgit al llarg d'aquest treball és el del previsible increment de la **desigualtat** derivat de la desaparició de tasques rutinàries amb alta probabilitat d'automatització i que provocarà que hi hagi treballadors que no puguin ser reconvertits i perdin la seva feina o, per conservar-la, hagin d'acceptar rebaixes salarials. Per combatre-la, a més de la millora de la formació, es proposen diferents instruments que s'expliquen a continuació.

Unicredit (2016) planteja que els empleats (alguns o tots) **participin en el capital** social de les empreses, ja sigui de forma directa o indirecta, parcial o total.

Tanmateix, l'establiment d'una **renda bàsica universal** és una mesura que altres autors proposen per al debat (McKinsey 2017a) o fins i tot hi donen suport. Al nostre país hi ha treballs en aquest camp (vegeu Coll i Ferràs, 2017 i Puig, 2016), però fan falta càlculs més precisos i aprofundits per tal de tenir un suport més consistent per validar o desestimar la bondat de la seva implantació.

En aquest context, autors com ara Rotman (2014) opinen que preguntar-nos si la tecnologia causa desigualtat és equivocat ja que la pregunta hauria de ser com l'avanç tecnològic canvia la demanda relativa de treballadors amb alta i amb baixa formació i com ens estem adaptant a aquests canvis. Per aquest motiu, el **focus principal hauria de ser la formació**, l'educació i l'ensenyament de les habilitats correctes. És a dir, no es tracta només d'augmentar la quantitat de formació, a tots els nivells, sinó d'ensenyar habilitats no cognitives que facin que les carreres dels estudiants siguin a *prova de robots*.

La necessitat d'itineraris formatius amb habilitats rellevants i ganes d'aprendre de forma continuada serà més gran que mai en aquesta revolució de les habilitats, on el focus haurà d'estar en el desenvolupament de carreres resilents, en lloc de simplement ocupacions. Ajudar la gent a formar-se i adaptar-se a aquest món en ràpid canvi serà el repte laboral més important.

Per aquest motiu, caldria un **seguiment regular de la demanda** de mà d'obra qualificada, amb exercicis de prospectiva i amb una política de foment d'habilitats estratègiques que hauria de ser el pilar de la política d'ocupació davant la transformació digital.

Cal que, per tal de fer front a la desigualtat, bona part d'aquesta inversió sigui en **educació pública** de qualitat com a instrument que portaria cap a una societat en la qual l'èxit educacional no estigui tan estretament lligat al nivell de renda familiar com ho està ara.

Conseqüentment, cal, d'una banda, fomentar les **vocacions industrials**, sobretot entre les dones i, de l'altra, **adaptar els continguts** curriculars a la Indústria 4.0.

Pel que fa concretament a perfils professionals, la Indústria 4.0 comportarà un canvi en la demanda: el nombre de personal no qualificat i semiqualficat anirà en descens i es crearan nous llocs de treball d'alta qualificació, sobretot vinculats a les tecnologies de la informació i a les habilitats digitals. Analistes de dades, dissenyadors d'aplicacions i de robòtica, entre altres, són perfils que les empreses, tecnològiques i no tecnològiques, estan demandant cada vegada més. I sobretot cal augmentar l'oferta de perfils STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) ja que són més resilents a la commoció econòmica. En les recessions, se solen associar amb majors nivells de productivitat, de creixement de la productivitat i d'increment de l'ocupació. Les polítiques que potencien l'ocupació STEM poden generar repercussions positives que afectin nombroses activitats, incloses les no STEM, i tenen, per tant, un efecte multiplicador.

En resum, i a risc de simplificar en excés, cal **desdramatitzar** l'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya atès que, si bé el 35% dels llocs de treball tenen una alta probabilitat de ser automatitzats, això no vol dir que tots ells seran substituïts per robots. És més, en termes agregats, **l'impacte pot arribar a ser fins i tot positiu**, amb un increment de l'ocupació del 0,7% en l'horitzó 2030. Ara bé, hi haurà menys ocupats a la indústria (un -3,2%) i més als serveis (un 2,0%) i desapareixeran moltes tasques, repetitives o no, manuals o no, per la qual cosa **els llocs de treball es transformaran** i els ocupats s'hi hauran d'adaptar necessàriament. Això porta a les dues principals recomanacions d'aquest document: **cal potenciar i millorar la formació** (contínua, professional i universitària) per facilitar la transició del capital humà cap als nous requeriments de la Indústria 4.0 i, per a aquelles persones que inevitablement es vegin expulsades del mercat de treball i no puguin adaptar-se als canvis, cal prendre en consideració la posada en marxa de nous mecanismes de **lluita contra la desigualtat**.



Introducció:
objectiu,
justificació i
metodologia

Estem en l'**era digital** i els canvis que això està provocant en les nostres vides són impressionants. Internet, l'ús de la telefonia mòbil, la rellevància de les xarxes socials, el desenvolupament de tecnologies com ara el núvol, la intel·ligència artificial, el *big data* o la robòtica, la radical transformació d'activitats com la fotografia o el cine, la nova manera de consumir música o literatura, la desaparició de molts negocis i l'aparició d'altres de nous són manifestacions conegudes d'aquests canvis, però saber que un prestigiós hospital nord-americà especialitzat en la lluita contra el càncer pot proporcionar possibles diagnòstics i tractaments a partir de la utilització d'una amplíssima base de dades d'informes mèdics i articles científics o que una empresa que no és del sector de l'automoció avança decididament en el desenvolupament de vehicles sense conductor ens ajuda a comprendre millor l'abast de la revolució que s'està produint.

La digitalització està comportant uns canvis de tal magnitud en l'activitat econòmica i una acceleració tan rellevant en l'avenç tecnològic que avui en dia es parla amb tota naturalitat que estem davant el que ja s'anomena la **quarta revolució industrial**.

Si la primera va suposar el trànsit de l'artesania a la manufactura degut a l'aparició de la màquina de vapor i els primers telers mecànics, la segona va venir marcada per l'ús de l'electricitat i la producció en cadena, i la tercera per l'automatització de la producció gràcies a la introducció de l'electrònica i la informàtica.

La quarta revolució industrial es caracteritza per la utilització de tota una sèrie de tecnologies que permeten la hibridació del món físic i el digital (*cyber physical systems*), un fenomen que ha vingut a anomenar-se **Indústria 4.0**. Aquesta Indústria 4.0 possibilita la connectivitat entre els diferents sistemes al llarg de la cadena de valor i més enllà d'una sola empresa i també una nova interacció entre l'home i la màquina.

Al llarg de la història, el progrés tecnològic ha permès augments de productivitat que s'han traduït en increments de salaris i creixement de la *renda per capita* que, al seu torn, han contribuït a millorar el benestar social. Canvi tecnològic i progrés social són conceptes que històricament han viatjat junts, però també és cert que en aquest viatge s'han vist acompanyats per la **por** dels treballadors a ser substituïts per màquines. Només cal recordar les revoltes que es van produir a principis del segle XIX quan els artesans anglesos es van rebel·lar contra la introducció de telers industrials o el que va significar la producció en sèrie del Ford T a principis del segle XX per comprendre que els efectes sobre l'ocupació són sempre els més importants quan s'ha d'analitzar l'impacte del canvi tecnològic.

Això passa també quan parlem d'Indústria 4.0. La sensorització de materials, màquines i productes i la seva connexió a la xarxa així com la interconnexió home-màquina té múltiples derivades que van des de la redefinició de la competitivitat de les empreses i regions a una nova divisió internacional del treball per la via de la reversió de determinats processos de deslocalització, passant per la creixent difuminació de la frontera entre indústria i serveis o el cada cop més important paper de les ciutats en l'activitat econòmica, però són els aspectes laborals els que segurament tenen més importància quan es parla de les conseqüències de la digitalització de la indústria i l'automatització de l'activitat econòmica. Això, sense ànim d'exhaustivitat i a tall introductori, és degut a fets com ara la seva repercussió en l'augment de la productivitat, la reducció de preus, la substitució de les tasques més rutinàries, la reducció d'algunes ocupacions, la creació d'altres de noves, l'increment de les diferències retributives entre les ocupacions més i menys qualificades, l'organització del mercat de treball, la flexibilitat de la jornada laboral, l'exigència de noves habilitats, o els canvis en la seguretat i higiene en el treball, entre d'altres.

Aquest treball té l'objectiu d'analitzar l'**impacte laboral** de la Indústria 4.0 a Catalunya, particularment pel que fa a la previsió de l'evolució de l'ocupació en els propers anys, la tipologia de les ocupacions que tenen més probabilitats de ser automatitzades, l'afectació a les condicions de treball i la importància de la formació per aprofitar els avantatges d'aquest procés.

Què justifica la realització d'aquest estudi? D'entrada, com s'ha dit, el seu interès per al coneixement de l'economia del nostre país. Saber com pot impactar en l'ocupació la revolució tecnològica que estem vivint només pot ser positiu, especialment si orienta l'administració, les empreses i els treballadors sobre com afrontar en millors condicions els reptes que té plantejats la nostra societat en aquest camp. Si l'economia catalana vol beneficiar-se del potencial competitiu de la Indústria 4.0, si les seves empreses i els seus treballadors volen tenir un paper protagonista en aquesta quarta revolució industrial, han de tenir la màxima informació possible sobre les implicacions del seu desenvolupament.

També la signatura a finals del mes de juliol de 2017 del **Pacte Nacional per a la Indústria** entre la Generalitat de Catalunya, les associacions empresarials Foment del Treball Nacional, PIMEC i Fepime, i les organitzacions sindicals CCOO i UGT, justifica la realització d'aquest treball.

El Pacte Nacional per a la Indústria és un acord programàtic per a la planificació del desenvolupament industrial de Catalunya, un full de ruta que atorga un marc d'estabilitat temporal a la política industrial de la Generalitat de Catalunya amb la finalitat d'augmentar el pes de la indústria en l'estructura econòmica del país. El Pacte té la voluntat d'impulsar la transformació del model industrial de Catalunya mitjançant un procés que vagi acompanyat de la creació de llocs de treball estables i de qualitat i dona una gran importància a la Indústria 4.0, a la qual dedica un dels seus sis apartats.

Una de les actuacions del Pacte Nacional per a la Indústria reflecteix l'interès de la Generalitat i les organitzacions empresarials i sindicals per les implicacions laborals de l'actual revolució industrial i encomana a l'administració industrial catalana l'elaboració d'un estudi sobre l'impacte de la Indústria 4.0 en nombre de llocs de treball, qualitat de l'ocupació, seguretat i salut dels treballadors i les seves necessitats de formació. Aquest treball és la resposta a aquella demanda.

Metodològicament, en la realització de l'estudi que teniu a les vostres mans s'ha combinat l'anàlisi documental i el treball de camp. Els seus autors han consultat bona part de les nombroses aportacions que la literatura econòmica ha produït darrerament sobre Indústria 4.0 i ocupació i han entrevistat quadres i responsables de diverses empreses ubicades a Catalunya, de diferents sectors i dimensió, amb la finalitat de contrastar i ampliar la informació obtinguda de les aportacions teòriques i apropar-la a la realitat catalana.

Pel que fa a l'estructura del treball, el **primer capítol** el posa en context tot comentant què es la Indústria 4.0, quines són les principals tecnologies al voltant de les quals s'estructura aquesta realitat, quins són alguns dels desafiaments als quals s'hauran d'enfrontar les empreses com a conseqüència del seu desenvolupament i, finalment, quin és el seu grau d'implementació actual.

El **segon capítol** trasllada la Indústria 4.0 a la realitat catalana fent referència a la seva estructura econòmica, les capacitats del seu sistema de recerca i innovació, i la tasca de difusió i atracció d'activitat que realitzen les fires i congressos

internacionals que se celebren a Barcelona. També ofereix informació sobre l'actuació de les empreses catalanes davant la Indústria 4.0 amb relació al seu grau d'adaptació a aquesta realitat o la utilització que fan de les seves principals tecnologies. Recull dades d'interès sobre l'estat de situació de la formació, professional i universitària, per a la transformació digital de la societat i, finalment i amb vista a introduir l'anàlisi sobre l'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya, ofereix dades sobre la demanda d'ocupacions a Catalunya en els darrers anys.

El **tercer capítol** és el nucli del treball i comença recordant què diu la literatura econòmica sobre la importància de l'impacte laboral de la revolució industrial que s'està produint en l'actualitat i quins són els principals enfocaments i metodologies dels nombrosos estudis que darrerament estan apareixent sobre aquesta temàtica. Incorpora després un resum i una anàlisi comparativa dels treballs més rellevants que s'han publicat en els darrers anys sobre les conseqüències de l'automatització sobre l'ocupació, entre els quals destaquen *The future of unemployment: how susceptible are jobs to computerisation?*, de C. B. Frey i M. A. Osborne (2017), *The German labour market 2030 Economy and labour market in the digital age*, de Vogler-Ludwig, Düll i Kriechele (2016), i *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation*, de McKinsey & Company (2017). Posteriorment, trasllada a Catalunya el treball de Frey i Osborne tot publicant una llista de més de quatre-centes ocupacions classificades segons el seu risc d'automatització i oferint una quantificació relativa dels llocs de treball que poden tenir una alta probabilitat de ser computeritzats. També, a partir del treball de Vogler-Ludwig, Düll i Kriechele, ofereix una estimació dels llocs de treball que es crearan i destruiran a Catalunya degut a la digitalització fins l'any 2030. El capítol recull, a més, les aportacions realitzades pels responsables empresarials entrevistats en el treball de camp sobre aspectes com ara la introducció de la Indústria 4.0 a Catalunya, el seu impacte sobre l'ocupació i les habilitats professionals que es requeriran per al seu desplegament, o els canvis esperats en l'organització del treball, les retribucions dels empleats o la seguretat en el treball.

El **quart capítol**, finalment, se centra en els canvis que s'han d'impulsar amb vista al millor aprofitament dels avantatges competitiu que aporta el desplegament de la Indústria 4.0, especialment en el camp de la formació.

El contingut del treball se sintetitza en el resum executiu que obre aquesta publicació, però a tall expositiu es pot dir que les seves principals **conclusions** són les següents:

- Històricament, el progrés tecnològic s'ha traduït en un augment del benestar social gràcies als guanys de productivitat, a la possibilitat d'obtenir més amb menys i, tot i que sempre s'ha vist acompanyat per la por a la destrucció de llocs de treball, mai no ha suposat una pèrdua d'ocupació agregada.
- Tanmateix, hi ha un corrent analític que considera que l'actual revolució industrial pot comportar una reducció dels llocs de treball existents avui dia perquè la digitalització suposa una acceleració del canvi tecnològic que també eliminarà tasques no rutinàries.
- La preocupació per la destrucció de llocs de treball derivada de la implantació de la Indústria 4.0 es va multiplicar després del document sobre el futur de l'ocupació que el World Economic Forum va presentar a Davos l'any 2016, un treball en el qual es parla d'una pèrdua de milions de llocs de treball en poc temps a tot el món i que va tenir un gran impacte mediàtic.

-
- Això no obstant, en els darrers tres anys, s'han publicat nombrosos estudis internacionals que han ofert resultats fins i tot contradictoris, ja que uns preveuen caigudes d'ocupació mentre que d'altres n'anticipen augments.
 - La rèplica a Catalunya del treball que Frey i Osborne van fer per a l'economia nord-americana l'any 2017 estima que el 35% dels llocs de treball existents en l'actualitat a la nostra economia tenen una alta probabilitat de ser automatitzats a mitjà termini.
 - Malgrat això, no cal confondre el potencial d'automatització amb la desaparició de llocs de treball.
 - A partir del treball que Vogler-Ludwig, Dull i Kriechel van fer per a Alemanya l'any 2016, s'estima que l'economia catalana veurà un augment de la seva ocupació a causa de la digitalització de 13.000 persones fins l'any 2030, amb diferències de signe entre els resultats de la indústria i dels serveis.
 - Aquest resultat permet desdramatitzar l'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya i s'oposa a la idea de que la digitalització s'hagi de traduir en importants pèrdues d'ocupació agregada.
 - Certament, el desplegament de la Indústria 4.0 comportarà la desaparició de tasques repetitives que no aportin valor i d'algunes no rutinàries que podran ser programades, però suposarà la creació d'altres de noves i augmentarà el nombre de les relacionades amb habilitats digitals.
 - La major part dels estudis realitzats conclouen que les principals actuacions per a fer front a l'impacte laboral de la Indústria 4.0 tenen a veure amb la formació.
 - La creixent importància de les tasques relacionades amb aquestes habilitats digitals donarà lloc a la creació de nous llocs de treball en àmbits STEM (*science, technology, engineering i mathematics*), la qual cosa obliga a obrir una profunda reflexió sobre el paper d'aquestes disciplines en el nostre àmbit formatiu.
 - L'automatització de moltes de les professions que coneixem avui en dia ofereix la possibilitat de reorientar la naturalesa del treball i farà que les empreses s'esforcin en reconvertir, mitjançant formació interna, els treballadors ocupats en tasques que passaran a ser prescindibles.
 - Tanmateix, és evident que hi haurà persones que es veuran expulsades del mercat de treball i que, per tal que els beneficis de la Indústria 4.0 arribin a tothom, s'haurà de prendre en consideració la posada en marxa de mecanismes de lluita contra la desigualtat, cosa que, naturalment, depèn de l'organització de la societat.

01 |



La Indústria 4.0

1.1. Definició

Indústria 4.0 és un terme que va ser utilitzat per primer cop pel Govern alemany i 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 (Smit *et al.*, 2016). Aquest fenomen representa un canvi tan gran que també es considera la quarta revolució industrial.

A finals del segle XVIII, es van iniciar a Gran Bretanya un conjunt de canvis econòmics, socials i tecnològics, entre els quals destaquen la màquina de vapor i el teler mecànic, que els historiadors han anomenat primera revolució industrial i que van ser encapçalats pels sectors del tèxtil, del carbó i del ferro. El fenomen es va estendre a altres països europeus, als Estats Units i al Japó durant el segle XIX.

A finals del segle XIX, l'aparició de l'energia elèctrica i el petroli, el desenvolupament de la química, el desplegament del ferrocarril i dels vaixells de vapor, junt amb altres avenços tecnològics i la producció en cadena, van propiciar la segona revolució industrial, període que s'estén fins a la Primera Guerra Mundial.

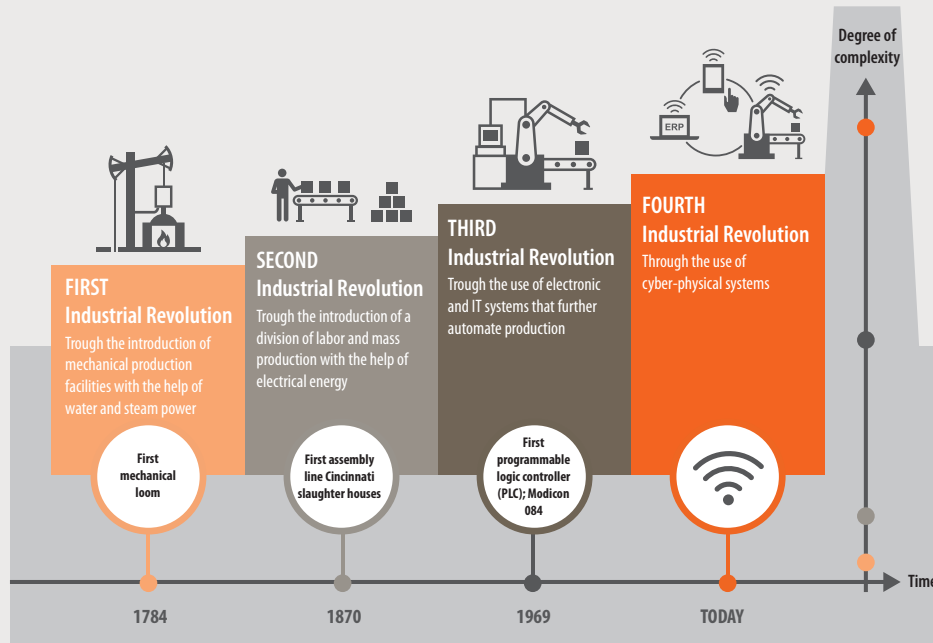
La tercera revolució industrial es va iniciar a mitjan segle XX, basada en l'ús de l'energia nuclear i els avenços tecnològics derivats de l'electrònica, la informàtica i les comunicacions, que van permetre un alt nivell d'automatització de la producció i la informatització de les empreses industrials.

Nombrosos autors afirmen que ara ens trobem davant d'una **quarta revolució industrial** en la qual els sensors, les màquines, els components i els sistemes informàtics estarien connectats al llarg de la cadena de valor, més enllà dels límits de les empreses individuals. Aquests sistemes connectats poden interactuar fent servir protocols estandarditzats basats en Internet i analitzar les dades per tal de preveure errades, configurar-se ells mateixos i adaptar-se a possibles canvis. Les tecnologies digitals permeten el que s'anomenen sistemes ciberfísics, és a dir, la vinculació del món físic (dispositius, materials, productes, maquinària i instal·lacions) amb el digital (sistemes). Aquesta connexió habilita que dispositius i sistemes col·laborin entre ells i amb altres sistemes per crear una indústria intel·ligent, amb producció descentralitzada, millor traçabilitat, major connectivitat entre els diferents actors i que s'adapta als canvis en temps real (Ruessmann, 2015).

L'existència de màquines més intel·ligents, processos amb preses de decisions automàtiques i operaris que poden rebre les instruccions exactes de les tasques a realitzar poden fer pensar en fàbriques amb menys ocupació i revelen que la societat actual s'enfronta a desafiaments en molts nivells que obligaran a repensar des del sistema educatiu fins als processos industrials i els models de negoci (Fernández i Pajares, 2017). En aquesta nova realitat, les barreres entre les persones i les màquines esdevenen més difoses, les distincions entre indústria i serveis deixen de ser rellevants, i tot això és tan important que el Govern alemany va decidir l'any 2012 que l'impuls de la Indústria 4.0 seria un dels seus projectes de futur en la seva estratègia d'alta tecnologia (Smit, 2016).

FIGURA 1

De la Indústria 1.0 a la Indústria 4.0



Font: DFKI (2011).

1.2. Tecnologies

La Indústria 4.0 facilitarà processos de disseny i fabricació més ràpids, flexibles i eficients que permetran produir béns i serveis de més qualitat a costos més reduïts, cosa que incrementarà notablement la productivitat i redefinirà la competitivitat de les empreses i de les regions. Les cadenes de valor esdevindran un flux completament integrat, automatitzat i optimitzat que canviarà la tradicional relació entre proveïdors, productors i clients així com entre persones i màquines.

Aquests canvis tan rellevants s'emmarquen en la transformació digital de la indústria com a conseqüència dels avenços produïts en els darrers anys en les tecnologies de la informació, la robòtica i la sensorica, i la connectivitat, els quals, al seu torn, estan en la base de les nou tecnologies sobre les quals, segons Ruessmann *et al.* (2015), es fonamenta la Indústria 4.0. Aquestes tecnologies són les següents:

1. **Big data and analytics:** són sistemes informàtics amb capacitat d'emmagatzemar grans volums de dades que són processats a molta velocitat. L'anàlisi d'aquesta informació ultrapassa la capacitat dels sistemes informàtics habituals i facilita l'elaboració de models predictius que aporten intel·ligència, anticipació i ajuda en la presa de decisions.

S'espera que el mercat mundial de tecnologies i serveis de big data creixi un 23% entre el 2014 i el 2019 i generi uns ingressos de l'ordre de 187.000 milions de dòlars.

Font: Parlament Europeu (2016).

2. **Robots autònoms:** els robots seran cada cop més flexibles i cooperatius, podran interactuar i treballar al costat dels humans, i veuran reduir els seus preus. Sirkin *et al.* (2015), de Boston Consulting Group, estimen que, durant la propera dècada, els preus dels robots i del seu programari cauran un 20%, i que el creixement del nombre d'unitats instal·lades cada any passarà del 2%-3% actual al 10%, alhora que les seves prestacions augmentaran un 5% cada any.
3. **Simulació:** les simulacions en 3D que actualment es realitzen en fase d'enginyeria s'utilitzaran també en determinades operacions a les plantes de producció. Permetran als seus operadors reproduir el món físic en un model virtual que facilitarà la realització de proves per optimitzar les funcions de programació.
4. **Integració horitzontal i vertical de sistemes:** els fabricants, els proveïdors i els clients estaran estretament enllaçats pels sistemes informàtics facilitant l'evolució cap a cadenes de valor veritablement automatitzades. Aquesta major integració es donarà també entre els diferents departaments d'una mateixa empresa, com ara enginyeria, producció i servei.
5. **Internet de les coses industrial (Internet of things, IoT):** cada cop més dispositius estaran dotats d'informació encastada i connectats per mitjà de tecnologies estàndard. Això permetrà als dispositius de camp comunicar-se i interactuar entre ells i amb els controladors centrals així com descentralitzar l'anàlisi i la presa de decisions i donar respostes en temps real.

S'estima que el nombre de connexions IoT a la Unió Europea augmentarà d'aproximadament 1,8 milions el 2013 a gairebé 6.000 milions el 2020. Això portarà el mercat IoT de la Unió Europea a superar el bilió d'euros el 2020.

Font: Comissió Europea (2016).

-
6. **Ciberseguretat:** l'augment de la connectivitat incrementa dràsticament la necessitat de protegir els sistemes industrials crítics, les línies de producció, les infraestructures o els sistemes de transmissió de la informació contra les amenaces informàtiques a través de processos i tecnologies de seguretat aplicades a la digitalització.

Es preveu que la despesa global acumulada en ciberseguretat superarà el bilió de dòlars en el període 2017-2021.

Font: Cibersecurity Ventures (2017).

7. **El núvol:** cada cop més les tasques relacionades amb l'activitat empresarial requeriran eines de gestió de la informació que proporcionin serveis d'emmagatzematge, computació o accessibilitat, entre d'altres. Les tecnologies al núvol oferiran aquestes prestacions, reduiran dràsticament el temps de reacció i, fins i tot, permetran la instal·lació de determinats sistemes de control de processos en aquest entorn.

S'espera que la despesa mundial en serveis de public cloud creixi un 19,4% anual acumulatiu, des dels 70.000 milions de dòlars el 2015 als més de 141.000 el 2019.

Font: International Data Corporation, IDC (2015).

8. **Fabricació additiva:** la impressió en tres dimensions utilitzarà dispositius per a la producció d'objectes a partir de models digitals. A més de prototips i components individuals, la impressió 3D s'estendrà a la fabricació de petits lots de productes personalitzats i això permetrà reduir les primeres matèries, els estocs i les distàncies de transport.

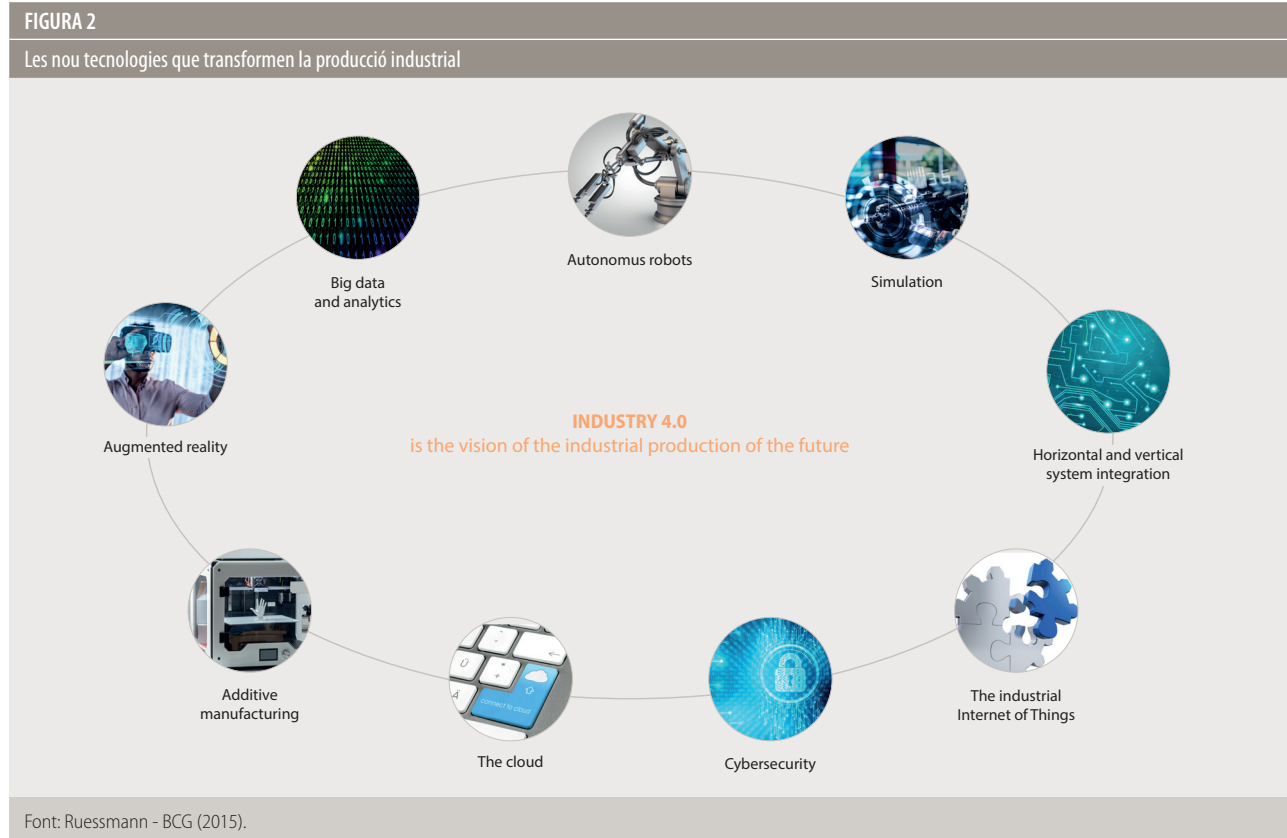
S'estima que, fins al 2020, la taxa anual de creixement de la demanda de sistemes d'impressió 3D i serveis relacionats sigui del 25%.

Font: EY (2016).

9. **Realitat augmentada:** amb aquesta tecnologia es pot oferir una molt àmplia gamma de serveis que poden anar des de la selecció d'una peça en un magatzem fins a l'enviament d'instruccions de reparació a un dispositiu mòbil. Aquests sistemes encara es troben en una fase inicial, però en el futur s'utilitzaran abastament per a la formació i per facilitar als operaris informació en temps real per millorar la presa de decisions i els procediments de treball.

La inversió mundial en realitat augmentada i realitat virtual va superar els 1.800 milions de dòlars el 2016, mentre que el 2013 va ser d'uns 200 milions.

Font: CB Insights (2017).



En una altra aproximació, l'informe “La transformación digital de la industria española” (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2015) introdueix el concepte d’habilitadors tecnològics per a referir-se als elements que possibiliten la transformació digital de la indústria. Segons aquest document, les tecnologies que estan impulsant aquest canvi es poden agrupar en tres grans **categories**:

- Les que connecten el món físic (materials i productes, maquinària i instal·lacions) i el món digital: impressió 3D, robòtica avançada, sensors i sistemes encastats.
- Les relacionades amb les comunicacions i el tractament de la informació: ciberseguretat, computació i núvol, connectivitat i mobilitat.
- Les relatives a les aplicacions empresarials o de gestió: solucions de negoci (cadena de subministrament, aplicacions financeres, solucions comercials i solucions de recursos humans), *big data and analytics* i plataformes col·laboratives.

A totes aquestes tecnologies s'hi poden afegir els avenços en l'obtenció de nous materials i, en especial, els sistemes informàtics integrats d'enginyeria de materials (ICME en anglès), entre els quals destaquen els nanomaterials (aquells que tenen propietats morfològiques més petites que un micròmetre en almenys una dimensió) i el grafè (una làmina de carboni d'un sol àtom de gruix, transparent, flexible, lleuger, resistent). El grafè és un excel·lent conductor d'electricitat i el sensor de llum més ràpid que hi ha al món (Koppens, 2016). Les seves aplicacions seran múltiples quan es trobi la manera de produir-lo a gran escala i poden revolucionar bona part de la indústria, per exemple, per al tractament del *big data* o dades massives.

1.3. Desafiaments per a les empreses

Com s'ha comentat a la introducció, les **conseqüències econòmiques** de la revolució industrial en la qual estem immersos són enormes i van des de la redefinició de la competitivitat de les empreses a una nova divisió internacional del treball per la via de la reversió de determinats processos de deslocalització, passant pel creixent esvaïment de la frontera entre indústria i serveis, el cada cop més important paper de les ciutats en l'activitat econòmica, els canvis que experimentarà la formació a tots els nivells o el seu impacte en l'ocupació i el mercat laboral (especialment en tot allò que fa referència als llocs de treball que esdevindran obsolets, a la creació de nous llocs amb uns nivells de qualificació superiors, a la qualitat de l'ocupació, als salaris o a la salut laboral). En un treball per al Parlament Europeu, Smit (2016) considera que el desenvolupament de la Indústria 4.0 a la Unió Europea incrementarà la productivitat, l'eficiència, la competitivitat i els ingressos, augmentarà els llocs de treball d'alta qualificació i ben remunerats, millorarà la satisfacció dels clients i incrementarà la varietat dels productes que surtin al mercat, alhora que farà la producció més flexible.

En l'àmbit empresarial, les conseqüències també són impressionants. La digitalització suposa el trànsit a una indústria més intel·ligent que produeix béns i serveis de més qualitat, de manera més ràpida i a un cost inferior, la qual cosa vol dir el trànsit a una indústria més productiva. La digitalització de la indústria farà que la demanda sigui cada cop més sofisticada degut a la personalització creixent dels productes i serveis, a l'accés del client al mercat a través de canals molt diferents, al coneixement predictiu dels hàbits de compra dels consumidors, i al fàcil accés a la informació comercial (preus, notícies, opinions...).

Una demanda creixentment sofisticada i la necessària adaptació de la indústria a les tecnologies sobre les quals es fonamenta la quarta revolució industrial impactaran en els processos (disseny, fabricació, logística, distribució, atenció al públic servei postvenda), els productes i els models de negoci, i canviaran els requeriments competitius per fer front als desafiaments del futur. Segons el Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme (2015), entre els **reptes** als quals hauran de donar resposta les empreses com a conseqüència de la transformació digital de la indústria es poden citar els següents:

- a. Utilització de mètodes col·laboratius per potenciar la innovació, cosa que implicarà involucrar en un mateix projecte a diverses empreses, clients, centres tecnològics o de recerca a fi i efecte de gaudir de coneixements diferents i complementaris.
- b. Combinació de flexibilitat i eficiència en els mitjans de producció amb la finalitat d'aconseguir una ràpida adaptació als canvis de sèries.

- c. Gestió de sèries més petites i temps de resposta més curts. La personalització dels productes i serveis requereix una gran flexibilitat per produir lots més petits en el menor temps possible, cosa que exigeix un major esforç logístic i de coordinació.
- d. Adopció de models logístics intel·ligents. La personalització, l'ús de canals i l'accés a la informació exigeixen una gran competitivitat en costos i obliguen a disposar d'una gestió logística molt avançada.
- e. Adaptació a la transformació dels canals (digitalització i omnicanalitat). La multicanalitat, l'aparició de nous canals digitals com ara les xarxes socials o les webs de venda per Internet, suposa una gran oportunitat per accedir a nous clients però també un gran repte perquè la progressiva interacció entre ells ha donat pas a l'omnicanalitat, fent que les relacions proveïdor/client siguin homogènies amb independència del canal utilitzat.
- f. Aprofitament de la informació per anticipar les necessitats del client. Les empreses utilitzen cada cop més la creixent informació de la qual disposen sobre necessitats i preferències dels consumidors i poden dissenyar models de predicció de demanda per mitjà d'eines d'analítica avançada.
- g. Adaptació a la hiperconnectivitat del client. El nombre de dispositius connectats en xarxa creix d'una manera exponencial i això suposa una gran oportunitat perquè les empreses identifiquin nous clients/usuaris però també un gran risc perquè els clients/usuaris també poden identificar ràpidament nous proveïdors dels productes/serveis que volen consumir.
- h. Gestió de la traçabilitat multidimensional d'extrem a extrem. El seguiment del producte, la seva ubicació i trajectòria, és cada cop més important i arriba no només al lot del passat sinó a la unitat produïda del present, tot augmentant així la informació al client/consumidor.
- i. Gestió de l'especialització mitjançant la coordinació d'ecosistemes industrials de valor. La dimensió mitjana de les nostres empreses afavoreix la creació de clústers, d'ecosistemes industrials, en els quals les diferents empreses que els conformen interactuen per millorar la competitivitat del conjunt.
- j. Assegurament de la sostenibilitat a llarg termini. En el nou paradigma digital, la sostenibilitat es converteix en un repte per a la indústria en el qual l'ús eficient dels recursos, l'optimització del consum de primeres matèries, l'eficiència energètica o l'adequat tractament dels residus es converteixen en palanques de competitivitat.
- k. Oferiment de productes personalitzats. L'adaptació del producte a les necessitats o preferències de cada client que abans era quelcom extraordinari es convertirà en un fenomen massiu sense augment de costos ni pèrdua de qualitat.

Ruessmann, en el seu treball per al Boston Consulting Group (2015), també llista alguns dels **efectes** més importants que la Indústria 4.0 tindrà en els productors de béns i en els fabricants de sistemes de producció.

Pel que fa als primers, l'actual revolució industrial afectarà tota la cadena de valor, des del disseny fins al servei post-venda:

- Les cèl·lules aïllades de producció actuals seran substituïdes per línies de producció totalment automatitzades i integrades.
- Els prototips físics seran reduïts al mínim ja que el disseny dels productes, dels processos i de l'automatització es farà de forma virtual i totalment integrada amb els proveïdors.
- Les màquines i productes intel·ligents que es comuniquen entre ells i prenen decisions incrementaran la flexibilitat.
- Els processos de producció seran millorats per equips capaços d'aprendre i d'autooptimitzar-se.
- La logística, amb robots i vehicles autònoms, s'ajustarà automàticament a les necessitats de producció.

Quant als fabricants de sistemes de producció:

- Els béns d'equip hauran d'incorporar més tecnologies de la informació, així com més tecnologies al núvol i sistemes encastats.
- Els portals *on-line* de programari i d'economia col·laborativa podran oferir configuracions d'equips més flexibles i adaptables.
- Els fabricants de béns d'equip hauran de competir amb proveïdors de tecnologies de la informació que estan entrant en aquest mercat en expansió.
- La interconnectivitat entre màquines, productes, components i humans requerirà nous estàndards internacionals d'interacció. Ja s'han començat a fer algunes passes en aquest sentit, sobretot a Alemanya i Estats Units.

Aquests canvis es traduiran en significatius augments de **productivitat**, als quals ja s'ha fet esment en les pàgines anteriors. Ruessmann (2015) ha estimat que durant els propers 5-10 anys la productivitat de la indústria alemanya augmentarà entre un 5% i un 8% addicional degut a l'extensió de la Indústria 4.0. Així mateix, estima que l'augment de la demanda de nous equips i aplicacions per part de les empreses i d'una àmplia varietat de productes personalitzats per part dels consumidors generarà uns ingressos addicionals d'uns 30.000 milions d'euros per any (aproximadament un 1% del PIB alemany), i que l'adaptació dels processos productius a la Indústria 4.0 requerirà unes inversions d'uns 250.000 milions d'euros en els propers deu anys (aproximadament un 1%-1,5% dels ingressos de la indústria).

És evident que davant de canvis tan significatius, les empreses hauran de planificar la seva incorporació a la Indústria 4.0 i, per tant, hauran de definir el model de negoci que volen seguir, decidir canvis organitzatius, adaptar la força de treball, desenvolupar aliances estratègiques, etc.

Tsusaka (2016) apunta tres **suggeriments** que hauran de considerar les companyies que vulguin tenir èxit en la quarta revolució industrial:

- Evitar el parany de l'èxit: les grans organitzacions tenen una forta tendència a la sobreexplotació dels models de negoci existents, en lloc d'explorar noves oportunitats de futur, però això no és inevitable. Les empreses més exitoses seguiran sent-ho si exploten i reinventen el model de negoci al mateix temps. Els exploradors, de fet, creixen més ràpid i generen més valor que els explotadors.
- Liderar amb convicció: per ser més exploradors, cal que els líders no s'espantin davant de la destrucció creativa dins de l'empresa. Durant la quarta revolució industrial, s'experimentaran successives onades disruptives, per la qual cosa els millors líders no seran els que intentin conservar el passat sinó els que inventin el futur.
- Gestionar una diversitat correcta: la diversitat ofereix dos avantatges importants. D'una banda, evita el risc dels monocultius i, de l'altra, crea la plataforma sobre la qual operen la innovació i l'adaptació. Les persones amb diversos orígens, i de diferents edats i sexes s'acosten als reptes amb diversos punts de vista, cosa que millora la innovació i els resultats empresarials.

I quines són les **dificultats** que s'hauran de vèncer per implantar de manera exitosa la Indústria 4.0? El Parlament Europeu (Smit *et al.* 2016) considera que entre els requisits que s'han de donar perquè la digitalització arribi efectivament a les empreses cal tenir present:

- l'estandardització de sistemes, plataformes i protocols, sense la qual no serà possible utilitzar els avenços tecnològics per connectar els diferents elements de les cadenes de valor de les empreses;
- l'impuls de canvis en l'organització del treball per adaptar-se als nous models de negoci, ja que la no comprensió de la importància que pot tenir adaptar-se a la disrupció que pot produir als mercats l'adopció de les noves tecnologies pot limitar la competitivitat empresarial;
- la implementació de mesures de seguretat digital i de protecció del *know-how*;
- la disponibilitat de treballadors degudament formats, sense la qual els avenços tecnològics seran difícilment adaptables a les necessitats de la indústria;
- l'impuls a la recerca i del desenvolupament;
- la construcció d'una xarxa legal comuna, d'un entorn regulador que estableixi les bases i els límits operables (per exemple, en el tractament de les dades personals).

Però sens dubte, són els **efectes sobre l'ocupació** els que més impacte tindran en les nostres empreses i en la nostra societat. S'ha dit a la introducció que cada revolució industrial s'ha vist acompanyada per la desaparició de llocs de treball que han esdevingut obsolets i també per la creació d'altres de nous que són d'un nivell de qualificació superior. Això també passarà amb l'actual i genera un gran debat. A Catalunya, per exemple, una enquesta sobre l'impacte de la revolució digital en l'ocupació (Col·legi d'Economistes de Catalunya, 2017) diu que el 75% dels membres d'aquesta institució opinen que a mitjà termini la revolució digital destruirà més llocs de treball dels que generarà, però tots els estudis publicats mostren una gran divisió entre els que consideren que la Indústria 4.0 fa aparèixer noves oportunitats que es traduiran en la creació de nous llocs de treball i els que opinen que, pel contrari, donarà lloc a una important pèrdua d'ocupació.

Proporcionar informació sobre l'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya és l'objectiu central d'aquest treball i els seus resultats s'ofereixen en les pàgines següents, però cal avançar que encara que sigui absolutament normal que els treballadors vegin amb inquietud la possibilitat que les màquines facin la seva feina i els deixin sense ocupació, la història ens diu que els avenços tecnològics sempre s'han traduït en guanys de productivitat que han possibilitat un major benestar social i que mai no s'ha traduït en una disminució de l'ocupació agregada. El debat se centra en si aquest cop serà diferent o no.

1.4. Grau d'implementació

El *Digital Transformation Scoreboard 2017: Evidence of positive outcomes and corrent opportunities for EU business* (DTS) (Comissió Europea, 2017) és un informe coordinat pel Directorate-General Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs i forma part del *Digital Transformation Monitor*, un acord marc que té la funció d'analitzar l'estat actual de la transformació digital a Europa i la seva evolució en el temps.

El DTS té com a objectiu, no només esdevenir un punt clau en l'avaluació a escala europea de les polítiques públiques en matèria de suport a la digitalització, sinó que també vol servir com a orientació a les empreses de cara a entendre perquè és tan important la transformació digital en els negocis del segle XXI. Una de les primeres dades que aporta l'estudi ja demostra la importància d'aquest darrer punt: paradoxalment, el 75% de les empreses analitzades consideren que les tecnologies digitals són una oportunitat però **només un 44% han adoptat com a mínim dues de les set tecnologies** considerades. Aquesta situació es veu agreujada per una altra dada que també deriva de l'estudi: el 64% de les companyies que admeten haver invertit en tecnologies digitals (que són un 44% del total de la mostra) han obtingut un resultat positiu quant a vendes i productivitat. A més, la major part de les empreses que sí que han començat a aplicar aquestes tecnologies ho han fet amb l'objectiu principal de créixer, no pas com una mesura disruptiva per transformar el seu negoci.

És a dir, les empreses són conscients de la importància de la digitalització com a concepte abstracte però no són conscients de la incidència pràctica en el creixement del seu negoci fins que han invertit i n'han avaluat els resultats. A més, aquelles que sí que han apostat per la digitalització ho han fet sense valorar les potencialitats transformadores de les tecnologies digitals.

No només la Comissió ha entès la necessitat existent de digitalitzar la indústria i d'informar el teixit productiu dels seus beneficis. Existeixen una trentena d'iniciatives arreu d'Europa, a escales diferents, amb l'objectiu d'aprofundir en aquest camp. La Comissió va considerar que, de cara a alinear els esforços en aquest sentit, caldria tendir cap a la creació d'una xarxa europea d'impulsors de la digitalització. Per tant, el DTS també serveix per mesurar l'evolució d'aquestes iniciatives, el seu efecte directe en la digitalització i, d'aquesta manera, avaluar quines d'aquestes iniciatives poden ser bones pràctiques replicables i quines no tenen una incidència significativa.

Un cop presentades les consideracions prèvies respecte a perquè és necessari i rellevant un estudi com aquest, és necessari exposar breument en què ha consistit exactament el DTS. Aquest informe és fruit de la combinació de dos grans blocs de dades.

El primer bloc és una **enquesta** a escala europea a 800 alts executius d'empreses dels tres sectors industrials que la Comissió ha considerat més importants:

- Automoció.
- Salut i indústria farmacèutica.
- Enginyeria mecànica.

El segon bloc conté, d'una banda el **posicionament** dels 28 estats membres de la Unió Europea en una sèrie d'indicadors elaborats a partir de les dades disponibles de l'Eurostat, Global Competitiveness Index i el FlashEurobarometer i, de l'altra, la pròpia autoavaluació dels estats en quatre grans aspectes respecte a la transformació digital:

1. Suport a l'emprenedoria digital.
2. Fortaleses i àrees de millora.
3. Càlcul de la situació actual respecte a altres estats membres.
4. Iniciatives considerades bones pràctiques.

Aquesta anàlisi es va realitzar sobre la base de la identificació de les **set tecnologies** més rellevants de la segona onada digital segons la Comissió:

- *Big data and analytics*.
- Ciberseguretat.
- *Social Media (mitjans de comunicació social)*.
- Robòtica i maquinària automatitzada.
- *Mobile Services (serveis mòbils)*.
- Tecnologies al núvol.
- Internet de les coses (IoT).

Un cop es van recollir les dades, tant de l'enquesta als executius com de l'avaluació i l'autoavaluació dels estats, es varen indexar (del 0 al 100) els resultats quantitatius segons uns paràmetres anomenats facilitadors per a la digitalització, amb els seus corresponents **indicadors**:

- Infraestructures digitals: connexió ADSL, ample de banda, percentatge d'empreses que utilitzen un sistema de planificació de recursos (ERP) entre diferents àrees i percentatge d'empreses que utilitzen un *Customer Relationship Management* (CRM) per analitzar la informació sobre els clients.
- Inversió i accés al finançament: despesa en R+D en totes les activitats classificades en el sector de l'alta tecnologia, oferta en *Venture Capital*, facilitat per accedir a crèdits...

-
- Oferta i demanda d'habilitats digitals: patents europees d'alta tecnologia per milió d'habitants, percentatge d'empleats amb habilitats TIC, empreses que contracten especialistes TIC i dificultat per ocupar les places TIC, persones empleades que utilitzen dispositius portàtils amb connexió a Internet.
 - *E-Leadership*: percentatge d'empreses que proveeixen formació als especialistes en TIC per desenvolupar o millorar les seves habilitats, percentatge d'individus que han obtingut habilitats TIC mitjançant la seva educació formal, empreses que donen als seus empleats dispositius portàtils amb connexió a Internet.
 - Cultura emprenedora: percentatge d'enquestats que preferirien ser autònoms si poguessin escollir entre diferents tipus de feina (empleat per compte aliena, autònom, cap o no ho sap), percentatge d'enquestats que preferirien iniciar un projecte empresarial o formar part d'un ja existent si això impliqués començar el seu propi negoci (incloent finançament suficient), percentatge d'enquestats que tenen una opinió generalment favorable respecte als emprenedors (autònoms, empresaris...).

Juntament amb aquests facilitadors, també es van posar en valor els **resultats qualitatius** dels processos de digitalització existents. El DTS classifica aquests resultats en dos grans grups d'indicadors. El primer és aquell que fa referència a la integració de la digitalització: quines empreses utilitzen CRM, identificació per radiofreqüència, xarxes socials, tecnologies al núvol, comerç electrònic, etc. El segon grup és el que fa referència a l'existència d'*start-ups* d'àmbit tecnològic: ràtio d'aparició de noves TIC, empreses dedicades a desenvolupar tecnologies per compartir informació entre negocis, etc.

Els resultats d'aquesta complexa anàlisi de factors són **tres nivells d'implementació** de la digitalització a Europa:

- El grau d'implementació de les set tecnologies digitals identificades.
- El grau d'implementació als tres sectors industrials analitzats.
- El grau d'implementació als 28 estats membres de la UE.

TAULA 1						
Grau d'implementació de les set tecnologies digitals identificades						
	MIDA	EDAT	TIPUS D'EMPRESA	ESTAT DEL SEU DESENVOLUPAMENT	PROPÒSIT DE LA DIGITALITZACIÓ	ÀREES D'IMPACTE DE LA DIGITALITZACIÓ
Big data and data analytics	>250 treballadors	Baix percentatge entre 3 i 5 anys i >15 anys	Start-ups sorgides d'una altra companyia	Majoritàriament són start-ups o spin-offs, en fase de creixement o internacionalment reconegudes	Ser més competitiu, millorar els seus serveis i analitzar informació sobre productes, serveis, empleats...	Gestió de projectes i de programació TIC
Ciberseguretat	>50 treballadors	>15 anys	Entitats públic-privades	Majoritàriament es troben al mercat comunitari o són internacionalment reconegudes	Millorar la privacitat de les dades i ser més competitiu	Control de qualitat i gestió de projectes
Mitjans de comunicació social	>250 treballadors	Alt percentatge en <10 anys	Start-ups sorgides d'una altra companyia	En procés de creixement	Ser més competitiu, connectar amb els clients i millorar les estratègies de màrqueting i publicitat	Gestió de projectes i màrqueting
Robòtica i maquinària automatitzada	>250 treballadors	Alt percentatge entre empreses >10 anys	Tot tipus d'empresa	Majoritàriament empreses internacionalment reconegudes	Ser més competitiu i millorar processos de disseny i producció	Gestió de projectes
Serveis mòbils	<10 treballadors o >50	Tot tipus d'edat	Entitats públic-privades	Tot tipus d'empreses menys start-ups i spin-offs	Ser més competitiu, millorar els seus serveis i connectar amb els clients	Gestió de projectes i programació TIC
Tecnologies al núvol	>250 treballadors	>3 anys	Start-ups sorgides d'una altra companyia	Start-ups, spin-offs o empreses ja internacionalitzades	Ser més competitiu, millorar els seus serveis i connectar amb els clients	Gestió de projectes
Internet de les coses	>250 treballadors	<3 anys	Entitats públic-privades	Tot tipus d'empreses	Ser més competitiu i connectar amb els clients	Gestió de projectes i programació TIC

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Digital Transformation Scoreboard (Comissió Europea, 2017).

La taula 1 mostra com les diferents tecnologies són més implementades segons la dimensió de l'empresa, la seva edat, el tipus (familiar o privada, start-up o spin-off o una entitat pública o privada), el propòsit o propòsits pels quals han desenvolupat la tecnologia en qüestió i com ha afectat a les diferents àrees de negoci. Destaca el fet que la major part de tecnologies digitals són implementades per **empreses de més de 250 treballadors** i amb un estat de desenvolupament alt. També és destacable que majoritàriament totes implementen aquestes tecnologies per ser més competitives i que la principal àrea afectada és la de gestió de projectes.

TAULA 2			
Aspectes més rellevants sobre el grau d'implementació per als tres sectors industrials analitzats (en percentatge d'empreses)			
	AUTOMOCIÓ	SALUT I INDÚSTRIA FARMACÈUTICA	MAQUINÀRIA MECÀNICA
Propòsit per al qual s'utilitza	El 58% per millorar els processos de producció	El 48% per millorar els processos de producció	El 52% per millorar els processos de producció
Percentatge de reinversió en formació en habilitats digitals	El 65% de les empreses inverteixen <5%	El 89% de les empreses inverteixen <15%	El 76% de les empreses inverteixen <10%
Previsió en l'impacte laboral	El 74% creu que es mantindrà o creixerà	El 84% creu que es mantindrà o creixerà	El 78% creu que es mantindrà o creixerà
Inversió en digitalització	El 75% ha invertit en digitalització	El 86% ha invertit en digitalització	El 74% ha invertit en digitalització
Percentatge adoptat en tecnologies digitals a la vegada que s'ha beneficiat d'estructures de suport (incubadores, acceleradores, etc.)	14%	13%	7%
Impacte de la digitalització en la facturació	El 69% o bé s'ha mantingut o bé ha crescut <20%	El 74% o bé s'ha mantingut o bé ha crescut <20%	El 70% o bé s'ha mantingut o bé ha crescut <20%
Impacte de la digitalització en la productivitat	El 84% o bé s'ha mantingut o bé ha crescut <20%	El 74% o bé s'ha mantingut o bé ha crescut <20%	El 80% o bé s'ha mantingut o bé ha crescut <20%
Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del <i>Digital Transformation Scoreboard</i> (Comissió Europea, 2017).			

La taula 2 mostra com els tres grans sectors han implementat les tecnologies digitals. Cal destacar que tots tres, de manera majoritària, han aplicat aquestes tecnologies per millorar els seus processos de producció. És molt significatiu que la major part d'empreses, independentment del sector, considera que l'impacte de la digitalització o bé, de moment, no ha alterat la facturació ni la productivitat o bé les ha fet incrementar com a màxim un 20%; si a més afegim aquelles que consideren que ha fet incrementar més d'un 20% la facturació i la productivitat, trobem que cap sector baixa del 75% en el primer cas i del 85% en el segon. És important ressaltar el fet que en aquests tres grans sectors, més del 74% de les empreses enquestades que han realitzat inversions han invertit en digitalització. Cap sector, però, supera el 15% d'empreses que hagin invertit i que s'hagin beneficiat d'estructures de suport.

Com a darrera dada important, que és el focus d'estudi del present informe, més del 70% de les empreses enquestades de tots tres sectors consideren que la digitalització de la indústria **no suposarà la destrucció de llocs de treball**.

TAULA 3				
Facilitadors a la digitalització als 28 estats membres de la Unió Europea (índex 0-100)				
	PAÏSOS CAPDAVANTERS	PAÏSOS A LA CUA	MITJANA UE-28	ESPANYA
Infraestructures digitals	1. Països Baixos (84) 2. Dinamarca (81) 3. Suècia (80) 4. Luxemburg (79)	26. Romania (15) 27. Letònia (13) 28. Hongria (10)	UE (49)	12. Espanya (60)
Inversió i accés al finançament	1. Suècia (83) 2. Alemanya (78)	26. Romania (15) 27. Croàcia (12) 28. Xipre (2)	UE (44)	13. Espanya (46)
Oferta i demanda d'habilitats digitals	1. Dinamarca (90) 2. Suècia (85) 3. Bèlgica (80)	26. Portugal (14) 27. Polònia (12) 28. Romania (0)	UE (40)	18. Espanya (27)
E-Leadership	1. Finlàndia (100) 2. Dinamarca (88) 3. Suècia (88)	26. Grècia (39) 27. Espanya (39) 28. Bulgària (6)	UE (55)	27. Espanya (39)
Cultura emprenedora	1. Regne Unit (83) 2. Romania (80)	26. Malta (26) 27. República Txeca (10) 28. Eslovènia (6)	UE (47)	5. Espanya (68)

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del *Digital Transformation Scoreboard* (Comissió Europea, 2017).

La taula 3 mostra el grau d'implementació de la digitalització per països segons els facilitadors que ajuden a crear les condicions per a la seva proliferació. Destaca el fet que existeix una gran disparitat en la major part de facilitadors i que, en el d'oferta i demanda d'habilitats digitals només 10 països treuen més de 50 punts i on Romania treu la nota més baixa de tot l'estudi, un 0/100. Entre els països capdavanters es troben principalment els del nord d'Europa, destacant Suècia i Dinamarca, i entre els països a la cua es troben els de l'est, especialment Romania, i els del sud. **Espanya** destaca positivament en cultura emprenedora tot i que es troba en la penúltima posició, juntament amb Portugal. I en *E-Leadership*, Finlàndia treu l'únic 100/100 en tot l'estudi. A la resta de facilitadors, Espanya es troba en una situació intermèdia.

Relacionats amb aquestes dades, però suficientment rellevants per esmentar-los, són dos altres índexs que apareixen a l'estudi.

El primer és el *Digital Transformation Enabler's Index* (DTEI), que ofereix un rànkung basat només en les infraestructures, accés al finançament i demanda i oferta d'habilitats digitals. Aquest índex parteix de la base que els anteriors facilitadors són els més rellevants per a la transformació digital. En aquest rànkung, els tres primers són Suècia (78), Finlàndia (73) i Bèlgica (72), respectivament. A la cua es troben països com Bulgària (27), Letònia (24) i Romania (16). **Espanya** (45) es troba al 13è lloc amb la mateixa puntuació que la mitjana de la UE-28.

El segon és el *Digital Technology Integration Index* (DTII), que ofereix un rànkung només basat en els vuit indicadors a escala nacional mesurats: ús de dos o més xarxes socials, empreses que compren serveis de tecnologies al núvol, facturació derivada del comerç electrònic, empreses que venen via Internet a altres països europeus, empreses que

tenen sistemes ERP integrats, empreses que han automatitzat alguns processos i tecnologies que prenen part de la producció i dels serveis d'entrega. Els tres primers llocs del rànquing són per a Irlanda (56), Dinamarca (54) i Suècia (51), respectivament. A la cua es troben països com Hongria (23), Letònia (22) i Romania (20). **Espanya** (37) se situa en el lloc 14è, lleugerament per sobre de la mitjana de la UE-28 (36).

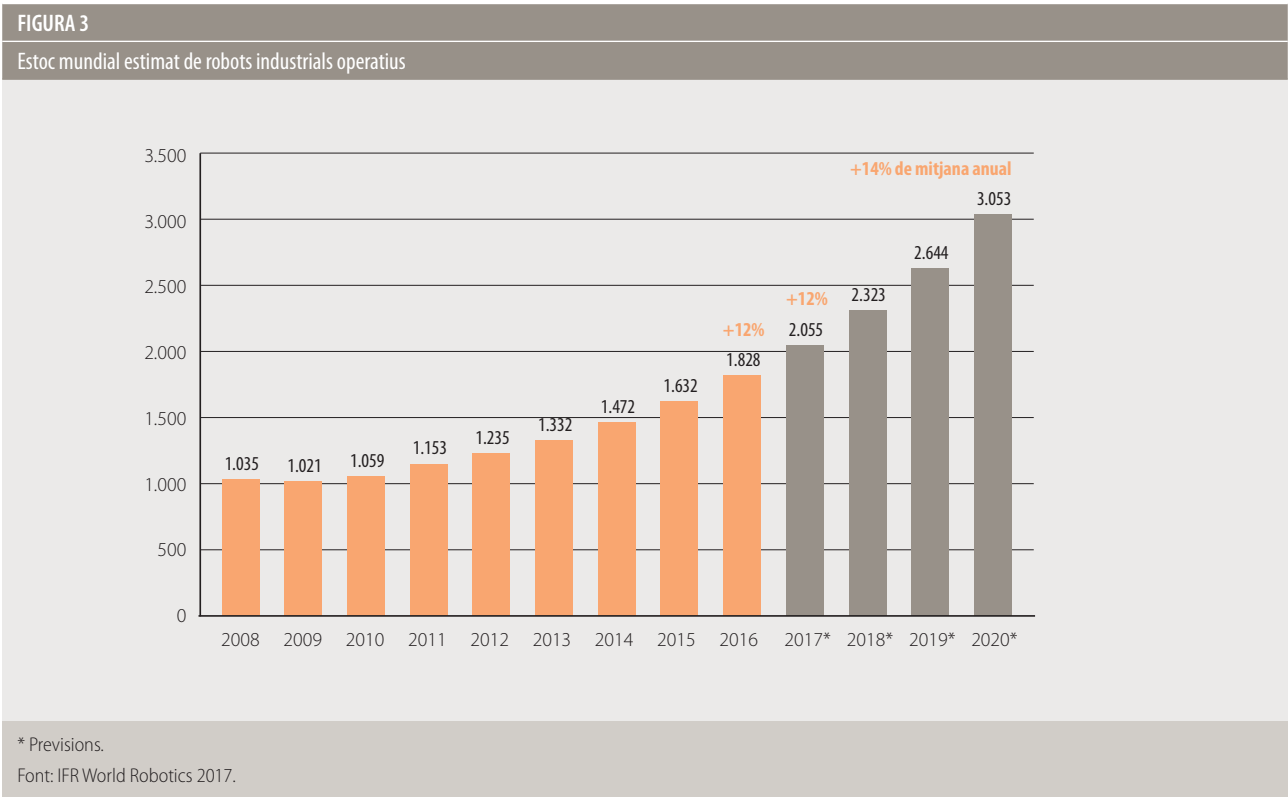
TAULA 4	
Agrupació dels estats segons les condicions facilitadores de la transformació digital (0-250)	
PAÏSOS INCLOSOS	
1. Les millors condicions per a la digitalització	Suècia (211), Finlàndia (195), Bèlgica (190), Països Baixos (184), Dinamarca (182), Luxemburg (175) i Alemanya (171)
2. Bones condicions per a la digitalització	Irlanda (155), França (152), Àustria (149), Regne Unit (148) i Malta (108)
3. Moderades condicions per a la digitalització	Espanya (98), Estònia (86), Eslovàquia (86), Itàlia (73), Portugal (70), Lituània (70), República Txeca (64), Eslovènia (62) i Xipre (61)
4. Modestes condicions per a la digitalització	Hongria (60), Polònia (53), Grècia (50), Croàcia (44), Bulgària (39), Letònia (29) i Romania (0)
Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del <i>Digital Transformation Scoreboard</i> (Comissió Europea, 2017).	

La taula 4 agrupa els estats en quatre grups segons el seu posicionament en el rànquing de condicions facilitadores per a la transformació digital. Aquest darrer rànquing es va realitzar mitjançant una metodologia que va tenir en compte els resultats al DTEI per calcular les condicions facilitadores respecte a l'índex UE-28 (100). El resultat és que al capdavant es troben països majoritàriament del nord, encapçalat per Suècia, i del centre d'Europa, a la cua es troben països majoritàriament de l'est, especialment Romania, i del sud d'Europa, com Grècia i Croàcia. **Espanya** es troba al capdavant del grup 3, una mica per sota de la mitjana europea, que és la que marca la separació entre unes bones condicions per a la digitalització i unes condicions moderades.

Per tant, podem **concloure** que segons el DTS 2017, la gran majoria de les empreses ha adoptat una primera onada de tecnologies digitals, computadores, accés a Internet, etc., però que la nova onada (les esmentades set tecnologies digitals) encara suposen un repte per superar. També resulta rellevant que la inversió en tecnologies digitals es troba encara molt limitada malgrat que la major part de les empreses la consideren important i una oportunitat per créixer.

Com a darrera dada rellevant al respecte, sembla demostrat per aquest estudi que com millors són els facilitadors identificats al DTS, més implementats digitalment es troben els estats. És a dir, existeix una correlació entre les condicions existents i l'aprofitament que en fan les empreses. Per tant, cal concloure que una bona manera de fomentar la digitalització de la indústria és potenciar primer aquests facilitadors.

Una altra font per analitzar el grau d'implementació de la Indústria 4.0, concretament de la robòtica, al món és l'informe *World Robotics 2017 Industrial Robots* (IFR, 2017), el qual estima que l'estoc mundial de robots industrials operatius era, a finals del 2016, al voltant d'1.828.000 unitats i que arribarà als 3.053.000 el 2020, amb una taxa de creixement anual acumulatiu del 14% entre 2018 i 2020. Amb aquests creixements, els **robots industrials operatius s'hauran més que doblat entre 2014 i 2020**.



En termes relatius, això significa que la densitat mitjana mundial era d'uns 74 robots operatius per cada 10.000 ocupats a la indústria manufacturera el 2016 i que els països més automatitzats del món, segons aquesta magnitud, són Corea del Sud, Singapur, Alemanya i Japó. La informació sectorial diu que la ràtio més alta la gaudeix la indústria de l'automoció, mentre que la densitat és baixa a les altres activitats, cosa que indica que el potencial per a la instal·lació de robots a la indústria en general és molt elevat.

02 |



La indústria 4.0
a Catalunya

2.1. Potencialitats

Catalunya té un potencial considerable per al desplegament de la Indústria 4.0 atès que la indústria representa el 20% del conjunt de l'activitat i, si s'hi afegeixen els serveis relacionats, arriba al 50%⁵. A més, disposa d'un sector TIC, format per 12.800 empreses que facturen 14.000 milions d'euros, capaç d'acompanyar el conjunt de la indústria en el procés de transformació digital. Concretament, a Catalunya hi ha 365 empreses que ofereixen tecnologies directament lligades a la Indústria 4.0 (control i automatització, robòtica, impressió 3D, intel·ligència, dades i connectivitat, consultoria i serveis professionals) i que facturen conjuntament més de 1.200 milions d'euros (ACCIÓ, 2017), dada que inclou *start-ups* amb productes que encara estan en fase pilot.

L'oferta d'empreses de tecnologies i serveis relacionats amb la Indústria 4.0 a Catalunya està formada més per integradors (instal·ladors, enginyeries, consultories) que no pas per desenvolupadors de tecnologia, ja que moltes de les grans empreses desenvolupadores no tenen els seus centres de decisió al Principat. Es detecta una elevada presència d'empreses al segment de *dades i connectivitat* (Internet de les coses, ciberseguretat, tecnologies al núvol i *big data*), mentre que és reduïda al segment de *mitjans de producció* (control i automatització, robòtica i impressió 3D).

FIGURA 4		
Principals empreses a Catalunya per segment		
1. MITJANS DE PRODUCCIÓ		
1A. Control i automatització	1B. Robòtica avançada	1C. 3D Printing
SCHNEIDER ELECTRIC ESPAÑA, SA TE CONNECTIVITY SPAIN, SLU GE ENERGY SPAIN, SL FESTO AUTOMATION, SA SALICRU, SA	ABB FANUC IBERIA, SL KUKA ROBOT IBERIA, SA STAUBLI ESPAÑOLA, SA FLEXLINK SYSTEMS ESPAÑA, SL	RICOH HP EPSON IBERICA, SA ROLAND DIGITAL GROUP IBERIA, SL COMHER, SL
2. INTEL·LIGÈNCIA	3. DADES I CONNECTIVITAT	4. CONSULTORIA I SERVEIS PROFESSIONALS
DASSAULT SYSTEMES ESPAÑA, SL TSS TRANSPORT SIMULATION SYSTEMS, SL CADTECH PLM CATALUNYA, SL ROBOTICS, SA CSB-SYSTEM ESPAÑA, SL	T SYSTEMS ITC IBERIA, SA RED POINTS SOLUTIONS IT NOW, SA EXOCCLICK, SL LOGICALIS SPAIN, SL	ALTRAN INNOVACIÓN SOCIEDAD LIMITADA IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY, SA ARITEX CADING, SA GRIFOLS ENGINEERING, SA COMPUTER SCIENCES ESPAÑA, SA
Font: ACCIÓ (2017).		

Aquesta oferta empresarial es veu afavorida per factors com ara la tendència a millorar l'eficiència (per evitar deslocalitzacions i/o per reduir l'impacte de l'increment del preu de l'energia i de les matèries primeres); la tendència a la personalització de productes i serveis i la necessitat de trobar fórmules d'intervenció remota en els processos produc-

5 Catalunya figura entre les economies que tenen un pes més destacat del sector indústria més serveis a la producció, juntament amb les economies de l'Est d'Europa (Lituània, República Txeca, Polònia i Letònia). Per darrere, es troben les grans economies europees com Alemanya, Itàlia, Espanya o França (Blanco i Poveda, 2013).

tius globalitzats. A més, la difusió mediàtica dels avanços en l'impuls del cotxe autònom i les *smart cities* actuen d'impulsors.

El potencial del teixit empresarial es completa amb **proveïdors de coneixement** com els 21 centres de la xarxa Tecnio; **proveïdors de recerca i formació** relacionada amb la Indústria 4.0 (vuit universitats que tenen 74 grups de recerca; i múltiples centres de **formació professional** que imparteixen 12 cicles formatius); associacions relacionades amb la Indústria 4.0 (10 clústers, nou col·legis professionals i diverses associacions empresarials, entitats, fires i esdeveniments). També cal destacar el **Global 3D Printing Hub**, una gran plataforma que pretén esdevenir referent a nivell mundial en l'àmbit de la tecnologia d'impressió 3D des d'una perspectiva industrial i que neix fruit de la iniciativa publicoprivada i s'ubicarà al Campus Diagonal Besòs, a Barcelona, ocupant un espai superior als 10.000 m².



FIGURA 6

Col·legis professionals



Font: ACCIÓ (2017).

FIGURA 7

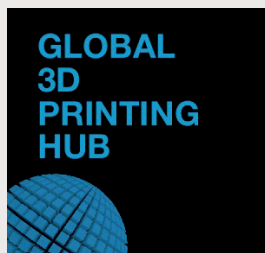
Associacions empresarials



Font: ACCIÓ (2017).

FIGURA 8

Altres entitas

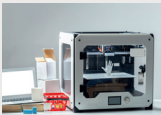


Font: ACCIÓ (2017).

Tot seguit es tracten amb més detall els proveïdors de coneixement i les fires i esdeveniments.

2.1.1. Proveïdors de coneixement

Catalunya compta amb un ampli ecosistema de recerca i innovació amb capacitat per transferir tecnologia i coneixement a la seva indústria.

FIGURA 9	
Centres TECNIO en la Indústria 4.0	
 3D Printing • BURECAT • LEITAT • IQS TECH TRANSFER (URL)	 Simulació • EURECAT • GDC (UB)
 Realitat augmentada • CVC • GTI (UPF) • I2CAT • LA SALLE R&D (URL) • TIG (UdG)	 Integració horitzontal i vertical • CTTC • CVC • DAMA (UPC) • EASY (UdG) • IIIA (CSIC) • InLab FIB (UPC)
 Big data / analytics • CRISTECH (URV) • DAMA (UPC) • EASY (UdG) • EURECAT • GCD (UB) • GTI (UPF) • InLab FIB (UPC) • I2CAT • MCIA (UPC)	 IoT / Cloud • CD6 (UPC) • CEMIC • CITCEA (UPC) • CTTC • CVC • DAMA (UPC) • EASY (UdG) • EURECAT • GTI (UPF) • IIIA (CSIC) • LA SALLE R&D (URL) • STARLAB
 Robòtica col·laborativa • CEMIC (UB) • CTTC • CVC • EURECAT • GCEM (UPC) • IIIA (CSIC) • LA SALLE R&D (URL) • LEITAT	 Ciberseguretat • CRISTECH (URV) • EASY (UdG) • EURECAT • InLab FIB (UPC) • I2CAT • LA SALLE R&D (URL) • LEITAT
Font: ACCIÓ (2017).	

TECNIO és el segell que identifica els 21 centres tecnològics i grups universitaris experts en recerca industrial i transferència tecnològica a Catalunya. Els principals centres acreditats TECNIO que fan recerca i/o desenvolupen tecnologies relacionades amb la Indústria 4.0 són Eurecat, Leitat, el Centre de Visió per Computador i el Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya.

Eurecat és el major centre tecnològic de Catalunya, resultat de la integració d'ASCAMM, Barcelona Media, Barcelona Digital, CETEMMSA, CTM, CTNS i Maqcentre.

Eurecat desenvolupa projectes al voltant de capacitats i tecnologies necessàries per donar impuls a la Indústria 4.0: TIC, sostenibilitat en la producció, manufactura additiva i nous materials. Destaca la creació d'un Centre d'Excel·lència en *big data*, amb el suport d'Oracle, la Generalitat i l'Ajuntament de Barcelona, que té per objectiu construir, evolucionar, aglutinar i posar a disposició de les empreses eines, conjunts de dades i infraestructures de *big data* diferencials. Un exemple de l'activitat d'Eurecat en l'àmbit de la Indústria 4.0 és la seva participació en el projecte europeu Des-MOLD, que utilitza tècniques d'intel·ligència artificial per a l'optimització del procés d'injecció de plàstics en fase de disseny. També ha organitzat el *Future Industry Congress*.

Actualment, a Eurecat hi treballen 450 professionals, compta amb més d'un miler d'empreses com a clients i participa en més de 160 projectes d'R+D. Ha creat set *spin-offs* i ha registrat 73 patents. L'àrea digital està dividida en set àmbits de coneixement:

1. *Big data and analytics*. Dissenya i implementa eines per a l'extracció d'informació de valor a partir de fonts diverses de dades (xarxes socials, *open data*, posicionament interior, etc.), emprant una infraestructura apropiada per al processament de *big data* i la visualització dels resultats.
2. *Data Science*. Crea, testeja i demostra tecnologies i algoritmes més enllà de l'estat de la tècnica, per a l'anàlisi de dades que són massa grans, massa ràpides o massa complexes per a les solucions existents.
3. *Digital Humanities*. Combina la tecnologia de la informació amb la sociologia-psicologia per millorar la comprensió del comportament humà.
4. *E-Health*. Dissenya i implementa eines basades en tecnologies TIC destinades als professionals mèdics i als propis usuaris finals/pacients, per diagnosticar, planificar i monitorar el progrés de les teràpies i assistir els pacients per millorar la seva qualitat de vida.
5. *IT Security*. Realitza temes de seguretat informàtica i ciberseguretat.
6. *Smart Management Systems*. Desenvolupa solucions (algoritmes, mètodes, plataformes) basades en la combinació de tecnologies d'intel·ligència artificial i gestió del coneixement especialment orientades al sector industrial, energètic i de sostenibilitat.
7. *Tecnologies Audiovisuals*. Proporciona àudio binaural, so 3D, així com producció i postproducció de continguts audiovisuals.

El **Leitat** és un centre tecnològic, amb més de 100 anys de vida, que té com a objectiu col·laborar amb empreses i institucions i afegir valor tecnològic tant als productes com als processos, i que centra les seves tasques en la recerca, el desenvolupament i la innovació industrial (R+D+2i). El centre compta amb 232 professionals, ha realitzat 240 projectes industrials i té un pressupost d'ingressos de 18 milions d'euros, el 60% dels quals els obté per encàrrecs específics sota contracte, mentre que el 40% provenen del finançament públic (competitiu o no competitiu).

Les àrees d'investigació relacionades amb la Indústria 4.0 són:

1. Materials. R+D orientada a l'obtenció de nous materials i nanomaterials.
2. Química. R+D orientada a formulació, anàlisi i valoració.
3. Producció. R+D per a la millora en productes, processos industrials i implementació de tecnologies de producció.
4. Biotecnologia. R+D orientada a la biomedicina i a l'aplicació de processos i productes biològics.
5. Medi Ambient. R+D orientada a l'eficiència energètica i sostenibilitat ambiental.

El **Centre de Visió per Computador (CVC)** és una institució enfocada a la recerca de frontera, la transferència de tecnologia i la formació en el camp de la visió per computador. Es tracta d'una tecnologia horitzontal amb diverses aplicacions a biomedicina, mobilitat, seguretat, producció, societat, *media*, etc.

El **Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC)** focalitza la seva activitat en el desenvolupament de projectes de recerca bàsica i aplicada en els sistemes de telecomunicacions, tenint com a objectiu l'assimilació tecnològica i la seva transferència al teixit empresarial.

Altres centres tecnològics i de recerca a Catalunya vinculats amb la Indústria 4.0 són els següents:

- **Institut de Ciències Fotòniques (ICFO)**. Institució que realitza activitats de recerca i formació de base àmplia, tant bàsica com aplicada, en les diferents branques de les ciències i tecnologies òptiques, al més alt nivell internacional.
- **Barcelona Supercomputing Center (BSC)**. Centre pioner de la supercomputació a l'Estat i de referència internacional. És un centre de recerca format per més de 300 científics i que també ofereix serveis de supercomputació per a tota la comunitat científica. És on s'ubica el supercomputador Mare Nostrum.
- **Fundació CIM**. Entitat adscrita a la Universitat Politècnica de Catalunya, que treballa per facilitar eines a empreses i ciutadans en un context de fusió del món digital i del món de la fabricació.
- **I2Cat**. Centre CERCA (xarxa de centres de recerca catalans caracteritzats per desenvolupar una investigació científica d'excel·lència) especialitzat en arquitectures, aplicacions i serveis d'Internet avançat. Ha impulsat la Catalan IoT Alliance.

2.1.2. Fires i esdeveniments

Catalunya compta amb un ampli nombre d'esdeveniments de referència en l'àmbit de les noves tecnologies que poden tenir un gran impacte a mitjà termini sobre el teixit industrial. Concretament, els esdeveniments més importants són els següents:

- **Capitalitat Mundial del Mòbil – Mobile World Congress.** La capitalitat que ostenta Barcelona té un efecte tractor sobre el conjunt de la indústria del país. Una de les prioritats estratègiques de la capitalitat és la generació d'un llegat industrial a Catalunya en l'àmbit TIC – Digital. Aquest llegat es tradueix en l'impuls a la creació d'empreses d'aquest sector i a l'aplicació de les TIC al conjunt del teixit empresarial per donar resposta a reptes industrials, però també socials i de mobilitat.
- **Internet of Things Solutions World Congress.** El 2015 es va celebrar la primera edició d'aquest congrés anual en el qual es poden veure les aplicacions d'Internet de les coses a sectors com la manufactura, l'energia, les indústries de la salut, els transports i la logística.
- **Smart City Expo & World Congress.** Principal fira comercial i congrés internacional en l'àmbit de les ciutats intel·ligents que es fa a tot el món. Punt de trobada on els sectors públic i privat es reuneixen per presentar i discutir les millors idees i solucions per a les ciutats intel·ligents. Barcelona s'ha consolidat com a seu d'aquest esdeveniment.
- **Big Data Congress.** Esdeveniment de referència a Catalunya per conèixer tendències i l'estat de l'art en *big data*.
- **IN(3D)USTRY.** El certamen, organitzat per la Fira per primer cop el 2016, compta amb la presència de companyies internacionals especialitzades en solucions de fabricació additiva o aplicació de la impressió 3D a la producció industrial.

FIGURA 10

Fires i esdeveniments



Font: ACCIÓ (2017).

L'any 2017, Fira de Barcelona va celebrar la primera edició de la **Barcelona Industry 4.0 Week**, un esdeveniment que va reunir simultàniament al recinte de Gran Via els salons Expoquímia, Eurosurfas, Equiplast, In(3D)ustry From Needs to Solutions, IOT Solutions World Congress; els congressos World Congress of Chemical Engineering i World Chemical Summit; i el certamen Smart Chemistry Smart Future. Aquests esdeveniments van mostrar l'oferta més transversal i innovadora de tota la cadena productiva, amb materials intel·ligents, la seva transformació, la seva aplicació industrial en solucions i la seva connectivitat intel·ligent.

Així mateix, el 2017 s'han celebrat altres fires que també treballen entorn del concepte d'Indústria 4.0, com ara: l'Advanced Factories Expo-Congress, el II Fòrum Indústria 4.0 i el Automobile BCN - CONNECTED HUB.

A més, Catalunya compta amb espais per a l'experimentació, com els *Fab Labs* adherits a la xarxa **Catalonia SmartLab**. Els *Fab Labs* són laboratoris de fabricació i innovació a petita escala equipats amb màquines de fabricació digital i tecnologies per a la producció d'objectes, eines i aparells electrònics, que exploren la relació entre el món digital i el físic⁶. Aquesta iniciativa s'emmarca dins de l'estratègia SmartCAT, impulsada per la Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació (DGTSI) de la Generalitat de Catalunya. Compta amb la col·laboració dels ajuntaments catalans per crear una xarxa de laboratoris urbans dedicats a provar i validar les solucions intel·ligents en entorns reals. El projecte dels *Fab Labs* va néixer amb la col·laboració de la Diputació de Barcelona, Localret i l'Ajuntament de Barcelona, amb qui es comparteix l'oficina tècnica i la finestreta única per a les empreses, i compta amb 22 municipis adherits.

2.2. Les empreses davant la Indústria 4.0

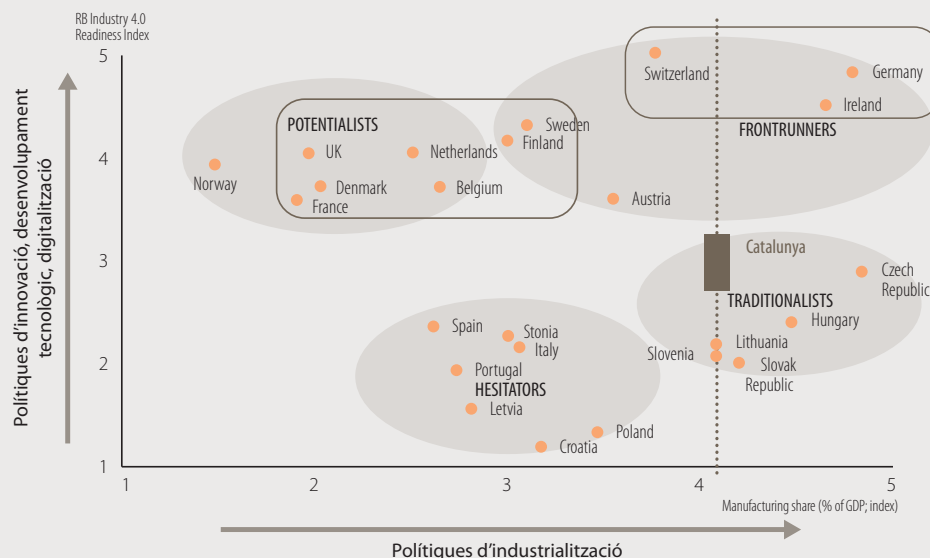
El *Mapeig i anàlisi de la Indústria 4.0 a Catalunya* (ACCIÓ 2017) informa que els sectors catalans que tenen més avançat el procés de transformació digital són, en un primer nivell, el de l'**automoció** i la motocicleta; en un segon nivell, el de maquinària, metal·lúrgia i béns d'equip i el de salut i equipaments mèdics; i en un tercer nivell, les altres indústries del transport, la logística, comerç electrònic i distribució, química i plàstics, indústria farmacèutica i energia i recursos.

A part, Roland Berger (2014) facilita una agrupació de països europeus segons el seu nivell d'industrialització i un factor d'adequació a la Indústria 4.0. ACCIÓ (2017) estima que Catalunya se situaria, en el mapa de Roland Berger, a la part alta dels països *tradicionalists* (industrials, però amb camí per recórrer en l'àmbit de la Indústria 4.0). Una posició relativa millor que la dels *hesitators* (indecisos, amb poc pes industrial i amb baixa implantació de la Indústria 4.0), sense arribar a ser la dels *potentialists* (amb potencial d'Indústria 4.0 però menys pes manufacturer) ni la dels *frontrunners* (avançats en tot).

⁶ Font: <http://www.fablabbcn.org/machines/>.

FIGURA 11

Els països europeus davant la Indústria 4.0



Font: Adaptat de Roland Berger (2014): "Industry 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed".

En una aproximació més detallada, la Cambra de Comerç de Barcelona i l'Idescat han realitzat una **enquesta** al sector industrial que s'emmarca dins de l'Enquesta de Clima Empresarial de Catalunya del primer trimestre de 2017. L'enquesta s'ha fet a 554 empreses industrials, una mostra prou representativa com per poder extrapolar els resultats al conjunt del sector industrial català (marge d'error mostral del 4,1%). Cal tenir en compte que el 73% de les empreses de la mostra tenen fins a 49 treballadors, el 16% tenen de 50 a 199, i el restant 12% més de 200 treballadors, unes proporcions semblants a la realitat del teixit empresarial industrial al nostre país. Això s'ha de tenir molt present a l'hora d'analitzar els resultats de l'enquesta atès que no està dirigida només a les grans empreses, les quals tenen més capacitat per fer grans inversions en innovacions tecnològiques.

L'enquesta pretén conèixer, en primer lloc, quin és el percentatge d'empreses que està dins el paradigma de la Indústria 4.0 ⁷, i quin és el grau d'implantació actual (2016) i previsió futura (el 2020) de cadascuna de les nou tecnologies

⁷ A l'enquesta es defineix Indústria 4.0 com un nou model competitiu basat en la recollida massiva de dades i en la presa de decisions en temps real a tota la cadena logística, des de les plantes de matèria primera fins al consumidor final. Aquest paradigma es basa en l'ús de tecnologies avançades de computació (*big data*, robotització, sensorització, computació al núvol, intel·ligència artificial), la utilització de materials avançats, la impressió 3D per fer prototips, etc.

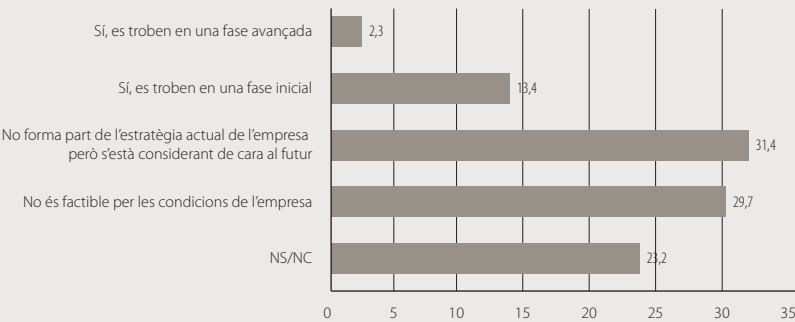
que s'engloben dins el concepte d'Indústria 4.0⁸. Així mateix, l'enquesta vol saber l'opinió de les empreses respecte als possibles efectes positius/negatius de la Indústria 4.0 i sobre algunes limitacions o obstacles que poden existir. Finalment, també s'ha preguntat a les empreses com valoren el grau d'adaptació digital dels diferents actors que participen en la cadena de valor de la producció industrial, i també com valoren el grau de competitivitat dels proveïdors de serveis tecnològics que operen actualment a Catalunya. En total, s'han realitzat cinc preguntes, els resultats de les quals s'analitzen a continuació.

La primera qüestió fa referència al grau d'adaptació del teixit industrial al nou paradigma 4.0. Els resultats mostren que el 15,7% de les empreses industrials ja estan dins el model d'Indústria 4.0, però en diferents fases d'implantació. **Només el 2,3% es trobarien en una fase avançada i el 13,4%, en una fase inicial.** Per contra, el 31,4% de les empreses industrials diuen que aquesta adaptació no forma part de la seva estratègia actual, però s'estaria considerant de cara al futur, mentre que el 29,7% diu que no és factible per les condicions de l'empresa. Finalment, un 23,2% no sap/no contesta.

És important assenyalar que dels resultats de l'enquesta s'obté que hi ha gairebé un terç d'empreses industrials amb possibilitats d'incorporar-se a la transformació digital, un *target* que hauria de ser destinatari prioritari de les polítiques de suport a la innovació en els seus diferents vessants (informació i assessorament, contacte amb els centres de coneixement i d'R+D, suport financer, etc.). També és destacable l'alt percentatge d'empreses que no tenen informació sobre què és la Indústria 4.0.

FIGURA 12

Adaptació al paradigma de la Indústria 4.0 (en percentatge)



Font: Cambra de Comerç de Barcelona i Idescat. Clima Empresarial 2017/I.

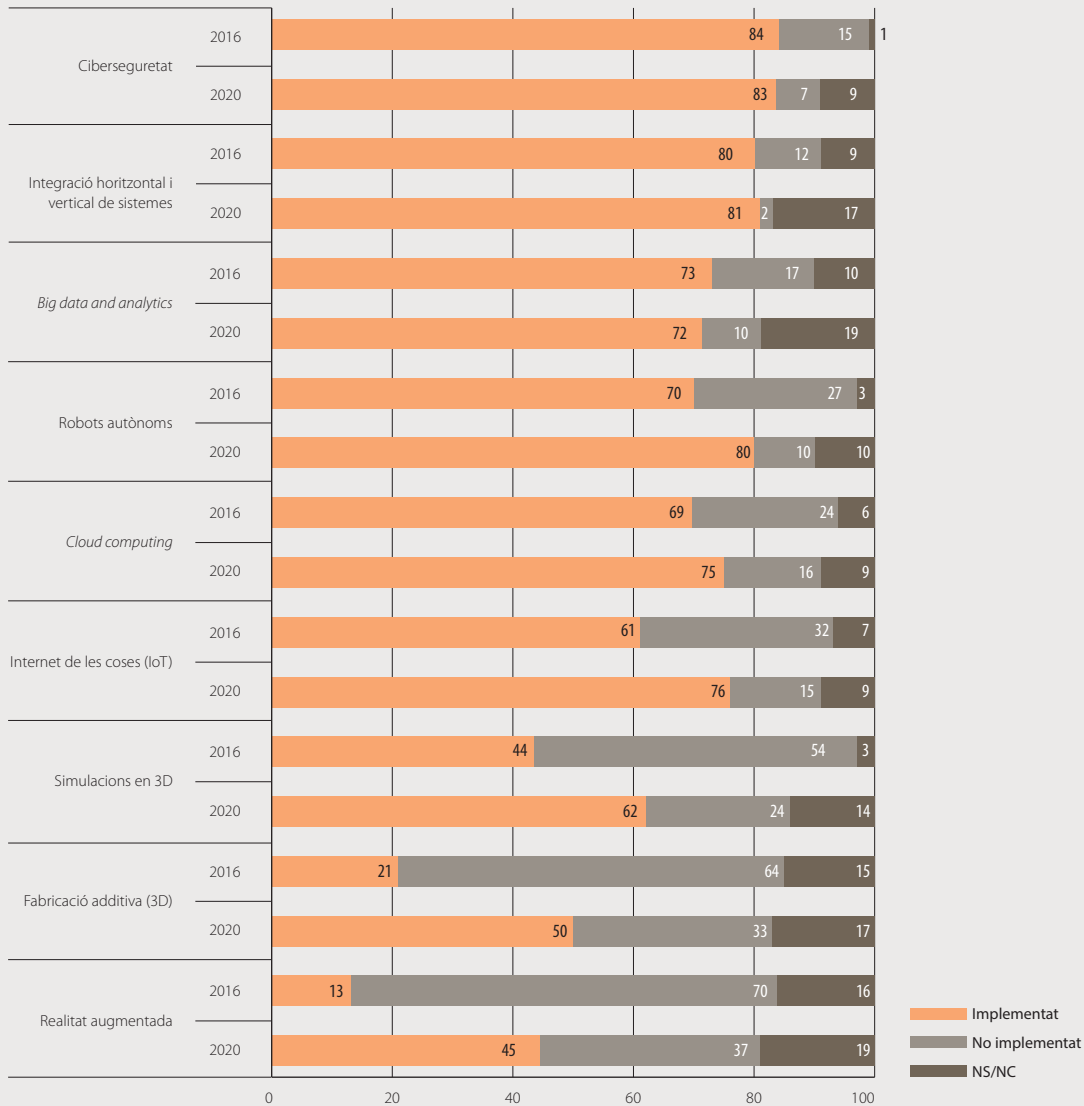
⁸ Segons la definició emprada en aquest estudi, les nou tecnologies són: ciberseguretat, integració horitzontal i vertical de sistemes, *big data*, robots autònoms, computació al núvol, Internet de les coses, simulacions en 3D, fabricació additiva (3D) i realitat augmentada. Cal aclarir que pot haver-hi altres classificacions i tecnologies facilitadores de la Indústria 4.0.

La segona pregunta només s'ha dirigit a aquest 15,7% d'empreses industrials que ja està immers en la transformació digital 4.0 i s'orienta a conèixer el seu **grau d'implementació** de les nou tecnologies identificades. Els resultats mostren que sis de les nou tecnologies tenen un grau d'implementació elevat, ja que més de la meitat de les empreses enquestades diuen que ja l'estan implantant. En ordre decreixent, les tecnologies amb un grau d'implementació més elevat són: la ciberseguretat (el 84% ja ho tenen), la integració horitzontal i vertical de sistemes (el 80% ho fan), el *big data and analytics* (el 73% d'empreses ho fan), els robots autònoms (70%), el *cloud computing* (69%) i l'Internet de les coses (IoT) (61%). Les tecnologies restants tenen un grau d'implantació inferior: les simulacions en 3D (44%), la fabricació additiva (21%) i la realitat augmentada (13%).

Tan interessant és conèixer el grau d'implantació actual d'aquestes tecnologies com saber quin serà el grau d'implementació que les empreses preveuen en un futur proper atenent els seus plans estratègics. Els resultats mostren que, com és previsible, les tecnologies amb un menor nivell d'implementació en l'actualitat són les que probablement avançaran més en els propers quatre anys. Concretament, seran: la realitat augmentada, que passarà d'aplicar-se pel 13% de les empreses 4.0 al 45% el 2020, i la fabricació additiva (impressió en 3D) que també es preveu que avanci ràpidament des del 21% actual al 50% el 2020. Les altres dues tecnologies que es preveu que tindran un desenvolupament important són les simulacions en 3D (que passarien del 44% al 62%) i l'IoT (del 61% al 76%). La resta de tecnologies ja estan majoritàriament implantades a les indústries 4.0 i, per tant, el seu avenç relatiu serà menor.

FIGURA 13

Implementació a les empreses 4.0 de determinades tecnologies facilitadores l'any 2016 i previsió per a l'any 2020 (en percentatge)



Font: Cambra de Comerç de Barcelona i Idescat. CLEM 2017/I.

L'impacte de la digitalització de la indústria està generant un debat intens respecte als efectes positius/negatius que aquesta revolució pot produir, així com sobre les limitacions (manca de perfils professionals adients) o les oportunitats que s'hi poden trobar (possibilitat que algun dia Catalunya pugui formar part de les regions líders a Europa en aquesta matèria).

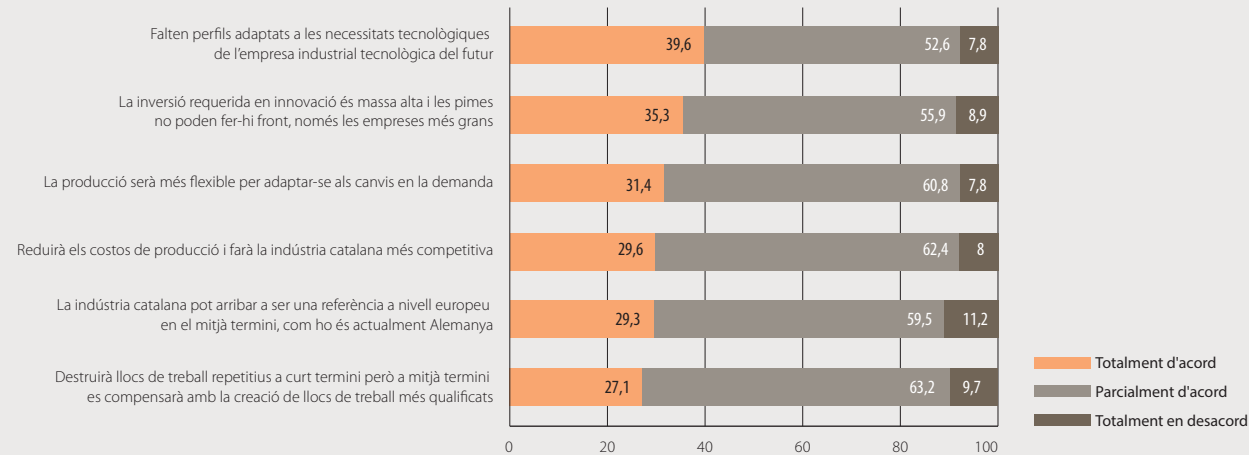
Per això, l'enquesta indaga sobre l'opinió del conjunt d'empreses industrials (no només de les que ja estan implantant tecnologies 4.0) respecte a sis afirmacions, amb els resultats que es resumeixen a continuació:

- L'afirmació que ha rebut un major grau de consens és que **falten perfils** adaptats a les necessitats tecnològiques de l'empresa industrial tecnològica del futur. Concretament, el 40% de les empreses estan d'acord amb aquesta afirmació i el 53% hi està parcialment d'acord.
- La segona afirmació més recolzada és que **la inversió requerida en innovació és massa alta** i les pimes no poden fer-hi front, només les empreses grans. El 35% de les empreses està totalment d'acord amb l'afirmació i el 56% hi està parcialment d'acord.
- La tercera és que la producció serà més flexible per adaptar-se als canvis en la demanda. El 31,4% està totalment d'acord amb l'afirmació.
- La quarta també fa referència als beneficis de la introducció de la Indústria 4.0 i el 29,6% està totalment d'acord amb l'impacte positiu que tindrà sobre la reducció dels costos de producció i la millora de la competitivitat.
- Pràcticament el 30% de les empreses està totalment d'acord amb l'afirmació "la indústria catalana pot arribar a ser una referència a nivell europeu a mitjà termini, com ho és actualment Alemanya", però també observem que és en l'afirmació on el percentatge d'estar-hi en desacord és el més elevat (11,2%).
- Finalment, **l'afirmació que ha rebut un menor suport és que la Indústria 4.0 destruirà llocs de treball** que desenvolupen tasques repetitives a curt termini, però a mitjà termini es compensarà amb la creació de llocs de treball més qualificats. Aquí el percentatge que hi està totalment d'acord baixa al 27% i el que hi està en desacord és el segon més alt (9,7%).

Podríem resumir aquesta tercera pregunta sobre l'opinió dels enquestats amb relació a les sis qüestions plantejades dient que les empreses tenen dubtes respecte al potencial lideratge de Catalunya i respecte a l'impacte neutral que pugui tenir sobre el nivell d'ocupació en el futur. En canvi, opinen que els factors que poden limitar el creixement futur de la Indústria 4.0 són: la falta de perfils professionals tècnics adequats i que moltes empreses no poden afrontar el cost que representen aquestes inversions per la manca de dimensió.

FIGURA 14

Valoració de determinades afirmacions sobre l'impacte que pot tenir la implementació de la Indústria 4.0 (en percentatge)

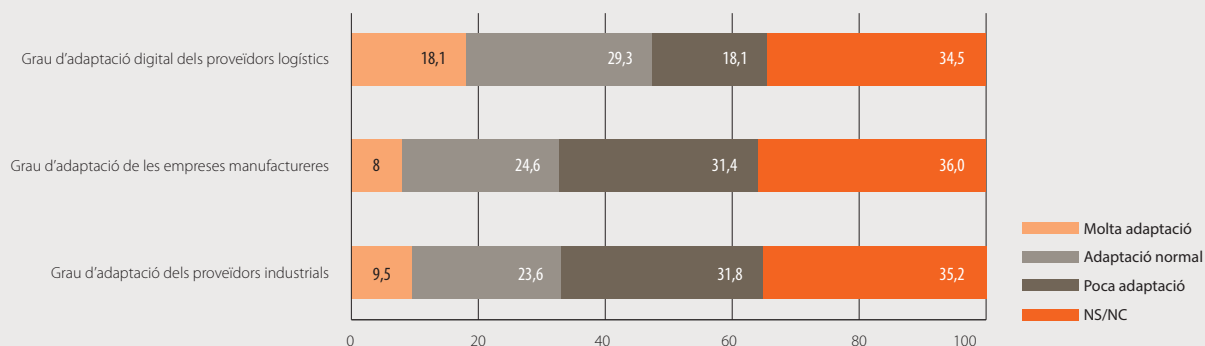


Font: Cambra de Comerç de Barcelona i Idescat. CLEM 2017/I.

Amb la quarta pregunta s'ha volgut saber la valoració que fan les empreses respecte al grau d'adaptació a la revolució tecnològica que implica la Indústria 4.0 dels diferents **actors** de la cadena de valor (*supply chain*). Els resultats mostren que els empresaris perceben que el grau d'adaptació és superior en els proveïdors logístics que no pas en els proveïdors industrials i en el sector manufacturer en general. De fet, el 18,1% dels proveïdors logístics estarien molt adaptats, enfront d'un 9,5% dels industrials i un 8% de les empreses manufactureres. Però cal assenyalar l'alt percentatge d'empreses que diu que no sap/no contesta, que és superior al 30% en els tres àmbits preguntats.

FIGURA 15

Valoració del grau d'adaptació que tenen els diferents actors de la cadena de valor a la digitalització i a la indústria 4.0 (en percentatge)

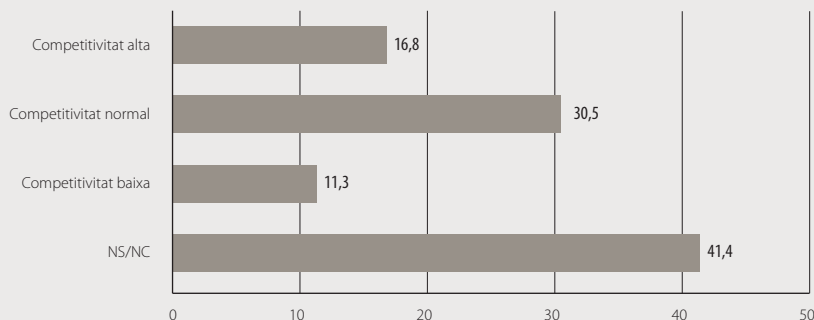


Font: Cambra de Comerç de Barcelona i Idescat. CLEM 2017/I.

Finalment, amb la cinquena pregunta s'ha volgut conèixer la valoració que fan les empreses industrials sobre la competitivitat de les **empreses de serveis tecnològics** que operen a Catalunya i que són essencials per avançar en el paradigma de la Indústria 4.0. El 16,8% de les empreses de serveis tecnològics tenen una competitivitat alta i el 30,5%, normal. Només l'11,3% diu que la competitivitat és baixa. Per tant, sembla que l'oferta de serveis tecnològics no seria una barrera a l'hora d'impulsar un canvi tecnològic a una empresa industrial, tot i que un 41,4% d'empreses diu que no sap/no contesta.

FIGURA 16

Valoració en termes de competitivitat de l'oferta d'empreses de serveis tecnològics a Catalunya que poden donar solucions a empreses industrials que volen assumir el paradigma de la Indústria 4.0 (en percentatge)



Font: Cambra de Comerç de Barcelona i Idescat. CLEM 2017/I.

En conclusió, els resultats de l'enquesta realitzada a més de 500 empreses industrials catalanes es poden resumir en cinc idees clau:

- **Una de cada sis empreses industrials ja han iniciat** la revolució tecnològica coneguda com Indústria 4.0, però el més important és que hi ha un 31% d'empreses industrials que encara no ho han fet, tot i que podrien estar en disposició de fer-ho si tinguessin el suport, el coneixement i els incentius necessaris. A aquest grup d'empreses s'han de dirigir especialment els esforços de suport a la innovació des de les administracions públiques.
- **Les tecnologies que més creixeran** els propers anys són la realitat augmentada i la impressió 3D, totes dues avui amb un nivell d'implantació clarament per sota de la mitjana. El 2020 s'espera que aquestes tecnologies hauran estat adoptades per la meitat de les empreses. Altres com l'IoT, el *cloud computing*, els robots autònoms o el *big data* ho hauran estat en el 75% de les empreses industrials.
- Les dues principals **limitacions** per avançar en la implantació de la Indústria 4.0 són la manca de treballadors amb perfils tecnològics i les barreres d'entrada que tenen les pimes per afrontar aquest canvi. Existeix una opinió majoritària que els efectes sobre la competitivitat industrial i la flexibilitat de la producció seran positius. En canvi, hi ha menys suport a la idea que en el futur pugui tenir un efecte neutre sobre el nivell d'ocupació.
- El grau d'adaptació dels **proveïdors logístics** al canvi digital que representa la Indústria 4.0 és força acceptable, mentre que la dels **proveïdors industrials** es pot considerar normal.
- Finalment, el nivell de competitivitat de les empreses prestadores de **serveis tecnològics** no sembla ser un obstacle perquè la indústria abordi el canvi tecnològic, malgrat que és un sector que requereix d'actualització constant i de grans inversions per mantenir el seu nivell competitiu.

2.3. Formació per a la transformació digital

Es pot avançar que bona part dels estudis que s'han fet sobre l'impacte laboral de la Indústria 4.0 en l'àmbit mundial (vegeu el capítol 3) apunten que les principals actuacions per fer-hi front tindran a veure amb la formació, tant dels treballadors en actiu com dels nous entrants, i tant pel que fa a la formació professional com a la universitària. En el capítol 4 es desenvolupen les diferents propostes relatives a la formació, però abans cal saber quina és la situació de la formació a Catalunya i això és el que es tracta tot seguit.

2.3.1. La formació professional⁹

La relació entre la Indústria 4.0 i la formació professional es pot analitzar des de dos vessants. D'una banda, cal que l'**oferta de titulacions** s'adeqüi a les noves demandes de perfils professionals que genera la indústria. La digitalització massiva, tal com s'ha comentat, ja ha començat a modificar les formes de producció, d'interacció i de distribució d'una forma més automatitzada i descentralitzada, per la qual cosa s'estan reformulant molts llocs de treball i, per tant, la demanda dels perfils professionals necessaris per desenvolupar-los. Molts d'aquests llocs estan directament vinculats a la formació professional, especialment a les famílies de fabricació mecànica, d'electricitat i electrònica, i d'instal·lació i manteniment.

De l'altra, la Indústria 4.0 pot modificar les **metodologies d'aprenentatge** en la formació professional. La producció de prototips automatitzats, la incorporació de les impressores 3D, els programaris de simulació de la producció, etc. poden contribuir a millorar i a incentivar l'aprenentatge *learning by doing* promogut des de la Unió Europea¹⁰ i, alhora, fer que les especialitats industrials siguin més engrescadores, interessants i especialment aplicables que no pas altres més centrades en els coneixements teòrics i/o de serveis.

Davant d'això, quina és la situació actual de la formació professional amb relació a la Indústria 4.0? El principal tret a destacar és el **decalatge entre l'oferta i la demanda** de titulacions. Pel que fa a l'oferta, tot i que la formació professional s'ha revalorat en general i ha vist incrementar el nombre de places i de matriculacions, els cicles formatius més relacionats amb la indústria (electricitat i electrònica, fabricació mecànica i instal·lació i manteniment) han experimentat en els darrers anys un manteniment o una disminució de les matriculacions (vegeu la taula 6, relativa a Barcelona) que, fins i tot, ha comportat el tancament d'alguns cicles. El de fabricació mecànica té pocs inscrits i amb tendència a la baixa; el d'instal·lació i manteniment, tot i un increment important fa cinc anys, sembla haver-se estabilitzat prop dels 600 inscrits; el d'electricitat i electrònica, tot i ser el grup amb més matriculacions dels tres, palesa una tendència a la baixa. A part, cal tenir en compte que les especialitats industrials tenen poc atractiu per a les noies, de manera que representen només el 5% de les matriculacions.

En contrast amb aquesta disminució de l'oferta de titulats en formació professional industrial, les empreses demanen cada cop més especialistes en les tecnologies basades en la Indústria 4.0 (vegeu el capítol 4). Les dades de l'Enquesta d'inserció dels recentment graduats que elabora anualment el Departament d'Ensenyament conjuntament amb el Consell de Cambres així ho evidencien: els graduats en un cicle de la família de fabricació mecànica

⁹ Capítol extret de Fundació BCN Formació Professional (2017).

¹⁰ CEDEFOP, 2017.

presenten un **nivell d'inserció** del 67%; els d'instal·lació i manteniment, del 61%; i els d'electricitat i electrònica, del 56%; tots ells per sobre del conjunt de graduats (vegeu la figura 17).

TAULA 5		
Titulacions d'FP directament relacionades amb la Indústria 4.0. Oferta curs 2016-2017		
FAMÍLIA PROFESSIONAL	CICLES FORMATIUS DE GRAU MITJÀ	CICLES FORMATIUS DE GRAU SUPERIOR
Electricitat i electrònica	• Tècnic/a en Equips electrònics de consum • Tècnic/a en Instal·lacions de telecomunicacions • Tècnic/a en Instal·lacions elèctriques i automàtiques	• Tècnic/a superior en Automatització i robòtica industrial • Tècnic/a superior en Manteniment elèctric • Tècnic/a superior en Sistemes de comunicació i informàtics • Tècnic/a superior en Sistemes electrotècnics i automatitzats • Tècnic/a superior en Sistemes electrotècnics i automatitzats, adaptats a les instal·lacions elèctriques i de comunicació dels vaixells esportius d'esbarjo
Fabricació mecànica	• Tècnic/a en Mecanització • Tècnic/a en Mecanització manteniment i reparació en rellotgeria • Tècnic/a en Soldadura i caldereria	• Tècnic/a superior en Construccions metàl·liques • Tècnic/a superior en Disseny en fabricació mecànica • Tècnic/a superior en Programació de la producció en fabricació mecànica • Tècnic/a superior en Òptica d'ulleres
Instal·lació i manteniment	• Tècnic/a en Instal·lacions frigorífiques i de climatització • Tècnic/a en Instal·lació de producció de calor • Tècnic/a en Manteniment electromecànic • Tècnic/a en Manteniment de vaixells d'esbarjo i serveis portuaris	• Tècnic/a superior en Desenvolupament de projectes d'instal·lacions Tèrmiques i de fluids • Tècnic/a superior en Manteniment d'instal·lacions de fluids • Tècnic/a superior en Mecatrònica industrial • Tècnic/a superior en Prevenció de riscos professionals

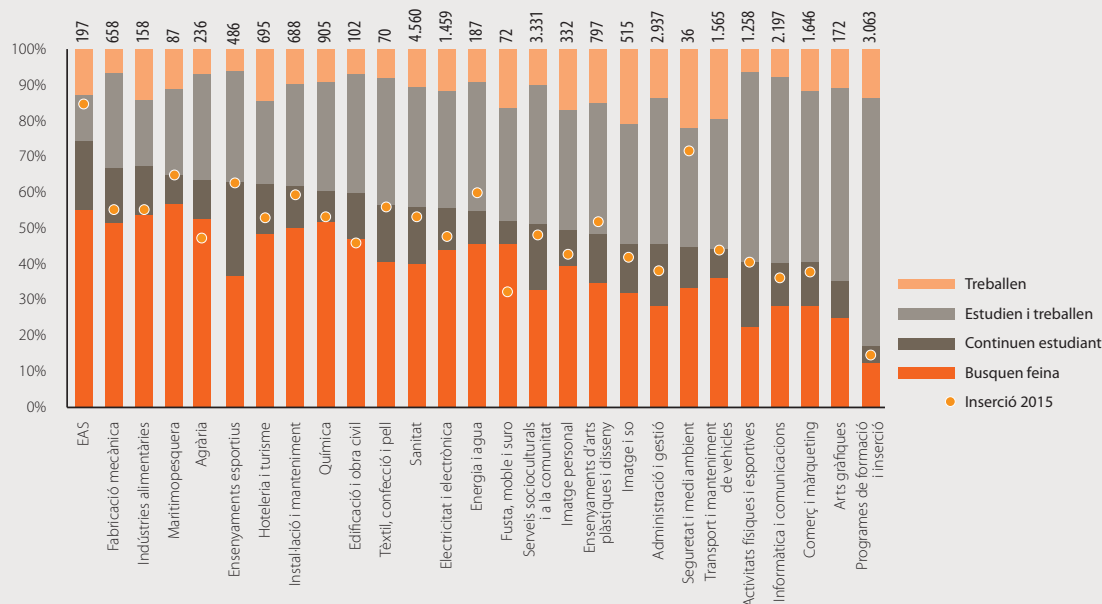
Font: elaboració pròpia a partir de la Guia de l'FP. Fundació BCN Formació Professional.

TAULA 6							
Evolució de la matriculació de les famílies professionals directament relacionades. Barcelona. Anys 2011-2017							
FAMÍLIA PROFESSIONAL	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	VARIACIÓ 2011-2017
Fabricació mecànica	843	757	829	745	766	692	-17,9%
Instal·lació i manteniment	164	589	599	584	602	567	245,7%
Electricitat i electrònica	1.789	1.750	1.636	1.432	1.505	1.505	-15,9%
Total FP	30.285	30.766	31.951	33.902	35.017	34.336	13,4%

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades dels diferents Anuaris de la Formació Professional a Barcelona. Fundació BCN Formació Professional.

FIGURA 17

Inscripció laboral dels graduats en FP per famílies professionals. Barcelona. Curs 2015-2016



Font: Inserció laboral dels ensenyaments professionals 2016. Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya i Consell General de Cambres de Catalunya.

No obstant tot l'anterior, és important destacar els **punts forts** de la formació professional amb relació a la Indústria 4.0, com ara l'existència cada cop major de professorat emprenedor i proactiu o la proliferació d'iniciatives dels centres i del professorat que aposten per desplegar a l'aula eines que permeten treballar amb fabricació additiva, realitats augmentades, simulació en 3D, Internet de les coses, etc.

També és un punt fort l'existència dels anomenats *nadius digitals*, la generació de joves que, havent nascut després del 1990, ha crescut en un entorn tecnològic i digital normalitzat i que poden ser més proclius a estudiar els cicles formatius industrials. Per últim, però no menys important, Catalunya disposa d'un teixit productiu competitiu i que s'està adaptant ràpidament al canvi tecnològic. En aquest camp, cal destacar el programa Innova FP (que ofereix serveis d'innovació de producte o de procés i que es posa a disposició de les empreses petites i les microempreses per millorar la innovació), així com el desplegament de la formació professional en alternança amb la modalitat dual (formació combinada entre els centres i l'activitat productiva de l'empresa). Existeix un gran consens en l'oportunitat que representa l'FP dual com a motor de canvi en la formació d'aprenents i d'obtenció de mà d'obra qualificada.

En definitiva, la Indústria 4.0 està generant una explosió de noves professions i de canvis en les existents que fa que l'FP tingui un paper determinant en la formació de persones amb els perfils necessaris per desenvolupar-les. El sistema català d'FP té el potencial per fer front a aquest repte (vegeu el capítol 4).

2.3.2. La formació universitària

Catalunya compta amb universitats amb estudis tècnics molt ben posicionats. Segons el QS World University Ranking 2015, sis graus impartits a les universitats catalanes estan entre els 50 **millors** del món, dos dels quals són de l'àmbit de l'enginyeria. Segons l'FDI Benchmark 2017-2018, Barcelona es troba en el lloc 19è de 42 ciutats, en disponibilitat de científics i enginyers.

Tanmateix, la formació universitària a Catalunya s'enfronta al gran repte d'adaptar-se a les necessitats de l'era digital i la quarta revolució industrial. Exemples de **bones pràctiques** estan sorgint a pràcticament totes les universitats catalanes, però encara són incipients i amb un escàs impacte global. Per exemple, des de la Fundació CIM (de la Universitat Politècnica de Catalunya-UPC) i diverses escoles de la UPC s'impulsen programes de col·laboració amb l'empresa per a la implantació de solucions per a la Indústria 4.0.

A Espanya, es pot destacar, entre altres iniciatives, el "Programa en Indústria 4.0" que ha posat en marxa la Universitat de Deusto del País Basc, que està enfocat al concepte de fàbriques intel·ligents i connectades: la transformació digital de les empreses industrials, els seus processos, productes i mercats. O el programa "*Industry 4.0: The Future of Manufacturing*" que l'IESE realitza a Barcelona i Munich, i que té per objectiu crear valor per mitjà d'un profund coneixement de la Indústria 4.0, les seves oportunitats i les seves barreres; explorar i analitzar l'impacte dels nous models de fabricació en el seu negoci; i formar els líders que guiaran la transformació de la fabricació. En definitiva, el programa s'adreça als directius que han de liderar la transformació industrial, ja que han d'estar completament immersos en les qüestions crítiques de la Indústria 4.0 incloent canvis radicals en la tecnologia de procés, l'aparició de la impressió industrial amb tecnologia 3D, connectivitat total i grans volums de dades.

Una altra bona pràctica és la posada en marxa per Oracle Academy a 105 països i a la qual s'han unit diverses universitats catalanes. Així, els estudiants de la UIC (Universitat Internacional de Catalunya), la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya) i l'Escola Superior Politècnica del TecnoCampus podran beneficiar-se d'aquests recursos. L'objectiu del programa és que els professionals del futur rebin una formació i una experiència amb les últimes tecnologies, que contribueixen a crear professionals preparats per a la nova era del *big data*, el núvol i l'Internet de les coses. En general, els especialistes comenten que a Catalunya s'estan creant bons grups d'investigació i pràcticament totes les universitats hi estan treballant, si bé encara falten més estudiants interessats en enginyeria i TIC.

La revolució industrial 4.0 està obrint **noves oportunitats** laborals i professionals que seran cobertes en la mesura que hi hagi perfils adequats a aquestes necessitats. Per això, la col·laboració entre empresa i universitat pren molta importància, atès que la Indústria 4.0 requerirà perfils que potser avui no existeixen, i per tant farà falta un gran esforç per part de les entitats educatives (vegeu el capítol 4). La Unió Europea ha estimat que es crearan a l'entorn de 900.000 llocs de treball tecnològics fins al 2020¹¹. Això suposa una gran oportunitat per als estudiants, però a la vegada, plan-

11 http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm.

teja un gran repte a la comunitat educativa per la falta d'especialització dels nous titulats que puguin cobrir-los i la necessitat de formar-los a curt i mitjà termini.

A Espanya, segons Randstad Research (2016), s'estima que la digitalització generarà 1,25 milions de llocs de treball en els propers cinc anys (fins al 2022): 390.000 seran **STEM** –*science, technology, engineering, mathematics*–, 689.000 correspondran a llocs de treball induïts que els donaran suport i 168.000 seran treballs indirectes. Aquesta investigació conclou que per a cada lloc de treball creat en alta tecnologia, se'n creen entre 2,5 i 4,4 d'addicionals en la resta de sectors econòmics. És a dir, les polítiques que potencien l'ocupació STEM tenen repercussions positives que afecten nombroses activitats, incloses les no STEM. A més, l'ocupació STEM és més resistent a les recessions i genera nivells de productivitat més elevats.

El que més preocupa és que el nombre d'estudiants matriculats en carreres STEM **ha baixat** en més de 65.000 professionals en els últims set anys a Espanya. En termes relatius, ha passat de representar el 30% del total d'estudiants el 2009 al 26% el 2016. El descens demogràfic entre els matriculats també influeix negativament en aquest panorama laboral: el nombre de joves que accedirà a aquesta formació superior disminuirà a un ritme anual del 3,3% fins al 2021: de 69.000-57.600.

A **Catalunya** es pot estimar, a partir dels resultats presentats per Randstad (2016), que en els propers cinc anys es crearan més de 67.000 llocs de treball STEM¹² (uns **13.500 a l'any**).

A la taula 7 es detalla el nombre de graduats STEM per àmbit d'estudi a Catalunya i Espanya el curs 2015-2016, segons dades del Ministeri d'Educació, Cultura i Esport. A Catalunya, el nombre total de **graduats i màsters** en els àmbits funcionals STEM suma 9.933 persones, el 19,3% del total a Espanya. Respecte al total de graduats, el percentatge de graduats i màsters STEM és del 21% a Catalunya i del 18% a Espanya.

Si es considera com a supòsit de base que en els propers anys caldrà cobrir una demanda de llocs de treball STEM de 13.500 a l'any i les dades més recents ens mostren que el nombre de graduats que surten de les universitats és de només 9.933, es pot concloure que **faltaran a l'entorn de 3.500 graduats cada any** (en la realitat, aquest buit serà menor perquè podrà ser cobert per titulats procedents d'altres universitats espanyoles o estrangeres). En cas que es volgués assolir un percentatge de graduats STEM del 30% caldria que el nombre de graduats arribés als 14.300 a l'any.

¹² Aplicant el percentatge que representa l'ocupació de Catalunya sobre el total d'Espanya, que segons l'EPA de 2016 és el 17,4%.

TAULA 7							
Nombre de graduats i màster STEM (per àmbit d'estudi). Curs 2015-2016							
	GRADUATS 1r I 2n CICLE		MÀSTER		TOTAL (GRADUATS I MÀSTER)		
	ESPANYA	CATALUNYA	ESPANYA	CATALUNYA	ESPANYA	CATALUNYA	% CAT/ESP
Total titulats	203.253	33.311	90.392	14.450	293.645	47.761	16,3
Total titulats STEM	38.904	7.342	12.672	2.591	51.576	9.933	19,3
Percentatge de titulats STEM/total	19	22	14	18	18	21	
05 - Total Ciències	11.277	2.236	5.279	1.245	16.556	3.481	21,0
0511 - Biologia	3.153	548	903	225	4.056	773	19,1
0512 - Bioquímica	1.781	430	874	200	2.655	630	23,7
0519 - Ciències de la vida (altres estudis)	246	214	447	175	693	389	56,1
0521 - Ciències del medi ambient	1.221	185	352	82	1.573	267	17,0
0531 - Química	1.827	363	735	177	2.562	540	21,1
0532 - Ciències de la Terra	939	149	535	115	1.474	264	17,9
0533 - Física	972	204	628	99	1.600	303	18,9
0539 - Ciències químiques, físiques i geològiques (altres estudis)	7	0	79	6	86	6	7,0
0541 - Matemàtiques	958	99	239	48	1.197	147	12,3
0542 - Estadística	173	44	174	67	347	111	32,0
06 - Total Informàtica	5.196	1.046	1.485	388	6.681	1.434	21,5
Total Enginyeria i indústria	22.431	4.060	5.908	958	28.339	5.018	17,7
0711 - Enginyeria i processos químics	1.765	301	302	89	2.067	390	18,9
0712 - Control i tecnologia mediambiental	67	0	594	133	661	133	20,1
0713 - Electricitat i energia	1.703	172	679	93	2.382	265	11,1
0714 - Electrònica i automàtica	5.416	1.203	1.085	179	6.501	1.382	21,3
0715 - Maquinària i metal·lúrgia	8.824	1.550	1.152	175	9.976	1.725	17,3
0716 - Vehicles de motor, vaixells i aeronaus	1.854	276	432	45	2.286	321	14,0
0719 - Enginyeria i professions afins (altres estudis)	1.224	253	1.344	182	2.568	435	16,9
0721 - Indústria de l'alimentació	831	185	670	157	1.501	342	22,8
0722 - Indústries d'altres materials (fusta, paper, plàstic, vidre)	165	37	116	1	281	38	13,5
0723 - Indústria tèxtil, confecció, del calçat i pell	13	13	39	10	52	23	44,2
0724 - Mineria i extracció	569	70	89	27	658	97	14,7
Font: S.G. de Coordinación y Seguimiento Universitario. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.							

En el **sector de les TIC**, actualment ja existeix un problema entre l'oferta i la demanda de professionals. Mentre que la demanda creix de forma continua, les persones graduades no creixen de forma proporcional, fet que ocasiona un dèficit de professionals. Tal com s'assenyala en un estudi d'Adecco¹³ (2016), el 2015 a tot Europa hi va haver un dèficit de 365.000 treballadors en l'àmbit de les TIC. Si es té en compte que hi ha un 60% menys de persones que estudien enginyeria informàtica del que el mercat demanda, aquest dèficit pot incrementar-se fins a les 756.000 l'any 2020. Randstad (2016) adverteix que Espanya serà un dels països europeus amb més desajust entre la formació dels seus professionals i les necessitats de les empreses.

Per tal d'estudiar quina és la situació actual al nostre país respecte a l'oferta de graduats en aquells camps que tindran una major demanda en el futur per cobrir les necessitats de la Indústria 4.0, s'ha fet una **comparativa a nivell europeu**. Primer, s'han seleccionat aquells països que tenen un major pes de la indústria manufacturera en la seva economia. Segon, s'ha calculat el percentatge de graduats en educació terciària en els camps vinculats a la Indústria 4.0 per aquestes economies, que són: ciències, matemàtiques i computació; enginyeria i manufactura; és a dir, els anomenats STEM. I, finalment, s'ha fet una simulació per a Espanya considerant Alemanya com a economia de referència.

Els països seleccionats per fer l'anàlisi han estat aquells de la UE que tenen un pes del sector industrial manufacturer superior al 20% del VAB total, que són: Alemanya, Irlanda i quatre països de l'est d'Europa (República Txeca, Hongria, Eslovènia i Eslovàquia). A més, s'han seleccionat tres països més de referència a Europa: Espanya, Itàlia i França.

El segon pas ha estat analitzar, per aquest grup de països, el percentatge de graduats amb estudis terciaris STEM¹⁴ respecte al total de graduats (vegeu la figura 18). A Espanya, el 2015 es van graduar 438.616 estudiants, segons Eurostat. Cal advertir que aquesta xifra difereix força de la publicada pel Ministeri d'Educació (vegeu la taula 7), entre altres raons perquè incorpora tot tipus de formació terciària i superior¹⁵. En tot cas, per fer la comparativa internacional les úniques dades disponibles són les que publica Eurostat i, per tant, són les que s'utilitzaran en l'anàlisi que ve a continuació.

Del total de graduats STEM, 39.576 es van graduar en ciències, matemàtiques i computació (el 9,0% del total); 51.184, en enginyeria (l'11,7% del total); i 4.489, en manufactures (1,0% del total). En total, el 21,7% dels graduats a Espanya el 2015 van fer-ho en aquestes carreres (95.249). Aquest percentatge està força lluny del 32,6% que suposa a Alemanya, és similar al d'Irlanda, Eslovènia i França, però supera el de la majoria de països de l'est d'Europa més industrialitzats (com ara la República Txeca, Eslovàquia i Hongria) (vegeu la figura 18).

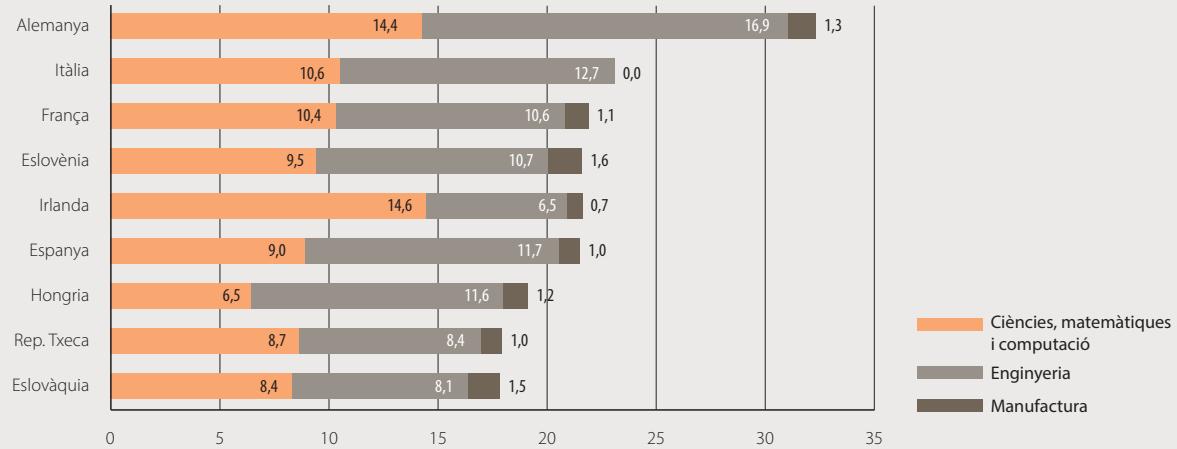
13 <http://www.adecorientaempleo.com/sector-tic-informe-grupo-adecco/>.

14 http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=educ_uoe_grad02&lang=en.

15 Nivells 5-8 d'Eurostat (cicles formatius de grau superior, graus, màsters i doctorats).

FIGURA 18

Percentatge de graduats en carreres STEM. Any 2015



Font: Eurostat.

Si l'objectiu és assolir el mateix percentatge de graduats STEM que Alemanya, que lidera clarament l'economia 4.0 aplicada a la indústria –per tant, que siguin el 32,6% dels graduats totals–, l'any 2015 el nombre de titulats STEM a Espanya hauria d'haver estat de 143.083, 47.834 més que els actuals. El repartiment per àmbits d'especialització d'aquest increment es mostra a la taula 8. Destaca l'augment estimat d'enginyers (22.856 més), de científics (14.488 més) i de matemàtics i estadístics (6.499 més). Tanmateix, el major percentatge de graduats terciaris a Espanya en comparació amb altres països europeus fa que aquest càlcul pugui estar esbiaixat a l'alça.

TAULA 8						
Escenari A: increment dels graduats sota el supòsit que Espanya iguali el percentatge de graduats en STEM amb Alemanya						
	NOMBRE GRADUATS		% GRADUATS TOTALS		ESCENARI ESP=ALEM	
	ESPANYA	ALEMANYA	ESPANYA	ALEMANYA	ESPANYA	INCREMENT
Total graduats	438.616	544.743	100,0	100,0	438.616	0
Total STEM	95.249	177.703	21,7	32,6	143.083	47.834
Ciències, matemàtiques i computació	39.576	78.431	9,0	14,4	63.151	23.575
Ciències	20.169	43.043	4,6	7,9	34.657	14.488
Matemàtiques i estadística	2.062	10.633	0,5	2,0	8.561	6.499
Computació	17.345	24.755	4,0	4,5	19.932	2.587
Enginyeria i manufactures	55.673	99.272	12,7	18,2	79.932	24.259
Enginyeria	51.184	91.955	11,7	16,9	74.040	22.856
Manufactures	4.489	7.317	1,0	1,3	5.891	1.402
Font: Elaboració pròpia a partir de dades d'Eurostat (2015).						

Una altra forma de veure si el nombre de graduats STEM és adequat a la nostra economia, és comparant la ràtio entre el nombre de graduats STEM i la població total. El resultat que s'obté és que a Espanya la ràtio és de 2,05 graduats STEM per cada 1.000 habitants, mentre que a Alemanya aquesta ràtio és de 2,19 (vegeu la taula 9). Per tant, si apliquem la ràtio d'Alemanya al cas espanyol, s'obté que el nombre de graduats STEM hauria de passar dels 95.249 actuals a 101.656. En aquest supòsit, l'augment és més reduït que en l'anterior i només faltarien 6.407 graduats per igualar el percentatge de graduats STEM a Espanya amb Alemanya. És interessant destacar que, sota aquest supòsit, no faltarien especialistes en computació (0,37 per cada 1.000 habitants a Espanya enfront del 0,30 a Alemanya), sinó que faltarien especialistes en ciències (0,43 a Espanya enfront del 0,53 a Alemanya), matemàtics i estadístics (0,04 a Espanya enfront del 0,13 a Alemanya) i enginyers (1,10 a Espanya enfront de l'1,13 a Alemanya).

Aquest escenari només pretén igualar la situació actual a Espanya i Alemanya però, com s'ha dit, la previsió és que a l'economia alemanya la demanda de professionals STEM augmenti entre un 5% i un 10% entre 2015 i 2025. Suposant que oferta i demanda s'ajusten perfectament, caldria també augmentar l'oferta de graduats STEM en aquest mateix percentatge. Fent aquest supòsit, la ràtio de graduats STEM per 1.000 habitants se situaria entre 2,15 i 2,26. Aplicant aquestes mateixes ràtios en el cas espanyol, obtindríem que el nombre de graduats STEM s'hauria de situar entre 100.011 i 104.774. Així, l'augment de graduats STEM hauria de ser d'entre 4.700 i 9.500 persones cada curs.

TAULA 9				
Escenari B: increment dels graduats sota el supòsit que Espanya iguali la ràtio de graduats en STEM per 1.000 habitants amb Alemanya				
	NOMBRE GRADUATS		PER 1.000 HABITANTS	
	ESPANYA	ALEMANYA	ESPANYA	ALEMANYA
Població total	46.449.565	81.197.537		
Total graduats	438.616	544.743	9,44	6,71
Total STEM	95.249	177.703	2,05	2,19
Ciències, matemàtiques i computació	39.576	78.431	0,85	0,97
Ciències	20.169	43.043	0,43	0,53
Matemàtiques i estadística	2.062	10.633	0,04	0,13
Computació	17.345	24.755	0,37	0,30
Enginyeria i manufactures	55.673	99.272	1,20	1,22
Enginyeria	51.184	91.955	1,10	1,13
Manufactures	4.489	7.317	0,10	0,09

Font: Elaboració pròpia a partir de dades Eurostat (2014).

En definitiva, l'exercici teòric que s'ha realitzat posa sobre la taula que la manca de professionals amb formació STEM és una realitat avui dia i que anirà en augment si no es posen mesures per evitar-ho. **La xifra de graduats STEM a Catalunya no assoleix les 10.000 persones per curs i l'objectiu hauria de ser ampliar-ho gradualment fins a les 15.500 persones**, una xifra que permetria assolir el 32,6% de graduats STEM a Catalunya, igualant així el percentatge que assoleix a Alemanya, que és el país de referència en la Indústria 4.0.

2.4. Demanda d'ocupacions en el període 2011-2016

Per tal d'analitzar l'evolució que actualment està experimentant la demanda de les ocupacions més lligades a la indústria i contrastar si ja es comencen a manifestar algunes de les tendències que s'han estimat per al futur, s'han analitzat les **contractacions** laborals que recull el Servei d'Ocupació de Catalunya¹⁶.

Per fer-ho, s'ha comptat amb la inestimable col·laboració de l'Observatori del Treball i Model Productiu de la Generalitat. Atès que els contractes poden ser temporals, parcials, etc. i una persona pot encadenar-ne diversos al cap de l'any, les dades han hagut de ser tractades per l'Observatori per disposar d'una magnitud que les faci comparables com són els **dies naturals contractats**, d'acord amb la **metodologia** que s'explica tot seguit.

¹⁶ Els empresaris, segons l'article 16 de l'Estatut dels Treballadors, estan obligats a comunicar el contingut dels contractes de treball a les oficines públiques d'ocupació que, en el cas de Catalunya, són les oficines de treball del Servei d'Ocupació de Catalunya.

L'univers de l'estudi han estat els contractes amb lloc de treball a Catalunya durant els anys 2011 i 2016, eliminant els de durada igual o inferior a 1 mes i els de durada indeterminada perquè reflecteixen entrades a l'ocupació poc estables. Els contractes van associats a un codi de la Classificació Catalana d'Ocupacions CCO-2011 a quatre dígits. Per obtenir els dies naturals contractats, s'han transformat totes les contractacions en termes de temps complet (fent que cada dos contractes parcials equivalguin a un de complet) i s'ha tingut en compte la durada, en dies, de cada contracte. En el cas dels indefinits, s'ha estès la durada fins al 31 de desembre i, en els pocs casos de contractes temporals que tenien durades superiors a un any, s'ha estimat la seva durada en 365 dies. Finalment, s'han seleccionat els codis de la CCO-2011 més lligats a la indústria, que són, a dos dígits¹⁷:

- 13 directors de producció i operacions
- 24 professionals de les ciències físiques, químiques, matemàtiques i de les enginyeries
- 27 professionals de les tecnologies de la informació
- 31 tècnics de les ciències i de les enginyeries
- 32 supervisors en enginyeria de mines, d'indústries manufactureres i de la construcció
- 34 professionals de suport en finances i matemàtiques
- 38 tècnics de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)
- 73 soldadors, planxistes, muntadors d'estructures metàl·liques, ferrers, fabricants d'eines i similars
- 74 mecànics i ajustadors de maquinària
- 75 treballadors especialitzats en electricitat i electrotecnologia
- 76 mecànics de precisió en metalls, ceramistes, vidriers, artesans i treballadors de les arts gràfiques
- 77 treballadors de la indústria de l'alimentació, begudes i tabac
- 78 treballadors de la fusta, tèxtil, confecció, pell, cuir, calçat i altres operaris en oficis
- 81 operadors d'instal·lacions i maquinària fixa
- 82 muntadors i engalzadors en fàbriques
- 83 maquinistes de locomotores, operadors de maquinària agrícola i d'equips pesants mòbils i mariners
- 97 peons de les indústries manufactureres

L'anàlisi té interès per complementar les projeccions que es fan en el capítol 3 amb un enfocament ex-post que permet veure quines professions lligades a la indústria ja estan experimentant un increment o disminució rellevant de demanda. Cal aclarir que les dades de 2011 i 2016 corresponen a **nous entrants** al mercat de treball i no a l'estoc de persones ocupades.

Dels resultats, cal destacar, entre les **ocupacions que més creixen**, diverses relacionades amb les TIC, com són els tècnics web; els tècnics de xarxes informàtiques; els tècnics d'enginyeria de telecomunicacions; els dissenyadors de bases de dades; els analistes de xarxes informàtiques; els analistes, programadors i dissenyadors de pàgines web; els especialistes en bases de dades i xarxes informàtiques o els administradors de sistemes i xarxes informàtiques. També hi destaquen altres ocupacions STEM (enginyers, arquitectes...). Totes elles estan en el grup que té poca probabilitat d'automatització segons la metodologia de Frey i Osborne (2017) que s'exposa en el capítol 3, amb l'excepció dels tècnics d'enginyeria de telecomunicacions.

17 Hi ha persones ocupades amb aquests codis i que no treballen a la indústria. També hi ha persones ocupades amb altres codis i que treballen a la indústria. Però es pot estimar que el gruix dels ocupats industrials es troben dins dels codis seleccionats.

En l'extrem contrari, entre les **ocupacions que més es deixen de contractar** en destaquen algunes de manuals i rutinàries (artesans del tèxtil, cuir i matèries similars i teixidors; engalzadors de maquinària mecànica; joiers, orfèvres i argenteres; operadors de maquinària d'embalatge i etiquetatge; treballadors de conservació de fruites i hortalisses; sabaters; operadors de maquinària de moviments de terres i similars) així com algunes ocupacions tècniques intermèdies (tècnics de seguretat aeronàutica; supervisors d'enginyeria de mines; tècnics de refineries de petroli). La pràctica totalitat d'aquestes ocupacions tenen una alta probabilitat d'automatització, tal com es pot comprovar en el capítol 3.3 i en l'annex 2 d'aquest document.

A l'annex 3 es pot consultar la taula de variació en els dies naturals contractats a Catalunya 2011-2016 ordenada per codis CCO-2011.

TAULA 10		
Variació en els dies naturals contractats a Catalunya per ocupacions de la CCO-2011. Anys 2011-2016		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
2452	Arquitectes paisatgistes	685,6
3814	Tècnics web	364,1
3813	Tècnics xarxes informàtiques	280,5
7404	Mecànics ajustadors maquinària naval i ferroviària	261,4
3833	Tècnics enginyeria telecomunicacions	259,3
2721	Dissenyadors i administradors bases de dades	220,0
7899	Oficials, operaris i artesans d'altres oficis ncaa	209,8
1323	Directors gerents centres sanitaris	209,6
2453	Urbanistes i enginyers trànsit	193,6
7619	Artesans ncaa	190,5
2723	Analistes xarxes informàtiques	156,7
3153	Pilots aviació i professionals similars	153,2
2451	Arquitectes (excepte paisatgistes i urbanistes)	148,7
2439	Enginyers ncaa	148,4
2713	Analistes, programadors i dissenyadors pàgines web	147,1
2427	Enòlegs	145,4
2729	Especialistes bases dades i xarxes informàtiques ncaa	139,4
8199	Altres operadors instal·lacions i màquines fixes ncaa	130,5
1329	Directors altres empreses serveis professionals	130,0
7702	Treballadors indústries del peix	129,0
2722	Administradors sistemes i xarxes informàtiques	125,7
2434	Enginyers aeronàutics	120,5

TAULA 10		
Variació en els dies naturals contractats a Catalunya per ocupacions de la CCO-2011. Anys 2011-2016		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
2711	Analistes de sistemes	119,8
8311	Maquinistes locomotora	119,7
8112	Operadors instal·lacions preparació de minerals	118,2
2484	Dissenyadors gràfics i multimèdia	113,3
7402	Mecànics ajustadors motors avió	112,4
8192	Operadors calderes i màquines de vapor	109,0
3831	Tècnics enregistrament audiovisual	106,1
7311	Emmotlladors i matricers	102,8
7894	Fumigadors i controladors plagues i males herbes	101,8
3811	Tècnics operacions sistemes informàtics	99,4
3125	Tècnics electrònica, electromedicina	98,7
7891	Bussos	96,2
3812	Tècnics assistència usuari TIC	92,9
7706	Treballadors elaboració begudes alcohòliques (excepte vi)	87,7
3204	Supervisors indústries química i farmacèutica	86,1
3127	Tècnics i analistes laboratori química industrial	85,9
3139	Tècnics control de processos ncaa	85,0
7701	Matadors i treballadors indústries càrnies	82,2
2469	Enginyers tècnics ncaa	79,5
8170	Operadors màquines bugaderia i tintoreria	79,2
1326	Directors serveis educació	77,5
7707	Treballadors elaboració vi	76,9
1325	Directors serveis socials ncaa	76,4
8111	Miners i altres operadors instal·lacions mineres	75,1
2482	Dissenyadors productes i peces	71,7
7405	Reparadors bicicletes i similars	71,5
8322	Operadors maquinària forestal mòbil	71,3
8144	Operadors màquines tractament de fusta i suro	71,2
8114	Operadors màquines derivats minerals no metàl·lics	66,2
7532	Instal·ladors i reparadors electromedicina	63,5
8321	Operadors maquinària agrícola mòbil	63,1

TAULA 10		
Variació en els dies naturals contractats a Catalunya per ocupacions de la CCO-2011. Anys 2011-2016		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
3820	Programadors informàtics	59,2
3152	Capitans i oficials de pont	57,9
2431	Enginyers industrials i de producció	55,4
1321	Directors serveis TIC	49,4
3135	Tècnics control processos producció metalls	49,2
3160	Tècnics qualitat físiques, químiques i enginyeries	48,1
8132	Operadors màquines productes farmacèutics, cosmètics	47,4
8209	Muntadors i engalzadors ncaa	46,9
2411	Físics i astrònoms	44,1
2481	Arquitectes tècnics i tècnics urbanistes	43,6
3126	Tècnics mecànica	43,5
3203	Supervisors indústries alimentàries i tabac	42,8
7401	Mecànics ajustadors vehicles motor	41,1
7703	Forners, pastissers i confiters	39,5
2437	Enginyers ambientals	38,8
7531	Mecànics i reparadors equips electrònics	38,5
2442	Enginyers electrònics	37,6
8155	Operadors màquines tractar pell i cuir	37,1
8160	Operadors màquines elaborar aliments, begudes i tabac	36,9
8151	Operadors màquines preparar fibres i filar	34,7
7834	Cosidors a mà, brodadors i similars	34,1
2712	Analistes i dissenyadors programari	33,8
7832	Patronistes productes tèxtils i pell	33,3
2425	Enginyers tècnics forestals i del medi natural	33,1
8121	Operadors instal·lacions transformació metalls	32,9
2719	Analistes i dissenyadors programari ncaa	31,8
7533	Instal·ladors i reparadors en TIC	31,5
8131	Operadors plantes industrials químiques	29,9
7811	Treballadors tractament fusta	27,2
3122	Tècnics construcció	24,4

TAULA 10		
Variació en els dies naturals contractats a Catalunya per ocupacions de la CCO-2011. Anys 2011-2016		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
8333	Operadors carretons elevadors	24,2
2433	Enginyers mecànics	24,0
8153	Operadors màquines cosir i brodar	23,9
2421	Biòlegs, botànics, zoòlegs i similars	23,0
9700	Peons indústries manufactureres	23,0
3110	Delineants i dibuixants tècnics	22,6
7403	Mecànics ajustadors maquinària agrícola i industrial	20,8
8202	Engalzadors equips elèctrics i electrònics	20,6
8332	Operadors grues, muntacàrregues i moviment material	20,6
8141	Operadors productes cautxú i resines naturals	18,7
8156	Operadors màquines fabricar calçat i marroquineria	18,2
2435	Enginyers químics	17,7
7313	Planxistes i calderers	16,2
3209	Supervisors altres indústries manufactureres	16,2
7835	Tapissers, matalassers i similars	15,9
7820	Ebenistes i treballadors similars	15,8
2464	Enginyers tècnics aeronàutics	15,0
3129	Altres tècnics ciències físiques, químiques i enginyeria	14,2
8154	Operadors màquines blanquejar, tenyir i acabar tèxtil	13,1
7615	Bufadors, modeladors i talladors vidre	11,8
7315	Muntadors estructures cablejades i empalmador cables	10,4
2461	Enginyers tècnics industrials i de producció	9,9
3207	Supervisors indústries arts gràfiques i paper	9,6
2465	Enginyers tècnics químics	9,0
2463	Enginyers tècnics mecànics	7,4
7616	Retolistes, gravadors vidre i pintors decoratius	6,9
8152	Operadors telers i altres màquines de teixir	6,5
7312	Soldadors i oxitalladors	6,4
3141	Tècnics ciències biològiques (excepte àrea sanitària)	6,1
2473	Enginyers tècnics telecomunicacions	5,8
7522	Instal·ladors i reparadors línies elèctriques	5,4

TAULA 10		
Variació en els dies naturals contractats a Catalunya per ocupacions de la CCO-2011. Anys 2011-2016		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
7621	Treballadors processos preimpresió	5,4
3405	Taxadors	4,3
8143	Operadors màquines productes paper i cartó	4,1
8191	Operadors forns vidrieria i ceràmica	4,1
1313	Directors indústries manufactures	3,6
7321	Ferrers i forjadors	3,6
8133	Operadors laboratoris fotogràfics i similars	3,3
2413	Químics	3,2
7812	Ajustadors i operadors màquines treballar fusta	3,1
3124	Tècnics electrònica (excepte electromedicina)	2,2
2432	Enginyers construcció i obra civil	2,1
7622	Treballadors processos impressió	1,6
7314	Muntadors estructures metàl·liques	0,0
3404	Professionals de suport serveis estadístics i similars	-0,2
3403	Tenidors llibres	-2,4
7704	Treballadors tractament llet i elaboració lactis	-3,0
8340	Mariners de pont, mariners de màquines i similars	-4,0
3132	Tècnics tractament residus, aigües i altres similars	-4,1
3123	Tècnics electricitat	-4,6
1327	Directors bancs, serveis financers i assegurances	-4,6
2443	Enginyers telecomunicacions	-4,9
3128	Tècnics metal·lúrgia i mines	-5,2
3142	Tècnics agropecuaris	-5,7
8142	Operadors màquines productes matèries plàstiques	-6,4
7833	Talladors teixits, cuir, pell i altres materials	-6,5
7521	Mecànics i reparadors equips elèctrics	-6,5
2454	Enginyers geògrafs i cartògrafs	-6,8
2424	Enginyers tècnics agrícoles	-6,9
2416	Estadístics	-7,4
3143	Tècnics forestals i del medi natural	-7,7
2471	Enginyers tècnics electricitat	-8,3

TAULA 10		
Variació en els dies naturals contractats a Catalunya per ocupacions de la CCO-2011. Anys 2011-2016		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
2415	Matemàtics i actuaris	-9,0
3133	Tècnics control instal·lacions processament químic	-10,2
8159	Operadors màquines fabricar productes tèxtils ncaa	-10,9
3151	Caps i oficials maquinistes	-11,4
7510	Electricistes de la construcció i similars	-12,7
8145	Operadors preparació pasta i fabricació paper	-12,9
1324	Directors serveis socials per a persones grans	-13,4
8113	Sondistes i treballadors similars	-14,6
2412	Meteoròlegs	-15,0
3402	Comercials préstecs i crèdits	-18,3
2462	Enginyers tècnics obres públiques	-18,4
1316	Directors empreses construcció	-20,0
7322	Treballadors fabricació eines, matricers i similars	-20,6
3205	Supervisors indústries plàstics, cautxú i resines	-21,6
7831	Sastres, modistes, pel·leters i barreters	-21,9
2423	Enginyers forestals	-22,3
3206	Supervisors indústries fusta i pasta de paper	-23,0
7623	Treballadors processos enquadernació	-23,6
1322	Directors serveis socials per a infants	-24,3
1315	Directors empreses transport i distribució	-25,1
3832	Tècnics ràdio	-25,3
7324	Polidors metalls i esmolets eines	-26,5
7612	Lutiers i afinadors instruments musicals	-27,4
2414	Geòlegs i geofísics	-27,5
3131	Tècnics instal·lacions producció energia	-27,8
7323	Ajustadors operadors màquines eina	-28,8
7893	Provadors productes (excepte aliments, begudes i tabac)	-30,2
3202	Supervisors construcció	-30,4
2441	Enginyers elèctrics	-32,9
7836	Adobers i preparadors pells	-33,0
8122	Operadors màquines polidores, recobridores metall	-33,0

TAULA 10		
Variació en els dies naturals contractats a Catalunya per ocupacions de la CCO-2011. Anys 2011-2016		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
1311	Directors producció explotacions agropecuàries	-33,4
2422	Enginyers agrònoms	-35,7
2466	Enginyers tècnics mines, metal·lúrgics i similars	-35,8
7611	Rel·lotgers i mecànics instruments precisió	-36,9
2483	Enginyers tècnics topografia	-36,9
3121	Tècnics ciències físiques i químiques	-37,0
7614	Treballadors ceràmica, terrissaires i similars	-37,4
3401	Professionals suport i intermediaris borsa i finances	-38,9
8331	Operadors maquinària moviments de terres i similars	-39,2
7837	Sabaters i similars	-39,6
2472	Enginyers tècnics electrònica	-43,4
7617	Artesans fusta, cistellers, raspallaires i similars	-43,7
7705	Treballadors conservació fruites i hortalisses	-44,6
1312	Directors producció explotacions pesqueres	-45,6
8312	Agents maniobres ferroviàries	-45,9
8193	Operadors màquines embalatge i etiquetatge	-46,8
7613	Joiers, orfebres i argenters	-49,4
2426	Professionals protecció ambiental	-53,8
8201	Engalzadors maquinària mecànica	-55,5
2436	Enginyers mines, metal·lúrgics i similars	-59,6
7618	Artesans tèxtil, cuir i materials similars i teixidors	-60,3
7709	Degustadors i classificadors aliments i begudes	-63,9
3134	Tècnics refineries petroli i gas natural	-64,2
3201	Supervisors enginyeria de mines	-70,2
3154	Controladors trànsit aeri	-87,1
3155	Tècnics seguretat aeronàutica	-95,8
Font: Observatori del Treball i Model Productiu.		

03

Impacte
laboral de la
Indústria 4.0

3.1. Enfocaments i metodologies

Com s'ha dit a la introducció, el progrés tecnològic ha permès al llarg de la història augments de productivitat que s'han traduït en increments de salaris i creixement de la *renda per capita* que, al seu torn, han contribuït al benestar social. **Canvi tecnològic i progrés social** són conceptes que històricament han viatjat junts, però també és cert que s'han vist històricament acompanyats per la por dels treballadors a ser substituïts per màquines.

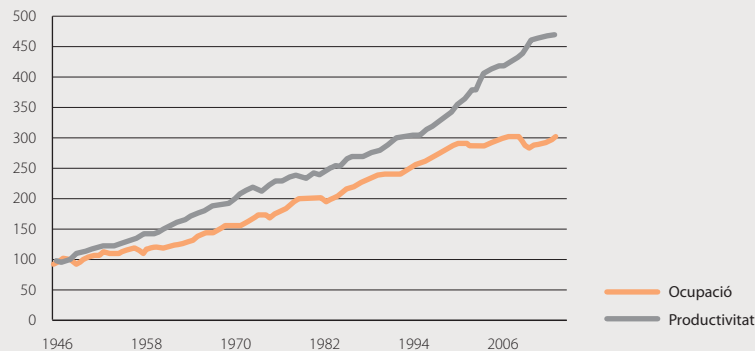
Això passa també quan parlem d'Indústria 4.0. La sensorització de materials, màquines i productes i la seva connexió a la xarxa així com la interconnexió home-màquina té múltiples derivades que van des de la redefinició de la competitivitat de les empreses i regions fins a una nova divisió internacional del treball per la via de la reversió de determinats processos de deslocalització, passant pel creixent esvaïment de la frontera entre indústria i serveis o el cada cop més important paper de les ciutats en l'activitat econòmica, però són els aspectes laborals els que segurament tenen més importància quan es parla de les conseqüències de la digitalització de la indústria i l'automatització de l'activitat econòmica i, això, ve relacionat amb la seva repercussió en aspectes com ara l'evolució de la productivitat, la reducció de preus, la substitució de les tasques més rutinàries, la reducció d'algunes ocupacions, l'augment de les diferències retributives entre les ocupacions més i menys qualificades, l'organització del mercat de treball, la flexibilitat de la jornada laboral, l'exigència de noves competències i habilitats o els canvis en la seguretat i higiene en el treball, entre d'altres.

No es pot comprendre, per tant, l'abast dels canvis tecnològics sense analitzar les seves repercussions sobre les condicions de treball. Quan, als inicis de la primera revolució industrial, Nedd Ludd encoratjava els seus seguidors al Regne Unit a destruir la maquinària que deïa que deixaria sense feina els treballadors tèxtils de l'època, no es podia imaginar que el seu cognom s'utilitzaria en el futur per designar els que es resisteixen a adoptar les noves tecnologies perquè creuen que acaben amb la seva manera de guanyar-se la vida (luddites). Però va ser així, i a finals del segle XX, amb la revolució digital, es va començar a parlar de **neoluddisme** i van aparèixer autors com ara Jeremy Rifkin, qui al seu llibre *The end of work* (1995) va afirmar que el canvi tecnològic ha portat l'atur a nivells sense precedents. El raonament dels neoluddites es pot resumir de la manera següent: amb l'automatització de l'agricultura, la població va trobar feina a la indústria; quan es va automatitzar la indústria, van anar a treballar als serveis; però amb la darrera revolució tecnològica no hi ha nous sectors que generin ocupació.

Entre els economistes que relacionen tecnologia i destrucció de llocs de treball destaquen Brynjolfsson i McAfee (2012), els quals fonamenten la seva tesi en la coneguda Llei de Moore, segons la qual la capacitat dels microprocessadors es dobla cada any i mig, un creixement exponencial que fa que, cada cop més, les màquines entrin a fer tasques que, fins aquell moment, estaven reservades als humans. Això explica que les **corbes de productivitat i ocupació** als Estats Units, que anaven paral·leles des de la Segona Guerra Mundial, divergeixin a partir del 2000: la productivitat continua amb el seu creixement robust, mentre que l'ocupació es debilita. La separació entre les línies és ja significativa i ho anomenen el *gran desacoblament*.

FIGURA 19

Productivitat i ocupació als Estats Units (1947 = 100)



Font: Brynjolfsson & McAfee 2012.

En la mateixa línia, Martin Ford destaca en el seu *best-seller Rise of the robots* (2015) una dada empírica rellevant: en els darrers 15 anys no ha augmentat gens el nombre d'hores treballades als Estats Units, mentre que sí que ho ha fet el PIB, fenomen que s'atribueix a l'efecte negatiu dels robots sobre l'ocupació (tot i que no ho quantifica). El seu enfocament pessimista el completa afirmant que l'automatització continuarà afectant els treballadors poc formats, com ha fet fins ara, però també els més qualificats, atès que les màquines ja no fan només tasques rutinàries sinó que cada cop més fan activitats no rutinàries (però predictibles), com és el cas, per exemple, de la conducció de vehicles o el diagnòstic a partir de radiografies. Ocupacions com conductors de camions i furgonetes o radiòlegs seran progressivament desenvolupades per màquines.

Barro (2017) sistematitza gràficament aquest procés a la taula 11, on es representa la **classificació de les tasques automatitzades**. D'una banda, discrimina entre tasques sistemàtiques i no sistemàtiques; de l'altra, entre capacitats cognitives i manuals. Dels quadrants resultants, el primer a ser automatitzat va ser el de les tasques manuals i sistemàtiques. En una segona fase, els avanços informàtics van permetre automatitzar les tasques sistemàtiques i cognitives, com ara els sistemes experts per a l'anàlisi de riscos en la concessió de crèdits bancaris, popularitzats a la dècada dels vuitanta. És més fàcil automatitzar tasques sistemàtiques, fins i tot si requereixen de capacitats cognitives (per exemple, és més fàcil automatitzar la docència d'un professor universitari que no pas la cura de bebès a una escola bressol). No obstant això, al llarg del temps s'ha anat avançant fonamentalment des del quadrant 1 fins al 4.

TAULA 11		
Exemples d'automatització de tasques		
CAPACITATS REQUERIDES	TASQUES SISTEMÀTIQUES	TASQUES NO SISTEMÀTIQUES
Manuels	1) Robots per a soldadura i muntatge en fàbriques	3) Conducció autònoma
Cognitives	2) Sistemes experts per a l'anàlisi de riscos en la concessió de crèdits bancaris	4) Diagnòstic mèdic

Font: Adaptat de Barro (2017).

De fet, l'impacte laboral va més enllà de la idea de robots i automatització substituint persones ja que implica processos digitals que parlen amb altres processos digitals i creen nous processos, cosa que permet fer **cada cop més tasques** fins ara reservades als humans (Arthur, 2009). És el cas de la darrera versió de l'ordinador Watson d'IBM, capaç de prestar el servei d'atenció al client de les empreses, amb capacitat de parlar amb la persona que fa la trucada i oferir-li consells específics fins i tot en qüestions tècniques i complexes.

Tot això **ha estès entre els ciutadans la preocupació** per la conservació dels seus llocs de treball, una preocupació que han fet seva els responsables polítics, socials i sindicals. La cimera del World Economic Forum a Davos el 2016 va representar un salt en l'impacte mediàtic del tema degut al ressò de l'estudi titulat *The future of jobs report* (2016), el qual quantifica els efectes mundials de la Indústria 4.0 en un possible impacte net de més de 5,1 milions de llocs de treball perduts en el període 2015-2020, resultat d'una pèrdua bruta de 7,1 milions i un guany de 2 milions en llocs d'alta qualificació.

No obstant això, com passa sovint en les ciències socials, **no hi ha unanimitat** a l'hora de fer front a l'anàlisi de l'impacte laboral de l'anomenada quarta revolució industrial, un exercici summament complex perquè, per exemple, quan es parla de disminució de l'ocupació en els darrers anys és difícil saber quina es deu al factor tecnològic i quina a la crisi econòmica. Autor (2013) afirma que la caiguda de la creació d'ocupació és com un gran trencaclosques i que no hi ha gaires evidències que la lliguin als ordinadors.

Entre els autors optimistes cal destacar Miller i Atkinson (2013), els quals critiquen els postulats neoluddites amb una argumentació que es podria resumir de la manera següent: **els guanys de productivitat derivats de la robotització generen ocupació**. Efectivament, els guanys poden anar destinats a beneficis, a salaris o a reducció de preus. En els dos primers casos, l'augment de renda pot incrementar el consum (i generar ocupació en altres sectors per aquesta via) o estalviar-se, cosa que serviria per invertir i generar, alhora, més ocupació. Si es redueixen els preus, també s'estimula la demanda i, per tant, l'ocupació (en el mateix sector).

A més, aquests autors demostren empíricament que no hi ha relació entre productivitat i atur i afirmen que els llocs de treball que l'automatització destrueix, en realitat no es perden sinó que canvien o es desplacen, com es veu, per exemple, en l'important creixement d'ocupació de les pàgines web de comerç electrònic. L'automatització ha reduït tant els costos de manipulació de les mercaderies que ha fet que les empreses d'*e-commerce* siguin molt rendibles i s'expandeixin ràpidament.

L'efecte positiu dels robots sobre la productivitat facilita que les empreses siguin més competitives, incrementin les vendes i redueixin les probabilitats de deslocalitzar la seva producció, cosa que fa que puguin mantenir la seva ocupació o,

fins i tot, incrementar-la (Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, 2015). Barro (2017) posa l'exemple de la fàbrica de mòbils xinesa Changying Precision Technology Company, la qual va substituir el 90% de la seva plantilla per robots el 2015 i va passar de 650 operaris a 60. A més de l'enorme estalvi de costos que li suposarà un cop amortitzada la inversió, la robotització li ha permès incrementar la producció en un 250% i reduir el nombre de defectes en la producció del 25% al 5%. El que ha fet aquesta empresa xinesa ho podrien haver fet les empreses occidentals que li encarreguen la fabricació dels mòbils i recuperar així la fabricació que s'havia deslocalitzat prèviament. Si quan van deslocalitzar cercaven menors costos laborals, ara ja podrien competir en costos d'automatització i reassumir la fabricació. Aquest procés de **relocalització** per mitjà del botsourcing (substitució del treball humà pel de robots), ajudat per la impressió en 3D, té avantatges importants, com ara el control directe de la fabricació, beneficiar-se de la innovació que pot produir a l'entorn, evitar el pirateig de productes i altres males pràctiques i generar ocupació d'alta qualificació.

Així mateix, els enfocaments optimistes no creuen que sigui tan fàcil automatitzar totes les activitats humanes, ja que les persones encara són millors que les màquines en certes tasques, com ara els serveis a les persones, les feines no rutinàries o la improvisació davant de canvis inesperats de l'entorn. Molts dels problemes tradicionals en robòtica (com ara ensenyar a una màquina a reconèixer objectes com una cadira) encara no estan resolts i són difícils de solucionar quan els robots es mouen lliurement per un entorn com una factoria o una oficina. Per tot això, segons aquesta visió, és més fàcil imaginar un futur amb robots treballant amb humans que no pas fent-ho de forma totalment autònoma. Els llocs de treball no estan desapareixent sinó que s'estan transformant.

L'automatització substitueix tasques (no tant llocs de treball, que solen estar formats per diferents tasques), alhora que en crea de noves, normalment de més qualificació, de manera que, en determinats llocs de treball, es produeix un efecte de **complementarietat** (l'automatització d'algunes tasques permet millorar la productivitat del lloc de treball i allibera temps per dedicar-lo a altres tasques). A més, la millora de productivitat derivada de l'automatització genera una renda que permet crear demanda i ocupació en altres sectors.

Una altra cosa és la **quantificació d'aquests efectes**. En aquest marc, són molts els estudis que s'han realitzat en els darrers anys. Uns posen l'èmfasi en calcular les ocupacions que tenen una alta probabilitat de ser automatitzades, altres ofereixen xifres de creació i destrucció de llocs de treball, molts comenten les tipologies dels llocs de treball que es crearan i que es destruiran i quins seran els sectors econòmics més afectats, uns obtenen un saldo positiu i altres, negatiu, i entre tots ells hi ha diferències molt significatives que no fan sinó posar de manifest la complexitat de l'exercici que es realitza.

Entre els que calculen les probabilitats d'automatització dels llocs de treball els més destacats són els estudis de Frey i Osborne (2017), Arntz, Gregory i Zierahn (2016) i McKinsey (2017a). Aquest últim i altres, com Lorenz *et al.* (2015), de Boston Consulting Group, World Economic Forum (2016) i Vogler-Ludwig *et al.* (2016) **estimen els llocs** que es poden crear i destruir, amb resultats diversos. **Aquests sis estudis són els més citats**¹⁸ a la literatura econòmica sobre l'impac-

18 El febrer de 2018, quan aquest document ja s'estava maquetant, PWC (2018) ha publicat un estudi que estima la probabilitat d'automatització per als llocs de treball de 29 països en tres onades superposades:

1. Onada d'algoritmes: ja s'està produint.
2. Onada d'augment: ja ha començat però madurarà en la dècada dels 2020.
3. Onada d'autonomia: està en desenvolupament i madurarà en la dècada dels 2030.

Per a Estats Units, estima que un 38% dels llocs tenen alta probabilitat d'automatització en la tercera onada. Per a França i Alemanya, un 37%. Per al Regne Unit, un 30%. Per a Espanya, un 34%.

També fa una estimació per sectors que, en el cas d'Espanya, dona els percentatges següents: 45% per a la indústria, 35% per al comerç, 26% per a salut i benestar social, 8% per a ensenyament i 42% per a construcció.

te laboral de la Indústria 4.0. Per aquest motiu, es desenvolupen amb més detall més endavant i fins i tot s'ofereixen exercicis de translació del càlcul de Frey i Osborne i de Vogler-Ludwig per al cas de Catalunya. El primer, degut al seu caràcter seminal i perquè permet oferir una llista d'ocupacions classificades segons la probabilitat d'automatització. El segon, perquè permet fer una estimació del nombre de llocs de treball perduts i creats.

En aquest context, cal destacar l'**absència d'estudis quantitius per a Espanya** (o Catalunya), més enllà de l'exercici realitzat per l'Observatorio ADEI (2017) el qual, partint de la hipòtesi del fet que l'economia espanyola convergis en ocupacions avançades (STEM, professionals...) amb els països de referència (Estats Units, Regne Unit i Alemanya), podria augmentar el nombre d'ocupats en 2,4 milions de persones en l'horitzó 2030. Aquest augment net seria el resultat d'un increment de 3,2 milions de llocs adaptats a la digitalització, un augment de 0,6 milions poc susceptibles de ser automatitzats i una desaparició d'1,4 milions d'ocupacions fàcilment reemplaçables per robots. Tenint en compte que Catalunya representa un 17,8% del total dels ocupats d'Espanya, es podria estimar que l'augment net d'ocupació a Catalunya seria de més de 425.000 persones.

Tornant a l'àmbit internacional, també hi ha estudis més parcials, no tan enfocats al futur com al passat, amb conclusions divergents. Acemoglu i Restrepo (2017) quantifiquen l'efecte dels robots sobre l'ocupació als Estats Units entre 1990 i 2007. D'acord amb la seva estimació, un nou robot per cada mil treballadors redueix la ràtio d'ocupació sobre la població total entre 0,18 i 0,34 punts percentuals i els salaris, entre un 0,25% i un 0,50%.

En canvi, Gregory *et al.* (2016) estimen que l'efecte net dels robots (en diuen *routine-replacing technological change* o RRTC) sobre la demanda total de treball és positiu. L'RRTC ha destruït 9,6 milions de llocs de treball a Europa entre 1999 i 2010 però això ha estat més que compensat per un augment de la demanda i per les externalitats, coses que, combinades, han generat 21 milions de llocs de treball, amb un saldo net positiu superior als 11 milions.

Amb un càlcul cenyit a Alemanya entre 1994 i 2014, Dauth *et al.* (2017) estimen que cada robot substitueix dues persones aproximadament, cosa que suposa uns 275.000 llocs de treball, pèrdua que ha estat més que compensada per llocs creats al sector de serveis (relacionats amb la implantació de robots). Afirmen que els treballadors més exposats a la robotització poden continuar en els seus llocs però amb tasques diferents i que la pèrdua d'ocupació no deriva tant de la destrucció dels llocs existents com de la menor creació de llocs per als nous entrants al mercat de treball. També conclouen que els ocupats d'alta qualificació guanyen en estabilitat i en salaris, mentre que els de qualificació mitjana amb tasques rutinàries i manuals afronten reduccions de salaris en ser més sensibles a ser substituïts per màquines.

Fins aquí s'han resumit els treballs enfocats en l'impacte sobre el nombre de llocs de treball o en la probabilitat d'automatització. Però els efectes laborals poden recaure sobre altres aspectes com ara la polarització del mercat de treball, la proporció de treball femení, les modalitats de contractació, l'organització del treball, les retribucions, la flexibilitat o la seguretat i salut en el treball. Aquests aspectes es desenvoluparan en el capítol 3.5 amb més deteniment.

3.2. Treballs més importants

Com s'ha vist, la literatura econòmica sobre l'impacte laboral de la indústria 4.0, que és abundant i molt recent¹⁹, es pot dividir en **dos grans grups**. El primer recull aquells estudis que calculen el percentatge de llocs de treball que tenen una elevada **probabilitat** de ser automatitzats. Aquest enfocament contempla només l'efecte de substitució de persones per màquines, però no el possible efecte de creació de llocs de treball com a resultat de la millora tecnològica. El segon grup d'estudis està integrat pels que quantifiquen els possibles efectes de **creació i destrucció de llocs** de treball que es produiria com a resultat de la introducció de la Indústria 4.0. Aquest segon enfocament és més global i els resultats poden ser tant de signe positiu com negatiu.

TAULA 12	
Esquema dels treballs més importants	
ESTIMACIÓ DE LA PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ	ESTIMACIÓ DE LA CREACIÓ O DESTRUCCIÓ DE LLOCS DE TREBALL
Frey i Osborne (2017): basat en ocupacions	• Vogler-Ludwig, Düll i Kriechel (2016): saldo net de llocs de treball al conjunt de l'economia alemanya
Arntz, Gregory i Zierahn (2016): basat en tasques	• Boston Consulting Group (2015): llocs de treball creats i perduts a les manufactures alemanyes
McKinsey (2017a): basat en activitats (o tasques)	• World Economic Forum (2016): llocs de treball creats, perduts i saldo net en 15 economies
	• McKinsey (2017b): quantifica la pèrdua de llocs de treball en 46 països
Font: Elaboració pròpia.	

El primer grup d'estudis va sorgir arran del treball de **Frey i Osborne** *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation*. Una versió preliminar d'aquest treball va aparèixer el 2013 i s'ha acabat publicant el 2017 a la revista *Technological Forecasting & Social Change*. En aquest interval de temps, aquest estudi ha tingut un gran ressò i nombrosos autors han aplicat els seus càlculs a diferents països.

Aquest estudi seminal calcula la probabilitat d'automatització de 702 ocupacions per als Estats Units, que s'ofereix a l'annex 1 d'aquest document. Aquests valors s'obtenen a partir del següent procediment: primer, s'entrevista a diferents experts en *machine learning* per determinar la probabilitat d'automatització d'una mostra de 70 ocupacions (10% del total); segon, els valors assignats per aquests experts es relacionen amb la informació de l'enquesta O*NET²⁰, que proporciona informació sobre nou habilitats²¹ relacionades amb la dificultat de computerització per a cadascuna de les ocupacions, i s'obtenen uns estimadors, els quals permeten calcular la probabilitat d'automatització de les 632 ocupacions restants. Aquesta metodologia s'explica amb més detall en el capítol 3.3.

19 En aquest apartat es presenten els estudis més rellevants que es coneixen en el moment de redactar aquest treball, però val la pena recordar que la major part s'han publicat entre 2015 i 2017, és a dir, en els darrers tres anys.

20 La base de dades O*NET és una enquesta que responen analistes en ocupació sobre les habilitats requerides en un miler d'ocupacions per als Estats Units. L'accés és obert al públic.

21 Els enquestats valoren si, per a cadascuna de les ocupacions, es requereix un nivell "alt", "mitjà" o "baix" de les següents nou habilitats: destresa amb els dits, destresa manual, treball en postures incòmodes, originalitat, belles arts, percepció social, negociació, persuasió i cura dels altres.

Un dels principals resultats d'aquest treball és una llista de les 702 ocupacions segons la seva probabilitat d'automatització. Aquest estudi prediu que són feines amb una elevada probabilitat: les del transport i logística, pel desenvolupament de vehicles computeritzats i la incorporació de sensors; una bona part de les feines d'oficina i suport administratiu, sobretot pel que fa a tasques d'arxiu i accés a la informació que s'automatitzen gràcies al *big data*; i les feines de producció, continuant la tendència observada en els darrers anys de robots fent tasques rutinàries a la indústria, però també, cada vegada més, fent tasques no rutinàries o que requereixen destresa manual. Els autors diuen explícitament que, des del punt de vista de la factibilitat tècnica, el gruix de l'ocupació que encara existeix en llocs de producció és susceptible de disminuir en les properes dècades. A més, fan notar que aquesta amenaça es produeix fins i tot en sectors que han tingut un gran creixement en l'ocupació en els darrers anys, com per exemple alguns serveis.

Aquest estudi conclou també que les feines menys qualificades i remunerades són aquelles que tenen una major probabilitat d'automatització i que aquests treballadors es desplaçaran cap a tasques que difícilment poden ser automatitzades. Aquests resultats contrasten amb la polarització del mercat laboral que històricament s'ha produït com a conseqüència del canvi tecnològic (treballadors més qualificats i menys qualificats mantenen els llocs de treball, mentre que els que tenen una qualificació mitjana són substituïts per màquines).

La digitalització no afecta només els treballadors de la indústria sinó que els de coll blanc també s'estan transformant. Hi ha més visites mensuals als consellers virtuals de salut a la xarxa WebMD que les que es fan directament a metges dels Estats Units. En el món legal, 60 milions de desacords entre comerciants d'eBay es vehiculen usant el sistema de resolució on-line en lloc d'advocats i jutges i equivalen a tres vegades el nombre de demandes judicials en tot el sistema judicial nord-americà.

Font: Susskind i Susskind, 2016.

Així mateix, el sector financer es prepara per a la disrupció, des dels empleats de finestreta fins als analistes de mercat. Fins al 54% dels llocs de treball del sector estan en risc, més que qualsevol altre sector qualificat als Estats Units.

Font: McKinsey, 2016.

Els 702 valors esmentats es traslladen a l'estructura de llocs de treball dels Estats Units a partir de les dades del Bureau of Labor Statistics. Per al cas d'aquest país, Frey i Osborne obtenen que un 47% dels llocs de treball tenen una probabilitat d'automatització superior al 70% en un horitzó no concret, potser a 10 o 20 anys (és a dir, 2020-2030, atès que els autors van treballar amb dades del 2010). Segons els autors, aquestes probabilitats són traslladables a altres països.

En aquesta mateixa línia, s'han publicat treballs per al Regne Unit, Finlàndia i Alemanya²² que han aplicat les probabilitats de Frey i Osborne i han obtingut que un 35%, un 37% i un 42%, respectivament, de llocs de treball tenen una probabilitat d'automatització superior al 70% (que en endavant considerarem "elevada").

²² Frey i Osborne (2014), Pajarinen i Rouvinen (2014) i Bonin, Gregory i Zierahn (2015), respectivament.

Morrón (2016b) ha traslladat els càlculs d'aquest cèlebre treball per al conjunt de l'economia espanyola a partir de 485 ocupacions obtingudes de l'Enquesta de Població Activa que elabora l'INE. En el cas espanyol, un 43% dels llocs de treball tenen una probabilitat d'automatització superior al 66%²³.

Els mateixos Frey i Osborne (2015), en un treball per a Citibank, han utilitzat les esmentades probabilitats per obtenir resultats a nivell sectorial per als Estats Units. En el sector manufacturer, el 61,7% dels llocs de treball tenen una probabilitat d'automatització superior al 70%.

Si bé els estudis que donen informació detallada per ocupacions ofereixen una riquesa excepcional, no permeten recollir el fet que els treballadors ajusten les seves habilitats (per mitjà de la formació i altres) per adaptar-se als canvis de la demanda del mercat laboral; de manera que es fa necessària una anàlisi per al conjunt de l'economia que permeti extreure conclusions agregades (Federal Ministry of Labour and Social Affairs, Alemanya, 2017). Com es veurà més endavant, aquesta doble perspectiva, l'anàlisi per ocupacions i de forma més agregada per sectors, és l'adoptada en el present treball.

Dins d'aquest primer grup de treballs, **Arntz et al.** (2016) estimen la probabilitat d'automatització de les tasques que conformen les diferents ocupacions, en lloc d'ocupacions com en els treballs esmentats fins ara. Aquests autors treballen amb la base de dades PIACC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies) de l'OCDE en la qual, cada enquestat indica a quina professió es dedica i quines tasques desenvolupa. Aquesta informació permet relaxar el supòsit que dins una mateixa professió els treballadors fan tasques iguals. La informació de la PIAAC es combina amb la llista de 702 ocupacions de Frey i Osborne i la probabilitat d'automatització es trasllada a les tasques que desenvolupen els treballadors.

Aquests autors obtenen que, als Estats Units, un 9% dels llocs de treball tenen una elevada probabilitat d'automatització, xifra que contrasta amb l'obtinguda per Frey i Osborne (47%); per a la mitjana de 21 països de la OCDE obtenen també un 9%, així com per a França; per a Itàlia i la Gran Bretanya, un 10%; per a Espanya i Alemanya, un 12%. Segons aquests autors, les diferències en automatització entre països es deuen a diferències en l'organització de llocs de treball (que mesuren a partir de la importància de les tasques de comunicació als llocs de treball), diferències en la inversió prèvia en automatització (que mesuren a partir de la inversió en les TIC) i diferències en el nivell educatiu. Així, a major comunicació, major inversió prèvia en les TIC i major nivell educatiu, menor automatització de les tasques.

En aquesta mateixa línia, el treball de la consultora **McKinsey** (2017a) estima la probabilitat d'automatització per a un conjunt de 800 ocupacions que es descriuen a partir de 2.000 tasques o activitats i que estan formades per 18 habilitats diferents. Aquest treball obté que, al conjunt dels 46 països analitzats, aproximadament un 27% dels llocs de treball té una elevada probabilitat d'automatització. A més, aquest treball obté resultats per sectors i països: per al conjunt de l'economia, a França i Gran Bretanya, menys d'un 45% dels llocs de treball tenen una elevada probabilitat d'automatització; als Estats Units, entre un 45% i un 47%; a Espanya i Alemanya, entre un 47% i un 49%; i Itàlia, entre un 49% i un 51%.

A més, aquest treball afegeix que, si bé quan es parla d'automatització es fa atenent només a la factibilitat tècnica, hi ha una sèrie de **factors que condicionen el ritme i l'extensió amb què es produirà l'automatització** de llocs de tre-

23 Morron, en el capítol 3.3 del present document estima que un 35% dels llocs de treball a Espanya tenen una probabilitat d'automatització superior al 70%.

ball; és a dir, que la probabilitat d'automatització no té en compte que l'aplicació de les tecnologies 4.0 no és immediata i cal desenvolupar solucions que facin viables aquestes tecnologies dins els processos productius de cadascuna de les empreses; tampoc contempla si l'adopció d'aquestes tecnologies és assumible des d'un punt de vista econòmic; ni tampoc si les empreses optarien per adoptar-les sobre la base d'una anàlisi cost-benefici (per exemple, en el cas de costos salarials molt baixos, en el curt termini pot resultar més beneficiós no adoptar la tecnologia); finalment tampoc contempla les barreres socials i legals que les empreses poden trobar a l'hora d'adoptar tecnologies 4.0 (com per exemple, pel rebuig social que pot causar la substitució de llocs de treball per robots). Sobre la base d'aquests factors, el treball de la consultora McKinsey (2017a) construeix una sèrie d'escenaris per tal d'estimar la substitució d'hores de treball i per tant el ritme i l'extensió amb què efectivament s'implementa l'automatització. Aquests resultats sobre destrucció de llocs de treball s'amplien en un segon treball de McKinsey (2017b) que s'inclouria dins del segon grup d'estudis i que es comenta més endavant en aquest apartat.

En resum, les xifres proporcionades per aquest primer grup d'estudis s'obtenen a partir d'estimar la probabilitat d'automatització i en conseqüència contemplen només l'efecte de substitució de llocs de treball per màquines des del punt de vista de la factibilitat tècnica. Per tant, no inclouen els efectes dels factors que separen les possibilitats tècniques de les possibilitats efectives d'implementació de la Indústria 4.0 esmentades per McKinsey (2017a) ni tampoc la pèrdua de llocs de treball per altres raons (per exemple, una lenta adopció de tecnologia pot suposar un desavantatge competitiu enfront dels competidors); tampoc inclouen la creació de llocs de treball derivada del sorgiment de noves oportunitats de negoci (nous productes o serveis) o de l'increment de la demanda de certs perfils professionals (TIC, RDI, perfils transversals...). La taula 13 ofereix una comparativa dels treballs esmentats en aquest primer grup.

TAULA 13	
Percentatge de llocs de treball amb elevada probabilitat d'automatització segons els principals estudis	
TREBALLS QUE APLIQUEN ELS CÀLCULS DE FREY I OSBORNE A DIVERSOS PAÏSOS:	
• Estats Units: 47 i 61,7 (manufactures) (Frey i Osborne, 2015 i 2017)	• Finlàndia: 37 (Pajarinen i Rouvinen, 2014)
• Alemanya: 42 (Bonin, Gregory i Zierahn, 2015)	• Regne Unit: 35 (Frey i Osborne, 2014)
Arntz, Gregory i Zierahn (2016):	
• Estats Units i mitjana OCDE: 9	• Itàlia i Gran Bretanya: 10
• França: 9	• Espanya i Alemanya: 12
McKinsey (2017a):	
• 46 països analitzats: 27	• Espanya i Alemanya: 47-49
• França i Gran Bretanya: <45	• Itàlia: 49-51
• Estats Units: 45-47	
Font: Elaboració pròpia.	

En paral·lel, ha aparegut en la literatura un segon grup d'estudis que considera alhora la possible creació i destrucció de llocs de treball. La metodologia es basa en resultats obtinguts de la revisió de literatura especialitzada o bé d'entrevistes a experts o caps de recursos humans sobre els canvis que esperen que es produeixin en la composició dels perfils de les seves empreses en diferents sectors i en un horitzó a 5, 10 o 15 anys. Els resultats obtinguts s'extrapolen

al conjunt de la força de treball en les economies considerades. En aquest grup, destaquen els treballs de Vogler-Ludwig, Düll i Kriechel (2016), Boston Consulting Group (2015), World Economic Forum (2016) i McKinsey (2017b).

L'estudi de **Vogler-Ludwig et al.** (2016) estima l'impacte laboral de la digitalització per a 44 sectors del conjunt de l'economia Alemanya i sis tecnologies (xarxes, robòtica, fabricació additiva i impressió 3D, conducció autònoma, integració horitzontal i vertical de sistemes i intel·ligència artificial i *big data*). La metodologia emprada consisteix, en primer lloc, a construir uns números índexs que mesuren l'impacte de la digitalització sobre la demanda de tecnologia i sobre la productivitat a partir de les opinions dels experts i de literatura especialitzada²⁴. En segon lloc, es quantifiquen els efectes laborals de la digitalització amb un model anomenat G3M²⁵ que permet calcular l'impacte en els 44 sectors a través de dues equacions: la de demanda i la de productivitat, que es modifiquen per introduir-hi les expectatives sobre tecnologia calculades a partir dels números índexs.

Aquest treball estima una creació d'uns 263.000 llocs de treball per al període 2014-2030 com a conseqüència de la implantació de la Indústria 4.0 per al conjunt de l'economia alemanya, que suposen un increment del 0,6%. A més, el treball proporciona estimacions de l'impacte de la digitalització per als 44 sectors esmentats. Així, el sector del comerç al detall seria el més perjudicat en termes absoluts amb una destrucció de 98.000 llocs de treball, però destaquen també la indústria del paper i arts gràfiques (60.000 llocs) i el sector de l'administració pública i seguretat social (55.000). Pel que fa als sectors que es preveu que creïn ocupació, els més beneficiats en termes absoluts són el de tecnologies de la informació (+168.000 llocs), el de fabricació de maquinària (+151.000), el de comptabilitat i consultoria (+149.000) i el d'equipament elèctric, electrònic i òptic (+123.000).

S'estima que la digitalització augmentarà principalment la demanda d'ocupacions informàtiques, de gestió empresarial i de publicitat i el màrqueting; també augmentarà la necessitat de tècnics mecatrònics, enginyers mecànics i tècnics en automoció. Els efectes negatius en l'ocupació perjudicaran els llocs de treball de fabricació (per exemple en els metalls i el tèxtils); també es veuran afectats negativament el transport, les vendes i les ocupacions mèdiques simples (per exemple, laboratori i infermeria).

Per nivell de qualificació, es preveu que la digitalització incrementi també la demanda de titulats universitaris en 530.000 per l'any 2030: entre aquests hi ha 170.000 científics legals, econòmics i socials, 140.000 enginyers, 90.000 matemàtics i científics, 70.000 científics lingüístics i culturals, i 30.000 artistes i acadèmics d'art. Per contra, la demanda de treballadors amb formació professional dual disminuirà en 140.000, fet que es deu al fort impacte de l'automatització en ocupacions en producció industrial, en el metall i en feines administratives. La demanda de treballadors amb altra formació professional (*Fachschule*²⁶) creixerà al voltant de 50.000 com a conseqüència de l'automatització. Per als treballadors sense formació professional, la digitalització suposarà una pèrdua d'uns 180.000 llocs de treball.

El segon estudi dins aquest grup, elaborat per **Boston Consulting Group** (2015), se circumscriu a 23 indústries del sector manufacturer alemany i 40 ocupacions. La seva metodologia consisteix a analitzar, per mitjà de 20 experts, l'impacte de 10 usos de la tecnologia en llocs de treball concrets i després extrapolar-ho al conjunt de la planta, al

²⁴ Es construeixen números índexs per a cada parella sector/tecnologia.

²⁵ Aquest model recull tant el cicle productiu com el mercat laboral i permet la interdependència entre els 44 sectors productius, així com la interacció entre l'oferta i demanda en el mercat laboral.

²⁶ Les *Fachschule* ofereixen titulacions en l'àmbit de l'economia agrícola, disseny, tecnologia, gestió i treball social.

sector i al conjunt de la indústria manufacturera alemanya. Aquests 10 usos són: control de qualitat realitzat a partir de *big data*, producció assistida per robot, vehicles sense conductor emprats en logística, simulació de les línies productives, xarxa intel·ligent de proveïdors, manteniment predictiu, les màquines com a servei (les empreses venen els serveis que presten les màquines en lloc de les màquines en si), autoorganització de la producció, producció additiva de components complexos i realitat augmentada aplicada al treball, manteniment i serveis.

Aquest estudi considera que l'automatització augmentarà la competitivitat de les empreses per mitjà d'una reducció dels empleats per assolir un nivell de producció determinat. No obstant això, encara que alguns llocs de treball es perdran, la cooperació entre persones i màquines augmentarà, donant lloc a un creixement de l'ocupació per dues raons: primer, es reduirà la deslocalització de la producció ja que els avantatges de produir en llocs on els costos laborals són més baixos disminuiran de manera que alguns llocs de treball retornaran; segon, l'avenç tecnològic suposarà la introducció de nous productes i serveis (productes més costumitzats, nous serveis postvenda entre d'altres, fabricació i oferta de la tecnologia 4.0 i nous models de negoci basats en les màquines com a servei), fet que també resultarà en nous llocs de treball. Segons els autors, aquesta millora de la productivitat sense reducció de llocs de treball és el que distingeix la quarta revolució industrial de les anteriors, en què les millores en productivitat suposaven una reducció de l'ocupació a la indústria. Val a dir que la indústria manufacturera alemanya és una de les més avançades del món.

Aquest treball estima un increment net dels llocs de treball a Alemanya d'un 5% (350.000 sobre uns 7 milions aproximadament) en el període 2015-2025. Aquest augment és el resultat, d'una banda, de la creació de 960.000 llocs de treball: 110.000 en llocs de tecnologies de la informació i integració de dades, 110.000 en llocs de recerca, desenvolupament i innovació i 760.000 per les noves oportunitats de negoci, és a dir, nous productes i serveis citats al paràgraf anterior; i de l'altra, de la destrucció de 610.000 llocs de treball: entre els quals 120.000 de producció, 20.000 de control de qualitat, 10.000 de manteniment i 20.000 de planificació de la producció.

Dos exemples de perfils professionals nous, segons el BCG, són els científics de dades industrials, que extreuen dades i les analitzen per millorar productes i processos, i els coordinadors de robots, que supervisen els robots de la cadena i corregeixen els possibles errors de funcionament. Es preveu un increment de 70.000 i 40.000 nous llocs per a aquests perfils, respectivament.

Per sectors, es preveu un important creixement de l'ocupació en la indústria de la maquinària intel·ligent (uns 70.000 llocs), mentre que l'automatització impedirà un creixement de l'ocupació als sectors automobilístic i de productes metàl·lics.

Per tecnologies, la producció assistida per robot serà responsable de la major part de la destrucció de llocs de treball, tot i que aquesta tecnologia, juntament amb el manteniment preventiu i la realitat augmentada, també permetrà desplegar nous models de negoci que promoguin la creació de llocs de treball.

El tercer estudi, elaborat pel **World Economic Forum** (2016), va tenir un gran impacte mediàtic arran de la cimera d'aquest organisme a Davos el 2016. El treball fa referència a nou grans sectors en 15 economies que sumen el 65% de la força de treball del món (uns 1.860 milions de treballadors). Com s'ha comentat a l'anterior apartat, al conjunt d'aquestes economies es preveu una creació de 2 milions de llocs de treball d'alta qualificació i una destrucció de 7,1; és a dir, una destrucció neta de 5,1 milions de llocs entre 2015 i 2020. No obstant això, aquesta xifra absoluta tan alta, responsable de l'impacte mediàtic de l'estudi, queda relativitzada quan es posa en percentatge: un -0,3% de l'ocupació mundial.

Per grups professionals, la destrucció de llocs de treball es concentraria en els treballs administratius i d'oficina (67%) i en els manufacturadors i de producció (22,7%), en canvi la principal font de creació d'ocupació serien les feines de negocis i financeres (24,6%), les de gestió (20,8%), les relacionades amb informàtica i matemàtiques (20,3%), amb arquitectura i enginyeria (17%) i amb vendes (15,2%).

La Indústria 4.0 no necessàriament farà desaparèixer ocupacions, sinó que més aviat substituirà tasques concretes dins de cada ocupació, però aquest canvi succeirà tant de pressa com canviï el model de negoci per adaptar-se a les noves tecnologies. Aquest estudi introdueix el concepte de l'estabilitat de les habilitats, amb què intenta anticipar el ràpid canvi en els requeriments dels llocs de treball a què s'enfronten els treballadors. Segons aquest estudi, més d'un terç de les habilitats desitjables per a la majoria d'ocupacions el 2020 seran d'aquelles que el 2016 encara no es consideren crucials. La principal, demanada en una àmplia varietat d'ocupacions, serà el tractament de dades, la resolució de problemes complexos i habilitats socials (persuasió, la intel·ligència emocional i docència). Però també tenir coneixements sobre característiques dels productes que poden resultar atractives per als consumidors com la petjada del carboni, la seguretat alimentària, la normativa laboral i la protecció de dades.

Als sectors d'infraestructures (que inclou química, infraestructures, metal·lúrgia i siderúrgia), consum (alimentació i altres béns de consum), mobilitat (aviació i viatges, automoció i transports) i TIC, s'espera que l'ocupació romangui estable (amb variacions d'entre el -1% i el +1%).

Pel que fa a aquestes indústries en quatre dels grans països europeus, al sector infraestructures s'espera un creixement de l'ocupació de l'1,88% a Alemanya, estabilitat a Itàlia i reducció de l'1% al Regne Unit; al sector consum, es preveu una reducció de l'1,82% a Itàlia; al sector mobilitat, s'espera un creixement de l'ocupació de l'1,25% a França, estabilitat a Itàlia i reducció del 3,67% a Alemanya; finalment, al sector TIC, es preveu estabilitat a Itàlia i creixement al Regne Unit i Alemanya (+1,36% i +3,33%, respectivament).

El darrer estudi d'aquest grup, elaborat per la consultora **McKinsey** (2017b), es basa en els resultats previs del treball McKinsey (2017a), publicat uns mesos abans. Aquest estudi proporciona una estimació de la destrucció d'ocupació en el període 2016-2030 per a 46 economies que suposen el 90% del PIB mundial, però no quantifica de forma sintètica la creació d'ocupació, sinó que ofereix informació sobre els principals col·lectius en què es preveu creació d'ocupació.

Pel que fa a la destrucció de llocs de treball, parteix de la idea, ja apuntada abans, que hi ha una sèrie de factors limitatius de l'efectiva implementació de l'automatització i que, per tant, contribueixen a esmorteir el poderós efecte de substitució de llocs de treball per màquines. Aquests factors són: l'aplicació i desenvolupament de les tecnologies 4.0 al cas concret de cada organització; la factibilitat econòmica; els beneficis econòmics (major qualitat de la producció, menors costos laborals, etc.); i l'acceptació social i barreres legals. Sobre la base d'aquests factors s'estima una substitució d'activitats (quantificades en hores de treball) entre l'any 2016 i 2030 del 20% al Regne Unit, el 21% a França, el 23% a Estats Units i Espanya, el 24% a Alemanya i el 24,5% a Itàlia, entre molts altres països, entre els quals destaca l'Índia a l'extrem inferior (9%) i el Japó a l'extrem superior (26%). El autors situen la mitjana del conjunt de països analitzats en un 15%.

Foxconn, l'empresa xinesa proveïdora d'Apple i Samsung, va anunciar el 2011 que instal·laria més d'un milió de robots en els següents dos anys. El 2015, només 50.000 estaven completament operatius a les seves factories.

Font: China Labour Bulletin, 2016.

Pel que fa a la creació de llocs de treball, els autors admeten la impossibilitat de quantificar de forma global aquest efecte, però assenyalen les principals professions en què es crearà ocupació neta dels efectes d'automatització. Es tracta de professionals de la salut; enginyers, científics i analistes; professionals d'IT; directius; docència; creatius. Així mateix, es destruiran llocs de treball d'empleats i assistents d'oficina, caixers, alguns treballs que requereixen interacció amb clients (personal d'hotels), personal de la cadena de producció, rentaplats, personal que prepara menjar i conductors. Els autors posen especial èmfasi en la importància de requalificar els treballadors perquè puguin adequar-se als nous requisits de les professions i no es vegin exclosos i de fer aquesta requalificació ràpidament, malgrat les dificultats que històricament s'ha vist que això suposa.

La taula 14 ofereix una comparativa dels treballs esmentats en aquest segon grup.

TAULA 14		
Percentatge de creació o destrucció de llocs de treball segons els principals estudis		
Vogler-Ludwig, Düll i Kriechel (2016)	+0,6% i resultats detallats per a 44 sectors	Alemanya (2014-2030)
Boston Consulting Group (2015)	+5% i resultats per a determinats col·lectius professionals	Manufactures Alemanya (2015-2025)
World Economic Forum (2016)	-0,3%	15 economies (amb el 65% de la força de treball) (2015-2020)
McKinsey (2017b)	Destrucció 15% (23% a Espanya i 24% a Alemanya) La creació no es quantifica de forma global sinó per grups d'ocupacions	46 països (2016-2030)

Font: Elaboració pròpia.

TAULA 15				
Treballs que estimen la probabilitat d'automatització				
Autors	Frey i Osborne	Morron (CaixaBank)	Arntz, Gregory i Zierahn (OCDE)	McKinsey
Data de publicació	2017 (document de treball 2013)	2016	2016	2017a
Àmbit territorial	Estats Units	Espanya	21 països de l'OCDE	46 països
Sectors	Tots	Tots	Tots	Tots
Any de les dades	2010	2015	2012	2016
Horitzó temporal	2020-2030	2020-2030	No específica	No específica
Enfocament	Probabilitat d'automatització (d'ocupacions).	Probabilitat d'automatització (d'ocupacions).	Probabilitat d'automatització (de tasques).	Probabilitat d'automatització (de tasques).
Origen de les dades	- Enquesta O*Net: per a 702 ocupacions, els enquestats responen si es requereix un nivell baix, mitjà o alt de cadascuna de les 9 variables. - Bureau of Labor Statistics (BLS).	- Probabilitat d'automatització a partir de FO. - EPA (485 professions a Espanya).	- Probabilitat d'automatització a partir de FO. - PIAAC (<i>Adult competencies</i>) en països de l'OCDE.	Enquesta O*Net (dades dels Estats Units): per a 800 ocupacions, que es descomponen en 2.000 activitats (tasques).
Metodologia	(1) Experts assignen probabilitat d'automatització a 70 ocupacions. (2) Es relaciona amb nou variables que defineixen la dificultat d'automatització. (3) S'infereix la probabilitat d'automatització de la resta d'ocupacions (632).	Traslada la probabilitat d'automatització per ocupació de FO al cas espanyol.	Relacionen la probabilitat de FO amb les dades de PIAAC.	S'utilitza un algoritme de <i>machine-learning</i> per puntuar les 2.000 activitats amb relació a les 18 habilitats a partir de paraules clau. Les 18 habilitats es graduen segons si la tecnologia actual està al mateix nivell que els humans, per sota o per sobre.
Resultats	Estats Units: 47% dels llocs de treball té una probabilitat d'automatització >70%.	Espanya: 43% dels llocs de treball té una probabilitat d'automatització > 66%.	- OCDE: 9% dels llocs de treball té una probabilitat d'automatització >70%. - Estats Units i França: 9%. - Itàlia i Gran Bretanya: 10%. - Espanya i Alemanya: 12%.	- El 60% dels llocs de treball té probabilitat >30%. - El 27% dels llocs, >70%. - França i Gran Bretanya: <45% llocs, >70%. - Estats Units: 45%-47% llocs (manufactures 60%), >70%. - Espanya i Alemanya: 47%-49% llocs, >70%. - Itàlia: 49-51% llocs, >70%.
Altres resultats	Llistat d'ocupacions amb la probabilitat d'automatització individualitzada.		- Raó de les diferències amb FO: aquí es consideren tasques en lloc d'ocupacions. - Raó de les diferències entre països: els esforços tecnològics previs, el nivell educatiu i l'organització del treball.	Factors que separen factibilitat tècnica de l'efectiva implementació de la Indústria 4.0: modulen el ritme i l'extensió de l'automatització ²⁷ .
Font: Elaboració pròpia.				

27 Aquests factors són: cost d'aplicar la tecnologia, la factibilitat econòmica, els beneficis econòmics (> qualitat, < costos laborals), acceptació social i barreres legals.

TAULA 16				
Treballs que estimen la creació i/o destrucció de llocs de treball				
Autors	Vogler-Ludwig, Düll i Kriechel	Boston Consulting Group	World Economic Forum	McKinsey
Data de publicació	2016	2015	2016	2017b
Àmbit territorial	Alemanya	Alemanya	15 economies	46 països
Sectors	Tots	Manufacturer	Tots	Tots
Any de les dades	2014	2015	2015	2016
Horitzó temporal	2030	2025	2020	2030
Enfocament	Impacte en llocs de treball (creació neta).	Impacte en llocs de treball (creació vs. destrucció).	Impacte en llocs de treball (creació vs. destrucció).	Impacte en llocs de treball (destrucció).
Origen de les dades	Dades a partir d'entrevistes a experts i literatura especialitzada sobre l'impacte de sis tecnologies en 44 sectors.	Dades a partir d'entrevistes a 20 experts sobre l'impacte de 10 tecnologies en 40 ocupacions i en 23 sectors manufacturers.	Dades a partir d'entrevistes als caps de RH de les 100 principals empreses en cadascun dels grans sectors (9) considerats. Se'ls pregunta sobre els canvis en els llocs de treball entre 2015-2020.	Enquesta O*Net (dades dels Estats Units): per a 800 ocupacions, que es descomponen en 2.000 activitats (tasques).
Metodologia	(1) Es calculen números índex per mesurar l'impacte de sis tecnologies s/ demanda i productivitat. (2) S'estima la creació o destrucció de llocs a partir d'una funció de demanda de tecnologia i una funció de producció.	Model que contempla diferents escenaris: segons la velocitat d'adopció de la tecnologia; i segons la millora dels ingressos per adoptar la tecnologia.	S'extrapolen els resultats de les enquestes al conjunt de la força de treball d'aquests països.	• Destrucció: més enllà de la factibilitat tècnica per automatitzar processos (McKinsey, 2017a): cost d'aplicar la tecnologia; la factibilitat econòmica; els beneficis econòmics (> qualitat, < costos laborals); acceptació social i barreres legals. • Creació: model a partir d'increment de la productivitat i la inversió. No es quantifica globalment, sinó per col·lectius professionals.
Resultats	• +263.000 llocs de treball (+0,6%). • Ofereix resultats detallats per a 44 sectors. • Resultats per ocupacions. • Resultats segons nivells de qualificació.	• +210.000 llocs de treball en IT+RDI (treballadors qualificats). • +760.000 per noves oportunitats de negoci. • -610.000 destrucció. • En total +960.000-610.000 = +350.000 (+5% dels ocupats).	• Reducció de 7,1 milions de llocs de treball i creació de 2 milions. Resultat: -5,1 milions (-0,3% dels ocupats mundials). • Hi ha informació per països i principals sectors.	• Destrucció: mitjana mundial 15%; Regne Unit 20%; França 21%; Estats Units i Espanya 23%; Alemanya 24%; Itàlia 24,5%. • Creació: principals ocupacions: salut; enginyers i científics; IT; directius; docència; creatius.
Altres resultats		La creació de llocs pot provenir dels ajustaments dels treballadors i de noves oportunitats de negoci.	• Increment salarial a les feines més demandades. • Millora en l'equilibri treball-vida personal i treball flexible. • Temporalitat: disminueix al sector energètic i financer; augmenta en el sector consum, <i>media</i> , etc.	• Raó de les diferències en l'automatització entre països: composició sectorial, mix d'ocupacions i el nivell salarial. • No hi haurà un excident de força de treball per la tendència demogràfica a l'envel·liment.

Font: Elaboració pròpia.

3.3. Una estimació de la probabilitat d'automatització al mercat laboral català

Adrià Morron Salmeron²⁸
CaixaBank Research

3.3.1. Introducció

El progrés tecnològic ha afectat l'estructura del mercat laboral i el mapa de professions al llarg de tota la història. Per exemple, a la primera revolució industrial (1770-1840), la introducció de la màquina de vapor i l'automatització dels processos de teixit i filat van canviar dràsticament l'organització del treball al sector tèxtil i van provocar el declivi de la seva professió dominant: l'artesà. Unes dècades més tard, amb la segona revolució industrial (1870-1920), el desenvolupament de l'electricitat i la seva implementació a l'enllumenat públic van comportar la desaparició d'altres professions, com la de fanaler, que era la persona que, cada vespre i cada alba, s'encarregava d'encendre i apagar, un per un, els fanals de gas que il·luminaven els carrers de les ciutats.

Aquesta relació entre el desenvolupament tecnològic i la desaparició de professions va fer que els economistes encunyessin el terme «**atur tecnològic**», en referència a «l'atur provocat per un descobriment de maneres d'economitzar l'ús del treball més ràpid que la taxa amb la qual trobem noves funcions per als treballadors», en paraules d'un dels economistes més famosos, John Maynard Keynes (1930). Fins ara, la preocupació per l'atur tecnològic no s'ha materialitzat. La raó és que una invenció que substitueix un treballador per una màquina afecta tota la resta de mercats de productes i de factors producció. En general, els guanys d'eficiència en un mercat de béns i serveis "automatitzables" augmenta la renda disponible del conjunt de la societat i, d'aquesta manera, provoca un augment de la demanda de béns i serveis "no automatitzables", la qual cosa genera més demanda de treballadors en aquests darrers mercats (Baumol 1967).

Tanmateix, al segle XXI, ens trobem davant d'una nova onada de progrés tecnològic, l'anomenada quarta revolució industrial, caracteritzada per avenços en la tecnologia sensorial i la capacitat de processament i el desenvolupament de bases de dades massives (l'anomenat *big data*) i de la intel·ligència artificial. Encara hem de veure com reaccionarà el mercat laboral davant d'aquesta onada, però l'objectiu d'aquest capítol és, precisament, presentar una estimació de quants llocs de treball es podrien veure afectats per aquesta potencial nova revolució industrial. Per fer-ho, ens basarem en l'estudi seminal de **Frey i Osborne** (2017), en el qual els autors assignen una probabilitat d'automatització a cada professió del mercat laboral dels Estats Units d'Amèrica (Estats Units) segons la capacitat (tècnica) que tinguin un robot o un ordinador de realitzar la feina en qüestió. A l'estudi, Frey i Osborne estimen que un 47% dels treballadors dels Estats Units tenen una professió amb una probabilitat elevada (és a dir, superior al 70%) de ser automatitzada. En el nostre capítol, traslladem la metodologia de Frey i Osborne (2017) als mercats laborals català i espanyol i estimem quin percentatge dels treballadors catalans i espanyols tenen professions amb probabilitat d'automatització baixa, mitjana i alta.

El capítol s'estructura de la següent manera. A la propera secció, descriurem com, tradicionalment, els avenços tecnològics han permès automatitzar les feines i veurem que les tecnologies de la quarta revolució industrial tenen diversos

28 Aquest treball s'ha beneficiat de la indispensable assistència de la Cristina Farràs i dels excel·lents comentaris de tot l'equip de CaixaBank Research.

trets diferencials que poden permetre la robotització de tasques que, fins ara, eren del domini exclusiu de les persones. A continuació, entendrem com Frey i Osborne van estimar la probabilitat d'automatització pel mercat laboral estatunidenc, presentarem les dades per als mercats laborals català i espanyol i estimarem el percentatge de treballadors catalans i espanyols que es troben, potencialment, davant d'una elevada probabilitat d'automatització. Finalment, conclourem el capítol amb una discussió sobre com interpretar els resultats i quins elements cal tenir en compte a l'hora de valorar-los.

3.3.2. Marc d'anàlisi de l'automatització i el mercat laboral

Per estimar quines ocupacions són susceptibles de ser automatitzades, cal definir precisament a què ens referim quan parlem d'automatitzar professions. **Una feina o professió comprèn múltiples tasques**, com la interacció social (per exemple, en el cas d'un recepcionista) o l'exercici físic (com en el cas d'un entrenador de futbol). De fet, el que permet la tecnologia és automatitzar tasques i, per tant, per avaluar la probabilitat d'automatització d'una professió, hem d'analitzar quantes de les tasques que la defineixen poden ser realitzades per una màquina o robot. En aquest sentit, és útil analitzar les tasques amb dues dimensions (Autor *et al.* 2003): (i) tasques manuals i tasques cognitives i (ii) tasques repetitives i tasques no repetitives. Fer-se el llit és un exemple de tasca manual, mentre que fer una broma és una tasca cognitiva. Transcriure la gravació d'una conversa és un tasca repetitiva, mentre que improvisar un solo de saxofon és una tasca no repetitiva. La taula 17 presenta alguns exemples addicionals.

TAULA 17		
Característiques de les tasques i automatització		
	REPETITIVES	NO REPETITIVES
Manuais	Còpia de textos	Conducció de vehicles
Cognitives	Càlcul mental	Diagnòstic mèdic

Font: Elaboració pròpia a partir de la classificació d'Autor *et al.* (2003).

En el passat, l'automatització de l'economia es va limitar a les tasques repetitives, tant cognitives, com ara el càlcul mental (calculadores), com manuals, com ara la còpia de textos i d'imatges (ordinadors i impressores) o la neteja (rentaplats). La raó és que, per automatitzar una tasca, és necessari especificar els passos necessaris per dur-la a terme de manera prou clara com perquè un programador els pugui resumir en una llista de procediments: l'algoritme que regeix el comportament dels robots. Donat que les tasques repetitives són més fàcils d'especificar amb un conjunt de procediments i regles que orientin el comportament de la tecnologia a cada eventualitat possible, l'automatització tradicionalment s'ha limitat a aquesta esfera. De fet, als Estats Units, Autor i Dorn (2013) documenten una reducció de l'ocupació en activitats manufactureres repetitives i un augment de l'ocupació al sector serveis (que, típicament, requereix la realització de tasques no repetitives, tant manuals com cognitives).

Tanmateix, el repte que ens presenta la quarta revolució industrial és el desenvolupament de tecnologies que faciliten que l'automatització s'estengui a tasques no repetitives (especialment, millores en les capacitats sensorials i de processament i el desenvolupament del *big data* i de la intel·ligència artificial). El paper de les bases de dades massives

(l'anomenat *big data*) és especialment determinant, perquè per aconseguir una bona definició d'una tasca és clau comptar amb dades que facilitin la detecció de les contingències a les quals s'ha d'enfrontar la tecnologia²⁹ i que permetin l'avaluació de l'èxit de l'algoritme. A més a més, l'automatització i, en concret, el *big data* aprofiten el gran avantatge comparatiu dels ordinadors: la seva capacitat de gestionar un gran volum de dades i càlculs. Per exemple, al Memorial Sloan-Kettering Cancer Center de Nova York, el robot Watson d'IBM proporciona possibles diagnòstics i tractaments a partir d'una extensa base de dades d'informes mèdics i articles científics. Per la seva banda, l'automòbil de Google compara la informació dels seus sensors amb un mapa de carreteres molt detallat, on s'especifica la posició exacta dels carrers, dels senyals i dels obstacles, per decidir en temps real si cal girar, frenar o accelerar en funció del que facin els altres cotxes o els vianants.

3.3.3. Una proposta per quantificar la probabilitat d'automatització: Frey i Osborne (2017)

Frey i Osborne (2017) ens proposen analitzar la probabilitat d'automatització amb una perspectiva tecnològica: és a dir, **avaluar quines tasques pot realitzar la tecnologia** més puntera. Per tant, els resultats no tenen en compte l'existència de restriccions (econòmiques, socials o polítiques) per adoptar aquesta tecnologia. En aquest sentit, els autors expliciten que cal interpretar els resultats com a indicatius de quines ocupacions seran potencialment automatitzables en un nombre no concret d'anys, potser en una dècada o dues.

El punt de partida de Frey i Osborne (2017) passa per assumir que, sempre que hi hagi prou dades per permetre el reconeixement de patrons, *només* hi haurà tres grups de tasques que la tecnologia encara **no serà capaç** de realitzar en les properes dècades: la percepció i la manipulació en entorns desordenats, la intel·ligència creativa i la intel·ligència social. En primer lloc, tot i que el desenvolupament de sensors i làsers sofisticats permet una identificació raonable de patrons geomètrics, la tecnologia encara té molts problemes per operar en entorns no estructurats (per exemple, elements de formes irregulars o espais plens d'objectes desordenats). En segon lloc, la creativitat humana (com, per exemple, fer una broma) és difícil de sintetitzar en un algoritme informàtic. Finalment, capacitats com la negociació, la persuasió o l'empatia són molt difícils d'automatitzar.

Per tant, Frey i Osborne (2017) analitzen la probabilitat que cada professió sigui automatitzada segons la dependència que tingui d'aquests tres grups de tasques. Concretament, parteixen d'una llista detallada de 702 professions referents als Estats Units i obtenen informació sobre les tasques que caracteritzen cada ocupació a partir del diccionari O*NET³⁰. Per avaluar si cadascuna d'aquestes 702 ocupacions és automatitzable o no, utilitzen un **procés en dues etapes**.

En primer lloc, escullen 70 ocupacions i les classifiquen (de manera binària) en automatitzables o no automatitzables. Aquesta primera classificació és subjectiva i prové de la valoració d'un grup d'experts de l'*Oxford University Engineering Sciences Department*. Aquests experts van seleccionar les 70 ocupacions sobre les quals tenien un elevat grau de confiança i, per cada professió, van respondre la pregunta següent: "Podem especificar prou bé les tasques d'aquesta ocupació, suposant que hi ha prou dades, com perquè les realitzi la tecnologia informàtica més moderna?". Els experts

29 En aquest sentit, la millora de la tecnologia sensorial també està permetent generar grans bases de dades amb informació sensorial que fins ara no estava quantificada.

30 El diccionari O*NET de 2010, on hi ha 903 ocupacions (classificació SOC), proporciona una definició de les característiques principals de cada ocupació i una descripció de les tasques específiques que requereix. Frey i Osborne agreguen les dades del diccionari al codi ocupacional SOC de sis dígit i les enllacen amb les dades sobre ocupació i salaris de 2010 que prepara el Bureau of Labor Statistics. Aquesta agregació fa que es quedin amb 702 ocupacions.

només van classificar com a automatitzables aquelles professions per a les quals la resposta era afirmativa per a totes les tasques que les caracteritzaven.

En segon lloc, cal traslladar les valoracions d'aquests experts sobre 70 professions a les 632 ocupacions restants. Per fer-ho, Frey i Osborne utilitzen nou variables del diccionari O*NET que proporcionen informació sobre la intensitat amb la qual cada professió requereix realitzar tasques relacionades amb la percepció i la manipulació, la intel·ligència creativa i la intel·ligència social (és a dir, les tasques que limiten l'extensió de l'automatització). Frey i Osborne (2017) construeixen una funció que assigna la probabilitat d'automatització segons els valors d'aquestes nou variables i reprodueixen les valoracions dels experts sobre el subgrup de 70 professions. Finalment, fan servir aquesta funció per assignar la probabilitat d'automatització a les 632 professions restants. Dit d'una altra manera, extrapolen l'assignació a l'univers de 702 ocupacions amb un model d'assignació probabilística, basat en nou variables que descriuen el grau de percepció, de manipulació, de creativitat i d'intel·ligència social necessari per exercir cada tasca d'una ocupació.

Els resultats d'aquest exercici són ben coneguts: aproximadament un 47% dels treballadors dels Estats Units es dediquen a una professió amb una probabilitat elevada d'automatització. A més a més, Frey i Osborne (2017) van fer pública la llista detallada de les 702 professions i la seva probabilitat associada. A la següent secció, utilitzarem els seus resultats per analitzar els mercats laborals espanyol i català.

3.3.4. Estimació de la probabilitat d'automatització als mercats laborals català i espanyol

Per avaluar la probabilitat d'automatització als mercats laborals català i espanyol, utilitzarem dades procedents de l'**Enquesta de Població Activa** (EPA), elaborada per l'Institut Nacional d'Estadística (INE). L'EPA és la principal font d'informació sobre el mercat laboral a Espanya i és la base de dades amb la qual l'Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat) elabora les principals estadístiques del mercat laboral de Catalunya (per exemple, la taxa d'atur).

L'EPA és una enquesta en la qual s'entrevisten, cada trimestre, al voltant de 65.000 famílies³¹ i ens proporciona informació sobre l'estat laboral de cada persona (ocupat, aturat o fora del mercat laboral). A més a més, en el cas dels ocupats, ens indica la seva professió segons les Classificacions Nacional i Catalana d'Ocupacions de 2011 (CNO i CCO, respectivament, que utilitzen la mateixa codificació). Per tant, la nostra primera tasca és traslladar la llista de 702 professions de Frey i Osborne, definides segons la classificació estatunidenca SOC, a la classificació CCO-2011. Aquesta conversió la realitzem amb els diccionaris que ofereixen els mateixos Bureau of Labor Statistics dels Estats Units i l'INE³² i obtenim una **llista de 485 professions** amb la seva probabilitat d'automatització associada, que reproduïm íntegrament a la taula 22 (ordenades per probabilitat) i a l'annex 2 (ordenades per codi CCO).

A la taula 18 presentem alguns exemples de professions amb la seva probabilitat d'automatització associada. Com ja anticipàvem a la secció anterior, les xifres mostren que, segons l'exercici de Frey i Osborne (2017), la tecnologia ja és capaç d'automatitzar professions qualificades (vegeu els comptables i els economistes), mentre que les feines en què la interacció humana i la creativitat tenen més importància (metges de família, músics) són les més protegides.

31 En aquest estudi, utilitzem les enquestes de l'EPA entre 2016 2T i 2017 2T. En aquestes onades, de mitjana, es van entrevistar al voltant de 160.000 persones al conjunt d'Espanya i 16.000 a Catalunya.

32 Quan una categoria professional de la classificació CCO correspon a més d'una categoria de la classificació SOC, assignem a la categoria CCO la mitjana simple de la probabilitat d'automatització que Frey i Osborne assignen a les diverses categories SOC.

TAULA 18		
Exemples de professions i probabilitat d'automatització		
CODI CCO	DESCRIPCIÓ	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
2111	Metges de família	0,42
2932	Compositors, músics i cantants	4,45
2810	Economistes	43,00
8411	Conductors propietaris d'automòbils, taxis i furgonetes	56,78
4111	Empleats de comptabilitat	97,00
5420	Operadors de telemàrqueting	99,00
Font: Elaboració pròpia.		

A partir de la llista de 485 professions i la informació del mercat laboral que proporciona l'EPA, també podem analitzar quina és la magnitud d'aquesta probabilitat d'automatització per al conjunt dels treballadors catalans i espanyols³³: concretament, quants treballadors es dediquen a professions amb una probabilitat d'automatització baixa, mitjana i elevada (utilitzem com a punts de tall el 30% i el 70%, com fan Frey i Osborne). La taula 19 presenta els resultats per a la mitjana del període 2016 2T a 2017 2T³⁴ i els compara amb els que altres autors han obtingut per als Estats Units i el Regne Unit amb la mateixa metodologia.

TAULA 19				
Percentatge d'ocupació segons la probabilitat d'automatització				
	CATALUNYA	ESPANYA	ESTATS UNITS	REGNE UNIT
Probabilitat baixa (< 0,3)	30	28	33	37
Probabilitat mitjana (0,3-0,7)	36	37	19	28
Probabilitat elevada (> 0,7)	35	35	47	35
Nota: Les probabilitats poden no sumar exactament 100% a causa de l'arrodoniment dels decimals. Font: Càlculs propis per a Catalunya i Espanya, Frey i Osborne (2017) per als Estats Units i Haldane (2015) per al Regne Unit.				

Com mostra la taula 19, les estimacions basades en la metodologia de Frey i Osborne (2017) indiquen que, de mitjana, aproximadament **un 35% dels treballadors catalans es dediquen a una professió amb una probabilitat d'automatització superior al 70%**, la mateixa xifra que als mercats laborals espanyol i del Regne Unit. Tot i que la magnitud és

33 Amb l'EPA, cal treballar amb categories d'ocupacions de tres dígits, menys detallades que les categories a quatre dígits de la nostra llista de 485 ocupacions. Per tant, amb una mitjana simple, agreguem a categories ocupacionals de tres dígits les probabilitats d'automatització assignades a categories ocupacionals de quatre dígits i obtenim una llista final de 167 ocupacions.

34 Les estimacions són molt semblants quan prenem cada publicació de l'EPA per separat i mostren força estabilitat en les diverses onades analitzades (2016 2T a 2017 2T).

inferior a la que Frey i Osborne van estimar per als Estats Units, una mirada més detallada a les dades suggereix que la xifra és relativament sensible al punt de tall. Concretament, a les taules 20 i 21 presentem els percentatges de treballadors catalans i espanyols amb una graella de probabilitats més desagregada. Les dues taules mostren que, si agaféssim el 0,6 com a punt de tall, tindríem un 47% dels treballadors catalans i un 49% dels espanyols en professions amb elevada probabilitat d'automatització.

TAULA 20										
Percentatge d'ocupació segons la probabilitat d'automatització: Catalunya										
Probabilitat	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Percentatge de treballadors amb probabilitat inferior a	14	25	30	35	43	53	65	75	88	100
Percentatge de treballadors amb probabilitat superior a	86	75	70	65	57	47	35	25	12	0
Font: Elaboració pròpia.										

TAULA 21										
Percentatge d'ocupació segons la probabilitat d'automatització: Espanya										
Probabilitat	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Percentatge de treballadors amb probabilitat inferior a	14	24	28	33	40	51	65	75	88	100
Percentatge de treballadors amb probabilitat superior a	86	76	72	67	60	49	35	25	12	0
Font: Elaboració pròpia.										

3.3.5. Interpretació dels resultats i conclusions

Les estimacions presentades a l'apartat anterior suggereixen que una fracció important dels treballadors catalans es dediquen a professions que, des del punt de vista tècnic, són susceptibles de ser automatitzades en les properes dècades amb una probabilitat elevada. Ara bé, **no hem de concloure que tots aquests treballadors seran substituïts per robots**. En aquest apartat emfatitzarem dues raons, una d'econòmica i l'altra tècnica, per les quals aquesta darre- ra interpretació és una lectura poc acurada dels resultats.

Des del punt de vista econòmic, cal recordar el que ja hem dit en començar l'estudi: la visió de Frey i Osborne és tec- nològica. És a dir, estem avaluant el potencial de la tecnologia sense tenir en compte que seran les empreses, els go- verns, els treballadors i els consumidors els que decidiran si adopten o no aquesta tecnologia. És evident que, més enllà del potencial tecnològic, **hi ha importants determinants econòmics** en relació amb la seva adopció i amb el seu impacte social. Per exemple, les empreses adoptaran la tecnologia només si els incentius econòmics ho fan desitjable.

Des del punt de vista tècnic, hem de ser curosos a l'hora de distingir professions i tasques: Frey i Osborne assignen la probabilitat d'automatització al conjunt de cada ocupació, però el que la tecnologia realment automatitza són les tasques. En aquest sentit, el nostre exercici assumeix que una mateixa professió comprèn les mateixes tasques tant a Estats Units com a Espanya i Catalunya i, a més a més, que cada treballador que pertany a la mateixa professió realitza exactament les mateixes tasques i amb la mateixa intensitat. Aquest supòsit és una relativa simplificació de la realitat: per exemple, tot i que la majoria d'economistes es dediquen a analitzar l'economia, alguns dediquen més temps a l'anàlisi abstracte dels fonaments econòmics, d'altres a l'estudi empíric i d'altres a comunicar els resultats més destacats de la investigació econòmica. Per tant, és raonable esperar que moltes de les professions amb elevada probabilitat d'automatització, en realitat, no seran substituïdes per una màquina sinó que els robots absorbiran algunes de les seves tasques i les professions es reformularan i passaran a comprendre un conjunt diferent de tasques.

De fet, tenim evidència que les xifres obtingudes amb la metodologia de Frey i Osborne (2017) **són més una mesura de susceptibilitat de reformulació de les feines que no pas de probabilitat d'atur tecnològic**. Concretament, Arntz *et al.* (2016) analitzen la probabilitat que un robot realitzi la feina d'un treballador com a funció de les característiques demogràfiques de cada persona i les tasques que, segons les respostes donades a l'enquesta PIAAC, cada treballador realment realitza (en contraposició a Frey i Osborne, que no lliguen la probabilitat d'automatització als trets de cada persona sinó a les característiques generals de la seva ocupació)³⁵. Els resultats d'Arntz *et al.* (2016) indiquen que la probabilitat de ser substituït per un robot és menor quan els requisits educatius són més elevats, quan la cooperació amb els companys és una part important de la feina i quan el treballador ha de dedicar una part significativa del seu temps a influenciar (és a dir, motivar, persuadir, comprendre) els seus companys. A més a més, a les respostes de l'enquesta PIAAC, Arntz *et al.* (2016) observen que, en general, la majoria de treballadors realitzen tasques que són difícils d'automatitzar (com les interaccions personals). Per exemple, només un 24% dels empleats de comptabilitat (codi 4111 de la CCO-2011) i els tenidors de llibres (codi 3403) indiquen que fan la seva feina sense cap mena de treball en equip o interaccions personals cara a cara³⁶. Per tant, tot i que la metodologia de Frey i Osborne (2017) indica que hi ha un elevat nombre de treballadors que poden veure com la tecnologia irromp a la seva professió, els resultats d'Arntz *et al.* (2016) suggereixen que la reestructuració del mercat laboral que pot provocar l'automatització no implica que, al final del procés, la majoria dels treballadors siguin substituïts per robots³⁷.

Aquesta reflexió ens indica que una manera més acurada d'interpretar els resultats del nostre estudi és dir que una fracció significativa dels treballadors catalans es dediquen a professions que es poden veure potencialment molt afectades pels canvis tecnològics de la quarta revolució industrial. Aquest no és un missatge apocalíptic de destrucció de les professions. Més aviat és un missatge d'alerta: hi ha un percentatge molt rellevant de professions que, **potencialment, poden redefinir-se dràsticament** i és important que, com a societat, estiguem preparats per facilitar aquest procés, aprofitar-ne els beneficis socials i minimitzar-ne els impactes negatius (Mestres 2016b).

35 Arntz *et al.* (2016) disposen d'informació procedent de l'enquesta PIAAC, en la qual cada enquestat indica a quina professió es dedica i quines tasques realitza exactament: per tant, disposen d'una base de dades en la qual, dins d'una mateixa professió, treballadors diferents realitzen tasques diferents. Arntz *et al.* (2016) combinen aquesta informació amb la llista de 702 ocupacions de Frey i Osborne (2017) i traslladen la probabilitat d'automatització que Frey i Osborne han assignat a cada professió a les tasques concretes i les característiques demogràfiques que identifiquen a l'enquesta PIAAC. En primer lloc, estimen la relació entre la probabilitat d'automatització assignada per Frey i Osborne (informació a nivell d'ocupació) i 43 característiques que consideren rellevants i per a les quals troben informació a l'enquesta (informació a nivell d'individu). Amb aquesta relació, estimen una nova probabilitat d'automatització, aquest cop assignada directament als individus (i no a l'ocupació), com a funció de la informació (individual) del PIAAC.

36 Aquesta observació és la que fa que estimin que un 9% dels treballadors dels Estats Units tenen una probabilitat elevada de ser substituïts per robots.

37 No s'ha fet el càlcul amb la metodologia d'Arntz per a Catalunya perquè l'enquesta PIAAC no facilita dades per autonomies.

L'automatització de les professions que coneixem avui dia ofereix la possibilitat de reorientar la naturalesa del treball i alliberar els treballadors perquè es puguin dedicar a noves activitats en què desenvolupin tot el seu potencial, com ja van fer l'aspiradora o la rentadora en l'àmbit domèstic. La majoria dels treballadors dediquen una gran part del seu temps a tasques en les quals desaprofiten l'avantatge comparatiu en relació amb el robot³⁸, de manera que hi ha un gran potencial per crear noves professions si les institucions i els individus aprofiten l'ocasió. Els robots tenen una gran capacitat lògica i de gestió del *big data*, però la inspiració, la intuïció i la creativitat queden lluny del seu abast³⁹. En definitiva, com va dir Keynes, l'atur tecnològic és només un estat temporal en el qual l'economia encara no s'ha acabat d'ajustar. A llarg termini, la tecnologia és la clau perquè la humanitat resolgui el seu problema econòmic: l'escassetat de recursos.

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
1	0,39	1411	Directors i gerents d'hotels
2	0,39	1419	Directors i gerents d'altres empreses de serveis d'allotjament
3	0,39	2153	Dietistes i nutricionistes
4	0,42	2111	Metges de família
5	0,42	2112	Altres metges especialistes
6	0,42	2321	Especialistes en mètodes didàctics i pedagògics
7	0,49	2154	Logopedes
8	0,67	1325	Directors de serveis socials ncaa
9	0,70	2823	Psicòlegs
10	0,73	1323	Directors gerents de centres sanitaris
11	0,73	1326	Directors de serveis d'educació
12	0,78	2230	Professors d'ensenyament secundari (excepte de matèries específiques de formació professional)
13	0,90	2121	Infermers no especialitzats
14	0,90	2122	Infermers especialitzats (excepte infermers obstetricoginecològics)
15	0,90	2326	Professionals de l'educació ambiental
16	0,90	2329	Altres professors i professionals de l'ensenyament ncaa
17	0,99	2159	Altres professionals de la salut ncaa
18	1,08	2711	Analistes de sistemes
19	1,16	2156	Terapeutes ocupacionals

38 L'informe de McKinsey & Company (2015) estima que, actualment, només el 4% dels treballs als Estats Units són exigents en termes de creativitat.

39 Vegeu Autor, D. H. (2015).

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
20	1,16	2157	Podòlegs
21	1,19	2311	Professors d'educació especial
22	1,19	2312	Tècnics educadors d'educació especial
23	1,20	2140	Farmacèutics
24	1,22	2422	Enginyers agrònoms
25	1,22	2423	Enginyers forestals
26	1,22	2424	Enginyers tècnics agrícoles
27	1,22	2425	Enginyers tècnics forestals i del medi natural
28	1,22	2427	Enòlegs
29	1,35	1221	Directors comercials i de vendes
30	1,40	2325	Instructors d'ensenyament no reglat en tecnologies de la informació
31	1,40	2625	Especialistes en formació de personal
32	1,40	3611	Supervisors de secretaria
33	1,50	1322	Directors de serveis socials per a infants
34	1,60	3203	Supervisors d'indústries alimentàries i del tabac
35	1,60	3204	Supervisors d'indústries química i farmacèutica
36	1,60	3205	Supervisors d'indústries de transformació de plàstics, cautxú i resines naturals
37	1,60	3206	Supervisors d'indústries de la fusta i de la pasta de paper
38	1,60	3207	Supervisors de la producció en indústries d'arts gràfiques i en la fabricació de productes de paper
39	1,60	3209	Supervisors d'altres indústries manufactureres
40	1,66	2830	Sacerdots de les diferents religions
41	1,70	2435	Enginyers químics
42	1,70	2465	Enginyers tècnics químics
43	1,75	1223	Directors de recerca i desenvolupament
44	1,80	2437	Enginyers ambientals
45	1,80	2451	Arquitectes (excepte arquitectes paisatgistes i urbanistes)
46	1,90	2432	Enginyers en construcció i obra civil
47	1,90	2462	Enginyers tècnics d'obres públiques
48	2,10	2152	Fisioterapeutes
49	2,10	3731	Fotògrafs

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
50	2,15	2151	Odontòlegs i estomatòlegs
51	2,45	2426	Professionals de la protecció ambiental
52	2,50	2443	Enginyers de telecomunicacions
53	2,50	2473	Enginyers tècnics en telecomunicacions
54	2,70	1222	Directors de publicitat i relacions públiques
55	2,90	2482	Dissenyadors de productes i peces de vestir
56	2,90	2431	Enginyers industrials i de producció
57	2,90	2461	Enginyers tècnics industrials i de producció
58	3,00	1313	Directors d'indústries manufactureres
59	3,00	2721	Dissenyadors i administradors de bases de dades
60	3,00	2722	Administradors de sistemes i xarxes informàtiques
61	3,00	3814	Tècnics en webs
62	3,20	2210	Professors d'universitat i ensenyament superior (excepte de formació professional)
63	3,40	2439	Enginyers ncaa
64	3,40	2469	Enginyers tècnics ncaa
65	3,50	1321	Directors de serveis de tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)
66	3,50	2511	Advocats
67	3,50	2512	Fiscals
68	3,50	3151	Caps i oficials de màquines
69	3,50	7617	Artesans de la fusta i materials similars, cistellers, raspallaires i treballadors similars
70	3,50	7619	Artesans ncaa
71	3,70	3532	Organitzadors de conferències i esdeveniments
72	3,75	3331	Professionals de l'acupuntura, el naturisme (naturopatia), l'homeopatia, la medicina tradicional xinesa i l'aiurveda
73	3,80	2130	Veterinaris
74	3,85	2931	Artistes d'arts plàstiques i visuals
75	4,32	2825	Agents d'igualtat d'oportunitats entre dones i homes
76	4,32	2824	Professionals del treball i l'educació social
77	4,45	2932	Compositors, músics i cantants
78	4,50	2452	Arquitectes paisatgistes

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
79	4,55	3401	Professionals de suport i intermediaris de canvi, borsa i finances
80	4,70	1311	Directors de producció d'explotacions agropecuàries i forestals
81	4,70	1312	Directors de producció d'explotacions pesqueres i aqüícoles
82	4,85	2484	Dissenyadors gràfics i multimèdia
83	4,90	5622	Tècnics d'emergències sanitàries
84	5,00	7522	Instal·ladors i mantenidors reparadors de línies elèctriques
85	5,50	3339	Professionals de les teràpies alternatives ncaa
86	5,93	1112	Personal directiu de l'Administració pública
87	6,00	2591	Notaris i registradors
88	6,00	2592	Procuradors
89	6,00	2599	Altres professionals del dret ncaa
90	6,05	2413	Químics
91	6,70	2933	Coreògrafs i ballarins
92	6,90	1211	Directors financers
93	6,95	3154	Controladors de trànsit aeri
94	6,98	2324	Professors d'ensenyament no reglat d'art
95	7,05	2411	Físics i astrònoms
96	7,10	1316	Directors d'empreses de construcció
97	7,10	2621	Analistes de gestió i organització
98	7,40	2481	Arquitectes tècnics i tècnics urbanistes
99	7,45	3723	Instructors d'activitats esportives
100	7,45	3724	Monitors d'activitats recreatives i d'entreteniment
101	7,87	2251	Mestres d'educació infantil
102	7,87	2252	Tècnics en educació infantil
103	7,97	2421	Biòlegs, botànics, zoòlegs i similars
104	8,00	5722	Mainaders a les llars
105	8,25	2922	Periodistes
106	8,30	1421	Directors i gerents de restaurants
107	8,30	1422	Directors i gerents de bars, cafeteries i similars
108	8,30	1429	Directors i gerents d'empreses de servei d'àpats i altres empreses de restauració

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
109	8,37	1324	Directors de serveis socials per a persones grans
110	8,55	2466	Enginyers tècnics de mines, metal·lúrgics i similars
111	8,55	2436	Enginyers de mines, metal·lúrgics i similars
112	8,68	5931	Bombers (excepte forestals)
113	8,68	5932	Bombers forestals
114	8,72	2240	Professors d'ensenyament primari
115	8,75	1120	Directors generals i presidents executius
116	8,98	2323	Professors d'ensenyament no reglat de música i dansa
117	10,00	2441	Enginyers elèctrics
118	10,00	2471	Enginyers tècnics en electricitat
119	10,56	2821	Sociòlegs, geògrafs, antropòlegs, arqueòlegs i similars
120	10,75	2158	Professionals de la salut i la higiene laboral i ambiental
121	10,97	2653	Professionals de les vendes de tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)
122	10,98	2322	Professors d'ensenyament no reglat d'idiomes
123	11,45	1327	Directors de sucursals de bancs, de serveis financers i d'assegurances
124	11,83	2934	Directors de cinema, teatre i similars
125	12,25	2442	Enginyers electrònics
126	12,25	2472	Enginyers tècnics en electrònica
127	13,00	2453	Urbanistes i enginyers de trànsit
128	13,00	3713	Professionals de suport al treball i a l'educació social
129	13,00	3714	Promotors d'igualtat d'oportunitats entre dones i homes
130	13,00	3715	Animadors comunitaris
131	13,00	5894	Instructors d'autoescola
132	13,20	2433	Enginyers mecànics
133	13,20	2434	Enginyers aeronàutics
134	13,20	2463	Enginyers tècnics mecànics
135	13,20	2464	Enginyers tècnics aeronàutics
136	13,44	2220	Professors de formació professional (matèries específiques)
137	14,00	2155	Òptics optometristes
138	14,17	1113	Directors d'organitzacions d'interès social

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
139	14,25	5910	Guàrdies civils
140	14,25	5921	Polícies nacionals
141	14,84	2415	Matemàtics i actuaris
142	14,84	2416	Estadístics
143	14,95	3152	Capitans i oficials de pont
144	15,00	7510	Electricistes de la construcció i similars
145	16,00	1431	Directors i gerents d'empreses de comerç a l'engròs
146	16,00	1432	Directors i gerents d'empreses de comerç al detall
147	16,00	5300	Comerciants propietaris de botigues
148	16,25	2640	Professionals de les vendes tècniques i mèdiques (excepte TIC)
149	16,92	3732	Dissenyadors i interioristes
150	17,00	3201	Supervisors en enginyeria de mines
151	17,00	3202	Supervisors de la construcció
152	17,05	1501	Directors i gerents d'empreses d'activitats recreatives, culturals i esportives
153	17,22	3631	Tècnics de la policia nacional, autonòmica i local
154	17,22	3632	Suboficials de la guàrdia civil
155	17,30	2822	Filòsofs, historiadors i professionals en ciències polítiques
156	18,00	2652	Professionals de les relacions públiques
157	18,00	7891	Bussos
158	19,27	3325	Ajudants de fisioterapeuta
159	20,22	3323	Tècnics superiors en dietètica
160	20,22	3329	Altres tècnics sanitaris ncaa
161	21,00	2723	Analistes de xarxes informàtiques
162	21,00	2923	Filòlegs, intèrprets i traductors
163	21,73	2712	Analistes i dissenyadors de programari
164	22,00	2719	Analistes i dissenyadors de programari i multimèdia ncaa
165	22,00	2729	Especialistes en bases de dades i xarxes informàtiques ncaa
166	22,41	5922	Polícies autonòmics
167	22,41	5923	Polícies locals
168	23,00	2622	Especialistes en administració de política d'empreses

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
169	23,00	2623	Especialistes de l'Administració pública
170	23,00	2630	Tècnics d'empreses i activitats turístiques
171	24,00	3127	Tècnics i analistes de laboratori en química industrial
172	24,00	5721	Mainaders a llars d'infants o escoles bressol
173	25,00	1314	Directors d'explotacions mineres
174	25,00	1329	Directors d'altres empreses de serveis professionals ncaa
175	25,00	1509	Directors i gerents d'empreses de gestió de residus i altres empreses de serveis ncaa
176	25,30	3153	Pilots d'aviació i professionals similars
177	26,13	4421	Empleats d'agències de viatges
178	26,25	3311	Tècnics en radioteràpia
179	26,25	3312	Tècnics en imatge per a la diagnosi
180	26,28	2624	Especialistes en polítiques i serveis de personal i similars
181	27,00	3623	Professionals de suport de l'Administració pública de serveis d'expedició de llicències
182	27,90	5899	Altres treballadors de serveis personals ncaa
183	28,00	3721	Atletes i esportistes
184	28,00	5210	Encarregats de secció de botigues i magatzems
185	29,57	2936	Locutors de ràdio, televisió i altres presentadors
186	29,77	3535	Portaveus i agents de relacions públiques
187	29,77	3539	Representants artístics i esportius i altres agents de serveis comercials ncaa
188	31,25	5991	Tècnics especialistes en serveis penitenciaris
189	32,20	2414	Geòlegs i geofísics
190	32,39	1212	Directors de recursos humans
191	32,40	2651	Professionals de la publicitat i la comercialització
192	32,65	7250	Mecànics instal·ladors de refrigeració i climatització
193	32,77	2921	Escriptors
194	32,87	5811	Perruquers
195	33,75	1219	Directors de polítiques i planificació i d'altres departaments administratius ncaa
196	34,21	3129	Tècnics en ciències físiques, químiques, mediambientals i en enginyeries ncaa
197	34,77	5825	Guies de turisme
198	34,77	5823	Acompanyants turístics

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
199	34,77	5824	Hostesses de terra
200	35,65	7402	Mecànics i ajustadors de motors d'avió
201	36,00	3139	Tècnics en control de processos ncaa
202	36,03	3523	Consignataris
203	36,50	3734	Caps de cuina (xefs)
204	37,00	2935	Actors
205	37,00	9222	Netejadors de vehicles
206	37,00	9603	Peons de la mineria, pedreres i altres indústries extractives
207	37,00	5892	Empleats de pompes fúnebres i embalsamadors
208	37,10	5812	Especialistes en tractaments d'estètica, benestar i similars
209	37,43	3722	Entrenadors i àrbitres d'activitats esportives
210	37,63	5821	Auxiliars de vol i cambrers d'avió, vaixell i tren
211	38,34	2911	Arxivers i conservadors de museus
212	38,95	5822	Revisors i cobradors del transport terrestre
213	39,00	3622	Professionals de suport de l'Administració pública de serveis socials
214	39,00	7835	Tapissers, matalassers i similars
215	39,17	3510	Agents i representants comercials
216	40,20	5710	Treballadors que tenen cura de les persones a domicili (excepte mainaders)
217	40,50	2612	Assessors financers i en inversions
218	40,80	5891	Assistents personals o persones de companyia
219	40,95	8431	Conductors propietaris de camions
220	40,95	8432	Conductors assalariats de camions
221	41,00	7836	Adobers i preparadors de pells
222	42,00	3143	Tècnics forestals i del medi natural
223	42,95	5430	Expededors de gasolina
224	43,00	2810	Economistes
225	44,45	3327	Ajudants de veterinària
226	45,65	7612	Lutiers i similars; afinadors d'instruments musicals
227	46,00	2613	Analistes financers
228	46,33	5993	Agents forestals i mediambientals

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
229	46,33	5999	Altres treballadors dels serveis de protecció i seguretat ncaa
230	46,33	5992	Vigilants de piscines i platges, socorristes
231	46,40	5893	Cuidadors d'animals i ensinistradors
232	46,75	7614	Treballadors de la ceràmica, terrissaires i similars
233	47,00	5611	Auxiliars d'infermeria hospitalària
234	47,00	5612	Auxiliars d'infermeria d'atenció primària
235	47,15	7405	Reparadors de bicicletes i similars
236	47,45	3315	Tècnics en ortopròtesis
237	47,45	3316	Tècnics en pròtesis dentals
238	47,45	3317	Tècnics en audiopròtesis
239	47,75	3126	Tècnics en mecànica
240	47,95	8333	Operadors de carretons elevadors
241	47,95	9441	Recollidors de residus urbans
242	48,00	7892	Artillers metxers de mines
243	48,45	8440	Conductors de motocicletes i ciclomotors
244	48,50	7221	Lampistes
245	48,50	7222	Muntadors instal·ladors de gas en edificis
246	48,50	7223	Instal·ladors de canonades en obra pública
247	48,50	7294	Muntadors instal·ladors de plaques d'energia solar
248	50,45	3160	Tècnics de control de qualitat de les ciències físiques, químiques i de les enginyeries
249	50,85	7899	Oficials, operaris i artesans d'altres oficis ncaa
250	51,00	3402	Comercials de préstecs i crèdits
251	51,00	5492	Promotors de venda
252	51,30	3110	Delineants i dibuixants tècnics
253	52,00	2513	Jutges i magistrats
254	52,00	2912	Bibliotecaris, documentalistes i similars
255	52,00	7618	Artisans del tèxtil, cuir i materials similars, preparadors de fibra i teixidors amb telers artesans o de teixits de punt i similars
256	52,00	7837	Sabaters i similars
257	52,98	3326	Tècnics en prevenció de riscos laborals i salut ambiental

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
258	53,16	7832	Patronistes per a productes tèxtils i de pell
259	53,16	7833	Talladors de teixits, cuir, pell i altres materials
260	53,50	3141	Tècnics en ciències biològiques (excepte en àrees sanitàries)
261	53,61	7531	Mecànics i mantenidors reparadors d'equips electrònics
262	53,61	7532	Instal·ladors i mantenidors reparadors en electromedicina
263	53,83	3733	Tècnics en galeries d'art, museus i biblioteques
264	55,83	7611	Rellogers i mecànics d'instruments de precisió
265	56,30	8312	Agents de maniobres ferroviàries
266	56,47	3122	Tècnics en construcció
267	56,50	7621	Treballadors de processos de preimpresió
268	56,78	8411	Conductors propietaris d'automòbils, taxis i furgonetes
269	56,78	8412	Conductors assalariats d'automòbils, taxis i furgonetes
270	57,00	6110	Treballadors qualificats en activitats agrícoles (excepte hortes, hivernacles, planters i jardins)
271	57,03	7121	Paletes
272	57,33	9210	Personal de neteja d'oficines, hotels i altres establiments similars
273	57,50	3128	Tècnics en metal·lúrgia i mines
274	57,50	4422	Recepcionistes d'hotels
275	58,33	7533	Instal·ladors i mantenidors reparadors en tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)
276	58,50	7191	Treballadors de manteniment d'edificis
277	58,50	7192	Instal·ladors de façanes tècniques
278	58,50	7193	Instal·ladors de sistemes d'impermeabilització en edificis
279	58,50	7199	Altres treballadors d'obres estructurals de la construcció ncaa
280	58,67	5629	Altres treballadors que tenen cura de les persones en serveis de salut
281	59,00	1315	Directors d'empreses d'abastament, transport, distribució i similars
282	59,50	3321	Tècnics superiors en higiene bucodental
283	59,65	3132	Tècnics en instal·lacions de tractament de residus, d'aigües i altres operadors de plantes similars
284	59,92	9811	Peons del transport de mercaderies i descarregadors
285	60,00	3831	Tècnics de l'enregistrament audiovisual
286	60,00	3832	Tècnics de radiodifusió
287	61,00	3739	Altres tècnics i professionals de suport d'activitats culturals i artístiques

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
288	61,00	7705	Treballadors de la conservació de fruites i hortalisses i de l'elaboració de begudes no alcohòliques
289	61,00	7706	Treballadors de l'elaboració de begudes alcohòliques (excepte el vi)
290	61,00	7707	Treballadors de l'elaboració del vi
291	61,23	8420	Conductors d'autobusos i tramvies
292	61,40	3131	Tècnics en instal·lacions de producció d'energia
293	61,60	4442	Empleats de venda d'apostes
294	61,60	4443	Empleats de sales de joc i similars
295	62,16	7404	Mecànics i ajustadors de maquinària naval i ferroviària
296	62,16	7403	Mecànics i ajustadors de maquinària agrícola i industrial
297	63,00	2454	Enginyers geògrafs i cartògrafs
298	63,00	2483	Enginyers tècnics en topografia
299	64,00	3533	Agents o intermediaris en la contractació de mà d'obra (excepte representants d'espectacles)
300	64,00	9820	Reposadors
301	64,33	3522	Agents de compres
302	64,41	7521	Mecànics i reparadors d'equips elèctrics
303	64,53	7401	Mecànics i ajustadors de vehicles de motor
304	65,00	3812	Tècnics en assistència a l'usuari de tecnologies de la informació
305	65,00	3820	Programadors informàtics
306	65,38	8332	Operadors de grues, muntacàrregues i maquinària similar de moviment de materials
307	66,00	7811	Treballadors del tractament de la fusta
308	66,00	3711	Professionals de suport de serveis jurídics i serveis similars
309	66,00	3712	Detectius privats
310	66,00	5833	Conserges d'edificis
311	66,00	9223	Netejadors de finestres
312	66,17	3521	Mediadors i agents d'assegurances
313	67,00	6120	Treballadors qualificats en hortes, hivernacles, planters i jardins
314	67,00	6430	Treballadors qualificats en activitats cinegètiques
315	67,00	2412	Meteoròlegs
316	67,50	7709	Degustadors i classificadors d'aliments i begudes
317	67,65	8311	Maquinistes de locomotores

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
318	67,88	3534	Agents i administradors de la propietat immobiliària
319	68,00	3613	Assistents de direcció i administratius
320	68,50	3313	Tècnics en anatomia patològica i citologia
321	68,50	3314	Tècnics en laboratori de diagnosi clínica
322	69,00	9100	Empleats domèstics
323	69,57	8111	Miners i altres operadors d'instal·lacions mineres
324	69,67	3121	Tècnics en ciències físiques i químiques
325	70,00	4500	Empleats administratius amb tasques d'atenció al públic ncaa
326	70,00	6422	Pescadors fluvials i de litoral
327	70,00	6423	Pescadors d'altura
328	71,00	3324	Tècnics en optometria
329	71,00	8170	Operadors de màquines de bugaderia i tintoreria
330	71,33	7314	Muntadors d'estructures metàl·liques
331	72,00	7131	Fusters (excepte ebenistes)
332	72,00	7132	Instal·ladors i muntadors de tancaments metàl·lics (excepte muntadors d'estructures metàl·liques)
333	72,50	8340	Mariners de pont, mariners de màquines i similars
334	73,00	7293	Vidriers
335	73,00	8152	Operadors de telers i altres màquines de teixir
336	73,20	5110	Cuiners assalariats
337	73,33	7894	Fumigadors i altres controladors de plagues i males herbes
338	73,50	7292	Instal·ladors de material aïllant tèrmic i d'insonorització
339	73,50	9490	Altres ocupacions elementals
340	74,00	8145	Operadors d'instal·lacions de preparació de pasta de paper i de fabricació de paper
341	74,67	7708	Preparadors i elaboradors de tabac i productes derivats
342	74,80	9700	Peons de les indústries manufactureres
343	75,00	7211	Guixaires
344	75,00	7212	Aplicadors de revestiments de pasta i morter
345	75,50	4424	Teleoperadors
346	76,00	6209	Treballadors qualificats en activitats ramaderes ncaa
347	76,00	6201	Treballadors qualificats en activitats ramaderes de bestiar boví

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
348	76,00	6202	Treballadors qualificats en activitats ramaderes de bestiar oví i cabrum
349	76,00	6203	Treballadors qualificats en activitats ramaderes de bestiar porcí
350	76,00	6204	Treballadors qualificats en apicultura i sericicultura
351	76,00	6205	Treballadors qualificats en avicultura i cunicultura
352	76,00	6300	Treballadors qualificats en activitats agropecuàries mixtes
353	76,00	6421	Treballadors qualificats en aqüicultura
354	76,67	3404	Professionals de suport de serveis estadístics, matemàtics i similars
355	77,17	8113	Sondistes i treballadors similars
356	77,33	7322	Treballadors de la fabricació d'eines, mecànics ajustadors, modelistes, matricers i similars
357	77,50	7312	Soldadors i oxitalladors
358	78,00	7313	Planxistes i calderers
359	78,00	3811	Tècnics en operacions de sistemes informàtics
360	79,00	7704	Treballadors del tractament de la llet i l'elaboració de productes lactis, inclosos els gelats
361	79,00	8321	Operadors de maquinària agrícola mòbil
362	79,00	8322	Operadors de maquinària forestal mòbil
363	79,20	6410	Treballadors qualificats en activitats forestals i del medi natural
364	80,00	9602	Peons de la construcció d'edificis
365	80,50	8201	Engalzadors de maquinària mecànica
366	80,50	7231	Pintors i empaperadors
367	80,50	7232	Pintors en les indústries manufactureres
368	81,00	7311	Emmotlladors i matricers
369	81,00	8143	Operadors de màquines de fabricar productes de paper i cartó
370	81,00	9221	Netejadors en sec i a mà i similars
371	81,33	8191	Operadors de forns i instal·lacions de vidrieria i ceràmica
372	81,60	8160	Operadors de màquines d'elaborar productes alimentaris, begudes i tabac
373	82,00	7240	Enrajoladors, parqueters i similars
374	82,20	8141	Operadors de màquines de fabricar productes de cautxú i derivats de resines naturals
375	82,33	7834	Cosidors a mà, brodadors i similars
376	82,50	3123	Tècnics en electricitat
377	82,50	3134	Tècnics de refineries de petroli i gas natural

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
378	83,00	7622	Treballadors de processos d'impressió
379	83,00	9229	Altres tipus de personal de neteja
380	83,00	9541	Peons de la pesca
381	83,00	9542	Peons de l'aqüicultura
382	83,23	5000	Cambrers i cuiners propietaris
383	83,67	7615	Bufadors, modeladors, laminadors, talladors i polidors de vidre
384	84,00	3124	Tècnics en electrònica (excepte en electromedicina)
385	84,00	3125	Tècnics en electrònica, especialitat en electromedicina
386	84,00	3155	Tècnics en seguretat aeronàutica
387	84,00	3833	Tècnics en enginyeria de les telecomunicacions
388	84,00	4222	Codificadors i correctors d'impremta
389	84,00	7831	Sastres, modistes, pelleters i barreters
390	84,50	7701	Matadors i treballadors de les indústries càrnies
391	84,50	7702	Treballadors de les indústries del peix
392	84,67	8131	Operadors de plantes industrials químiques
393	84,67	8132	Operadors de màquines de fabricar productes farmacèutics, cosmètics i similars
394	85,00	3133	Tècnics en control d'instal·lacions de processament de productes químics
395	85,00	9310	Ajudants de cuina
396	85,00	3614	Secretaris de centres mèdics o clíniques
397	85,67	4121	Empleats de control de subministrament i inventari
398	86,00	4221	Empleats de serveis de correus (excepte empleats de finestreta)
399	86,00	7122	Pedrers, trossejadors, picadors i gravadors de pedra
400	86,00	8144	Operadors de serradores, de màquines de fabricar taulers i d'instal·lacions similars de tractament de la fusta i el suro
401	87,00	9511	Peons agrícoles (excepte d'hortes, hivernacles, planters i jardins)
402	87,00	9520	Peons ramaders
403	87,00	9530	Peons agropecuaris
404	87,00	9543	Peons forestals i de la caça
405	87,09	7323	Ajustadors i operadors de màquines eina
406	87,50	9320	Preparadors de menjar ràpid

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
407	88,00	3135	Tècnics en control de processos de producció de metalls
408	88,00	4122	Empleats d'oficina de serveis de suport a la producció
409	88,00	8114	Operadors de màquines de fabricar productes derivats de minerals no metàl·lics
410	88,00	8122	Operadors de màquines polidores, galvanitzadores i recobridores de metalls
411	88,00	9601	Peons d'obres públiques
412	88,00	8121	Operadors d'instal·lacions d'obtenció i transformació de metalls
413	88,33	7111	Encofradors i operaris de la posada en obra del formigó
414	88,33	7112	Muntadors de prefabricats estructurals (només de formigó)
415	88,50	9431	Ordenances
416	88,50	9432	Mossos d'equipatge i similars
417	88,50	9433	Repartidors, persones dels encàrrecs i missatgers, a peu
418	89,00	7315	Muntadors d'estructures cablejades i empalmadors de cables
419	89,00	7703	Forners, pastissers i confiters
420	89,00	8112	Operadors d'instal·lacions de preparació de minerals i roques
421	89,00	8153	Operadors de màquines de cosir i brodar
422	89,00	8192	Operadors de calderes i màquines de vapor
423	89,20	8331	Operadors de maquinària de moviments de terres i equips similars
424	89,50	5120	Cambrers assalariats
425	89,50	5941	Vigilants de seguretat i similars habilitats per portar armes
426	89,50	5942	Auxiliars de vigilant de seguretat i similars no habilitats per portar armes
427	89,50	9434	Lectors de comptadors (aigua, gas, etc.) i recaptadors de monedes de màquines recreatives i expendedores
428	90,00	5500	Caixers i taquillers (excepte de banca)
429	90,00	4223	Empleats de serveis de personal
430	90,00	4301	Introdctors de dades
431	90,00	7291	Muntadors de cobertes
432	90,58	8142	Operadors de màquines de fabricar productes de matèries plàstiques
433	91,00	4411	Empleats d'informació a l'usuari
434	91,00	3322	Tècnics superiors en documentació sanitària
435	91,50	7820	Ebenistes i treballadors similars
436	92,00	5621	Tècnics auxiliars de farmàcia

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
437	92,20	8202	Engalzadors d'equips elèctrics i electrònics
438	92,25	8199	Altres operadors d'instal·lacions i maquinària fixa ncaa
439	92,50	7324	Polidors de metalls i esmolets d'eines
440	93,00	3621	Professionals de suport de l'Administració pública de tributs
441	93,00	7321	Ferrers i forjadors
442	93,00	9442	Classificadors de residus, operaris d'ecoparc i recollidors de ferralla
443	94,00	3629	Altres professionals de suport de l'Administració pública per a tasques d'inspecció i control i similars
444	94,00	4430	Agents d'enquestes
445	94,00	5411	Venedors de quioscos
446	94,00	5412	Venedors de parades de mercat i mercats ocasionals
447	94,00	5491	Venedors a domicili
448	94,00	5831	Supervisors de manteniment i neteja d'oficines, hotels i altres establiments
449	94,00	5832	Majordoms domèstics
450	94,00	5840	Treballadors propietaris de petits allotjaments
451	94,00	9410	Venedors de carrer
452	94,00	9812	Conductors de vehicles de tracció animal per al transport de persones i similars
453	94,80	4309	Altres empleats administratius sense tasques d'atenció al públic ncaa
454	95,00	4445	Cobradors de factures, deutes i empleats similars
455	95,00	5220	Venedors de botigues i magatzems
456	95,00	7613	Joiers, orfebres i argenters
457	95,00	7616	Retolistes, gravadors de vidre i pintors decoratius d'articles diversos
458	95,00	7623	Treballadors de processos d'enquadernació
459	95,00	9512	Peons agrícoles d'hortes, hivernacles, planters i jardins
460	95,33	3405	Taxadors
461	95,67	2611	Especialistes en comptabilitat
462	95,75	4210	Empleats de biblioteques i arxius
463	96,00	4123	Empleats de logística i transport de passatgers i mercaderies
464	96,00	4412	Recepcionistes (excepte d'hotels)
465	96,00	8151	Operadors de màquines de preparar fibres, filar i debanar
466	96,50	4423	Telefonistes

TAULA 22			
Probabilitat d'automatització per ocupacions. Catalunya i Espanya. Any 2017			
ORDRE	PROBABILITAT (PERCENTATGE)	CODI CCO	DESCRIPCIÓ
467	96,50	4441	Caixers de bancs i similars
468	96,50	4446	Empleats de finestra de correus
469	96,80	4113	Empleats d'oficina de serveis estadístics, financers i bancaris
470	97,00	3142	Tècnics agropecuaris
471	97,00	4111	Empleats de comptabilitat
472	97,00	4112	Empleats de control de personal i nòmines
473	97,00	5499	Altres venedors ncaa
474	97,00	7812	Ajustadors i operadors de màquines de treballar la fusta
475	97,00	8154	Operadors de màquines de blanquejar, tenyir, estampar i acabar tèxtils
476	97,00	8156	Operadors de màquines de fabricar calçat, marroquineria i guanteria de pell
477	97,00	8209	Muntadors i engalzadors ncaa
478	98,00	3403	Tenidors de llibres
479	98,00	3612	Assistents jurídics
480	98,00	5493	Models de moda, art i publicitat
481	98,00	7893	Classificadors i provadors de productes (excepte aliments, begudes i tabac)
482	98,00	8193	Operadors de màquines d'embalatge, embotellament i etiquetatge
483	98,50	3531	Representants de duanes
484	99,00	5420	Operadors de telemàrqueting
485	99,00	8133	Operadors de laboratoris fotogràfics i similars
Font: Elaboració propia.			

3.4. Quantificació de l'impacte laboral a Catalunya

L'enquesta sobre el grau d'implantació de la Indústria 4.0 al nostre país, realitzada conjuntament per la Cambra de Barcelona i l'Idescat i comentada amb detall a l'apartat 2.2, posa de manifest que no existeix consens sobre els efectes laborals de la digitalització: el 27% de les empreses enquestades creuen que “a curt termini la Indústria 4.0 destruirà llocs de treball, però que a mitjà termini, això es compensarà amb la creació de llocs de treball més qualificats”; un 63,2% hi estan parcialment d'acord. Igualment, la revisió de la literatura posa de manifest que els resultats no apunten en una sola direcció. L'objectiu d'aquest apartat és intentar donar resposta a aquesta pregunta en el cas de Catalunya.

Tal com s'ha explicat a l'apartat 3.1, dins de l'extensa literatura sobre l'impacte laboral de la Indústria 4.0 es poden distingir dos grans tipus d'estudis. D'una banda, hi ha els que estimen la probabilitat d'automatització, els quals permeten una anàlisi molt rica i detallada per ocupacions, però no quantifiquen la possible creació o destrucció de llocs de treball. A l'apartat anterior s'ha desenvolupat aquest exercici per al cas de Catalunya.

D'altra banda, hi ha els estudis que quantifiquen els efectes de creació o destrucció de llocs de treball, els quals no proporcionen una informació tant detallada per ocupacions, però en canvi recullen diversos efectes de l'impacte de la Indústria 4.0 més enllà del potencial d'automatització atenent la factibilitat tècnica: recullen els efectes que mitiguen la reducció d'ocupació potencial (com els costos de desenvolupar solucions tècniques que permetin aplicar la tecnologia, la decisió empresarial d'adoptar-les sobre la base d'una anàlisi-cost benefici com en el cas de salaris molt baixos o les barreres socials i legals) i les recol·locacions de treballadors entre ocupacions o els efectes de creació de llocs de treball (perquè incrementa la demanda de certs perfils o perquè apareixen noves fonts d'ingressos).

En el present apartat, es realitza un exercici d'estimació de la **creació o destrucció neta de llocs de treball a Catalunya per sectors** (dos dígit CNAE) sobre la base de l'estudi de Vogler-Ludwig, Düll i Kriechel (2016). Aquest treball estima l'impacte per a 44 sectors referents al conjunt de l'economia alemanya i obté una creació neta de 263.000 llocs de treball (0,6%) per al període 2014-2030.

Tot i que el treball del World Economic Forum (2016) també s'inclou dins del grup d'estudis que quantifiquen els efectes de creació o destrucció de llocs de treball, ens centrem en el de Vogler *et al.* (2016) perquè fa referència a una economia més semblant a la nostra (Alemanya) que no pas el darrer, que fa referència a un conjunt de 15 economies tant diverses com l'Associació de les Nacions del Sud-est Asiàtic (ASEAN), Austràlia, Brasil, Xina, França, Alemanya, el Consell de Cooperació per als Estats Àrabs del Golf, Índia, Itàlia, Japó, Mèxic, Sud-àfrica, Turquia, el Regne Unit i els Estats Units. Tampoc ens centrarem en el treball del Boston Consulting Group (2015) atès que no ofereix resultats per sectors.

La **metodologia** que se segueix en aquest apartat és senzilla i consisteix a traslladar els resultats del treball seleccionat a l'economia catalana. En primer lloc, s'assumeix que als sectors industrials i de serveis catalans es produiria el mateix percentatge de creació o destrucció neta de llocs de treball com a conseqüència de l'automatització que en el cas d'Alemanya. Aquest percentatge es trasllada al nombre d'ocupats que té cada sector per tal d'obtenir una quantificació de llocs de treball que es creen o destrueixen en cada sector a Catalunya. Aquest primer exercici **té en compte, per tant, la diferent composició sectorial** que tenen aquestes dues economies.

En segon lloc, com que no es pretén passar per alt que un mateix sector pot presentar una variació d'ocupació diferenciada en els dos països, s'analitzen els resultats sectorials atenent al comportament d'indicadors com la intensitat tecnològica, el nivell educatiu o la dimensió empresarial, com a elements que es poden considerar facilitadors de la creació de llocs de treball. En aquest segon exercici es fa una valoració qualitativa de la creació o destrucció neta de llocs de treball als diferents sectors obtinguda en el primer exercici sobre la base d'aquests elements.

Si bé aquesta metodologia és simple, la principal raó per aplicar-la és que en el moment actual no es disposa d'un model de predicció que permeti obtenir estimacions sector a sector en el cas de Catalunya.

Per al primer exercici, els càlculs esmentats es realitzen a partir dels resultats que proporcionen el treball citat i de les dades sobre persones ocupades⁴⁰ el 2014 de la *Structural Business Statistics* (SBS) de l'Eurostat a nivell regional (NUTS2) i de sectors classificats segons la CNAE Rev.2. Pel que fa a la indústria es consideren els sectors CNAE 05 al 39 i pel que fa als serveis, els sectors CNAE 45 a 82 (excepte del 64 al 66) i CNAE 95⁴¹. Alguns dels sectors que apareixen al treball de referència, Vogler *et al.* (2016), s'han agrupat per tal de poder treballar amb la SBS i estimar l'impacte a Catalunya.

La taula 23 mostra els resultats per als grans sectors de l'economia (manufactures, indústria, construcció i serveis) que s'obtenen de traslladar a Catalunya els percentatges (amb desagregació sectorial) de creació o destrucció neta de llocs de treball com a conseqüència de l'automatització obtinguts de Vogler *et al.* (2016). A les columnes sobre Catalunya (% i nombre de llocs) es mostren els resultats d'aquest exercici per al nostre territori, tot indicant si la xifra es veuria modificada a l'alça o a la baixa si relaxem el supòsit que els esmentats percentatges són directament traslladables a Catalunya. Els valors que es mostren per a Alemanya serveixen per establir comparacions amb Catalunya ja que inclouen els mateixos sectors, però no són valors directament extrets del treball de Vogler *et al.* (2016), sinó calculats també a partir de la SBS (*Structural Business Statistics d'Eurostat*), com en el cas de Catalunya. L'esmentat estudi obté per a Alemanya una variació d'ocupació com a conseqüència de l'automatització del +0,6% ja que es consideren alguns sectors dels serveis que en aquest treball no podem considerar perquè no hi ha dades a la SBS.

TAULA 23			
Variació neta de l'ocupació com a conseqüència de l'automatització. Anys 2014-2030			
	ALEMANYA	CATALUNYA	NRE. DE LLOCS A CATALUNYA
Manufactures (*)	+1,7%	-3,2% o inferior	Pèrdua de 12.217 o més
Indústria (*)	+1,5%	-2,9% o inferior	Pèrdua de 12.366 o més
Construcció	-2,2%	-2,2%	Pèrdua de 3.674
Serveis	+2,2%	+2,0%	Creació de 29.381
Total (*)	+1,7%	+0,7% o inferior	Creació de 13.341 o menys
(*) Tenint en compte les valoracions qualitatives basades en la intensitat tecnològica, el nivell educatiu o la dimensió empresarial. Font: Elaboració pròpia.			

Els principals efectes laborals com a conseqüència de la implantació de la Indústria 4.0 són:

- **El resultat global de l'automatització per a Catalunya és positiu (+0,7%), però inferior que en el cas alemany (+1,7%), com a conseqüència de la diferent estructura sectorial (a Alemanya tenen més pes els sectors que creen ocupació que no pas a Catalunya).**

40 La taula d'Eurostat emprada és [sbs_r_nuts06_r2].

41 Aquestes dades no estan disponibles per al sector agrícola (CNAE A) ni per a alguns sectors serveis (CNAE K, O, P, Q, R, T, U).

-
- **Pel que fa a les manufactures, la variació d'ocupació per a Catalunya es preveu de signe negatiu (-3,2%), al contrari que a Alemanya (+1,7%), fet que es deu a la diferent composició sectorial de les dues economies com s'explica detalladament al subapartat (a).**
 - Aquesta previsió (pèrdua de 12.200 llocs de treball) és conservadora en el sentit que, si tenim en compte alguns aspectes diferencials entre les manufactures catalanes i alemanyes com l'esforç tecnològic, el nivell educatiu o la dimensió empresarial, podria empitjorar.
 - Per a la **indústria** en sentit ampli (incloent mineria, aigua i electricitat) la pèrdua és lleugerament menor.
 - Pel que fa a la **construcció** es preveu una pèrdua d'ocupació als dos territoris (-2,2%).
 - Els **serveis** mostren una variació d'ocupació de signe positiu en totes dues economies per als sectors considerats (no s'inclouen les CNAE K, O, P, Q, R, T, U).

a) L'impacte laboral al sector industrial

El treball de Vogler *et al.* permet estimar la creació o la pèrdua d'ocupació sector a sector (14 agrupacions dels sectors industrials CNAE 05 al 39). La taula 24 (columna E) mostra la creació o destrucció neta de llocs de treball que es preveu per a Catalunya per a cadascun dels sectors amb dades disponibles, que és el resultat d'aplicar a Catalunya la taxa de variació de l'ocupació com a resultat de l'automatització per a Alemanya en cadascun dels sectors.

Tal com mostra la taula, destaca la **creació** de més de 3.000 llocs de treball a cadascun d'aquests sectors: vehicles de motor i altres materials de transport (3.727); equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic (3.233); i fabricació de maquinària i equips (3.089). Aquestes són tres indústries molt potents a Alemanya, que suposen conjuntament més d'un 40% de l'ocupació industrial, mentre que a Catalunya pesen la meitat (20,1%).

La **pèrdua** més important de llocs de treball (6.559) es produeix a la indústria del paper i arts gràfiques, que és un sector d'una dimensió mitjana al nostre país. També destaca la pèrdua de prop de 3.994 llocs de treball a la indústria química i farmacèutica i 3.763 a la indústria alimentària. Cal destacar que a Catalunya aquestes dues indústries són molt importants i pesen aproximadament el doble que a Alemanya.

Tampoc són menyspreables les pèrdues d'ocupació als sectors de la metal·lúrgia, del plàstic i del tèxtil, amb reduccions que van entre els 2.000 i els 2.500 llocs de treball en cadascun. Els dos primers tenen un pes similar a totes dues economies, però en canvi el tèxtil té un pes molt més important al nostre país.

Per al conjunt dels sectors manufacturers catalans, s'obté una reducció neta de l'ocupació deguda a la implantació de la Indústria 4.0 de més de 12.200 llocs de treball entre 2014 i 2030, és a dir, d'un 3,2%. Pel que fa al conjunt de la indústria (incloent sectors manufacturers, les indústries extractives i el subministrament d'energia elèctrica i aigua), a Catalunya s'obté una reducció neta de l'ocupació de més de 12.350 llocs de treball, un 2,9%.

03. IMPACTE LABORAL DE LA INDÚSTRIA 4.0

TAULA 24								
Variació en el nombre de persones ocupades a Catalunya. Anys 2014-2030								
SECTORS CNAE		A		B		C	D=B*C	E=D-B
		OCUPATS A ALEMANYA 2014	%	OCUPATS A CATALUNYA 2014	%	VAR. RELATIVA PER INDÚSTRIA 4.0 (2014-2030)	OCUPATS A CATALUNYA 2030	VAR. ABSOLUTA PER INDÚSTRIA 4.0 (2014-2030)
10 a 12	Alimentació, begudes i tabac	664.057	2,4%	75.723	3,7%	-5,0%	71.960	-3.763
13 a 15	Indústries tèxtils, cuir i calçat. Confecció de peces de vestir	127.752	0,5%	29.320	1,4%	-8,6%	26.795	-2.525
16	Fusta i suro	93.539	0,3%	6.322	0,3%	-3,2%	6.119	-203
17 i 18	Indústria del paper i de les arts gràfiques	267.506	1,0%	29.243	1,4%	-22,4%	22.684	-6.559
19 a 21	Indústries químiques, refinació de petroli i productes farmacèutics	535.755	2,0%	50.950	2,5%	-7,8%	46.956	-3.994
22 i 23	Productes de cautxú, plàstics, vidre i ceràmica	662.057	2,4%	30.371	1,5%	-6,3%	28.444	-1.927
24 i 25	Metal·lúrgia i productes metàl·lics	1.044.635	3,8%	49.929	2,4%	-4,5%	47.683	-2.246
26 i 27	Equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic	800.585	2,9%	21.042	1,0%	15,4%	24.275	3.233
28	Fabricació de maquinària i equips ncaa	1.169.456	4,3%	23.922	1,2%	12,9%	27.011	3.089
29 i 30	Vehícles de motor i altres materials de transport	1.051.437	3,9%	39.988	2,0%	9,3%	43.715	3.727
31 a 33	Mobles, manufactures diverses i reparació	521.681	1,9%	30.393	1,5%	-3,5%	29.344	-1.049
Total manufactures		6.938.460	25,4%	387.203	19,0%	-3,2%	374.986	-12.217
05 a 09	Indústries extractives	63.578	0,2%	2.657	0,1%	-11,0%	2.364	-293
35	Submin. d'energia elèctrica, gas, vapor i aire condicionat	211.957	0,8%	6.070	0,3%	2,4%	6.213	143
36 a 39	Submin. d'aigua; sanejament, gestió de residus i descontaminació	221.942	0,8%	26.502	1,3%	0,0%	26.502	0
Total indústria		7.435.937	27,3%	422.432	20,7%	-2,9%	410.066	-12.366
41 a 43	Construcció	1.958.591	7,2%	163.541	8,0%	-2,2%	159.867	-3.674
45 a 47	Comerç a l'engròs i al detall; reparació de vehicles de motor	6.139.637	22,5%	529.970	26,0%	-2,2%	518.403	-11.567

TAULA 24								
Variació en el nombre de persones ocupades a Catalunya. Anys 2014-2030								
SECTORS CNAE		A		B		C	D=B*C	E=D-B
		OCUPATS A ALEMANYA 2014	%	OCUPATS A CATALUNYA 2014	%	VAR. RELATIVA PER INDÚSTRIA 4.0 (2014-2030)	OCUPATS A CATALUNYA 2030	VAR. ABSOLUTA PER INDÚSTRIA 4.0 (2014-2030)
49 a 52	Transport i emmagatzematge	1.677.007	6,1%	139.782	6,8%	3,1%	144.116	4.334
53	Activitats postals i de correus	516.683	1,9%	14.332	0,7%	-6,2%	13.444	-888
55 i 56	Hostaleria	2.085.047	7,6%	200.074	9,8%	-0,7%	198.635	-1.439
58 a 60	Edició, cinema, ràdio i televisió	308.105	1,1%	22.889	1,1%	7,1%	24.523	1.634
61	Telecomunicacions	114.340	0,4%	8.948	0,4%	-11,4%	7.931	-1.017
62 a 63	Tecnologies de la informació i serveis d'informació	757.815	2,8%	48.246	2,4%	22,2%	58.942	10.696
68	Activitats immobiliàries	615.005	2,3%	48.550	2,4%	-1,1%	47.997	-553
69 a 70	Comptabilitat i consultoria	1.188.649	4,4%	84.098	4,1%	12,5%	94.640	10.542
71	Serveis d'arquitectura i enginyeria; assajos i anàlisis tècnics	651.218	2,4%	49.489	2,4%	-0,8%	49.109	-380
72	Recerca i desenvolupament	166.196	0,6%	9.446	0,5%	37,3%	12.970	3.524
73 a 75	Altres serveis científics i tècnics	447.338	1,6%	49.133	2,4%	11,0%	54.515	5.382
77	Activitats de lloguer	120.770	0,4%	9.093	0,4%	0,0%	9.093	0
78	Activitats relacionades amb l'ocupació	979.654	3,6%	38.804	1,9%	-1,6%	38.170	-634
79	Agències de viatges, operadors turístics i serveis de reserves	93.078	0,3%	10.370	0,5%	0,0%	10.370	0
80 a 82	Altres proveïdors de serveis per als negocis	1.982.893	7,3%	182.319	8,9%	5,3%	192.065	9.746
95	Reparació d'ordinadors, d'efectes personals i efectes domèstics	41.742	0,2%	9.124	0,4%	0,0%	9.124	0
Total serveis		17.885.177	65,6%	1.454.667	71,3%	2,0%	1.484.048	29.381
TOTAL SECTORS		27.279.705	100,0%	2.040.640	100,0%	0,7%	2.053.981	13.341
Font: Elaboració pròpia. Les columnes (A) i (B) s'obtenen de l'SBS (Eurostat); (C) s'obté de la diferència en ocupació per efectes de la Indústria 4.0 que proporciona Vogler-Ludwig, Düll i Kriechel (2016) i les dades de (A); els totals de manufactures, indústria, serveis i el total és la suma ponderada de les variacions de cada sector.								

Per tant, els efectes positius de l'automatització previstos per a la indústria alemanya el 2030 (+1,5%) es veuen limitats a casa nostra pel fet que els sectors que s'espera que creïn ocupació són aquells més grans a Alemanya (i no tant a Catalunya), mentre que la **pèrdua d'ocupació es concentra en bona mesura en alguns dels sectors amb major pes relatiu a Catalunya**. Així, un primer fet a destacar és que, d'acord amb la literatura (McKinsey, 2017b), les diferències en l'impacte laboral entre les dues economies es deuen en bona mesura a la composició sectorial de la indústria.

Les diferències en la composició sectorial a la indústria alemanya i catalana observades des del punt de vista de l'ocupació es posen també de manifest quan s'analitza el VAB sectorial. Destaquen quatre sectors que pesen més del doble a Catalunya que a Alemanya i en els quals es preveu una reducció de l'ocupació: el sector tèxtil, l'alimentari, el químic i farmacèutic i el sector de paper i arts gràfiques. D'altra banda, destaquen dos sectors que a casa nostra pesen una tercera part que a Alemanya (fabricació de maquinària i d'equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic) però en els quals es preveu un fort creixement de l'ocupació.

Vistes les diferències en la composició sectorial de la indústria alemanya i catalana, cal plantejar-se fins a quin punt les taxes de variació de l'ocupació sector a sector com a conseqüència de la Indústria 4.0 per a Alemanya són directament traslladables a Catalunya o bé si aquestes taxes s'haurien de matisar ateses les diferències intrínseques en cadascun dels sectors. En aquest sentit cal recordar que les manufactures alemanyes són unes de les més avançades del món, especialment pel que fa a determinats sectors, i això pot fer que la variació d'ocupació sigui diferent a les dues economies. A l'apartat següent s'analitza aquesta qüestió.

Cal destacar que si bé la indústria alemanya és molt avançada, i la comparació amb Catalunya pot presentar certes limitacions, els dos estudis citats a la revisió bibliogràfica que comparen diferents països obtenen que la probabilitat d'automatització a Alemanya i Espanya no mostra grans diferències. L'estudi de la consultora McKinsey (2017a) estima que els llocs de treball amb una alta probabilitat de ser automatitzats se situen a Alemanya i Espanya entre el 47% i el 49%. L'estudi d'Arntz *et al.* (2016) conclou que aquests dos països tenen un 12% de llocs de treball amb elevada probabilitat d'automatització.

b) Són comparables els efectes als sectors industrials catalans i alemanys?

En l'apartat anterior, s'ha quantificat l'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya sobre la base de l'estudi de Vogler *et al.* (2016), tot traslladant les taxes de variació de l'ocupació de la indústria alemanya a la catalana. No obstant això, tenint en compte que les manufactures alemanyes són capdavanteres a nivell mundial, cal analitzar el comportament d'alguns elements que considerem que poden explicar en part les diferències entre països: l'esforç tecnològic previ, el nivell educatiu i el predomini d'empreses de major dimensió.

Segons la nostra hipòtesi, l'**esforç tecnològic** previ és un primer factor que facilita la creació de llocs de treball en tant que les empreses ja compten amb l'experiència i les estructures orientades a la incorporació de nou coneixement i tenen treballadors fent tasques menys susceptibles de ser automatitzades. Per analitzar l'esforç tecnològic s'utilitzen dades d'inversió en recerca i desenvolupament (R+D) sobre el VAB⁴².

42 Les dades sobre R+D per a Catalunya s'obtenen de l'Idescat (Enquesta d'Innovació) i les d'Alemanya d'Eurostat (BERD); el VAB per a Catalunya s'obté de l'Enquesta Industrial d'Empreses (a través de l'Idescat) i per a Alemanya de la SBS (Eurostat).

A la taula 25 s'observa que a Alemanya, llevat la indústria química i farmacèutica, els sectors que realitzen un major esforç tecnològic tenen previsions de creixement de l'ocupació. És el cas dels sectors d'equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic; fabricació de maquinària; i vehicles de motor i materials de transport (amb una inversió en R+D sobre el VAB que va del 6,7% al 21,5%). Els sectors que realitzen un menor esforç (inversió en R+D sobre el VAB inferior al 4%) tenen una previsió de reducció en l'ocupació. És el cas de la resta de sectors. Aquest resultat concorda amb la literatura que preveu una creació de llocs de treball per a ocupacions lligades a l'R+D (Boston Consulting Group, 2015). Els sectors més intensius en R+D seran doncs aquells amb més creació de llocs de treball.

TAULA 25			
Comparativa de l'esforç tecnològic a Alemanya i Catalunya			
		R+D/VAB (2014)	
SECTORS CNAE		ALEMANYA	CATALUNYA
10 a 12	Alimentació, begudes i tabac	0,8%	1,0%
13 a 15	Indústries tèxtils, cuir i calçat. Confecció peces de vestir	1,6%	6,2%
16	Fusta i suro	0,3%	0,8%
17 i 18	Indústria del paper i de les arts gràfiques	1,2%	0,8%
19 a 21	Indústries químiques, refinació de petroli i productes farmacèutics (*)	13,8%	7,3%
22 i 23	Productes de cautxú, plàstics, vidre i ceràmica	3,3%	1,3%
24 i 25	Metal·lúrgia i productes metàl·lics	1,9%	1,1%
26 i 27	Equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic	14,8%	8,7%
28	Fabricació de maquinària i equips ncaa	6,7%	3,3%
29 i 30	Vehicles de motor i altres materials de transport	21,5%	4,8%
31 a 33	Mobles, manufactures diverses i reparació	3,9%	1,6%
C	Total manufactures	9,5%	3,8%
05 a 09	B Indústries extractives	0,2%	n.d.
35	D Submin. d'energia elèctrica, gas, vapor i aire condicionat	n.d.	n.d.
36 a 39	E Submin. d'aigua; sanejament, gestió de residus i descontaminació	n.d.	n.d.
Total indústria (**)		8,4%	3,2%
(*) En el cas de Catalunya, no inclou CNAE 19.			
(**) La dada d'R+D/PIB per a Catalunya el 2014 va ser de l'1,49%. El 3,2% d'aquesta taula correspon exclusivament a la indústria.			
Font: Elaboració pròpia. L'R+D s'obté de l'Enquesta d'innovació (Idescat) i BERD (Eurostat); el VAB industrial s'obté de l'EIE (Idescat) i SBS (Eurostat).			

Però quines diferències hi ha entre Catalunya i Alemanya sector a sector? Pel que fa a la inversió en R+D sobre el VAB només n'hi ha dos en què l'esforç tecnològic a Catalunya supera el d'Alemanya: l'alimentari i el tèxtil. Aquest major esforç podria significar que la destrucció d'ocupació en aquests dos sectors no sigui tan elevada a casa nostra com es desprèn de la simple aplicació dels resultats d'Alemanya a Catalunya: es podria estimar que la reducció de l'ocupació serà inferior a les 3.700 persones (alimentari) i 2.500 (tèxtil), que s'havien obtingut a la taula 24.

D'altra banda, destaca un sector en què l'esforç tecnològic a Catalunya és al voltant d'una quarta part a Catalunya que a Alemanya: el sector dels vehicles de motor i altre material de transport. Aquesta gran diferència podria suposar que la creació de 3.700 llocs de treball estimats inicialment per a Catalunya pugui ser finalment inferior. Pel que fa a la resta de sectors, l'esforç tecnològic a Catalunya és inferior que a Alemanya encara que les diferències no són tan acusades com en el cas del sector dels vehicles de motor.

En el conjunt de la indústria, la inversió en R+D sobre el VAB a Catalunya és només el 40% de la d'Alemanya. Per tant, globalment es pot dir que l'esforç tecnològic a Catalunya és inferior que a Alemanya, fet que no afavoreix la creació de llocs de treball. D'aquesta manera, l'estimació inicial d'una reducció de 12.350 llocs de treball a la nostra indústria per al període 2014-2030 podria veure's superada per la realitat.

Les dades sobre ocupats en R+D corroboren els resultats obtinguts sobre la base de la inversió en R+D sobre el VAB. Pel que fa a les dades sobre innovació de producte i/o de procés, no estan disponibles per a les empreses catalanes, però suposant que no són significativament diferents de les espanyoles, s'observa que en tots els sectors les empreses industrials alemanyes innoven més. Aquest resultat contribueix a reforçar l'anterior pronòstic segons el qual la reducció de llocs de treball podria superar la xifra inicialment prevista per al sector industrial.

La major intensitat tecnològica de les manufactures alemanyes és corroborada per les dades sobre el pes de les manufactures d'alta tecnologia (productes farmacèutics i els productes informàtics, electrònics i òptics, que corresponen als codis CNAE 21 i 26) i de tecnologia mitjana-alta (indústries químiques, equipament elèctric, la maquinària, els vehicles de motor i els altres materials de transport, que corresponen als codis CNAE 20 i 27 al 30), tant en termes d'ocupació com de VAB. A Alemanya, aquests sectors de tecnologia alta i mitjana-alta suposen un 9,8% de la ocupació i un 21,1% del VAB total de l'economia (sense comptar agricultura i construcció). A Catalunya, un 6,8% i un 12,7%, respectivament.

El **nivell educatiu** és un segon factor que, segons la nostra hipòtesi, facilita la creació de llocs de treball en tant que les persones més qualificades es troben més avesades a realitzar tasques complexes i a incorporar nova tecnologia. Per analitzar el nivell educatiu, s'utilitzen dades sobre el percentatge d'ocupats per nivells educatius obtingudes a partir de la *Labour Force Survey* (LFS) i el Cens⁴³. El nivell d'estudis superior correspon als nivells 5 al 8 de la ISCED⁴⁴, que en el cas de Catalunya inclou els cicles formatius de grau superior, les llicenciatures i diplomatures, els graus i màsters i els doctorats; el nivell d'estudis mitjans correspon als nivells 3 i 4 de la ISCED i fa referència a l'educació secundària de

43 La LFS no està disponible amb la desagregació sectorial necessària (CNAE a 2 dígits) per a Catalunya. Però val a dir que les dades obtingudes de la LFS i el Cens són bastant similars. Segons la LFS (2014) el pes dels ocupats amb estudis de nivell baix, mitjà i alt a les manufactures és del 40,2%, 22,5% i 37,3%, respectivament. Segons el Cens (2011), el pes és del 43,5%, 24,1% i 32,3%, respectivament. És per això que en el cas de Catalunya s'ha optat per mostrar només dades del Cens.

44 *International Standard Classification of Education* (2011).

segona etapa (batxillerat i cicles formatius de grau mitjà); el nivell d'estudis inferior correspon als nivells 0 a 2 de la ISCED i fa referència a l'educació primària i secundària obligatòria.

A la taula 26 s'observa que a Alemanya, llevat de la indústria química i farmacèutica i la de mobles i reparació, els sectors que tenen un nivell educatiu més elevat tenen previsions de creixement de l'ocupació. És el cas dels sectors d'equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic; fabricació de maquinària; i vehicles de motor i materials de transport (amb més d'un 30% de treballadors amb alta qualificació i menys d'un 11% de treballadors amb baixa qualificació). Els sectors que tenen un nivell educatiu més baix (amb menys d'un 18,5% de treballadors amb alta qualificació i més d'un 15% de treballadors amb baixa qualificació) tenen una previsió de reducció en l'ocupació. És el cas de la resta de sectors. Aquest resultat concorda amb la literatura que preveu una creació de llocs de treball per a ocupacions lligades a un major nivell educatiu (Boston Consulting Group, 2015 i Vogler *et al.*, 2016). Els sectors amb més treballadors qualificats seran doncs aquells amb més creació de llocs de treball.

TAULA 26							
Percentatge d'ocupats per nivell educatiu							
		ALEMANYA			CATALUNYA		
SECTORS CNAE		BAIX	MITJÀ	ALT	BAIX	MITJÀ	ALT
10 a 12	Alimentació, begudes i tabac	18,2	68,4	13,4	49,8	24,4	25,8
13 a 15	Indústries tèxtils, cuir i calçat. Confecció de peces de vestir	18,4	63,1	18,5	54,5	23,0	22,5
16	Fusta i suro	16,0	70,2	13,8	57,6	25,9	16,6
17 i 18	Indústria del paper i de les arts gràfiques	15,1	67,9	17,0	46,5	27,2	26,4
19 a 21	Indústries químiques, refinació de petroli i productes farmacèutics	9,0	59,3	31,7	27,4	21,1	51,5
22 i 23	Productes de cautxú, plàstics, vidre i ceràmica	17,4	65,3	17,3	46,7	22,9	30,4
24 i 25	Metal·lúrgia i productes metàl·lics	16,6	67,5	15,9	50,3	24,7	25,0
26 i 27	Equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic	10,5	54,5	35,0	29,8	22,4	47,8
28	Fabricació de maquinària i equips ncaa	9,6	60,2	30,2	38,2	21,8	40,0
29 i 30	Vehicles de motor i altres materials de transport	10,9	56,4	32,7	35,3	26,4	38,3
31 a 33	Mobles, manufactures diverses i reparació	9,9	62,4	27,7	44,0	25,7	30,2
Total manufactures		13,0	62,0	24,9	43,5	24,1	32,3
05 a 09	Indústries extractives	n.d.	80,8	19,2	48,7	12,1	39,2
35	Submin. d'energia elèctrica, gas, vapor i aire condicionat	5,1	55,8	39,2	26,3	25,3	48,4
36 a 39	Submin. d'aigua; sanejament, gestió de residus i descontaminació	13,7	70,6	15,7	46,1	21,9	32,0
Total indústria		12,6	62,1	25,2	43,0	24,0	33,0
Nota: El nivell educatiu baix correspon als nivells 0-2 ISCED; el mitjà, als nivells 3 i 4; i l'alt, als nivells 5-8.							
Font: Elaboració pròpia. Dades de la LFS 2014 per a Alemanya (Eurostat) i del CENS 2011 per a Catalunya (Idescat).							

Però quines diferències hi ha entre Catalunya i Alemanya sector a sector? Pel que fa al nivell educatiu, a casa nostra hi ha una major proporció de treballadors amb qualificació alta (un 30% més de mitjana), el triple de treballadors de qualificació baixa i una mica més d'un terç de treballadors de qualificació mitjana. Si bé els dos països segueixen patrons ben diferenciats, cal destacar que les desviacions respecte a aquest patró sector a sector són poc importants. Potser cal destacar que: el sector alimentari a Catalunya té el doble de treballadors d'alta qualificació que Alemanya; i els sectors de fabricació de maquinària i sobretot el dels mobles i reparació tenen quatre vegades més de treballadors de baixa qualificació que a Alemanya; les diferències entre els sectors pel que fa als nivells educatius mitjans són molt minses i es mantenen dins dels valors esmentats (un terç a Catalunya respecte a Alemanya).

Aquest millor nivell educatiu en el sector alimentari podria significar que la destrucció d'ocupació en aquest sector no sigui tan elevada a casa nostra com es desprèn de la simple aplicació dels resultats d'Alemanya a Catalunya (la reducció de l'ocupació seria inferior a les 3.760 persones que s'havien obtingut a la taula 24). El nivell educatiu més baix al sector de fabricació de maquinària podria suposar que la creació d'ocupació en aquest sector no sigui tan bona (superior a les 3.000 persones) com s'havia obtingut a partir de l'esmentada taula. El nivell educatiu més baix al sector del moble i reparació significaria que la destrucció d'ocupació en aquest sector seria superior a les 1.050 persones inicialment previstes.

Globalment es fa difícil predir si la distribució de treballadors segons nivell educatiu tan diferent que s'observa en aquestes dues economies suposarà una major o menor creació o pèrdua d'ocupació a Catalunya. Pel que fa als treballadors menys qualificats, el treball de Vogler *et al.* (2016) obté una reducció dels llocs de treball que no requereixen formació professional i per tant podem preveure que, també degut als factors educatius, l'evolució de l'ocupació a les manufactures a Catalunya com a conseqüència de la implantació de la Indústria 4.0 pot ser pitjor a l'estimada inicialment. Pel que fa als treballadors més qualificats, tant Vogler *et al.* (2016) com el treball del Boston Consulting Group (2015), obtenen una creació d'ocupació per a aquest col·lectiu. El fet que Catalunya tingui major percentatge de titulats superiors que Alemanya, podria fer preveure que l'ocupació creixi. No obstant això, sembla que quantitativament l'efecte de pèrdua d'ocupació dels menys qualificats serà superior al de creació per als treballadors més qualificats.

La nostra tercera hipòtesi és que el **predomini d'empreses grans** és un factor lligat a la creació d'ocupació en tant que són tractors de l'automatització i pioneres en la introducció de les tecnologies vinculades a la Indústria 4.0, atès que disposen de més recursos financers i tecnològics que no pas les pimes⁴⁵; a més, segueixen una estratègia de mantenir les tasques de major valor afegit dins la seva organització, mentre procuren automatitzar totes aquelles activitats de menor valor afegit i que no formen part del seu *core business*, fet que els permet reduir la subcontractació. Així, les empreses de menor dimensió i que formen part de la cadena de valor de les grans, són les que pateixen més els efectes de la pèrdua d'ocupació, en tant que deixen de fer algunes de les activitats que passaran a fer les empreses grans de forma interna.

La literatura posa de relleu el paper de les empreses grans a l'hora d'actuar com a tractors de la Indústria 4.0 en tant que generen ocupació indirecta i així marquen el camí dels canvis en els requeriments professionals i els patrons a l'hora de contractar personal (World Economic Forum, 2016). La taula 27 mostra el pes de les microempreses (1 a 9

45 Segons els resultats de l'enquesta sobre implementació de la Indústria 4.0 realitzada conjuntament per la Cambra de Barcelona i l'Idescat, la majoria d'empreses estan d'acord en el fet que "la inversió requerida en innovació és massa alta i les pimes no poden fer-hi front, només les grans". Vegeu els resultats amb detall a l'apartat 2.2.

assalariats), les pimes (de 10 a 249) i les grans (més de 250) sobre el total d'empreses amb assalariats a Catalunya i Alemanya per al 2014⁴⁶.

En aquesta taula s'observa que a Alemanya els sectors amb una major dimensió empresarial tenen millors previsions de creixement de l'ocupació. Els sectors amb un major pes d'empreses grans (entre el 3,4% i el 8,5%) són els d'equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic; fabricació de maquinària; i vehicles de motor i materials de transport i tenen una previsió de creixement de l'ocupació. Els sectors amb un menor pes d'empreses grans (entre el 0,5% i el 2,7%) tenen una previsió de reducció en l'ocupació. És el cas dels sectors alimentació, tèxtil, fusta i moble, paper i arts gràfiques, metal·lúrgia, plàstic i cautxú, indústries extractives i de sanejament de l'aigua. Els dos únics sectors on aquesta relació positiva entre dimensió empresarial i creixement de l'ocupació no es produeix són la indústria química i de productes farmacèutics i el de l'energia elèctrica (en aquest últim segurament el pes de les empreses de gran dimensió respon al fet que són mercats que són o han estat regulats).

TAULA 27							
Nombre de pimes i grans empreses sobre el total d'empreses amb assalariats. Comparativa Alemanya-Catalunya. Any 2014 (en percentatge)							
		ALEMANYA			CATALUNYA		
SECTORS CNAE		% MICRO	% PIMES	% GRANS	% MICRO	% PIMES	% GRANS
10 a 12	Alimentació, begudes i tabac	63,4	34,7	1,9	62,1	34,9	3,0
13 a 15	Indústries tèxtils, cuir i calçat. Confecció de peces de vestir	75,8	23,4	0,9	76,2	23,3	0,5
16	Fusta i suro	81,6	17,9	0,5	86,3	13,6	0,2
17 i 18	Indústria del paper i de les arts gràfiques	72,5	26,2	1,3	76,2	22,9	0,9
19 a 21	Indústries químiques, refinació de petroli i productes farmacèutics	45,6	45,3	8,2	42,5	50,5	7,0
22 i 23	Productes de cautxú, plàstics, vidre i ceràmica	58,7	38,8	2,6	65,2	33,1	1,7
24 i 25	Metal·lúrgia i productes metàl·lics	62,9	35,7	1,4	78,9	20,7	0,5
26 i 27	Equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic	56,8	39,7	3,4	64,4	33,3	2,3
28	Fabricació de maquinària i equips ncaa	47,6	47,6	4,8	61,7	37,1	1,1
29 i 30	Vehicles de motor i altres materials de transport	53,3	38,2	8,5	49,4	42,1	8,4
31 a 33	Mobles, manufactures diverses i reparació	74,3	25,1	0,6	83,2	16,1	0,7
Total manufactures		65,1	32,9	2,0	72,4	26,1	1,5
05 a 09	Indústries extractives	53,7	45,1	1,1	68,7	29,9	1,4
35	Submin. d'energia elèctrica, gas, vapor i aire condicionat	44,5	46,5	9,1	84,1	12,6	3,3
36 a 39	Submin. d'aigua; sanejament, gestió de residus i descontaminació	41,4	55,9	2,7	64,1	32,8	3,1
Total indústria		64,2	33,7	2,1	72,3	26,2	1,6
Font: Elaboració pròpia a partir de dades DIRCE (a partir d'Idescat i d'Eurostat).							

46 Les dades per a Catalunya s'obtenen del DIRCE (a través de l'Idescat) i les dades d'Alemanya de la SBS (Eurostat) i corresponen al 2014.

I quines diferències hi ha entre Catalunya i Alemanya pel que fa a la dimensió empresarial sector a sector? En general a Alemanya hi ha més empreses grans i tenen més ocupats que les empreses grans de Catalunya. Només hi ha un sector en què Catalunya té major percentatge d'empreses grans que no pas Alemanya: el sector alimentari. Això pot significar que en aquest sector les taxes de destrucció d'ocupació no siguin tan elevades a Catalunya com s'ha previst inicialment.

Pel que fa a la gran majoria de sectors considerats, la dimensió empresarial a Catalunya és inferior que a Alemanya: a casa nostra hi ha moltes menys empreses grans, bastantes menys pimes i més microempreses. És el que succeeix en els sectors del tèxtil, la fusta, el paper, el plàstic i cautxú, la metal·lúrgia i l'energia elèctrica, amb previsions de reducció de l'ocupació per a Alemanya que es podrien accentuar en el cas de Catalunya. També és el que succeeix als sectors de l'equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic i de fabricació de maquinària, que tenen previsions de creixement de l'ocupació per a Alemanya que podrien ser més dèbils en el cas de Catalunya.

Aquesta menor dimensió de l'empresa catalana amb relació a l'alemanya també podria fer que la reducció d'ocupació al nostre sector industrial sigui superior a la inicialment estimada.

Per tant, en termes generals, podem suposar que **la realitat tecnològica de la nostra indústria, el nivell educatiu dels seus treballadors i la reduïda dimensió de les nostres empreses, pot fer que la reducció de l'ocupació prevista fins l'any 2030 sigui superior als 12.200 llocs de treball** que s'estimen sobre la base de traslladar els resultats per a l'economia alemanya a casa nostra.

La taula 28 mostra els resultats obtinguts a la taula 24 però amb tres noves columnes que matisen els resultats a partir de les valoracions qualitatives realitzades en aquest apartat a partir de la consideració dels factors que faciliten la creació d'ocupació.

TAULA 28								
Variació en el nombre de persones ocupades a Catalunya 2014-2030 tenint en compte factors que faciliten o dificulten la creació/pèrdua d'ocupació								
SECTORS CNAE		OCUPATS A CATALUNYA 2014	OCUPATS A CATALUNYA 2030	VAR. ABSOLUTA (2014-2030)	VAR. RELATIVA (2014-2030)	ESFORÇ TECNOLÒGIC	NIVELL EDUCATIU	ORGANITZACIÓ DEL TREBALL
10 a 12	Alimentació, begudes i tabac	75.723	71.960	-3.763	-5,0%	millora	millora	millora
13 a 15	Indústries tèxtils, cuir i calçat. Confecció de peces de vestir	29.320	26.795	-2.525	-8,6%	millora	empitjora	empitjora
16	Fusta i suro	6.322	6.119	-203	-3,2%	empitjora	empitjora	empitjora
17 i 18	Indústria del paper i de les arts gràfiques	29.243	22.684	-6.559	-22,4%	empitjora	empitjora	empitjora
19 a 21	Indústries químiques, refinació de petroli i productes farmacèutics	50.950	46.956	-3.994	-7,8%	empitjora	empitjora	empitjora
22 i 23	Productes de cautxú, plàstics, vidre i ceràmica	30.371	28.444	-1.927	-6,3%	empitjora	empitjora	empitjora
24 i 25	Metal·lúrgia i productes metàl·lics	49.929	47.683	-2.246	-4,5%	empitjora	empitjora	empitjora
26 i 27	Equipament elèctric, informàtic, electrònic i òptic	21.042	24.275	3.233	15,4%	empitjora	empitjora	empitjora
28	Fabricació de maquinària i equips ncaa	23.922	27.011	3.089	12,9%	empitjora	empitjora	empitjora
29 i 30	Vehícles de motor i altres materials de transport	39.988	43.715	3.727	9,3%	empitjora	empitjora	empitjora
31 a 33	Mobles, manufactures diverses i reparació	30.393	29.344	-1.049	-3,5%	empitjora	empitjora	empitjora
Total manufactures		387.203	374.986	-12.217	-3,2%	empitjora	empitjora	empitjora
05 a 09	Indústries extractives	2.657	2.364	-293	-11,0%	n.d.	empitjora	empitjora
35	Submin. d'energia elèctrica, gas, vapor i aire condicionat	6.070	6.213	143	2,4%	n.d.	empitjora	empitjora
36 a 39	Submin. d'aigua; sanejament, gestió de residus i descontaminació	26.502	26.502	0	0,0%	n.d.	empitjora	empitjora
Total indústria		422.432	410.066	-12.366	-2,9%	empitjora	empitjora	empitjora
Font: Elaboració pròpia a partir de dades d'Eurostat [sbs_r_nuts06_r2] i aplicació de Vogler-Ludwig, Düll i KriecheI (2016) a les manufactures catalanes.								

c) L'impacte laboral al sector serveis

A partir del treball de Vogler *et al.* s'estima la creació o destrucció d'ocupació al sector serveis (17 agrupacions dels sectors CNAE 45 a 82, excepte del 64 al 66, i CNAE 95) a Catalunya. Pel que fa al conjunt del sector, **es preveu un increment net** d'ocupació als serveis a Catalunya de 29.400 llocs de treball entre 2014 i 2030, un 2,0%.

Com s'observa a la taula 24, destaca la creació de 10.696 llocs de treball al sector de tecnologies de la informació i de 10.542 al sector de comptabilitat i consultoria. També és molt destacable la creació de 5.382 llocs al sector dels serveis científics i tècnics, 4.334 llocs al sector del transport i emmagatzematge, 3.524 llocs al d'R+D i 1.634 llocs al d'edició, cinema, ràdio i televisió.

Per contra, es preveu una reducció d'11.567 llocs de treball al sector del comerç a l'engròs i al detall (que suposa el 26% del sector serveis), així com una reducció d'entre 900 i 1.400 llocs de treball a cadascun d'aquests sectors: telecomunicacions, activitats postals i de correus i hostaleria.

Els resultats indiquen una major taxa de creixement de l'ocupació als sectors serveis amb major pes d'ocupacions relacionades amb R+D i tecnologies de la informació, d'acord amb els resultats obtinguts pel Boston Consulting Group (2015) per a les manufactures. Destaquen els sectors de recerca i desenvolupament, tecnologies de la informació, comptabilitat i consultoria, i altres serveis científics i tècnics.

Per contra, les taxes de variació més negatives s'observen al sector de les telecomunicacions, segurament perquè avui en dia una part important de la seva força de treball està formada pels teleoperadors i tècnics de manteniment, que segons estudis com els de Frey i Osborne (2017) són unes de les ocupacions més susceptibles de ser automatitzades, i també al sector d'activitats postals i de correus, clarament superades pel desenvolupament de la tecnologia.

En general, **les activitats de serveis on es preveu que creixi l'ocupació són aquelles més estretament lligades a la indústria**, mentre que les activitats on es preveu que disminueixi són aquelles més allunyades de la indústria. Aquest fet contribueix a esvaïr el perímetre de la indústria (Smit *et al.* 2016) i reforça la tendència expressada a Poveda (2015) relativa a un increment del pes dels serveis a la producció, el qual compensa la disminució del pes de les manufactures.

L'increment de l'ocupació previst per al conjunt dels serveis no divergeix gaire entre les dues economies (+2,2% a Alemanya i +2,0% a Catalunya), això es deu en bona part al fet que la composició sectorial no difereix gaire tampoc.

3.5. Repercussions de la Indústria 4.0 en les condicions de treball i l'organització de la producció

La indústria del futur serà molt diferent de l'actual i estarà formada per línies de producció totalment automatitzades i integrades, no només a l'interior de l'empresa, sinó al llarg de tota la cadena de valor (proveïdors, dissenyadors, clients, distribució...). Això vol dir que les màquines i els productes intel·ligents, dotats de múltiples sensors, que enviaran infinitat de dades, seran capaços d'aprendre i d'autooptimitzar-se, es comunicaran entre ells i, fins i tot, prendran decisions. La integració vertical i horitzontal dels sistemes i la Internet de les coses permetrà el monitoratge, en temps real, de tota la cadena de valor per part de la direcció i, fins i tot, podrà facilitar que el client realitzi un seguiment de la traçabilitat dels productes que compri.

Per tant, l'organització tradicional basada en grans empreses integrades verticalment i amb estructures jerarquitzades sembla haver quedat superada, si bé no hi ha un únic paradigma que substitueixi aquell model (Federal Ministry of Labour and Social Affairs, Alemanya, 2016). Mentre unes empreses es concentren en el nucli del seu negoci com a intermediàries de serveis i cerquen ser el més lleugeres possible (com ara Airbnb), companyies com Amazon expandeixen contínuament la seva cadena de valor cap a la producció de continguts i la logística de la darrera milla.

Tanmateix, encara que l'empresa exclusivament virtual no serà una realitat àmpliament estesa en el futur proper, es poden identificar tres eixos que caracteritzen el **canvi organitzacional** actual:

- Major flexibilitat exterior i externalització del risc: *crowdsourcing*, subcontractació, contractes d'obra i servei, empreses de treball temporal.
- Major flexibilitat interior: modalitats més flexibles i àgils de treballar (i de contractar). Les plantilles tindran l'oportunitat de treballar de forma més autònoma i holística en equips més independents.
- Descentralització espacial i virtualització: teletreball, equips virtuals, espais de *coworking*.

Aquestes organitzacions més flexibles tenen el seu reflex en una major flexibilitat laboral, de manera que la varietat esdevindrà normal, ja que les persones es mouran, per exemple, entre els contractes a temps parcial i la plena dedicació, o entre treball autònom i assalariat, amb interrupcions de la feina o de la carrera professional per raons familiars. La flexibilitat ofereix oportunitats per a una major autodeterminació amb relació a la feina, noves solucions de conciliació amb la vida familiar i una disminució de la cultura presencial. No obstant això, també genera riscos, com ara l'esvaïment de la separació entre feina i vida privada, la transferència del risc cap al treballador o la intensificació del treball, coses que poden generar estrès. També cal tenir en compte que hi ha treballadors que no aprecien tant les oportunitats de la flexibilitat sinó que prefereixen tenir un temps de treball perfectament delimitat i no emportar-se feina a casa. Això és especialment palès entre els treballadors menys qualificats.

EVOLUCIÓ DES D'UNA FEINA PER A TOTA LA VIDA CAP A UNA CARRERA PER A MI

Les plataformes d'economia col·laborativa (Uber, Deliveroo...) han esdevingut cada cop més visibles per als consumidors i han cridat l'atenció dels mitjans sobre l'anomenada uberització del treball. No obstant això, cal tenir en compte que el treball de l'economia gig (o uberitzat) és quantitativament poc important: als Estats Units representa el 0,5% dels llocs de treball.

En qualsevol cas, no hi ha dubte que hi ha una tendència a passar d'una feina per a tota la vida a una carrera per a mi. En la primera dècada després de la universitat, els mil·lenials (nascuts en els anys 1980-1990) canviaran de feina quatre cops, prop del doble del que ho van fer els seus pares. Un terç dels treballadors d'avui dia són candidats continus, dedicats a canviar freqüentment de feina, amb l'objectiu d'assegurar-se una carrera, més que no pas una feina. Cap a l'any 2030, quan dos terços de la força de treball estigui formada per mil·lenials i per la generació Z (posteriors als anys noranta), l'ocupabilitat dependrà menys dels coneixements que un tingui i més de la capacitat d'aprendre, aplicar i adaptar, alhora que els treballadors estaran molt més desacoblats de l'organització.

Font: Manpower, 2017.

Seria desitjable que els increments de productivitat derivats de la Indústria 4.0 derivessin en **millors salarials**. No obstant això, no està clar que siguin generalitzats sinó que l'evidència, fins ara, porta a una polarització del mercat de treball i al buidat de la classe mitjana. Autor (2013) afirma que, durant les darreres dècades, als països industrialitzats han proliferat els llocs de treball ben remunerats que requereixen habilitats de resolució de problemes, sovint ajudats per ordinadors, i també els llocs de baixa qualificació (cambrers, conserges, assistència domiciliària i altres feines difícilment automatitzables) perquè el canvi tecnològic ha facilitat l'automatització de tasques rutinàries, cosa que ha reduït la demanda d'ocupacions de qualificació mitjana. Aquest fenomen es comprova amb les dades d'ocupació de la zona euro: entre el 1995 i el 2015, la proporció d'ocupats de qualificació alta en relació amb el total d'ocupats va augmentar en 8,1 punts percentuals, mentre que els de qualificació baixa van augmentar en 3,4 p. p. En canvi, la proporció d'ocupats de qualificació mitjana es va reduir en 11,5 p. p. (CaixaBank Research, 2017).

Però aquesta tendència a la polarització podria estar a punt de canviar en el marc de la quarta revolució industrial en detriment dels treballadors menys qualificats, ja que els salaris i el nivell de formació mostren una correlació negativa amb la probabilitat d'automatització (Frey i Osborne, 2017). En el mateix sentit, el *European Jobs Monitor* 2017 (Eurofound, 2017) constata que la major part dels 1,5 milions de llocs de treball creats a la indústria europea entre 2013 i 2016 corresponen a enginyers, professionals i directius en el quintil superior de nivell salarial i no tant a llocs més tradicionals, els anomenats de *coll blau*. Per al cas d'Espanya, i per al conjunt de l'economia, Fernández (2017) conclou que les ocupacions que requereixen un major grau de qualificació són les que major creixement han experimentat entre 2014 i 2016. A més, els individus amb un nivell de formació mitjà o alt han gaudit d'una major facilitat per trobar feina que no pas els de nivell formatiu baix.

Pel que fa a la **perspectiva de gènere**, és impossible donar una resposta clara a la pregunta de quins efectes tindrà la digitalització sobre el potencial de l'ocupació femenina (Federal Ministry of Labour and Social Affairs, Alemanya, 2016). D'una banda, les dones estan comparativament menys afectades pels impactes a la indústria (ja que hi tenen poca presència), mentre que a les ocupacions on estan més presents (salut, ensenyament i sector social) el potencial d'automatització és limitat. De l'altra, hi ha ocupacions amb alta presència femenina, com ara feines d'oficina, de banca i d'assegurances, que tenen una elevada probabilitat d'automatització.

Sí que sembla que hi ha prou consens en el fet que la Indústria 4.0 millorarà les condicions de **seguretat i salut laboral** en tant que les tasques més perilloses, menys ergonòmiques, més exigents físicament o més estressants seran realitzades per màquines. A més, les tasques desenvolupades per humans estaran més protegides per la proliferació de sensors situats a les màquines, als vestits de protecció per mesurar aspectes com la fatiga del treballador o als exoesquelets (dispositius que s'adapten al cos humà i es converteixen en un suplement per ajudar a treballar amb major comoditat i seguretat).

Això pot donar noves oportunitats a col·lectius com ara les persones més grans, que podran treballar durant més temps i de forma més saludable, i les que tenen alguna discapacitat, les quals podran desenvolupar feines que fins ara els estaven vetades. No obstant això, si les facilitats tecnològiques no es posen al seu abast, un mercat laboral més flexible i competitiu podria portar a l'efecte contrari: la seva marginació.

Alhora, també hi ha un possible risc de degradació dels llocs de treball menys qualificats en un entorn molt automatitzat que només deixi petites activitats monòtones sobrants per ser desenvolupades per persones amb poca formació. Serien treballadors sota comanda (*work on-call*) per cobrir petits buits temporals o per treballar en sectors on les seves opcions declinen en la *round-the-clock-economy* (activitats o serveis disponibles les 24 hores).

3.6. Entrevistes a empreses

Aquest document es completa amb un petit treball de camp realitzat a partir d'entrevistes a algunes empreses industrials catalanes que estan implantant l'automatització a les seves plantes o estan planificant dur-la a terme properament.

La selecció d'empreses es va fer mitjançant contactes proporcionats per ACCIÓ⁴⁷ i per algunes empreses proveïdores de tecnologies 4.0. Les empreses entrevistades són, en bona part, del sector de l'automòbil (fabricants d'automòbils, de l'estructura del vehicle, de components metàl·lics, d'utilatge per al control de qualitat, etc.), però també companyies de maquinària i bens d'equipament, de productes metàl·lics, químiques, farmacèutiques i alimentàries. Així mateix, es van entrevistar empreses que ofereixen serveis d'assessorament i consultoria en tecnologies 4.0. Es va procurar entrevistar tant empreses de gran dimensió com pimes. En concret, es van prestar a col·laborar en aquest treball de camp les empreses següents: Avinent, Eurecat, Gestamp, Girbau, Meleghy, Nissan, Noel, Panreac, Promaut, Reig Jofré, Ripleg, Seat, Siemens i Tecnomatrix.

FIGURA 20

Empreses entrevistades

AVINENT®

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Gestamp

GIRBAU

MELEGHY Automotive



NOEL

Panreac

REIG JOFRE

PROMAUT

RIPLEG

SEAT

SIEMENS

tecno⁴matrix

Font: Elaboració pròpia.

⁴⁷ Agraïm la col·laboració de Carles Miranda, coordinador d'Indústria 4.0, i Lourdes Mochales, cap de Cooperació Tecnològica Internacional, que ens van orientar en aquesta selecció.

Les entrevistes es van dur a terme sobre qüestions com ara les següents:

- Quines tecnologies de la Indústria 4.0 estan ja incorporades o es preveu incorporar a tres anys vista (finals 2020) o a més llarg termini?
- Quins objectius es persegueixen amb la introducció d'aquestes tecnologies?
- Com afectarà això als canvis en l'organització del treball?
- Quins perfils professionals necessitaran contractar?
- Dels perfils professionals que tenen actualment contractats, quins no necessitaran en els propers tres anys?
- I quins necessitaran i rebran formació per adaptar-se a les noves tecnologies?
- Quins canvis es produiran en les condicions de treball en els propers tres anys? Contractes temporals vs. indefinits; contractació a temps complet vs. parcial; autònoms vs. assalariats; teletreball; previsió d'incrementos o reduccions salarials; incorporació de dones; conciliació de la vida laboral i familiar.
- Com afectarà la Indústria 4.0 a la seguretat i salut laboral?

Tot seguit s'exposen els **principals trets** de les entrevistes, els quals han permès validar la major part de les informacions que es recullen a la resta del present document.

D'entrada, val a dir que s'observa una implantació encara incipient de les tecnologies de la Indústria 4.0 a la major part de les empreses entrevistades. La Indústria 4.0 ha entrat a casa nostra de la mà de les grans empreses d'automoció, que són tractores de les noves tecnologies i estiren dels seus proveïdors. En canvi, les pimes en general estan més endarrerides i han de fer front a barreres d'entrada per implementar aquestes tecnologies.

De les entrevistes, no es pot anticipar quines tecnologies són les que estan més implementades, però es poden destacar els robots col·laboratius a l'automoció, la Internet de les coses a les indústries de fabricació de maquinària o la impressió additiva a les indústries on es fa un producte més personalitzat. Les principals idees que es van extreure de les entrevistes amb aquestes empreses són les que s'exposen tot seguit en tres blocs: implantació i estratègia, impacte laboral i sobre els perfils professionals, i organització del treball.

Pel que fa a la **implantació de les tecnologies 4.0 i l'estratègia** de les empreses per dur-la a terme, cal posar de relleu que:

- La difusió de la Indústria 4.0 entre les empreses catalanes encara és molt incipient.
- La implantació d'aquestes tecnologies, per tenir èxit, requereix una decisió estratègica i ha d'estar planificada. El fet que una companyia formi part d'un grup empresarial internacional on s'aposta per l'estratègia 4.0 accelera i determina el procés d'introducció. Els fabricants d'automòbils, amb les seves especificacions, afavoreixen la introducció als proveïdors de primer nivell (TIER 1).
- Sovint és necessària la introducció de canvis en l'organització, com poden ser:
 - Crear àrees d'IT o de tecnologia i innovació que depenguin directament de presidència i que liderin l'adopció de les noves tecnologies.

-
- Dotar els directors de les plantes d'una doble dependència: del director industrial corporatiu i del director que lidera la implantació de la Indústria 4.0 en l'àmbit corporatiu, tot i que en la majoria de les entrevistes realitzades la direcció d'operacions o producció continua mantenint el lideratge.
 - Crear lligams estrets entre els departaments d'R+D, producció i vendes.
 - Es preveu que l'organització es torni més plana i matricial; de moment és ja un fet que és necessària més comunicació, tant dins d'una mateixa unitat com entre unitats.
 - En alguns casos s'adopta el treball per projectes.
- Les noves tecnologies permeten a la direcció tenir una visió nítida sobre el que passa al llarg de la cadena de valor:
 - La cadena productiva està més integrada i les parts de l'empresa més interconnectades.
 - La informació sobre la cadena de producció, obtinguda a partir de sensors i processada a través d'indicadors i d'alarmes sobre possibles problemes, no requereix tanta presència física a la planta, però el seu responsable pot rebre *inputs* 24 hores / 7 dies a la setmana.
 - Algunes empreses observen que l'accés directe dels directius a les dades de producció ha aplanat l'estructura.
 - Se sap que es podrà tenir molta informació i coneixement, però encara, en els casos entrevistats, no s'ha abordat el potencial de l'increment de la informació.
 - La Indústria 4.0 ha de ser una eina orientada a resoldre problemes i traduir-se en beneficis. En aquelles empreses més capdavanteres s'ha posat l'èmfasi en el fet que la introducció de la tecnologia ha de venir d'una profunda detecció de necessitats, determinant en quina fase del procés hi ha un major potencial per aplicar-la i després prendre decisions sobre la tecnologia més adient. Actuar d'aquesta manera redueix la incertesa davant del canvi tecnològic. L'objectiu no ha de ser incorporar totes les tecnologies 4.0. En aquest sentit, els principals objectius que han perseguit les empreses per llançar-se a adoptar les noves tecnologies són:
 - Millorar la productivitat i la competitivitat: per exemple, mitjançant sensors que permetin adaptar la producció a variacions en el preu de l'energia i millorar així l'eficiència energètica. L'estandardització també aporta competitivitat i rendibilitat.
 - Millorar la rapidesa: reduir el *time to market* (TTM).
 - Manteniment del posicionament de la marca.
 - Manteniment de la quota de mercat. Alguna de les empreses ha remarcat que "si no es posen mesures per afrontar la digitalització, l'empresa morirà". Succeeix en sectors molt competitius a escala internacional.
 - La implantació de la sensorització i la robòtica obliga a estandarditzar sistemes i protocols. En canvi, la fabricació additiva permet la personalització del producte.
 - La digitalització obliga a adoptar mesures de seguretat per la naturalesa de les dades que generen els sensors i per la possibilitat d'accés de qualsevol operari a informació molt valuosa.
 - També suposa un increment de la flexibilitat en les relacions internes (entre empresa i treballadors) i externes (en la relació entre empresa i clients i proveïdors).

- Així mateix, requereix una adaptació de les habilitats dels treballadors, tal com s'explica a continuació.
- Cal que estigui vinculada a la política d'innovació.
- Troba una de les principals barreres en la important inversió que requereix.
- Les pimes manifesten que tenen màquines que no poden incorporar la tecnologia 4.0 però les segueixen fent servir perquè encara no estan amortitzades.
- En ocasions es produeix l'entrada de la tecnologia per la renovació de maquinària, l'ampliació de la producció o l'obertura d'una nova factoria. Alguns sectors manifesten que la nova maquinària és molt versàtil amb funcions vàlides per a un altre sector diferent. Les noves tecnologies s'han enfocat molt a la producció però també pensant en l'automatització de tasques d'oficina.

Pel que fa a l'**impacte laboral i sobre els perfils professionals**, cal destacar que:

- Una visió global ens indica que cal desdramatitzar la desaparició d'algunes ocupacions, en tant que se substituiran tasques (no ocupacions senceres) i que incrementarà la demanda d'altres ocupacions i fins i tot se'n crearan de noves.
- Desapareixeran feines manuals i repetitives que no aporten gran valor a les empreses com ara:
 - Persones que desenvolupen tasques de moviment de producte, tasca que les AGV (o vehicles autònoms guiats) poden fer de forma més eficient.
 - Treballadors de manteniment i reparacions en alguns casos, tot i que es demandaran els que facin manteniment predictiu. En altres sectors, el personal de manteniment té un paper important ja que és el que millor entén el comportament de la maquinària davant d'un problema.
 - Soldadors, tot i que ja s'han reduït molt en el passat.
 - Matricers, perquè s'estén la fabricació 3D.
 - Persones que desenvolupen tasques de muntatge i operaris de procés en general.
 - Tècnics de control de qualitat que realitzen assaigs perquè ara ho fa un enginyer virtualment.
 - El control de qualitat deixarà de fer-se en paper i passarà a fer-se en suport electrònic i de forma molt més automatitzada, de manera que augmenta la capacitat per processar informació i es redueixen els errors.
 - Conductors de carretons elevadors, com a conseqüència de la conducció autònoma, AGV.
 - Tasques d'oficina i administratives.
 - I, en general, operaris sense formació.
- Aquesta valoració depèn molt de la situació de partida de les empreses. Si la formació de base mínima que tenen els treballadors és FP de grau mitjà o assimilats, les empreses manifesten que no necessiten nous perfils professionals. Aquestes persones ja tenen la capacitat de transformació i d'adaptació a necessitats futures. En molts casos no es poden determinar. Les habilitats que les empreses necessiten sovint són les següents: capacitat per formar-se, interpretar i entendre el lloc de treball i poder evolucionar-hi conforme el lloc ho fa. En

aquesta situació, la introducció de les tecnologies de la Indústria 4.0 no suposa un nou paradigma, només una progressió de la situació inicial.

- En canvi, les empreses on la formació inicial dels treballadors és inferior al grau mitjà sí que parlen de perfils necessaris per afrontar les noves tecnologies.
- En general, no es preveu reduir plantilles, però sí que hi haurà reconversió de llocs de treball dins de les empreses, que passa per un augment de la formació interna.
 - Caldrà formació, sobretot en coneixements digitals.
 - Dificilment es formaran treballadors que facin tasques molt repetitives i de poc valor afegit.
 - Les persones més formades tenen accés a un major salari, però la formació interna proporcionada per l'empresa per adaptar-se a les noves tecnologies no suposa generalment un increment salarial, sinó la possibilitat de mantenir el lloc de treball.
 - Els tècnics de manteniment es poden reconvertir a mecatrònica o IT.
 - Les posicions amb formació en mecànica necessitaran complementar-la amb la formació en eines digitals, programació de robots, etc.
 - Els tècnics de control de qualitat hauran de reduir les tasques administratives i incrementar les tasques d'anàlisi de dades.
 - La disminució de tasques d'administració i oficines alliberarà temps per fer tasques analítiques.
 - Es valora la facilitat per a la interpretació de dades: persones que desenvolupin la seva tasca en producció i que a la vegada tinguin capacitat per formar-se en anàlisi de dades. No es tracta de sortir del seu lloc de treball, sinó que aquesta habilitat els ajudarà a interpretar una fallada d'un robot i com solucionar-la.
- Augmentarà la demanda d'estudis universitaris (en general titulacions STEM –*science, technology, engineering and mathematics*–). S'han anomenat moltes enginyeries destacant l'enginyeria informàtica o en IT, especialment amb coneixements de programació, ciberseguretat o intel·ligència artificial.
- Les empreses posen de manifest la dificultat per retenir talent, atès que la gent jove amb aquests perfils busquen un projecte que els motivi professionalment. Les empreses cercatalents competeixen per captar aquests perfils per als seus clients. A vegades cal anar a l'estranger per atreure aquests perfils però és difícil oferir uns salaris competitiu.
- Augmentarà la demanda d'estudis de formació professional en:
 - IT i digitalització
 - Mecànica i mecatrònica
 - Electricitat i electrònica
 - Sistemes informàtics i tractament de dades
 - Logística
 - Química
 - Automatització i robòtica

- Les empreses posen de manifest la dificultat per trobar personal amb formació professional dual. S'està fent un esforç, entre empreses i administració, en la formació professional dual perquè hi ha fortes mancances de personal amb aquesta qualificació.
- Els perfils d'enginyers cada vegada més es dediquen a tasques d'R+D i els perfils de formació professional a la producció.
- Augmentarà la demanda d'habilitats relacionades amb la intel·ligència creativa i social, com ara la capacitat de síntesi, d'anàlisi, de persuasió, de raonament o de relació.

Pel que fa a l'**organització del treball**, cal posar de relleu que:

- Pot augmentar en alguns casos la flexibilitat de les relacions entre treballadors i empresa, fet que es plasma a través de les transformacions que s'expliquen a continuació.
- Un cert augment del treball autònom per a tasques de:
 - manteniment de maquinària;
 - informàtics i processament de dades (sempre que no sigui informació crítica);
 - assaigs.
- Un augment relatiu del teletreball. On es pot observar més aquesta tendència es en tasques comercials, administratives i de manteniment, no com a norma, sinó com una manera d'oferir flexibilitat per mantenir una persona interessant per a l'empresa.
- No es preveuen canvis pel que fa a la conciliació de la vida personal i laboral.
- No es preveu que la Indústria 4.0 suposi una major ni menor incorporació de dones en aquestes indústries.
- Pel que fa a seguretat i salut laboral:
 - Es preveu una millora de la salut en les tasques que comporten càrrega de peces o perillositat.
 - No obstant això, les empreses apunten que hi pot haver més estrès com a conseqüència de l'excés d'informació i la dificultat per destriar la més rellevant de la que no ho és (infoxicació) i com a conseqüència d'enfrontar-se a una nova manera de treballar, més relacionada amb el món digital (especialment per a les persones de més edat i menys qualificació).
 - És necessari fer formació sobre els nous riscos que apareixeran: per exemple, en la conducció autònoma.
 - Per pal·liar-ho, algunes empreses han apostat per roba per a operaris que incorpora sensors que els avisen quan detecten una situació de risc o pels exoesquelets, que permeten als operaris suportar càrregues amb més comoditat.
 - També es pot estendre la *gamificació*: fer que els llocs de treball s'assemblin a un joc per tal de fer-los més agradables.



L'adaptació
al canvi

Enfront de tot el que s'ha exposat fins aquí, què cal fer? Els efectes laborals que han anat sorgint al llarg d'aquest treball, tot i que s'allargaran en el temps, es poden començar a afrontar amb actuacions a curt termini per tal de facilitar una adaptació al canvi en la qual hi hauran de tenir part activa tots els agents implicats. Com diu el World Economic Forum (2016), per al **govern**, el desafiament de la Indústria 4.0 implica innovar en educació i en política laboral per tal de facilitar l'evolució de les habilitats de la força de treball; per al **sector educatiu**, significa un gran ventall de noves oportunitats de negoci, amb nous serveis als individus, als emprenedors, a les grans corporacions i al sector públic; per a les **empreses**, si volen capitalitzar les oportunitats, caldrà que posin el desenvolupament del talent i els recursos humans en el centre de la seva estratègia de futur. Les companyies ja no poden ser consumidores passives de capital humà preparat externament.

Incidint en el paper de les empreses, McKinsey (2017a) recomana que considerin com **recol·locar** el seu personal excedent, ja sigui dins de la mateixa empresa o arreu, per tal de millorar el seu rendiment i, alhora, per responsabilitat social corporativa. Els programes de formació contínua seran importants per ajudar els treballadors a aprendre nous rols i desenvolupar noves activitats.

Així mateix, sembla que és crític per a les empreses que l'adopció de la Indústria 4.0 sigui una **decisió estratègica** corporativa que impliqui tota l'organització, de dalt a baix, tal com en el seu dia va passar amb l'adopció de la innovació com a factor competitiu clau. Això comporta també cercar estructures, processos i models de negoci que refermin els avanços tecnològics i les habilitats humanes. No hi ha perill que s'esgotin les possibles combinacions en aquests camps. Fins i tot si es congela l'avanç tecnològic avui, hi ha tantes maneres de configurar les diferents aplicacions, màquines, tasques i canals de distribució per crear nous processos i productes que mai es podrien esgotar (Brynjolfsson i McAfee, 2012).

Quant al paper del govern, a més de la política de formació, que es desenvolupa més endavant, hi ha actuacions a fer en el marc de moltes polítiques.

En **política laboral**, seguint les propostes del *Llibre Blanc* alemany sobre el treball 4.0 (Ministry of Labour and Social Affairs, Alemanya, 2017) cal, en primer lloc, equilibrar les necessitats de **flexibilitat** de les empreses i dels ocupats, cosa que pot beneficiar-los als dos ja que la flexibilitat sense seguretat podria desmotivar les persones a millorar la seva qualificació mentre que la seguretat sense flexibilitat podria perjudicar la creativitat i la innovació. Els ocupats volen augmentar la seva sobirania individual per decidir com organitzen el seu temps de treball; que es tinguin en compte les seves expectatives i necessitats i que es protegeixi el seu temps lliure, ja que els límits entre temps de treball i d'oci esdevenen cada cop més borrosos. Les empreses, al seu torn, cerquen eficiència i disponibilitat. En aquest marc, els poders públics hauran de supervisar temes com ara el treball a temps parcial involuntari, l'expectativa que els ocupats estiguin localitzables a tota hora, les hores extraordinàries no remunerades, les vacances no utilitzades i l'incompliment dels períodes de descans.

En segon lloc, cal tenir present que l'impacte laboral de la Indústria 4.0 també és molt important en activitats no estrictament industrials, com ara les **plataformes** de serveis compartits (Uber, Deliveroo, Cabify...). Aquestes plataformes poden generar beneficis per als seus usuaris, però també poden deteriorar les condicions de treball dels seus empleats. Aquesta dualitat es coneix amb el nom del *dilema del client* i, per abordar-la, es poden establir acords entre empreses, associacions de consumidors, sindicats i administració sobre estàndards socials o les pimes poden col·laborar per crear plataformes alternatives que les acostin als consumidors.

En tercer lloc, en l'àmbit de la **salut i higiene** en el treball, hi ha un consens generalitzat en el fet que la Indústria 4.0 representarà una clara millora en les feines físiques més dures, pesades i monòtones però, tot i així, caldrà desenvolupar accions de prevenció sobre la tensió psicològica a la feina. A grans trets, cal atendre aspectes com l'esvaïment dels límits entre temps de treball i d'oci, la intensificació del treball i l'augment de la flexibilitat i la mobilitat. De fet, ja actualment es detecta un augment de les patologies vinculades a l'estrès en paral·lel a la progressiva transformació del món del treball.

En quart lloc, davant l'esvaïment de la línia divisòria entre ocupació i **autoocupació**, cal evitar buits en la protecció social. Per això, el *Llibre Blanc* proposa acostar les assegurances de pensions dels autònoms a les dels assalariats, així com encoratjar els autònoms a afirmar conjuntament els seus interessos per la via d'estructures de negociació col·lectiva.

Per últim, atès que la quarta revolució industrial és un fenomen que transcendeix les fronteres nacionals, seria desitjable iniciar un **diàleg en l'àmbit europeu**, emmarcat en l'Agenda Digital i com a part del debat sobre l'establiment del Pilar Europeu dels Drets Socials, el qual s'està encetant en un procés fonamental de reflexió sobre la dimensió social de la UE.

Quant a les **polítiques no laborals**, McAfee (2015) proposa millores en les infraestructures (de comunicacions i de telecomunicacions); suport a l'emprenedoria de negocis creatius (els quals potencien la innovació i generen llocs de treball); suport a la immigració (especialment amb talent i ambició); i impuls a la recerca bàsica. Són mesures que beneficien al conjunt de l'economia per diferents motius però que també són necessàries per al desplegament ràpid i eficient de la Indústria 4.0.

També amb un enfocament general, Méda (2016), en un treball per a l'Organització Internacional del Treball, proposa apostar per una **revolució ecològica** que compensi la pèrdua de llocs de treball deguda al canvi tecnològic. Afirmar que la revolució ecològica implicaria l'estimulació de sectors (aïllament d'edificis, energies renovables, transport públic, etc.) que generarien més llocs dels que es perdrien pel declivi de les activitats més contaminants.

Un tema molt rellevant que ha sorgit al llarg d'aquest treball és el del previsible increment de la **desigualtat** derivat de la desaparició de tasques rutinàries amb alta probabilitat d'automatització i que provocarà que hi hagi treballadors que no puguin ser reconvertits i perdin la seva feina o, per conservar-la, hagin d'acceptar rebaixes salarials. Per combatre-la, a més de la millora de la formació, es proposen diferents instruments que s'expliquen a continuació.

Unicredit (2016) planteja que els empleats (alguns o tots) **participin en el capital** social de les empreses, ja sigui de forma directa o indirecta, parcial o total, ja que és la forma de propietat que té més benefici potencial per tractar amb els efectes de la robotització i la caiguda del pes de les rendes del treball. En aquest sentit, esmenta els *Employee stock ownership plans* (ESOP), vigents als Estats Units des del 1974 i que actualment compten amb gairebé 14 milions de participants, i les cessions d'accions (o equivalents) als empleats. En el cas espanyol, cita la Corporació Mondragón com a exemple. Aquesta mesura permetria que els treballadors afegissin rendes del capital a les seves rendes del treball i té avantatges enfront d'altres com ara l'augment dels salaris o la redistribució de la riquesa i de la renda per mitjà de mesures fiscals. Els augments de salaris per la via d'augmentar, per exemple, el salari mínim, acceleraria i intensificaria la substitució de factor treball per capital. Així mateix, una mesura fiscal com la renda bàsica universal es veuria limitada per restriccions pressupostàries i per l'envelliment de la població.

Tanmateix, l'establiment d'una **renda bàsica universal** és una mesura que altres autors proposen per al debat (McKinsey 2017a) o fins i tot hi donen suport (Ford, 2015). Aquest darrer autor estima que si cada ciutadà dels Estats Units d'entre 21 i 65 anys (o de més de 65 sense pensió) rebés una renda incondicional de 10.000 dòlars anuals, el cost públic brut seria de prop de 2 bilions de dòlars. Caldria restar-hi l'estalvi per l'eliminació de nombrosos programes antipobresa i assistencials, per la qual cosa el cost net podria quedar en 1 bilió, el qual s'hauria de finançar amb nous impostos o l'increment dels existents. No obstant això, la renda bàsica estaria subjecta a imposició i faria pujar les rendes de les llars que ara no arriben al mínim exempt. A més, la renda bàsica faria augmentar el consum i l'activitat i, per tant, la recaptació fiscal, de manera que, en el límit, podria ser que arribés a ser autofinançable. Els guanys econòmics de la renda bàsica universal augmentarien en el temps a mesura que avanci la tecnologia i l'economia esdevinguí més intensiva en capital.

En qualsevol cas, el debat sobre la renda bàsica universal està tot just començant, també al nostre país (vegeu Coll i Ferràs 2017 i Puig 2016), i calen treballs amb càlculs més precisos i aprofundits per tal de tenir un suport més consistent per validar o desestimar la bondat de la seva implantació.

En aquest context, autors com ara Rotman (2014) opinen que preguntar-nos si la tecnologia causa desigualtat és equivocat ja que la pregunta hauria de ser com l'avanç tecnològic canvia la demanda relativa de treballadors amb alta i amb baixa formació i com ens estem adaptant a aquests canvis. Per aquest motiu, el **focus principal hauria de ser la formació**, l'educació i l'ensenyament de les habilitats correctes. És a dir, no es tracta només d'augmentar la quantitat de formació, a tots els nivells, sinó d'ensenyar habilitats no cognitives que facin que les carreres dels estudiants siguin *a prova de robots*.

EXEMPLES D'HABILITATS NO COGNITIVES QUE CAL FOMENTAR:

Autoconfiança, autoestima, autogestió, capacitat relacional, habilitat negociadora, capacitat de lideratge, aptitud per al treball en equip, empatia, creativitat, proactivitat, adaptació als canvis, resiliència, capacitat d'aprendre, aplicar i adaptar, etc.

Font: Manpower, 2017.

Segons Heckman i Masterov (2007), hi ha una tendència a augmentar la remuneració salarial de les persones amb capacitat de síntesi, pensament crític i altres habilitats analítiques.

La disrupció, la destrucció, la redistribució i la recreació del treball no és res nou. La diferència ara és que els cicles de les habilitats són més curts que mai i el canvi es produeix a una escala sense precedents, de manera que el 65% dels treballs que tindrà la generació Z (els nascuts d'ençà els anys noranta) encara no existeixen (Manpower, 2017). La necessitat d'itineraris formatius amb habilitats rellevants i ganes d'aprendre de forma continuada serà més gran que mai en aquesta revolució de les habilitats, on el focus haurà d'estar en el desenvolupament de carreres resilients, en lloc de simplement ocupacions. Ajudar la gent a formar-se i adaptar-se a aquest món en ràpid canvi serà el repte laboral més important.

L'ocupabilitat (la capacitat d'obtenir i mantenir una feina) no dependrà més del que un ja sap sinó del que un estigui disposat a aprendre.

Font: Manpower, 2017.

Per aquest motiu, caldria un **seguiment regular de la demanda** de mà d'obra qualificada, amb exercicis de prospectiva i amb una política de foment d'habilitats estratègiques que hauria de ser el pilar de la política d'ocupació davant la transformació digital, la qual hauria de procurar alinear tres tipus diferents d'objectius i interessos: els treballadors volen perspectives de carrera professional i una vida laboral exitosa; les empreses necessiten personal qualificat per tal de ser competitives; i la societat vol que hi hagi el major nombre possible de persones incorporades al mercat laboral. Els tres comparteixen un interès per una major inversió en formació.

Cal que, per tal de fer front a la desigualtat, bona part d'aquesta inversió sigui en **educació pública** de qualitat com a instrument que portaria cap a una societat en la qual l'èxit educacional no estigui tan estretament lligat al nivell de renda familiar com ho està ara.

Per al cas de Catalunya, la situació actual de la formació s'ha exposat al capítol 2.3, on ha quedat palès un decalatge entre oferta i demanda de professionals per a la indústria en general i per a la Indústria 4.0 en particular. Conseqüentment, cal, d'una banda, fomentar les **vocacions industrials**, sobretot entre les dones i, de l'altra, **adaptar els continguts** curriculars a la Indústria 4.0. Les empreses demanen persones amb uns perfils professionals força concrets i especialitzats, que puguin adaptar-se als canvis que el sector va generant, com per exemple la capacitat d'adaptació de llenguatges de programació, el coneixement pràctic i real en sistemes operatius i dispositius en xarxa, la capacitat d'analitzar grans quantitats de dades o la programació robòtica. Tot i que en els darrers anys s'han creat o adaptat algunes titulacions, les empreses continuen pensant que els continguts curriculars impartits a l'aula no estan suficientment adaptats per dotar els futurs graduats de les competències necessàries en matèria d'Indústria 4.0 i troben que cal millorar l'adquisició de les competències transversals, cada cop més valorades, com ara els idiomes, el treball en xarxa i les habilitats no cognitives abans esmentades.

Pel que fa concretament a perfils professionals, la Indústria 4.0 comportarà un canvi en la demanda: el nombre de personal no qualificat i semiqualficat anirà en descens i es crearan nous llocs de treball d'alta qualificació, sobretot vinculats a les tecnologies de la informació i a les habilitats digitals. Analistes de dades, dissenyadors d'aplicacions i de robòtica, entre altres, són perfils que les empreses, tecnològiques i no tecnològiques, estan demandant cada vegada més. A més de noves professions, apareixen nous perfils directius, com ara CIO (Chief Information Officer), CDO (Chief Data Officer), CRO (Chief Robotic Officer) o CSO (Chief Security Officer) (Barro, 2017).

En aquest camp, Randstad (2016) ha fet un estudi detallat sobre la demanda de **professions STEM** (ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques) a Espanya i conclou que:

- L'ocupació STEM és més resilient a la commoció econòmica. En les recessions, se sol associar amb majors nivells de productivitat, de creixement de la productivitat i d'increment de l'ocupació.
- Les polítiques que potencien l'ocupació STEM poden generar repercussions positives que afectin nombroses activitats, incloses les no STEM. Tenen, per tant, un efecte multiplicador.
- L'estudi suggereix una relació positiva entre una major i millor inversió en educació (de nivell superior) i el percentatge d'ocupació STEM, per la qual cosa la inversió en formació universitària en general seria una via per afrontar la disminució del 3,3% anual en el nombre d'estudiants en carreres STEM.



Agraiments

Els autors volen fer constar el seu agraïment a totes aquelles persones que amb la seva col·laboració han contribuït a la realització d'aquest treball, especialment als professionals de les empreses i institucions que s'enumeren a continuació:

Sergio **Alcaraz**, de Nissan

Jordi **Aulí**, de Girbau

Jordi **Batlle**, de Ripleg

Amalia **Bautista**, de Melegthy Autotmotive

Raül **Blanco**, de l'Ajuntament de l'Hospitalet de Llobregat

Laura **Carnicero**, de Seat

José Ramón **Castro**, de Siemens

Jorge **Claramunt**, de Seat

Xavier **Conesa**, de Tecnomatrix

Cinta **Daudé**, de la Fundació Barcelona FP

Jordi **Duch**, de Noel Alimentació

Carme **Esclapés**, de Reig Jofré

Valentí **Freixanet**, de Girbau

Albert **Giralt**, d'Avinent Implant System

Roser **Gomila**, de Reig Jofré

Óscar **González**, de Melegthy Automotive

Joan **Guasch**, d'EURECAT

Laia **Guinovart**, d'EUROSTAT

Enric **Jo**, de Reig Jofré

Ana **Liesa**, de Nissan

Xavier **López**, de l'Observatori del Treball i Model Productiu

Daniel **Marco**, de la Secretaria de Telecomunicacions, Ciberseguretat i Societat Digital

Joan **Matutano**, de Promaut

Tomàs **Megia**, d'ACCIÓ

Carles **Miranda**, d'ACCIÓ

Lourdes **Mochales**, d'ACCIÓ

Francesc **Perarnau**, de Gestamp

Gemma **Pérez**, de Panreac Química

Juan **Pino**, de Seat

Carme **Poveda**, de la Cambra de Comerç de Barcelona

Anna **Punyet**, de la Fundació Barcelona FP

Manuela **Redondo**, de l'Observatori del Treball i Model Productiu

David **Rodilla**, de Meleghy Automotive

Inma **Rodríguez**, d'ACCIÓ

Àlex **Rostoll**, de la Secretaria de Telecomunicacions, Ciberseguretat i Societat Digital

Cristina **Rovira**, d'Idescat

José Antonio **Ruiz Vigo**, de Panreac Química

Carme **Saborit**, d'Idescat



Bibliografia
i webgrafia

Bibliografia

- ACCIÓ (2017): *Mapeig i anàlisi de la Indústria 4.0 a Catalunya*. 15 de desembre. Departament d'Empresa i Coneixement. Generalitat de Catalunya.
- ACEMOGLU, D. i AUTOR, D. (2011): *Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings*, Handbook of labor economics, vol. 4, p. 1043-1171.
- ACEMOGLU, D. i RESTREPO, G. (2016): *The Race Between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment*, NBER Working Paper.
- ACEMOGLU, D. i RESTREPO, G. (2017): *Robots and jobs: evidence from US labor markets*, NBER Working Paper.
- ALLEN, R. C. (2009): *Engels' pause: Technical change, capital accumulation, and inequality in the british industrial revolution*, Explorations in Economic History, 46(4), 418-435.
- ARNTZ, M., T. GREGORY i U. ZIERAHN (2016): *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, París.
- ARTHUR, W.B. (2009): *The Nature of Technology: What it is and How it Evolves*. The Free Press and Penguin Books.
- AUTOR, D., LEVY, F. i MURNANE, R.J. (2003): *The skill content of recent technological change: An empirical exploration*, The Quarterly Journal of Economics, vol. 118, n. 4, p. 1279-1333.
- AUTOR, D. i DORN, D. (2013): *The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market*, American Economic Review, 103(5), p. 1553-1597.
- AUTOR, D. (2015): *Why are there still so many jobs?*, Journal of Economic Perspectives, p. 3-30.
- BARRO, S. (2017): *Empleo de personas y máquinas*. Revista ICE núm. 897. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.
- BAUMAN, Z. et al. (2016): *Estado de crisis*. Ed. Paidós Ibérica.
- BAUMOL, W. (1967): *Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis*, The American Economic Review, vol. 57, n. 3, p. 415-426.
- BARCELONA ACTIVA (2015): *Impacte i potencial de la impressió 3D en l'ocupació*. Oportunitats a Barcelona i Catalunya.
- BLANCO, R. i POVEDA, C. (2013): *Anàlisi comparada dels factors de competitivitat a la indústria catalana*. Memòria Econòmica de Catalunya 2012. Consell General de Cambres de Catalunya.
- BLANCO, R., FONTRODONA, J. i POVEDA, C. (2018): *La industria 4.0: el estado de la cuestión*. Economía Industrial núm. 406. Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital.

-
- BONIN, H., GREGORY, T. i ZIERAHN, U. (2015): *Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Endbericht Kurzexpertise* Nr. 57, Mannheim: ZEW.
- BOSTON CONSULTING GROUP (2015): *Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?*
- BRYNJOLFSSON, E. i MCAFEE, A. (2012): *Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy*, Digital Frontier Press Lexington, MA.
- BRYNJOLFSSON, E. i MCAFEE, A. (2014): *The Second Machine Age. Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. Ed. W.W. Norton & Company, Nova York.
- CAIXABANK RESEARCH (2017): *Focus. Polarització de l'ocupació a la zona euro*. Informe mensual juliol-agost.
- CANALS, C. (2016): *Automatització: la por del treballador*. Informe mensual de febrer de 2016. CaixaBank Research.
- CYBERSECURITY VENTURES (2017): *2017 Cybercrime report*.
- COL·LEGI D'ECONOMISTES DE CATALUNYA (2017): *Enquesta d'opinió dels economistes*. Juliol.
- COLL, J.M. i FERRÀS, X. (2017): *Economía de la felicidad*. Plataforma Editorial.
- COMISIÓN NACIONAL DE LOS MERCADOS Y LA COMPETENCIA CNMC (2016): *Nuevos modelos de prestación de servicios y la economía colaborativa*. Conclusiones preliminares de la CNMC.
- COMISSIÓ EUROPEA (2016): *Advancing the Internet of Things in Europe*.
- COMISSIÓ EUROPEA (2017): *Digital Transformation Scoreboard 2017: Evidence of positive outcomes and corrent opportunities for EU businesses (DTS)*. DG Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs.
- DAUTH, W., FINDEISEN, S., SUEDEKUM, J. i WOESSNER, N. (2017): *German robots. The impact of industrial robots on workers*. Discussion Paper 12306. Centre for Economic Policy Research. Londres.
- DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA I CONSELL GENERAL DE CAMBRES DE CATALUNYA (2017): *Inserció laboral dels ensenyaments professionals 2016*.
- EUROFOUND (2017): *Occupational change and wage inequality. European Jobs Monitor 2017*. Publications Office of the European Union. Luxemburg.
- EY (2016): *Global 3D Printing Report 2016*.
- FEDERAL MINISTRY OF LABOUR AND SOCIAL AFFAIRS, Germany (2017): *White paper. Work 4.0*.

- FERNÁNDEZ, M.J. (2017): *Características del empleo creado en la recuperación 2014-2016*. Cuadernos de Información Económica núm. 258. FUNCAS.
- FERNÁNDEZ, M.A. i PAJARES, R. (2017): *La digitalización del mundo industrial*. Economía industrial número 405. Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital.
- FONTRODONA, J. i BLANCO, R. (2014): *Estat actual i perspectives de la impressió en 3D*. Articles d'economia industrial número 1. Departament d'Empresa i Ocupació. Generalitat de Catalunya.
- FORD, M. (2015): *Rise of the robots. Technology and the threat of a jobless future*. Basic Books.
- FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SYSTEMS AND INNOVATION RESEARCH (2015): *Analysis of the Impact of Robotic Systems on Employment in the European Union*. European Commission. DG Communications Networks, Content & Technology.
- FREY, K. B. i OSBORNE, M. (2013): *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*, Document de treball.
- FREY, K. B. i OSBORNE, M. (2014): *Agiletown: the relentless march of technology and London's response*, Deloitte.
- FREY, K. B. i OSBORNE, M. (2015): *Technology at work. The future of innovation and employment*, Citi GPS: Global Perspectives & Solutions, Citibank.
- FREY, K. B. i OSBORNE, M. (2017): *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?*, Technological Forecasting & Social Change, Elsevier, vol. 114, p. 254-280.
- FUNDACIÓ BCN FORMACIÓ PROFESSIONAL (2017): *Els sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona. Sector: Indústria 4.0*. Observatori de l'FP a Barcelona.
- IFR (2017): *World Robotics 2017 Industrial Robots*.
- GARCÍA-ARENAS, J. (2016): *La nova política industrial: reptes i oportunitats*, CaixaBank Research, Informe Mensual de novembre de 2016.
- GOLDIN, C. i KATZ, L. F. (2008): *The Race between Education and Technology*.
- GOOS M., MANNING A. i SALOMONS A. (2009): *Job polarization in Europe*, The American Economic Review, vol. 99, no. 2, p. 58-63.
- GOOS M., MANNING A. i SALOMONS A. (2014): *Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring*, The American Economic Review, 104(8), p. 2509-2526.
- GREGORY, T., SALOMONS, A. i ZIERHAHN, U. (2016): *Racing with or against the machine? Evidence from Europe*. ZEW, Discussion Paper, 16-053.

-
- GUTIÉRREZ-DOMÈNECH, M. (2016): *La ineludible metamorfosi del mercat de treball: com pot ajudar l'educació?* Informe mensual de febrer de 2016. CaixaBank Research.
- HALDANE, A. (2015): *Labour's share*, discurs del 12 de novembre de 2015 al Trades Union Congress, Londres.
- HARRIS, S. i KRUEGER, A. (2016): *A Proposal for modernizing labor laws for the twenty-first-century work: the 'Independent Worker'*, Policy Brief 2015-10, The Hamilton Project.
- HECKMAN, J.J. i MASTEROV, M.A. (2007): *The productivity argument for investment in Young children*. NBER Working Paper núm. 13016.
- KEYNES, J. M. (1930): *The Economic Possibilities for our Grandchildren*, Essays in persuasion, p. 358-73.
- KOPPENS, F. (2016): entrevista a *La Contra* de La Vanguardia del dia 6 de febrer de 2016.
- MANPOWER (2017): *A skills revolution. From consumers of work to builders of talent*.
- MARTÍNEZ, C. (2016): *La indústria com a eix de transformació: passat, present i futur*, CaixaBank Research, Informe Mensual de novembre de 2016.
- MATZLER, K. et al. (2014): *Adapting to the Sharing Economy*. MIT Sloan Management Review.
- MCAFFEE, A. (2015): *Back to basics with Old McDonald*, Financial times blog, 12 març.
- MCKINSEY & COMPANY (2015): *Four Fundamentals of Workplace Automation*. McKinsey Quarterly, novembre de 2015.
- MCKINSEY & COMPANY (2016): *Where Machines could replace humans and where they can't (yet)*. McKinsey Quarterly, juliol de 2016.
- MCKINSEY & COMPANY (2017a): *A future that works: automation, employment, and productivity*, McKinsey Global Institute.
- MCKINSEY & COMPANY (2017b): *Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation*, McKinsey Global Institute.
- MÉDA, D. (2016): *The future of work: the meaning and value of work in Europe*. ILO Research Paper núm. 18. International Labour Office.
- MESTRES, J. (2016a): *El futur de la indústria a Espanya*, CaixaBank Research, Informe Mensual de novembre de 2016.
- MESTRES, J. (2016b): *Com aprofitar l'impacte positiu del canvi tecnològic en l'ocupació?*, CaixaBank Research, Informe Mensual de febrer de 2016.
- MILLER, B. i ATKINSON, R.D. (2013): *Are robots taking our jobs, or making them?* The Information Technology & Innovation Foundation ITIF, setembre.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO (2015): *Industria conectada 4.0. La transformación digital de la industria española*.

- MOKYR, J. (2005): *Long-term economic growth and the history of technology*, Handbook of economic growth, vol. 1, 1113-1180.
- MOKYR J., VICKERS C. i ZIEBARTH N. L. (2015), *The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?*, The Journal of Economic Perspectives, 29.3 (2015), p. 31-50.
- MORRON, A. (2016a): *La indústria ha mort! Llarga vida a la indústria!*, CaixaBank Research, Informe Mensual de novembre de 2016.
- MORRON, A. (2016b): *Arribarà la Quarta Revolució Industrial a Espanya?*, CaixaBank Research, Informe Mensual de febrer de 2016.
- MORRON, A. (2017): *Ensenyar a aprendre: l'educació davant el canvi tecnològic*, CaixaBank Research, Informe Mensual de maig de 2017.
- NORDHAUS, W. D. (2015): *Are We Approaching an Economic Singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth*, NBER Working Paper, 21547.
- OBSERVATORIO ADEI (2017): *El trabajo del futuro*.
- PAJARINEN, M. i ROUVINEN, P. (2014): *Computerization Threatens One Third of Finnish Employment*. ETLA Brief No 22.
- PARLAMENT EUROPEU (2016): *Big data and data analytics The potential for innovation and growth*. European Parliamentary Research Service, setembre.
- POVEDA, C. (2015): *La nova indústria. Actualització de les dades a partir de les taules input-output de Catalunya*. Articles d'economia industrial número 3. Departament d'Empresa i Ocupació, Generalitat de Catalunya.
- POVEDA, C., BLANCO, R. i FONTRODONA, J. (2017): *La indústria 4.0 a Catalunya*. Monogràfic de la Memòria Econòmica de Catalunya 2016. Consell General de Cambres de Catalunya.
- PRATT, G. A. (2015): *Is a Cambrian Explosion Coming for Robotics?*, The Journal of Economic Perspectives, vol. 29, n. 3, p. 51-60.
- PUIG, M. (2016): *Una proposta eclèctica contra la pobresa*. Nota d'Economia núm. 103. Departament de la Vicepresidència i d'Economia i Hisenda, Generalitat de Catalunya.
- PWC (2018): *Will jobs really steal our jobs? An International analysis of the potential long term impact of automation*. Pricewaterhouse-coopers LLP.
- RANSTAD RESEARCH (2016): *La digitalización: ¿crea o destruye empleo?*
- RIFKIN, J. (1995): *The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era*. Putnam Publishing Group.
- RIFKIN, J. (2000): *La era del acceso*. Ediciones Paidós.

-
- ROLAND BERGER (2014): *Industry 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed.*
- ROTMAN, D. (2014): *Technology and inequality?*, MIT Technology Review, 21 octubre.
- RUESSMANN, M. *et al.* (2015): *Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.* The Boston Consulting Group.
- SANDER, A. (2014): *The Rise of Robotics.* BCG Perspectives. The Boston Consulting Group.
- SMIT, J. *et al.* (2016): *Industry 4.0.* Directorate General for Internal Policies. European Parliament.
- SIRKIN, H. L. *et al.* (2015): *The Robotics Revolution. The Next Great Leap in Manufacturing.* The Boston Consulting Group.
- SIRKIN, H. L. *et al.* (2015b): *Why Advanced Manufacturing Will Boost Productivity?* BCG Perspectives. The Boston Consulting Group.
- SUSSKIND, D. i SUSSKIND, R. (2016): *Technology will replace many doctors, lawyers and other professionals*, Harvard Business Review, 11 d'octubre.
- TSUSAKA, M. (2016): *Three Ways for Companies to Succeed in the Fourth Industrial Revolution.* BCG Perspectives. The Boston Consulting Group.
- UNICREDIT (2016): *The rise of the machines: economic and social consequences of robotization.* Unicredit Global Themes Series núm. 36.
- VOGLER-LUDWIG, K., DÜLL, N. i KRIECHEL, B. (2016): *The German labour market 2030. Economy and labour market in the digital age.* Economix Research and Consulting.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2016): *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution.* Global Challenge Insight Report.

Webgrafia

- Adecco: <http://www.adeccorientaempleo.com/sector-tic-informe-grupo-adecco/>
- Basque Industry 4.0: <http://www.spri.eus/es/basque-industry>
- Building our industrial strategy: <https://www.gov.uk/government/consultations/building-our-industrial-strategy>
- CB Insights: <https://www.cbinsights.com/research/arvr/>
- CEDEFOP: <http://www.cedefop.europa.eu/it/publications-and-resources/statistics-and-indicators/statistics-and-graphs/learning-doing-importance>

- China Labour Bulletin 2016: <http://www.clb.org.hk/>
- DFKI: <http://m.eet.com/media/1201911/Industry-1-to-4-timeline.jpg>
- *High Tech Strategy 2020 in Germany*: https://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_eng.pdf
- *Industrial Internet Consortium*: <http://www.iiconsortium.org/>
- *Industrie de Futur*: <https://www.economie.gouv.fr/nouvelle-france-industrielle/accueil>
- *Iniciativa Vanguard*: <http://www.s3vanguardinitiative.eu/>
- *Iniciativa ICT Innovations for Manufacturing SMEs (I4MS)*: <http://i4ms.eu>
- *Iniciativa Smart Anything Everywhere*: <https://smartanythingeverywhere.eu/>
- *Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group (2015): https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/
- *International Data Corporation IDC*: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS42321417>
- *La Industria Conectada 4.0*: <http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/Index.aspx>
- *La Nouvelle France Industrielle*: <https://www.economie.gouv.fr/presentation-nouvelle-france-industrielle>
- *Mercat Únic Digital Europeu*: <http://www.consilium.europa.eu/es/policies/digital-single-market-strategy/>
- *Observatori per a l'Ocupació en l'Era Digital*: <http://feriadelemplo.es>
- *Plattform Industrie 4.0*: <http://www.plattform-i40.de>
- *US National Advanced Manufacturing Portal*: <https://www.manufacturing.gov/>



Annexos

Annex 1.
Ocupacions segons probabilitat d'automatització als Estats Units

En aquest annex es mostra una llista de 702 ocupacions de l'economia nord-americana, classificades segons la Standard Occupation Classification (SOC) dels Estats Units, i la seva probabilitat d'automatització segons els càlculs realitzats per Frey i Osborne (2017).

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
1	Asseguradors	13-2053	99,00
2	Preparadors d'impostos	13-2082	99,00
3	Tècnics matemàtics	15-2091	99,00
4	Examinadors, analistes de títols i gestors de cerca de títols	23-2093	99,00
5	Tècnics de biblioteca	25-4031	99,00
6	Representants de telemàrqueting	41-9041	99,00
7	Oficinistes d'obertura de comptes	43-4141	99,00
8	Agents de càrrega i nòlit	43-5011	99,00
9	Operadors d'equips d'introducció de dades	43-9021	99,00
10	Relotgers	49-9064	99,00
11	Costurers manuals	51-6051	99,00
12	Treballadors de procés fotogràfic i operadors de màquina de processament fotogràfic	51-9151	99,00
13	Ajustadors, examinadors i investigadors de reclamacions	13-1031	98,00
14	Taxadors d'assegurança d'automòbils	13-1032	98,00
15	Analistes de crèdit	13-2041	98,00
16	Oficials de préstec	13-2072	98,00
17	Àrbitres, jutges esportius i altres oficials esportius	27-2023	98,00
18	Operadors de ràdio	27-4013	98,00
19	Venedors de peces	41-2022	98,00
20	Models	41-9012	98,00
21	Empleats de tenidoria de llibres, comptabilitat i auditoria	43-3031	98,00
22	Oficinistes auxiliars de compres	43-3061	98,00
23	Caixers d'institucions financeres	43-3071	98,00
24	Oficinistes de correatge	43-4011	98,00
25	Empleats de gestió de comandes	43-4151	98,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
26	Oficinistes de despatx, recepció i tràfic	43-5071	98,00
27	Secretaris legals	43-6012	98,00
28	Oficinistes de processament de reclamacions i pòlisses d'assegurança	43-9041	98,00
29	Muntadors i ajustadors de dispositius de temps	51-2093	98,00
30	Preparadors, operadors i encarregats de màquina eina de fresar i allisar, metall i plàstic	51-4035	98,00
31	Inspectors, examinadors, classificadors, mostrejadors i pesadors	51-9061	98,00
32	Operadors i encarregats de màquines d'emplenar i envasar	51-9111	98,00
33	Gravadors i talladors	51-9194	98,00
34	Conductors/Venedors	53-3031	98,00
35	Contractistes de mà d'obra agrícola	13-1074	97,00
36	Tècnics en ciències agrícoles i dels aliments	19-4011	97,00
37	Amfitrions de restaurants, bars i establiments de servei de cafè	35-9031	97,00
38	Operadors, fumigadors i aplicadors de pesticides, vegetació	37-3012	97,00
39	Operadors de projectors de cinema	39-3021	97,00
40	Caixers	41-2011	97,00
41	Empleats de mostrador i de lloguer	41-2021	97,00
42	Corredors de béns immobles	41-9021	97,00
43	Operadors telefònics	43-2021	97,00
44	Oficinistes de nòmina i de registre d'hores treballades	43-3051	97,00
45	Autoritzadors, verificadors i empleats de crèdit	43-4041	97,00
46	Oficinistes d'arxiu	43-4071	97,00
47	Avaluadors i taxadors d'arbres talats	45-4023	97,00
48	Reparadors de càmeres i equip fotogràfic	49-9061	97,00
49	Muntadors d'equip electromecànic	51-2023	97,00
50	Muntadors en equip	51-2092	97,00
51	Tècnics i treballadors de preimpressió	51-5111	97,00
52	Operadors i encarregats de màquines de calçat	51-6042	97,00
53	Operadors i encarregats de màquines tèxtils de blanquejar i tenyir	51-6061	97,00
54	Preparadors, operadors i encarregats de màquines d'ebenisteria i fusteria, excepte serradores	51-7042	97,00
55	Preparadors, operadors i encarregats de màquines de molta, trituració, polit, mescla i liquat	51-9021	97,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
56	Treballadors de molta i polit manual	51-9022	97,00
57	Tècnics de laboratori dental	51-9081	97,00
58	Tècnics de laboratori oftàlmic	51-9083	97,00
59	Encarregats de ponts i comportes	53-6011	97,00
60	Gerents de compensacions i beneficis	11-3111	96,00
61	Tècnics en agrimensura i cartografia	17-3031	96,00
62	Cuiners de restaurant	35-2014	96,00
63	Dependents de mostrador, cafeteria, concessió de servei de menjar i establiment de servei de cafè	35-3022	96,00
64	Operadors de taules de joc	39-3011	96,00
65	Acomodadors i controladors d'entrades	39-3031	96,00
66	Operadors de sistema telefònic central, inclou servei de contestació de trucades	43-2011	96,00
67	Oficinistes de facturació i registre de factures	43-3021	96,00
68	Recepcionistes i oficinistes d'informació	43-4171	96,00
69	Distribuidors, excepte policia, bombers i ambulàncies	43-5032	96,00
70	Secretaris i assistents administratius, excepte legals, mèdics i executius	43-6014	96,00
71	Empleats d'oficina, tasques generals	43-9061	96,00
72	Picapedrers, pedrera	47-5051	96,00
73	Sargidors de teles, excepte peces de vestir	49-9093	96,00
74	Preparadors, operadors i encarregats de màquines tèxtils de debanament, torsió i cardatge	51-6064	96,00
75	Fabricants de models de fusta	51-7031	96,00
76	Maquinistes de locomotores	53-4011	96,00
77	Agents de vigilància de sales de joc i investigadors de joc	33-9031	95,00
78	Treballadors de jardineria i zones verdes	37-3011	95,00
79	Manicurs i pedicurs	39-5092	95,00
80	Cobradors de comptes i factures	43-3011	95,00
81	Assistents d'oficina de biblioteca	43-4121	95,00
82	Oficinistes del servei postal	43-5051	95,00
83	Controladors i verificadors de pes, mesures i mostres, manteniment de registres	43-5111	95,00
84	Criadors d'animals	45-2021	95,00
85	Mecànics operadors i altres operadors d'equip pesat i maquinària de construcció	47-2073	95,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
86	Muntadors d'equip elèctric i electrònic	51-2022	95,00
87	Preparadors, operadors i encarregats de màquina eina de fregar, facetar, polir i enllustrar, metall i plàstic	51-4033	95,00
88	Preparadors, operadors i encarregats de màquines per a matris i motlles de fundició, metall i plàstic	51-4072	95,00
89	Treballadors d'enquadernació i acabat d'impremta	51-5113	95,00
90	Preparadors, operadors i encarregats de màquines tèxtils de tallar	51-6062	95,00
91	Operadors de reactor d'energia nuclear	51-8011	95,00
92	Joiers i treballadors de pedres i metalls preciosos	51-9071	95,00
93	Operadors i encarregats de màquines de ciment adhesiu	51-9191	95,00
94	Comptables i auditors	13-2011	94,00
95	Analistes de pressupost	13-2031	94,00
96	Assistents legals i assistents d'advocats	23-2011	94,00
97	Cuiners de plats de preparació senzilla	35-2015	94,00
98	Cambrers i cambreses	35-3031	94,00
99	Supervisors directes d'empleats domèstics i de neteja	37-1011	94,00
100	Treballadors de venda a domicili, venedors de diaris i ambulants i treballadors relacionats	41-9091	94,00
101	Empleats de recepció d'hotel, motel i centre turístic	43-4081	94,00
102	Entrevistadors, excepte de determinació d'elegibilitat i atorgament de préstecs	43-4111	94,00
103	Missatgers i repartidors	43-5021	94,00
104	Empleats de correspondència i operadors de màquines de correspondència, excepte servei postal	43-9051	94,00
105	Inspectors agrícoles	45-2011	94,00
106	Paletes d'obres en ciment i acabadors de formigó	47-2051	94,00
107	Ajudants de pintors, empaperadors, guixaires i estucadors	47-3014	94,00
108	Reparadors de bicicletes	49-3091	94,00
109	Reparadors i encarregats de servei de màquines de monedes, expenedores i màquines d'entreteniment	49-9091	94,00
110	Talladors i filetejadors de carn, aviram i peix en cru	51-3022	94,00
111	Preparadors, operadors i encarregats de màquina eina de trepar i perforar, metall i plàstic	51-4032	94,00
112	Soldadors, talladors, estanyadors i soldadors de llautó	51-4121	94,00
113	Treballadors de fabricació de pneumàtics	51-9197	94,00
114	Operadors d'excavadora, carregadora i draga de cadena de catúfols	53-7032	94,00
115	Examinadors i cobradors d'impostos i agents de rendes públiques	13-2081	93,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
116	Operadors d'unitat de servei, petroli, gas i mineria	47-5013	93,00
117	Instal·ladors i reparadors d'equips de ràdio, telefonia mòbil i torres	49-2021	93,00
118	Mecànics d'equip d'ús en exteriors i d'altres motors petits	49-3053	93,00
119	Laminadors i fabricants de productes de fibra de vidre	51-2091	93,00
120	Carnissers i talladors de carn	51-3021	93,00
121	Preparadors, operadors i encarregats de màquina de forjar, metall i plàstic	51-4022	93,00
122	Fabricants de motlles, metall i plàstic	51-4061	93,00
123	Preparadors, operadors i encarregats de màquines d'extrudir, modelar, premsar i compactar	51-9041	93,00
124	Operadors i encarregats d'equips de refrigeració i congelació	51-9193	93,00
125	Fogoners	53-4012	93,00
126	Operadors i encarregats de màquines transportadores	53-7011	93,00
127	Operadors de camions i tractors industrials	53-7051	93,00
128	Alimentadors i descarregadors de màquines	53-7063	93,00
129	Recol·lectors de residus i materials reciclables	53-7081	93,00
130	Tècnics en farmàcia	29-2052	92,00
131	Treballadors de tasques combinades de preparació i servei de menjar, inclou menjar ràpid	35-3021	92,00
132	Venedors minoristes	41-2031	92,00
133	Agents de venda d'assegurances	41-3021	92,00
134	Entrevistadors i empleats de préstecs financers	43-4131	92,00
135	Operadors de màquines d'oficina, excepte ordinadors	43-9071	92,00
136	Ajudants de fusters	47-3012	92,00
137	Constructors de tanques	47-4031	92,00
138	Preparadors, operadors i encarregats de màquina de xapar i revestir, metall i plàstic	51-4193	92,00
139	Ebenistes i fusters de banc	51-7011	92,00
140	Treballadors de pintura, esmaltat i decoració	51-9123	92,00
141	Altres treballadors d'ocupacions relacionades amb la producció	51-9199	92,00
142	Operadors de dragadora	53-7031	92,00
143	Tècnics en exploració geològica i petroliera	19-4041	91,00
144	Tècnics de registres mèdics i informació de salut	29-2071	91,00
145	Auxiliars de saló menjador i cafeteria, i ajudants de bàrman	35-9011	91,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
146	Receptors i corredors d'apostes de joc i esports	39-3012	91,00
147	Guies i escortes d'excursions	39-7011	91,00
148	Instal·ladors i reparadors d'equip elèctric i electrònic de transport	49-2093	91,00
149	Reparadors de carrosseries i components d'automoció relacionats	49-3021	91,00
150	Reparadors de portes mecàniques	49-9011	91,00
151	Reparadors i afinadors d'instruments musicals	49-9063	91,00
152	Operadors i encarregats de màquines de torrar, fornejar i assecar aliments i tabac	51-3091	91,00
153	Preparadors, operadors i encarregats de màquina d'extrusió i estirat, metall i plàstic	51-4021	91,00
154	Preparadors, operadors i encarregats de diverses màquines eina, metall i plàstic	51-4081	91,00
155	Preparadors, operadors i encarregats d'equip de tractament tèrmic, metall i plàstic	51-4191	91,00
156	Fabricants de patrons de fusta	51-7032	91,00
157	Preparadors, operadors i encarregats de màquines de revestir, pintar i polvoritzar	51-9121	91,00
158	Maquinistes ferroviaris, operadors de locomotores petites i obrers de servei de locomotores	53-4013	91,00
159	Operadors de compressors de gas i d'estacions de bombeig de gas	53-7071	91,00
160	Taxadors i especialistes en valoració de béns immobles	13-2021	90,00
161	Tecnòlegs de laboratori mèdic i clínic	29-2011	90,00
162	Assistents de recursos humans, excepte de nòmina i de registre d'hores treballades	43-4161	90,00
163	Treballadors de col·locació de reforços de ferro i varetes	47-2171	90,00
164	Ensostradors	47-2181	90,00
165	Reparadors de senyals i sistemes de canvi de vies de ferrocarril	49-9097	90,00
166	Fabricants de patrons, metall i plàstic	51-4062	90,00
167	Emmotlladors, modeladors i fonedors, excepte metall i plàstic	51-9195	90,00
168	Tècnics de trànsit	53-6041	90,00
169	Inspectors de transport	53-6051	90,00
170	Operadors de grues i torres	53-7021	90,00
171	Operadors de bombes, excepte sistemes de bombeig de pous	53-7072	90,00
172	Redactors tècnics	27-3042	89,00
173	Transcriptors mèdics	31-9094	89,00
174	Paletes de pedres	47-2022	89,00
175	Instal·ladors de rails i operadors d'equip de manteniment de rails	47-4061	89,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
176	Muntadors	49-9096	89,00
177	Forners i pastissers	51-3011	89,00
178	Operadors de màquines de cosir	51-6031	89,00
179	Operadors de caldera i mecànics de maquinària fixa	51-8021	89,00
180	Conductors d'autobús escolar o de client especial	53-3022	89,00
181	Conductors de taxi i xofers	53-3041	89,00
182	Cartògrafs i fotogrametristes	17-1021	88,00
183	Oficinistes de producció, planificació i expedició	43-5061	88,00
184	Treballadors d'aplicació i acabament de terratzo	47-2053	88,00
185	Obrers de la construcció	47-2061	88,00
186	Reparadors de cotxes ferroviaris	49-3043	88,00
187	Operadors i encarregats de forns de refinació de metall	51-4051	88,00
188	Rectificadors, llimadors i esmoladors d'eines	51-4194	88,00
189	Preparadors, operadors i encarregats de màquines d'extrusió i modelat de fibres sintètiques i vidre	51-6091	88,00
190	Preparador, operadors i encarregats de màquines de separació, filtració, depuració, precipitació i destil·lació	51-9012	88,00
191	Processadors de semiconductors	51-9141	88,00
192	Compradors i agents de compres de productes agrícoles	13-1021	87,00
193	Treballadors de preparació de menjar	35-2021	87,00
194	Treballadors agrícoles, diversos	45-2090	87,00
195	Treballadors forestals i de conservació	45-4011	87,00
196	Instal·ladors de moquetes	47-2041	87,00
197	Polidors i acabadors de terres	47-2043	87,00
198	Empaperadors	47-2142	87,00
199	Treballadors de manteniment de carreteres	47-4051	87,00
200	Abocadors i fonadors de metall	51-4052	87,00
201	Ebenistes encarregats de l'acabat de mobles	51-7021	87,00
202	Empleats d'àrees d'aparcament	53-6021	87,00
203	Assistents de veterinaris i cuidadors d'animals de laboratori	31-9096	86,00
204	Servidors de menjar, excepte restaurant	35-3041	86,00
205	Agents de venda i béns immobles	41-9022	86,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
206	Oficinistes de correspondència	43-4021	86,00
207	Secretaris executius i assistents administratius executius	43-6011	86,00
208	Treballadors de manteniment de maquinària	49-9043	86,00
209	Operadors de màquina eina controlada per ordinador, metall i plàstic	51-4011	86,00
210	Preparadors, operadors i encarregats de màquines de serrar fusta	51-7041	86,00
211	Altres operadors de planta i sistema	51-8099	86,00
212	Preparadors, operadors i encarregats de màquines de tallar i llescar	51-9032	86,00
213	Operadors de metro i tramvies	53-4041	86,00
214	Tècnics nuclears	19-4051	85,00
215	Representants de vendes majoristes i de productes manufacturats, excepte de productes tècnics i científics	41-4012	85,00
216	Lectors d'aparells de mesura de serveis públics	43-5041	85,00
217	Operadors de perforadors de terra, excepte petroli i gas	47-5021	85,00
218	Operadors de planta d'energia elèctrica	51-8013	85,00
219	Operadors de planta i sistema de processos químics	51-8091	85,00
220	Obrers i treballadors manuals de trasllat de càrrega, mercaderies i materials	53-7062	85,00
221	Tècnics en enginyeria elèctrica i electrònica	17-3023	84,00
222	Guardes controladors de regles d'aparcament	33-3041	84,00
223	Guàrdies de seguretat	33-9032	84,00
224	Correctors de proves i marcadors de còpies	43-9081	84,00
225	Guixaires i estucadors	47-2161	84,00
226	Preparadors, operadors i encarregats de màquina eina de tornejat d'extrusió i estirat, metall i plàstic	51-4034	84,00
227	Fabricants d'eines i encunyys	51-4111	84,00
228	Traçadors, metall i plàstic	51-4192	84,00
229	Sastres, modistos i costurers a mida	51-6052	84,00
230	Operadors de sistemes de bombeig de pous	53-7073	84,00
231	Cuiners d'institucions i cafeteries	35-2012	83,00
232	Maleters i grums	39-6011	83,00
233	Encarregats de canvi i caixers de cabina de sales de joc	41-2012	83,00
234	Treballadors de pesca i caça	45-3000	83,00
235	Operadors d'equips de pavimentació, aplanament i compactació	47-2071	83,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
236	Treballadors d'instal·lació de terres, sostres i parets aïllants	47-2131	83,00
237	Treballadors de peces de ferro i acer estructural	47-2221	83,00
238	Ajudants de paletes de totxos, blocs i pedres i instal·ladors de marbre	47-3011	83,00
239	Operadors de servei de dipòsits sèptics i netejadors de clavegueram	47-4071	83,00
240	Treballadors de paviment segmentat	47-4091	83,00
241	Preparadors, operadors i encarregats de màquina de laminar, metall i plàstic	51-4023	83,00
242	Operadors de màquina d'impressió	51-5112	83,00
243	Preparadors, operadors i encarregats de màquines de mescla i líquat	51-9023	83,00
244	Operadors de frens, senyals i canvis de vies de ferrocarril	53-4021	83,00
245	Coordinadors i encarregats ferroviaris	53-4031	83,00
246	Mariners i engreixadors	53-5011	83,00
247	Empleats de servei de vehicles de motor i embarcacions	53-6031	83,00
248	Cuidadors d'animals, excepte animals de granja	39-2021	82,00
249	Paletes de totxos i blocs	47-2021	82,00
250	Operadors de martinet de pilons	47-2072	82,00
251	Treballadors de xapa metàl·lica	47-2211	82,00
252	Instal·ladors de sistemes d'alarma de seguretat i incendi	49-2098	82,00
253	Reparadors de materials refractaris, excepte paletes de totxos	49-9045	82,00
254	Muntadors de motors i altres màquines	51-2031	82,00
255	Gerents de propietats, immobles i comunitats de propietaris	11-9141	81,00
256	Delineants de sistemes elèctrics i electrònics	17-3012	81,00
257	Tècnics en electromecànica	17-3024	81,00
258	Cuiners de menjar ràpid	35-2011	81,00
259	Secretaris mèdics	43-6013	81,00
260	Processament de text i dactilògrafs	43-9022	81,00
261	Planxadors tèxtils, d'indumentària i materials relacionats	51-6021	81,00
262	Operadors i encarregats d'equips de neteja, rentat i decapatge	51-9192	81,00
263	Barbers	39-5011	80,00
264	Operadors de torres de perforació, petroli i gas	47-5011	80,00
265	Rentadors de cabells	39-5093	79,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
266	Classificadors i processadors de correu i operadors de màquines de processament de correu del servei postal	43-5053	79,00
267	Operadors d'equips de tala forestal	45-4022	79,00
268	Instal·ladors de terres, excepte moquetes, terres de fusta i rajoles	47-2042	79,00
269	Instal·ladors de plafons de guix i plafons acústics de sostre	47-2081	79,00
270	Mecànics de motocicletes	49-3052	79,00
271	Ajudants de treballadors d'ocupacions relacionades amb la instal·lació, el manteniment i la reparació	49-9098	79,00
272	Muntadors d'estructures, superfícies, aparells i sistemes d'aeronavagació	51-2011	79,00
273	Conductors de camió pesat i tractocamió	53-3032	79,00
274	Preparadors d'equips mèdics	31-9093	78,00
275	Operadors informàtics	43-9011	78,00
276	Preparadors, operadors i encarregats de màquina de tall, punxó i premsat, metall i plàstic	51-4031	78,00
277	Operadors de planta de gas	51-8092	78,00
278	Agents de compres, excepte majoristes, minoristes i de productes agrícoles	13-1023	77,00
279	Tècnics en ciències ambientals i de protecció, inclou salut	19-4091	77,00
280	Bàrmans	35-3011	77,00
281	Rentaplats	35-9021	77,00
282	Esporgadors i talladors d'arbres	37-3013	77,00
283	Serrallers i reparadors de caixes de seguretat	49-9094	77,00
284	Arxivers	25-4011	76,00
285	Llenyataires	45-4021	76,00
286	Reparadors de motors elèctrics, eines elèctriques i altres reparadors relacionats	49-2092	76,00
287	Operadors i encarregats d'equip químic	51-9011	76,00
288	Caps de correus i superintendents de correus	11-9131	75,00
289	Tècnics en enginyeria civil	17-3022	75,00
290	Instal·ladors de rajoles i marbre	47-2044	75,00
291	Pintors, construcció i manteniment	47-2141	75,00
292	Mecànics i tècnics de servei d'equip agrícola	49-3041	75,00
293	Auxiliars de transport, excepte auxiliars de vol	53-6061	75,00
294	Tècnics de difusió	27-4012	74,00
295	Auxiliars de cura personal	39-9021	74,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
296	Ajudants d'electricistes	47-3013	74,00
297	Reparadors d'ordinadors, caixers automàtics i màquines d'oficina	49-2011	74,00
298	Gerents de serveis administratius	11-3011	73,00
299	Vidriers	47-2121	73,00
300	Mecànics d'autobusos i camions i especialistes en motors dièsel	49-3031	73,00
301	Bobinadors, encintadors i acabadors de bobines	51-2021	73,00
302	Preparadors, operadors i encarregats de màquines tèxtils de teixir i entamar	51-6063	73,00
303	Anunciadors de sistema públic d'altaveus i altres anunciadors	27-3012	72,00
304	Auxiliars de farmàcia	31-9095	72,00
305	Assistents d'establiments de diversió i recreació	39-3091	72,00
306	Fusters	47-2031	72,00
307	Ajudants d'ensostradors	47-3016	72,00
308	Reparadors d'equips electrodomèstics	49-9031	72,00
309	Carregadors de vagon, camions i vaixells cisterna	53-7121	72,00
310	Òptics, establiment	29-2081	71,00
311	Altres treballadors de la construcció i treballadors relacionats	47-4099	71,00
312	Mecànics i tècnics de servei d'aeronaus	49-3011	71,00
313	Treballadors de bugaderia i tintoreria	51-6011	71,00
314	Operadors de sistema de bombeig de petroli, operadors de refineria i calibradors	51-8093	71,00
315	Especialistes en operacions d'aeroport	53-2022	71,00
316	Entrevistadors de determinació d'elegibilitat per a programes del Govern	43-4061	70,00
317	Tècnics d'aviònica	49-2091	70,00
318	Reparadors i canviadors de neumàtics	49-3093	70,00
319	Preparadors de mescles d'aliments	51-3092	70,00
320	Empleats domèstics i personal de neteja	37-2012	69,00
321	Pintors d'equip de transport	51-9122	69,00
322	Conductors de camió lleuger o de servei de lliurament	53-3033	69,00
323	Delineants de sistemes mecànics	17-3013	68,00
324	Higienistes dentals	29-2021	68,00
325	Carters del servei postal	43-5052	68,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
326	Calderers	47-2011	68,00
327	Obrers no especialitzats, petroli i gas	47-5071	68,00
328	Científics atmosfèrics i espacials	19-2021	67,00
329	Socorristes, patrulles d'esquí i altres treballadors de serveis de protecció en espais recreatius	33-9092	67,00
330	Mecànics de maquinària industrial	49-9041	67,00
331	Fabricants de motlles de fundició i formes matrius	51-4071	67,00
332	Preparadors, operadors i encarregats de màquines de fabricació d'articles de paper	51-9196	67,00
333	Conductors d'autobús, urbà i interurbà	53-3021	67,00
334	Conserges i empleats de neteja, excepte empleats domèstics i personal de neteja d'habitatges privats	37-2011	66,00
335	Treballadors de control i exterminació de plagues	37-2021	66,00
336	Assistents d'estadístiques	43-9111	66,00
337	Mecànics i tècnics de servei de motors de llanxa	49-3051	66,00
338	Ajudants de treballadors d'ocupacions relacionades amb la producció	51-9198	66,00
339	Especialistes en suport tècnic d'ordinadors	15-1150	65,00
340	Assistents d'investigació en ciències socials	19-4061	65,00
341	Bibliotecaris	25-4021	65,00
342	Instal·ladors i reparadors d'equip electrònic d'entreteniment d'ús domèstic	49-2097	65,00
343	Mecànics i instal·ladors de sistemes de calefacció, aire condicionat i refrigeració	49-9021	65,00
344	Maquinistes	51-4041	65,00
345	Operadors de muntacàrregues i cabrestants	53-7041	65,00
346	Jutges de dret administratiu, adjudicadors i oficials d'audiència	23-1021	64,00
347	Oficinistes d'inventari i preparació de comandes	43-5081	64,00
348	Treballadors d'instal·lació de materials aïllants de sistemes mecànics	47-2132	64,00
349	Treballadors de manteniment i reparació, general	49-9071	64,00
350	Distribuidors i despatxadors d'energia	51-8012	64,00
351	Talladors i llescadors manuals	51-9031	64,00
352	Científics de la geociència, excepte hidròlegs i geògrafs	19-2042	63,00
353	Altres treballadors d'ocupacions de suport relacionades amb la cura de la salut	31-9099	63,00
354	Supervisors directes de treballadors de preparació i servei de menjar	35-1012	63,00
355	Inspectors de construcció i edificis	47-4011	63,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
356	Instal·ladors i reparadors de vàlvules i mecanismes de control, excepte portes mecàniques	49-9012	63,00
357	Segelladors de plafons	47-2082	62,00
358	Instal·ladors de canonades	47-2151	62,00
359	Operadors de llanxes de motor	53-5022	62,00
360	Analistes d'investigació de mercat i especialistes en màrqueting	13-1161	61,00
361	Altres tècnics en ciències biològiques, físiques i socials	19-4099	61,00
362	Auxiliars de fisioterapeutes	31-2022	61,00
363	Assistents de vestuari	39-3092	61,00
364	Agents de reserva i venda de bitllets de transport i empleats d'oficina de viatges	43-4181	61,00
365	Instal·ladors i reparadors d'equip elèctric i electrònic de vehicles de motor	49-2096	61,00
366	Operadors i encarregats de màquines de cocció d'aliments	51-3093	61,00
367	Preparadors, operadors i encarregats de màquines de soldar metall, estany i llautó	51-4122	61,00
368	Operadors de planta i sistema de tractament d'aigües i aigües residuals	51-8031	61,00
369	Operadors de càmera de televisió, vídeo i cinema	27-4031	60,00
370	Oficials correccionals i escarcellers	33-3012	60,00
371	Escorxadors i empacadors de carn	51-3023	60,00
372	Gerents de transport, emmagatzemament i distribució	11-3071	59,00
373	Tècnics i conservadors de museu	25-4013	59,00
374	Operadors de màquines de tall i canalització de mines	47-5042	59,00
375	Tècnics i mecànics de servei d'automoció	49-3023	59,00
376	Tècnics de servei de vehicles recreatius	49-3092	59,00
377	Muntadors i desmuntadors de maquinària	49-9044	59,00
378	Assessors de finances personals	13-2052	58,00
379	Estimadors de costos	13-1051	57,00
380	Tècnics químics	19-4031	57,00
381	Polícies de trànsit i polícies ferroviaris	33-3052	57,00
382	Supervisors directes de treballadors de jardineria, manteniment de gespa i terrenys	37-1012	57,00
383	Supervisors directes de treballadors d'ocupacions relacionades amb l'agricultura, la pesca i la silvicultura	45-1011	57,00
384	Ajudants d'instal·ladors de canonades, lampistes, i instal·ladors i ajustadors de canonades de vapor	47-3015	57,00
385	Mestres ajudants	25-9041	56,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
386	Tècnics d'equips d'àudio i vídeo	27-4011	55,00
387	Representants del servei al client	43-4051	55,00
388	Instal·ladors i reparadors de vidres d'automoció	49-3022	55,00
389	Pilots comercials	53-2012	55,00
390	Terapeutes de massatges	31-9011	54,00
391	Supervisors de màquines escurabutxaques	39-1012	54,00
392	Embalsamadors	39-4011	54,00
393	Agents de venda de publicitat	41-3011	54,00
394	Operadors de màquines de mineria d'operació continuada	47-5041	54,00
395	Treballadors de remoció de materials peril·losos	47-4041	53,00
396	Operadors de perforadores giratòries, petroli i gas	47-5012	53,00
397	Delineants de plànols arquitectònics i civils	17-3011	52,00
398	Treballadors i reparadors de calçat i cuir	51-6041	52,00
399	Assistents dentals	31-9091	51,00
400	Demostradors i promotors de producte	41-9011	51,00
401	Transcriptors judicials	23-2091	50,00
402	Altres treballadors d'ocupacions relacionades amb la instal·lació, el manteniment i la reparació	49-9099	50,00
403	Operadors de màquines de càrrega, mineria subterrània	53-7033	50,00
404	Enginyers agrònoms	17-2021	49,00
405	Guàrdies de cruïlles de vianants i vehicles	33-9091	49,00
406	Distribuidors de policia, bombers i ambulàncies	43-5031	49,00
407	Instal·ladors de pernys al sostre, mineria	47-5061	49,00
408	Instal·ladors i reparadors de línies de telecomunicacions	49-9052	49,00
409	Programadors informàtics	15-1131	48,00
410	Tècnics en enginyeria i operacions aeroespacials	17-3021	48,00
411	Dissenyadors d'expositors de mercaderia i aparadoristes	27-1026	48,00
412	Inspectors i investigadors d'incendis	33-2021	48,00
413	Treballadors d'explosius, experts en la manipulació d'artilleria i dinamiters	47-5031	48,00
414	Especialistes en compensacions, beneficis i anàlisi ocupacional	13-1141	47,00
415	Tècnics de laboratori mèdic i clínic	29-2012	47,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
416	Auxiliars de psiquiatria	31-1013	47,00
417	Oficinistes judicials, municipals i d'atorgament de llicències	43-4031	46,00
418	Tècnics d'aparells mèdics	51-9082	45,00
419	Historiadors	19-3093	44,00
420	Altres científics físics	19-2099	43,00
421	Economistes	19-3011	43,00
422	Assistents de zona d'armaris, guarda-roba i vestidor	39-3093	43,00
423	Tècnics forestals i de conservació	19-4093	42,00
424	Supervisors directes d'ajudants, obrers i traguers de materials, manuals	53-1021	42,00
425	Oficials jurídics	23-1012	41,00
426	Avaluadors i classificadors de productes agrícoles	45-2041	41,00
427	Reparadors d'equip elèctric i electrònic comercial i industrial	49-2094	41,00
428	Ajustadors i fabricants de metall estructural	51-2041	41,00
429	Jutges, jutges magistrats i magistrats	23-1023	40,00
430	Altres tecnòlegs i tècnics de salut	29-2099	40,00
431	Mecànics d'equip pesat mòbil, excepte de motors	49-3042	40,00
432	Especialistes en col·leccions de materials audiovisuals i multimèdia	25-9011	39,00
433	Auxiliars d'atenció a la llar	31-1011	39,00
434	Tresorers de sales de joc	43-3041	39,00
435	Instal·ladors i reparadors d'ascensors	47-4021	39,00
436	Entapissadors	51-6093	39,00
437	Agrimensors	17-1022	38,00
438	Tècnics en enginyeria mecànica	17-3027	38,00
439	Intèrprets i traductors	27-3091	38,00
440	Reparadors d'equip elèctric i electrònic d'estació elèctrica, subestació i base de retransmissió elèctrica	49-2095	38,00
441	Empacadors i embaladors, manuals	53-7064	38,00
442	Actors	27-2011	37,00
443	Assistents de serveis funeraris	39-4021	37,00
444	Ajudants de treballadors d'ocupacions relacionades amb l'extracció	47-5081	37,00
445	Preparadors i encarregats de cremadors, incineradores, forns, estufes, assecadores i calderes	51-9051	37,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
446	Netejadors de vehicles i equip	53-7061	37,00
447	Operadors de carros de mineria	53-7111	37,00
448	Algutzirs	33-3011	36,00
449	Instal·ladors i reparadors d'equips de telecomunicacions, excepte instal·ladors de línies	49-2022	36,00
450	Programadors de màquina eina de control numèric per ordinador, metall i plàstic	51-4012	36,00
451	Sonografistes de diagnòstic mèdic	29-2032	35,00
452	Lampistes, instal·ladors i ajustadors de canonades de vapor	47-2152	35,00
453	Auxiliars de vol	53-2031	35,00
454	Radioterapeutes	29-1124	34,00
455	Tecnòlegs quirúrgics	29-2055	34,00
456	Detectius i investigadors criminals	33-3021	34,00
457	Altres especialistes financers	13-2099	33,00
458	Altres especialistes en recursos humans, formació i relacions laborals	13-1078	31,00
459	Editors de pel·lícules cinematogràfiques i vídeo	27-4032	31,00
460	Detectius i investigadors privats	33-9021	31,00
461	Zoòlegs i biòlegs de la fauna salvatge	19-1023	30,00
462	Tècnics en biologia	19-4021	30,00
463	Ajudants de metges	31-9092	30,00
464	Cuiners de residències privades	35-2013	30,00
465	Compradors majoristes i minoristes, excepte de productes agrícoles	13-1022	29,00
466	Especialistes en la cura de la pell	39-5094	29,00
467	Competidors atlètics i esportius	27-2021	28,00
468	Supervisors de sales de joc	39-1011	28,00
469	Supervisors directes de treballadors de vendes minoristes	41-1011	28,00
470	Auxiliars de teràpia ocupacional	31-2012	27,00
471	Reparadors d'equips mèdics	49-9062	27,00
472	Capitans, oficials i pilots de vaixell	53-5021	27,00
473	Mestres d'educació professional/tècnica d'escola de nivell mitjà	25-2023	26,00
474	Altres tipus de gerents, directors, administradors i caps	11-9199	25,00
475	Tècnics en enginyeria ambiental	17-3025	25,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
476	Geògrafs	19-3092	25,00
477	Oficials de llibertat condicional i especialistes en tractament correccional	21-1092	25,00
478	Tècnics en salut i seguretat ocupacional	29-9012	25,00
479	Representants de vendes majoristes i de productes manufacturats tècnics i científics	41-4011	25,00
480	Conductors i assistents d'ambulància, excepte tècnics d'emergència mèdica	53-3011	25,00
481	Agents i gerents comercials d'artistes, intèrprets artístics i atletes	13-1011	24,00
482	Altres tècnics en enginyeria, excepte delineants	17-3029	24,00
483	Altres especialistes en operacions comercials	13-1199	23,00
484	Analistes financers	13-2051	23,00
485	Investigadors d'enquestes	19-3022	23,00
486	Tecnòlegs i tècnics cardiovasculars	29-2031	23,00
487	Tecnòlegs de radiologia	29-2034	23,00
488	Tecnòlegs especialitzats en imatges de ressonància magnètica	29-2035	23,00
489	Altres ocupacions relacionades amb la informàtica	15-1199	22,00
490	Estadístics	15-2041	22,00
491	Enginyers de maquinari	17-2061	22,00
492	Analistes de seguretat de la informació, desenvolupadors web i arquitectes de xarxes informàtiques	15-1179	21,00
493	Actuaris	15-2011	21,00
494	Treballadors de control d'animals	33-9011	21,00
495	Porters	39-6012	21,00
496	Epidemiòlegs	19-1041	20,00
497	Enterraments, treballadors funeraris i directors de cerimònies fúnebres	39-4031	20,00
498	Mestres i instructors d'educació primària, secundària i alfabetització per a adults	25-3011	19,00
499	Especialistes en relacions públiques	27-3031	18,00
500	Bussos comercials	49-9092	18,00
501	Instal·ladors d'estructures prefabricades i d'habitatges mòbils	49-9095	18,00
502	Pilots, copilots i enginyers de vol d'aerolínia	53-2011	18,00
503	Examinadors financers	13-2061	17,00
504	Mestres d'escola de nivell mitjà, excepte d'educació especial i d'educació professional/tècnica	25-2022	17,00
505	Especialistes en salut i seguretat ocupacional	29-9011	17,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
506	Bombers	33-2011	17,00
507	Supervisors directes de treballadors d'ocupacions relacionades amb la construcció i l'extracció	47-1011	17,00
508	Gerents generals i d'operacions	11-1021	16,00
509	Enginyers petrolers	17-2171	16,00
510	Autoeditors	43-9031	16,00
511	Mestres de llar d'infants, excepte educació especial	25-2012	15,00
512	Electricistes	47-2111	15,00
513	Enginyers de mineria i geologia, inclosos els enginyers de seguretat minera	17-2151	14,00
514	Optometristes	29-1041	14,00
515	Assistents mèdics	29-1071	14,00
516	Analistes de gestió	13-1111	13,00
517	Dissenyadors de sistemes de programari	15-1133	13,00
518	Planificadors urbans i regionals	19-3051	13,00
519	Assistents de serveis socials i humans	21-1093	13,00
520	Mestres d'educació d'enriquiment personal	25-3021	13,00
521	Ballarins	27-2031	13,00
522	Tècnics d'enginyeria de so	27-4014	13,00
523	Tecnòlegs de medicina nuclear	29-2033	13,00
524	Tècnics en dietètica	29-2051	13,00
525	Reporters i corresponents	27-3022	11,00
526	Perruquers, estilistes de cabells i cosmetòlegs	39-5012	11,00
527	Controladors de trànsit aeri	53-2021	11,00
528	Enginyers elèctrics	17-2071	10,00
529	Físics	19-2012	10,00
530	Químics	19-2031	10,00
531	Anunciadors de ràdio i televisió	27-3011	10,00
532	Tècnics de teràpia respiratòria	29-2054	10,00
533	Xefs i caps de cuina	35-1011	10,00
534	Ensinistradors d'animals	39-2011	10,00
535	Agents de viatges	41-3041	9,90

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
536	Agents i patrullers policials	33-3051	9,80
537	Instal·ladors i reparadors de línies d'energia elèctrica	49-9051	9,70
538	Gerents de sales de joc	11-9071	9,10
539	Entrenadors de condicionament físic i instructors d'exercicis aeròbics	39-9031	8,50
540	Treballadors d'atenció infantil	39-9011	8,40
541	Directors de servei d'aliments	11-9051	8,30
542	Dissenyadors gràfics	27-1024	8,20
543	Funcionaris de compliment	13-1041	8,00
544	Guardians de caça i pesca	33-3031	8,00
545	Científics i tecnòlegs especialitzats en aliments	19-1012	7,70
546	Supervisors directes de treballadors de serveis personals	39-1021	7,60
547	Supervisors directes de treballadors de vendes, excepte minoristes	41-1012	7,50
548	Músics i cantants	27-2042	7,40
549	Gerents de construcció	11-9021	7,10
550	Enginyers nuclears	17-2161	7,00
551	Gerents financers	11-3031	6,90
552	Analistes d'emissions i notícies	27-3021	6,70
553	Terapeutes respiratoris	29-1126	6,60
554	Supervisors de transport aeri de mercaderies	53-1011	6,60
555	Coordinadors de residències comunitàries	39-9041	6,40
556	Científics especialitzats en animals	19-1011	6,10
557	Àrbitres, mediadors i conciliadors	23-1022	6,00
558	Sociòlegs	19-3041	5,90
559	Infermers pràctics i vocacionals amb llicència	29-2061	5,80
560	Guies de viatges	39-7012	5,70
561	Editors	27-3041	5,50
562	Prostodoncistes	29-1024	5,50
563	Altres treballadors d'ocupacions professionals i tècniques relacionades amb la cura de la salut	29-9099	5,50
564	Tècnics d'emergències mèdiques i paramèdiques	29-2041	4,90
565	Inspectors i especialistes en prevenció d'incendis forestals	33-2022	4,80

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
566	Gerents d'establiments agrícoles, ramaders i d'altres activitats agrícoles	11-9013	4,70
567	Matemàtics	15-2021	4,70
568	Dissenyadors florals	27-1023	4,70
569	Arquitectes paisatgistes	17-1012	4,50
570	Educadors de la salut	21-1091	4,50
571	Tècnics psiquiàtrics	29-2053	4,30
572	Dissenyadors d'aplicacions i de programari	15-1132	4,20
573	Artistes de belles arts, inclou pintors, escultors i il·lustradors	27-1013	4,20
574	Astrònoms	19-2011	4,10
575	Maquinistes de vaixells	53-5031	4,10
576	Assessors de crèdit	13-2071	4,00
577	Altres científics socials i treballadors relacionats	19-3099	4,00
578	Gerents de publicitat i promocions	11-2011	3,90
579	Científics polítics	19-3094	3,90
580	Escriptors i autors	27-3043	3,80
581	Veterinaris	29-1131	3,80
582	Planificadors de reunions, convencions i esdeveniments	13-1121	3,70
583	Enginyers biomèdics	17-2031	3,70
584	Dissenyadors comercials i industrials	27-1021	3,70
585	Gerents de sistemes informàtics i d'informació	11-3021	3,50
586	Analistes d'operacions d'investigació	15-2031	3,50
587	Advocats	23-1011	3,50
588	Artesans	27-1012	3,50
589	Científics i especialistes en medi ambient, inclou salut	19-2041	3,30
590	Assessors especialitzats en abús de substàncies i trastorns del comportament	21-1011	3,30
591	Professors de nivell postsecundari	25-1000	3,20
592	Gerents de producció industrial	11-3051	3,00
593	Gerents de compres	11-3061	3,00
594	Administradors de bases de dades	15-1141	3,00
595	Administradors de xarxes i sistemes informàtics	15-1142	3,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
596	Tècnics en enginyeria industrial	17-3026	3,00
597	Enginyers industrials	17-2112	2,90
598	Tecnòlegs i tècnics de veterinària	29-2056	2,90
599	Supervisors directes d'operadors de màquines i vehicles de transport i de trasllat de materials	53-1031	2,90
600	Enginyers sanitaris i de seguretat, excepte enginyers i inspectors de seguretat minera	17-2111	2,80
601	Treballadors socials especialitzats en temes d'infància, familiars i escolars	21-1021	2,80
602	Assistents de teràpia ocupacional	31-2011	2,80
603	Bioquímics i biofísics	19-1021	2,70
604	Quiropràctics	29-1011	2,70
605	Enginyers electrònics, excepte maquinari	17-2072	2,50
606	Directors d'educació i activitats religioses	21-2021	2,50
607	Supervisors directes d'oficials correccionals	33-1011	2,50
608	Directors d'art	27-1011	2,30
609	Ortodoncistes	29-1023	2,30
610	Dissenyadors d'interiors	27-1025	2,20
611	Productors i directors	27-2012	2,20
612	Enginyers de materials	17-2131	2,10
613	Científics especialitzats en sòls i botànica	19-1013	2,10
614	Científics de materials	19-2032	2,10
615	Dissenyadors de moda	27-1022	2,10
616	Fotògrafs	27-4021	2,10
617	Fisioterapeutes	29-1123	2,10
618	Altres professionals de diagnòstic i tractament mèdic	29-1199	2,00
619	Enginyers civils	17-2051	1,90
620	Directors de ciències naturals	11-9121	1,80
621	Arquitectes, excepte paisatgistes i navals	17-1011	1,80
622	Enginyers ambientals	17-2081	1,80
623	Assistents de fisioterapeutes	31-2021	1,80
624	Directors d'arquitectura i enginyeria	11-9041	1,70
625	Enginyers aeroespacials	17-2011	1,70

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
626	Enginyers químics	17-2041	1,70
627	Científics especialitzats en conservació	19-1031	1,60
628	Mestres d'educació especial d'escola de nivell mitjà	25-2053	1,60
629	Agents de venda de valors, productes bàsics i serveis financers	41-3031	1,60
630	Supervisors directes de treballadors de producció i operació	51-1011	1,60
631	Executius en cap	11-1011	1,50
632	Gerents de relacions públiques i recaptació de fons	11-2031	1,50
633	Administradors educatius de centre/programa preescolar i escoles bressol	11-9031	1,50
634	Investigadors de ciències de la informàtica i la informació	15-1111	1,50
635	Altres científics especialitzats en biologia	19-1029	1,50
636	Artistes i animadors de multimèdia de difusió	27-1014	1,50
637	Directors i compositors de música	27-2041	1,50
638	Gerents de màrqueting	11-2021	1,40
639	Especialistes en capacitat i desenvolupament	13-1151	1,40
640	Altres enginyers	17-2199	1,40
641	Hidròlegs	19-2043	1,40
642	Terapeutes de matrimonis i famílies	21-1013	1,40
643	Supervisors directes d'empleats d'oficina i de suport administratiu	43-1011	1,40
644	Gerents de vendes	11-2022	1,30
645	Entrenadors i cercadors de talents esportius	27-2022	1,30
646	Especialistes en logística	13-1081	1,20
647	Microbiòlegs	19-1022	1,20
648	Psicòlegs industrials-organitzacionals	19-3032	1,20
649	Farmacèutics	29-1051	1,20
650	Enginyers mecànics	17-2141	1,10
651	Administradors educatius de nivell postsecundari	11-9033	1,00
652	Enginyers marítims i arquitectes navals	17-2121	1,00
653	Maquilladors artístics, teatrals i d'actors	39-5091	1,00
654	Tècnics en ciències forenses	19-4092	0,95
655	Altres mestres i instructors	25-3099	0,95

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
656	Assessors de rehabilitació	21-1015	0,94
657	Infermers graduats	29-1141	0,90
658	Mestres d'educació professional/tècnica d'escola secundària	25-2032	0,88
659	Assessors educatius, d'orientació, escolars i vocacionals	21-1012	0,85
660	Silvicultors	19-1032	0,81
661	Clergues	21-2011	0,81
662	Mestres d'escola secundària, excepte d'educació especial i d'educació professional/tècnica	25-2031	0,78
663	Antropòlegs i arqueòlegs	19-3091	0,77
664	Mestres d'educació especial d'escola secundària	25-2054	0,77
665	Assessors en gerència de granges i llars	25-9021	0,75
666	Mestres de nivell preescolar, excepte educació especial	25-2011	0,74
667	Gerents de serveis mèdics i de salut	11-9111	0,73
668	Instructors atlètics	29-9091	0,71
669	Curadors	25-4012	0,68
670	Directors de serveis socials i comunitaris	11-9151	0,67
671	Analistes de sistemes informàtics	15-1121	0,65
672	Patòlegs de la parla i del llenguatge	29-1127	0,64
673	Gerents de capacitat i desenvolupament	11-3131	0,63
674	Treballadors d'activitats recreatives	39-9032	0,61
675	Gerents de recursos humans	11-3121	0,55
676	Escenògrafs i dissenyadors d'exposicions	27-1027	0,55
677	Modelistes de teles i indumentària	51-6092	0,49
678	Assessors de salut mental	21-1014	0,48
679	Psicòlegs clínics, d'assessorament i escolars	19-3031	0,47
680	Administradors educatius d'escola primària i secundària	11-9032	0,46
681	Podòlegs	29-1081	0,46
682	Científics mèdics, excepte epidemiòlegs	19-1042	0,45
683	Mestres d'escola primària, excepte d'educació especial	25-2021	0,44
684	Dentistes, general	29-1021	0,44
685	Supervisors directes de policies i detectius	33-1012	0,44
686	Altres psicòlegs	19-3039	0,43

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ ALS ESTATS UNITS. ANY 2017			
ORDRE	OCUPACIONS SEGONS LA STANDARD OCCUPATIONS CLASSIFICATION (SOC)	CODI	PROBABILITAT (PERCENTATGE)
687	Coordinadors educatius	25-9031	0,42
688	Metges i cirurgians	29-1060	0,42
689	Enginyers de vendes	41-9031	0,41
690	Coreògrafs	27-2032	0,40
691	Gerents d'hostaleria	11-9081	0,39
692	Dietistes i nutricionistes	29-1031	0,39
693	Cirurgians bucal i maxil·lofacials	29-1022	0,36
694	Supervisors directes de treballadors d'extinció i prevenció d'incendis	33-1021	0,36
695	Treballadors socials de cura de la salut	21-1022	0,35
696	Terapeutes ocupacionals	29-1122	0,35
697	Ortopedistes i protètics	29-2091	0,35
698	Audiòlegs	29-1181	0,33
699	Treballadors socials especialitzats en salut mental i abús de substàncies	21-1023	0,31
700	Directors de gestió d'emergències	11-9161	0,30
701	Supervisors directes de mecànics, instal·ladors i reparadors	49-1011	0,30
702	Terapeutes recreatius	29-1125	0,28

Aquesta llista correspon als Estats Units però s'ofereix en aquest treball com a complement de la llista que hem aportat per a Catalunya, amb 485 ocupacions. Si alguna ocupació no es troba a la llista de Catalunya, es pot buscar a la d'aquest annex i cal suposar que les probabilitats d'automatització al Principat no serien massa diferents de la mateixa ocupació als Estats Units.

Es pot observar que hi ha un grup de 12 ocupacions amb una probabilitat d'automatització del 99, normalment associades a tasques rutinàries relacionades amb càlculs matemàtics, d'assegurances, d'impostos, etc. o amb activitats que venen gairebé totalment pautades (tècnics de biblioteca, examinadors, representants de telemàrqueting, agents de càrrega, operadors d'introducció de dades, etc.). També hi ha tres ocupacions més lligades a la indústria que les anteriors, com ara rellotgers, costurers manuals i treballadors de procés fotogràfic.

A la meitat de la taula, ocupacions industrials característiques d'una probabilitat d'automatització mitjana serien operadors de maquinària de mineria, treballadors de remoció de materials peril·losos, treballadors i reparadors de calçat i cuir, etc.

A l'extrem amb menys probabilitat d'automatització hi ha ocupacions lligades a habilitats més característicament humanes com metges i cirurgians en general, diversos tipus de terapeutes i treballadors socials, directors i supervisors d'emergències i incendis, coreògrafs, etc.

Annex 2.
Ocupacions segons probabilitat d'automatització a Catalunya i Espanya

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA ⁴⁸		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
1112	Personal directiu de l'Administració pública	5,93
1113	Directors d'organitzacions d'interès social	14,17
1120	Directors generals i presidents executius	8,75
1211	Directors financers	6,90
1212	Directors de recursos humans	32,39
1219	Directors de polítiques i planificació i d'altres departaments administratius ncaa	33,75
1221	Directors comercials i de vendes	1,35
1222	Directors de publicitat i relacions públiques	2,70
1223	Directors de recerca i desenvolupament	1,75
1311	Directors de producció d'explotacions agropecuàries i forestals	4,70
1312	Directors de producció d'explotacions pesqueres i aquícoles	4,70
1313	Directors d'indústries manufactureres	3,00
1314	Directors d'explotacions mineres	25,00
1315	Directors d'empreses d'abastament, transport, distribució i similars	59,00
1316	Directors d'empreses de construcció	7,10
1321	Directors de serveis de tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	3,50
1322	Directors de serveis socials per a infants	1,50
1323	Directors gerents de centres sanitaris	0,73
1324	Directors de serveis socials per a persones grans	8,37
1325	Directors de serveis socials ncaa	0,67
1326	Directors de serveis d'educació	0,73
1327	Directors de sucursals de bancs, de serveis financers i d'assegurances	11,45
1329	Directors d'altres empreses de serveis professionals ncaa	25,00
1411	Directors i gerents d'hotels	0,39
1419	Directors i gerents d'altres empreses de serveis d'allotjament	0,39
1421	Directors i gerents de restaurants	8,30
1422	Directors i gerents de bars, cafeteries i similars	8,30

48 Aquesta llista és la mateixa que s'ofereix al capítol 3.3 però ordenada per codi CCO-2011 per facilitar la recerca d'una ocupació determinada.

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
1429	Directors i gerents d'empreses de servei d'àpats i altres empreses de restauració	8,30
1431	Directors i gerents d'empreses de comerç a l'engròs	16,00
1432	Directors i gerents d'empreses de comerç al detall	16,00
1501	Directors i gerents d'empreses d'activitats recreatives, culturals i esportives	17,05
1509	Directors i gerents d'empreses de gestió de residus i altres empreses de serveis ncaa	25,00
2111	Metges de família	0,42
2112	Altres metges especialistes	0,42
2121	Infermers no especialitzats	0,90
2122	Infermers especialitzats (excepte infermers obstetricoginecològics)	0,90
2130	Veterinaris	3,80
2140	Farmacèutics	1,20
2151	Odontòlegs i estomatòlegs	2,15
2152	Fisioterapeutes	2,10
2153	Dietistes i nutricionistes	0,39
2154	Logopedes	0,49
2155	Òptics optometristes	14,00
2156	Terapeutes ocupacionals	1,16
2157	Podòlegs	1,16
2158	Professionals de la salut i la higiene laboral i ambiental	10,75
2159	Altres professionals de la salut ncaa	0,99
2210	Professors d'universitat i ensenyament superior (excepte de formació professional)	3,20
2220	Professors de formació professional (matèries específiques)	13,44
2230	Professors d'ensenyament secundari (excepte de matèries específiques de formació professional)	0,78
2240	Professors d'ensenyament primari	8,72
2251	Mestres d'educació infantil	7,87
2252	Tècnics en educació infantil	7,87
2311	Professors d'educació especial	1,19
2312	Tècnics educadors d'educació especial	1,19
2321	Especialistes en mètodes didàctics i pedagògics	0,42
2322	Professors d'ensenyament no reglat d'idiomes	10,98
2323	Professors d'ensenyament no reglat de música i dansa	8,98

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
2324	Professors d'ensenyament no reglat d'art	6,98
2325	Instructors d'ensenyament no reglat en tecnologies de la informació	1,40
2326	Professionals de l'educació ambiental	0,90
2329	Altres professors i professionals de l'ensenyament ncaa	0,90
2411	Físics i astrònoms	7,05
2412	Meteoròlegs	67,00
2413	Químics	6,05
2414	Geòlegs i geofísics	32,20
2415	Matemàtics i actuaris	14,84
2416	Estadístics	14,84
2421	Biòlegs, botànics, zoòlegs i similars	7,97
2422	Enginyers agrònoms	1,22
2423	Enginyers forestals	1,22
2424	Enginyers tècnics agrícoles	1,22
2425	Enginyers tècnics forestals i del medi natural	1,22
2426	Professionals de la protecció ambiental	2,45
2427	Enòlegs	1,22
2431	Enginyers industrials i de producció	2,90
2432	Enginyers en construcció i obra civil	1,90
2433	Enginyers mecànics	13,20
2434	Enginyers aeronàutics	13,20
2435	Enginyers químics	1,70
2436	Enginyers de mines, metal·lúrgics i similars	8,55
2437	Enginyers ambientals	1,80
2439	Enginyers ncaa	3,40
2441	Enginyers elèctrics	10,00
2442	Enginyers electrònics	12,25
2443	Enginyers de telecomunicacions	2,50
2451	Arquitectes (excepte arquitectes paisatgistes i urbanistes)	1,80
2452	Arquitectes paisatgistes	4,50
2453	Urbanistes i enginyers de trànsit	13,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
2454	Enginyers geògrafs i cartògrafs	63,00
2461	Enginyers tècnics industrials i de producció	2,90
2462	Enginyers tècnics d'obres públiques	1,90
2463	Enginyers tècnics mecànics	13,20
2464	Enginyers tècnics aeronàutics	13,20
2465	Enginyers tècnics químics	1,70
2466	Enginyers tècnics de mines, metal·lúrgics i similars	8,55
2469	Enginyers tècnics ncaa	3,40
2471	Enginyers tècnics en electricitat	10,00
2472	Enginyers tècnics en electrònica	12,25
2473	Enginyers tècnics en telecomunicacions	2,50
2481	Arquitectes tècnics i tècnics urbanistes	7,40
2482	Dissenyadors de productes i peces de vestir	2,90
2483	Enginyers tècnics en topografia	63,00
2484	Dissenyadors gràfics i multimèdia	4,85
2511	Advocats	3,50
2512	Fiscals	3,50
2513	Jutges i magistrats	52,00
2591	Notaris i registradors	6,00
2592	Procuradors	6,00
2599	Altres professionals del dret ncaa	6,00
2611	Especialistes en comptabilitat	95,67
2612	Assessors financers i en inversions	40,50
2613	Analistes financers	46,00
2621	Analistes de gestió i organització	7,10
2622	Especialistes en administració de política d'empreses	23,00
2623	Especialistes de l'Administració pública	23,00
2624	Especialistes en polítiques i serveis de personal i similars	26,28
2625	Especialistes en formació de personal	1,40
2630	Tècnics d'empreses i activitats turístiques	23,00
2640	Professionals de les vendes tècniques i mèdiques (excepte TIC)	16,25

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
2651	Professionals de la publicitat i la comercialització	32,40
2652	Professionals de les relacions públiques	18,00
2653	Professionals de les vendes de tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	10,97
2711	Analistes de sistemes	1,08
2712	Analistes i dissenyadors de programari	21,73
2719	Analistes i dissenyadors de programari i multimèdia ncaa	22,00
2721	Dissenyadors i administradors de bases de dades	3,00
2722	Administradors de sistemes i xarxes informàtiques	3,00
2723	Analistes de xarxes informàtiques	21,00
2729	Especialistes en bases de dades i xarxes informàtiques ncaa	22,00
2810	Economistes	43,00
2821	Sociòlegs, geògrafs, antropòlegs, arqueòlegs i similars	10,56
2822	Filòsofs, historiadors i professionals en ciències polítiques	17,30
2823	Psicòlegs	0,70
2824	Professionals del treball i l'educació social	4,32
2825	Agents d'igualtat d'oportunitats entre dones i homes	4,32
2830	Sacerdots de les diferents religions	1,66
2911	Arxivers i conservadors de museus	38,34
2912	Bibliotecaris, documentalistes i similars	52,00
2921	Escriptors	32,77
2922	Periodistes	8,25
2923	Filòlegs, intèrprets i traductors	21,00
2931	Artistes d'arts plàstiques i visuals	3,85
2932	Compositors, músics i cantants	4,45
2933	Coreògrafs i ballarins	6,70
2934	Directors de cinema, teatre i similars	11,83
2935	Actors	37,00
2936	Locutors de ràdio, televisió i altres presentadors	29,57
3110	Delineants i dibuixants tècnics	51,30
3121	Tècnics en ciències físiques i químiques	69,67
3122	Tècnics en construcció	56,47

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
3123	Tècnics en electricitat	82,50
3124	Tècnics en electrònica (excepte en electromedicina)	84,00
3125	Tècnics en electrònica, especialitat en electromedicina	84,00
3126	Tècnics en mecànica	47,75
3127	Tècnics i analistes de laboratori en química industrial	24,00
3128	Tècnics en metal·lúrgia i mines	57,50
3129	Tècnics en ciències físiques, químiques, mediambientals i en enginyeries ncaa	34,21
3131	Tècnics en instal·lacions de producció d'energia	61,40
3132	Tècnics en instal·lacions de tractament de residus, d'aigües i altres operadors de plantes similars	59,65
3133	Tècnics en control d'instal·lacions de processament de productes químics	85,00
3134	Tècnics de refineries de petroli i gas natural	82,50
3135	Tècnics en control de processos de producció de metalls	88,00
3139	Tècnics en control de processos ncaa	36,00
3141	Tècnics en ciències biològiques (excepte en àrees sanitàries)	53,50
3142	Tècnics agropecuaris	97,00
3143	Tècnics forestals i del medi natural	42,00
3151	Caps i oficials de màquines	3,50
3152	Capitans i oficials de pont	14,95
3153	Pilots d'aviació i professionals similars	25,30
3154	Controladors de trànsit aeri	6,95
3155	Tècnics en seguretat aeronàutica	84,00
3160	Tècnics de control de qualitat de les ciències físiques, químiques i de les enginyeries	50,45
3201	Supervisors en enginyeria de mines	17,00
3202	Supervisors de la construcció	17,00
3203	Supervisors d'indústries alimentàries i del tabac	1,60
3204	Supervisors d'indústries química i farmacèutica	1,60
3205	Supervisors d'indústries de transformació de plàstics, cautxú i resines naturals	1,60
3206	Supervisors d'indústries de la fusta i de la pasta de paper	1,60
3207	Supervisors de la producció en indústries d'arts gràfiques i en la fabricació de productes de paper	1,60
3209	Supervisors d'altres indústries manufactureres	1,60
3311	Tècnics en radioteràpia	26,25

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
3312	Tècnics en imatge per a la diagnosi	26,25
3313	Tècnics en anatomia patològica i citologia	68,50
3314	Tècnics en laboratori de diagnosi clínica	68,50
3315	Tècnics en ortopròtesis	47,45
3316	Tècnics en pròtesis dentals	47,45
3317	Tècnics en audiopròtesis	47,45
3321	Tècnics superiors en higiene bucodental	59,50
3322	Tècnics superiors en documentació sanitària	91,00
3323	Tècnics superiors en dietètica	20,22
3324	Tècnics en optometria	71,00
3325	Ajudants de fisioterapeuta	19,27
3326	Tècnics en prevenció de riscos laborals i salut ambiental	52,98
3327	Ajudants de veterinària	44,45
3329	Altres tècnics sanitaris ncaa	20,22
3331	Professionals de l'acupuntura, el naturisme (naturopatia), l'homeopatia, la medicina tradicional xinesa i l'aiurveda	3,75
3339	Professionals de les teràpies alternatives ncaa	5,50
3401	Professionals de suport i intermediaris de canvi, borsa i finances	4,55
3402	Comercials de préstecs i crèdits	51,00
3403	Tenidors de llibres	98,00
3404	Professionals de suport de serveis estadístics, matemàtics i similars	76,67
3405	Taxadors	95,33
3510	Agents i representants comercials	39,17
3521	Mediadors i agents d'assegurances	66,17
3522	Agents de compres	64,33
3523	Consignataris	36,03
3531	Representants de duanes	98,50
3532	Organitzadors de conferències i esdeveniments	3,70
3533	Agents o intermediaris en la contractació de mà d'obra (excepte representants d'espectacles)	64,00
3534	Agents i administradors de la propietat immobiliària	67,88
3535	Portaveus i agents de relacions públiques	29,77
3539	Representants artístics i esportius i altres agents de serveis comercials ncaa	29,77

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
3611	Supervisors de secretaria	1,40
3612	Assistents jurídics	98,00
3613	Assistents de direcció i administratius	68,00
3614	Secretaris de centres mèdics o clíniques	85,00
3621	Professionals de suport de l'Administració pública de tributs	93,00
3622	Professionals de suport de l'Administració pública de serveis socials	39,00
3623	Professionals de suport de l'Administració pública de serveis d'expedició de llicències	27,00
3629	Altres professionals de suport de l'Administració pública per a tasques d'inspecció i control i similars	94,00
3631	Tècnics de la policia nacional, autonòmica i local	17,22
3632	Suboficials de la guàrdia civil	17,22
3711	Professionals de suport de serveis jurídics i serveis similars	66,00
3712	Detectius privats	66,00
3713	Professionals de suport al treball i a l'educació social	13,00
3714	Promotors d'igualtat d'oportunitats entre dones i homes	13,00
3715	Animadors comunitaris	13,00
3721	Atletes i esportistes	28,00
3722	Entrenadors i àrbitres d'activitats esportives	37,43
3723	Instructors d'activitats esportives	7,45
3724	Monitors d'activitats recreatives i d'entreteniment	7,45
3731	Fotògrafs	2,10
3732	Dissenyadors i interioristes	16,92
3733	Tècnics en galeries d'art, museus i biblioteques	53,83
3734	Caps de cuina (xefs)	36,50
3739	Altres tècnics i professionals de suport d'activitats culturals i artístiques	61,00
3811	Tècnics en operacions de sistemes informàtics	78,00
3812	Tècnics en assistència a l'usuari de tecnologies de la informació	65,00
3814	Tècnics en webs	3,00
3820	Programadors informàtics	65,00
3831	Tècnics de l'enregistrament audiovisual	60,00
3832	Tècnics de radiodifusió	60,00
3833	Tècnics en enginyeria de les telecomunicacions	84,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
4111	Empleats de comptabilitat	97,00
4112	Empleats de control de personal i nòmines	97,00
4113	Empleats d'oficina de serveis estadístics, financers i bancaris	96,80
4121	Empleats de control de subministrament i inventari	85,67
4122	Empleats d'oficina de serveis de suport a la producció	88,00
4123	Empleats de logística i transport de passatgers i mercaderies	96,00
4210	Empleats de biblioteques i arxius	95,75
4221	Empleats de serveis de correus (excepte empleats de finestra)	86,00
4222	Codificadors i correctors d'impremta	84,00
4223	Empleats de serveis de personal	90,00
4301	Introductors de dades	90,00
4309	Altres empleats administratius sense tasques d'atenció al públic ncaa	94,80
4411	Empleats d'informació a l'usuari	91,00
4412	Recepcionistes (excepte d'hotels)	96,00
4421	Empleats d'agències de viatges	26,13
4422	Recepcionistes d'hotels	57,50
4423	Telefonistes	96,50
4424	Teleoperadors	75,50
4430	Agents d'enquestes	94,00
4441	Caixers de bancs i similars	96,50
4442	Empleats de venda d'apostes	61,60
4443	Empleats de sales de joc i similars	61,60
4445	Cobradors de factures, deutes i empleats similars	95,00
4446	Empleats de finestra de correus	96,50
4500	Empleats administratius amb tasques d'atenció al públic ncaa	70,00
5000	Cambrers i cuiners propietaris	83,23
5110	Cuiners assalariats	73,20
5120	Cambrers assalariats	89,50
5210	Encarregats de secció de botigues i magatzems	28,00
5220	Venedors de botigues i magatzems	95,00
5300	Comerciants propietaris de botigues	16,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
5411	Venedors de quioscos	94,00
5412	Venedors de parades de mercat i mercats ocasionals	94,00
5420	Operadors de telemàrqueting	99,00
5430	Expenedors de gasolina	42,95
5491	Venedors a domicili	94,00
5492	Promotors de venda	51,00
5493	Models de moda, art i publicitat	98,00
5499	Altres venedors ncaa	97,00
5500	Caixers i taquillers (excepte de banca)	90,00
5611	Auxiliars d'infermeria hospitalària	47,00
5612	Auxiliars d'infermeria d'atenció primària	47,00
5621	Tècnics auxiliars de farmàcia	92,00
5622	Tècnics d'emergències sanitàries	4,90
5629	Altres treballadors que tenen cura de les persones en serveis de salut	58,67
5710	Treballadors que tenen cura de les persones a domicili (excepte mainaders)	40,20
5721	Mainaders a llars d'infants o escoles bressol	24,00
5722	Mainaders a les llars	8,00
5811	Perruquers	32,87
5812	Especialistes en tractaments d'estètica, benestar i similars	37,10
5821	Auxiliars de vol i cambrers d'avió, vaixell i tren	37,63
5822	Revisors i cobradors del transport terrestre	38,95
5823	Acompanyants turístics	34,77
5824	Hostesses de terra	34,77
5825	Guies de turisme	34,77
5831	Supervisors de manteniment i neteja d'oficines, hotels i altres establiments	94,00
5832	Majordoms domèstics	94,00
5833	Conserges d'edificis	66,00
5840	Treballadors propietaris de petits allotjaments	94,00
5891	Assistents personals o persones de companyia	40,80
5892	Empleats de pompes fúnebres i embalsamadors	37,00
5893	Cuidadors d'animals i ensinistradors	46,40

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
5894	Instructors d'autoescola	13,00
5899	Altres treballadors de serveis personals ncaa	27,90
5910	Guàrdies civils	14,25
5921	Policies nacionals	14,25
5922	Policies autonòmics	22,41
5923	Policies locals	22,41
5931	Bombers (excepte forestals)	8,68
5932	Bombers forestals	8,68
5941	Vigilants de seguretat i similars habilitats per a portar armes	89,50
5942	Auxiliars de vigilant de seguretat i similars no habilitats per a portar armes	89,50
5991	Tècnics especialistes en serveis penitenciaris	31,25
5992	Vigilants de piscines i platges, socorristes	46,33
5993	Agents forestals i mediambientals	46,33
5999	Altres treballadors dels serveis de protecció i seguretat ncaa	46,33
6110	Treballadors qualificats en activitats agrícoles (excepte hortes, hivernacles, planters i jardins)	57,00
6120	Treballadors qualificats en hortes, hivernacles, planters i jardins	67,00
6201	Treballadors qualificats en activitats ramaderes de bestiar boví	76,00
6202	Treballadors qualificats en activitats ramaderes de bestiar ovi i cabrum	76,00
6203	Treballadors qualificats en activitats ramaderes de bestiar porcí	76,00
6204	Treballadors qualificats en apicultura i sericultura	76,00
6205	Treballadors qualificats en avicultura i cunicultura	76,00
6209	Treballadors qualificats en activitats ramaderes ncaa	76,00
6300	Treballadors qualificats en activitats agropecuàries mixtes	76,00
6410	Treballadors qualificats en activitats forestals i del medi natural	79,20
6421	Treballadors qualificats en aqüicultura	76,00
6422	Pescadors fluvials i de litoral	70,00
6423	Pescadors d'altura	70,00
6430	Treballadors qualificats en activitats cinegètiques	67,00
7111	Encofradors i operaris de la posada en obra del formigó	88,33
7112	Muntadors de prefabricats estructurals (només de formigó)	88,33
7121	Paletes	57,03

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
7122	Pedrers, trossejadors, picadors i gravadors de pedra	86,00
7131	Fusters (excepte ebenistes)	72,00
7132	Instal·ladors i muntadors de tancaments metàl·lics (excepte muntadors d'estructures metàl·liques)	72,00
7191	Treballadors de manteniment d'edificis	58,50
7192	Instal·ladors de façanes tècniques	58,50
7193	Instal·ladors de sistemes d'impermeabilització en edificis	58,50
7199	Altres treballadors d'obres estructurals de la construcció ncaa	58,50
7211	Guixaires	75,00
7212	Aplicadors de revestiments de pasta i morter	75,00
7221	Lampistes	48,50
7222	Muntadors instal·ladors de gas en edificis	48,50
7223	Instal·ladors de canonades en obra pública	48,50
7231	Pintors i empaperadors	80,50
7232	Pintors en les indústries manufactureres	80,50
7240	Enrajoladors, parqueters i similars	82,00
7250	Mecànics instal·ladors de refrigeració i climatització	32,65
7291	Muntadors de cobertes	90,00
7292	Instal·ladors de material aïllant tèrmic i d'insonorització	73,50
7293	Vidriers	73,00
7294	Muntadors instal·ladors de plaques d'energia solar	48,50
7311	Emmotlladors i matricers	81,00
7312	Soldadors i oxitalladors	77,50
7313	Planxistes i calderers	78,00
7314	Muntadors d'estructures metàl·liques	71,33
7315	Muntadors d'estructures cablejades i empalmadors de cables	89,00
7321	Ferrers i forjadors	93,00
7322	Treballadors de la fabricació d'eines, mecànics ajustadors, modelistes, matricers i similars	77,33
7323	Ajustadors i operadors de màquines eina	87,09
7324	Polidors de metalls i esmolets d'eines	92,50
7401	Mecànics i ajustadors de vehicles de motor	64,53
7402	Mecànics i ajustadors de motors d'avió	35,65

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
7403	Mecànics i ajustadors de maquinària agrícola i industrial	62,16
7404	Mecànics i ajustadors de maquinària naval i ferroviària	62,16
7405	Reparadors de bicicletes i similars	47,15
7510	Electricistes de la construcció i similars	15,00
7521	Mecànics i reparadors d'equips elèctrics	64,41
7522	Instal·ladors i mantenidors reparadors de línies elèctriques	5,00
7531	Mecànics i mantenidors reparadors d'equips electrònics	53,61
7532	Instal·ladors i mantenidors reparadors en electromedicina	53,61
7533	Instal·ladors i mantenidors reparadors en tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	58,33
7611	Rel·lotgers i mecànics d'instruments de precisió	55,83
7612	Lutiers i similars; afinadors d'instruments musicals	45,65
7613	Joiers, orfebres i argenters	95,00
7614	Treballadors de la ceràmica, terrissaires i similars	46,75
7615	Bufadors, modeladors, laminadors, talladors i polidors de vidre	83,67
7616	Retolistes, gravadors de vidre i pintors decoratius d'articles diversos	95,00
7617	Artesans de la fusta i materials similars, cistellers, raspallaires i treballadors similars	3,50
7618	Artesans del tèxtil, cuir i materials similars, preparadors de fibra i teixidors amb telers artesans o de teixits de punt i similars	52,00
7619	Artesans ncaa	3,50
7621	Treballadors de processos de preimpresió	56,50
7622	Treballadors de processos d'impresió	83,00
7623	Treballadors de processos d'enquadernació	95,00
7701	Matadors i treballadors de les indústries càrnies	84,50
7702	Treballadors de les indústries del peix	84,50
7703	Forners, pastissers i confiters	89,00
7704	Treballadors del tractament de la llet i l'elaboració de productes lactis, inclosos els gelats	79,00
7705	Treballadors de la conservació de fruites i hortalisses i de l'elaboració de begudes no alcohòliques	61,00
7706	Treballadors de l'elaboració de begudes alcohòliques (excepte el vi)	61,00
7707	Treballadors de l'elaboració del vi	61,00
7708	Preparadors i elaboradors de tabac i productes derivats	74,67
7709	Degustadors i classificadors d'aliments i begudes	67,50
7811	Treballadors del tractament de la fusta	66,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
7812	Ajustadors i operadors de màquines de treballar la fusta	97,00
7820	Ebenistes i treballadors similars	91,50
7831	Sastres, modistes, pelleters i barreters	84,00
7832	Patronistes per a productes tèxtils i de pell	53,16
7833	Talladors de teixits, cuir, pell i altres materials	53,16
7834	Cosidors a mà, brodadors i similars	82,33
7835	Tapissers, matalassers i similars	39,00
7836	Adobers i preparadors de pells	41,00
7837	Sabaters i similars	52,00
7891	Bussos	18,00
7892	Artillers metxers de mines	48,00
7893	Classificadors i provadors de productes (excepte aliments, begudes i tabac)	98,00
7894	Fumigadors i altres controladors de plagues i males herbes	73,33
7899	Oficials, operaris i artesans d'altres oficis ncaa	50,85
8111	Miners i altres operadors d'instal·lacions mineres	69,57
8112	Operadors d'instal·lacions de preparació de minerals i roques	89,00
8113	Sondistes i treballadors similars	77,17
8114	Operadors de màquines de fabricar productes derivats de minerals no metàl·lics	88,00
8121	Operadors d'instal·lacions d'obtenció i transformació de metalls	88,00
8122	Operadors de màquines polidores, galvanitzadores i recobridores de metalls	88,00
8131	Operadors de plantes industrials químiques	84,67
8132	Operadors de màquines de fabricar productes farmacèutics, cosmètics i similars	84,67
8133	Operadors de laboratoris fotogràfics i similars	99,00
8141	Operadors de màquines de fabricar productes de cautxú i derivats de resines naturals	82,20
8142	Operadors de màquines de fabricar productes de matèries plàstiques	90,58
8143	Operadors de màquines de fabricar productes de paper i cartó	81,00
8144	Operadors de serradores, de màquines de fabricar taulers i d'instal·lacions similars de tractament de la fusta i el suro	86,00
8145	Operadors d'instal·lacions de preparació de pasta de paper i de fabricació de paper	74,00
8151	Operadors de màquines de preparar fibres, filar i debanar	96,00
8152	Operadors de telers i altres màquines de teixir	73,00
8153	Operadors de màquines de cosir i brodar	89,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
8154	Operadors de màquines de blanquejar, tenyir, estampar i acabar tèxtils	97,00
8156	Operadors de màquines de fabricar calçat, marroquineria i guanteria de pell	97,00
8160	Operadors de màquines d'elaborar productes alimentaris, begudes i tabac	81,60
8170	Operadors de màquines de bugaderia i tintoreria	71,00
8191	Operadors de forns i instal·lacions de vidrieria i ceràmica	81,33
8192	Operadors de calderes i màquines de vapor	89,00
8193	Operadors de màquines d'embalatge, embotellament i etiquetatge	98,00
8199	Altres operadors d'instal·lacions i maquinària fixa ncaa	92,25
8201	Engalzadors de maquinària mecànica	80,50
8202	Engalzadors d'equips elèctrics i electrònics	92,20
8209	Muntadors i engalzadors ncaa	97,00
8311	Maquinistes de locomotores	67,65
8312	Agents de maniobres ferroviàries	56,30
8321	Operadors de maquinària agrícola mòbil	79,00
8322	Operadors de maquinària forestal mòbil	79,00
8331	Operadors de maquinària de moviments de terres i equips similars	89,20
8332	Operadors de grues, muntacàrregues i maquinària similar de moviment de materials	65,38
8333	Operadors de carretons elevadors	47,95
8340	Mariners de pont, mariners de màquines i similars	72,50
8411	Conductors propietaris d'automòbils, taxis i furgonetes	56,78
8412	Conductors assalariats d'automòbils, taxis i furgonetes	56,78
8420	Conductors d'autobusos i tramvies	61,23
8431	Conductors propietaris de camions	40,95
8432	Conductors assalariats de camions	40,95
8440	Conductors de motocicletes i ciclomotors	48,45
9100	Empleats domèstics	69,00
9210	Personal de neteja d'oficines, hotels i altres establiments similars	57,33
9221	Netejadors en sec i a mà i similars	81,00
9222	Netejadors de vehicles	37,00
9223	Netejadors de finestres	66,00
9229	Altres tipus de personal de neteja ncaa	83,00

OCUPACIONS SEGONS PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ A CATALUNYA I ESPANYA		
CODI CCO-2011	OCUPACIÓ	PROBABILITAT D'AUTOMATITZACIÓ (PERCENTATGE)
9310	Ajudants de cuina	85,00
9320	Preparadors de menjar ràpid	87,50
9410	Venedors de carrer	94,00
9431	Ordenances	88,50
9432	Mossos d'equipatge i similars	88,50
9433	Repartidors, persones dels encàrrecs i missatgers, a peu	88,50
9434	Lectors de comptadors (aigua, gas, etc.) i recaptadors de monedes de màquines recreatives i expenedores	89,50
9441	Recollidors de residus urbans	47,95
9442	Classificadors de residus, operaris d'ecoparc i recollidors de ferralla	93,00
9490	Altres ocupacions elementals	73,50
9511	Peons agrícoles (excepte d'hortes, hivernacles, planters i jardins)	87,00
9512	Peons agrícoles d'hortes, hivernacles, planters i jardins	95,00
9520	Peons ramaders	87,00
9530	Peons agropecuaris	87,00
9541	Peons de la pesca	83,00
9542	Peons de l'aqüicultura	83,00
9543	Peons forestals i de la caça	87,00
9601	Peons d'obres públiques	88,00
9602	Peons de la construcció d'edificis	80,00
9603	Peons de la mineria, pedreres i altres indústries extractives	37,00
9700	Peons de les indústries manufactureres	74,80
9811	Peons del transport de mercaderies i descarregadors	59,92
9812	Conductors de vehicles de tracció animal per al transport de persones i similars	94,00
9820	Reposadors	64,00

Annex 3.
Variació en els dies naturals contractats a Catalunya 2011-2016 per ocupacions de la CCO-2011⁴⁹

OCUPACIONS LLIGADES A LA INDÚSTRIA, ORDENADES PER NÚMERO DE CODI		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
1313	Directors indústries manufactureres	3,6
1321	Directors serveis TIC	49,4
2411	Físics i astrònoms	44,1
2412	Meteoròlegs	-15,0
2413	Químics	3,2
2414	Geòlegs i geofísics	-27,5
2415	Matemàtics i actuaris	-9,0
2416	Estadístics	-7,4
2421	Biòlegs, botànics, zoòlegs i similars	23,0
2422	Enginyers agrònoms	-35,7
2423	Enginyers forestals	-22,3
2424	Enginyers tècnics agrícoles	-6,9
2425	Enginyers tècnics forestals i del medi natural	33,1
2426	Professionals protecció ambiental	-53,8
2427	Enòlegs	145,4
2431	Enginyers industrials i de producció	55,4
2432	Enginyers construcció i obra civil	2,1
2433	Enginyers mecànics	24,0
2434	Enginyers aeronàutics	120,5
2435	Enginyers químics	17,7
2436	Enginyers mines, metal·lúrgics i similars	-59,6
2437	Enginyers ambientals	38,8
2439	Enginyers ncaa	148,4
2441	Enginyers elèctrics	-32,9
2442	Enginyers electrònics	37,6
2443	Enginyers telecomunicacions	-4,9
2451	Arquitectes (excepte paisatgistes i urbanistes)	148,7

49 Aquesta llista és la mateixa que s'ofereix al capítol 2.4 però ordenada per codi CCO-2011 per facilitar la recerca d'una ocupació determinada.

OCUPACIONS LLIGADES A LA INDÚSTRIA, ORDENADES PER NÚMERO DE CODI		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
2452	Arquitectes paisatgistes	685,6
2453	Urbanistes i enginyers trànsit	193,6
2454	Enginyers geògrafs i cartògrafs	-6,8
2461	Enginyers tècnics industrials i de producció	9,9
2462	Enginyers tècnics obres públiques	-18,4
2463	Enginyers tècnics mecànics	7,4
2464	Enginyers tècnics aeronàutics	15,0
2465	Enginyers tècnics químics	9,0
2466	Enginyers tècnics mines, metal·lúrgics i similars	-35,8
2469	Enginyers tècnics ncaa	79,5
2471	Enginyers tècnics electricitat	-8,3
2472	Enginyers tècnics electrònica	-43,4
2473	Enginyers tècnics telecomunicacions	5,8
2481	Arquitectes tècnics i tècnics urbanistes	43,6
2482	Dissenyadors productes i peces	71,7
2483	Enginyers tècnics topografia	-36,9
2484	Dissenyadors gràfics i multimèdia	113,3
2711	Analistes de sistemes	119,8
2712	Analistes i dissenyadors programari	33,8
2713	Analistes, programadors i dissenyadors pàgines web	147,1
2719	Analistes i dissenyadors programari ncaa	31,8
2721	Dissenyadors i administradors bases de dades	220,0
2722	Administradors sistemes i xarxes informàtiques	125,7
2723	Analistes xarxes informàtiques	156,7
2729	Especialistes bases dades i xarxes informàtiques ncaa	139,4
3110	Delineants i dibuixants tècnics	22,6
3121	Tècnics ciències físiques i químiques	-37,0
3122	Tècnics construcció	24,4
3123	Tècnics electricitat	-4,6
3124	Tècnics electrònica (excepte electromedicina)	2,2
3125	Tècnics electrònica, electromedicina	98,7

OCUPACIONS LLIGADES A LA INDÚSTRIA, ORDENADES PER NÚMERO DE CODI		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
3126	Tècnics mecànica	43,5
3127	Tècnics i analistes laboratori química industrial	85,9
3128	Tècnics metal·lúrgia i mines	-5,2
3129	Altres tècnics ciències físiques, químiques i enginyeria	14,2
3131	Tècnics instal·lacions producció energia	-27,8
3132	Tècnics tractament residus, aigües i altres similars	-4,1
3133	Tècnics control instal·lacions processament químic	-10,2
3134	Tècnics refineries petroli i gas natural	-64,2
3135	Tècnics control processos producció metalls	49,2
3139	Tècnics control de processos ncaa	85,0
3141	Tècnics ciències biològiques (excepte àrea sanitària)	6,1
3142	Tècnics agropecuaris	-5,7
3143	Tècnics forestals i del medi natural	-7,7
3151	Caps i oficials maquinistes	-11,4
3152	Capitans i oficials de pont	57,9
3153	Pilots aviació i professionals similars	153,2
3154	Controladors trànsit aeri	-87,1
3155	Tècnics seguretat aeronàutica	-95,8
3160	Tècnics qualitat físiques, químiques i enginyeries	48,1
3201	Supervisors enginyeria de mines	-70,2
3202	Supervisors construcció	-30,4
3203	Supervisors indústries alimentàries i tabac	42,8
3204	Supervisors indústries química i farmacèutica	86,1
3205	Supervisors indústries plàstics, cautxú i resines	-21,6
3206	Supervisors indústries fusta i pasta de paper	-23,0
3207	Supervisors indústries arts gràfiques i paper	9,6
3209	Supervisors altres indústries manufactureres	16,2
3401	Professionals suport i intermediaris borsa i finances	-38,9
3402	Comercials préstecs i crèdits	-18,3
3403	Tenidors llibres	-2,4
3404	Professionals de suport serveis estadístics i similars	-0,2

OCUPACIONS LLIGADES A LA INDÚSTRIA, ORDENADES PER NÚMERO DE CODI		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
3405	Taxadors	4,3
3811	Tècnics operacions sistemes informàtics	99,4
3812	Tècnics assistència usuari TIC	92,9
3813	Tècnics xarxes informàtiques	280,5
3814	Tècnics web	364,1
3820	Programadors informàtics	59,2
3831	Tècnics enregistrament audiovisual	106,1
3832	Tècnics ràdio	-25,3
3833	Tècnics enginyeria telecomunicacions	259,3
7311	Emmotlladors i matricers	102,8
7312	Soldadors i oxtalladors	6,4
7313	Planxistes i calderers	16,2
7314	Muntadors estructures metàl·liques	0,0
7315	Muntadors estructures cablejades i empalmador cables	10,4
7321	Ferrers i forjadors	3,6
7322	Treballadors fabricació eines, matricers i similars	-20,6
7323	Ajustadors operadors màquines eina	-28,8
7324	Polidors metalls i esmolets eines	-26,5
7401	Mecànics ajustadors vehicles motor	41,1
7402	Mecànics ajustadors motors avió	112,4
7403	Mecànics ajustadors maquinària agrícola i industrial	20,8
7404	Mecànics ajustadors maquinària naval i ferroviària	261,4
7405	Reparadors bicicletes i similars	71,5
7510	Electricistes de la construcció i similars	-12,7
7521	Mecànics i reparadors equips elèctrics	-6,5
7522	Instal·ladors i reparadors línies elèctriques	5,4
7531	Mecànics i reparadors equips electrònics	38,5
7532	Instal·ladors i reparadors electromedicina	63,5
7533	Instal·ladors i reparadors en TIC	31,5
7611	Relotgers i mecànics instruments precisió	-36,9
7612	Lutiers i afinadors instruments musicals	-27,4

OCUPACIONS LLIGADES A LA INDÚSTRIA, ORDENADES PER NÚMERO DE CODI		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
7613	Joiers, orfebres i argenters	-49,4
7614	Treballadors ceràmica, terrissaires i similars	-37,4
7615	Bufadors, modeladors i talladors vidre	11,8
7616	Retolistes, gravadors vidre i pintors decoratius	6,9
7617	Artesans fusta, cistellers, raspallaires i similars	-43,7
7618	Artesans tèxtil, cuir i materials similars i teixidors	-60,3
7619	Artesans ncaa	190,5
7621	Treballadors processos preimpressió	5,4
7622	Treballadors processos impressió	1,6
7623	Treballadors processos encuadernació	-23,6
7701	Matadors i treballadors indústries càrnies	82,2
7702	Treballadors indústries del peix	129,0
7703	Forners, pastissers i confiters	39,5
7704	Treballadors tractament llet i elaboració lactis	-3,0
7705	Treballadors conservació fruites i hortalisses	-44,6
7706	Treballadors elaboració begudes alcohòliques (excepte el vi)	87,7
7707	Treballadors elaboració vi	76,9
7709	Degustadors i classificadors aliments i begudes	-63,9
7811	Treballadors tractament fusta	27,2
7812	Ajustadors i operadors màquines treballar fusta	3,1
7820	Ebenistes i treballadors similars	15,8
7831	Sastres, modistes, pelleters i barreters	-21,9
7832	Patronistes productes tèxtils i pell	33,3
7833	Talladors teixits, cuir, pell i altres materials	-6,5
7834	Cosidors a mà, brodadors i similars	34,1
7835	Tapissers, matalassers i similars	15,9
7836	Adobers i preparadors pells	-33,0
7837	Sabaters i similars	-39,6
7891	Bussos	96,2
7893	Provadors productes (excepte aliments, begudes i tabac)	-30,2
7894	Fumigadors i controladors plagues i males herbes	101,8

OCUPACIONS LLIGADES A LA INDÚSTRIA, ORDENADES PER NÚMERO DE CODI		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
7899	Oficials, operaris i artesans altres oficis ncaa	209,8
8111	Miners i altres operadors instal·lacions mineres	75,1
8112	Operadors instal·lacions preparació de minerals	118,2
8113	Sondistes i treballadors similars	-14,6
8114	Operadors màquines derivats minerals no metàl·lics	66,2
8121	Operadors instal·lacions transformació metalls	32,9
8122	Operadors màquines polidores, recobridores metall	-33,0
8131	Operadors plantes industrials químiques	29,9
8132	Operadors màquines productes farmacèutics, cosmètics	47,4
8133	Operadors laboratoris fotogràfics i similars	3,3
8141	Operadors productes cautxú i resines naturals	18,7
8142	Operadors màquines productes matèries plàstiques	-6,4
8143	Operadors màquines productes paper i cartó	4,1
8144	Operadors màquines tractament de fusta i suro	71,2
8145	Operadors preparació pasta i fabricació paper	-12,9
8151	Operadors màquines preparar fibres i filar	34,7
8152	Operadors telers i altres màquines de teixir	6,5
8153	Operadors màquines cosir i brodar	23,9
8154	Operadors màquines blanquejar, tenyir i acabar tèxtil	13,1
8155	Operadors màquines tractar pell i cuir	37,1
8156	Operadors màquines fabricar calçat i marroquineria	18,2
8159	Operadors màquines fabricar productes tèxtils ncaa	-10,9
8160	Operadors màquines elaborar aliments, begudes i tabac	36,9
8170	Operadors màquines bugaderia i tintoreria	79,2
8191	Operadors forns vidrieria i ceràmica	4,1
8192	Operadors calderes i màquines de vapor	109,0
8193	Operadors màquines embalatge i etiquetatge	-46,8
8199	Altres operadors instal·lacions i màquines fixes ncaa	130,5
8201	Engalzadors maquinària mecànica	-55,5
8202	Engalzadors equips elèctrics i electrònics	20,6
8209	Muntadors i engalzadors ncaa	46,9

OCUPACIONS LLIGADES A LA INDÚSTRIA, ORDENADES PER NÚMERO DE CODI		
CODI CCO-2011	OCUPACIONS	VARIACIÓ 2011-2016 (PERCENTATGE)
8311	Maquinistes locomotora	119,7
8312	Agents maniobres ferroviàries	-45,9
8321	Operadors maquinària agrícola mòbil	63,1
8322	Operadors maquinària forestal mòbil	71,3
8331	Operadors maquinària moviments de terres i similars	-39,2
8332	Operadors grues, muntacàrregues i moviment material	20,6
8333	Operadors carretons elevadors	24,2
8340	Mariners de pont, mariners de màquines i similars	-4,0
9700	Peons indústries manufactureres	23,0

COL·LECCIÓ PAPERS DE L'OBSERVATORI DE LA INDÚSTRIA

1. **Les dones en el sector industrial a Catalunya**
Carme Poveda
2. **Reconeixement i valoració dels requeriments de l'entorn legal amb incidència sobre la dimensió de l'empresa**
Modest Guinjoan
3. **L'impacte laboral de la Indústria 4.0 a Catalunya**
Joan Miquel Hernández Gascón (director), Jordi Fontrodona Francolí, Adrià Morron Salmeron, Laia Castany Teixidor, Manel Clavijo Losada i Belén Tascón Alonso

