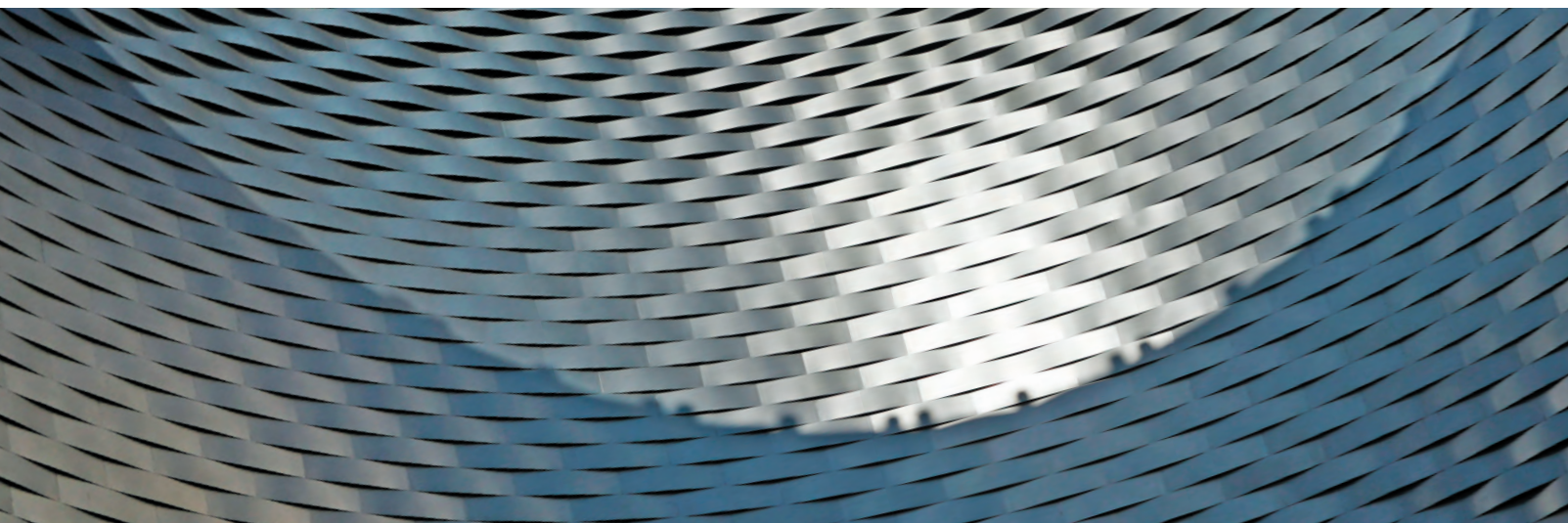


16

PAPERS DE
L'OBSERVATORI
DE LA
INDÚSTRIA



Transició energètica i indústria

JORDI BERENGUER

XAVIER AYNETO

VICENÇ FERNÀNDEZ

DAVID FORTUNY

FRANCESC GUINJOAN

CARLES RIBA

LLUIS ROMERAL

MIREIA DE LA RUBIA

LAURA TUDURI



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

BIBLIOTECA DE CATALUNYA - DADES CIP:

Berenguer Sau, Jordi, autor

Transició energètica i indústria. – Primera edició. – (Papers de l'Observatori de la Indústria; 16)

Bibliografia

ISBN 9788418601507

I. Catalunya. Departament d'Empresa i Treball, entitat editora II. Títol III.

Col·lecció: Papers de l'Observatori de la Indústria; 16

1. Energies renovables – Política governamental – Catalunya 2. Indústries – Consum d'energia – Catalunya

502.174.3:502.14(460.23)

338.45:620.9(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 Treball

Direcció General d'Indústria

Passeig de Gràcia, 129

08008 Barcelona / Tel. 93 476 72 00 / <http://empresa.gencat.cat>

Col·lecció:

PAPERS DE L'OBSERVATORI DE LA INDÚSTRIA

Aquesta publicació ha comptat amb el suport d'ACCIÓ.

Autors

Jordi Berenguer, Xavier Ayneto, Vicenç Fernández, David Fortuny, Francesc Guinjoan, Carles Riba,

Lluís Romeral, Mireia de la Rubia i Laura Tuduri

Consell de redacció:

Joan Miquel Hernández, Jordi Fontrodona, Laia Castany, Belén Tascón, Manel Clavijo

Primera edició: Barcelona, maig de 2021

Disseny, maquetació i correcció:

www.cegeglobal.com

ISBN: 9788418601507

DL: B 9323-2021

El Departament d'Empresa i Treball 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.

Índex

Resum executiu	11
01. Introducció	17
02. La transició energètica (TE)	21
Definició de la TE	22
Reptes de la TE	24
Elements del sistema elèctric	25
Necessitat d'una TE	29
La indústria i la TE, una relació simbiòtica	31
03. Aplicació de la TE a Catalunya	35
Element clau per dur a terme la TE: l'energia	37
Eines per incrementar la flexibilitat del sistema elèctric	40
Aspectes tècnics en la integració d'energies renovables a la xarxa elèctrica	43
Inversions en la xarxa de transport amb alt vessant tecnològic	44
Nou parc d'energies renovables a Catalunya	48
04. La descarbonització de la indústria	55
Indústria catalana	56
Tecnologies actuals i possibles vies de descarbonització de la indústria	62
Millora de l'eficiència energètica	64
Ús de l'hidrogen	65
Economia circular i integració de processos	67
Captació i emmagatzematge de carboni	69
Horitzons d'aplicació	70
05. La TE i l'energia nuclear	87
Les nuclears a Catalunya	88
El futur de les nuclears	90
06. Impactes al transport	91
El cas de la indústria de l'automòbil	93
Transport: situació i mesures per millorar l'eficiència	94
07. Obstacles per a la TE	101
Creixement econòmic i TE	103
08. Impactes a l'ocupació i la formació	107
Anàlisi ocupacional	109

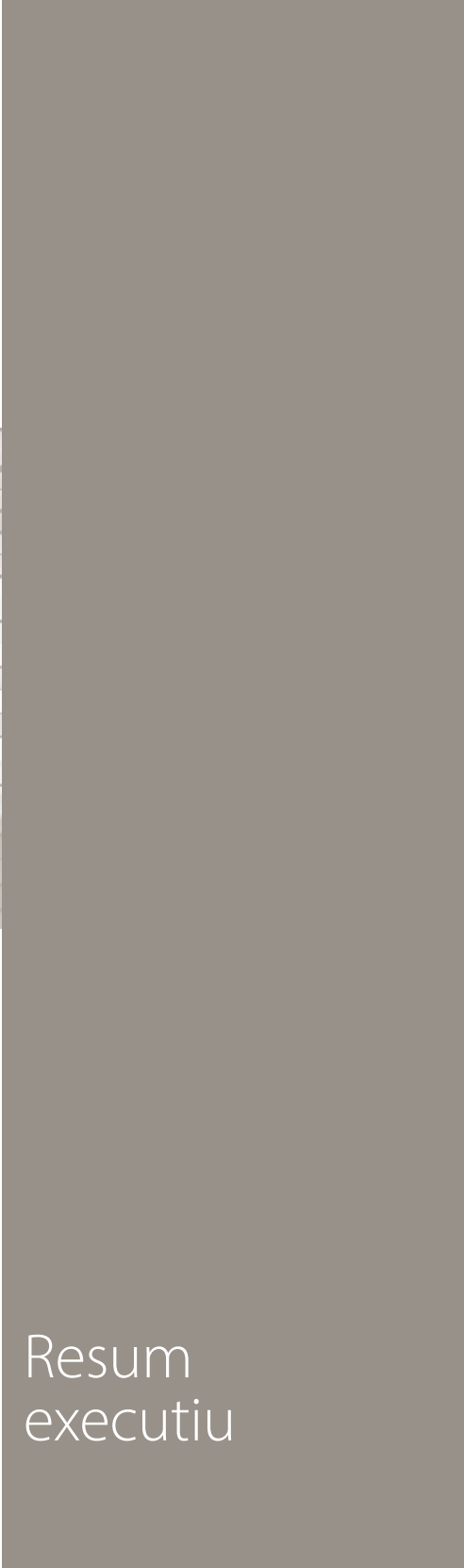
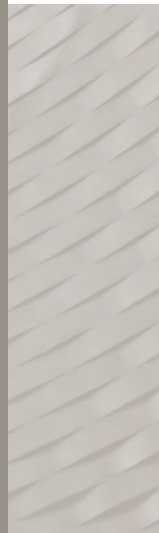
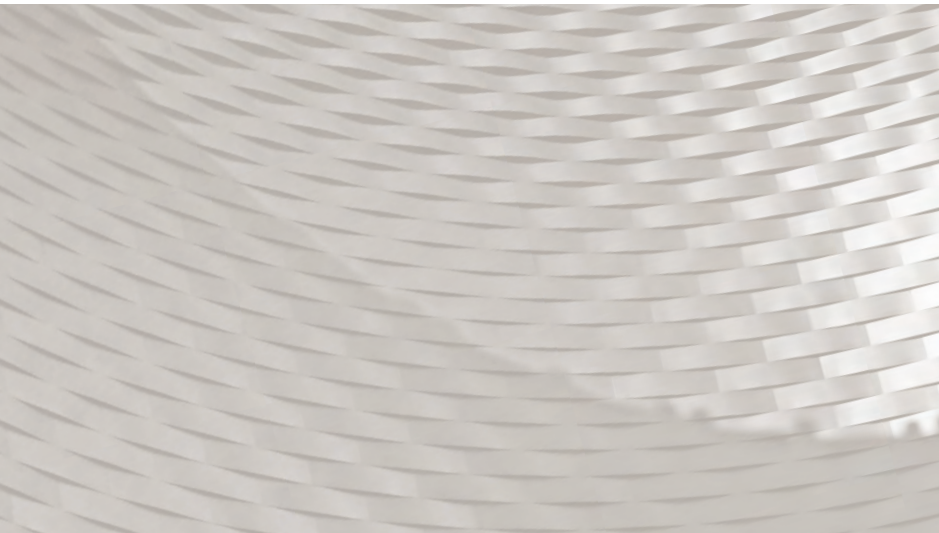
Afectacions a l'ocupació	110
Afectacions a la formació i a les tasques	115
Oferta educativa i laboral	120
Conclusions de l'anàlisi ocupacional	125
Creació de llocs de treball del nou parc d'energies renovables a Catalunya	127
09. Actuacions i estratègies actuals i del futur	133
Marc legislatiu i regulador	134
Polítiques industrials	138
10. La veu experta	147
11. Conclusions	155
12. Recomanacions	165
Agraïments	172
Glossari	173
Bibliografia	175
Annex	181

Índex de figures i taules

Figura 1.	Equilibri de fonts i embornals	23
Figura 2.	Esquematzació de gestió intel·ligent de l'energia	26
Figura 3.	Emissions globals de carboni relacionades amb l'energia en escenaris climàtics de l'AIE. Taxa mitjana de creixement (en percentatge per any)	30
Figura 4.	Comparació entre la població, la producció i el consum de fòssils. Any 2017 (en percentatge respecte del món)	31
Figura 5.	Representació d'una xarxa intel·ligent	36
Figura 6.	Representació del sistema elèctric actual i de futur	40
Figura 7.	Distribució de punts de càrrega a Catalunya i empreses comercialitzadores	42
Figura 8.	Xarxa de connexió de la generació eòlica i fotovoltaica existent i en tramitació	45
Figura 9.	Desglossament de les inversions en xarxa de transport a Espanya previstes en el Pla Estratègic 2018-2022 del Grup Red Eléctrica per tipologia	45
Figura 10.	Interconnexions amb França	46
Figura 11.	Parc de generació d'energia elèctrica a l'Escenari objectiu del PNIEC 2021-2030	49
Figura 12.	Distribució d'energia a instal·lar a Catalunya seguint el PNIEC segons població i PIB (en percentatge)	50
Figura 13.	Mapa d'irradiació normal directa a Catalunya	52
Figura 14.	Potència (en MW) a Catalunya entre l'annualitat 2018 i 2030 (segons percentatge del PIB i percentatge de població)	53
Figura 15.	Nova potència a instal·lar a Catalunya 2020-2030 (per percentatge de població)	54
Figura 16.	Nova potència a instal·lar a Catalunya 2020-2030 (per percentatge de PIB)	54
Figura 17.	Representació de les emissions (tCO ₂ eq) a Espanya i el consum total d'energia a Catalunya. Any 2017	57
Figura 18.	Objectiu d'emissions de GEH. Any 2050	58
Figura 19.	Diagrama Sankey del Sistema Energètic de Catalunya per l'annualitat. Any 2017	59
Figura 20.	Consum energètic a la indústria de Catalunya per sector. Any 2017 (en percentatge)	60
Figura 21.	Formes d'energia en els sectors industrials de més consum a Catalunya en ktep. Any 2017	60
Figura 22.	GEH a Catalunya per sectors industrials (en percentatge)	61
Figura 23.	Possibles vies de descarbonització de la indústria	63
Figura 24.	Ús de l'hidrogen per produir energia	67

Figura 25. Representació de l'economia circular	68
Figura 26. Representació de les principals accions de descarbonització industrial per dur a terme a curt termini	72
Figura 27. Representació de les principals accions de descarbonització industrial per dur a terme a mitjà termini	75
Figura 28. Emissions de GEH en vehicles en relació amb el consum d'energia. Any 2020	92
Figura 29. Emissions de GEH per tipus de transport a Catalunya. Any 1990-2017	96
Figura 30. Mostra seleccionada i avaluada a l'estudi	109
Figura 31. Persones ocupades afectades per la TE segons diferents subgrups (total: 187.913 persones) (en percentatge)	111
Figura 32. Impacte de la TE sobre la demanda de les 187.913 ocupacions analitzades (en percentatge)	113
Figura 33. Impacte de la TE sobre la demanda d'ocupacions diferenciat en subgrups (en percentatge)	114
Figura 34. Persones ocupades que patiran un canvi en les seves tasques i/o requeriran formació complementària (tenint en compte la mostra de 187.913 persones) (en percentatge)	115
Figura 35. Impacte de la TE sobre la demanda	118
Figura 36. Nivell formatiu de les persones que ocupen els 104 perfils professionals analitzats	118
Figura 37. Nivell educatiu de les 187.913 persones ocupades analitzades segons el grau d'impacte sobre la demanda (en percentatge)	119
Figura 38. Dones ocupades per cada subgrup analitzat (en percentatge)	124
Figura 39. Relació entre l'edat dels ocupats de cada subgrup i el seu nivell formatiu (en percentatge)	124
Figura 40. Infografia dels impactes de la TE en les ocupacions	126
Figura 41. Llocs de treball creats per la fabricació i instal·lació de potència a Catalunya segons si la distribució energètica és per PIB o població	129
Figura 42. Llocs de treball creats per a l'operació i el manteniment de potència a Catalunya segons si la distribució energètica és per PIB o població	130
Figura 43. Infografia del Pacte Verd Europeu	134
Figura 44. Representació del marc legislatiu a escala europea, espanyola i catalana	138
Figura 45. Infografia dels diferents grups de mesures per acollir la transformació energètica a la indústria	139

Figura 46.	Potència a Catalunya entre el 2018 i el 2030 (en MW)	156
Figura 47.	Vies de descarbonització de la indústria a termini curt i mitjà	158
Figura 48.	Resum del nombre d'ocupacions avaluades	162
Figura 49.	Previsió indicativa anual dels habitatges rehabilitats energèticament. Any 2021-2030	187
Taula 1.	Taula comparativa entre tecnologies energètiques	27
Taula 2.	Matriu de possibles vies de descarbonització per sector	79
Taula 3.	Nombre d'ocupacions que patiran modificacions a les tasques i/o requeriran una formació complementària	116
Taula 4.	Condicions potencials que pot presentar la TE amb relació a les necessitats formatives	123
Taula 5.	Relació entre tecnologies energètiques i nombre de llocs de treball generats per MW i any	128
Taula 6.	Llocs de treball anuals generats per la instal·lació, l'operació i el manteniment del nou parc d'energies renovables a Catalunya	131
Taula 7.	Parc de generació d'energia elèctrica a l'Escenari Objectiu a Espanya	182
Taula 8.	Correcció factor PIB i factor població segons tecnologia	183
Taula 9.	Producció bruta d'energia elèctrica	184
Taula 10.	Nova potència (criteri població i criteri PIB)	185
Taula 11.	Taula comparativa entre la població, la producció i el consum de fòssils. Any 2017	185
Taula 12.	Llocs de treball creats per fabricació i instal·lació de potència (criteri segons percentatge de població)	217
Taula 13.	Llocs de treball creats per fabricació i instal·lació de potència (criteri segons PIB)	218
Taula 14.	Llocs de treball creats per operació i manteniment de potència (criteri segons percentatge de població)	219
Taula 15.	Llocs de treball creats per operació i manteniment de potència (criteri segons PIB)	220



Resum
executiu

Objectius

L'objectiu d'aquest estudi és donar resposta a les demandes plantejades pel Pacte Nacional per a la Indústria, les quals es fonamenten en definir les implicacions que pugui tenir la transició energètica (TE) a la indústria catalana.

L'enfocament que s'ha pres es caracteritza per analitzar, en primer lloc, les raons que justifiquen realitzar una TE a Catalunya. D'acord amb això, es presenta la situació en què es troba actualment i els elements clau que hauria de complir per fer-la efectiva (infraestructura de renovables, electrificació i descarbonització). A més, en el transcurs de l'anàlisi, es fa valdre el caràcter transversal de la TE explorant els seus efectes i relacions, no només entre sectors industrials, sinó també els que involucren altres esferes del teixit productiu com l'ocupació i la formació.

Metodologia

Per realitzar l'estudi, primerament s'han analitzat les diferents propostes i interpretacions reguladores en l'àmbit europeu, espanyol i català. D'aquesta manera s'ha pogut establir una base amb uns objectius definits que serveixen per a la posterior interpretació dels efectes que se'n deriven. Aquesta interpretació es fonamenta principalment en una revisió de bibliografia tècnica, a més de l'assessorament de grups de persones expertes i entrevistes a personalitats representatives de sectors clau en la TE.

La varietat d'apartats de l'estudi implica l'ús de diferents processos metodològics, els quals mereixen ser destacats.

En primer lloc, per definir la magnitud de les noves infraestructures i potència energètica renovable a instal·lar a Catalunya, s'han utilitzat dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT), l'Oficina estadística de la Unió Europea (EUROSTAT) i l'Institut Català d'Energia (ICAEN). Seguidament, s'ha partit de les necessitats de potència que marca el *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030* i, a través d'una hipòtesi de distribució energètica segons el percentatge poblacional i el producte interior brut català, s'ha estimat la potència renovable que requerirà Catalunya en els pròxims anys i, amb aquestes dades, la mà d'obra que es requerirà per instal·lar i mantenir el parc fins al 2030.

En segon lloc, per als processos de descarbonització s'han analitzat els diferents sectors industrials en funció dels seus consums energètics i d'emissions de CO₂, permetent oferir una fotografia dels sectors i activitats industrials que han de realitzar la transició amb més urgència.

Per analitzar els efectes en l'ocupació, s'han avaluat 506 ocupacions descrites a la Classificació Catalana d'Ocupacions (CCO-2011) tenint en compte una mostra de 1.671.179 persones ocupades a Catalunya (total de persones distintes que han signat algun contracte durant el període de març del 2019 a febrer del 2020). La valoració es basa en l'augment o disminució de la demanda ocupacional que pugui generar la TE i la variació de tasques o necessitat de formació complementària. De les 506 ocupacions analitzades, s'extreuen les 104 que es veuran afectades per la TE i que representen 187.913 persones ocupades (de la mostra analitzada). A més, s'han categoritzat les ocupacions en 9 subgrups diferents per ampliar la perspectiva de l'anàlisi.

L'estudi incorpora dos capítols, energia nuclear i transport, que es destaquen per presentar-ne certes peculiaritats. En relació amb l'energia nuclear, s'aprofundeix en els seus avantatges i inconvenients, bàsicament per la seva presència en el territori català. L'objectiu és presentar totes les eines disponibles que permetin valorar la millor estratègia per a la realització de la TE a Catalunya. El capítol de transport és requerit no només pels elevats consums energètics i emissions que genera, sinó també pel seu caràcter transformador en diverses esferes relacionades amb la Indústria 4.0.

Per acabar de completar l'estudi i oferir una perspectiva àmplia, s'ha afegit un capítol que recull les opinions més destacades en àmbits de la TE obtingudes per mitjà tant d'entrevistes com dels *UPC Diàlegs sobre energia i emergència climàtica*.

Conclusions

A grans trets, l'estudi aporta conclusions que es poden agrupar en tres grans blocs: inversions i transformacions energètiques i industrials; sectors singulars a Catalunya, obstacles i creixement econòmic i, finalment, ocupació i polítiques industrials.

Inversions i transformacions energètiques i industrials

Catalunya necessita instal·lar una potència d'aproximadament 18.000-22.000 MW entre les anualitats 2020-2030, la majoria provinent d'energia fotovoltaica i, en menor mesura, d'energia eòlica. La instal·lació de microxarxes i agregadors energètics requerirà que el sistema energètic sigui bidireccional i digitalitzat, millorant la seva flexibilitat.

L'horitzó més immediat (10 anys), ha d'estar centrat en la millora de l'eficiència energètica i en el desplegament d'energies renovables on es prioritzin projectes a petita escala en àmbits residencials i productius. Tot plegat, lligat amb el foment de l'economia circular i l'ocupació. Durant aquest període es preveu, també, la incorporació massiva de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) en el sistema energètic, així com un augment de la recerca, el desenvolupament i la implementació d'experiències pilot que seran pilars per al següent període a mitjà termini.

A mitjà termini (10-20 anys), els principals desplegaments hauran de venir per part de la instal·lació de grans parcs fotovoltaics i eòlics, per tal de cobrir la transició dels sistemes generals (indústries intensives en energia, transport pesant i de llarg abast i grans equipaments). L'altre factor clau d'aquest període és el de la implementació de grans centres d'emmagatzematge energètic per poder compensar les intermitències de les energies renovables. Tot sembla indicar que el principal recurs d'emmagatzematge serà l'hidrogen electrolític. Durant aquesta segona etapa, cal abordar la transformació de determinats processos industrials per evitar-ne les emissions i, en cas de no poder ser transformades, implementar tecnologies de captura, emmagatzematge i ús de carboni.

En la darrera etapa (+20 anys), s'hauran de consolidar les transformacions realitzades durant les etapes anteriors per tal que les renovables prenguin el control del sistema energètic i l'ús dels combustibles fòssils sigui residual.

Sectors singulars a Catalunya, obstacles i creixement econòmic

Està previst desmantellar les centrals nuclears al voltant del 2030. Tot i estar justificat per raons mediambientals, precipitar el seu desmantellament sense una alternativa viable i lliure d'emissions podria generar els efectes contraris als buscats amb la TE. No obstant això, l'urani és un recurs finit i mantenir la generació nuclear no faria més que accelerar-ne l'esgotament. L'energia nuclear s'ha de concebre, si cal, només com a eina que faciliti el procés de transició i no pas com a fi en sí mateixa.

L'altre sector amb potencial transformador és el del transport. A causa del seu elevat consum energètic i una gran generació d'emissions, se'n deriven les següents mesures per implementar:

- Digitalització de les infraestructures i dels vehicles per millorar l'eficiència.
- Canvis modals de la mobilitat urbana.
- Noves formes de gestió logística.
- Electrificació directa del transport.
- Entrada de combustibles neutres en carboni.
- Infraestructures derivades de la Indústria 4.0.

Adicionalment, es mostren un seguit d'obstacles potencials per al desplegament de la TE. Primerament, la no concordança entre la urgència d'implementar mesures i inversions contra la rendibilitat dels projectes. En aquest sentit, es posa en relleu la importància d'implementar polítiques que permetin accelerar el procés de transformació. En segon lloc, la manca històrica de seguretat jurídica i rigideses entre el sector energètic i l'Administració dificulten la posada en marxa d'inversions. Per últim, la incertesa dels costos en nous equipaments i de les vies de comercialització genera un efecte d'aversion al risc que endarrerix les inversions.

Finalment, es plantegen dos escenaris pel que respecta al desenvolupament econòmic. D'una banda, la TE pot impulsar l'expansió econòmica gràcies a les millores en productivitat i a les inversions. D'altra banda, les mesures que posin fre a l'increment del consum de recursos, les emissions i els residus poden suposar-ne una barrera. Els efectes econòmics dependran de l'escenari que es prioritzi durant la TE. Tanmateix, la TE planteja la utilització de nous indicadors socioeconòmics que comptabilitzin més elements que els purament productius.

Ocupació i polítiques industrials

Els efectes de la TE en relació amb l'ocupació són, en general, positius. S'observa que al voltant del 80% de les persones ocupades observades (187.913) experimentaran, potencialment, un augment de la demanda. Si es relacionen els MW a instal·lar i mantenir a Catalunya en renovables amb la creació de llocs de treball, es calcula que es poden generar entre 24.408 i 31.879 llocs de treball anuals del 2020 fins al 2030. No obstant això, alguns grups d'ocupacions poden experimentar l'increment únicament de forma temporal.

D'altra banda, l'avaluació dels diferents grups ocupacionals mostra que gran part de les persones ocupades (50%) requeriran formació complementària i el 34% algun canvi en les seves tasques. A més, el 80% de les persones analitzades tenen formació bàsica i s'observa una correlació positiva entre creació de llocs de treball i nivells educatius su-

periors. D'acord amb això, s'extreuen dues conclusions principals: que la TE impulsa llocs de treball amb un grau de formació elevat i que és necessari introduir formació complementària adreçada a les ocupacions amb nivells formatius bàsics per tal de garantir la rotació laboral.

Respecte als perfils professionals més afectats, la majoria és el d'home major de 30 anys amb educació bàsica. La presència de dones és minoritària a tots els grups observats, essent en el grup amb major nivell educatiu on n'hi ha més presència. S'estima, per tant, que un conjunt important de treballadors no presenta la formació necessària que demanda la TE. Amb relació a les dones, a causa dels nivells educatius més elevats i de formar part dels grups ocupacionals amb major increment de la demanda, es preveu que estiguin més protegides vers els efectes negatius de la TE.

A partir d'aquí, es posa especial èmfasi en la formació complementària de les persones treballadores per tal d'innovar i actualitzar les competències dels llocs de treball i així evitar la seva obsolescència. Junt amb això, la introducció de mecanismes que permetin l'acreditació de coneixements de forma actualitzada permetria una millora en la flexibilitat i rotació laboral.

D'altra banda, es fa patent la necessitat d'introduir processos formatius que sensibilitzin la població sobre el canvi de paradigma i el nou terreny on s'establirà l'activitat productiva. Per últim, cal estudiar mesures que incentivin, per mitjà de la TE, una major contractació de dones i de perfils professionals més joves per garantir una millor pluralitat laboral.

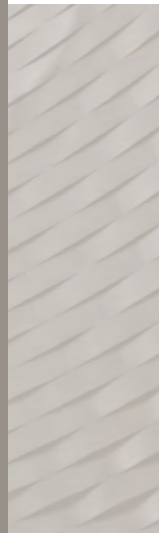
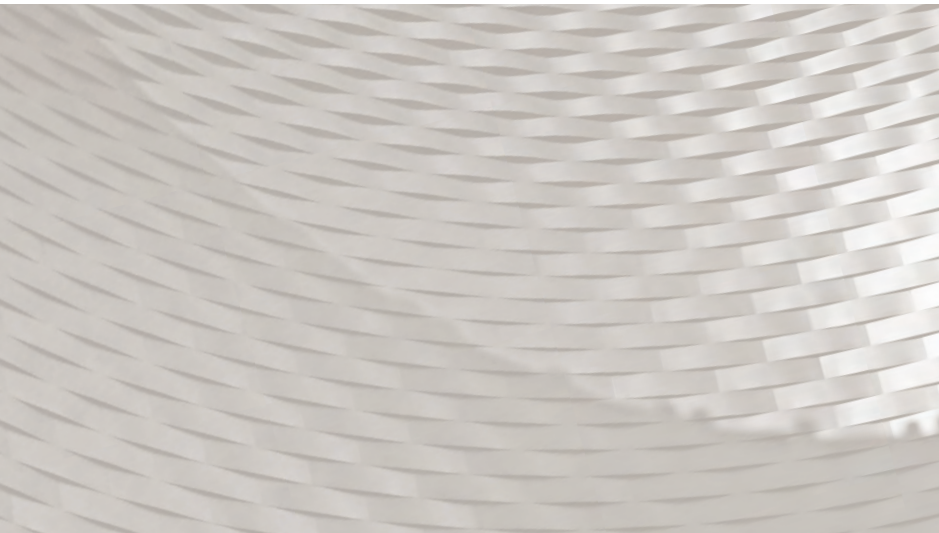
Pel que fa a la política industrial, es presenten tres vies interconnectades per a l'acceleració de la TE: política industrial verda, economia circular i desenvolupament de noves tecnologies. Els aspectes que principalment se'n destaquen es basen en la política disruptiva (impulsors de sectors emergents), aconseguir una opinió pública favorable, marcar objectius i indicadors concrets, desenvolupar una major cooperació regional per la creació de clústers industrials verds i una política d'innovació permeable per obtenir la màxima informació i possibilitar correccions en els objectes de recerca.

Opinió experta i recomanacions

Adicionalment, per completar l'estudi amb una visió més àmplia i transversal, s'ha incorporat un apartat d'opinió experta que recull diferents fragments extrets d'entrevistes convencionals a personalitats referents de diversos sectors, així com dels *UPC Diàlegs sobre energia i emergència climàtica 2020*.

Seguidament, d'acord amb el present estudi i amb la informació obtinguda del grup de persones expertes, s'ha realitzat un capítol amb un conjunt de recomanacions al servei del desplegament de la TE. S'agrupen en 6 grups diferents: Adaptació al nou paradigma, Descarbonització i millora dels processos industrials, Recerca, desenvolupament i innovació, Mobilitat i transport, Ocupació i formació i Altres accions.

01 |



Introducció

Històricament, ha existit una clara relació entre les transformacions de la indústria i del sistema energètic. Des de finals del segle XVIII hi ha hagut tres grans revolucions industrials, lligades essencialment a l'ús de noves tecnologies i formes d'energia, que han permès noves formes d'organització del treball. Durant la primera revolució, les màquines propulsades per vapor van substituir gran part de les tasques artesanals. Durant la segona, l'energia elèctrica i els motors de combustió es van unir a la divisió del treball per donar entrada a la fabricació en sèrie. Durant el segle XX, l'aparició de l'electrònica, la informàtica i, més tard, dels microprocessadors, van facilitar l'automatització de sistemes intel·ligents que generen i intercanvien dades en temps real. Sobre aquesta base es construeix el concepte d'Indústria 4.0. No és doncs estrany que, arribats a aquesta quarta revolució industrial, s'observi, també, un clar vincle entre la TE i els canvis que es produeixen a la indústria. No obstant això, en aquesta ocasió el canvi del sistema energètic no és només fruit del desenvolupament tecnològic i econòmic, sinó que sorgeix també de la necessitat de protegir el medi ambient i mitigar el canvi climàtic.

Malauradament, la indústria catalana actual és molt dependent dels combustibles fòssils, tant des del punt energètic com del de les matèries primeres, com és el cas de les petroquímiques.

L'objectiu del present estudi és, per tant, el d'analitzar en profunditat els efectes que pot tenir la TE a la indústria catalana, explorant la naturalesa de les relacions que s'hi generin i, finalment, l'impacte que pugui tenir en la demanda ocupacional.

L'estudi s'estructura en tres parts principals, oferint inicialment un recorregut sobre els impactes directes de la TE a la indústria i els seus subsectors, travessant posteriorment per les dinàmiques que pot generar en l'ocupació industrial i acabant finalment amb una exposició de les mesures i estratègies per fer-la efectiva.

La primera part comença informant sobre la situació d'emergència energètica i climàtica en què ens trobem actualment, les raons per les quals es fa necessària una TE, els reptes que presenta i la relació natural entre la TE i la indústria.

Posteriorment, centra la perspectiva a les possibilitats de transformació de la indústria catalana posant especial èmfasi en la seva descarbonització i en les eines actualment disponibles per una electrificació d'origen renovable. A més, als capítols 5 i 6 s'hi exposen dos casos particulars vers la TE. D'una banda, es mostra el paper de l'energia nuclear enfront de la TE. D'altra banda, el capítol 6 es dedica a analitzar l'impacte de la TE al transport, principalment degut a la seva condició integradora de diferents processos industrials en les seves cadenes de producció. Finalment, el capítol 7 dibuixa els diferents obstacles que la indústria catalana podria afrontar en el procés de desplegament de la TE.

La segona part presenta un enfocament diferent i centra l'anàlisi en els efectes ocupacionals que pot tenir la TE a la indústria catalana. L'anàlisi es fonamenta en l'estudi de 104 tipus d'ocupacions que seran potencialment afectades per la TE. A partir d'aquí, s'analitzen individualment per extreure els diferents nivells d'impacte que pot tenir la TE sobre la demanda ocupacional. Conjuntament, com que els efectes de la TE són diversos des d'una perspectiva laboral, l'anàlisi també mostra les demandes formatives que es requeriran, així com els potencials canvis de tasques que patiran les ocupacions afectades. Per últim, es resumeix el perfil professional afectat típic, el qual s'ofereix com a indicador per establir les mesures que haurien d'acompanyar la TE.

Finalment, la tercera part exposa un resum d'actuacions actuals i estratègies de futur. En primer lloc, s'inclou un extracte dels marcs reguladors actuals que defineixen els objectius i el desplegament de la TE. El segon punt tracta d'oferir de forma qualitativa un seguit de mesures i estratègies per al desplegament de polítiques industrials dedicades a l'impuls de la TE, l'economia circular i finalment el desenvolupament i integració de noves tecnologies. Tot seguit, a aquestes mesures s'hi sumen un conjunt d'opinions de persones expertes valorant les potencialitats de la TE a la indústria catalana, els possibles impactes en l'ocupació i l'economia, així com l'exposició de la necessitat del canvi de paradigma de la ciutadania. Per acabar, el tercer punt presenta un apartat de conclusions.

02 |

La transició
energètica (TE)

Definició de TE

La TE és la principal eina de què disposem avui dia els humans per resoldre l'emergència energètica i climàtica en la qual ens trobem¹.

Bàsicament, és un camí cap a la transformació del sector energètic que reclama que el sistema energètic global –basat en combustibles fòssils i l'energia nuclear de fissió– deixi pas a un sistema fonamentat en energies renovables, així com la necessitat de millorar l'eficiència energètica i el model de consum energètic en tots els àmbits.

Alguns aspectes com la descarbonització del sector elèctric, l'electrificació, la descarbonització de la indústria i el transport són factors clau per a dur a terme la TE.

Segons Schwieters, N. (2014), són cinc les megatendències que estan reconfigurant el futur immediat de la humanitat: els avenços tecnològics, incloent-hi la logística global que implica el moviment constant de béns i persones, el canvi climàtic i l'escassetat de recursos, els canvis demogràfics i socials, el canvi pel poder econòmic global i la ràpida urbanització de la societat.

Totes elles impacten tant en el desenvolupament de la indústria com en la necessària transformació del nostre sistema energètic.

El canvi climàtic és un dels problemes més greus als quals s'enfronta la nostra civilització, aquest fenomen està reconfigurant el món i genera riscos de tota classe: sanitaris, socials, econòmics, etc., però també oportunitats. Enfront d'això, les diferents administracions estan definint estratègies per aconseguir una economia competitiva i en creixement, però, alhora, climàticament neutre, sense emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH). El sistema energètic juga un paper fonamental per aquest propòsit, ja que emet al voltant de dues terceres parts d'aquests gasos, el 40% dels quals deriven de la generació d'energia, tal com permet visualitzar la figura 1.

Al problema indiscutible del canvi climàtic se n'uneix un altre si no es modifiquen les tendències actuals, que és el previsible encariment i posterior esgotament en un curt horitzó temporal dels combustibles fòssils convencionals (2040 per al petroli i 2060 per al carbó), així com el risc i potencial esgotament de les reserves d'urani per a l'energia per fissió nuclear, que són les bases del nostre sistema energètic actual, Sans, R. & Pulla, E. (2014).

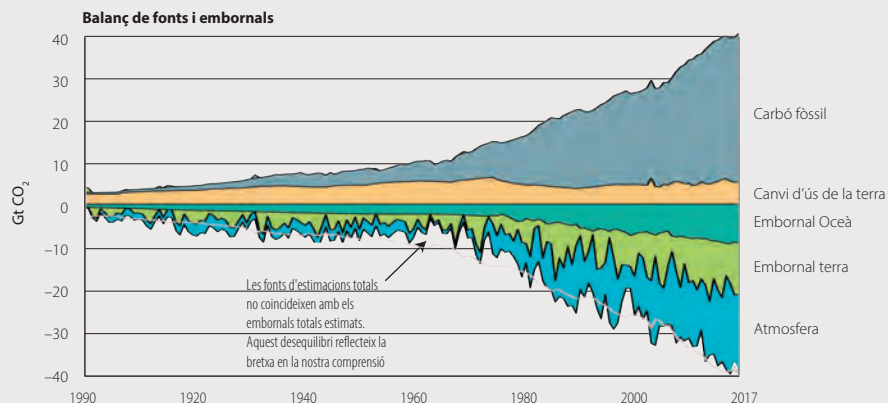
No sols això, sinó que aquestes fonts d'energia no renovables, especialment les de combustibles fòssils, estan associades a itineraris de transformació amb un baix rendiment i són les principals causes dels GEH. A això s'hi suma el fet que el seu origen geogràfic limitat genera grans dependències econòmiques respecte als països productors, així com tensions geopolítiques.

D'altra banda, un *mix* energètic basat de manera preponderant en combustibles fòssils, limita l'efecte positiu d'altres mesures, com per exemple el canvi cap a la mobilitat elèctrica. De què serveix utilitzar vehicles elèctrics (VE) si l'electricitat ha estat generada a partir de fonts primàries d'energies brutes i no renovables?

¹ La voluntat d'utilitzar la primera persona en tot l'estudi resideix en implicar i incloure al lector/a en les accions descrites a l'estudi.

FIGURA 1

Equilibri de fonts i embornals



Font: Global Carbon Project. Carbon Dioxide Information Analysis Center.

És doncs imperatiu realitzar una TE que resolgui els reptes plantejats i que addicionalment pugui ser font de creixement i creació d'ocupació. Així, per exemple, la Unió Europea, a la comunicació *Energia limpa para todos los europeos, 2016*, fixa com a eixos bàsics d'actuació en aquest sentit l'eficiència energètica i les energies renovables (EERR). Respecte a la primera afirma:

"L'eficiència energètica és la font d'energia més universal disponible. Anteposar l'eficiència energètica és admetre que la font d'energia més barata i més neta és la que no necessita ser produïda ni utilitzada"

Per la seva part, les energies renovables, sense negar els reptes econòmics i tècnics encara existents ni el problema d'ocupació de territori lligat a la seva relativa baixa densitat de potència, presenten el gran avantatge de procedir de fonts d'energia il·limitades en el temps a escala humana, lliurement disponibles i sense generació de GEH. En aquest cas, un baix rendiment en la transformació des de la font primària fins a l'energia final utilitzable no ha d'interpretar-se com una limitació, sinó més aviat com un baix percentatge d'aprofitament d'una font de lliure disposició, reflexió gens menyspreable si es pensa en l'impacte de la factura energètica de les no renovables sobre les nacions.

Així doncs, totes dues mesures combinades tenen un gran potencial transformador. La TE i la descarbonització associada estimularan, a més, l'economia i l'ocupació *verda* que l'any 2018 suposava a Europa ja quatre milions de llocs de treball, així com noves inversions en la modernització industrial, l'economia circular, la mobilitat neta, etc.

Per aquest motiu, al document *European Commission (2018)* es proposa abordar, entre altres mesures les següents:

1. Maximitzar els beneficis de l'eficiència energètica, especialment a edificis de zero emissions.

2. Maximitzar el desplegament de les energies renovables i l'ús de l'electricitat renovable per descarbonitzar completament el subministrament d'energia a Europa.
3. Adoptar una mobilitat neta, segura i connectada.
4. Desenvolupar una indústria competitiva i l'economia circular com a facilitadors essencials per reduir les emissions de GEH.
5. Desenvolupar una infraestructura adequada de xarxes intel·ligents i interconnexions.

Per a l'any 2030 la Comissió Europea fixa com a objectius a assolir els següents:

1. 40% de reducció d'emissions de GEH respecte al 1990.
2. 32% de renovables sobre el consum total d'energia final bruta, per al conjunt de la Unió Europea.
3. 32,5% de millora de l'eficiència energètica.
4. 15% d'interconnexió elèctrica dels estats membres.

Cal afegir la intenció de convertir la Unió Europea en neutra en carboni per a l'any 2050.

Aquests objectius es concreten, en el cas d'Espanya, al Pla Nacional d'Energia i Clima 2021-2030 (PNIEC) que es preveu que permetrà aconseguir els següents resultats:

1. 21% de reducció d'emissions de GEH respecte al 1990.
2. 42% de renovables sobre el consum total d'energia final brut.
3. 39,6% de millora de l'eficiència energètica.
4. 74% d'energia renovable en la generació elèctrica.

El 2050, s'espera aconseguir la neutralitat climàtica, una reducció del 90% en els GEH respecte al 1990 i un sistema elèctric 100% renovable.

El compliment d'aquests objectius comportarà al seu torn un ampli conjunt d'oportunitats per al creixement econòmic i la generació d'ocupació.

Reptes de la TE

El sistema energètic actual se sustenta en l'ús de tecnologies ja madures que assegurin un subministrament estable, i en l'ús dels combustibles fòssils i l'urani, fonts primàries d'energia extretes en uns pocs països i controlades per unes

poques empreses. S'ha configurat de forma centralitzada entorn de grans unitats de generació i xarxes de subministrament, on també uns pocs actors dominen tota, o gran part, de la cadena de valor.

L'escenari que presenten les energies renovables (eòlica, solar, hidràulica, geotèrmica, etc.) és radicalment diferent. Les fonts primàries d'energia són gratuïtes, es troben distribuïdes al llarg del planeta de forma més uniforme, tot i que la seva naturalesa fluctuant i aleatòria es tradueix en canvis no controlables en la generació d'electricitat. Poden obtenir-se de manera local mitjançant instal·lacions de dimensió molt menor i utilitzar-se xarxes de distribució locals que poden o no interconnectar-se. El sistema elèctric ha de tenir la capacitat i flexibilitat suficients per fer front a la variabilitat i a la incertesa que l'energia solar i eòlica incorporen, a fi de subministrar de forma fiable i en el moment adequat tota l'energia demandada. A tal fi, cal desenvolupar mitjans massius d'emmagatzematge d'energia elèctrica, no presents en l'actual sistema energètic, per a la qual cosa l'electròlisi de l'aigua per obtenir hidrogen apunta com la tecnologia més prometedora.

Aquestes diferències posen en joc no sols qüestions tecnològiques sinó també econòmiques i polítiques, ja que els sistemes elèctrics tradicionals es van dissenyar per gestionar fonts (d'estoc) no variables i generació centralitzada. D'aquí que el desplegament de la TE requereixi nous models i obrir nous marcs normatius i reguladors que permetin desplegar les iniciatives dels nombrosos nous agents que hi intervindran. En conseqüència, el potencial de creixement econòmic i de creació d'ocupació derivats de la TE dependrà, en gran manera, de les decisions i models finalment adoptats en cadascun d'ells.

Elements del sistema elèctric

Cal definir molt breument el que aquest estudi entén com a característiques dels elements que intervenen en el sistema elèctric: **generació, transport, consum, emmagatzematge i gestió** (vegeu la figura 2). Cal recordar, a més, que la potència elèctrica (mesurada en W o múltiples) és el producte de la tensió pel corrent elèctric i que l'energia (mesurada en GWh o múltiples) correspon al valor acumulat del producte de la potència per la unitat de temps (formalment és la integral temporal de la potència; un exemple típic és el consum mensual d'energia que paguem a casa). Per aquest motiu també s'utilitzen unitats que especifiquen aquest període de temps com per exemple "una producció d'energia de X GWh/any". Finalment, també cal recordar que la tensió de xarxa ve fixada per un conjunt de motius tecnològics; per tant la potència és bàsicament transportada pel corrent.

La generació inclou totes aquelles tecnologies capaces de generar potència elèctrica (nuclear, hidràulica, tèrmica, cycle combinat, eòlica, solar tèrmica, solar fotovoltaica, etc.). Es poden establir diverses grans classificacions pel que fa a les tecnologies de generació.

Una primera és la que classifica les **tecnologies** en **renovables**, com ara l'eòlica, la solar i la hidràulica, i **no renovables**, com la resta que es basen en la combustió o reacció nuclear de combustibles exhauribles a escala temporal de l'home.

Una altra és la que classifica la generació com "**gestionable**" o **no "gestionable"**, fent ús de la mateixa paraula que la Red Eléctrica Española. En general, totes les tecnologies no renovables es classifiquen com a gestionables, ja que permeten la gestió total de l'energia produïda, és a dir, el control de la quantitat de potència generada en cada instant de temps. Tanmateix, l'electricitat nuclear és no gestionable, el temps d'engegada i aturada és molt llarg i costós i, per tant, només s'atura per recàrrega de combustible o per incidències greus.

TAULA 1				
Taula comparativa entre tecnologies energètiques				
TECNOLOGIA	RENOVABLE	FONT DE FLUX O D'ESTOC	TEMPS D'ENCESA I APAGADA	CAPACITAT DE REGULACIÓ DE POTÈNCIA
Solar fotovoltaica	✓	Flux	Baix	Alta molt escalable
Termosolar	✓	Flux	Mitjà	Mitjana-Baixa
Eòlica	✓	Flux	Baix	Alta molt escalable
Hidràulica (embassament)	✓	Estoc limitat	Baix	Alta
Hidràulica (flux hidràulic)	✓	Flux	Baix	Alta
Centrals tèrmiques convencionals (carbó, petroli, gas, residus i biomassa)	⚠	Estoc finit	Mitjà	Baixa
Centrals tèrmiques de cicle combinat (gas natural)	⚠	Estoc finit	Mitjà	Baixa
Nuclear	⚠	Estoc finit	Alt	Baixa

Font: pròpia.

Finalment, cal assenyalar que, a efectes de fluxos de potència elèctrica, sota el terme “generació” també es pot incloure l’energia importada provinent d’altres xarxes de transmissió (per exemple, connexió Espanya-França – *REE. Interconexión eléctrica España-Francia (2017)*).

El transport de l’energia fa referència al que es coneix com a xarxa, formada bàsicament en un conjunt de línies conductores, generalment uns elements de protecció i uns altres d’adequació dels nivells de tensió i corrent (subestacions transformadores). Aquesta xarxa és la que permet la circulació de fluxos de potència elèctrica, de fet la circulació del corrent elèctric.

Cal recordar les característiques bàsiques de la xarxa i del sistema elèctric actualment existents:

- El transport de l’energia es fa amb corrent AC (alterna) a una freqüència de 50Hz, que s’ha de mantenir estable (en general aquesta freqüència va fixada per la velocitat de gir de grans alternadors que, conjuntament acoblats, mantenen la freqüència i, solament en el cas dels sistemes aïllats, una sobrecàrrega faria que la velocitat i, per tant la freqüència, minvessin).
- Es distingeixen *grosso modo* dos tipus de transport, depenent del valor de les elèctriques associades (tensió, potència):
 1. **La xarxa de transport** formada per línies d’alta tensió (per reduir pèrdues) que transmet una gran quantitat d’energia. La xarxa associada al transport està en general fortament mallada, ja que ha de permetre la potència entre les grans centrals i les zones de consum, generalment distants geogràficament.

2. **La xarxa de distribució** que transporta menys quantitat d'energia i adequa els seus valors de tensió i corrent als consums finalistes (indústria, residencials...). En aquest cas el mallat és molt variable.

Altres característiques destacables són:

- Avui dia, l'ús de la xarxa és majoritàriament **unidireccional**. La futura xarxa per a un sistema renovable, amb múltiples generadors distribuïts, haurà de ser **bidireccional**. Això permetrà "injectar" energia a la xarxa.
- El seu dimensionament limita la seva capacitat operativa. La xarxa existent és capaç de suportar potències d'acord amb el seu dimensionament (potència nominal de les estacions transformadores i proteccions, diàmetre de cables, etc.). Dit d'una altra manera, no es pot injectar o extraure qualsevol valor de potència des de qualsevol punt de la xarxa.
- És una gran infraestructura existent que ha representat una forta inversió.
- La propietat dels actius i la seva operació estan en general dividits: per exemple, els actius i l'operació de la generació i/o transmissió correspon als TSO, *Transmission System Operator*: en el cas espanyol, el TSO és únic i correspon a REE. La distribució correspon als DSO (*Distribution System Operator*) i poden haver-n'hi més d'un (companyies distribuïdores). Finalment, amb la liberalització del mercat elèctric, apareixen altres agents, com els comercialitzadors, els agregadors, etc.

El **consum d'energia elèctrica** es refereix en general a consum finalista, és a dir, a la necessitat d'energia elèctrica útil per a dispositius o màquines (per exemple, per fer funcionar un aparell electrònic, il·luminar, moure un motor elèctric o produir calor). Des d'un punt de vista de magnitud, pot ser de caràcter industrial (petita, mitjana i gran indústria), comercial o residencial.

Cal tenir present, amb relació al consum:

- El concepte de **rendiment o eficiència** (en potència o energètic), que quantifica quanta de l'energia produïda arriba al punt de consum desitjat, ja que en general existeixen mecanismes de pèrdues (per exemple en el cablejat) entre la generació i l'aprofitament final. És a dir, la quantitat d'energia a produir sempre és més elevada que la que és útil.
- Si, per una determinada aplicació, l'evolució temporal del consum és gestionable o no. És a dir si un consum es pot traslladar en el temps. Un exemple típic seria la programació d'una rentadora, que es pot fixar a diferents hores del dia. Aquesta possibilitat es coneix com a **gestió de la demanda**, en general per part de l'usuari del consum.
- A efectes de fluxos de potència elèctrica, sota el terme "consum" també s'inclou, a efectes físics, l'energia exportada a altres xarxes de transmissió (en el cas espanyol, la connexió Espanya-França).

L'**emmagatzematge**, finalment, és la capacitat d'acumular energia sota qualsevol forma (energia mecànica en volants d'inèrcia, energia hidràulica potencial, energia química en bateries, piles de combustible, energia en forma d'hidro-

gen, etc.) per ser reutilitzada en el sistema elèctric quan més “convingui”. Són d’interès els següents conceptes referits a les diferents tecnologies existents o futures:

- **Densitat (volumètrica o màssica)** d’energia, la qual mesura la quantitat d’energia emmagatzemada per unitat de volum o de massa d’una tecnologia, i densitat (volumètrica o màssica) de potència, la qual mesura la capacitat de lliurar més o menys potència (o energia per unitat de temps) per unitat de volum o de massa. Per exemple, una bateria de plom-àcid típica d’un cotxe amb motor tèrmic té una densitat màssica d’energia relativament baixa, però una alta densitat màssica de potència quan ha de lliurar energia en molt poc temps per a l’engegada del vehicle.
- En general, les tecnologies d’emmagatzematge fan els sistemes gestionables, ja que permeten el control de l’energia emmagatzemada limitada en tot cas pels seus valors màxim i mínim de capacitat i altres limitacions d’operació pròpies de cada tecnologia.
- L’emmagatzematge és un aspecte crític del sistema elèctric del futur, com es veurà més endavant.

La **gestió** és un element cabdal per la fiabilitat del sistema elèctric. La problemàtica fonamental que ha de resoldre la gestió pot enunciar-se de forma molt senzilla recordant una famosa frase divulgativa que se’ns deia quan estudiàvem física: *“l’energia ni es crea ni es destrueix”*. Per tant, el principi que s’ha d’aplicar és que tota energia generada s’ha de consumir o emmagatzemar en cada instant de temps. Aquest principi es coneix com a **balanç energètic**.

Necessitat d’una TE

Les dues causes principals per les quals en l’actualitat existeix la necessitat de dur a terme la TE són el canvi climàtic i l’exhauriment de recursos fòssils.

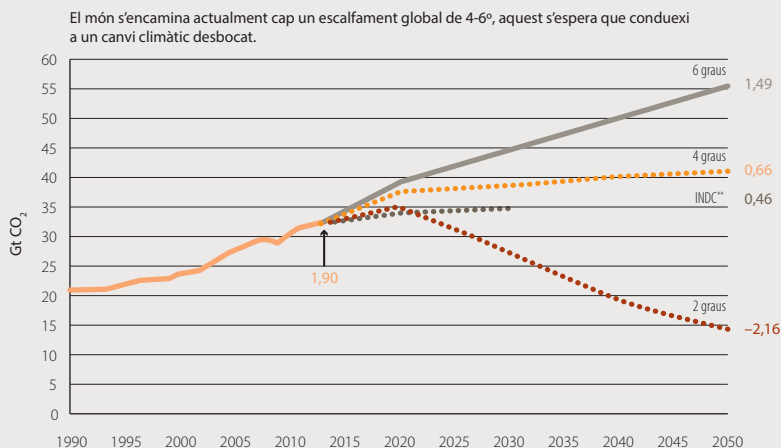
La primera causa, el canvi climàtic, és un fenomen global de la Terra de caràcter antropogènic, és a dir, causat per l’activitat humana. Consisteix en un augment (enormement ràpid en termes geològics) progressiu de la temperatura mitjana de la Terra que altera greument les condicions de vida actuals de la humanitat i pot agreujar enormement el manteniment de la vida sobre la Terra. En particular, un augment del nivell del mar a causa del desgel de Groenlàndia i l’Antàrtida, els fenòmens climàtics extrems cada vegada més freqüents, la desertificació i la pèrdua de cultius en zones actualment temperades. La causa principal del canvi climàtic és la crema dels combustibles fòssils que, entre altres, retorna CO_2 a l’atmosfera, el qual produeix un efecte hivernacle persistent i de molt difícil i llarga reversió (milers d’anys).

La segona causa, l’esgotament dels combustibles fòssils, succeirà si es segueixen les tendències de consum actuals, on les reserves fòssils (aquelles que es poden extreure en condicions tècnico-econòmiques viables) s’exhauriran completament vers l’any 2060, ja que és un recurs finit.

Estem doncs davant d’una doble emergència: l’energètica i la climàtica. Cal doncs, un canvi de paradigma energètic on la societat actual empri una energia equivalent derivada de fonts renovables que no faci ús de reserves fòssils i no generi GEH.

FIGURA 3

Emissions globals de carboni relacionades amb l'energia en escenaris climàtics de l'AIE. Taxa mitjana de creixement* (en percentatge per any)



Notes: *Històric (1990-2013); Taxes de creixement futures (2013-2050) excepte per l'escenari INDC que és fins al 2030.

**Contribucions previstes determinades a nivell nacional a la reducció d'emissions de CO₂ per a la COP21.

Font: INITIATIVE, Global CO₂ Global Roadmap for Implementing CO₂ Utilization. Global CO₂ Initiative, 2019

Aquest canvi de paradigma és el que anomenem TE, una transició completa i decidida vers el 100% d'energies provinents de fonts renovables, ajudant d'aquesta manera a mitigar els efectes del canvi climàtic. Tanmateix, la percepció d'urgència no és igual a tot arreu: Orient Mitjà o Euràsia (amb Rússia) són les regions exportadores del món amb més reserves de petroli i gas fòssil. Àfrica i Amèrica del Sud tenen produccions més contingudes d'hidrocarburs, els grans països d'Àsia disposen de reserves importants de carbó (complementades amb les d'Austràlia) i Amèrica del Nord, amb Mèxic i el Canadà, té una producció força ajustada al seu elevat consum (els Estats Units d'Amèrica, amb el 6% de la població mundial, consumeix el 25% de l'energia).

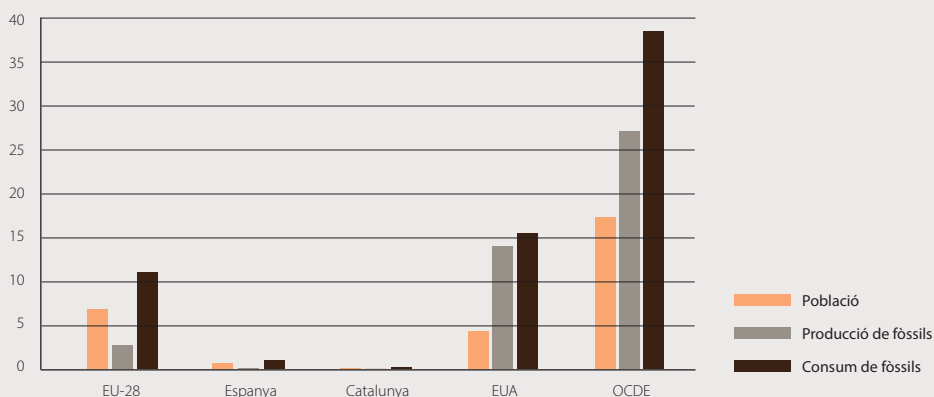
En canvi, Europa tan sols produeix el 40% dels combustibles fòssils que consumeix; i, en el seu si, l'Europa mediterrània té uns recursos fòssils ínfims, per sota del 10% del seu consum, particularment Espanya, per sota del 3%, i Catalunya, el 0% (vegeu la figura 4 i la taula 11 de la primera part de l'Annex).

La cobertura del consum de fòssils amb producció pròpia a Europa és molt baixa, per aquest motiu es té la sensació d'una afectació molt més gran de la crisi dels fòssils que en altres regions del món. Com que els nivells de vida de la societat europea són, en termes energètics, força elevats, la situació és crítica.

Afortunadament, els països del Sud d'Europa reben abundants insolacions i per tant tenen les condicions ideals per esdevenir líders en la TE.

FIGURA 4

Comparació entre la població, la producció i el consum de fòssils. Any 2017 (en percentatge respecte del món)



Font: pròpia.

La indústria i la TE, una relació simbiòtica

La digitalització de la indústria

La indústria afronta el gran repte de la quarta revolució industrial. No es tracta només de la digitalització dels processos existents, sinó d'un canvi profund de model cap a la fabricació personalitzada, adaptativa, descentralitzada, flexible, eficient, en massa, sostenible i, des d'una perspectiva mediambiental i automatitzada, amb grans repercussions pel que fa al treball i la redistribució de la riquesa.

Aquest procés de transformació ve marcat per tres grans factors: la interconnexió en xarxa de sistemes industrials mitjançant l'Internet de les coses (IoT), els nous sistemes ciber-físics, hibridació entre mons físics i virtuals que interactuen en temps real, i una major integració vertical, horitzontal i al llarg del cicle de vida. No oblidem l'automatització no tan sols d'operacions manuals, sinó d'una proporció cada vegada més gran de tasques administratives i de control.

Aquests factors possibiliten la creació de fàbriques ultraflexibles, adaptades de forma contínua a noves demandes i capaces de gaudir dels avantatges de l'economia d'escala per produir productes personalitzats, que a més podrien operar de forma respectuosa amb el medi ambient mitjançant un enfocament basat en l'economia circular.

En aquest context, la innovació, tant tecnològica com no tecnològica², pren un paper central, hi propicia cadenes de valor amb més espai per a nous jugadors. Les tecnologies que s'incorporen permeten, a més, la creació de nous models de negoci basats en la servitització i les dades i poden actuar com a possibilitadores de la TE. La interconnexió de dispositius cada cop més intel·ligents s'està produint a una velocitat vertiginosa i això pot afavorir tant l'eficiència de l'ús energètic com salvar les dificultats existents per la incorporació de les energies renovables.

El canvi de paradigma exigeix, a més, formar nous professionals de la indústria amb una visió transversal, alt nivell tecnològic i noves competències que els permetin integrar-se amb èxit en el nou entorn digital i donar així resposta a un món que canvia de forma accelerada, Gubert, X. A. (2019).

Un nou model industrial

El nou model industrial que sorgeix de la digitalització apareix en un context de canvi radical a conseqüència de la digitalització de la societat i de l'economia en el seu conjunt, i conviu amb noves necessitats a escala planetària derivades de la sostenibilitat en un sentit ampli. La fàbrica i els serveis intel·ligents i connectats són, per tant, dos elements més dins de la nova economia de xarxes, on el seu desenvolupament ha sigut possible gràcies a l'aparició d'Internet. Les característiques bàsiques poden resumir-se de la següent manera:

- Una creixent automatització de tasques tant manuals com intel·lectuals.
- Una producció personalitzada, adaptativa, descentralitzada, flexible, eficient i en massa.
- La hibridació entre el món físic i virtual, els quals interaccionen en temps real sobre sistemes ciberfísics.
- La integració a tots els nivells: vertical, horitzontal i temporal al llarg del cicle de vida.
- Nous models de negoci i cadenes de valor.
- Creixent servitització de l'economia.
- Més espai per a nous jugadors: *startups*, *spin-offs*.
- Interdisciplinarietat i alt nivell tecnològic.
- Un nou concepte de comerç internacional i de propietat intel·lectual i un canvi de model industrial.
- Un ús més racional i optimitzat dels recursos i de l'energia en particular.

En aquest sentit, el model de digitalització de la indústria manufacturera és simultàniament un referent i un possibilitador per a la transformació necessària de la indústria de l'energia per afrontar amb èxit els reptes de la TE.

² La innovació no tecnològica es refereix a l'organització, la comercialització, el màrqueting, etc.

Però la mateixa digitalització dels processos productius accelera encara més l'automatització de tasques manuals i intel·lectuals. Si bé el teixit productiu requereix una formació cada cop més exigent de les persones actives, també deixa fora del mercat de treball una proporció cada vegada més gran de persones. A més, la globalització, amb els diferents nivells salarials i els diferents requeriments de qualitat, laborals i mediambientals dels processos productius en diferents parts del món, encara fa més aguda la crisi en certs territoris. Per tant, la TE s'ha de fer en el marc d'una "transició justa"³ tal com propugnen els sindicats, l'Organització Internacional del Treball i diversos governs, entre ells el d'Espanya.

3 La transició justa és un dels tres pilars del Marc Estratègic d'Energia i Clima aprovat pel Govern d'Espanya el 2019. L'objectiu és optimitzar els resultats de la transició ecològica per a l'ocupació i assegurar que les persones i les regions aprofitin al màxim les oportunitats d'aquesta transició i que ningú es quedi enrere.

03 |

Aplicació de
la TE a Catalunya

Catalunya s'ha beneficiat històricament del desenvolupament industrial, cosa que la situa en una posició privilegiada i de motor econòmic. Aquests privilegis, desenvolupats per l'estil de vida occidental, han generat una sèrie de conseqüències negatives, algunes de caràcter fatal. Una d'aquestes conseqüències és la d'emergència climàtica i energètica. Aquest fet fa que, d'alguna manera, a Catalunya tinguem la responsabilitat, compartida amb altres països, d'oferir una alternativa per mitigar danys, a més d'oferir eines per revertir-los.

Els resultats del desenvolupament han donat a Catalunya un conjunt de recursos industrials, de coneixement i d'infraestructures que són les eines fonamentals per efectuar el canvi energètic. Des d'aquesta posició de desenvolupament, si es prenen les decisions correctes, Catalunya té l'oportunitat de convertir-se en un referent industrial de la TE.

Des del 2017, Catalunya s'està posicionant i preparant per enfortir els ritmes de competitivitat vers el nou model ja que, durant els anys anteriors, el marc normatiu no ha donat les eines necessàries per poder posicionar-se vers el nou parc d'energies renovables que requereix el territori, i es queda enrere tant a nivell espanyol com a nivell europeu.

Com a molts altres territoris, per dur a terme la TE, cal establir un nou model energètic basat principalment en energies renovables. Les principals línies d'actuació són:

- **Modificar l'actual model elèctric** per un de nou basat en la flexibilitat d'operacions i la flexibilitat de generació, així com en la generació distribuïda, l'autoconsum, la digitalització de xarxes i les xarxes intel·ligents.

FIGURA 5

Representació d'una xarxa intel·ligent



Font: Siemens⁴

⁴ <https://new.siemens.com/my/en/products/energy/topics/smart-grid.html>

-
- **Desenvolupar un sistema d'emmagatzematge potent** que pugui cobrir un temps d'emergència suficientment llarg per suplir les intermitències pròpies de les energies renovables, sobretot la solar i l'eòlica.
 - **Orientar les activitats vers una economia circular**, especialment per recuperar els elements i materials escassos, i per tant s'obre un immens camp de reciclatge i recuperació, fins i tot dels abocadors ja inactius.
 - **Transformar el sistema de transport actual** en vehicles elèctrics alimentats per bateries, hidrogen i piles de combustible, així com catenàries o tròleis.
 - Orientar el sistema productiu vers **processos energèticament més eficients** que els que existeixen actualment.
 - Establir un **programa de rehabilitació d'edificis** tal que puguin ser energèticament més eficients i sostenibles. Tanmateix, fer un replantejament urbà per optimitzar a escala energètica les dinàmiques urbanes.
 - Promoure **produccions alimentàries de proximitat** a fi de disminuir-ne el transport.
 - **Invertir en recerca i desenvolupament**, ja que hi ha tecnologies que encara no estan consolidades.
 - **Apoderar la ciutadania**, ensenyar a les persones a ser més actives, responsables i participatives en l'àmbit de venda–consum, generació i emmagatzematge d'energia.

A conseqüència del nombre de mesures i la seva complexitat, la percepció és que molt probablement s'incrementi la demanda de treball amb competències específiques per la TE, disminuint així escenaris on la manca d'ocupació escenifiqui un problema ocupacional.

Element clau per dur a terme la TE: l'energia

La descarbonització de l'energia

L'electricitat se situa cada cop més com a pilar energètic fonamental de totes les activitats econòmiques. L'Agència Internacional d'Energia estima que la demanda d'electricitat ha de seguir creixent en la mesura que es produeix l'electricificació del transport d'àmbits domèstics com calefacció i cuines.

La creixent demanda elèctrica va ser l'any 2018 una de les principals raons per les quals les emissions de CO₂ del sector energètic van arribar a un pic rècord. No obstant això, la creixent innovació tecnològica i la seva viabilitat comercial presenta el sector elèctric com a principal impulsor de la descarbonització energètica per combatre la contaminació i el canvi climàtic. A més, la descarbonització i ampliació del sector elèctric pot representar una plataforma de reducció de CO₂ en altres sectors, especialment els que es basen en l'electricitat a l'hora de produir combustibles alternatius, com l'hidrogen.

El sector elèctric en conjunt és, per tant, una peça clau que inicia i sustenta el desenvolupament de tots els objectius per dur a terme la TE.

Les energies renovables

Les energies renovables són essencials per dur a terme la TE, ja que són una font d'energia inesgotable i neta així com una oportunitat per reduir la dependència energètica que es viu actualment. A més a més, hi ha una gran diversitat, així com abundància, arreu del món. Gràcies a aquestes noves tecnologies és possible combatre l'emergència climàtica i energètica que s'està vivint actualment.

Les energies renovables amb més potencial a Catalunya són:

Solar fotovoltaica: s'obté a través de convertir la llum solar en electricitat utilitzant una tecnologia basada en l'efecte fotoelèctric. Té la característica de poder produir electricitat localment amb petits generadors per a l'autoconsum o a gran escala amb parcs fotovoltaics.

Solar termoelèctrica: es caracteritza per aprofitar la temperatura que genera la radiació solar. Concentra la temperatura en un focus puntual o lineal de manera que escalfa oli tèrmic, el qual genera vapor, que mou una turbina i, finalment, genera electricitat. Hi ha una variant en què part de la calor s'aprofita per fondre unes sals que s'emmagatzemen de manera que permeten produir electricitat durant unes quantes hores en els moments que no hi ha sol (vespres, nits).

Solar tèrmica: es caracteritza per l'aprofitament de l'energia generada per la radiació solar (capta més del 50%) a través de captadors solars de dos tipus: placa plana, capaç d'escalfar aigua fins a uns 70 °C, i la captació solar amb concentradors que permeten escalfar oli tèrmic fins a 250-300 °C. És una tecnologia que permet estalviar molts combustibles fòssils (especialment gas).

Eòlica: és aquella energia que aprofita l'energia cinètica del vent per impulsar una turbina eòlica que mou un generador elèctric. La seva implementació es caracteritza pel desplegament de parcs eòlics.

Hidràulica: és aquella energia provinent de l'acumulació de l'aigua dels rius en embassaments, els quals, un cop plens, fan circular l'aigua per una turbina rotatòria que, en fer aquest moviment, l'energia cinètica generada per aquesta rotació es transforma en energia elèctrica a través d'un generador.

Biomassa: és aquella que utilitza la matèria orgànica (natural o residual) com a font d'energia. La fermentació a baixa temperatura i la digestió biològica anaeròbica poden transformar les restes en carburants.

Biogàs: és un gas combustible que es genera a partir de residus orgànics, especialment per mitjà de processos de biodegradació.

Geotèrmica de baixa entalpia: s'obté per mitjà de l'aprofitament de l'escalfor interior de la Terra en punts que, sense arribar a tenir vapor (i per tant sense la capacitat de fer centrals de vapor), poden proporcionar energia per aigua calenta, calefaccions, i aigua sanitària si s'utilitzen conjuntament amb bombes de calor.

Energies del mar: són energies renovables que aprofiten les onades del mar, les marees, la seva salinitat i fins i tot els seus canvis de temperatura. El mar és una font inesgotable d'energia que fins ara ha estat escassament aprofitada i s'estan fent esforços per introduir noves tecnologies que facin econòmicament viable la seva aplicació.

L'energia elèctrica

El sistema elèctric tradicional

La concepció del sistema elèctric tradicional és de tipus centralitzat (fonamentalment per dependre de recursos primaris no distribuïts, com ara els combustibles fòssils i l'urani) en el qual la producció d'energia es genera en grans centrals bàsicament de caràcter no renovable. Aquesta generació, en general lluny dels punts de consum, és la que ha portat a la necessitat de la xarxa de transport i distribució existent on, per exemple, a Catalunya, entre d'altres, cal transportar el 50% d'energia de solament tres centrals nuclears.

Les energies renovables en el sistema elèctric

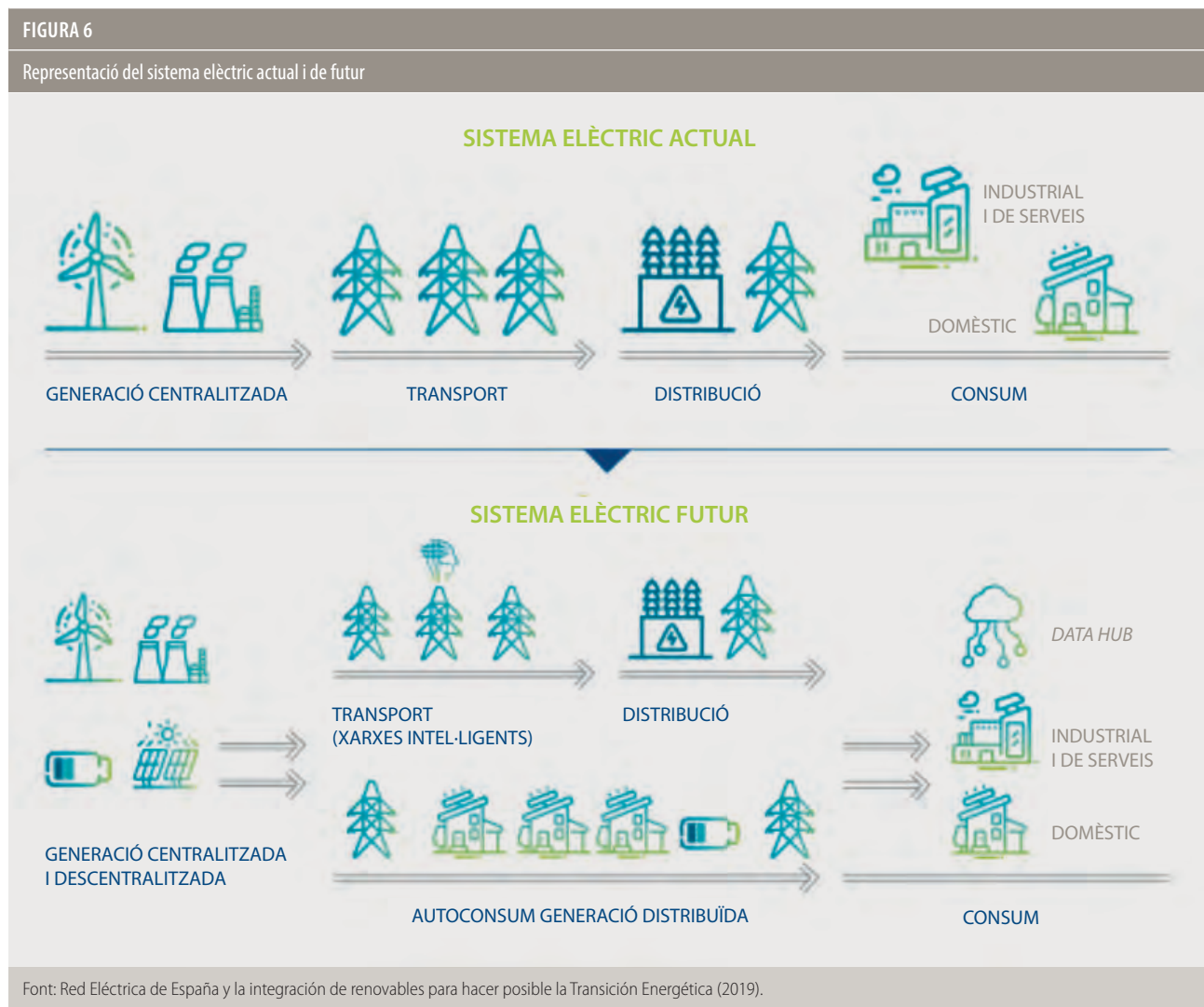
A banda de les aplicacions no connectades a xarxa (conegudes com a autònomes, aïllades o “*stand-alone*”), des de ja fa més de dues dècades s'ha impulsat des del poder públic, instal·lacions d'energia renovable connectades a xarxa. Els motius principals d'aquest impuls són els derivats de l'ús d'aquestes tecnologies que van des de la reducció de GEH fins a la reducció de la dependència de combustibles fòssils en la generació elèctrica.

Les tecnologies de generació predominants fins ara són l'eòlica per grans potències i la fotovoltaica. En ser totalment escalable en potència, aquesta darrera tecnologia s'adapta tant a aplicacions de baixa potència com a les residencials, comercials o en grans plantes de generació de desenes o centenars de MW. Per tant, apareixen en l'escenari altres actors que, a banda de consumir-la, poden produir energia en diferents quantitats. Aquests nous actors es coneixen avui en dia com a “prosumidors”. Igualment escalables són diverses tecnologies d'emmagatzemament (com per exemple les bateries) i per tant es pot reproduir a escala el gran sistema elèctric original generació-transport-consum-emmagatzemament-gestió, per exemple residencialment. Com a conseqüència immediata, es passa d'una generació centralitzada a una altra molt més distribuïda.

Aquesta és una tendència creixent els pròxims anys promoguda per la Unió Europea, la qual prioritza en el document del Govern d'Espanya, *Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020*:

- a. *“El desenvolupament de la propera generació de tecnologies d'energies renovables i el disseny de xarxes i sistemes de gestió flexibles i distribuïts, amb l'objectiu de promoure el desenvolupament i aplicacions de tecnologies d'alt rendiment en energies renovables –basades en fonts primàries– eficients i rendibles, i la reducció de cost energètic”.* Aquest apartat destaca, entre altres, els avenços R+D+I en energia eòlica, i solar fotovoltaica, tant en aplicacions per a grans plantes com per a la seva integració en edificis i sistemes.
- b. *“El desenvolupament de sistemes, tecnologies i serveis intel·ligents que permetin al consumidor disposar de la informació necessària per a una gestió i aprofitament energètics òptims per la seva banda, alhora que la seva integració en la mateixa gestió de sistema”.*

Aquests conceptes evoquen clarament l'orientació de les polítiques energètiques cap a l'augment de la generació renovable, així com a la possibilitat de control del consum per reduir el cost energètic. Aquestes polítiques, a més, han de ser escalables en termes de potència per així cobrir un ampli ventall d'aplicacions (domèstiques, residencials, comercials, industrials, etc.). És per això que l'objectiu es refereix al disseny de xarxes i sistemes de gestió flexibles i distribuïts i la seva integració, si escau, als sistemes de distribució d'energia existents. Aquests sistemes es coneixen ara per ara com microxarxes o xarxes intel·ligents.



Eines per incrementar la flexibilitat del sistema elèctric

Les xarxes de transmissió i distribució gestionades per Red Eléctrica Española (REE, ara REC, Red Eléctrica Corporación), únic operador a Espanya, són molt presents a Catalunya. Cal ressaltar que la xarxa de transport exercirà un paper important en el moment de connectar les instal·lacions renovables, així com per permetre fluxos de potència variables segons la disponibilitat del recurs renovable. Per tant, s'ha de tenir en compte la seva participació en la TE. Part d'aquesta transició s'apunta en el document *Hacer posible la transición energética. Red Eléctrica y la integración de renovables* editat l'abril del 2019. Aquest document no sectoritza l'impacte per comunitats autònomes; tanmateix, sí que

apunta les estratègies de l'operador i la seva participació en aquesta transició. En aquest sentit, cal remarcar que les activitats de l'operador s'han diversificat molt aquests darrers anys, expandint la seva expertesa en la gestió del sistema elèctric a altres països però també en el camp de les TIC i comunicacions per satèl·lit. Aquest darrer camp li dona una capacitat de monitoratge i telecomunicació per a la gestió del sistema que el fan imprescindible en l'escenari de la transició.

Un dels problemes que detecta REE és que l'oferta del sistema elèctric té una prevalença cap a un *mix* automatitzat i no gestionable, a diferència de la demanda que es dirigeix a un augment de la seva volatilitat a causa de l'autoconsum i l'emmagatzematge distribuït.

La capacitat de gestió de la demanda per adaptar-se en temps real a la intermitència de la producció renovable és un eix de creixement de futur important per REE gràcies als avenços tecnològics i al desenvolupament de xarxes intel·ligents (per exemple, amb capacitat de monitoratge i gestió). Tot i l'abast d'aquest camp, el document només cita el cas de la mobilitat elèctrica i la fita de cinc milions de cotxes elèctrics fixats en el PNIEC 2021-2030. Naturalment, aquesta demanda i la seva capacitat d'emmagatzematge associada afecta la xarxa. Sense quantificar-ho, entre les iniciatives de REE en aquest camp destaca, segons el document, la creació l'any 2017 del CECOVEL (Centre de Control del Vehicle Elèctric), que permet realitzar un seguiment i control de la demanda d'electricitat per a la recàrrega dels vehicles elèctrics, assegurant que, en escenaris d'implantació massiva de vehicles elèctrics, la seva integració es pot fer de manera segura i eficient.

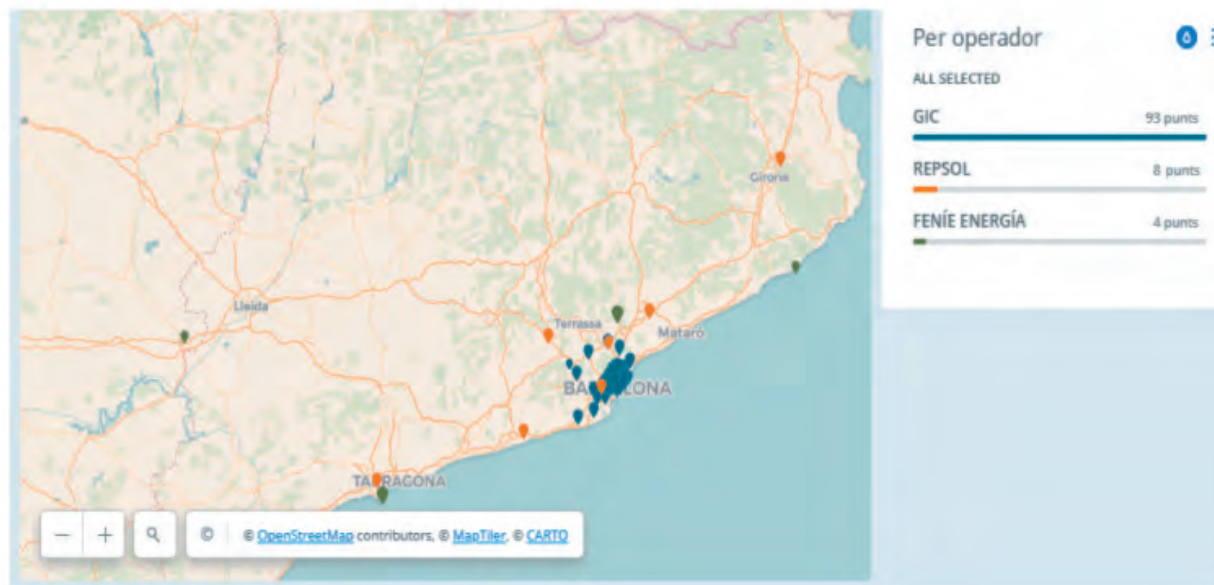
Cal recordar que les instal·lacions de recàrrega estan en general connectades a xarxa per raons de potència (des dels 2,3kW per a càrrega lenta fins als 350kW per a la ultra ràpida). També resulta interessant tenir una estimació de punts de recàrrega a Catalunya, la seva distribució geogràfica i les empreses comercialitzadores, tal com es pot veure a la figura 7, on Catalunya compta amb 105 punts de càrrega.

Es pot apreciar l'extrema desigualtat de distribució d'aquests punts (a data d'abril del 2020, Espanya compta amb 612 punts i una distància mitjana entre punts de 136 km) i, per tant, una gran oportunitat de fer créixer la xarxa disminuint la distància entre electrolineres fins a un objectiu de 25 km. Altrament, una altra línia de creixement és el desenvolupament i l'acceleració de la mobilitat elèctrica en centres urbans així com la implementació de la seva infraestructura.

REE també és conscient de la importància de l'emmagatzematge per assegurar el balanç energètic a causa de la intermitència de les renovables. A banda d'una inversió de 185 milions d'euros en centrals de bombeig insulars, l'activitat reportada en aquest camp és de caràcter prospectiu amb l'avaluació de les possibilitats d'ús de bateries ió-liti via el projecte ALMACENA que des del 2013 monitora un sistema de bateries d'aquesta tecnologia, d'1 MW de potència i 3 MWh de capacitat controlada per injecció/càrrega a/de xarxa. No s'esmenten altres projectes amb altres tecnologies per a un futur immediat, i es recorda que la legislació assigna la titularitat de control a l'operador.

FIGURA 7

Distribució de punts de càrrega a Catalunya i empreses comercialitzadores



Font: Mapa de punts públics de recàrrega intel·ligent, Red Eléctrica Española, Juny 2020.

Les microxarxes

Existeixen diverses definicions del concepte de microxarxa, des que Lasseter, R. H. (2002) va presentar, que només difereixen en matisos. Una de les definicions més acceptades es dona a l'article de Ton, D. T. & Smith, M. A. (2012) i que la identifica com:

“Un conjunt de càrregues (consums) i de generadors distribuïts (incloent-hi els de caràcter renovable) amb topologia d'interconnexió elèctrica amb fronteres clarament definides, i que actua com una única entitat controlable respecte a la xarxa principal. Una microxarxa pot operar en connexió a xarxa o en mode aïllat”.

Els aspectes més rellevants d'aquest paradigma de futur són:

Les microxarxes estan dotades d'una capacitat de gestió individual. Aquest seria el cas del qual avui s'anomena sistema “d'autoconsum” residencial, per exemple. En mode aïllat ha de garantir el balanç energètic entre producció, consum i emmagatzematge local. La capacitat de funcionament en aquest mode depèn del dimensionament en potència i energia dels seus elements. En mode de connexió a xarxa, el balanç energètic ha de comptar amb l'energia

injectada/extreta a/de la xarxa principal. Per tant, ha de tenir una capacitat de comunicació tant amb la xarxa principal com amb d'altres microxarxes. Aquesta capacitat de comunicació és el que es coneix com a "digitalització" de l'energia, la qual assumeix la mesura (per tant el coneixement) d'un conjunt de paràmetres de la microxarxa i de la xarxa principal (potència generada i consumida, prediccions de producció i consum, etc.).

Des de la perspectiva de la xarxa principal, una microxarxa pot:

- **No ser considerada:** aquest és el cas quan la microxarxa està desconnectada de la xarxa principal o quan, estant connectada, ni injecta ni extreu potència d'aquesta xarxa.
- **Ser considerada com un element de consum:** és el cas quan la microxarxa consumeix energia de la xarxa principal.
- **Ser considerada com un element generador:** és el cas quan la microxarxa injecta energia a la xarxa principal.
- Per extensió, si la microxarxa juga els dos papers anteriors, en un període de temps pot considerar-se **un element d'emmagatzemament**.

Les microxarxes poden estar elèctricament connectades entre si quan cadascuna d'elles està connectada a la xarxa principal (que és la que fa la connexió elèctrica) però també quan aquesta xarxa no existeix (per exemple, en entorns rurals, diversos pobles amb microxarxes aïllades poden decidir interconnectar-se). La capacitat de comunicació entre microxarxes, en qualsevol cas, obre un ventall elevat de possibilitats de gestió, intercanviant-se energia des d'una micro-xarxa amb excés de producció cap a una altra amb dèficit.

Aspectes tècnics en la integració d'energies renovables a la xarxa elèctrica

En aquesta secció es pretén citar alguns aspectes de tipus tècnic sense aprofundir-hi. Cal recordar que els conceptes de "generació", "consum" (o demanda) i "emmagatzemament" poden referir-se també a microxarxes.

La xarxa elèctrica permet la connexió d'elements de generació d'energia i no només de consum. Efectivament, la xarxa és només un conjunt de cables conductors que permeten la circulació del corrent en dos sentits (és a dir permet els fluxos bidireccionals de potència): si el corrent és sortint de la xarxa, es tractarà d'un consum (o d'una exportació) mentre que si és entrant es tracta d'una generació. Per aquest motiu, es parla "d'injecció a xarxa". Les limitacions en aquesta connexió de generadors les estableix la mateixa xarxa en termes de la màxima potència que poden suportar els seus elements. No és possible, doncs, injectar qualsevol potència a qualsevol punt de la xarxa elèctrica.

Un generador renovable connectat a xarxa es pot entendre com un "consum negatiu" i pot ser causa d'inestabilitat de la xarxa si no es compleix, entre altres, el principi de balanç energètic.

Amb l'increment de tecnologies renovables intermitents o aleatòries, com ara l'eòlica i la fotovoltaica, l'aplicació del principi de balanç energètic en una xarxa convencional sense sistemes d'emmagatzematge massiu es torna més complexa pel fet bàsic que són tecnologies que depenen dels recursos naturals. Els encarregats d'assegurar i gestionar

aquest balanç s'enfronten a la incògnita de la quantitat de potència renovable injectada a la xarxa a cada instant de temps. És per aquest motiu que es generen diferents estratègies de gestió més flexibles per tal de respectar el balanç energètic i aprofitar al màxim la generació renovable en detriment de la basada en combustibles fòssils.

Són importants els aspectes següents:

- **La predicció dels recursos renovables**, ja que si és fiable es pot estimar la generació elèctrica renovable al llarg d'un horitzó de temps, coneixement que tindrà en compte l'estratègia de gestió per assolir el balanç energètic.
- **Les tecnologies d'emmagatzemament** són claus per a la penetració d'aquestes tecnologies ja que, en darrera instància, són les que asseguraran el balanç energètic, emmagatzemant energia sobrant o entregant energia demandada.
- **El control de la demanda**, tal com ja s'ha esmentat, també afavoreix el compliment del principi de balanç energètic en la mesura en què es pugui fer coincidir en el temps el consum amb la generació renovable (com per exemple posar l'aire condicionat en les hores de màxima insolació).

Inversions en la xarxa de transport amb alt vessant tecnològic

En matèria de xarxes, cal un increment de la inversió per fer possible la integració de la TE amb les xarxes de transport i subministrament de manera que sigui tan efectiva com eficient.

Cal desenvolupar i mantenir una xarxa capaç de ser flexible alhora que fiable i que permeti connectar la nova generació renovable així com transportar l'energia des de la font a l'ús minimitzant les pèrdues energètiques provocades per excedents de producció renovable (abocaments). Cal una xarxa, doncs, que permeti fluxos de potència variables.

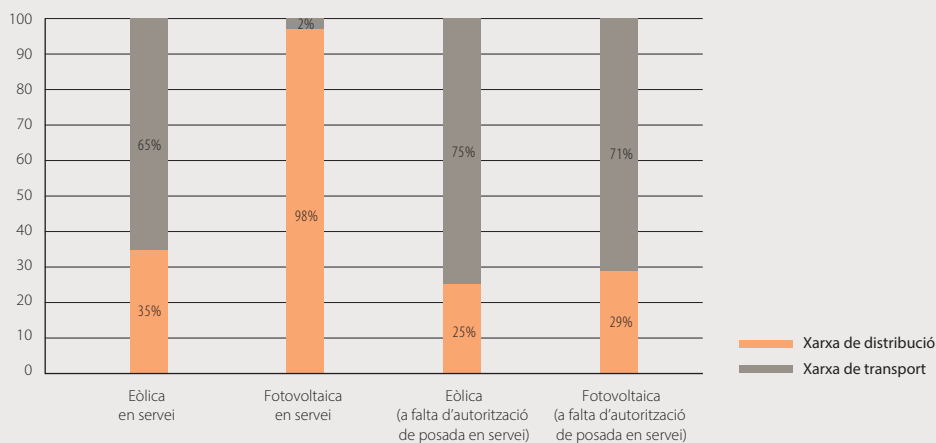
EL PNIEC estima en uns 41.846 milions d'euros la inversió (un 18% del total) en la xarxa existent, mentre que REE hi destinarà, en el període 2018-2022, 3.000 milions d'euros, amb més de la meitat d'aquest pressupost associat a projectes orientats a la integració d'energies renovables connectades a xarxa, com mostra a la figura 8.

La distribució d'aquesta inversió per conceptes es mostra a la figura 9, on la partida majoritària (53%) és la destinada a la integració de renovables ja operatives o en fase de connexió, però també a la millora de la xarxa per reduir els seus abocaments, és a dir, augmentar la capacitat de potència de la xarxa.

D'altra banda, es distingeixen les partides de digitalització i tecnologia (entorn d'un 15%) que representen una inversió entre 2018-2022 de 434 milions d'euros destinats a digitalitzar la xarxa per tal que permeti coordinar, monitorar, controlar i automatitzar els diferents agents del sistema elèctric renovable on els fluxos d'energia seran bidireccionals i existirà una intermitència de potència superior a la de la xarxa actual.

FIGURA 8

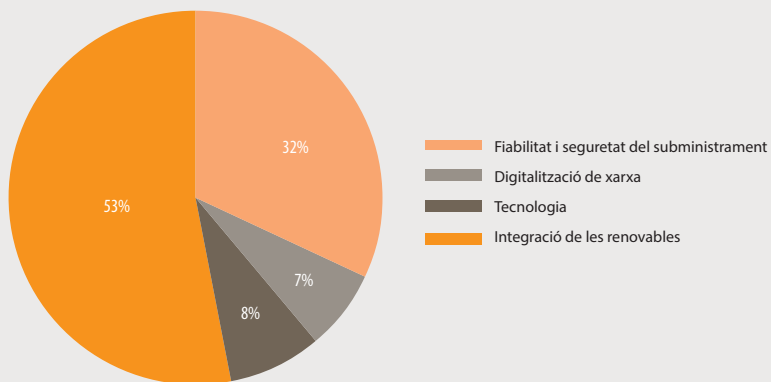
Xarxa de connexió de la generació èolica i fotovoltaica existent i en tramitació



Font: Red Eléctrica Española⁵

FIGURA 9

Desglossament de les inversions en xarxa de transport a Espanya previstes en el Pla Estratègic 2018-2022 del Grup Red Eléctrica per tipologia



Font: Pla Estratègic 2018-2033 de REE.

5 Cal remarcar que la figura es refereix a projectes ja operatius o que ja han passat tota la fase de tramitació legal i estan esperant la seva connexió a xarxa. No s'inclou cap estimació de noves instal·lacions. D'altra banda les partides d'aquesta inversió són desconegudes però en una primera classificació simplista es pot dividir entre costos associats a material (torres, cables, infraestructura de monitorització i control...) i mà d'obra associada a la instal·lació/manteniment. Es desconeix l'impacte laboral d'aquesta inversió (per exemple, mà d'obra amb plantilla pròpia o nova contractació amb durada limitada).

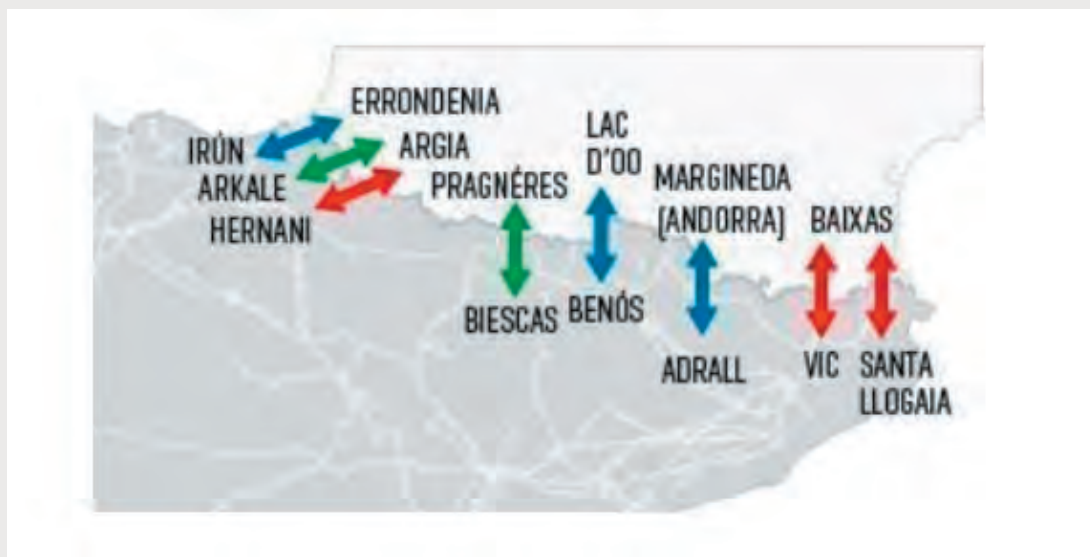
Cal recordar, en aquest sentit, que REE ja disposa des del 2006 del CECRE (Centro de Control de Energías Renovables). En aquesta inversió s'hi inclou el maquinari de la xarxa de transport mitjançant dispositius d'electrònica de potència (com per exemple, *Flexible Alternating Current Transmission Systems*), els desfasadors capaços d'optimitzar els fluxos de potència i finalment el programari en sistemes de sensorització, monitoratge, automatització i ciberseguretat, REE. Red eléctrica y la integración de renovables (2019).

Finalment, es destina un 38% a la partida de fiabilitat i seguretat del subministrament. D'una banda, aquesta partida inclou la potenciació de la interconnexió entre grans xarxes de diferents operadors de diferents països per dotar el sistema global de més flexibilitat, des d'un punt de vista d'intercanvi energètic.

Aquesta flexibilitat permet adaptar-se tant al caràcter estocàstic de la producció renovable i la seva distribució geogràfica, maximitzant el seu aprofitament, com a la dinàmica de preus de l'energia del mercat elèctric. Espanya té, al respecte, una limitació, ja que tota l'energia que pot rebre de la resta d'Europa passa per França, amb una ràtio actual d'interconnexió de només el 2,8%. Cal recordar que l'objectiu del PNIEC 2021-2030 fixa una ràtio d'interconnexió entre veïns d'un 15%. REE a Catalunya comparteix dues línies de 400 kV amb França tal com es veu en el mapa de la figura 10 d'interconnexions.

FIGURA 10

Interconnexions amb França



Font: Red Eléctrica Española.

Per al futur immediat, el document només esmenta un projecte d'increment d'interconnexió de 5.000 MW a través del Golf de Biscaia que està previst que entri en funcionament el 2024-2025.

Així i tot, l'assoliment d'un 15% de ràtio d'interconnexió el 2030 queda lluny i, per tant, Catalunya pot ser una futura candidata per contribuir a aquesta interconnexió, amb les subseqüents inversions.

L'interès d'un alt nivell d'interconnexió és múltiple, començant per la possibilitat d'ubicar la generació en els llocs òptims de la Unió Europea (eòlica nord, fotovoltaica sud) i compartir energia, el reforçament de l'estabilitat de la xarxa, una competència real que abarateixi els costos per al consumidor, etc.

Cal citar, a més, que, sota el concepte de seguretat del subministrament, la nova Directiva del mercat interior d'electricitat preveu la instal·lació de sistemes aïllats que permetin donar subministrament d'energia elèctrica a zones rurals amb restriccions físiques per poder suplir la demanda energètica. Sembla doncs, que des d'un punt de vista de negoci, els operadors de xarxa podrien entrar en el mercat d'instal·lacions aïllades.

És fonamental assenyalar que addicionalment al desenvolupament de noves instal·lacions i per tal de minimitzar l'impacte ambiental del sistema elèctric, s'ha de prioritzar l'optimització de les inversions ja realitzades i maximitzar la utilització dels passadissos elèctrics existents a través de la millora, actualització i extensió de la vida de la xarxa existent. D'altra banda, seran necessàries noves inversions per dotar d'una major intel·ligència les xarxes. Les noves necessitats del sistema elèctric derivades de la introducció d'energies renovables i un major protagonisme dels consumidors-productors, *prosumer*, impliquen dotar les xarxes de la capacitat d'integrar nous agents; de monitorar i controlar la generació distribuïda, i de possibilitar la gestió de la demanda, major interacció amb tota mena d'agents i una major comunicació entre el transport i la distribució, cosa que suposa la incorporació d'elements lògics i elements físics.

Queda clar que, amb la TE, el teixit productiu i empresarial passarà a tenir uns graus de llibertat molt més grans amb relació al cost del seu consum d'energia elèctrica, podent també plantejar-se invertir en generació/emmagatzemament renovable per accelerar l'amortització o la reducció de costos (passar de consumidor a *prosumidor*). Aquests nous graus de llibertat s'hauran d'incloure indefectiblement en el model empresarial. Aquest plantejament és també vàlid a més petita escala en l'àmbit individual.

Per finalitzar, es poden extreure un conjunt de mesures que haurien de funcionar per accelerar la transició i assolir els objectius del 2030:

- Facilitar el desenvolupament d'una xarxa suficient que pugui estar disponible a temps per acomodar el creixement de les energies renovables.
- Facilitar l'accés i la connexió de les energies renovables a la xarxa.
- Operar un sistema més complex de forma igualment segura.
- Garantir la integració de la màxima quantitat possible d'energia renovable en el sistema.
- Crear un entorn regulador que faciliti l'execució de les noves inversions necessàries per a la TE.
- Crear un sistema d'informació al servei del client final i de la TE.

Nou parc d'energies renovables a Catalunya

En aquesta secció s'estableix la part d'energia que correspondria generar a Catalunya i el consegüent increment de la potència instal·lada en funció de l'Escenari Objectiu per al conjunt d'Espanya assenyalat en el Pla Nacional Integrat d'Energia i Clima 2021-2030.

Es parla de les noves instal·lacions a partir del moment actual. Tot i que les darreres dades publicades per l'ICAEN (Institut Català d'Energia, Generalitat de Catalunya) són del 2018, es prenen com a dades de 2020 pel fet que les variacions d'aquests dos darrers anys són mínimes.

El punt de partida són les dades de:

- Potència instal·lada (4 GW) i producció d'energia elèctrica (9.000 GWh/any) per a cada tipus de font renovable a Catalunya el 2018 (ICAEN).
- Potència instal·lada i producció d'energia elèctrica per a cada tipus de font renovable a Espanya el 2020 i projeccions en un Escenari Objectiu per al 2025 i 2030 (PNIEC 2021-2030).
- Població de Catalunya i Espanya dels darrers anys fins al 2018 (IDESCAT).
- PIB (producte interior brut) de Catalunya i Espanya dels darrers anys fins al 2018 (EUROSTAT).

El PNIEC 2021-2030 és el compromís que pren Espanya respecte a Europa amb relació a la descarbonització i la TE.

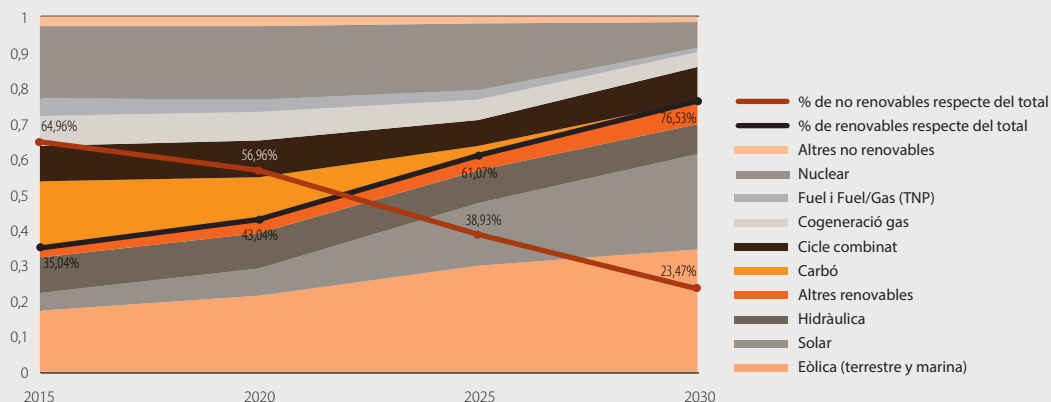
Aquest pla estableix la situació zero per a 2020 i analitza les situacions per a 2025 i 2030, i ho fa segons dues perspectives:

- Horitzó tendencial, anàlisi de l'evolució en la descarbonització i la TE si no s'impulsen polítiques específiques.
- Horitzó objectiu, que respon als compromisos de descarbonització i de TE adquirits amb la Comissió Europea i que comporta l'impuls de polítiques específiques per aconseguir-ho.

L'anàlisi present parteix de les dades de l'Horitzó objectiu (2020, 2025 i 2030) de producció d'energia elèctrica de fonts renovables (vegeu la figura 11 i la taula 7 de la primera part de l'Annex), on Espanya parteix d'uns 45 GW de potència renovable instal·lada el 2015 i preveu arribar a uns 120 GW el 2030.

FIGURA 11

Parc de generació d'energia elèctrica a l'Escenari objectiu del PNIEC 2021-2030



Font: pròpia a partir de dades del PNIEC 2021-2030.

Distribució de producció d'energia a Catalunya: segons població i segons PIB

El PNIEC 2021-2030 únicament avalua les produccions d'energia elèctrica en l'Horitzó objectiu per al conjunt d'Espanya. Per traslladar aquestes estimacions a Catalunya, s'han escollit dos criteris de distribució de producció d'energia: població i producte interior brut (PIB).

Criteris de distribució d'energia:

a) En funció de la població

S'han utilitzat les dades d'IDESCAT que compara la població de Catalunya amb la d'Espanya.

La relació $\text{Població}_{\text{Catalunya}} / \text{Població}_{\text{Espanya}}$ ha canviat lleugerament a l'alça i s'ha adoptat el valor de l'any 2018 corresponent al 16,2%.

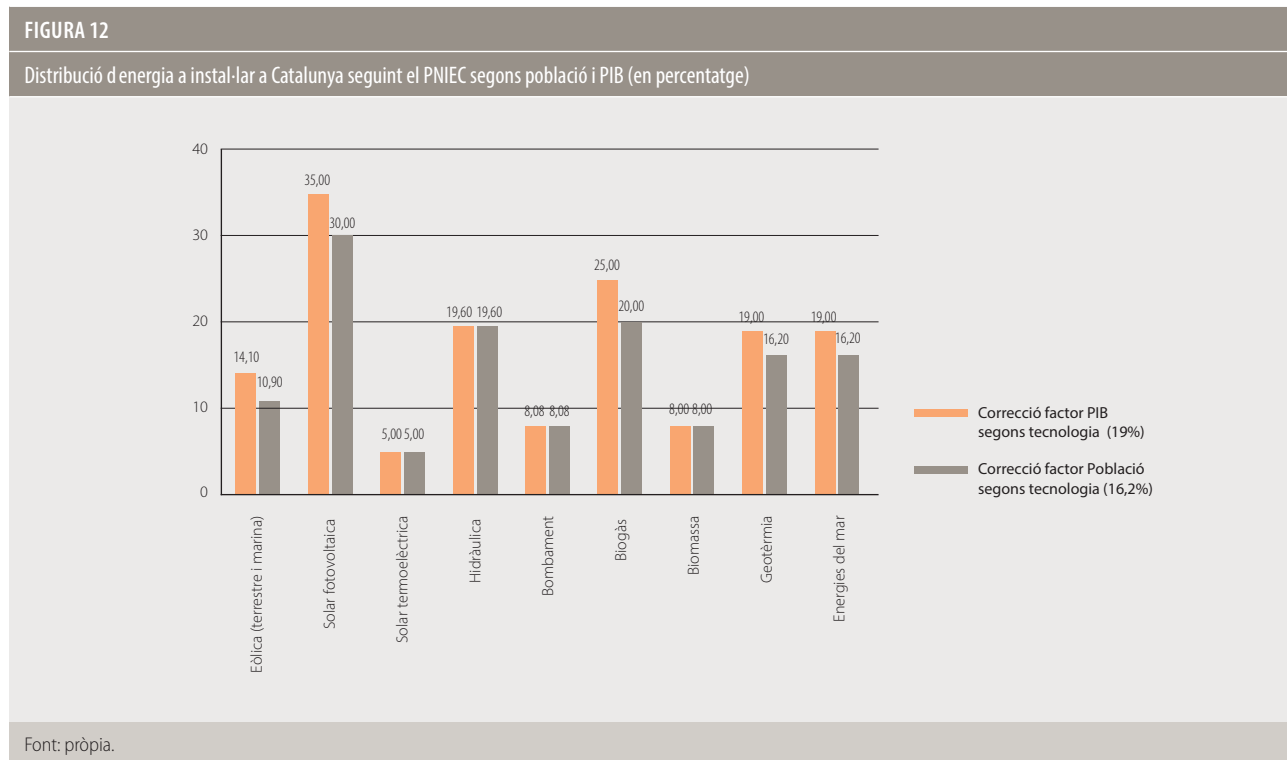
b) En funció del producte interior brut

S'han utilitzat les dades d'EUROSTAT que compara les rendes de tots els estats, regions i províncies d'Europa.

La relació $\text{PIB}_{\text{Catalunya}} / \text{PIB}_{\text{Espanya}}$ ha canviat lleugerament a l'alça i s'ha adoptat el valor de l'any 2018 corresponent al 19%.

Per tant, s'ha aplicat el factor 16,2% pel criteri de distribució d'energia segons població i el factor 19% pel criteri de distribució segons PIB.

Tanmateix, aquests factors no es poden aplicar automàticament a totes les tecnologies d'energies renovables, ja que cada territori té la seva idiosincràsia i ha de treure profit dels seus avantatges. Així que s'ha aplicat una correcció del factor per a cada una de les tecnologies (vegeu la figura 12 i la taula 8 de la primera part de l'Annex).



Els principals criteris per establir les correccions del factor d'acord amb cada tecnologia han estat:

- **L'energia hidroelèctrica** està molt desenvolupada a Catalunya i difícilment es construiran noves grans centrals hidroelèctriques. S'ha optat, doncs, per establir un 19,6% en els dos casos que representa pràcticament la producció actual.
- La capacitat de **bombament** (centrals reversibles de doble embassament) serveix fonamentalment per gestionar els excedents nocturns de les centrals nuclears (CN), properes a la seva fi de vida. Per altre costat, la possibilitat de transformació dels embassaments i centrals hidroelèctriques actuals és molt limitada. S'ha adoptat un valor del 8% que cobreix fonamentalment les instal·lacions existents.
- **L'energia solar termoelectrica** (captadors solars parabòlics d'un eix, caldera i turbina de vapor, amb possibilitat d'emmagatzematge per mitjà de sals foses), tot i l'interès d'aquestes instal·lacions per la seva capacitat

d'emmagatzemar energia unes sis hores (cobertura de les nits), exigeix grans ocupacions concentrades de sòl (unes 200 hectàrees per a 25 MW) que, a Catalunya, són difícils d'obtenir. S'ha optat per una fracció baixa, del 5%.

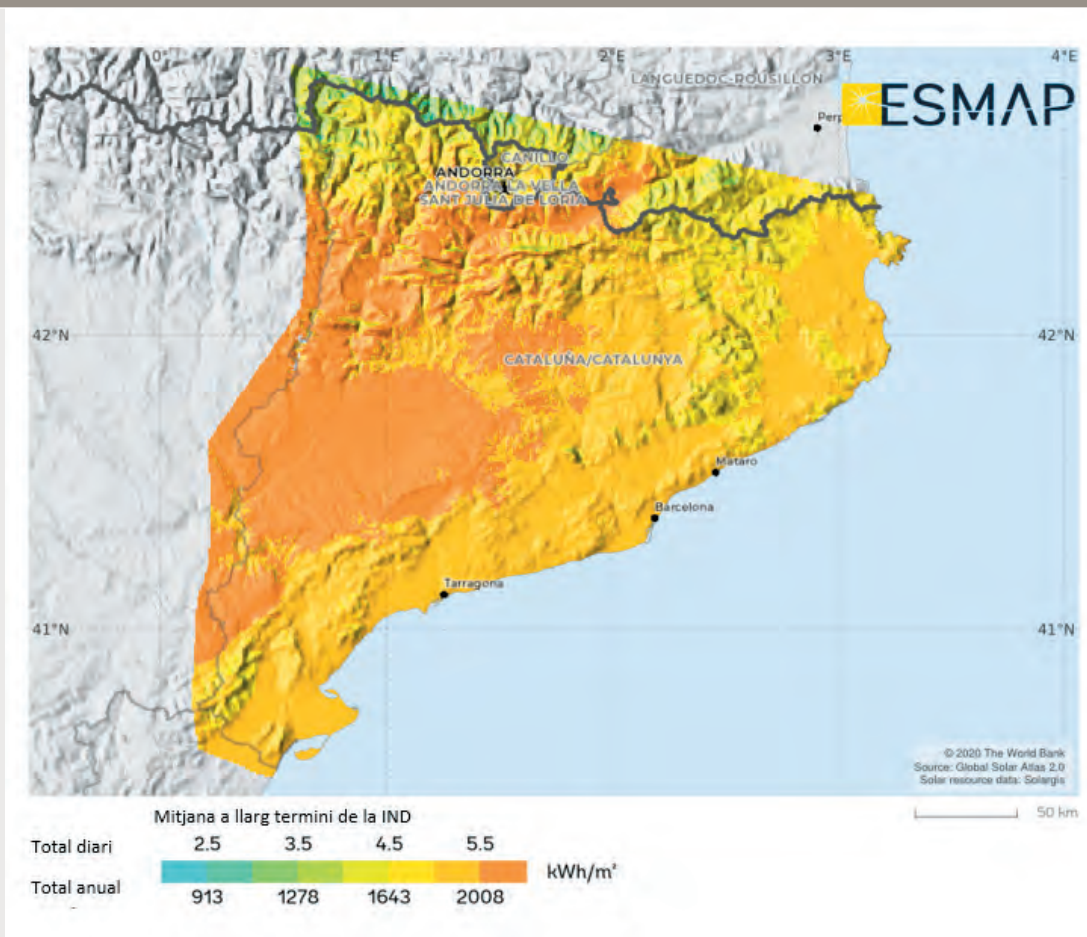
- La **biomassa** és molt més útil per generar calor (llars, indústries; rendiments superiors al 80%) que per generar electricitat (rendiments inferiors al 30%); per tant, s'ha adoptat un valor relativament baix, del 8%.
- Per a les **energies geotèrmiques i del mar** (en generació d'electricitats), quasi residuals en l'Horitzó objectiu del PNIEC, s'han adoptat els valors mitjans, del 16,2% i del 19%.
- **Biogàs**. S'ha triat un percentatge (respecte al total espanyol) relativament gran d'obtenció d'energia elèctrica amb biogàs per aprofitar part de l'energia dels residus de matèria orgànica de la qual Catalunya és una receptora neta. Amb tot, l'ús del biogàs és més eficient com a combustible en aplicacions tèrmiques.

El gran ajust s'ha realitzat per mitjà de les energies eòliques i fotovoltaïques.

- **L'energia eòlica** és, després de la hidroelèctrica, la més explotada a Catalunya (30,5% de les renovables i 6,3% del total). El mapa eòlic de Catalunya (atles eòlic de l'IDAE) mostra que Catalunya no és una terra que posseeixi vents intensos i continuats. Els vents més importants queden limitats a les Terres de l'Ebre (corredor de la vall de l'Ebre, amb una penetració vers la Catalunya central), i a la zona marítima de l'Empordà amb vents procedents del nord. S'han adoptat, doncs, unes fraccions inferiors a les dels valors mitjans, del 10,90% i del 14,10%.
- **L'energia fotovoltaïca**, avui dia molt menys desenvolupada que l'eòlica a Catalunya (4,3% de les renovables i 0,9% del total), té millors expectatives futures, ja que el territori Català té moltes àrees exposades a la llum del Sol. Gràcies a aquest fet, l'energia fotovoltaïca està cridada a ser el primer component del mix energètic de l'any 2030 (quasi la meitat de les renovables). Tanmateix, s'han adoptat uns valors de fracció elevats respecte al conjunt d'Espanya, del 30% i del 35%, amb l'objectiu de completar el conjunt. La figura 13 de l'Atles de radiació solar a Catalunya mostra la relativa uniformitat de la radiació solar en tota la geografia catalana.

FIGURA 13

Mapa d'irradiació normal directa a Catalunya



Font: Global Solar Atlas.

Potència a instal·lar al territori català

Per obtenir la potència nova a instal·lar a Catalunya a partir de l'energia a produir per cada un dels tipus de font energètica, són necessaris els factors d'ús⁶. Aquests valors s'han obtingut a partir de les dades de l'ICAEN sobre les energies generades per cada un dels tipus d'energia renovables i la potència instal·lada.

⁶ Factor d'ús: el quocient entre l'energia que realment proporcionen les instal·lacions dividida per l'energia que haurien proporcionat si sempre haguessin funcionat a potència nominal. Un any té 8.760 hores; doncs el factor d'ús indica la fracció d'aquestes hores que el sistema hauria treballat de forma equivalent a màxima potència.

Aquests factors d'ús varien d'any a any segons la nuvolositat, els vents, les pluges, etc. En aquest estudi s'han agafat valors alts, ja que en general, el rendiment tècnic de l'explotació de les instal·lacions millorarà en les noves generacions d'aparells i en les formes de gestió.

La nova potència a instal·lar és d'uns 18.000 - 22.000 MW (tenint en compte que la potència ja instal·lada acumulada l'any 2018 és de 4 GW, s'obtidria un parc d'entre 22 i 26 GW el 2030) entre el període 2020-2030, el resultat es mostra a les figures 15 i 16 i a la taula 10 de la primera part de l'Annex.

S'observa que la nova potència a instal·lar correspon fonamentalment a energia fotovoltaica i energia eòlica: 97,5% en la distribució per població, 79,8% de fotovoltaica i 17,7 % d'eòlica; i 97,8% en la distribució per PIB, 78,5% de fotovoltaica i 19,3% d'eòlica. La tercera font energètica en importància, la hidroelèctrica, ja està pràcticament tota construïda.

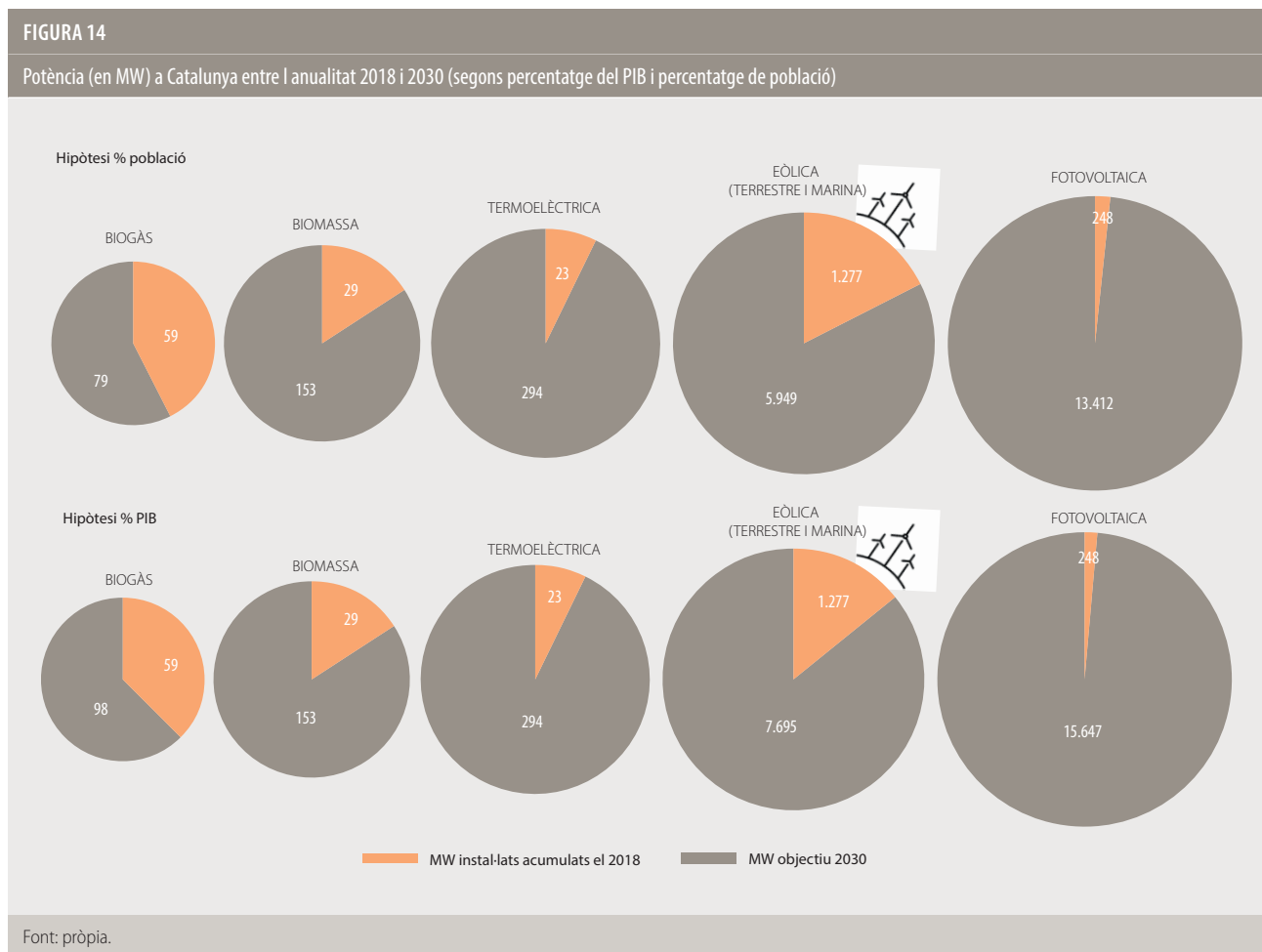
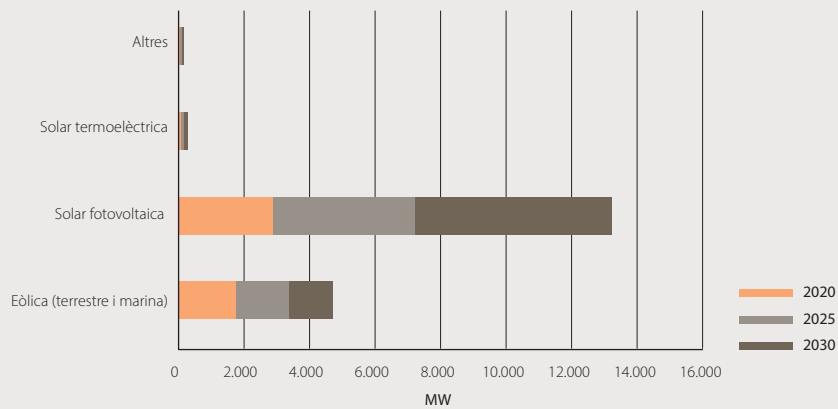


FIGURA 15

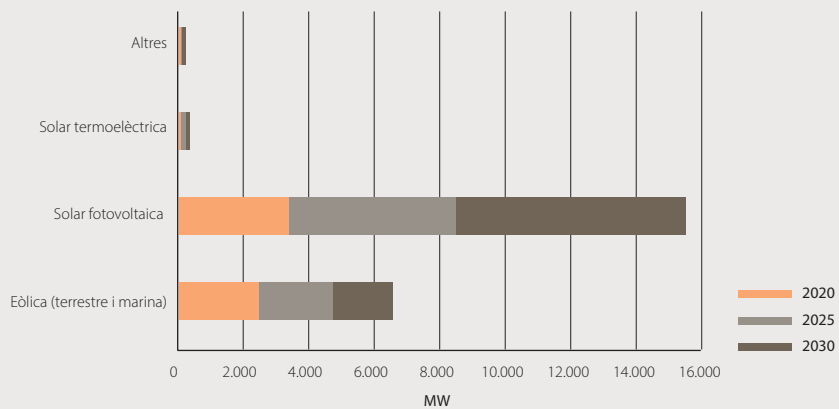
Nova potència a instal·lar a Catalunya 2020-2030 (per percentatge de població)



Font: pròpia.

FIGURA 16

Nova potència a instal·lar a Catalunya 2020-2030 (per percentatge de PIB)



Font: pròpia.

04 |

La
descarbonització
de la indústria

Hi ha una qüestió fonamental en qualsevol procés productiu: per elaborar un producte, a part de recursos materials, calen recursos energètics. Sense energia no pot haver-hi producció. Fins ara, els processos industrials han viscut un cicle energètic de dependència dels combustibles fòssils. Ja hem vist en capítols anteriors que estan arribant a la seva fi, sigui per raons d'esgotament o per regulacions de caràcter mediambiental.

Seguint amb la relació energia-producció, es fa evident que, per mantenir els nivells productius actuals, cal mantenir el flux energètic alternatiu al tradicional que ho permeti. En aquest context, la indústria juga un paper fonamental, no específicament en la producció energètica, sinó en els mètodes de producció industrial, els quals han de descarbonitzar-se i adaptar-se a les noves formes energètiques que acompanya la TE. D'acord amb això, aquest capítol tracta d'introduir les principals relacions entre energia i producció industrial, a més de proposar les diverses vies que pot adoptar la indústria per descarbonitzar-se.

Indústria catalana

Tradicionalment, Catalunya ha tingut un sector industrial molt important que, en el darrer decenni, s'ha anat afeblint. Però aquesta tendència no és exclusiva de Catalunya, sinó de la major part dels països desenvolupats.

Això es deu fonamentalment a les causes següents:

1. La millora i l'automatització dels processos industrials ha desplaçat cada cop més el valor afegit vers els serveis, com en temps anteriors havia succeït amb l'agricultura.
2. Els països més desenvolupats (entre ells Catalunya) han tendit a expulsar les tasques més contaminants i de menys valor afegit vers països en desenvolupament. En aquest sentit, el 21,6% del total d'energia que usa Europa ho fa en forma d'energia grisa de béns que importa.

Malgrat tot, dintre del conjunt de països desenvolupats, el sector industrial de Catalunya no és dels pitjors, sinó que manté una activitat productiva important, si bé a la baixa.

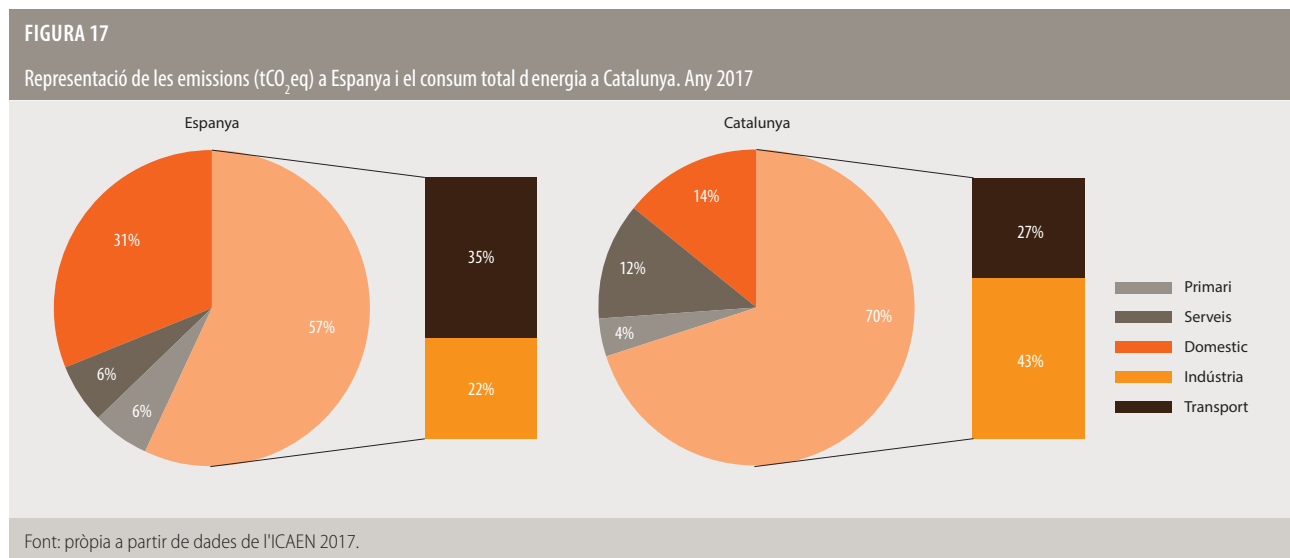
Pel que fa a l'energia i les emissions, les activitats industrials són les més determinants, ja que com a mínim, inclouen:

- La indústria de l'energia que produeix els vectors energètics (combustibles comercials i electricitat en xarxa) que usen la resta de sectors.
- Les matèries primeres derivades dels combustibles fòssils (plàstics i elastòmers; fertilitzants nitrogenats; fitosanitaris; pintures; lubricants; asfalts, etc.).
- I els subsectors industrials que fabriquen altres materials (acer i metalls, ciment, ceràmica i vidre, paper) i els subsectors transformadors (alimentació; tèxtil i confecció; maquinària i béns d'equip; moble; arts gràfiques, etc.).

El sector industrial és el responsable del 35% de les emissions anuals de GEH a Espanya, així com del consum del 27% d'energia final a Catalunya segons dades de l'ICAEN per a l'any 2017 (vegeu la figura 17). En definitiva, descarbonitzar el sistema energètic vol dir essencialment descarbonitzar la indústria (en sentit ampli) i el transport.

Aquestes xifres inclouen, en el cas de les emissions:

- **Les emissions directes**, que són aquelles procedents dels processos de transformació, les emissions per generació d'energia tèrmica i elèctrica a la planta i les corresponents al consum de combustibles fòssils.
- **Les emissions indirectes** associades amb la crema de combustibles fòssils per produir electricitat i poder ser utilitzada en una instal·lació industrial. Sense tenir en compte les emissions indirectes, el sector industrial és el responsable del 19% de les emissions de GEH i, tenint-les en compte, d'un 35%.



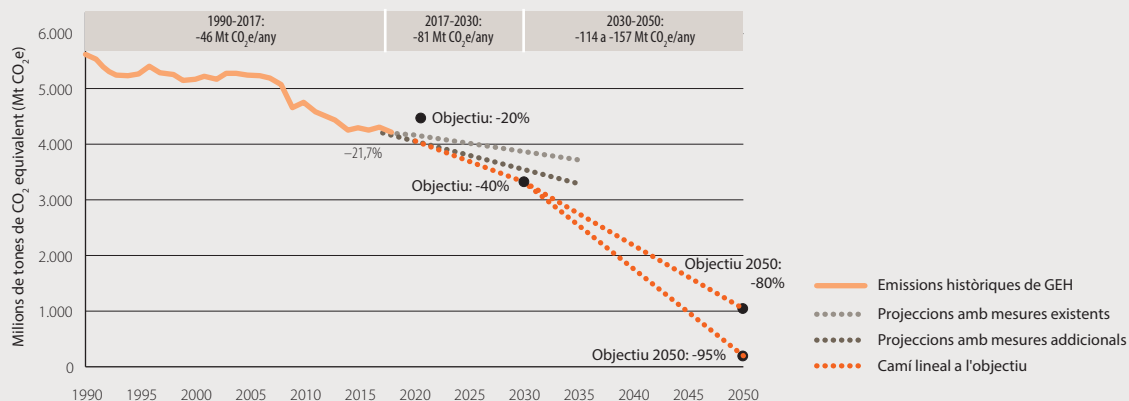
Les xifres referents al consum d'energia contemplen el consum energètic final de: carbó, productes petrolífers, gas natural, energia elèctrica, residus industrials no renovables i energies renovables. Aquestes dades representen el 27% d'energia final consumida a Catalunya durant l'any 2017.

Per assolir l'objectiu climàtic de l'Acord de París 2015, de limitar l'escalfament global a 1,5 °C, es requereix que les emissions globals de GEH assoleixin el zero al voltant del 2050 (vegeu la figura 18).

La mitjana de vida econòmica de les instal·lacions industrials està entre els 20 i els 40 anys, això indica que les noves inversions, entre el 2035 i el 2050, haurien de tenir una emissió neta zero o bé ser compensades amb emissions negatives per poder garantir una neutralitat de GEH. Dit d'una altra manera, les inversions industrials han de contemplar la reducció de les emissions de GEH a expenses de l'ús de combustibles fòssils.

FIGURA 18

Objectiu d'emissions de GEH. Any 2050



Font: European Environment Agency, Total greenhouse gas emission trends and projections in Europe.

La descarbonització industrial és el terme utilitzat per descriure l'eliminació gradual de les emissions de diòxid de carboni degudes no només a l'ús dels combustibles sinó també pels processos industrials (anomenades emissions de procés). En el sentit ampli, el terme descarbonització també s'utilitza per descriure com evitar la combustió de combustibles fòssils per reduir les emissions de diòxid de carboni a l'atmosfera.

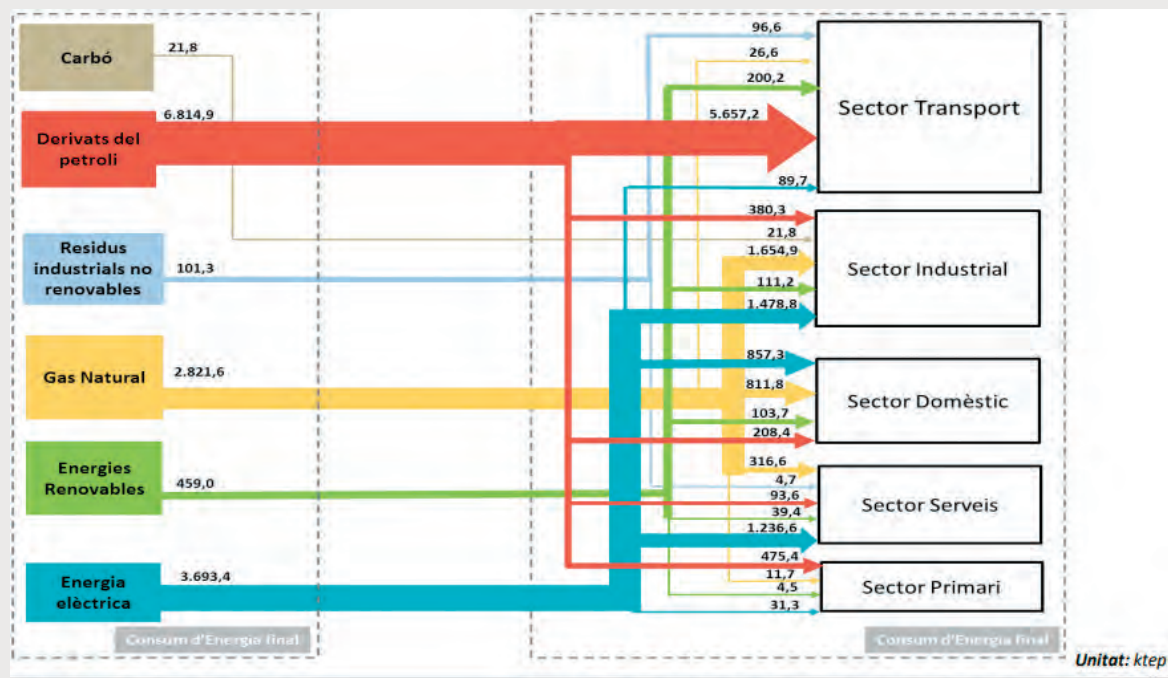
La civilització ha passat per diverses transicions energètiques durant el seu creixement, des de l'ús de la llenya, passant per la utilització massiva de carbó durant la revolució industrial del segle XIX, l'increment d'ús del petroli durant tot el segle XX, l'increment del gas fòssil i l'aparició de l'energia nuclear a finals del segle XX fins al recent aprofitament dels hidrocarburs no convencionals de les arenas asfàltiques i les pissarres bituminoses per mitjà del *fracking*, resultant en un *mix* energètic que combina diferents proporcions de totes aquestes fonts segons l'aplicació i el país d'ús.

Segons Zittel, W., & Schindler, J. (2007), la utilització combinada de totes aquestes fonts (carbó, petroli i gas) està arribant al seu pic màxim de producció, estimat en 10 Gtep. Totes aquestes fonts que es basen en carbonis d'origen orgànic (combustibles fòssils), provoquen les emissions netes de GEH en la seva transformació en energia (calor), contribuint així de forma substancial a l'escalfament global i al canvi climàtic.

El major consumidor de combustibles fòssils és la indústria de l'energia (indústria que transforma els recursos de les fonts primàries a vectors energètics finals, és a dir, combustibles comercials i electricitat), seguida de la indústria de transformació (sector secundari), el transport i els sistemes de climatització i aigua calenta sanitària (ACS) del sector terciari i residencial.

FIGURA 19

Diagrama Sankey del Sistema Energètic de Catalunya per l'any 2017



Font: Balanç Energètic de Catalunya 2017 i Balanç Elèctric 2018 ICAEN.

En l'àmbit industrial, els combustibles fòssils no només s'utilitzen per a la generació d'energia, sinó també per a aplicacions de calefacció, així com a font primària de calor de procés en les indústries intenses en energia.

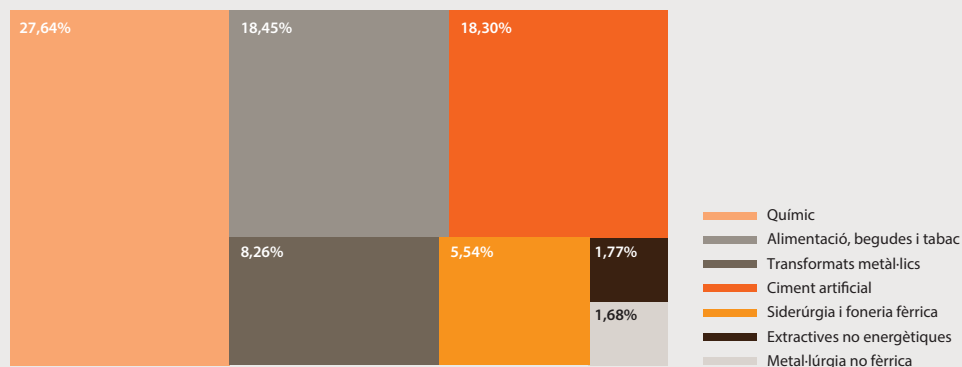
A Catalunya, si s'estudia en detall la indústria, els sectors que més energia final consumeixen són el químic; seguit del d'alimentació, begudes i tabac; el ciment artificial; vidre i productes no metàl·lics i el sector dels transformats metàl·lics (vegeu les figures 20 i 21).

Les formes d'energia en els sectors de més consum esmentats anteriorment són principalment el gas natural, l'energia elèctrica i, amb gran intensitat però únicament en el sector del ciment artificial, els productes petrolífers.

Referent a les emissions de GEH de la indústria a Catalunya, s'observa que són quatre els sectors que emeten més del 75% de les emissions de GEH industrials (vegeu la figura 21). El sector del ciment artificial, vidre i altres productes no metàl·lics; el de les extractives no energètiques; el de la siderúrgia, foneria fèrria i metal·lúrgia no fèrria i, finalment, en menor mesura, el sector químic.

FIGURA 20

Consum energètic a la indústria de Catalunya per sectors. Any 2017 (en percentatge)

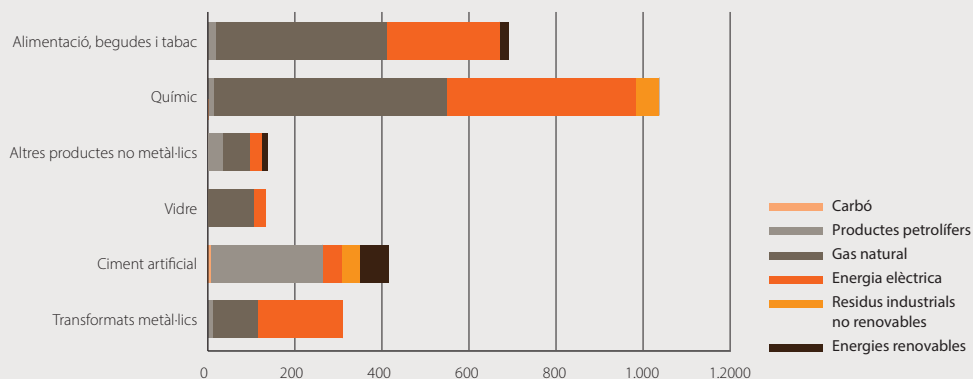


Font: pròpia a partir de dades de l'ICAEN.

Sector ciment artificial: emissions principalment degudes a l'ús de combustibles fòssils per alimentar els forns així com les emissions de processos tèrmics provinents de la calcinació de la pedra calcària i del clínquer.

FIGURA 21

Formes d'energia en els sectors industrials de més consum a Catalunya en ktep. Any 2017

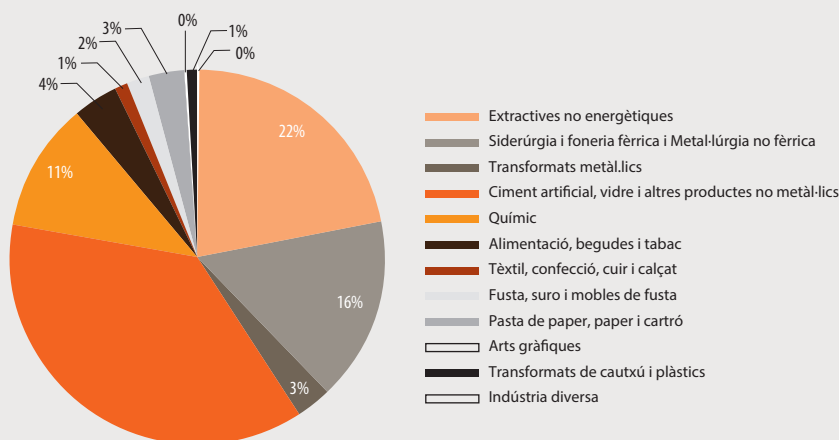


Font: pròpia a partir de dades de l'ICAEN.

Sector químic: els processos per fabricar productes químics són força diferents entre ells. Tanmateix, hi ha dos processos que representen més del 50% de les emissions en aquest sector, la producció d'etilè, a causa de l'ús de forns d'alta temperatura pel trencament de vapor (*steam cracking*) i la d'amoníac, que emet GEH per les emissions de procés en la fase del reformat de metà.

FIGURA 22

GEH a Catalunya per sectors industrials (en percentatge)



Font: pròpia a partir de dades de l'ICAEN.

Altres productes no metàl·lics: emissions principalment degudes a la reacció de reducció per l'obtenció de l'alumini i l'ús de gas natural per l'obtenció del coure.

Sector extractives no energètiques i siderúrgia: emissions degudes a l'ús del gas natural així com energia elèctrica procedent de fonts no renovables.

Tal com es mostra, l'ús de combustibles fòssils és actualment una de les principals fonts d'energia per a la indústria. La indústria i el transport són conjuntament els sectors que més GEH emeten, per tant, és crucial el desenvolupament de tecnologies descarbonitzades aplicables en aquests dos sectors.

Davant aquesta crisi energètica i climàtica global, la indústria ha d'avançar cap a un futur baix en carboni. És per aquest motiu que en els països industrialitzats hi ha una tendència de canvi substancial cap a, en un primer terme, les fonts d'energia renovables com una alternativa ecològica, sostenible i viable per crear energia i, en un segon terme, l'ús massiu de solucions tecnològiques de descarbonització, que, durant el període de coexistència entre les fonts energètiques renovables i fòssils, mantinguin sota control les emissions de GEH.

Cal doncs remarcar que la descarbonització de la indústria requereix una gran inversió que ha d'anar de la mà de la generació elèctrica renovable.

Tecnologies actuals i possibles vies de descarbonització de la indústria

S'ha vist que a Catalunya hi ha quatre activitats industrials que són les que representen gairebé el total de les emissions de GEH pel fet que utilitzen l'energia principalment de combustibles fòssils. No només això, sinó que sovint és el mateix procés industrial el que emet GEH, les anomenades emissions de procés (Roelofsen, O *et al.* 2017).

En general, les noves tecnologies actualment considerades com opcions viables per a la descarbonització de la indústria es basen en l'eficiència energètica, l'electrificació massiva dels processos industrials i, en menor mesura, en la substitució de combustibles fòssils per combustibles sintètics com l'hidrogen o el biometà, així com l'ús de tecnologies de captura i emmagatzematge de carboni.

Els processos que requereixen calor a alta temperatura (més de 1.000 °C) són aquells com els de la producció d'acer, altres indústries metal·lúrgiques, el ciment i altres indústries ceràmiques i molts processos químics, on generalment s'utilitzen forns alimentats per combustibles fòssils. A més, en molts d'aquests processos es produeixen les "emissions de procés" no relacionades amb l'energia necessària, sinó fruit de les reaccions químiques dels mateixos processos que generen CO₂ i altres GEH. Aquests processos d'alta temperatura requereixen una inversió substantiva que modifiqui tant els processos com les fonts d'energia utilitzades, ja que en 20 anys representarà la meitat de la demanda de tota la calor industrial, estimada pel *World Energy Outlook 2017* en 3.500 Mtep/any. Per substituir l'ús d'aquests combustibles per electricitat o biogàs, cal fer un canvi de paradigma en el procés productiu i en el disseny i/o redisseny de forns (com per exemple els forns d'arc elèctric) i cremadors a escala industrial. Cal però destacar que, per a temperatures molt elevades, encara cal invertir en recerca i desenvolupament de noves tecnologies. Alhora, per evitar les emissions de procés, calen canvis radicals en els mateixos processos productius, la major part dels quals requereixen processos d'investigació i d'experimentació d'alternatives que cal posar en marxa i finançar.

La producció de calor a temperatura mitjana (250-1.000 °C) té moltes aplicacions diferents, com per exemple processos químics d'evaporacions i destil·lacions, així com el processament d'aliments. En la majoria de casos, la calor és proporcionada per la crema de gas natural en calderes o unitats de cogeneració.

La producció a baixa temperatura és requerida principalment per processos de vapor en general o per processament d'aliments, on existeixen moltes instal·lacions a petita escala, produint cadascuna petites emissions de GEH, principalment degudes a la combustió de gas natural a les calderes i a les unitats de cogeneració. Normalment, aquesta calor prové de la calor residual de la planta de producció que prové d'altres processos que requereixen més temperatura. Per aquests rangs de temperatures, una possibilitat seria utilitzar captadors d'energia solar plans a les teulades de les indústries i escalfar directament l'aigua o el vapor necessari per als processos.

En resum, els processos industrials tenen diferents franges de temperatures de treball en les quals caldria l'ús d'un tipus d'energia o un altre. En el cas dels processos que requerissin menys de 250 °C seria viable utilitzar bombes de calor o plaques solars (planes). Per a temperatures inferiors als 1.000 °C es podria fer ús d'energia tèrmica provinent de la calor residual de les piles de combustible així com l'energia tèrmica concentrada i, en petita mesura, l'energia nuclear. Per a temperatures superiors als 1.000 °C les tecnologies energètiques aplicables serien: biomassa, hidrogen, gas de síntesi obtingut a partir de residus o tecnologies electrotèrmiques avançades (Bianco, L. *et al.*, 2013).

Com s'ha mencionat amb anterioritat, els GEH no només són emesos degut al consum energètic, sinó que pot ser el mateix procés industrial el que generi aquests gasos, com per exemple les reaccions químiques que estan implicades

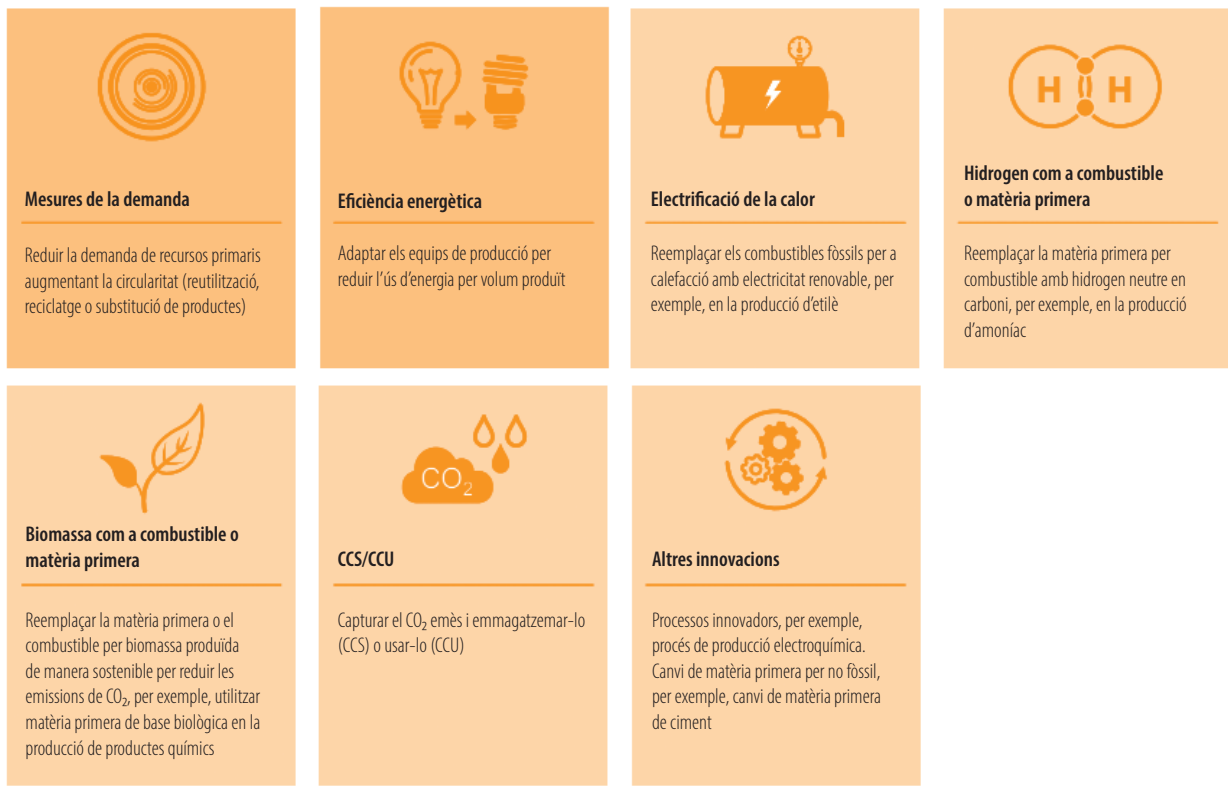
en la manufactura del ciment, l'acer, l'etilè i l'amoniac entre altres. En el primer cas, per exemple, cal buscar una alternativa a la pedra calcària per a l'obtenció del clínquer. Actualment s'estan treballant solucions arquitectòniques diferents que no requereixen l'ús del ciment.

És doncs, quan es pensa en la descarbonització de la indústria, que es poden identificar diverses mesures, com mostra l'article de Bataille, C. *et al.* (2018) (vegeu la figura 23):

- Augmentar l'eficiència energètica.
- Electrificació de la demanda de calor (mitjana i alta temperatura).
- Ús d'energia d'origen renovable.
- Modificacions en els processos industrials (canvi de matèries primeres).
- Introduir l'economia circular en el procés productiu.
- Captació i emmagatzemament de carboni.

FIGURA 23

Possibles vies de descarbonització de la indústria



Font: McKinsey & Company (2018) Decarbonization of industrial sectors: the next frontier.

En totes les mesures proposades anteriorment pot ser que es pugui mantenir el procés industrial existent o que s'hagin de fer canvis essencials en una o més etapes del procés productiu. Cal destacar que el conjunt de la indústria, on les instal·lacions encara tinguin per endavant una llarga vida útil, busca desesperadament la manera de disminuir l'emissió de GEH sense que el seu procés industrial es vegi afectat i, per tant, es puguin amortitzar els actius uns anys més. Per contra, allà on es construeixin les noves instal·lacions, es podran implementar amb més facilitat nous processos, ja que no hi haurà la necessitat de substitució o remodelació d'instal·lacions.

Millora de l'eficiència energètica

El nou model d'indústria digitalitzada introdueix elements i recursos que li permeten adaptar-se de forma natural als nous condicionants imposats per la TE. Cal destacar doncs, que les millores que comporten una eficiència energètica són essencials per dur a terme la descarbonització de la indústria, però s'han de complementar amb altres mesures que no depenguin de combustibles fòssils ni emetin GEH.

La indústria serà molt més flexible i descentralitzada. En l'àmbit de l'eficiència energètica, la flexibilitat ha de permetre una major adaptació dels cicles productius i, conseqüentment, del consum d'energia, mitigant així un dels punts dèbils de les fonts d'energia renovable que és la seva irregularitat. D'altra banda, les renovables fan possible la generació local d'energia, fins i tot la distribució de l'energia de sobra cap a usos no industrials en els moments de baix consum per mitjà de xarxes locals.

La sensorització de tots els equips industrials permet detectar ineficiències i dissenyar estratègies de gestió energètica intel·ligents. Per exemple, limitar les puntes de potència redefinint els cicles de treball i disminuint així la factura elèctrica, o identificar oportunitats per la reutilització de diferents formes d'energia sobrants en uns processos per alimentar-ne d'altres com, per exemple, en forma de calor.

Cal tenir en compte que els efectes de la millora en l'eficiència poden implicar resultats contraris als desitjats. L'eficiència energètica permet un menor consum de recursos per acomplir la mateixa activitat productiva. Si la millora s'introdueix de forma generalitzada en l'economia, la lògica dels mercats és, si més no, la d'abaixar els preus enfront de la caiguda de la demanda. D'aquest comportament se'n deriva l'anomenada *Paradoxa de Jevons* o l'efecte rebot: la disminució de la factura energètica gràcies a l'eficiència permet l'entrada de nous consumidors que anteriorment no podien assumir els costos, donant lloc a la possibilitat que augmenti el consum de forma generalitzada.

És a dir, el progrés tecnològic dedicat a l'eficiència energètica no redueix el consum per se. Per tal que l'eficiència compleixi amb la seva comesa principal (reduir el consum) cal que existeixi una regulació per part de les autoritats de manera que la tecnologia s'estableixi com una solució i no com un accelerador del problema.

Electrificació de la generació de mitjana i alta temperatura

L'electrificació del sector industrial és crucial per poder dur a terme la TE, ja que implica reduir no només l'ús de combustibles fòssils, sinó també les emissions derivades del seu ús. Evidentment, s'entén que l'electricitat ha de ser gene-

rada de forma neta. Una manera de fer aquesta reducció seria utilitzar forns, calderes, compressors, bombes de calor elèctriques, etc. Cal però indicar que l'electrificació de la producció de calor a la indústria serà viable econòmicament quan la unitat d'energia elèctrica tingui un cost baix, com a mínim el mateix que els combustibles fòssils.

L'electricitat és un recurs energètic creixent en els sectors industrials lleugers lligats a tecnologies digitals. D'acord amb el *World Energy Outlook del 2018*, amb un 20% del consum final global i una demanda creixent, el suport de les polítiques d'electrificació i de la reducció dels costos tecnològics estan conduint a un ràpid creixement en el desplegament de les fonts d'energia renovables, col·locant al sector elèctric a l'avantguarda dels esforços de reducció d'emissions, sempre que l'electricitat sigui d'origen renovable.

Cada vegada més, les indústries escullen l'electricitat com a font d'energia per dur a terme tractaments tèrmics, com per exemple l'escalfament de components metàl·lics per efecte Joule o l'ús de calderes híbrides que són capaces de funcionar amb electricitat o amb gas, fet que ajuda a equilibrar les càrregues de la xarxa elèctrica utilitzant gas en hores baixes.

Cal també destacar que hi ha certs processos químics que de forma general es duen a terme a altes temperatures, però podrien efectuar-se de forma electroquímica, on fos l'electricitat la que donés l'energia necessària per dur a terme les reaccions de reducció-oxidació (REDOX), en lloc dels combustibles fòssils.

Ús de l'hidrogen

Un altre enfocament per reduir les emissions de CO₂ es basa en la substitució dels mateixos combustibles fòssils per altres productes que deriven de materials d'origen biològic, com ara la fusta dels boscos i el compostatge de matèria orgànica com adobs per als cultius. També, duent a terme processos de piròlisi a alta temperatura per generar bio-carboni i altres gasos calorífics que poden substituir el gas fòssil o el carbó tradicional en les aplicacions industrials. Pren especial importància el potencial que ofereix l'hidrogen, el qual, segons la forma en què sigui produït, és també renovable.

Hidrogen gris: és el que s'obté a partir de recursos fòssils. La producció d'hidrogen per aquesta via emet grans quantitats de CO₂, la qual cosa s'allunya dels propòsits marcats per la TE.

Hidrogen blau: s'obté per mitjà del gas natural, però en el procés de producció les emissions de CO₂ es capturen i per tant no genera emissions d'efecte hivernacle. El fet és que aquest procés utilitza majoritàriament gas natural d'origen fòssil, de manera que la majoria d'hidrogen blau no és renovable.

Hidrogen verd: s'obté a partir d'energies renovables, i per tant és un vector clau per dur a terme la TE.

És aquí on l'hidrogen verd serà un camí de substitució viable (Bicer, Yusuf *et al.* 2016). Tot i que actualment encara està en vies de desenvolupament, cal destacar que actuarà com a vector d'emmagatzematge molt útil quan hi hagi un sistema de generació renovable (un sistema que actualment no existeix a Catalunya).

El seu principi bàsic és que la seva obtenció és per mitjà de l'electròlisi, la qual utilitza energia elèctrica d'origen renovable.

L'hidrogen és un vector energètic molt versàtil que es pot utilitzar en els processos on actualment s'utilitza el metà. Les diverses maneres d'obtenir-lo són:

- Processos catalítics.
- Electròlisi de l'aigua.
- Gasificació de biomassa.
- Separació del metà.

L'hidrogen es pot barrejar amb el metà fins a un 10% si es volen mantenir les canonades de metà (comunes de base ferro). Amb algunes modificacions simples se'n podria arribar a transportar el 15%. Més enllà del 15%, s'haurien d'utilitzar canonades amb revestiment anticorrosiu (Bataille, C. *et al.* 2018).

L'hidrogen és molt útil tenint en compte que la majoria d'energies renovables són intermitents i que, per tant, hi haurà moments d'excés d'energia, així com de manca. És doncs, en aquests moments d'abundància de vent o de radiació solar on existeix l'oportunitat de fer-lo servir en forma d'emmagatzematge massiu.

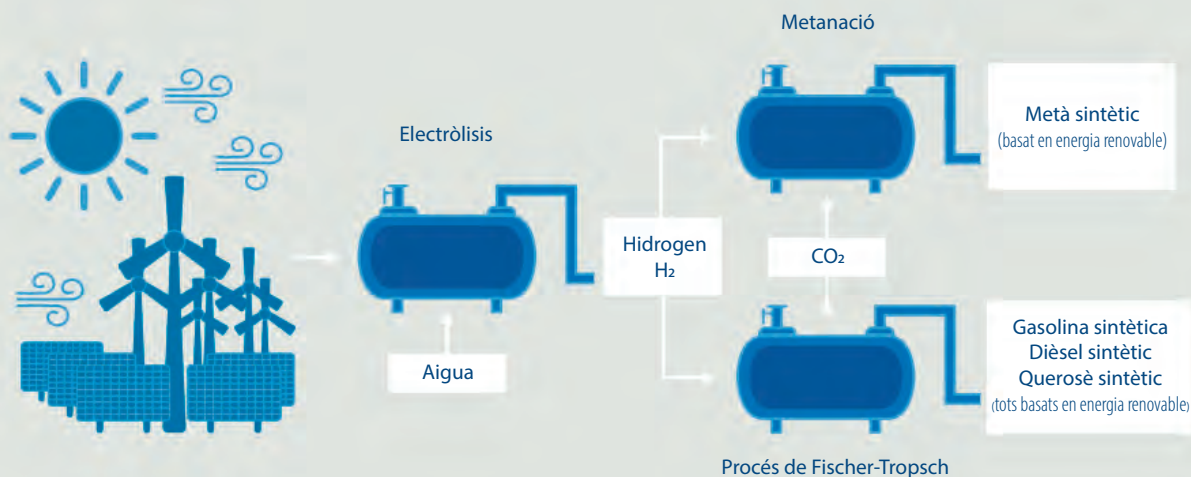
L'ús de l'hidrogen per produir energia es pot diferenciar entre:

1. **Energia elèctrica:** la producció directa d'electricitat mitjançant piles de combustible, per a usos residencials i en vehicles.
2. **Energia tèrmica:** l'ús de l'hidrogen en si mateix com a combustible per produir calor i com a carburant en motors tèrmics cremant-lo com es cremaria el gas natural. En aquest camp hi ha molt interès industrial.
3. **Energia química:** utilitzar l'hidrogen com a element químic per fer altres productes com per exemple metanol o amoníac. Per exemple, la indústria dels metalls el pot utilitzar per reduir els metalls.

FIGURA 24

Ús de l'hidrogen per produir energia

Electricitat a partir d'energies renovables



Font: VERKEHRSWENDE, Transforming transport to ensure tomorrow's mobility.

Canvi en les matèries primeres

Moltes de les emissions industrials de GEH són emeses durant el processament de les matèries primeres com a tal i no desapareixen amb el canvi en el combustible, sinó que amb els coneixements tecnològics actuals només poden ser eliminades si es du a terme una modificació de determinades etapes del procés industrial o l'ús d'una matèria primera alternativa. És el cas de la producció del ciment, per exemple, que actualment no existeix una alternativa tecnològica que atenuï l'emissió dels GEH per a la producció del clínquer utilitzant com a matèries primeres pedra calcària, marga i argila. És doncs, quan l'ús d'un material alternatiu, com podria ser la fusta, pot ser una solució per tenir en compte. Un altre exemple seria el de substituir el gas natural per hidrogen verd i aigua per la producció d'amoníac o substituir l'ús del carboni pel de l'hidrogen verd a l'hora de reduir l'acer.

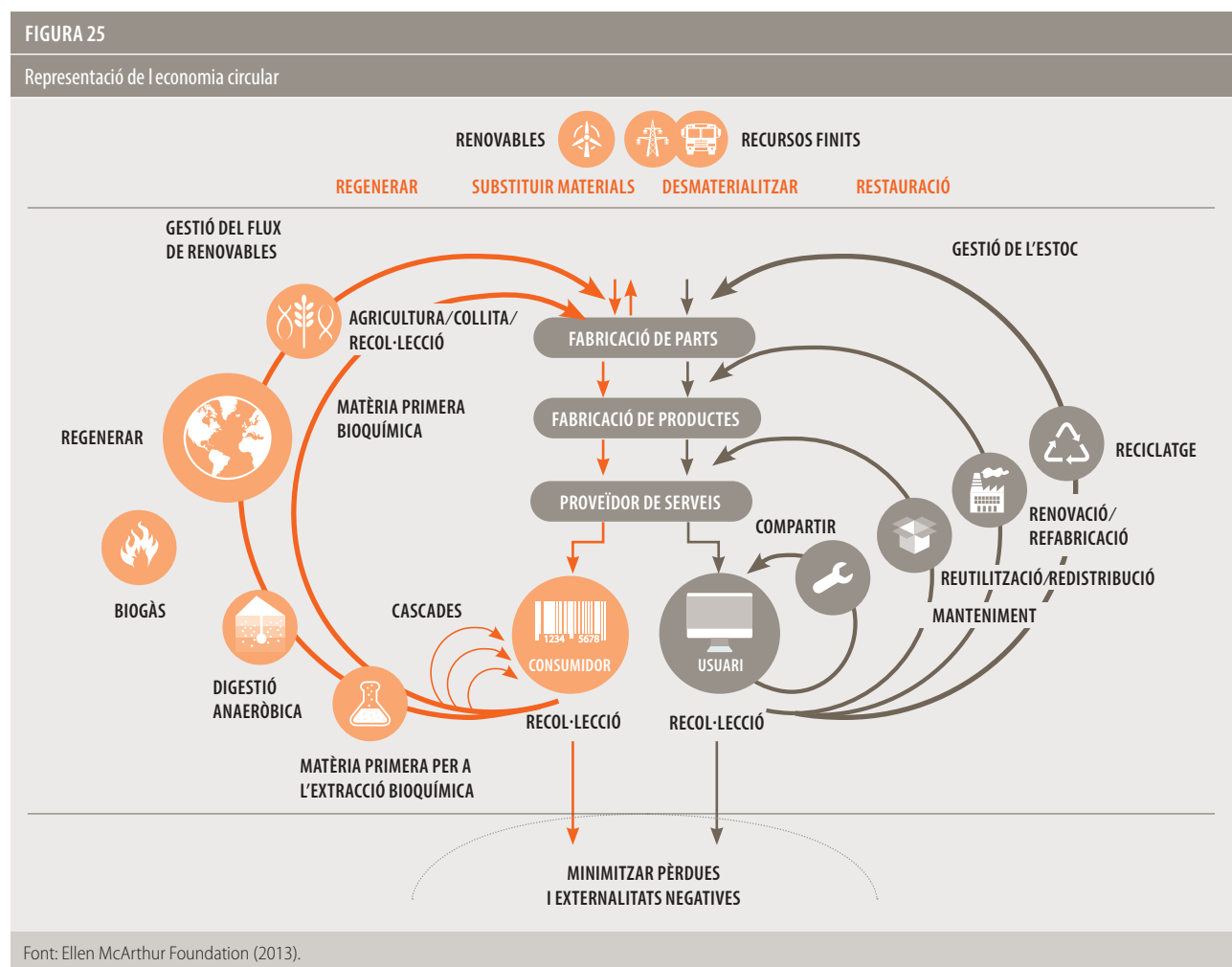
Economia circular i integració de processos

Actualment, els processos productius segueixen un cicle de vida lineal, els quals s'inicien amb l'extracció de recursos, producció, distribució i consum. Un cop la vida útil del producte s'acaba, passa a ser un residu. L'objectiu de l'economia circular és tancar el cicle, fent que els residus ja no es percebin com a tals sinó com a recursos per iniciar un altre procés productiu.

L'economia circular és un sistema que prioritza l'aprofitament de recursos, minimitzant la producció de residus i aconseguint que l'impacte mediambiental sigui el mínim possible. Es basa en tres principis bàsics: eliminar residus i emissions contaminants des de la perspectiva del disseny, mantenir els productes circulant el màxim de temps al sistema i, finalment, aconseguir que els processos siguin també regeneratius amb el medi ambient.

En el context de la TE, l'economia circular és una aposta fonamental. En especial, el paper que tindrà la indústria a l'hora d'elaborar els nous processos productius dins dels cicles tècnics, ja sigui per principis d'eficiència, durabilitat dels productes o reaprofitament de materials.

Implementar l'economia circular a la indústria reduiria considerablement les emissions de carboni, no només pel fet de reutilitzar les matèries primeres (i per tant estalviar en processos de transformació i extracció) sinó també per estalviar-se el procés d'eliminar-les.



S'ha de veure la indústria com un ecosistema on existeix una simbiosi industrial, on els productes, com per exemple l'hidrogen, el monòxid i diòxid de carboni, de rebuig d'una indústria manufacturera seran les matèries primeres d'una altra indústria.

Biorefineries

Les biorefineries es presenten com una solució alternativa a l'ús de recursos fòssils per obtenir components químics. El terme "bio" fa referència a l'origen amb el qual s'obtenen els químics amb materials renovables relacionats amb la biomassa. Per exemple, la producció d'alcohol actualment s'obté principalment de recursos fòssils, però de forma alternativa es pot obtenir per mitjà de la fermentació de la biomassa. El creixement de la demanda de la biomassa es pot traduir en un increment en l'oferta, però cal remarcar que la biomassa utilitzada no ha de competir amb la producció agrícola alimentària, i que per tant les seves fonts hauran de ser de recursos no comestibles.

En aquest sentit, la biorefineria es presenta com estendard per a la integració de processos, imprescindible en una economia circular. El principi bàsic és el de no produir de forma separada i tractar d'integrar processos que aparentment podien ser independents. Per exemple, la indústria del paper genera residus d'origen biològic que es poden aprofitar per a la producció d'altres components químics. És per això que les biorefineries se situen com a pilar fonamental a l'hora d'adaptar els processos industrials cap a un enfocament del reaprofitament de residus i energètic, tot d'acord amb l'ús de recursos renovables, permetent un estalvi energètic i de recursos potencialment elevat.

En el cas de Catalunya, la diversitat forestal fa que el *mix* de biomassa sigui plural, és a dir, no té molta quantitat d'un únic tipus de biomassa. Això dificulta la implantació de les refineries en el sentit que no es podran especialitzar en un compost de biomassa específic. Aquesta situació podria significar una pèrdua d'eficiència de les biorefineries. Així i tot, serveixen per impulsar la correcta selecció de processos industrials, aconseguint que els recursos que generen siguin tan aprofitables com sigui possible i millorant els balanços energètics industrials.

Captació i emmagatzematge de carboni

La captació del CO₂ i posterior utilització o emmagatzematge del carboni és una tècnica per així mantenir els processos industrials existents i no haver-los de canviar, tanmateix, a Catalunya i arreu del món, la tecnologia encara no és del tot madura per aplicar-la a gran escala.

El diòxid de carboni capturat es pot emmagatzemar en formacions geològiques o oceans, tot i que encara no està estudiat l'impacte que aquestes formacions poden tenir sobre el pH i la vida marina. El CO₂ també es pot utilitzar directament en diferents sectors industrials tal com el de l'alimentació i les begudes, així com la indústria farmacèutica i la del ciment.

Com mostra Initiative, G. C. (2019), el carboni es pot convertir en productes que tenen una alta demanda com la urea, el metanol, l'àcid fòrmic, el gas de síntesi, la fabricació de polímers (polialcohols i policarbonats), biocombustibles i fins i tot en la fabricació de materials de construcció com el formigó i els agregats. Els processos de carbonatació mineral redueixen les emissions en un 50%, així com l'ús de CO₂ per carbonat de dimetil (DMC) a base d'urea.

La principal barrera que té la captació de CO₂ és el cost de l'oxigen, així com la gran quantitat d'energia necessària per transformar el CO₂ en productes químics, fet on es preveu un canvi gràcies a que, en els anys que venen, l'oxigen serà un producte de rebuig, no només durant la fabricació d'hidrogen per hidròlisi, sinó també durant la combustió de metà en les cèl·lules de combustible d'òxids sòlids.

Horitzons d'aplicació

En una anàlisi més detinguda de les accions i tecnologies que han de contribuir a reduir les emissions de CO₂ i, per tant, a descarbonitzar la indústria i altres activitats humanes, es poden agrupar en diversos horitzons temporals que prefiguren la seva importància i prelación. A continuació es descriuen breument el termini curt (fins a 10 anys) i el termini mitjà (més de 10 anys).

A termini curt (els propers 10 anys) cal treballar amb tecnologies madures i provades i desenvolupar el nou paradigma energètic a partir de l'estalvi i l'eficiència, l'autoconsum individual i compartit d'acord amb la captació de calor solar i la biomassa (on estigui disponible), de petites instal·lacions fotovoltaïques i eòliques (i de les hidroelèctriques ja existents), tant en els àmbits domèstics com en les indústries i serveis petits i mitjans, el transport i les administracions locals. Aquestes accions han de tenir un doble objectiu:

- a) Substituir l'ús de combustibles fòssils en totes les aplicacions distribuïdes on sigui possible (consums elèctrics residencials i d'empreses, calefaccions i aigua calenta, vehicles lleugers i d'ús personal) a través de l'autoconsum individual i compartit.
- b) Desenvolupar la presa de consciència social sobre l'emergència climàtica i la necessitat de la TE cap a les fonts renovables.

En aquest període, són plausibles escenaris industrials de substitució de sistemes de cogeneració i refrigeradors de gas actuals per refrigeradors elèctrics i calderes de gas per a producció tèrmica, increment del subministrament d'electricitat des d'instal·lacions renovables internes de l'empresa i des del proveïdor exterior, ús de bombes de calor elèctriques de desenes de MW, generació solar tèrmica, i hibridació de gas amb hidrogen en proporcions de l'ordre del 20%.

A termini mitjà (més de 10 anys) cal fer el salt als grans sistemes industrials, de transport i de serveis. A fi d'atendre aquestes necessitats molt més intensives en energia, caldrà desplegar grans parcs fotovoltaïcs (especialment a Catalunya) i eòlics, a més de les centrals hidroelèctriques existents, i establir un sistema massiu d'emmagatzematge d'electricitat d'origen renovable. També caldrà un gran esforç per descarbonitzar processos com els de l'acer i el ciment. Les tecnologies de CCS i CCU poden ser dominants si s'apliquen als sistemes actuals de producció elèctrica o tèrmica amb combustibles fòssils i biocombustibles. Per exemple, els biocarbonis, derivats de processos de piròlisi de biomassa, són substituïts naturals dels combustibles fòssils en calderes de combustió. Cal però que es considerin solucions temporals, ja que l'emmagatzematge de CO₂ no n'elimina les emissions.

Simultàniament, i a més de l'increment de l'ús de combustibles sintètics obtinguts a partir d'hidrogen, s'incrementarà l'ús d'hidrogen verd obtingut amb electricitat sense carboni, tant en piles de combustible de producció d'electricitat

i calor, com en calderes i motors tèrmics d'hidrogen o duals d'hidrogen i gas. Caldrà crear una xarxa de centrals elèctriques reguladores per suportar el sistema elèctric en les hores (o etapes) de producció vall en base a centrals d'emmagatzematge (cicle combinat o piles de combustible). Com a alternativa als sistemes d'emmagatzematge d'energia elèctrica (o d'hidrogen), les mescles d'H₂-gas natural (és del 0 a un límit que avui dia se situa en el 20% d'H₂) es poden convertir de manera flexible en energia i calor a través d'un motor de gas quan falla la producció d'energia renovable.

Finalment, a **termini llarg** (més de 20 anys), un cop desplegada la TE entre els grans consumidors, cal fer que les energies renovables consolidin el seu control sobre el conjunt del sistema energètic.

Termini curt (10 anys)

Estalvi i eficiència energètica

En la primera etapa, totes les accions de TE s'han d'emmarcar en una atenció especial en l'eficiència i l'estalvi d'energia. La Directiva Europea sobre eficiència energètica (Unió Europea) 2018/2002, d'11 de desembre de 2018, així ho subratlla quan en el seu article 1 propugna aplicar el principi de "**primer, l'eficiència energètica**". Efectivament, l'energia que genera menys impactes és la que no es consumeix. Després de dos segles de combustibles fòssils d'elevada intensitat energètica i baix cost, s'ha creat un sistema productiu molt ineficient en què escassament un 40% de l'energia primària es transforma en energia útil i, sovint, en consums prescindibles.

Electrificació

Una de les formes més eficaces per reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle passa per l'**electrificació massiva dels sistemes tècnics** i el desenvolupament paral·lel de la generació elèctrica renovable, principalment fotovoltaica per a grans indústries i polígons industrials. Aquesta estratègia facilita una transició progressiva, ja que qualsevol nova injecció d'electricitat renovable a la xarxa incrementa la descarbonització efectiva de tots els aparells que hi estan connectats. El procés d'electrificació, a més de descarbonitzar nombrosos processos industrials (amb la progressiva incorporació d'electricitat renovable), està cridat a tenir una especial incidència en l'obtenció de calor a temperatures baixes i mitjanes en base a la bomba de calor i, per descarbonitzar la mobilitat a través de l'electrificació dels vehicles. L'expansió del sistema elèctric en el nostre país vindrà de la mà de sistemes fotovoltaics (en els darrers anys han crescut de l'ordre del 50%) i, de forma més moderada, de l'energia eòlica. Atès que la captació fotovoltaica és molt escalable i adaptable a entorns urbans, ha de ser (junt amb la captació solar tèrmica) un dels pilars bàsics de l'autoconsum, tant en sostres residencials com en els sostres dels polígons industrials i de serveis. Tot i que la fabricació actual dels captadors fotovoltaics comporta emissions indirectes de CO₂, aquestes emissions són unes 35 vegades inferiors a les de, per exemple, una central de cicle combinat de gas fòssil. La importància de l'energia fotovoltaica en el futur sistema energètic català fa recomanable impulsar la recerca i les iniciatives industrials en aquest camp, especialment pel que fa a les cèl·lules fotovoltaïques.

Aprofitaments tèrmics del sol, la biomassa i gasos renovables

En l'autoconsum són importants els aprofitaments tèrmics de la radiació solar, especialment en zones urbanes denses on la superfície de captació és escassa. Els dos sistemes bàsics de captadors solars tèrmics són els col·lectors plans, amb capacitat per escalfar aigua fins a uns 70 °C, i els captadors tèrmics concentradors que usen oli com a fluid tèrmic fins a temperatures de més de 300 °C. Tant un sistema com l'altre són relativament econòmics (més el primer que el segon), capten una proporció elevada de l'energia de la radiació solar incident (entre el 50% i el 75%) i ofereixen una forma simple d'acumulació d'energia (entre hores i dies) en forma de dipòsits d'aigua calenta o d'oli tèrmic. Comple-

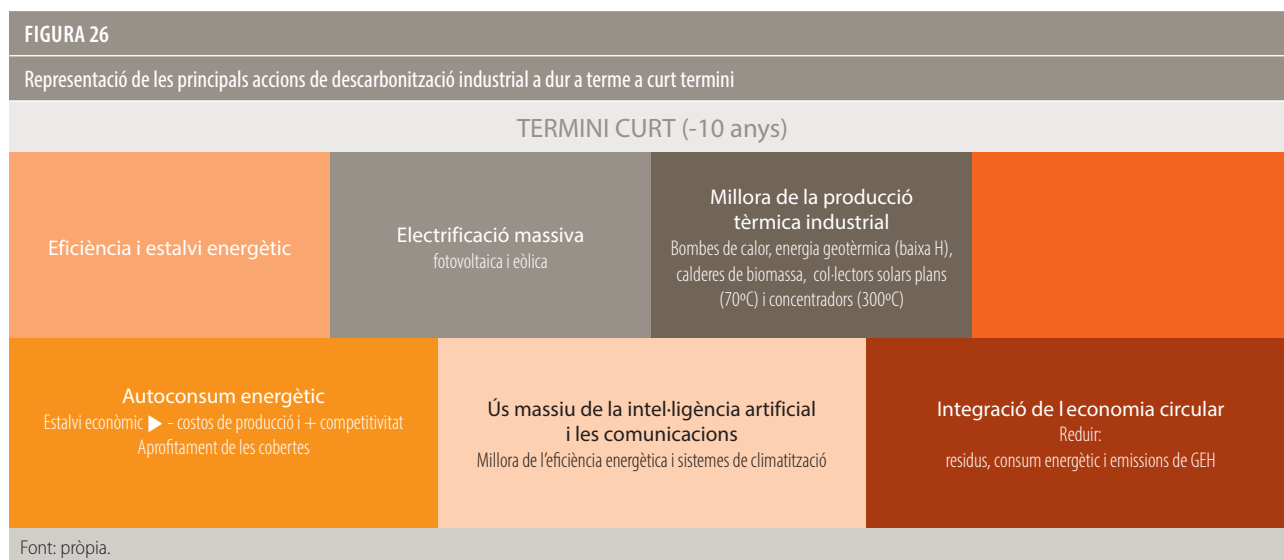
mentàriament, cal contemplar les calderes alimentades amb biomassa, les bombes de calor, els aprofitaments geotèrmics i la recuperació de calor residual amb intercanviadors. En disminuir la demanda de fòssils, aquestes tecnologies eficients i de baix cost ofereixen una gran capacitat de descarbonització, sobretot en l'àmbit residencial (aigua calenta sanitària i calefaccions), i en menor mesura pels processos industrials i en serveis que requereixen calor a temperatures baixes i mitjanes.

Els gasos renovables, excloent l'hidrogen electrolític (es tracta més endavant), mereixen una menció especial. Els sistemes forestals, agrícoles, industrials i urbans generen un conjunt de residus i materials de rebuig amb un contingut de matèria orgànica amb potencial per proporcionar gasos renovables. En concret:

- Biogàs (metà amb diferents proporcions de CO₂), fruit de la digestió anaeròbia de residus agrícoles, dejeccions ramaderes, residus municipals, residus de la indústria alimentària, o fangs biològics de depuradores.
- Gas de síntesi (Hidrogen i CO, amb metà i CO₂), fruit de la gasificació tèrmica (amb trencament de molècules) de residus lignocel·lulòsics forestals i agrícoles.
- H₂ (amb diferents graus de puresa), obtingut per mètodes catalítics, mètodes biològics o per electrolísi.

A Catalunya, s'estima un potencial energètic actual dels gasos renovables procedents de matèries orgàniques d'uns 8 TWh (6,3% de l'energia final i un 25% del gas natural); si es fa una explotació més intensa de la massa forestal i es promouen cultius compatibles amb la producció d'aliments, la producció de gas renovable es podria arribar a duplicar.

Per aprofitar la xarxa de distribució de gas natural, és més recomanable mesclar l'hidrogen amb el gas natural (es mantenen la suma de poders calorífics), que no pas produir metà a partir d'hidrogen renovable, ja que es perd rendiment.



Ús massiu de la intel·ligència artificial i les comunicacions

Tant la millora de l'eficiència energètica dels processos com la gestió de la demanda avui dia demanen un ús massiu de la intel·ligència artificial. Les tecnologies de captura i processament de dades, el modelatge digital i l'optimització, conjuntament amb les xarxes de comunicació en temps real i l'IoT, milloren l'automatització de les instal·lacions, el funcionament dels sistemes en els punts d'eficiència màxima, així com la detecció primerenca d'anomalies i desviacions del punt de treball, permetent així reduir la demanda energètica i, per tant, l'emissió de GEH de fins a un 25%.

Impuls a l'economia circular

En les activitats humanes (i, en especial en els sectors industrials), a més dels seus efectes intrínsecament beneficiosos, l'aprofitament dels recursos i l'evitació de residus té uns efectes indirectes en la disminució del consum energètic i en l'emissió de gasos d'efecte hivernacle. En el procés de fabricació de molts béns físics, la despesa energètica per obtenir els materials sol ser molt més gran que la despesa per transformar-los en el producte. Per exemple, la fabricació d'un automòbil consumeix entre 25 i 30 GWh dels quals el 80% corresponen a l'obtenció dels materials abans d'entrar a la fàbrica. El reciclatge també té un efecte important d'estalvi energètic: per exemple, la primera obtenció d'1 kg d'acer requereix uns 10 kWh d'energia, mentre que reciclar el mateix acer requereix uns 2,6 kWh; o, l'obtenció d'1 kg d'alumini verge absorbeix 60 kWh, mentre que reciclar el mateix alumini en requereix una desena part (uns 6 kWh).

Prosumidors elèctrics

La interconnexió de plantes industrials com a prosumidors elèctrics per l'aprofitament integral de tots els romanents elèctrics disponibles obre un nou marc de negoci per a l'empresa. Aquesta opció és especialment interessant per a la mitjana i la gran empresa, en les quals els costos d'inversió addicionals necessaris per actuar com a prosumidors resulten assumibles a curt-mitjà termini.

Termini mitjà (10-20 anys)

La segona etapa de la TE estarà presidida per transformacions de gran abast que afectaran de ple els sistemes generals (indústria, serveis i transport) de les quals avui dia en tenim tan sols unes primeres percepcions. En tot cas, el que s'exposa a continuació constitueix un marc de referència i una guia per conduir les accions encaminades a preparar-ne el desplegament futur.

Energia renovable en els grans sistemes

Un dels canvis més importants d'aquesta segona etapa de la TE és la transformació dels grans sistemes industrials, de transport i de serveis, intensius en energia, a fi de ser alimentats per fonts renovables, en gran mesura a través de potenciar la seva electrificació. A Catalunya, la gran generació elèctrica renovable passa per la instal·lació de parcs fotovoltaics i eòlics, tecnologies ja madures i competitives. A més, tant els parcs fotovoltaics com els eòlics poden convertir-se en un impuls de desenvolupament econòmic per a les zones geogràfiques que els acullen. El 2020, el conjunt de parcs fotovoltaics i eòlics poden proporcionar fins a 3.500 TWh (terawatt hora) i, per tant, evitar les emissions de més de 2.100 MtCO₂eq (milions de tones).

Grans parcs fotovoltaics i eòlics

Donada la climatologia catalana, la inversió en fotovoltaica té un temps d'amortització sensiblement inferior a 10 anys, valors que disminuiran a mesura que les taxes sobre les emissions de CO₂ augmentin. Aquesta és una inversió assumible per la gran indústria a termini mitjà, tot i que cal un abaratiment i la supressió d'obstacles administratius. L'estratègia en energia fotovoltaica de Catalunya s'emmarca en la iniciativa SOLARCAT de l'Institut Català d'Energia, aprovada pel Govern de la Generalitat el 2017 i actualitzada el 2019, que té per objectiu la captació, aprofitament i emmagatzemament elèctric de l'energia solar. Atenent el PNIIEC, aquestes previsions han d'augmentar fins a més de 12 GW en el termini curt (10 anys) per proporcionar una alternativa renovable a l'energia de les centrals nuclears, de les de cycle combinat i de cogeneració, que avui dia produeixen el 75% de l'energia elèctrica a Catalunya.

L'energia eòlica de gran format és una tecnologia madura que normalment s'organitza en forma de parcs terrestres (*on-shore*) i parcs marins (*off-shore*) basant-se en aerogeneradors optimitzats en funció de les velocitats de cada lloc. Catalunya disposa d'uns recursos de vent moderats que tenen les seves millors localitzacions a les Terres de l'Ebre (vents més constants) i a l'Empordà (vents més irregulars). A causa de la profunditat del mar a Catalunya, l'eòlica marina té poques possibilitats d'implantació fora del Delta de l'Ebre on probablement entrarà en col·lisió amb altres requeriments ecològics. En tot cas, els mars profunds obliguen a instal·lar aerogeneradors flotants, tecnologia que encara està en una etapa de desenvolupament.

Sistema massiu d'emmagatzematge d'electricitat

En aquesta segona etapa de la TE, on les fonts renovables (a Catalunya, majoritàriament fotovoltaica i eòlica) s'espera que alimentin més del 30% de la xarxa elèctrica, cal implementar progressivament un emmagatzematge massiu d'electricitat per salvar tant les intermitències i les aleatorietats diàries o setmanals com també els desequilibris estacionals. Aquest emmagatzematge ha de permetre completar la TE i encaminar la descarbonització de les grans instal·lacions industrials, de serveis i els grans sistemes de transport intensius en energia. Una hipòtesi plausible per fer-lo efectiu és l'obtenció d'hidrogen a partir de l'electròlisi de l'aigua amb electricitat renovable (que admet l'emmagatzematge a llarg termini). Els principals inconvenients són la dificultat d'obtenció (l'electròlisi és un procés costós en termes d'energia elèctrica, i només té sentit si aquesta s'obté de fonts renovables), i el cost de la seva conversió a energia útil elèctrica, mecànica o tèrmica. Cal remarcar que l'hidrogen és una tecnologia que actualment està en vies de desenvolupament per les seves aplicacions en el transport i en l'emmagatzematge massiu, contràriament, les bateries podrien jugar un paper important.

Complementàriament, poden contribuir a l'emmagatzematge d'electricitat algunes centrals hidroelèctriques reversibles i grans parcs de bateries.

Tecnologies de captura i emmagatzematge o ús del CO₂ (tecnologies CCS i CCU)

S'estan explorant tecnologies de captura posterior a la conversió mitjançant absorció química utilitzant monoetanolamina (reducció de fins al 70%) i la combustió per oxidació (reduccions de fins al 82%). La captura posterior a la conversió és la tècnica més madura i àmpliament utilitzada, especialment en el sector de generació d'energia. El CO₂ capturat pot emmagatzemar-se en formacions geològiques o en els oceans (encara que ha d'estudiar-se l'impacte sobre el pH i la vida marina). A més de l'emmagatzematge, el CO₂ pot utilitzar-se directament en diferents sectors industrials, inclosos els aliments i begudes, així com a la indústria farmacèutica. També es pot convertir en productes d'alta demanda, com urea, metanol i biocombustible. Els processos de carbonatació mineral redueixen les emissions en un 50%, mentre que, per exemple, l'ús de CO₂ recuperat per produir carbonat de dimetil (DMC) a base d'urea les redueixen en un 50%.

FIGURA 27

Representació de les principals accions de descarbonització industrial a dur a terme a mitjà termini

TERMINI MITJÀ (+10 anys)			
Implementació de les renovables: <i>Grans indústries, transport i serveis</i>	Desenvolupament de grans parcs fotovoltaics i eòlics	Desenvolupament i implantació d'un sistema d'emmagatzematge d'electricitat massiu	Tecnologies de captura, emmagatzematge i embornals de CO ₂
Modificació dels processos industrials <i>Descarbonitzar-los</i>	Ús de biofuels <i>(usos restringits)</i>	Microplantes nuclears	Ús de l'hidrogen verd com a combustible i matèria primera

Font: pròpia.

Aquestes tecnologies de CCS i CCU han de considerar-se solucions temporals, ja que l'emmagatzematge només retarda les emissions en lloc d'eliminar-les permanentment (a més dels problemes de transport i fuites), i la utilització com a matèria primera és una activitat limitada, ja que la demanda global actual de productes químics no té la capacitat d'absorbir suficients emissions de CO₂ per contribuir significativament a complir els objectius de reducció de carboni.

El vector hidrogen (H₂)

Més enllà de l'emmagatzematge massiu, les característiques del vector hidrogen el fan especialment apte per gestionar les conversions d'energia entre tres grans camps d'aplicació: els usos elèctrics, els usos tèrmics i la mobilitat mecànica.

En efecte:

- a) **Per mitjà de grans piles de combustible o de centrals de cycle combinat**, l'hidrogen es pot convertir en electricitat i conformar així centrals reguladores per equilibrar la xarxa elèctrica en els moments vall de producció elèctrica renovable. La tecnologia de piles de combustible ja ha començat a utilitzar-se en vehicles elèctrics, així com a aplicacions estacionàries amb potències instal·lades de fins a 59 MW (*Hwasung City, South Korea, the Gyeonggi Green Energy fuel cell park*). Aquestes bateries d'hidrogen d'alta potència s'aconsegueixen mitjançant la interconnexió de desenes de cel·les de combustible de fins a 1 MW, ja comercialitzables per a ús industrial com a fonts d'energia distribuïdes, com a sistemes de *back-up*, i per a cogeneració CHP (*combined heat and power*).

Els sistemes de CHP de cel·la de combustible tenen major eficiència elèctrica i menors emissions que altres CHP de gas i combustibles fòssils. Per a aplicacions industrials, els sistemes SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*) i MCFC (*Molten Carbonate Fuel Cell*) presenten eficiències superiors al 45% en la conversió elèctrica (>75% en cogeneració), flexibilitat en el combustible utilitzat (amb major o menor proporció d'hidrogen) i potències en rangs industrials, de desenes de MW. El seu major inconvenient és la fiabilitat dels materials a l'alta temperatura d'operació, de 650 °C i 1000 °C respectivament, i el cost de la tecnologia.

Els inconvenients actuals de la tecnologia de cel·les de combustible són el seu alt preu en comparació amb les tecnologies de combustibles fòssils, el curt cycle de vida (especialment en les unitats que funcionen a alta temperatura), i l'ús de metalls preciosos (Pt) en les membranes d'intercanvi iònic de la cel·la, que encareixen el seu cost.

- b) L'hidrogen a alta pressió o líquid (amb densitats energètiques màssiques i volumètriques molt més favorables que les bateries) pot servir com a **combustible de motor de combustió interna, màquines de Stirling, calderes, turbines de gas i**, tot i que l'eficiència està limitada pel cycle termodinàmic de la combustió, aquestes tecnologies estan ben establertes i és relativament fàcil reconvertir maquinària per utilitzar hidrogen en diferents percentatges en lloc de combustibles purs. Per exemple, pot utilitzar-se l'hidrogen per crear combustibles alternatius combinant-lo amb monòxid de carboni (obtenint gas de síntesi, *syngas*), des del qual es poden sintetitzar combustibles com la gasolina sintètica, per exemple.
- c) La combustió de l'hidrogen en substitució dels fòssils pot proporcionar **calor a alta temperatura en processos industrials** i energia a la indústria, inclosa la fabricació d'acer, el ciment, les ceràmiques, la química, amb inversions assumibles en cremadors i forns, encara que no s'espera la seva comercialització abans de la següent dècada a causa de la baixa maduresa de la tecnologia, el preu de l'hidrogen com a combustible, la necessitat de redisenyar la planta i la lenta rotació dels sistemes industrials existents.
- d) Finalment, l'hidrogen (avui dia obtingut per reformat del gas fòssil amb les corresponents emissions de CO₂) és també **matèria primera en nombrosos processos químics** entre els quals destaca l'obtenció d'amoniac per fabricar fertilitzants nitrogenats; la seva substitució per hidrogen d'origen renovable és un factor important de descarbonització.

En conclusió, el desenvolupament dels sistemes de generació, transport i manipulació d'energia elèctrica procedent de renovables, la millora dels processos d'electròlisi (per exemple, amb el cycle híbrid del sofre, de Westinghouse), l'adequació de la xarxa de gasoductes per permetre el transport de l'hidrogen, el desenvolupament de cel·les de combustible d'alta temperatura i l'ús de l'hidrogen en la producció de gas sintètic (*syngas*), segons el concepte *power-to-gas*, contribuiran al desenvolupament d'aquesta tecnologia, sense la qual sembla impossible aconseguir els objectius energètics marcats per la Unió Europea per al 2050.

Reptes en la implantació de l'hidrogen

Les principals limitacions de l'hidrogen renovable són la seva dificultat d'extracció (a causa dels costos de l'electròlisi), els baixos rendiments d'algunes de les transformacions a energia elèctrica, mecànica o tèrmica, i el preu encara desfavorable respecte al dels combustibles fòssils o de l'electricitat del *mix* elèctric actual.

La reducció del cost dels electrolitzadors (i de l'energia renovable produïda) podria abaratir fins a un 30% la despesa associada a la generació d'hidrogen verd a mitjà termini; així la producció d'aquest gas seria una solució viable per a la "descarbonització" del sector industrial, el transport o l'energia. Actualment, el cost de producció d'hidrogen amb energies renovables duplica o triplica el cost de la seva producció utilitzant gas natural o carbó, amb o sense tecnologies de captura i emmagatzematge de carboni (CCS i CCU), respectivament.

El “reformat de metà” és un procés més barat per generar hidrogen a partir del gas natural (hidrogen blau) i, juntament amb solucions CCS i CCU, podria convertir-se en una alternativa per a la TE, especialment si s’incrementa la penalització d’emissions de CO₂ fins als 50 €/Tm CO₂ (previsions a la Unió Europea). En aquest cas, l’hidrogen obtingut a partir de combustibles fòssils sense cap tractament de reducció de CO₂ (hidrogen gris), el més utilitzat actualment, deixaria de ser econòmicament rendible, impulsant la generació d’hidrogen blau i verd amb menors emissions de GEH. Una alternativa prometedora és transportar l’energia com a electricitat i fer l’electròlisi en el punt de consum: hidrogeneres, processos industrials o, també, centrals reguladores. D’aquesta manera, s’estableix una xarxa de punts d’emmagatzematge al territori que, a més de cobrir les necessitats locals, en cas de necessitat i en base a una pila de combustible, es pot revertir electricitat a la xarxa en moments de dèficit de generació. D’aquesta manera no seria necessària una xarxa d’hidrogen de característiques específiques.

Els rendiments dels electrolitzadors per obtenir hidrogen estan entre el 70% i el 85%, els del procés invers en la pila de combustible són de l’ordre del 45%, mentre que els rendiments de la combustió de l’hidrogen són molt elevats. Els rendiments globals de l’itinerari electricitat-hidrogen-electricitat (amb les transformacions, manipulacions i emmagatzematge) són, doncs, de l’ordre d’un 35% i, els de l’itinerari electricitat-hidrogen-calor, són sobre el 70%. Això fa que no sempre l’ús indiscriminat de l’hidrogen sigui l’alternativa més eficient, com ara en l’ús directe de l’electricitat en el moment de ser generada (per mitjà de la gestió de la demanda) o l’ús de bateries (de rendiment de l’ordre del 80%) en el transport lleuger i d’abast reduït. També té poc sentit l’ús d’hidrogen en aplicacions tèrmiques de baixa o mitjana temperatura on hi ha altres alternatives més eficients com la captació solar tèrmica, la bomba de calor o la biomassa.

La descarbonització de les emissions de procés

Totes les activitats requereixen energia i, si s’alimenten de fòssils, causen més o menys emissions de GEH. Tanmateix, hi ha processos (especialment en l’obtenció de certs materials) que, a més de l’ús d’energia, comporten transformacions que també generen emissions de CO₂ i altres GEH: són les anomenades emissions de procés. Alguns casos notables són la reducció de ferro en els forns alts en base a carbó, l’obtenció del clínquer per al ciment a partir de la descomposició de la pedra calcària, l’obtenció d’amoníac a partir de gas fòssil per produir fertilitzants nitrogenats, o el consum de grans elèctrodes de carboni en l’electròlisi de l’alumini, tots ells pertanyents a les principals produccions de matèries primeres. Per resoldre les emissions de procés cal modificar els processos industrials. Actualment s’estan estudiant alternatives com ara reduir els òxids de ferro amb hidrogen, desenvolupar aglomerants alternatius al clínquer o innovar en formes constructives sense ciment, produir fertilitzants nitrogenats en base a hidrogen renovable o disminuir la primera obtenció de l’alumini i fomentar-ne el reciclatge, que repercutiran molt favorablement en la descarbonització de la indústria. A curt termini s’ha d’impulsar la recerca en les tecnologies alternatives i, a mitjà termini, s’han d’articular les inversions i la implementació dels nous processos.

L’ús de biofuels

Malgrat el seu interès com a substituïts directes dels combustibles fòssils, els biocombustibles tenen limitacions pràctiques a causa de la competència que significa la seva producció enfront de la producció d’aliments per a la població i de gra i aliments per al bestiar. Recentment, s’estan utilitzant algues com a matèria primera per a la producció de biomassa (Euglena, Chlorella, Botryococcus), encara que els processos amb major potencial de reducció de CO₂ (emissions indirectes, en producció amb cultiu fotosintètic amb CO₂ i llum solar, i transport) són els menys productius. Si bé el seu ús en el transport pot ser rendible a mitjà termini (pot transcórrer una dècada abans que el cost sigui rendible

enfront dels combustibles fòssils), les limitacions degudes a les causes ètiques abans comentades fan poc probable el seu ús massiu en la indústria.

Microplantes nuclears

Existeix la possibilitat d'utilitzar microplantes nuclears, de potències de l'ordre de 5-10 MW, en un espai similar al que ocupa una planta de cogeneració de turbina de gas de semblant rang de potència. Amb cicles de manteniment del mateix ordre que el cicle de reabastiment de combustible (cinc anys), la tecnologia resulta competitiva per a grans plantes industrials. Les plantes encara menors, amb reactors de fins a 2 MW, podrien ser instal·lades com a "bateries nuclears", amb cicles de proveïment de carburant nuclear de fins a 12 anys, s'explora que puguin consumir restes de combustible nuclear d'altres plantes.

La generació d'energia nuclear té la capacitat de proporcionar electricitat a gran escala sense CO₂, i amb un cost molt competitiu enfront de la renovable amb energia eòlica i solar si no es té en compte el cost en extracció, emmagatzemament i eliminació dels residus. Per tant, pot jugar un paper transitori important en la descarbonització de la producció d'electricitat, podent aconseguir fins a més del 40% de tota l'electricitat produïda sense carboni (el 15% del total mundial) amb el desplegament dels nous reactors de tercera generació, Mitsubishi, GE).

Desenvolupament de plantes tèrmiques ultra-supercrítiques

Desenvolupament de plantes tèrmiques ultra-supercrítiques per a la producció d'electricitat, amb eficiències de fins al 45%, encara que s'ha de resoldre el problema d'emissions de SO₂ en aquestes plantes. Atès que actualment el 40% de la producció mundial d'electricitat es duu a terme en plantes de combustió tèrmica (principalment, cremant carbó), la millora de l'eficiència d'aquestes plantes mitjançant l'ús de tecnologia de materials d'alta temperatura capaços d'augmentar l'eficiència en més d'un 10% resulta prioritària. Malgrat tot, no és recomanable construir noves centrals de carbó, atesos els llargs terminis d'amortització (40 anys) i que el carbó és un combustible contaminant i un dels que més contribueix al canvi climàtic.

Matriu industrial

Les mesures de descarbonització anunciades anteriorment es poden aplicar en diferents sectors industrials. Agafant com a referència els sectors que més energia consumeixen i més GEH emeten, es pot afirmar que, com a norma general, cal que tota l'energia elèctrica utilitzada per la indústria tingui un origen renovable, l'eficiència energètica tingui un pes alt a l'hora d'escollir equipament i dissenyar instal·lacions i la integració de l'economia circular formi part no només del procés industrial sinó també del disseny del producte.

Un cop introduïdes massivament les tres vies anteriors, cada sector industrial té altres possibilitats a l'hora d'escollir les vies de descarbonització més convenientes en funció de les seves particularitats.

Alimentació, begudes i tabac

Una solució seria instal·lar captadors solars plans a les teulades de les indústries que poden ser utilitzats per escalfar aire o aigua, tenen una alta eficiència per a baixes temperatures, i no obliguen al transport d'energia. També l'ús de biomassa i els captadors solars tèrmics de concentració per a temperatures mitjanes (de 70 °C a 250 °C) i, eventualment, l'hidrogen verd (residual) per a processos que requereixin temperatures més altes.

Químic

El sector químic es pot descarbonitzar substituint el gas natural per hidrogen verd en la fabricació de l'amoniac, la base dels adobs nitrogenats (un dels productes més importants). També es podria canviar la matèria primera en el procés de fabricació de l'etilè per una d'origen biològic. Així mateix, es podrien instal·lar captadors solars per dur a terme els processos de baixa i mitjana temperatura. Tanmateix, els processos d'alta temperatura requeriran biomassa o hidrogen verd.

Altres productes no metàl·lics

En general, molts dels productes no metàl·lics, especialment la ceràmica, requereixen processos tèrmics a altes temperatures. Per tant, la descarbonització comporta la substitució dels combustibles fòssils per biomassa o hidrogen verd.

En el cas del vidre (i les ceràmiques), és suficient amb una substitució dels fuels per biomassa o residus i, eventualment, per hidrogen verd.

TAULA 2											
Matriu de possibles vies de descarbonització per sector											
Sector	PRINCIPAL DEPENDÈNCIA ENERGÈTICA				PRINCIPALS VIES DE DESCARBONITZACIÓ A CATALUNYA						
	Carbó	Petrolí	Gas natural	Electricitat	Eficiència energètica	Economia circular	Modificar processos (processos alternatius)	Electricitat renovable	Electrificació de la calor i calor solar	Hidrogen verd	Biomassa i residus
Alimentació, begudes i tabac	-	-	Sí	Sí	Sí	-	-	Sí	Sí	-	Sí
Químic	-	Sí*	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Altres productes no metàl·lics	-	Sí	Sí	-	Sí	Sí	-	Sí	-	-	Sí
Ciment artificial	-	Sí	-	-	Sí	Sí	Sí	Sí	-	-	Sí
Acers i foses (material fèrric)	Sí**	-	Sí	Sí***	Sí	Sí	Sí	Sí	-	Sí	-
Altres productes metàl·lics	-	-	Sí	Sí	Sí	Sí	-	Sí	-	Sí	-
Transformats metàl·lics	-	-	Sí	Sí	Sí	Sí	-	Sí	-	-	-

Notes:
 * Dependència com a matèria primera.
 ** Procés de primera obtenció.
 *** Procés de segona obtenció.
 Font: pròpia.

Ciment artificial

La indústria cimentera es pot descarbonitzar utilitzant combustibles lliures de carboni per cremar en els forns, com per exemple la biomassa o els residus. Per altra banda, el gran problema d'aquest sector segueix residint en les emis-

sions de procés degudes a l'obtenció del clínquer a través de la pedra calcària. Actualment no s'ha trobat una solució per evitar aquestes emissions i per tant es treballen solucions arquitectòniques que disminueixin o eliminin l'ús del ciment, com per exemple la fusta.

Materials fèrrics

L'acer pot ser de primera obtenció o de recuperació. En el primer cas (forns alts) s'utilitza el carbó, alhora, com a combustible i com a agent reductor i, en tots dos casos, produeix CO₂; per descarbonitzar aquest procés, a més del combustible, cal canviar també el reductor. Una possible via de descarbonització és reduir el mineral amb hidrogen verd en lloc de carbó.

El reciclatge de l'acer se sol fer en forns elèctrics d'inducció per fondre la ferralla. Per descarbonitzar aquest procés, seria suficient l'ús d'energia elèctrica provinent de fonts renovables. Així mateix, caldria substituir a les cambres de combustió a alta temperatura (per exemple, en el procés de laminació a 1.200 °C) el gas natural per hidrogen. Amb aquestes dues accions es descarbonitzaria notablement aquest sector.

Altres productes metàl·lics

En general, la metal·lúrgia requereix processos tèrmics a altes temperatures o processos electrolítics. Per tant, la descarbonització comporta la substitució dels combustibles fòssils per biomassa o hidrogen verd i l'ús d'electricitat verda.

En referència a l'alumini i el coure. En el primer cas, l'alumini s'obté per electròlisi i per tant cal partir d'energia elèctrica renovable. En el cas del coure, la via principal és substituir el gas natural per hidrogen verd.

Transformats metàl·lics

En aquest sector, seria suficient utilitzar directament l'electricitat provinent de fonts renovables. Eventualment, en alguns processos tèrmics a alta temperatura, cal utilitzar hidrogen verd en substitució del gas natural.

Condicionament del model econòmic industrial i empresarial a causa de la TE

Tot i significar un pilar fonamental, la TE no es pot resoldre amb un simple canvi en les tecnologies.

La varietat de condicions naturals de les fonts energètiques renovables respecte a les no renovables farà que la TE comporti un canvi de paradigma en el desenvolupament humà que impactarà profundament des de les conductes individuals i les infraestructures, per tant totes les indústries, fins a les formes d'organització i de govern.

A continuació s'exposen els principals aspectes d'aquest canvi de paradigma:

Concentració i intensitat de les fonts. Els combustibles fòssils, molt intensos en energia, estan concentrats sota terra en certes localitzacions del món molt determinades, mentre que les fonts renovables d'energia, de menor intensitat, estan repartides en tots els indrets de la Terra. A diferència de les energies fòssils, les renovables es poden captar si en un primer terme es té el flux natural (vent, Sol, etc.), en un segon, la tecnologia per captar el recurs i, finalment, l'espai per instal·lar la tecnologia. A Catalunya, per exemple, cobrint el 2% de la superfície total (64.000 ha) amb instal·lacions solars o equivalents es podria bastir el nou sistema energètic.

De la combustió a l'electricitat. Els combustibles fòssils, l'urani i la biomassa, que conjuntament avui dia proporcionen el 95% de l'energia primària mundial, subministren calor a través de la combustió que, en part, és transformada en electricitat i, en part, en mobilitat amb rendiments molt baixos. Al contrari, la major part de l'energia del futur sistema renovable s'obté directament en forma d'electricitat (fotovoltaica, eòlica, hidroelèctrica), de la qual una part s'haurà de transformar en energia tèrmica (bomba de calor), i una altra, en mobilitat (tracció elèctrica). Aquest canvi proporciona un sistema energètic més eficient però que requerirà adaptacions en els comportaments i les infraestructures.

De recursos d'estoc vers recursos de flux. Les principals fonts energètiques no renovables, i entre elles els combustibles fòssils, són recursos d'estoc acumulables, mentre que les principals fonts energètiques renovables són recursos que procedeixen de fluxos, normalment intermitents i aleatoris. L'actual sistema energètic d'estoc ha permès adaptar l'oferta a la demanda; per contra, el futur sistema renovable és de flux i per tant caldrà ajustar prioritàriament la demanda a l'oferta i complementar la falta de subministrament amb sistemes massius d'emmagatzematge, especialment sobre la base de l'hidrogen renovable, que ara per ara es troba en vies de desenvolupament. El nou sistema energètic esdevindrà, doncs, més dependent dels fluxos naturals, on el comportament dels ciutadans, així com la gestió a l'escala local, tindran una incidència molt elevada.

Revisar l'economia del creixement. Finalment, l'immens estoc inicial de combustibles fòssils ha possibilitat una economia en continu creixement. Ara, en la perspectiva del declivi d'aquests recursos no renovables i dels impactes sobre el canvi climàtic que generen, tot i que aparentment l'energia renovable és inexhaurible a escala de temps humana, el fet és que la generació energètica dependrà dels fluxos d'energia renovable de potència distribuïda, condicionant el creixement segons la disponibilitat energètica.

La participació de la indústria en els usos energètics. L'energia des de les fonts primàries fins a l'aplicació als diferents usos passa per diferents manipulacions i transformacions on es dissipa energia. La indústria hi haurà de jugar un paper fonamental en la participació d'aquests usos, principalment per la seva tendència vinculada a l'autosuficiència energètica i l'aprofitament de l'energia residual que s'obtingui dels processos productius. Un exemple seria l'aprofitament de l'energia dissipada d'un forn per convertir-la en energia elèctrica i distribuir l'excedent a la xarxa elèctrica.

Participar en el nou sistema energètic distribuït. Ens trobem doncs, davant d'una crisi causada per un canvi radical en un dels elements essencials, les fonts energètiques, que afecta totes les bases del manteniment de les societats humanes: l'alimentació, l'habitatge, la mobilitat, les comunicacions, l'oci i els diferents sectors d'activitat i, de forma molt destacada, la indústria. Per tant, a fi d'impulsar una transformació de l'envergadura de la TE, cal implementar noves formes de tractar els problemes que incloguin tots els punts de vista i les responsabilitats significatives i que la societat es doti d'instruments adequats de governança.

En efecte, el sistema de producció/distribució de les energies basades en combustibles fòssils, nuclears o de gran hidràulica, respon majoritàriament a un model de concentració de capital privat d'abast i connexions multinacionals i amb un esquema de distribució piramidal a partir d'uns pocs centres de producció –companyies carboneres i d'hidrocarburs, centrals nuclears, tèrmiques, grans hidroelèctriques– i amb xarxes de distribució molt potents, jerarquitzades i de control centralitzat, que van cobrint, de forma descendent, els territoris i amb interconnexions internacionals i transfrontereres.

En canvi, les noves fonts energètiques renovables, menys intensives i més distribuïdes, requereixen un model més participatiu on una gran diversitat d'actors, com ara la ciutadania, agrupacions, petites i mitjanes empreses, administracions i, de forma destacada, les indústries, intervinguin en funcions de captació, utilització o altres serveis. Tanmateix, la limitació a una simple competència en l'àmbit de les "comercialitzadores" tindrà escassa capacitat d'incidir en els necessaris canvis estructurals que requereix un model basat en energies renovables, i caldrà una implicació de tots els actors, especialment les indústries, el transport i els grans serveis, per la seva incidència en els usos energètics, en la construcció del nou sistema energètic renovable.

Oportunitats en el nou model

Les oportunitats d'innovació i/o negoci davant del nou sistema energètic per augmentar significativament la implantació d'energies renovables en el sistema elèctric s'esperen molt elevades a curt i mitjà termini donada la inversió prevista pel PNIEC d'aquí al 2030 en línia amb el que marca la Unió Europea. Els àmbits corresponents a aquestes oportunitats els marca el PNIEC mateix i, com era d'esperar, abasten tota la cadena de valor del sistema. A tall d'exemple (de nou, generació, consum i emmagatzemament poden referir-se a sistemes o microxarxes en qualsevol escala de potència, residencial, comercial, industrial, etc.).

En la generació d'energia

Abaratiment de costos de generació, incloent-hi manteniment, per kWh generat per les diferents tecnologies. Aquest abaratiment pot correspondre a millores molt variades d'una determinada tecnologia de generació depenent del seu grau de maduresa, des de l'augment de rendiment de la mateixa tecnologia a baix cost (disseny de pales d'aerogeneradors, noves tecnologies de cel·les solars, noves piles de combustible, etc.), abaratiment de costos d'instal·lació (per exemple transport i muntatge de grans aerogeneradors *on-shore* i *off-shore*).

En aquest punt seria un clar objectiu recuperar el lideratge eòlic que va tenir Catalunya amb la creació de l'empresa Ecotecnia, fundada per antics alumnes de la UPC, i que després va passar a mans de diverses empreses nacionals i multinacionals. Iniciatives com aquesta haurien de ser identificades i especialment secundades pel seu caràcter estratègic. Una altra important oportunitat relacionada amb aquesta i amb la situació de Catalunya al costat de la mar, és el desenvolupament de tecnologia pròpia en l'àmbit de la generació eòlica marina i en l'aprofitament de l'energia de les onades.

A això cal afegir millores en la predicció de recursos naturals disponibles, reducció del temps entre fallades per monitoratge del sistema de generació (per exemple en centres fotovoltaics), millores de costos de manteniment (per exemple en l'engreixament d'elements mecànics de grans aerogeneradors). També es presenten oportunitats en el camp del reciclatge, entre altres, de panells fotovoltaics, afavorint així l'economia circular.

Tampoc s'ha d'oblidar que l'extensió de l'autoconsum genera importants oportunitats de negoci per a empreses que comercialitzen, instal·len i fan el manteniment de petites unitats de generació, tant per al sector residencial com per al comerç i la indústria. Es tracta d'una tendència en augment en la qual podem trobar ja casos d'èxit a Catalunya. El desenvolupament d'aquest camp dependrà molt de la voluntat política a tots els nivells, establint una legislació favorable a la rendibilització de l'explotació d'instal·lació per exemple, mitjançant la compensació d'excedents, i incentius econòmics a la seva instal·lació, per exemple mitjançant exempcions fiscals.

En el transport

La implantació del vehicle elèctric tindrà un ampli impacte en el desenvolupament d'oportunitats de negoci. D'una banda, per la mateixa transformació de la cadena de subministrament que aquest nou tipus de vehicle suposarà. De l'altra, per la necessitat estratègica de captar per a Catalunya alguna gran multinacional fabricant de bateries, oportunitat clara donada la nostra tradició en el sector i la ubicació de Catalunya al sud d'Europa. Aquesta nova activitat tindria sens dubte un gran impacte en la potenciació del sector d'automoció català, sumit ara en una important crisi i en procés de transformació, però que reté un alt potencial industrial. Al seu efecte directe s'hi ha de sumar la consegüent creació de nous llocs de treball al llarg de la nova cadena d'empreses subministradores.

A això s'ha d'unir, com a oportunitat de negoci addicional, el reciclatge i/o la reutilització de les bateries, a la fi de la seva vida útil en el vehicle. Una aplicació clara seria com a sistema d'emmagatzematge d'energia renovable sobrant, solucionant part de la necessitat d'aquesta funció per atenuar la irregularitat del subministrament de les energies renovables. Ja hi ha empreses emergents que comencen a explotar aquesta línia en col·laboració amb instal·ladors de plantes de generació fotovoltaica.

El desenvolupament de bateries no només afectarà en l'àmbit dels grans fabricants d'automoció sinó que s'estén a un ampli ventall d'activitats lligades a l'electrificació d'altres tipus de vehicles d'ús personal, com bicicletes i patinets, i industrial, com ara vehicles per serveis municipals, desenvolupats i fabricats per petites i mitjanes empreses. Aquesta oportunitat està sent aprofitada per empreses que dissenyen i fabriquen a mida de cada aplicació no només les bateries, sinó també els sistemes de control necessaris per a la seva aplicació als vehicles, algunes d'elles *startups* tecnològiques.

L'electrificació de l'automòbil suposarà també la necessitat d'incorporar punts de recàrrega en el sector residencial i en tota la xarxa d'aparcaments públics, existint diverses empreses catalanes de referència en aquest àmbit, així com la construcció d'estacions i punts de recàrrega públics a tot el territori. Aquests punts de recàrrega poden alimentar-se a partir de la xarxa o bé de forma autònoma a partir d'una instal·lació de generació fotovoltaica pròpia.

En el consum

Evidentment, aquest aspecte és molt dependent de l'aplicació en concret, però suposa sens dubte un gran generador d'oportunitats de negoci des de diversos punts de vista:

El primer aspecte ve en relació amb la minimització de la factura energètica com a clau per a la viabilitat de la nostra indústria, i això s'aconsegueix mitjançant la introducció de tecnologies de baix consum i mitjançant una gestió intel·ligent. Pel que fa al canvi tecnològic associat a l'eficiència, suposa un increment en les activitats de recerca i desenvolupament de nous processos industrials i l'optimització del consum, per exemple reutilitzant l'energia sobrant en una màquina per alimentar-ne una altra, o disminuint la potència màxima necessària, evitant la coincidència dels pics de consum de diverses màquines. En el context de les noves plantes de la Indústria 4.0 això és possible utilitzant sensors i intel·ligència artificial per assolir aquest objectiu de forma òptima al llarg d'una línia de producció o en el context d'una planta sencera, fet que suposa una nova oportunitat per a la creació d'empreses que prestin serveis en aquest àmbit.

Però no només això, cal afegir a aquest objectiu el redisseny dels mateixos productes fabricats des d'una perspectiva de l'economia circular, cosa que inclou la seva eficiència energètica però que va més enllà, incloent-hi també el seu

reciclatge i/o reutilització. La impressió 3D, camp en què Catalunya s'està posicionant amb notable èxit, ofereix un nou conjunt de possibilitats per a l'optimització física dels productes, impensables fa només uns anys. Dissenys estructurals lleugers per minimitzar consums, sistemes de refrigeració ultra eficients, etc. són possibilitats que s'obren ara als dissenyadors sense les limitacions dels sistemes clàssics de producció. A més, el disseny dels nous productes haurà de contemplar tot el seu cicle de vida també a conseqüència dels canvis en els models de negoci associats a l'economia circular. El pas de models de consum lineal basats a produir, usar i llençar els productes, serà substituït per models circulars de lloguer dels productes de manera que els fabricants seran molt més curosos en produir equips eficients i duradors, fàcilment reciclables i/o reutilitzables donant-los una segona vida útil.

En l'àmbit de l'edificació residencial i industrial, s'obre també un gran ventall d'oportunitats lligades a l'eficiència, no només en allò estrictament constructiu, sinó també en tota la tecnologia i maquinària associada a l'edificació. Els edificis poden ser grans consumidors d'energia si no es té en compte aquest punt. L'objectiu és obtenir edificis amb un consum nul i això s'aconsegueix millorant el seu disseny arquitectònic i incorporant materials, solucions domòtiques i tecnologies adequades. L'adaptació de tot el parc d'edificis a aquesta nova realitat, suposa un gran repte i també una gran oportunitat per al món empresarial mitjançant la rehabilitació energètica. De forma paral·lela, la transformació de la construcció des d'un enfocament artesanal cap a una construcció industrialitzada suposa en si mateix una immensa font d'oportunitats per a la reindustrialització del país.

El segon aspecte de rellevància és també el de la predicció del consum, ja que una predicció acurada permet ajustar millor con satisfer-la amb energies renovables. Lligat a aquest àmbit està també l'aspecte de control (gestió) del consum (control de la demanda), ja que aquest control dona un grau de llibertat addicional per satisfer el balanç energètic incrementant l'ús de renovables. Dotar de programabilitat un consum és un valor afegit important.

En l'emmagatzematge

L'emmagatzematge de l'energia és un dels factors crítics d'èxit per a la implantació de les renovables i un dels punts de més difícil solució. La millora dels sistemes d'emmagatzematge pel que fa a la densitat d'energia i de potència de les diferents tecnologies, la reducció del seu cost, l'increment del seu temps de vida mitjà, el seu manteniment, són tots reptes amb potencial per generar noves oportunitats de negoci.

Una possibilitat per reduir costos és donar-los una segona vida, com ja s'ha comentat en el cas de les bateries dels vehicles elèctrics, però cal abordar també amb urgència la millora en la densitat d'energia de manera que sigui possible l'emmagatzematge en sistemes de massa i dimensions reduïdes. En aquest punt, la tecnologia de l'hidrogen sembla la més prometedora. Encara que s'ha avançat molt, per exemple en seguretat, queda encara molt per fer tant pel que fa a la seva generació a partir d'energies renovables, com al seu emmagatzematge i distribució, sent pràcticament inexistent per exemple una infraestructura de recàrrega per a automòbils. És necessària encara una intensa tasca en aquest camp, que permeti fer realitat l'ús pràctic i sobretot econòmicament viable de l'hidrogen com a vector energètic, això juntament amb la tecnologia de piles de combustible i l'electrificació suposarà un canvi molt substancial sobretot a l'automoció, començant molt probablement pels grans vehicles industrials, on la tecnologia de l'hidrogen presenta ja avantatges a les bateries convencionals.

En la gestió

Probablement aquest sigui el camp on les oportunitats siguin les de més ràpida implantació donat, d'una banda, el grau de desenvolupament de les tecnologies de la informació i comunicacions (TIC) i, d'altra banda, la liberalització

del mercat elèctric. En la mesura que es disposi de la informació bàsica de certs paràmetres, com l'evolució temporal instantània de generació i producció del mateix sistema (per exemple, microxarxa) a gestionar, així com d'altres amb qui s'intercanvia informació, les possibilitats de gestió i d'optimització són múltiples (en termes de costos, poden ser costos financers, com per exemple de penalització per ús d'energia d'origen fòssil).

De fet hi ha nombroses línies de recerca que estudien l'impacte de diferents polítiques tarifàries en l'aprofitament global d'energia renovable entre un conjunt de microxarxes prosumidores. També s'ha d'esmentar, en aquest camp, la proliferació d'aplicacions en telefonia mòbil destinades a que l'usuari estigui informat de l'origen del seu consum i pugui gestionar-lo en part.

El sistema elèctric tradicional no és ni variable ni flexible. En un futur imminent, i amb l'ajuda de la digitalització, el nou sistema, haurà de fer front a les incerteses i a la variabilitat que ofereixen les energies renovables. S'ha de democratitzar l'energia, fent possible que els petits usuaris puguin participar en el mercat de l'energia; és aquí on es requereix una **figura agregadora** que gestioni, optimitzi i agregi la demanda d'energia elèctrica dels usuaris i ho posi a disposició dels mercats. En aquest sentit, l'agregació consisteix en l'agrupació de diferents actors del sistema elèctric (consumidors, productors i *prosumidors*) que no tenen suficient potència per flexibilitzar, per actuar com una entitat única enfront del mercat d'electricitat, per a la compra i venda d'energia i serveis als operadors del sistema.

Aquesta figura és doncs un nou proveïdor de serveis energètics que pot augmentar o moderar el consum d'electricitat d'un grup de consumidors d'acord amb la demanda total d'electricitat a la xarxa. Un agregador també pot operar en nom d'un grup de consumidors que produeixen la seva pròpia electricitat, venent l'excés d'electricitat que produeixen i convertint al conjunt d'usuaris en actors del mercat elèctric (*prosumidors*).

Catalunya disposa d'un sector TIC altament desenvolupat i de primer nivell mundial, que permet pensar en una ràpida adaptació a la producció d'aquest tipus d'aplicacions en el nostre país. A aquest teixit empresarial cal afegir-hi el potencial investigador existent en aquest mateix camp a les nostres universitats i centres de recerca, els quals ja treballen en temes com el *machine learning* i la intel·ligència artificial des de fa temps. També hi ha un important teixit empresarial lligat al desenvolupament de la Indústria 4.0, usuària de tecnologies d'ús dual aplicable a les diverses tecnologies lligades a la TE. Per tant, aquest serà potser l'àmbit on es donarà un més ràpid desenvolupament i rendibilitat de la inversió en innovació i desenvolupament de nous productes i aplicacions de l'àmbit energètic a Catalunya.

05 |

La TE i l'energia
nuclear

Quan parlem de TE ens referim al procés de canvi del sector energètic per adoptar noves fonts d'energia renovable. Subratllar que la TE és un procés, significa que s'obre un espai d'aplicació de mesures i activitats que, tot i no formar part de l'objectiu final, es presenten com a necessàries per facilitar-ne el compliment. Tanmateix, les implicacions de la TE poden tenir efectes positius o negatius segons el tipus de sector productiu. L'objectiu és que el balanç final de les diferents esferes de la TE sigui positiu, la qual cosa ens obliga a explorar totes les oportunitats que tenim a l'abast. És aquí quan entra en joc el paper de l'energia nuclear, la qual mostra unes característiques en particular que mereixen ser analitzades.

Seguint aquestes consideracions, el present capítol s'estructura en dos apartats. En primer lloc, es presenta la situació actual de Catalunya vers l'energia nuclear. Un cop obtingut el marc i les condicions presentades per l'energia nuclear, el següent apartat explora les opcions de futur que pot oferir, en especial sense perdre la perspectiva del procés de TE.

Les nuclears a Catalunya

Actualment existeix un debat sobre la conveniència o no de mantenir les centrals nuclears (CN) actives durant la TE. L'objectiu principal de la TE, a termini curt, és reduir les emissions de CO₂, fet que, en principi, no seria contradictori amb les CN, ja que la seva activitat no genera emissions directes. No obstant això, la TE no es limita només reduir les emissions sinó que la seva raó de ser recau també en l'esgotament dels recursos energètics fòssils i en la protecció i conservació del medi ambient. És des d'aquesta perspectiva, sigui per l'esgotament de l'urani (accelerat si s'intensifica la generació nuclear), com pels potencials riscos d'accident nuclear i la generació de residus radioactius, que es justifica el seu desmantellament.

A Catalunya hi ha tres reactors nuclears en operació, Ascó I, Ascó II i Vandellòs II⁷ que l'any 2018 van aportar 21,95 TWh (el 49,1% d'energia elèctrica produïda), i un en fase de desmantellament, Vandellòs I⁸.

La major part dels residus radioactius generats a les plantes nuclears són de molt baixa, baixa i mitjana activitat, s'emmagatzemen temporalment en les mateixes centrals fins que ENRESA (*Empresa Nacional de Residuos Radiactivos*) se'n fa càrrec i els transporta a les seves instal·lacions d'El Cabril, on s'emmagatzemen definitivament. El combustible nuclear gastat, d'alta activitat, es desa primer a les piscines que cada reactor té en un edifici independent. Segons el 6è *Plan General de Residuos Radiactivos* (PGRR), de 2006, s'hauria d'haver construït un magatzem centralitzat a la província de Conca, però això no ha estat així i l'escenari més plausible és que s'acabarà tenint un magatzem individualitzat a Vandellòs II com el que actualment existeix a Ascó⁹.

La seguretat és un aspecte clau de les CN. ANAV¹⁰ acull, de manera periòdica (cada 4 anys), avaluacions externes, entre les quals s'inclouen els *Peer Reviews* de l'Associació Mundial d'Operadors Nuclears (WANO). En aquestes revisions, un equip expert internacional visita les plantes i observa diferents aspectes de la seva activitat (Vandellòs II va rebre una missió d'experts el 2018 i Ascó, el 2019).

7 Tots tres de tipus PWR, tecnologia Westinghouse.

8 Tipus *grafit-gas*.

9 A l'esborrany del 7è PGRR es contempla l'opció de tenir un ATC (Almacén Temporal Centralizado) però que no estaria operatiu fins al 2028.

10 Asociación Nuclear Ascó-Vandellòs II A I E.

La Llei 16/2017, de l'1 d'agost, del canvi climàtic, proposava el tancament de les CN no més enllà del 2027. El pacte a què van arribar les empreses elèctriques amb el Govern de l'Estat (març de 2019) preveu que les plantes estiguin operatives fins al 2029 (Ascó I), 2033 (Ascó II) i 2035 (Vandellòs II).

Cal tenir en compte que els costos de desmantellament i de la gestió del combustible gastat es financen mitjançant una taxa repercutida en l'energia elèctrica produïda per les plantes nuclears. Amb les dates d'operació previstes en el 6è PGRR, i segons el Tribunal de Cuentas, ENRESA no aconseguiria fons per a tot el desmantellament. L'esborrany del 7è PGRR, estima que caldrà recaptar uns 8.000 milions d'euros per a la gestió del combustible nuclear més uns 4.000 milions per al desmantellament de les plantes. Per fer-ho, s'ha augmentat l'anomenada taxa ENRESA des de 6,7 €/MWh fins a 8,0 €/MWh (Real Decret 750/2019, de 27 de desembre). A més de presentar-se com un instrument per finançar el desmantellament, el resultat d'aquesta taxa pot servir per reduir la competitivitat de l'energia nuclear, de manera que els preus relatius d'energies alternatives, i en especial de les renovables, guanyarien competitivitat de forma indirecta.

Les tasques preparatòries del desmantellament estan previstes des de tres anys abans fins a tres anys després de l'aturada de les plantes (2026-2038); a partir d'aquí s'estima que el desmantellament es durà a terme en 10 anys. El combustible gastat, juntament amb altres residus d'alta activitat, s'emmagatzemaran definitivament en un Magatzem Geològic Profund, que podria estar operatiu ja dins de l'últim terç del segle XXI.

A les centrals catalanes hi treballen unes 2.000 persones contractades directament per ANAV o per empreses que subministren tota mena de serveis (com Westinghouse, IDOM, etc.). L'any 2019, ANAV tenia en plantilla gairebé 1.000 persones (el 13% de dones i el 87% d'homes), de les quals unes 200 amb titulació superior i més de 300 amb titulació mitjana. En cada recàrrega de combustible (un cop cada any i mig a cada central i amb una durada d'un mes aproximadament) intervenen unes 60 empreses i al voltant de 1.000 treballadors/es addicionals segons la memòria anual d'activitats 2019 ANAV – ANAV 2020.

Les centrals catalanes tenen una política d'inversions anuals per tal de millorar les prestacions de les plantes i adaptar-les a l'operació a llarg termini. Les centrals d'ANAV inverteixen anualment en aquests conceptes una quantitat superior als 100 milions d'euros. Segons un estudi de la Universitat Rovira i Virgili (URV), entre 2004 i 2008 l'activitat d'ANAV va ocasionar una despesa de 180 milions d'euros (de 2018) anuals (inversions, subministraments, despeses derivades de les parades de recàrrega de combustible, impostos, i consum realitzat pels treballadors d'ANAV). És a dir, s'ha desenvolupat un teixit econòmic al voltant de les CN que presenta certa dependència respecte al seu funcionament i que, per tant, cal tenir en compte que l'activitat econòmica de les regions on se situen es veurà afectada negativament amb el desmantellament.

El tancament de les plantes portarà, progressivament, a una davallada en l'ocupació, que començarà amb la darrera recàrrega d'Ascó I. Però abans ja s'haurà començat a reduir contractes amb empreses, perquè no caldrà fer més inversions en la planta. Es pot pensar que un 20% del personal de plantilla i d'empreses contractades continuaran vinculats a la planta durant els 10 anys posteriors al tancament, en tasques de desmantellament.

Com ja s'ha esmentat, les plantes nuclears requereixen els serveis d'una gran quantitat d'empreses subcontractades. Algunes d'elles (Tecnatom i IDOM, per exemple) tenen una projecció internacional que garanteix el futur de la seva

activitat en el cas d'aturada de les centrals espanyoles. Aquestes empreses es nodreixen de persones titulades superiors formades a les universitats espanyoles.

El futur de les nuclears

L'any 2018, l'IPCC 2019 va publicar un informe especial "Global Warming of 1.5 °C", en el qual s'exposen els efectes de l'escalfament global i es posa de manifest tant la magnitud dels canvis que cal fer com la seva urgència. En aquesta conjuntura, prescindir de l'energia nuclear de manera precipitada durant la TE porta a un augment no desitjat de les emissions de CO₂ a causa de la generació elèctrica a partir de gas (com a Catalunya) o carbó (com a Alemanya).

Recentment, alguns països europeus estan plantejant la construcció de noves plantes (Holanda, Polònia) o l'allargament de l'operació de les existents (França). També hi ha països que s'han proposat abandonar l'energia nuclear d'aquí a poc temps (Alemanya, Bèlgica). A Catalunya, l'extensió de vida de les plantes nuclears permetria assolir amb menys pressió les fites de descarbonització. Si les plantes nuclears catalanes s'aturen en les dates previstes (entre 2028 i 2033), les emissions anuals de CO₂ augmentaran de l'ordre de set milions de tones, fins que la generació amb renovables no sigui capaç de desplaçar les plantes de gas (cicles combinats). Cal pensar, doncs, en l'energia nuclear com una alternativa al gas i, incorporant la possibilitat de l'operació flexible (que ja s'utilitza a França i Alemanya) i l'anomenat *power-to-gas*, com a complement a l'emmagatzematge a gran escala.

Una alternativa a l'allargament de la vida de les plantes existents seria la construcció de petits reactors modulars (SMR), que podrien generar energia de manera distribuïda i propera als llocs de consum. Una flota de reactors modulars seria més flexible en l'operació que un reactor gran de la mateixa potència, requeriria una zona de planificació d'emergència molt petita (en cas d'un hipotètic accident a un dels reactors la zona es reduiria pràcticament al recinte de la instal·lació).

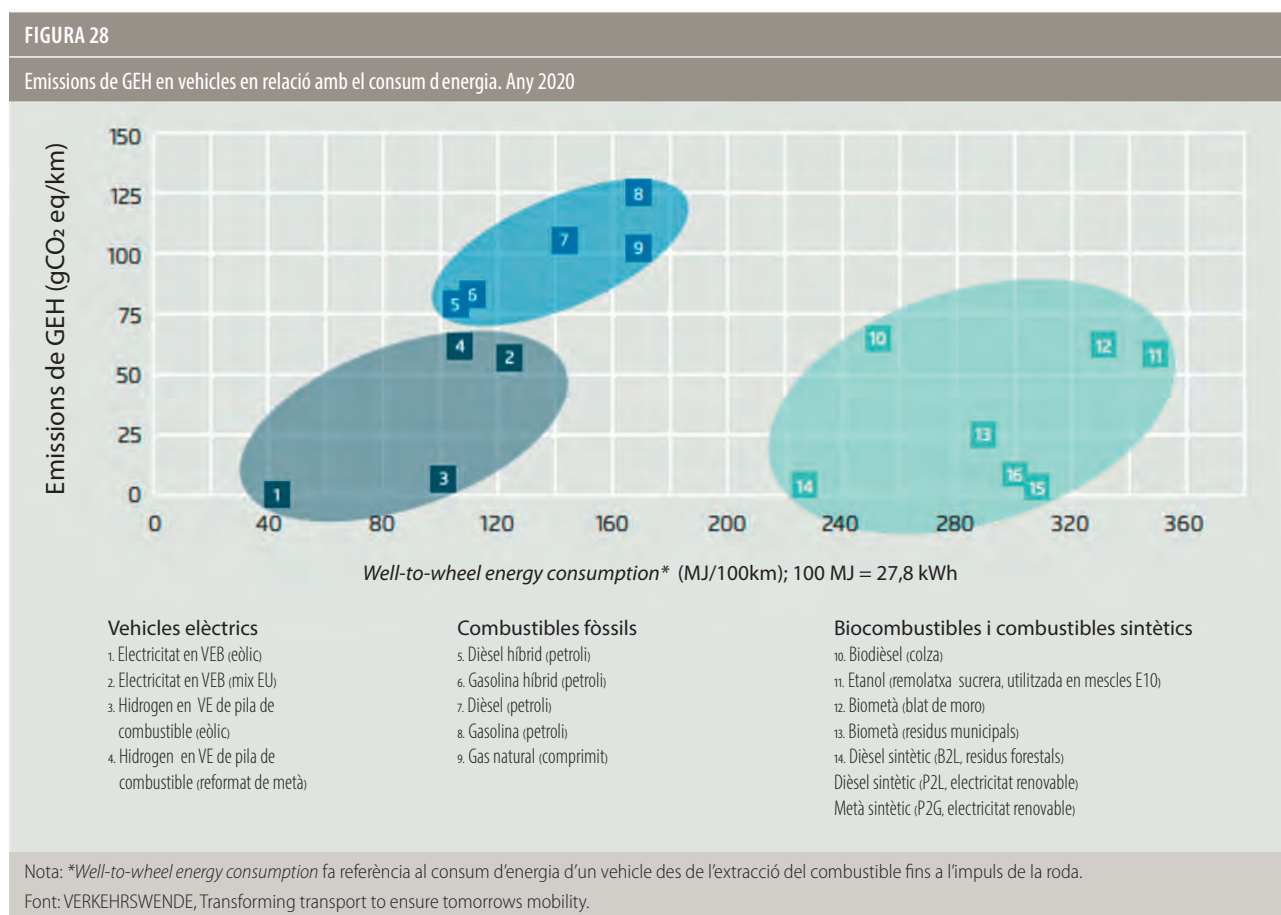
La magnitud del canvi climàtic i la lentitud amb què els diferents actors estan actuant de manera global per frenar les emissions de CO₂ a l'atmosfera, fan pensar que els efectes dels fenòmens meteorològics cada cop seran més devastadors i impredecibles. Davant d'aquesta incertesa, una aposta per la generació 100% renovable pot representar vulnerabilitats enfront fenòmens meteorològics extrems, de naturalesa encara desconeguda. Les centrals nuclears poden operar en condicions meteorològiques molt adverses i garantir la seguretat del subministrament energètic en moments de crisi. Caldria, doncs, no descartar una possible participació de la nuclear avançada (tant amb reactors de fissió de nova generació com de plantes de fusió nuclear) en el *mix* energètic del futur.

06 |

Impactes
al transport

El transport, deixant de banda l'energia grisa dels vehicles i de les infraestructures, consumeix el 43% de l'energia final a Catalunya i emet el 22% dels GEH. Cal recalcar que és un sector que cada any consumeix més energia, a més a més de ser el sector amb més dependència dels derivats del petroli. Aquests valors mostren que la descarbonització del transport és una peça clau per dur a terme tant la TE com la mitigació del canvi climàtic.

La figura 28 representa les potencialitats que els vehicles elèctrics ofereixen per reduir significativament les emissions de GEH i de consum. D'una banda, l'eix de les abscisses representa el consum energètic del cycle de vida dels vehicles i, de l'altra, l'eix de les ordenades les emissions de GEH. Tot i que els biofuels emeten valors similars als elèctrics, el consum final és major i, per tant, un inconvenient per la suposada reducció obligatòria del consum en un context de renovables.



A partir d'aquí, la indústria del transport s'ha de transformar radicalment i s'ha de redimensionar tant els aspectes tècnics com en les orientacions de les seves activitats. Entre d'altres, segons Verkehrswende, A. (2017):

-
- Nous conceptes d'accessibilitat i mobilitat sense restringir la mobilitat individual.
 - Canvis en les infraestructures i els vehicles per augmentar-ne l'eficiència: digitalització.
 - Transició de la mobilitat a les ciutats.
 - Noves formes de gestió.
 - Electrificació del transport.
 - Combustibles neutres en carboni.
 - Teletreball, serveis telemàtics i compra en línia.

El cas de la indústria de l'automòbil

La indústria de l'automòbil constitueix un cas paradigmàtic de la simbiosi existent entre la transformació de la indústria i la TE.

Els vehicles elèctrics (VE), que van ser anteriors als de combustió interna i existeixen des de fa més de 150 anys¹¹ (però no es van imposar per la seva limitada autonomia lligada a la baixa densitat energètica de les bateries, falta d'instal·lacions de càrrega i elevat cost), són ara un factor imprescindible en la lluita contra el canvi climàtic. No obstant això, amb l'actual *mix* energètic no s'eviten les emissions de GEH, només es canvia de lloc, on opera el vehicle i a on es genera l'energia elèctrica.

D'aquí la vital importància d'acompanyar la transformació del sector de l'automoció cap als vehicles de zero emissions amb una TE en el mateix sentit. I viceversa, els vehicles elèctrics poden actuar també de forma agregada com a sistemes d'emmagatzematge d'energia i juguen un paper facilitador per la implementació de les renovables.

Diversos factors legislatius, de demanda i d'oferta estan impulsant el desenvolupament dels VE canviant l'equació del preu, rendiment i valor. Per una part, una legislació o subvencions que afavoreixin l'ús de combustibles més eficients i que es facin efectives restriccions severes quant als objectius d'emissió de GEH, que obliguin els fabricants a augmentar el percentatge de models de baixes o zero emissions a les seves carteres (100% elèctrics, híbrids en totes les seves variants, etc.) com per exemple el reglament (Unió Europea) 2019/631 que imposa 95 euros d'impost per al fabricant per cada gram de CO₂ per kilòmetres excedits segons un llinar establert (llinar de 95 gCO₂/km fins al 2021 i anirà baixant anualment). Per exemple, el SEAT Ibiza convencional emet 111 gCO₂/km, per la qual cosa l'impost seria de 1.530 euros. A tot això s'hi afegeixen incentius per a la creació d'una xarxa de punts de càrrega, ús preferent d'autopistes, facilitats per aparcar, etc.

Per la seva banda, el desenvolupament tecnològic està augmentant l'autonomia dels vehicles fins a valors compatibles amb les expectatives dels usuaris, està reduint els costos de les bateries i millorant el cost comparatiu de l'energia elèctrica respecte als combustibles fòssils, sent ambdós factors importants al·licients per al canvi.

¹¹ Al voltant de 1832, Robert Anderson va desenvolupar el primer vehicle elèctric, però no van arribar a ser operatius fins a la dècada de 1870. No va ser fins al 1885, que l'enginyer mecànic alemany Karl Benz va dissenyar i construir el primer automòbil utilitzable que funcionava amb un motor de combustió interna.

Per últim, els VE entren de forma natural a formar part del concepte de vehicle connectat, transformant totalment l'experiència dels usuaris i facilitant la incorporació de tot el conjunt de les tecnologies digitals que portaran a mitjà termini a la conducció autònoma.

Tot aquest conjunt de transformacions generen oportunitats de creixement econòmic i creació de llocs de treball que compensin la previsible pèrdua en les activitats més clàssiques, a causa de la transformació i reestructuració del sector a conseqüència del canvi en el paradigma de la mobilitat (*Monogràfic digitalización del transporte*, Ministerio de fomento 2019). En aquesta línia, el document presenta les dades del *Future of Jobs Survey* (WEF, 2018) on presenten les tendències esperades dels percentatges d'hores de treball dels treballadors/es i les màquines entre el 2018-2022. Estimen que les màquines tindran un augment percentual mitjà en hores de treball del 10% a tots els sectors.

A curt termini, tot i que l'objectiu és la reducció del nombre de vehicles circulant a les ciutats i, per tant, la demanda de vehicles es pot veure reduïda, la renovació del parc de vehicles amb uns de més eficients i elèctrics farà que la caiguda de demanda sigui menys acusada durant el procés de transició, i permeti que l'exclusió de treballadors del sector sigui més progressiva.

Aquestes noves oportunitats de creació de llocs de treball es generaran de forma directa pel procés de transformació de les mateixes indústries de fabricació de vehicles, però també de forma indirecta, per exemple en el desenvolupament de sistemes de conducció autònoma i altres desenvolupaments especialitzats que tindran lloc a través d'innovació oberta i de col·laboració entre empreses de base tecnològica i les grans empreses ja establertes del sector.

Posant la mirada en els serveis derivats del transport, el cas més evident és el de les professions que condueixen un automòbil, donat que la reducció de l'ús de vehicles (de forma directa per la millora de la logística) implica una caiguda de la demanda dels seus serveis. De forma indirecta, també en els treballs que es dediquen al manteniment dels vehicles, les assegurances, etc. Fins i tot a llarg termini, amb l'entrada de vehicles autònoms, es podria accelerar el procés.

Tot apunta al fet que el canvi serà causat per nous models de negoci on el vehicle privat anirà perdent força per donar pas al lloguer de vehicles, vehicles d'ús personal com patinets i bicicletes i el transport del darrer quilòmetre (furgonetes).

Per últim, s'induiran noves oportunitats d'ocupació, per exemple, en el camp de les infraestructures de càrrega i negocis relacionats, en l'emmagatzematge d'energia, en els serveis de valor afegit associats al vehicle connectat i la mobilitat en general, inclús en l'àmbit de les xarxes de distribució elèctrica que hauran de configurar-se i adaptar-se tecnològicament a la presència de la flota de vehicles elèctrics com a nou component del sistema elèctric.

Transport: situació i mesures per millorar l'eficiència

El document del PNIEC 2021-2030 fa especial èmfasi en la importància de la regulació del transport, de manera que es prioritzi la dimensió d'estalvi energètic i l'eficiència dels mitjans. En el Pla, es destaca l'ús intensiu d'energia per part del sector i estima que podria reduir un 38% del total energètic a tota Espanya el 2030 si s'apliquen les mesures pertinents. En especial, prioritzen quatre mesures: zones de baixes emissions i mesures de canvi modal, ús més eficient

dels mitjans de transport, renovació del parc automobilístic i impuls del vehicle elèctric. Tenint present aquestes mesures, cal analitzar la situació en què es troben a Catalunya, el seu potencial i de quina manera es poden complementar per tal d'assolir els objectius de la forma més eficaç possible.

Zones de baixes emissions i eficiència del transport

Una de les principals mesures que ja estan sent implementades, i que recull el PNIEC 2021-2030, és la posada en marxa de zones de baixes emissions (ZBE) a les ciutats amb una població major de 50.000 habitants. Si més no, aquesta mesura posa el focus principalment en la reducció dels gasos i partícules contaminants que afecten les persones. S'estima que, per exemple, a Barcelona, 350 persones moren cada any a causa de la contaminació. Tot i això, la reducció de vehicles antics en circulació permetrà que el trànsit urbà sigui més eficient i, conseqüentment, menys intensiu en consum energètic i generació d'emissions. L'objectiu és que el trànsit es vegi reduït en un 35% el 2030. A més, aquesta mesura s'enfoca com a incentiu i accelerador per canviar les pautes de transport dels ciutadans, de manera que es generalitzi l'ús del transport públic, mitjans alternatius compartits i de la bicicleta.

També es pretén afegir mesures que impulsin un ús més racional dels mitjans de transport. Aquest enfocament es basa principalment en el transport de mercaderies urbanes, en expansió gràcies al comerç digital, i la millora de la gestió de flotes, i la implementació de tècniques de conducció eficient (pot reduir fins a un 10% el consum de carburant) i, finalment, l'equiparació i l'augment de les càrregues i dimensions del transport de mercaderies per carretera dels països de l'entorn.

Canvi modal, IoT i eficiència logística

Referent al canvi modal, les noves tecnologies i l'IoT obren un univers d'oportunitats que optimitzen de forma notòria la gestió del transport de mercaderies. Un aspecte clau és el complet monitoratge del transport, fet que permet administrar amb precisió i eficiència la gestió dels magatzems, els camions disponibles i les rutes òptimes a realitzar. En aquest sentit, un camió pot utilitzar aquestes eines per maximitzar la seva càrrega, reduint el nombre de viatges i, finalment, l'ús d'energia. En aquest sentit, caldran centres computacionals que administrin totes les dades rebudes a temps real i que permetin l'acció de forma eficaç.

A manera d'exemple, Amazon ja està treballant per fer entregues abans que es realitzi la comanda basant-se en el comportament històric del client. Si la comanda no es realitza, automàticament es reencamina la ruta per fer el lliurament del mateix producte a una zona propera. D'aquesta manera, s'aconsegueixen dues coses, primer, l'agilització del transport i la planificació òptima dels enviaments; en segon lloc, l'aprofitament de la mateixa furgoneta per a més d'una comanda. S'evita, per tant, l'enviament d'una segona furgoneta per suplir la mateixa comanda.

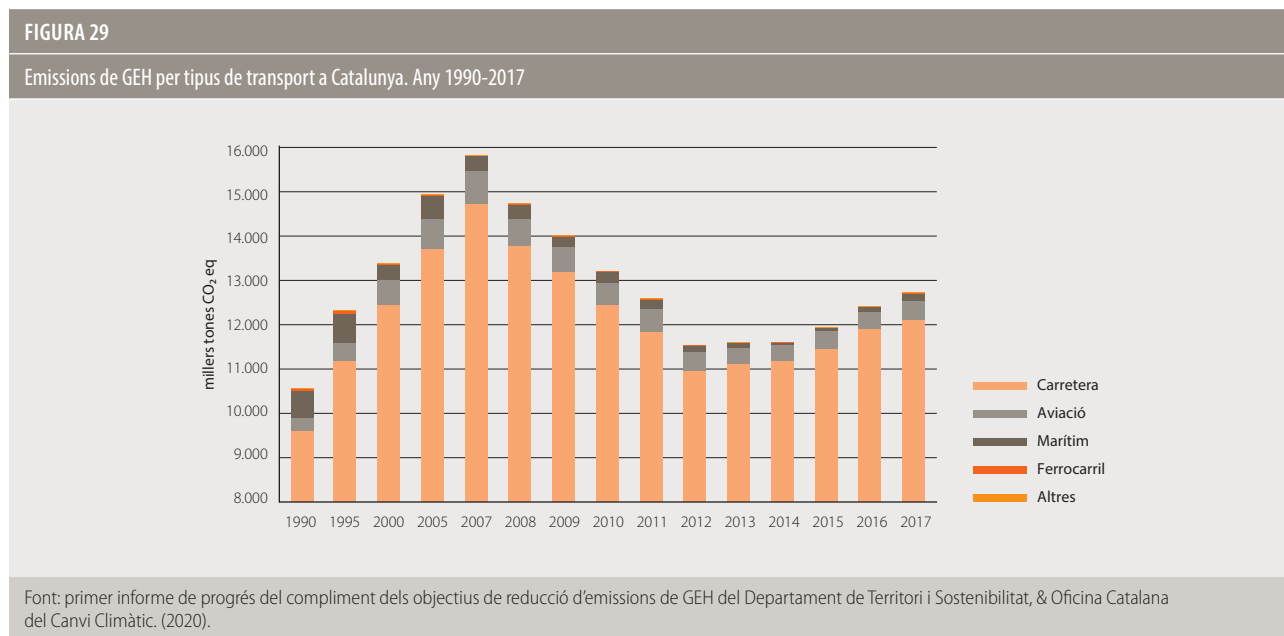
Aquest cas presenta com, amb l'ús d'intel·ligències artificials i l'IoT, es pot reduir el tràfic del transport de mercaderies. Aquestes mesures no han de ser exclusives del transport comercial, pot tenir implicacions en totes les esferes del transport i per tant poden tenir un impacte directe en l'ús energètic i la generació de residus. Suposant que la flota de vehicles fos elèctrica, es consumeix menys energia gràcies a l'optimització. En un escenari de transport híbrid (elèctrics i de combustió) també tindrà un efecte en la reducció d'emissions.

A més, permet a les institucions tenir un monitoratge acurat dels nivells de contaminació, oferint-los eines per dur a terme polítiques que millorin la situació. Especialment a l'hora de gestionar les zones de baixes emissions.

Estimacions de reducció d'emissions de CO₂

L'any 2017, les acumulacions de CO₂ generades pel transport van acumular 12,7 milions de tones a Catalunya, que són el 28% del total de les emissions. La figura 29 ens mostra la distribució percentual de l'impacte en les emissions dels diferents tipus de transport a Catalunya en el període 1990-2017.

Com es pot observar, el sector que encapçala el rànquing d'emissions és el de transport per carretera, on destaca el vehicle privat de passatgers, i que sempre presenta una posició per sobre del 90% del total del transport a Catalunya.



Enfront d'aquesta situació, la introducció progressiva de les innovacions tecnològiques amb relació a l'electrificació del transport, l'IoT, els vehicles compartits i els vehicles autònoms poden produir una reducció molt important de les emissions. Segons l'estudi de la Universitat de Califòrnia, *Davis*, s'estima que la reducció d'emissions i ús energètic podria arribar a ser, en el millor escenari possible, d'un 70% l'any 2050.

Si s'apliquen aquestes dades a la situació de Catalunya, implicaria una reducció del total d'emissions del transport d'un 67% (valorant únicament la implantació d'aquestes tecnologies al transport per carretera) i una reducció del 10% del total.

Amb aquestes dades el que es vol mostrar és el potencial que tenen les noves tecnologies per reduir les emissions de CO₂, a còpia d'electrificar el transport i d'organitzar-lo eficientment. És per això que se situen com a gran punt d'inflexió per al compliment dels objectius previstos per al 2030, però que únicament seran efectius per impulsar la seva implementació, facilitant la inversió i creant una regulació adient.

És un sector per explotar i, fins que no s'observi una intenció directa en fer la transició i transformació del sector, no hi haurà la demanda d'aquests serveis que impulsi la instal·lació d'aquestes noves tecnologies.

Transport urbà i de persones

En l'àmbit urbà es preveu una transformació general, tant en mobilitat privada com pública. Segons la majoria d'estudis, arreu del món, els vehicles privats, en especial l'automòbil, romanen parats durant la gran majoria de temps de la seva vida útil. A Espanya, els cotxes estan el 97% del temps parats (*Cuentas ecológicas del Transporte*, Ecologistas en acción 2014). Davant d'aquesta ineficiència del vehicle privat, cada cop més usuaris es decanten per la mobilitat compartida.

Segons un estudi de l'Ajuntament de Barcelona (2017), un vehicle compartit pot arribar a substituir entre 5 i 20 cotxes privats. La fabricació del vehicle representa entre el 15% i el 25% del total del consum d'energia del cycle de vida, de manera que la reducció de la demanda de vehicles redueix de manera directa els impactes negatius sobre el medi ambient. A més, les empreses que ofereixen aquests serveis serveixen com a catalitzador per renovar el parc de vehicles, de manera que els que introdueixin siguin més eficients en el consum i menys contaminants.

Per tant, la mobilitat compartida té un potencial molt gran i és una gran oportunitat a impulsar per tal de complir amb els objectius del 2030. No obstant això, la mobilitat compartida està enfocada per als usuaris que requereixen mobilitat espontània, i que a més tenen un comportament transversal vers altres mètodes de transport com la bicicleta o el transport públic. Els usuaris intensius del vehicle privat encara no poden estar en disposició de fer el salt a la mobilitat compartida, pel risc de no tenir la seguretat de disposar d'un vehicle quan el requereixen.

Renovació i transició del parc automobilístic

El PNIEC 2021-2030 contempla la importància de la renovació del parc automobilístic, de manera que els nous vehicles siguin més eficients i redueixin les emissions mitjanes. En aquest sentit, no només es tracta de renovar els vehicles tradicionals per uns de més eficients sinó també la introducció de vehicles elèctrics. La primera mesura tracta de millorar l'eficiència total del parc automobilístic, i posa èmfasi en els vehicles privats i flotes de vehicles comercials. Segons el document, suposaria una reducció del consum total d'energia referent al transport del 18,14%, és a dir, un 6,84% del total esperat durant el període 2020-2030.

Si bé és cert que la renovació del parc ha de ser progressiva, és important que sempre sigui el més eficient possible. Canviar vehicles de combustió per d'altres també de combustió quan existeix una altra alternativa només és una manera de prorrogar el canvi necessari per a una mobilitat sense emissions. En aquest sentit, rep especial importància la introducció i impuls del vehicle elèctric. Segons el PNIEC, l'objectiu a tot l'estat Espanyol és la substitució d'un total de 5.000.000 de vehicles de combustió per vehicles elèctrics. Tenint en compte que el total del parc nacional de vehicles

és de 35.663.427¹² (Idescat 2018), aquests 5.000.000 representen un 14% de renovació. Si s'apliquen les dades a Catalunya, li correspondria al voltant de 783.000 vehicles si s'aplica el 14% de renovació directament; 810.000 vehicles si el criteri aplicat és segons el percentatge de població i 950.000 vehicles si s'aplica el percentatge segons el PIB del territori català.

Tanmateix, cal analitzar bé les dades, ja que Catalunya presenta unes peculiaritats específiques en relació amb la resta de l'Estat. La suma de vehicles privats i comercials a Catalunya computen el 96,6% de tots els vehicles. Si es desglossa, els turismes impliquen el 63,2%, les motocicletes (inclosos ciclomotors) el 19,8% i les furgonetes i camions el 13,6%. Aquestes dades són especialment importants en comparació amb la resta de l'Estat si s'observa la distribució i el pes de les motocicletes, les quals presenten gairebé un 40% del total de les motocicletes a Espanya. Això significa que a Catalunya, especialment a Barcelona, l'ús de la motocicleta és més intensiu que a la resta del territori i, per tant, la distribució en la transició per tipus de vehicle també serà diferent. La transició de la mobilitat amb motocicleta a Barcelona i Catalunya té factors molt positius com són la implantació ja d'un nombre molt important de motocicletes de lloguer elèctriques, molt més eficients, i l'existència d'iniciatives de fabricació.

El principal obstacle per a aquesta transició és que els vehicles elèctrics encara no han aconseguit assolir la paritat en preu, degut, principalment, al cost de les bateries. Segons el PNIEC, els fabricants estimen que la paritat es podrà aconseguir a partir de 2025, quan s'espera que el preu de les bateries es redueixi. Cal destacar que la transició només és viable si el subministrament energètic per a la càrrega dels vehicles és consistent i es recolza sobre una infraestructura renovable consolidada. En aquest sentit, cal valorar quin serà el mètode per implementar els punts i formes de càrrega elèctrica perquè la mobilitat elèctrica sigui realment una alternativa viable. Més encara, tenint present el volum de motocicletes a Catalunya i que normalment s'estacionen al carrer, és necessari traçar les línies sobre com està evolucionant el sector per tal d'implementar les mesures pertinents per accelerar la transició. Això és important perquè no és el mateix adaptar un garatge privat per tal d'habilitar la càrrega elèctrica (i gestionat de forma privada), que adaptar els carrers per tal de garantir que gran part de la flota de motos puguin connectar-se a la xarxa elèctrica quan estan estacionades. Per això, entendre les tendències del sector és clau per garantir una correcta transició en la mobilitat urbana, i en aquest cas, potser la solució no és garantir que les motos es puguin connectar, sinó que puguin substituir les bateries amb un sistema d'intercanvi ràpid.

Mesures i situacions complementàries

La tendència en un món globalitzat on la pressa impera, requereix un manteniment de les possibilitats de transport de curta i llarga distància tan eficients com sigui possible. És cert que el comerç de proximitat està guanyant terreny, però hi ha mercaderies que, o bé no es produeixen al país o simplement requereixen una infraestructura i indústria que no està situada a les proximitats dels grans centres de consum. És per això, i tenint en compte les emissions que genera el transport (25% del total a Espanya), que és important valorar les oportunitats i obstacles que tenim per millorar l'eficiència i la descarbonització del sector.

12 Parc de vehicles del 2018 incloent remolcs i semiremolcs.

En aquest punt es tracta d'analitzar quins obstacles tenim en l'actualitat, com es poden superar i quines oportunitats generen aquests canvis, no només en l'eficiència energètica i de reducció d'emissions, sinó també amb relació als canvis econòmics.

Transport ferroviari

El ferrocarril és un tipus de transport molt eficient a llarga distància, amb poca capillaritat, i la seva eficiència té beneficis en un transport multimodal. Aquest transport presenta algunes peculiaritats enfront del de carretera, especialment quant a infraestructures, les quals requereixen d'una cooperació interregional per determinar les condicions de les vies (amplada, voltatge, etc.). El tret històric característic del cas espanyol (herència originària del s. XIX) ha sigut la completa centralització, tant de la inversió com de la gestió ferroviària. La inversió ferroviària ha sigut històricament més de caràcter polític que econòmic, generant una excessiva inversió en vies que tenen poc ús i manca en les que realment hi ha demanda econòmica. L'exemple principal és que encara a 2020 el Corredor Mediterrani no està acabat. Una dada demolidora és la que presenta el Centro Español de Logística (CEL), segons el qual el transport de mercaderies terrestres presenta una distribució del 95% en transport per carretera vers el 2% de transport ferroviari.

Amb totes aquestes condicions, la CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) ja va alertar l'any 2017 que el pla europeu per al 2030 on el transport ferroviari espanyol hauria d'assumir el 30% de tot el terrestre és, si més no, molt complicat. Alerten de la manca, també, de centres logístics que garanteixin el correcte funcionament del transport amb aquests nivells percentuals.

És per això que cal valorar i fer estudis d'anàlisi cost-benefici sobre les possibilitats del sector i cap a on s'han d'invertir els recursos per evitar els errors del passat. Val a dir també que les perspectives de futur europees aposten bastant pel transport ferroviari entenent que aquest és altament eficaç a l'hora de transportar gran tonatge i, a més a més, pot reduir dràsticament les emissions de CO₂.

Entenent que la xarxa distributiva a Espanya és bastant homogènia, Catalunya presenta una situació similar: el principal mètode de transport és per carretera. És per això que, tot i que l'actualització de les infraestructures ferroviàries (com el cas del Corredor del Mediterrani) oferiran un transvasament del transport de mercaderies al sector ferroviari, cal posar especial atenció en el transport per carretera, en primer lloc pel volum que representa a Catalunya i els potencials efectes que pot tenir en les reduccions de CO₂. En segon lloc, per garantir que durant la transició les cadenes de distribució queden garantides.

Electrificació i autonomia del transport per carretera

Actualment els grans fabricants de camions estan disputant-se el mercat sobre la base de l'aspecte motriu: camions purament elèctrics o amb pila d'hidrogen. De moment, ambdues tecnologies estan en fase de desenvolupament i tenen marge de millora. No obstant això, encara no són capaces d'oferir nivells d'autonomia consistents per competir amb el dièsel.

Independentment de quina sigui l'aposta final pel transport per carretera, cal valorar mesures complementàries que poden ajudar a accelerar el procés i que condicionen directament l'estructura final del transport. Actualment, a Ale-

manya s'estan fent proves pilot de catenàries a les autopistes, de manera que els camions poden connectar-se a la xarxa i funcionar de manera purament elèctrica i carregar les bateries. Si més no, les institucions han d'estudiar i mantenir-se informades sobre quines són les tendències, demandes i apostes que el sector del transport està realitzant, de tal manera que pugui impulsar les mesures que calguin per introduir els canvis de forma eficaç.

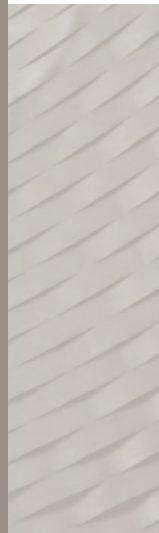
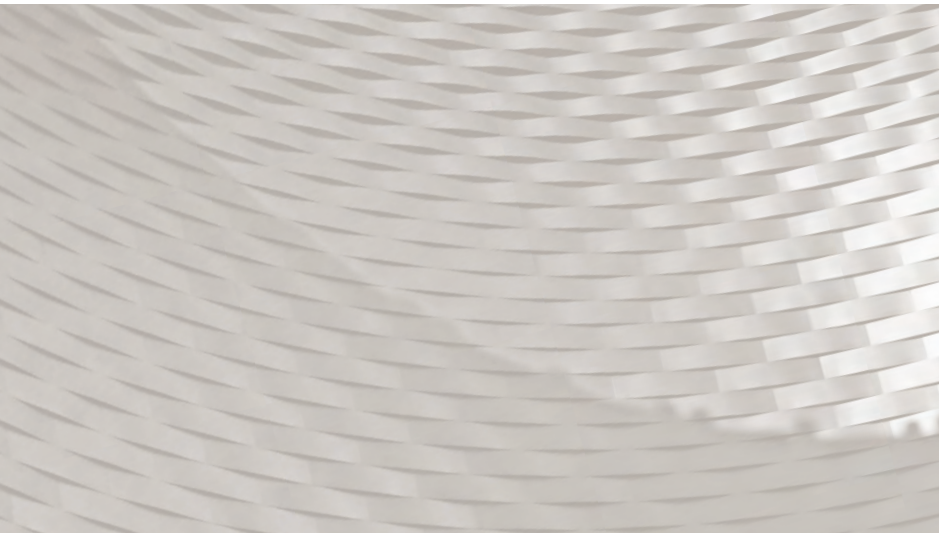
A més del procés d'electrificació propi dels vehicles, cal tenir en compte que actualment l'autonomia estimada d'un camió elèctric seria d'uns 700 km. És inferior a la dels camions dièsel i, si aquesta és la tendència, cal planificar una estratègia de centres de subministrament elèctric que evitin zones "ombra" on els camions no hi poguessin arribar per falta d'autonomia. Si es garanteixen aquests tipus de rutes, la flota de camions elèctrics (bateries o pila d'hidrogen) podrà començar a transformar-se. En la distribució interurbana, hauran d'adaptar-se punts de càrrega en els centres logístics interns de les empreses que permetin l'ús de furgonetes i vehicles de transport de curta distància elèctrics/híbrids.

Dit això, el que es pretén és mostrar que dins del sector del transport de mercaderies per carretera hi ha certa incertesa en la forma en com evolucionarà, fet que fa necessària una cooperació entre els governs i les polítiques dins de l'Estat, i especialment a dins del marc europeu, de manera que s'evitin els problemes i errors que presenta el sector ferroviari espanyol i s'homogeneïtzi el sector.

Transport aeri i marítim

Catalunya es caracteritza per disposar de diferents ports i aeroports amb connexions internacionals. Tot i que suposen un pes relatiu baix respecte al gruix total d'emissions de CO₂ generades pel transport, cal tenir en compte que la seva concentració en els principals punts de gestió, Barcelona i Tarragona, els hi implica unes creixents emissions de gasos i partícules contaminants. És per això que seria convenient introduir mesures que taxin les emissions generades pel sector, especialment les que se'n deriven del transport turístic i així reduir-ne la intensitat.

07 |



Obstacles
per a la TE

És evident que les mesures a implementar presenten diferents obstacles i nivells de dificultat. Pretendre realitzar un canvi estructural d'aquestes magnituds sense considerar-ne els impediments seria ingenu i poc efectiu. Per això, definir els principals obstacles permet, primerament, aprendre les raons per les quals existeixen i, seguidament, començar a traçar les vies que ajudin a superar-los.

De la mateixa manera que no tenir en compte els obstacles seria un error, és important no caure en el parany d'utilitzar-los com a coartada per evitar prendre les mesures necessàries. Per grans que siguin els obstacles, hem d'afrontar-los de manera que se'n pugui treure avantatge, encara que impliqui modelar els marcs i estructures socials, productives i econòmiques establertes.

La flexibilitat que ofereix l'economia de mercat permet que l'assignació de recursos s'efectuï de forma àgil, sempre sota la condició del rendiment econòmic que s'obtingui. Dit d'una altra manera, **les inversions només es fan efectives si existeixen expectatives d'obtenir-ne un rendiment**. Des d'aquesta perspectiva, podria donar-se un escenari on projectes, d'urgent implementació que mitiguessin els efectes de l'emergència climàtica i energètica, no siguin rendibles o prou competitius vers a models tradicionals.

Dit això, és probable que a mesura que els recursos energètics fòssils s'esgotin i el seu preu incorpori les externalitats negatives (els costos ambientals), el preu s'incrementi per la falta d'oferta i l'augment de costos. En aquest cas hi haurà incentius per buscar alternatives energètiques més barates que les convencionals, donant pas al desenvolupament de les renovables. El problema és que, com es pot deduir, els temps dels mercats, per si sols, no s'ajusten a la urgència d'implementar les mesures, sinó al moment que siguin rendibles.

És per això que **les dinàmiques del lliure mercat, en el marc de la TE, poden frenar el desplegament d'una alternativa energètica renovable** en el moment que es requereix. Per salvar el problema, l'eina més útil i efectiva que es pot emprar és la de la regulació estatal i de política pública. Així i tot, cal tenir en compte que cap regulació dels mercats està lliure de tenir algun tipus de conseqüència o *trade off*. Per exemple, es poden taxar les emissions de CO₂ per tal d'incentivar la transició dels agents econòmics a fonts energètiques renovables, augmentant-ne els costos de les fòssils. No obstant això, una taxació elevada podria incrementar excessivament els costos d'una activitat econòmica en particular, forçant-la a realitzar una inversió o, en el pitjor dels casos, a tancar si no té la capacitat financera per realitzar-la. Per tant, des de la perspectiva de la persona reguladora, es tractarà de buscar un equilibri en les taxes que desincentivin les emissions de forma progressiva sense ocasionar massa danys a l'economia.

Seguint la mateixa línia, s'extreu el determinisme econòmic que presenta l'agenda política, marcada per un **sistema electoral que prioritza les decisions a curt termini** (legislatures de quatre anys) que mantinguin certs nivells de rendiment econòmic i de creixement. Així, doncs, és possible que certes mesures derivades de la TE quedin posposades en benefici del creixement econòmic.

Per tant, ens situem en un context on la principal eina pel correcte funcionament de l'economia és el seu creixement, amb la possibilitat que deixi a la seva ombra altres mesures igualment importants que no són de caràcter purament econòmic. Per poder reencaminar aquesta realitat calen contundents mesures a través d'un sistema polític que presenta dificultats, per si mateix, d'afrontar el problema. En aquest sentit, és important recalcar la responsabilitat política del moment i la necessitat d'integrar el compromís i les mesures necessàries dins de l'agenda política que permetin assolir els objectius establerts.

A més, es podrien definir dos components polítics principals que dificulten el desplegament de la TE. En primer lloc, Espanya ha reiterat certa arbitriarietat a l'hora de crear un marc legal per la implantació d'energies renovables, induint així certa **desconfiança i inseguretat jurídica a l'hora de realitzar inversions**. Seguint en la mateixa línia, el model energètic espanyol s'ha caracteritzat per vicis oligopolístics, amb una concentració de poder que dificulta l'entrada de nous agents energètics. Pel que fa a Catalunya, les discrepàncies i **influències de poder respecte al territori agrícola i la gestió del paisatge està significant un dels frens principals per la implantació de renovables**.

Alguns dels obstacles amb què es pot trobar la indústria a l'hora de descarbonitzar-se poden ser la **incertesa dels costos del nou equipament** i les noves instal·lacions industrials, la qual cosa fa arriscat invertir en nou equipament capaç d'utilitzar una font energètica alternativa i renovable com per exemple energia elèctrica.

Moltes vegades, encara que la inversió en nous equips sigui rendible, el fet d'instal·lar-los pot requerir modificacions d'altres actius o processos i el cost d'aquests redissenys poden fer les inversions massa costoses. Per exemple, és possible recuperar l'energia provinent d'un condensador per utilitzar-la en un procés d'evaporació afegint un compressor mecànic de vapor (MVR), però requereix que la unitat d'evaporació o destil·lació sigui reconstruïda completament i per tant la inversió és molt costosa.

No només això, sinó que el fet d'adaptar les instal·lacions i la compra de nou equipament de forma prematura pot comportar temps de **retorn de la inversió inhabitualment llargs** en el sistema econòmic actual a curt termini, així com un nou tipus de manteniment; inversions que, probablement, acabaran repercutint en el preu final del producte i per tant pot representar un desavantatge competitiu a escala mundial d'unes empreses enfront d'unes altres que continuïn amb el vell sistema fòssil.

Tot el sistema energètic actual i les tecnologies per als seus usos estan dissenyats d'acord amb l'ús massiu de combustibles fòssils. Per tant, s'ha determinat gestionar el sistema energètic en funció de la demanda i s'ha obviat desenvolupar un potent sistema d'emmagatzematge de l'electricitat. El nou sistema energètic renovable ha d'invertir aquesta premissa bàsica i gestionar el sistema en funció de l'oferta (oferta de fonts energètiques primàries renovables). Això comporta desenvolupar el sistema d'emmagatzematge citat anteriorment. Un cop fet aquest gir (desenvolupament del sistema d'emmagatzematge i passar d'una gestió basada en la demanda a una gestió basada en l'oferta) probablement el nou sistema serà més fàcil de gestionar, més resiliència i més comprensible. El problema és passar d'un a l'altre.

En el cas de l'emmagatzematge massiu, la fabricació de l'hidrogen renovable és la forma principal d'obtenir hidrogen de zero emissions, i és a través del procés d'electròlisi on, utilitzant energia elèctrica, se separa la molècula d'aigua en dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen. Actualment, el procés d'electròlisi no només requereix noves instal·lacions per produir-lo sinó que la tècnica de l'electròlisi requereix rebre un flux constant d'energia elèctrica molt elevada. És necessari invertir en recerca i desenvolupament d'aquesta tecnologia per augmentar l'eficiència del procés.

Creixement econòmic i TE

Una de les qüestions pilars que poden sorgir amb el desplegament de la TE són les conseqüències econòmiques que pugui tenir. Per entendre els seus efectes, caldria fer una anàlisi exhaustiva sobre cada una de les esferes de la transi-

ció, la qual cosa no és l'objectiu del present estudi. Així i tot, si es pren com a condicionants de la TE certes dinàmiques de l'economia de mercat, es poden extreure alguns possibles escenaris de futur.

Un dels principals trets característics del model econòmic actual és la capacitat per desenvolupar i fer créixer la producció. L'expansió econòmica durant els últims 200 anys ha sigut exponencial i mai abans vista en tota la història de la humanitat. Actualment el principal indicador que utilitzen tots els països per identificar la salut de les seves respectives economies és el creixement del PIB.

A partir d'aquí, i no és nou anunciar-ho, se sap que la principal condició de l'economia de mercat és la seva expansió. La competència i la cerca de rendibilitat incentiva la millora de la productivitat i l'eficiència en els processos productius, tenint com a peça clau el desenvolupament de la tecnologia. Les millores tecnològiques en els processos permeten, per tant, a les empreses guanyar quota de mercat, sigui per l'abaratiment de costos o per les millores en la qualitat de la producció.

Altrament, un altre concepte important per tenir en compte és la velocitat de circulació del capital. Com menys barreres existeixin per al comerç i la inversió, més fàcilment es desenvolupen els mercats i, conseqüentment, la producció. En aquest sentit, la disposició de capital i la seva circulació és fonamental per alimentar l'engranatge productiu i, a la vegada, com més ràpida sigui, major valor es podrà generar. Dit d'una altra manera, com més veloç sigui el retorn de la rendibilitat, més ràpidament es podrà reinvertir i, per tant, el valor que es genera s'obté en un període més curt de temps. En resum, l'economia de mercat no només incentiva l'expansió de la producció sinó que també l'accelera.

La forma en què s'observen aquestes dues condicions es tradueixen en les innovacions dels processos productius que comencen amb la mecanització als inicis de la indústria i la seva evolució fins a la robotització i automatització. Respecte a la velocitat de circulació, es tradueix en diferents terrenys, ja sigui per mitjà de l'obertura al lliure comerç i millores en el transport de mercaderies o pel desenvolupament de tecnologies per a la transmissió d'informació.

En aquest context, es poden plantejar dos escenaris contradictoris però simultanis en el temps a efectes del desenvolupament econòmic derivat de la TE.

Per una banda, s'ha vist que la TE és transversal i no se centra únicament en la generació d'energia. Per assolir-la, també s'han d'integrar innovacions derivades de la Indústria 4.0 i l'IoT, així com canvis en els models de consum i de mètodes productius per a l'estalvi de recursos materials i energètics derivats de l'economia circular. Des d'aquesta perspectiva, la TE encaixa amb les condicions plantejades anteriorment, significant així una possible eina acceleradora de la producció. D'una banda, i de forma directa, si els preus relatius de l'energia renovable generada a Catalunya esdevenen iguals o més baixos que els de la mitjana dels mercats internacionals, la competitivitat de l'economia catalana es veuria beneficiada. De l'altra, des de la perspectiva empresarial, les empreses que millorin els seus mètodes productius amb tecnologies que permetin una reducció del consum de recursos estalviaran en costos, millorant la seva posició als mercats.

Des de la perspectiva de la TE, les innovacions a la Indústria 4.0 permeten millores en eficiència energètica, electrificació i digitalització. No obstant això, la seva naturalesa neix de la cerca i millora de la productivitat. A més, les innovacions derivades de la millora de la logística i de la transmissió d'informació vinculades a l'IoT imprimeixen un escenari on les possibilitats per accelerar la producció i la circulació de capital es vegin incrementades.

A més, tenint en compte els nivells d'inversió que s'han d'efectuar en béns d'equip i en infraestructures, l'efecte multiplicador en l'economia catalana podria ser substancial. Les inversions involucren diferents indústries i serveis intermediaris, els quals, amb les seves activitats particulars, haurien d'augmentar la demanda agregada de l'economia i impulsar el seu creixement.

No obstant això, el desplegament de la TE sota les dinàmiques d'expansió dels mercats podria presentar algunes contradiccions amb els seus objectius últims.

En primer lloc, la millora generalitzada de l'eficiència energètica podria induir a l'efecte rebot o *Paradoxa de Jevons*. La baixada de la factura energètica des del punt de vista empresarial, podria suscitar un increment del consum agregat de recursos energètics. No només això, sinó que en un context de creixement econòmic com el plantejat pel primer escenari, el més probable és que també augmenti el consum de recursos.

En segon lloc, les mesures que es puguin derivar de la TE per reduir les emissions i el consum, com per exemple la taxació de recursos o activitats, poden significar una barrera per a l'expansió de la producció. Hi ha sectors que se'n podrien veure perjudicats, especialment aquells on les empreses no tinguin capacitat financera per invertir en nous equipaments i, en particular, si les inversions a realitzar no impliquen una millora del producte que puguin oferir, de manera que l'increment dels costos no es pugui compensar amb un increment de preus. En aquesta situació, la demanda agregada es podria veure reduïda si l'expansió derivada de les noves inversions no és suficientment gran.

A partir d'aquí, els efectes del desplegament de la TE poden prendre diferents direccions a escala econòmica. D'una banda, l'expansió a través de la millora de la productivitat, l'eficiència i l'increment de la demanda ocupacional pot generar un increment del PIB. D'altra banda, les restriccions, taxacions i desmantellaments de sectors desfasats per frenar el creixement del consum de recursos pot implicar, a la vegada, una barrera per a l'expansió econòmica. Tanmateix, els dos escenaris poden ser simultanis i la força dels seus efectes dependrà de l'escenari que es prioritzi en el transcurs de la TE.

Si es pren com a únic referent el creixement del PIB per reconèixer el desenvolupament econòmic, és probable que les mesures per impulsar la TE generin contradiccions amb el seu creixement i viceversa. Ara bé, si s'introdueixen nous indicadors socioeconòmics alternatius, com l'Índex de Desenvolupament Humà (IDH) o indicadors que reflecteixin la petjada ecològica, per posar algun exemple, la perspectiva econòmica deixaria de ser purament productivista i es podrien comptabilitzar, no només els guanys induïts per la producció, sinó també els costos que en genera. En aquesta línia, els efectes positius no observables en el PIB, com la millora de la qualitat de l'aire o l'ús d'energies renovables vers fòssils, quedarien quantificats, compensant així la perspectiva que s'obté dels efectes negatius amb relació a la caiguda del PIB. El canvi de paradigma de la TE implica reformular la perspectiva del que s'entén per desenvolupament econòmic.

08 |

Impactes a
l'ocupació
i la formació

L'estudi de les revolucions industrials es pot prendre des de diferents perspectives, sigui a través del desenvolupament tecnològic, econòmic o de canvi social. Des d'una perspectiva social i laboral, la primera i segona revolució industrial van significar grans transformacions. La primera va iniciar l'èxode rural de camperols en direcció a les grans ciutats i fàbriques. La segona va transformar els mètodes d'organització del treball a la recerca de millores en la productivitat, amb el fordisme (producció en cadena) i el taylorisme (tècniques amb base científica d'organització industrial) com a exponent d'aquestes transformacions.

Ara se sap que la TE significa un procés de grans canvis en termes de producció (robotització, IA), d'energia (renovables) i de transferència d'informació (Internet). Les tres esferes estan interconnectades i alimenten el procés de canvi. A més, aquests processos estan sent accelerats per les institucions per tal de resoldre l'emergència climàtica i energètica tan aviat com sigui possible. En aquest sentit, oblidar la vessant social dels processos de canvi podria significar un error històric que, en el cas de no prendre-hi mesura, podria implicar un agreujament dels efectes negatius del canvi, com l'increment de l'atur o les desigualtats.

Malgrat tenir una importància vital, especialment si es volen planificar, els processos de canvi social derivats de la TE donen lloc a una llarga anàlisi que no és l'objecte principal d'aquest estudi. En conseqüència, aquest capítol tracta d'introduir els efectes que pot tenir la TE en el món laboral català, oferint una aproximació de les tendències que estan per venir i de les mesures que haurien de permetre evitar els possibles danys que pot ocasionar la TE.

Tot i que la TE planteja grans dubtes i reptes sobre el factor treball, cal ressaltar que els canvis no aniran acompanyats d'un detriment del treball, sinó que l'enfortiran, especialment durant l'etapa de transició en la qual s'operarà una immensa transformació en tots els àmbits. Efectivament, existiran certes activitats que quedaran obsoletes i, per tant, demanaran una actualització de les competències de les persones, però n'hi haurà d'altres que generaran nous llocs de treball. Tanmateix, cal que la transició tingui una implantació justa i estigui governada per les persones.

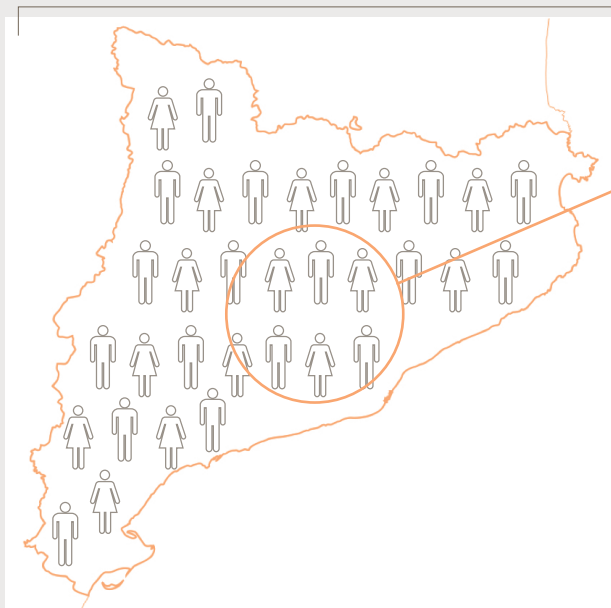
Per poder estimar quines conseqüències tindrà aquesta transició sobre el treball (augment o disminució de la demanda i canvi en les tasques o competències) s'han avaluat 506 perfils professionals descrits a la Classificació Catalana d'Ocupacions (CCO-2011). Fruit d'aquesta avaluació, es preveu que 104 ocupacions estiguin afectades per la TE. D'altra banda, per veure l'impacte de cada perfil segons el nombre d'ocupants, s'han fet avaluacions tenint en compte el nombre de persones que ocupen aquell perfil professional. Per obtenir aquesta darrera dada s'ha seleccionat una mostra (que engloba els 506 perfils professionals) d'1.671.179 persones ocupades a Catalunya¹³. Sobre aquest total, 187.913 persones formen els 104 perfils professionals afectats per la transició i són doncs aquests perfils i aquestes persones les que s'han analitzat en detall (vegeu la figura 30). A la segona part de l'Annex es troben les 506 avaluacions.

13 Correspon al nombre de persones distintes que han signat algun contracte durant el període de març del 2019 al febrer del 2020.

FIGURA 30

Mostra seleccionada i avaluada a l'estudi

3.478.100* persones ocupades
(representades per 506 perfils professionals CCO-2011)



MOSTRA
1.671.179** persones ocupades
(representades per 506 perfils professionals CCO-2011)

Avaluació
d'afectacions
de la TE

187.913 persones ocupades
(representades per 104 perfils professionals CCO-2011)

=



Perfils professionals i nombre d'ocupants
analitzats en profunditat



Notes:

* Població de Catalunya total ocupada (IDESCAT-4T 2019).

** Persones distintes que han signat algun contracte durant el període de març del 2019 a febrer del 2020.

Font: pròpia.

Anàlisi ocupacional

Durant el procés d'avaluació s'han identificat els possibles canvis en cada perfil professional necessaris per abordar els reptes de la TE. Aquesta informació s'ha utilitzat posteriorment per definir recomanacions pel que fa a les actualitzacions de les competències de les persones ocupades.

De les 506 ocupacions, s'extreuen aquelles que es consideren afectades per la TE tenint en compte dos factors principals: si la seva demanda es veu incrementada o reduïda, i si la seva afectació requereix un canvi de tasques o una formació complementària.

Considerant només aquells perfils professionals que tenen una repercussió a la demanda o a les tasques i competències, s'arriba a un total de 104 ocupacions i 187.913 professionals afectats per la transició. Aquestes són les ocupacions i les persones que s'han analitzat en profunditat.

S'han identificat nou categories segons les activitats que realitza cada un dels 104 perfils professionals:

- **Gestió:** engloba les ocupacions derivades de l'administració industrial, serveis i gestió energètica.
- **Ensenyament:** conjunt d'ocupacions dedicades a la formació de tipus bàsica i superior.
- **Disseny de productes, serveis o processos:** ocupacions dedicades a la realització de productes, el seu disseny i mètodes de producció en concordança amb la TE.
- **Instal·lació de nous sistemes:** noves ocupacions potencials destinades a la instal·lació de dispositius industrials i energètics vinculats a la TE.
- **Manteniment, ús o reparació:** conjunt d'ocupacions destinades al correcte funcionament de les noves instal·lacions derivades de la TE.
- **Eficiència energètica (i de consum de recursos en general):** conjunt d'ocupacions destinades a l'optimització de recursos i l'ús energètic.
- **Recerca i desenvolupaments tecnològics:** ocupacions de caràcter tècnic amb la funció d'innovar en tecnologies relacionades amb la TE.
- **Desmantellament:** ocupacions destinades a la desinstal·lació de maquinària i sistemes energètics tradicionals, com per exemple els d'origen fòssil o les centrals nuclears.
- **Tractament de materials i residus:** conjunt d'ocupacions dedicades a la gestió dels materials, el seu reciclatge i la seva reposició.

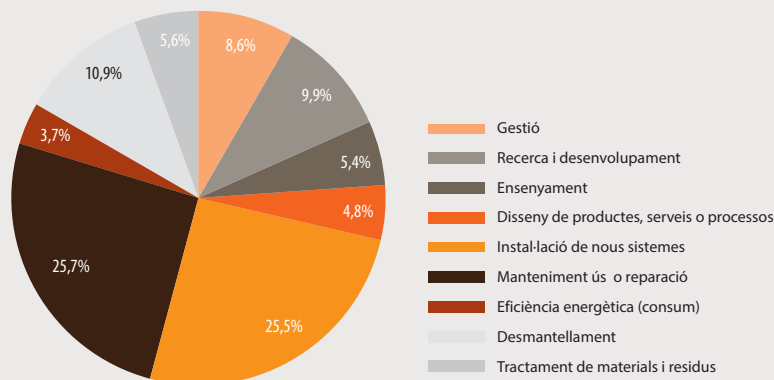
Afectacions a l'ocupació

Un cop definits els diferents subgrups ocupacionals afectats, el primer pas és analitzar quina distribució percentual ofereixen, no solament per ocupació sinó per nombre de persones que ocupen un perfil professional en concret. Per exemple, el subgrup d'ensenyament conté 6 perfils professionals i 9.229 persones ocupades i el subgrup de disseny de productes, serveis o processos conté 24 perfils professionals i 8.105 persones ocupades. Per tant, si es té en compte el nombre de persones ocupades i no solament el nombre de perfils, es pot veure el pes relatiu (més aproximat a la realitat de Catalunya) que té cada subgrup i es pot veure si n'hi ha algun que presenti una importància relativa més elevada. La figura 31 mostra el pes relatiu de cada subgrup en funció del conjunt de persones ocupades representades pels 104 perfils professionals.

Com es pot observar a la figura 31, els subgrups més afectats per la TE (segons el seu nombre de persones ocupades) són: manteniment, ús o reparació; instal·lació de nous sistemes i desmantellament. Junts representen al voltant del 60% del total de les persones ocupades afectades per la TE.

FIGURA 31

Persones ocupades afectades per la TE segons diferents subgrups (total: 187.913 persones) (en percentatge)



Font: pròpia.

Aquesta dada és significativa, ja que aquest tipus d'ocupacions poden ser transitòries, és a dir, efectives durant el procés de la TE, però es caracteritzen per la seva temporalitat. Per exemple, la instal·lació de nous panells solars fotovoltaics requereix un increment d'operadors i operadores que facin la instal·lació, però en la mesura que sigui efectiva, la demanda serà decreixent. Amb relació al desmantellament, la situació és similar. Els principals processos de desmantellament són els de les plantes nuclears i aquelles que utilitzen recursos fòssils energètics tradicionals. Un cop efectuat el desmantellament, les ocupacions implicades no tindran una substitució directa clarament definida.

Amb això el que es vol mostrar és que, si bé el procés de la TE presentarà oportunitats d'ocupació intensives en mà d'obra, una part important d'aquestes oportunitats poden presentar certa temporalitat i, a més, poden no ser de gran valor afegit.

S'ha vist que 104 de les 506 ocupacions es veuen afectades, les quals suposen 187.913 persones en total. La seva distribució és variada i presenta força diversitat. Dins de les ocupacions afectades, el grau d'impacte sobre la demanda laboral pot mostrar-se de signe positiu i negatiu, a més de tenir diferents graus d'afectació. D'aquesta manera, per realitzar l'anàlisi, s'han categoritzat els diferents nivells d'impacte (5) oferint una classificació qualitativa que mostri els graus d'afectació i la tendència general en les ocupacions afectades per la TE.

Les cinc categories amb relació al canvi de la demanda són:

- **Augment alt:** ocupacions que es requeriran de forma directa per dur a terme la TE i on hi haurà un augment de la demanda.

- **Augment mitjà:** ocupacions afectades positivament de forma indirecta, i per tant hi haurà un augment de la demanda.
- **Sense impacte:** ocupacions que no tindran canvis significatius en la demanda però que requeriran una modificació en les tasques de l'ocupació i/o d'una formació complementària.
- **Reducció mitjana:** ocupacions afectades negativament de forma indirecta, i per tant hi haurà un descens de la demanda.
- **Reducció alta:** són aquelles ocupacions que, de forma directa amb l'aplicació de la TE, tendiran a desaparèixer.

Les hipòtesis per determinar l'augment de la demanda vénen determinades per:

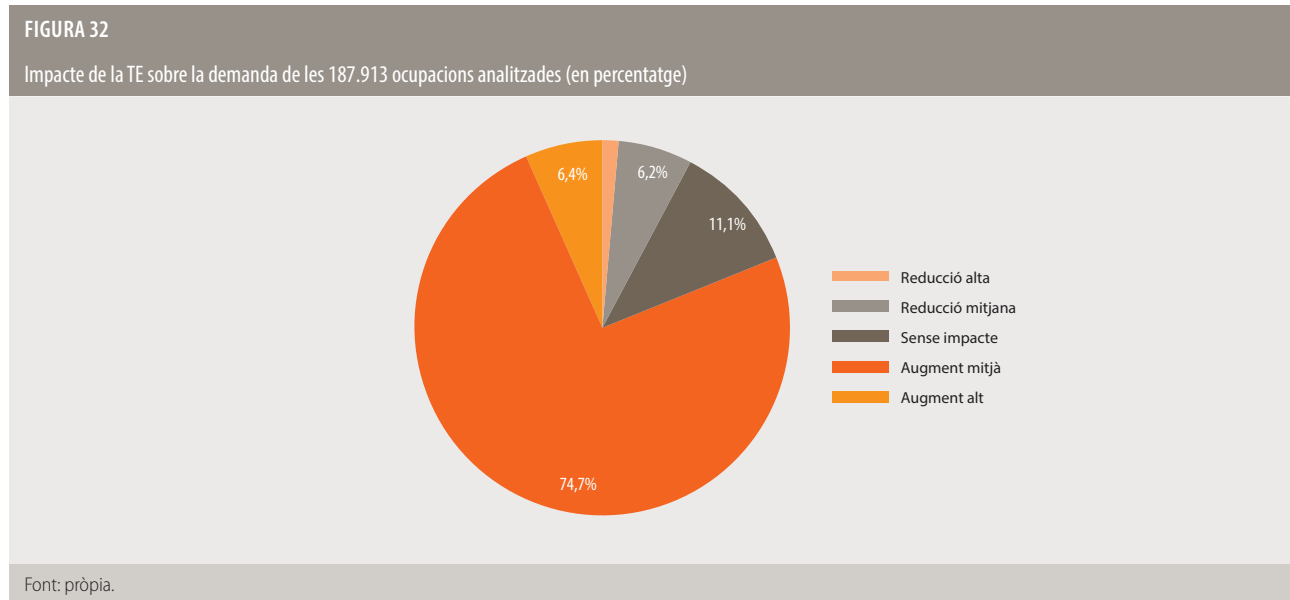
- Mesures del PNIEC 2021-2030, especificades a la segona part de l'Annex.
- Plans per rehabilitació i restauració d'edificis així com noves legislacions en matèria mediambiental per l'execució de noves obres energèticament eficients.
- Polítiques de formació especialitzada per a diferents col·lectius.
- Augment de les ocupacions directament relacionades amb energies, materials i processos tecnològics que siguin una peça clau per dur a terme la TE.
- Altres ocupacions que tinguin un impacte mitjà són les que tenen un impacte indirecte com, per exemple, aquelles que es deriven de processos que van agafats de la mà de la TE, com l'arribada de la Indústria 4.0, l'economia circular, etc. D'aquests sectors sorgeixen ocupacions com enginyers/es industrials i dissenyadors/es, claus per a la introducció de processos productius circulars i eficients, així com estadístics/es i tècnics/es en gestió de dades, ja que la logística és un derivat important de la TE a l'hora d'optimitzar l'eficiència, especialment amb relació al transport.

Les hipòtesis per determinar la reducció de la demanda vénen determinades per:

- Les mesures previstes pel PNIEC i PNETEC.
- Les polítiques de desmantellament i reducció del pes industrial d'aquells sectors que més contribueixen a l'agreujament del canvi climàtic.
- La contracció de sectors tradicionals amb dependència de recursos energètics fòssils.

Diferents exemples d'ocupacions que es veuen afectades negativament per la implantació de la TE serien tècnics/es en refineries de petroli i gas natural, expenedors/es de gasolina, miners/eres i altres operadors/es d'instal·lacions mineres, etc.

D'acord amb les hipòtesis que determinen el grau d'impacte en la demanda d'ocupacions, s'han analitzat les 104 ocupacions afectades assignant-les-hi una categoria de grau d'impacte a cada una. La figura 32 mostra la distribució aproximada segons el nivell d'impacte potencial sobre la demanda que la TE pot generar.



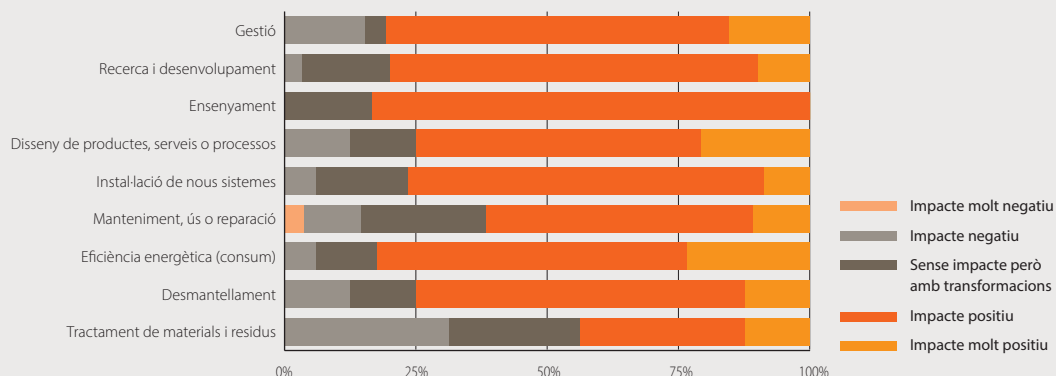
Aproximadament el 82% de les 187.913 ocupacions afectades veuen la seva demanda afectada positivament. Com es pot observar, la TE a Catalunya es presenta com una oportunitat per a la creació de nous llocs de treball durant els pròxims anys d'implantació d'actuacions.

La figura 33 mostra els nivells d'impacte sobre la demanda ocupacional de cada subgrup. S'observa que cada un dels subgrups presenta més del 50% d'impacte positiu sobre la demanda i, per tant, el balanç global entre creació i destrucció de llocs de treball per la TE a Catalunya, representa, en general, un impuls positiu en la creació de llocs de treball.

El cas de tractament de materials i residus presenta certes característiques particulars en el grau d'impacte que mereixen ser analitzades. Tal com es pot observar és el subgrup que més impacte negatiu rep. Encara que pugui semblar contradictori amb l'impuls que ha de donar la TE al tractament de materials, aquest subgrup inclou ocupacions que gestionen i extreuen recursos minerals primaris. La demanda d'aquestes ocupacions presenta una tendència decreixent, en primer lloc, pels objectius plantejats per la TE de reduir-ne el consum i, en segon lloc, el creixement previst del sector del reciclatge i reaprofitament fa que s'afegeixi un nou competidor en els mercats de materials, minvant la competitivitat de les activitats tradicionals i absorbint les ocupacions de les indústries extractives.

FIGURA 33

Impacte de la TE sobre la demanda d'ocupacions diferenciat en subgrups (en percentatge)



Font: pròpia.

La principal raó per la qual tots els subgrups reben un impacte positiu sobre la demanda és, en general, perquè la TE es caracteritza per introduir nous subsectors dins del sistema energètic. Per exemple, l'aparició de microxarxes implica, no només la instal·lació de nous equipaments que incrementaran la demanda de muntadors i muntadores, sinó que també conformaran l'assentament d'estructures empresarials que les gestionin.

Continuant amb l'exemple, els cinc subgrups que es veuen implicats són: gestió; recerca i desenvolupament; disseny de serveis; instal·lació de nous sistemes i eficiència energètica. D'aquests cinc, la gestió, tant energètica com empresarial, té un impacte directe, mentre que el disseny de serveis, la recerca i l'eficiència energètica es veuen afectats indirectament. Per una banda, la introducció de noves tecnologies permet l'exploració de noves formes d'explotació econòmica, obrint la porta a innovacions en matèria de serveis i productes i, per altra banda, el fet que aquestes tecnologies estiguin en un procés inicial d'implementació dona espai per a la seva millora i maduració, la qual es fonamenta en processos de recerca i desenvolupament, buscant també el control estratègic per a una millora de l'eficiència energètica.

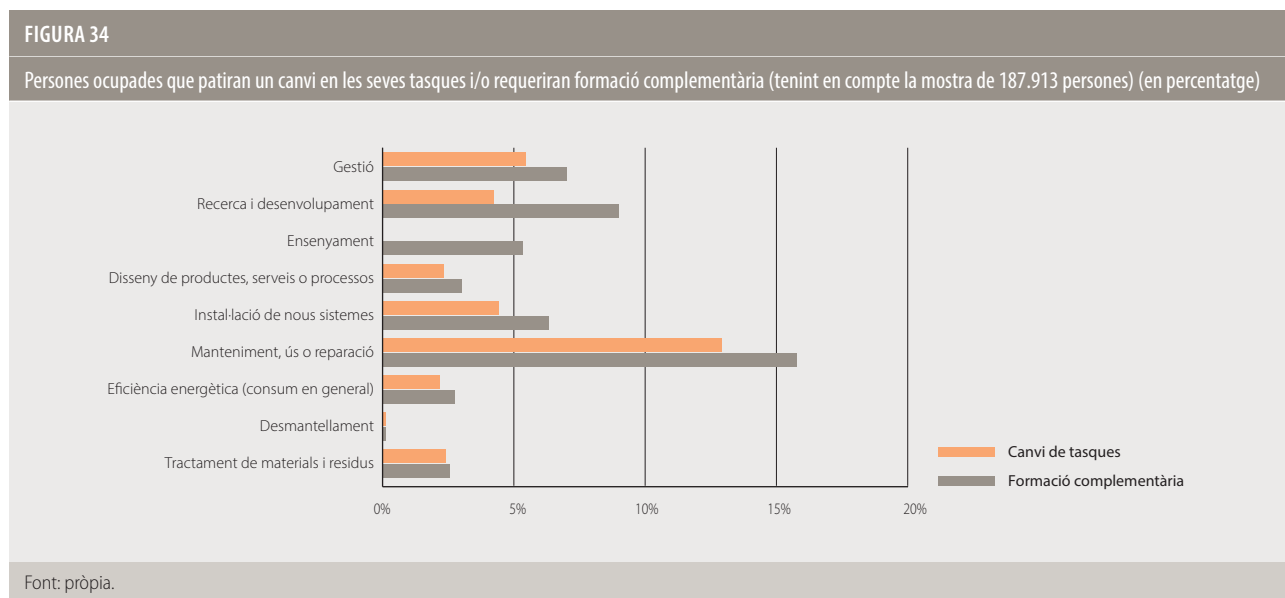
D'aquesta manera, per tal de quantificar els efectes sobre cada subgrup, el que es té en compte és, en primer lloc, si tenen una afectació directa d'acord amb les noves mesures i infraestructures que la TE requereix i, en segon lloc, si es veuen afectades per aquelles condicions que no corresponen purament a la TE però que hi tenen un lligam. En aquesta línia, l'IoT i la Indústria 4.0 són processos que s'apliquen conjuntament amb la TE per la seva condició per electrificar i digitalitzar tots els processos industrials de tal forma que s'assoleixen millores significatives, entre altres coses, en la gestió i distribució energètica.

Un cas exemplificador en el qual s'han tingut en compte aquestes qualitats indirectes de la TE és el de la mobilitat elèctrica. S'observa que els nous vehicles elèctrics (sector directament implicat amb la TE) es complementen amb

nous tipus de mobilitat, basada en la servitització i, a més llarg termini, la conducció autònoma. L'entrada de nous vehicles elèctrics es veu incentivada per la TE, que a la vegada busca incrementar els nivells d'eficiència en els processos de fabricació i mobilitat i nous serveis gràcies a les oportunitats que ofereix l'IoT.

Afectacions a la formació i a les tasques

Aquest apartat analitza la potencial afectació de la TE sobre les tasques i formació de les ocupacions afectades per subgrups professionals. El canvi de tasques fa referència a la possible transformació de l'ocupació, la qual requereix canviar algunes de les seves tasques seguint les noves demandes de la TE. De la mateixa manera, aquesta renovació en les ocupacions pot implicar la necessitat d'introduir una formació complementària per tal de garantir una correcta transició en les tasques.



La figura 34 i la taula 3 presenten les estimacions realitzades sobre els efectes esmentats per cada subgrup d'ocupacions. Cada subgrup mostra el pes relatiu de les seves persones ocupades que poden presentar canvis, tant en tasques com en formació, respecte al total de les ocupacions. El valor de les ocupacions ve determinat per mitjà de l'anàlisi per subgrups, el qual es refereix al nombre potencial de llocs de treball (361.286) i no de persones.

S'observa que la majoria dels subgrups tenen un percentatge dels seus ocupats que requereixen un canvi de tasques amb l'arribada de la TE. Ensenyament es presenta com a cas particular, ja que sense haver de canviar les seves tasques de forma directa, és molt probable que requereixi canvis profunds en el model educatiu, adaptant-se a les noves demandes de la TE a la vegada que s'introdueixen mecanismes de conscienciació i sensibilitat, tant per a les futures generacions com per a la ciutadania en general.

TAULA 3		
Nombre d'ocupats que patiran modificacions a les tasques i/o requeriran una formació complementària		
OCUPACIONS AMB AFECTACIONS	NOMBRE D'OCUPATS AMB CANVI DE TASQUES	NOMBRE D'OCUPATS AMB NECESSITAT D'UNA FORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA
Gestió	9.431	11.921
Recerca i desenvolupament	7.250	15.390
Ensenyament ¹⁴	0	9.132
Disseny de productes, serveis o processos	3.995	4.414
Instal·lació de nous sistemes	7.541	7.541
Manteniment, ús o reparació	22.126	26.984
Eficiència energètica (consum en general)	3.727	4.711
Desmantellament	202	202
Tractament de materials i residus	4.114	4.398
Total	58.386	84.692
Percentatge respecte al total de persones ocupades per subgrups	34,23%	49,66%

Font: pròpia.

Tot i que algunes ocupacions canviaran les seves tasques en gran mesura, algunes poden presentar canvis més difusos, però igualment influenciades per la TE. La suma de totes aquestes ocupacions és de 58.386 persones, suposant gairebé un 35% del total dels ocupats analitzats (187.913).

Un clar exemple és el potencial canvi d'activitats que hauran de dur a terme els expenedors i expenedores de gasolina. Amb l'arribada dels vehicles elèctrics i les electrolineres, el personal haurà de dur a terme activitats específiques que requereixin els vehicles elèctrics, des d'un canvi de bateries fins al coneixement i selecció de connectors amb voltatge específic i, per tant, les tasques executades fins al dia d'avui no seran les mateixes a dur a terme un cop s'implementin les electrolineres i desapareguin les gasolineres.

Un altre cas exemplificador, com s'ha comentat amb anterioritat, és el dels professionals de l'enginyeria, així com el de les persones que s'ocupen del disseny. Si bé les seves tasques no es veuran afectades en el seu sentit més pur, sí que requereixen canvis en les seves funcions en equips de treball, introduint la figura professional que s'ocupi de l'anàlisi i introducció de nous processos productius i dissenys de productes que permetin funcionar amb consonància de les noves condicions de la TE. En aquesta línia, serà de vital importància el control i la garantia que els processos siguin eficients, viables energèticament i sostenibles, així com la implementació de l'ecodisseny dins de la indústria per tal que hi hagi una introducció progressiva de l'economia circular en els processos productius.

¹⁴ Es considera que el sector de l'ensenyament no presenta canvis en les tasques degut a la seva naturalesa. És el contingut i el model d'ensenyament el que haurà de canviar, marcant les pautes de transformació i canvi de paradigma que presenta la TE.

D'altra banda, el nombre d'ocupacions que requeriran formació complementària és sempre, a cada subgrup, igual o superior al nombre d'ocupacions que patiran canvis en les tasques.

Clarament, per a les ocupacions que tindran un canvi en les tasques es requerirà una formació complementària. El tret significatiu és que hi ha ocupacions que no presenten canvis en les seves tasques però que sí que requeriran formació complementària. Això és degut a l'entrada de nous conceptes, processos i metodologies pròpies de la TE que generaran la necessitat d'actualitzar els coneixements de les ocupacions.

L'exemple més clar és el de l'ensenyament, en el qual les tasques seguiran sent les mateixes, però el seu contingut s'haurà de renovar de tal manera que l'educació que s'ofereixi estigui en consonància amb les necessitats que es requereixen per dur a terme la TE i assentar-ne les bases del coneixement. De fet, és precisament a l'ensenyament on els nous mètodes i continguts hauran de servir com a eina per tal que els canvis de model socioeconòmic penetrin progressivament i de forma transversal.

D'aquesta manera, la suma de persones ocupades que exigiran una formació complementària ascendeix a 84.692, les quals suposen el 51% del total de persones analitzat (187.913).

En definitiva, s'aprecia un important condicionant intrínsec de la TE que, si més no, requerirà importants inversions en educació i formació per part d'empreses privades i institucions públiques per tal de garantir una TE sòlida i justa des de la perspectiva de la rotació i l'actualització laboral.

Afectacions a la formació i les tasques segons impacte sobre la demanda

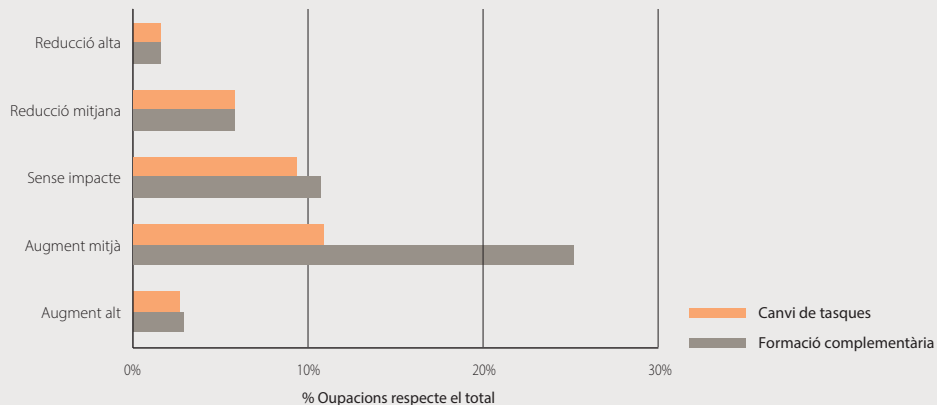
En aquest apartat, s'analitza el conjunt de persones ocupades afectades des de la perspectiva de l'impacte sobre la demanda i la seva relació amb els canvis de tasques i la necessitat de complementar la formació dels treballadors/es. La figura 35 resumeix les dades corresponents.

S'observa que, en aquest cas, els canvis de tasques i formació complementària es presenten de forma equitativa en la majoria de les categories segons el grau d'impacte sobre la demanda. La principal excepció és la de l'augment mitjà de la demanda, on les persones ocupades que requereixen una formació complementària doblen, aproximadament, el nombre de persones que tindran canvis en les seves tasques. Tenint en compte que la TE suposa un increment en la demanda ocupacional i, per tant, en la creació de llocs de treball, es veu que al mateix temps aquestes ocupacions (els 104 perfils representats per 187.913 persones) presenten característiques innovadores que requereixen nous tipus de formació.

Per tal que la TE serveixi, a més, de catalitzadora per a la creació de nous llocs de treball, es posa en relleu la vital importància que tindrà la inversió en ensenyament i formació, de manera que s'introdueixin les bases que permetin una correcta adaptació de les persones treballadores per al nou paradigma ocupacional. La formació es considera vital pel fet que en el cas de no ser efectiva, podria suposar un fre per a la TE, ja que l'escassetat de persones correctament formades pot significar l'encariment dels costos de cada projecte. L'escassetat de l'oferta i l'augment de la demanda ocupacional poden incrementar els salaris del sector, reduint la seva competitivitat i fins i tot fent que alguns projectes siguin inviables a curt termini.

FIGURA 35

Impacte de la TE sobre la demanda



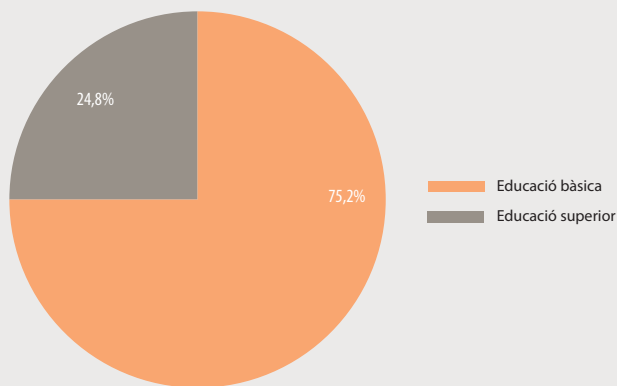
Font: pròpia.

Nivells formatius actuals

Referent a la formació, s'avalua si la modificació en les tasques dins de cadascun dels perfils professionals deguts a la TE implica una necessitat de formació addicional o complementària als treballadors i treballadores. Les figures 36 i 37 mostren certes característiques per tenir en compte amb relació al nivell formatiu de les ocupacions afectades.

FIGURA 36

Nivell formatiu de les persones que ocupen els 104 perfils professionals analitzats



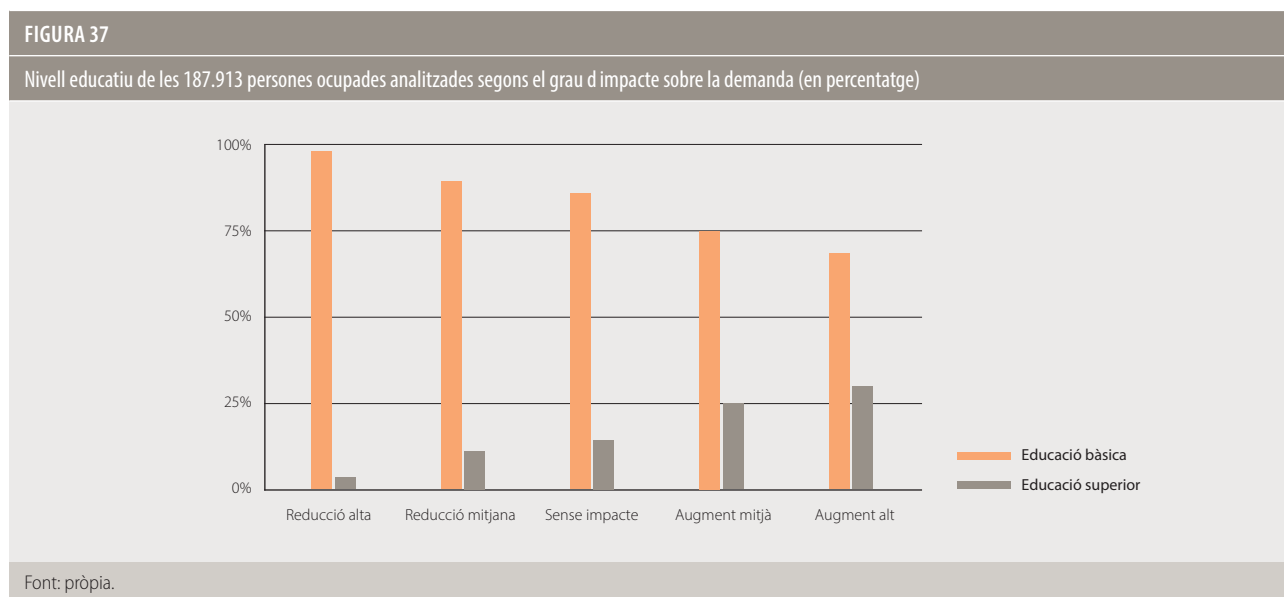
Font: pròpia.

Es distingeix entre formació bàsica i formació superior. Per realitzar aquesta distinció, el criteri s'ha definit dividint entre:

- Formació bàsica: estudis primaris, secundaris, batxillerat i FP.
- Formació superior: totes aquelles formacions que suposin un increment del nivell educatiu, des de tècnics superiors fins a estudis universitaris de segon i tercer cicle.

La figura 36 mostra que gairebé el 80% dels perfils professionals que es veuen afectats per la TE a Catalunya tenen nivells formatius d'educació bàsica.

No obstant això, el que mostra la figura 37 és que, de totes les persones ocupades afectades, aquelles que tenen un impacte negatiu en la demanda tenen nivells d'educació bàsica. En canvi, s'observa una correlació positiva entre creació de llocs de treball i nivells d'educació superior. És a dir, l'augment en la demanda de certes professions es veu afectada en major mesura per aquelles ocupacions que tenen nivells educatius superiors.



Això és un factor important, tenint en compte que els perfils professionals que es generarien gràcies a la TE són, en general, de major valor afegit. Aquest fet comporta que els nous llocs de treball tinguin nivells salarials més elevats gràcies a la productivitat i valor afegit, així com una millora de la competitivitat industrial de l'economia catalana.

A més, la tendència creixent de demanda de treballs qualificats serveix com a clar indicador de la important i necessària inversió en educació i formació per tal que els futurs treballadors i treballadores estiguin preparats per incorporar-se al mercat de treball.

Si es tenen en compte les dades a l'apartat de tasques, es pot veure que no només les noves ocupacions requeriran major nivell educatiu sinó que aquelles ocupacions que es veuen afectades negativament també pateixen canvis en les seves tasques.

Si bé es preveu que la majoria d'ocupacions tindran un augment en la seva demanda, cal tenir en compte els seus efectes temporals i personals amb relació a la capacitat de substitució de les ocupacions més afectades. És possible que els perfils professionals que vegin reduïda la demanda de la seva ocupació no puguin ser incorporats en aquelles altres ocupacions on la demanda augmenta a causa de la diferència en els nivells educatius. És a dir, aquelles ocupacions que mantindran les seves tasques tenen nivells educatius superiors. Per tant, caldrà tenir en compte i trobar la fórmula per reincorporar aquells treballadors i treballadores que no siguin fàcilment transferibles als nous llocs de treball, de manera que la TE no suposi un accelerador de les desigualtats causades per les millores tecnològiques i de productivitat.

Oferta educativa i laboral

Tendències

Amb l'entrada de la Indústria 4.0 i l'IoT, serà fonamental la formació i l'entrada al mercat de nous treballadors i treballadores dedicats a l'anàlisi de dades, la logística i el *blockchain*. Aquestes temàtiques estan en constant expansió i tenen la capacitat d'integrar i optimitzar tot allò que estigui relacionat amb gestió i eficiència energètica. Aquest fet produirà un canvi de paradigma en les persones que són necessàries a l'empresa i, per tant, es requeriran formacions especialitzades en l'àmbit de la digitalització i bases de dades.

Degut a la nova legislació en matèria mediambiental, les construccions d'obra nova hauran de ser no només eficients energèticament sinó que també hi haurà la responsabilitat d'incorporar materials reutilitzables (Masseck, T., 2018). Per tant, les ocupacions relacionades amb aquest sector, hauran de rebre una formació complementària per assolir els coneixements necessaris per dur a terme les seves tasques complint amb les noves normatives.

La millora en els processos i la innovació en camps de reaprofitament de recursos, farà necessari un reenfocament de les activitats empresarials i, conseqüentment, una formació d'acord amb aquests canvis.

Potencials canvis de formació segons subgrups

Com s'ha mostrat anteriorment, hi ha una sèrie de perfils professionals en els quals s'estima que la demanda augmentarà, així com alguns d'altres on les tasques variaran i es requerirà una formació complementària per poder dur a terme la professió de forma eficient.

Segons cada subgrup, i per tal que els treballadors i les treballadores assoleixin les competències requerides per dur a terme les seves activitats ocupacionals, serien necessàries algunes de les següents transformacions:

Gestió: moltes ocupacions de gestió no requereixen una formació específica més enllà de conèixer i adaptar-se a les noves normatives. La importància dels seus canvis recau especialment en la capacitat d'anàlisi des d'una perspectiva àmplia i transversal que maximitzi la sostenibilitat de la seva gestió (minimitzar impactes, resiliència, reciclabilitat i evitar l'obsolescència). Per exemple, la direcció empresarial, a part d'actualitzar-se amb noves normatives, haurà d'adaptar les seves gestions d'acord amb la TE i la producció ecològica, fet que canviarà la perspectiva amb la qual s'introdueixen els nous models de negoci i de gestió empresarial. D'aquesta manera, la gestió requereix ser actualitzada per mitjà de formacions curtes en sostenibilitat, anàlisi de processos i control de recursos energètics, garantint els coneixements necessaris per resoldre els reptes que pugui encadenar la TE.

A partir d'aquí, també s'afegeixen noves figures administratives destinades a la gestió energètica de les empreses per tal d'assegurar que es posicionin dins els marcs legals d'emissions i consum. Aquesta figura presenta un bon potencial des de la perspectiva empresarial, ja que la diversificació de l'oferta energètica obre la porta a una variació dels preus més dinàmica (major competència entre productors), incentivant el control del consum energètic per tal d'optimitzar-ne els costos i oferir a l'empresa una posició més competitiva als mercats.

Recerca i desenvolupament: és molt probable que les empreses transformin els departaments de recerca i desenvolupament per tal d'adaptar el sistema productiu a la TE i desenvolupar nous processos i productes que harmonitzin amb altres condicionants de la TE i el canvi climàtic com l'economia circular i la Indústria 4.0. Si bé no suposa un canvi en les tasques, l'actualització dels processos formatius vinculats a la TE són vitals per assentar unes bases sòlides per iniciar el procés de transformació.

Ensenyament: els perfils professionals relacionats amb l'ensenyament estan en constant formació, una part del professorat de graus i màsters tècnics-científics enfocats en energia i processos hauran de centrar-se en la TE per tal de proporcionar les eines i els coneixements per al futur marc laboral condicionat a la TE. D'aquesta manera, es fa imprescindible la presència de nous actors en tots els ensenyaments per conceptualitzar i introduir el canvi de paradigma que presenta la TE, sensibilitzant i conscienciant la societat.

Disseny de productes, serveis o processos: tenint en compte que l'economia circular és una peça clau que integra la TE, és important actualitzar els perfils de responsables que participen en els processos de disseny i productius de manera que puguin introduir i conceptualitzar els productes per tal que siguin menys intensius energèticament i més sostenibles des d'una perspectiva ecològica (ecodisseny).

Instal·lació de nous sistemes: els nous sistemes a instal·lar, des de plaques fotovoltaïques fins a "centrals" de microxarxes i antenes de la Indústria 4.0, requeriran en certa manera un grau d'especialització tècnica diferent de l'actual. En aquest sentit, el ventall de noves opcions formatives se centrarà en la curta durada.

Manteniment, ús o reparació: els nous sistemes i tecnologies demanden tractaments específics per a cada un, introduint components informàtics o fins i tot de programació. Segons l'especificitat de les competències, cada ocupació requerirà una formació en particular, sigui de curta o mitjana durada, que permeti als professionals integrar serveis que allarguin la vida útil dels productes i serveis.

Eficiència energètica (consum en general): el fet que les noves plantes industrials tinguin la possibilitat d'autosubministrar-se energia per mitjà de l'autoconsum i la necessitat de controlar i minimitzar al màxim els consums energètics requerirà personal fortament qualificat per desenvolupar les tasques correctament.

Desmantellament: si bé les tasques són similars a qualsevol classe de desmantellament, hi ha edificis/plantes/estructures que, per la seva complexitat tècnica (per exemple les centrals nuclears), requeriran també un personal especialitzat per aquestes tasques capaç de recuperar recursos i minimitzar els impactes ambientals.

Tractament de materials i residus: l'entrada de nous processos i tipus de productes condicionats a la TE i l'economia circular farà necessària una gestió de residus més profunda i especialitzada per a cada tipus de producte per tal de maximitzar l'eficiència i l'eficàcia en tots els processos de reciclatge i reutilització.

Potencials requeriments formatius

S'ha pogut notar que els canvis previstos en les ocupacions es basen en modificacions en les tasques i en molts dels casos es requereix una formació complementària de curt termini per adaptar-se als canvis. Altrament, s'ha observat que la TE i l'emergència climàtica augmenta la demanda en aquelles ocupacions que tenen un nivell educatiu superior, i per tant, una bona oferta formativa adaptada a la TE és clau per anticipar-se i desplegar correctament aquesta transició.

Així i tot, el fet és que la majoria de les ocupacions que requeriran formació extra presenten perfils amb formació bàsica, per tant l'assoliment de nous coneixement serà principalment de curta durada. Cal però reconèixer a aquestes persones que, tot i no tenir una qualificació, estan capacitades per l'experiència adquirida al llarg de la seva vida laboral i, per tant, han de poder acreditar els seus coneixements, flexibilitzant la seva capacitat per rotar dintre del mercat.

Cal posar l'accent en què les formacions estiguin directament vinculades amb la pràctica professional. Per exemple, amb un sistema de pràctiques renovat i més estès, l'aprenentatge seria més eficaç i concordaria amb les noves demandes ocupacionals derivades de la TE.

A la vegada, la formació per a personal en actiu, o la formació al llarg de la vida, esdevé cabdal en aquest procés.

En aquest sentit, la digitalització de l'ensenyament està obrint cada cop més el desplegament de noves vies formatives, com seminaris i cursos en línia. Aquestes noves opcions formatives permeten una constant actualització de les persones treballadores, sigui per una actualització de les competències o per realitzar un canvi de tasques en el seu entorn de treball. Tot i aparèixer com noves eines d'accés a la formació, és important que existeixin mecanismes que acreditin, per mitjà d'institucions formals, aquests coneixements, de manera que el reconeixement d'aptituds entre empreses i treballadors/es sigui el més àgil i flexible possible. Això lliga també amb les noves dinàmiques de la societat digital on, molt probablement, els processos formatius siguin necessaris durant tota la carrera professional, deixant de banda la idea que la formació acaba on finalitzen els estudis reglats.

TAULA 4				
Condicions potencials que pot presentar la TE amb relació a les necessitats formatives				
FORMACIÓ	MITJANS FORMATIUS	TIPUS DE FORMACIÓ	DURADA	TEMÀTIQUES
Bàsica	Cursos (interns) i FP	Específica	Curta-Mitjana	Instal·lació i manteniment de nous sistemes, gestió energètica, digitalització, control de recursos i adaptació a l'economia circular
Superior	Universitaris	Multidisciplinària	Llarga-Contínua	Sostenibilitat, energies renovables, reciclatge i reaprofitament, R+D, conservació de sistemes i recursos naturals

Font: pròpia.

Perfils professionals observats

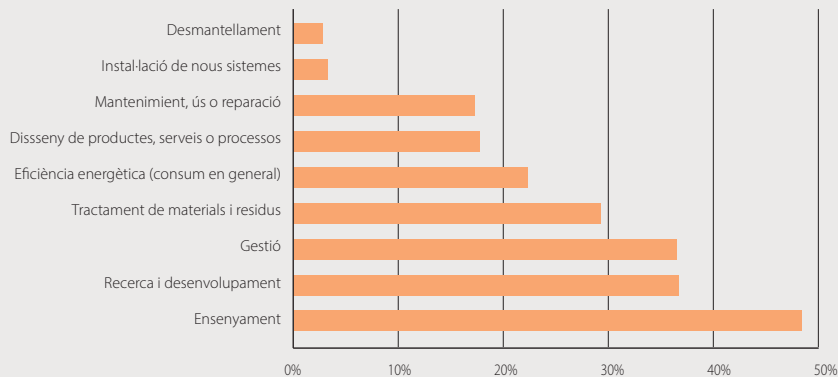
La figura 38 mostra el percentatge de dones a cada subgrup ocupacional analitzat (segons les persones que l'ocupen). S'observa que hi ha certa disparitat laboral, on l'únic subgrup en el qual les dones s'aproximen al 50% és l'ensenyament. En els altres subgrups, difícilment superen el 30%, i en alguns fins i tot no superen ni el 5%. D'aquestes dades, s'extreu, per tant, que la majoria de les persones afectades per la TE seran homes, possiblement degut al model mateix de mercat laboral en el qual ens trobem. Tot i així podem distingir entre tres nivells de subgrups segons el percentatge de dones que hi participen: els que se situen per sota del 10%, els que es troben entre el 10% i 20% i els que estan per sobre del 30%. Els nivells amb més presència de dones són aquells amb major nivell educatiu i amb major presència al sector de serveis.

A partir d'aquí s'entén que el poder de canvi de la TE ofereix oportunitats de caràcter transversal, que obrin la porta a la integració de mesures que permetin una paritat laboral des de la perspectiva de gènere a la indústria. Veient la reduïda presència de dones en els subgrups afectats per la TE, es manifesta de forma clara la necessitat d'afegir-hi mesures. Un primer pas és el d'introduir indicadors i afegir plans d'igualtat que possibilitin els canvis necessaris per assolir la paritat. A més, de la TE se'n deriva la creació de memòries i auditories dedicades a la sostenibilitat ambiental de les empreses, la qual cosa hauria de permetre la integració de quotes i millores en la paritat respecte als grups de decisió empresarial.

En referència a la formació, el fet que la presència de dones sigui més alta en aquells subgrups amb majors nivells educatius no deixa de ser un reflex, també, de la presència més gran de dones joves cursant estudis universitaris vers el nombre d'homes (segons IDESCAT 2019, *Ensenyament universitari. Alumnes matriculats per sexe*). No obstant això, la presència de dones en els estudis d'aspecte més tècnic (enginyeries) i, per tant, amb més implicació directa amb la TE, segueix sent minoritària. És per això que les polítiques formatives de la TE haurien de considerar estratègies de captació de més dones en estudis universitaris tècnics, posant el focus en les possibilitats de canvi que poden oferir per avançar cap a un sector industrial sostenible.

FIGURA 38

Dones ocupades per cada subgrup analitzat (en percentatge)

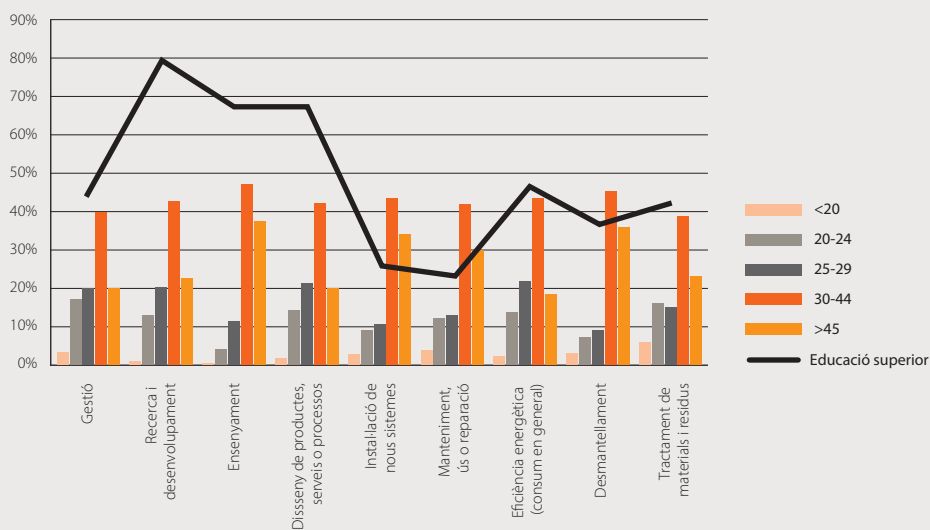


Font: pròpia.

La figura 39 presenta la distribució per edat dels diferents subgrups relacionant-los amb el seu nivell formatiu. Com es pot observar, les franges d'edat predominants són 30-44 i >45 anys i, de tots els subgrups, cinc no arriben a tenir més del 50% de les seves ocupacions amb educació superior.

FIGURA 39

Relació entre l'edat dels ocupats de cada subgrup i el seu nivell formatiu (en percentatge)



Font: pròpia.

Amb tot, un gruix important de les ocupacions analitzades presenta un perfil professional d'home major de 30 anys. Si tenim en compte la distribució mostrada a la figura 31, més del 60% de les persones ocupades pertanyen a subgrups on l'educació bàsica és majoritària. A més, cal tenir en compte que els dos subgrups, d'instal·lació de nous sistemes, i de manteniment, ús o reparació, comporten el 51,2% de tots els ocupats estudiats.

Conclusions de l'anàlisi ocupacional

S'ha vist que la TE presenta un motor important de canvi a Catalunya, no tan sols en el camp energètic sinó també en els processos industrials i que, conseqüentment, té un impacte a l'ocupació.

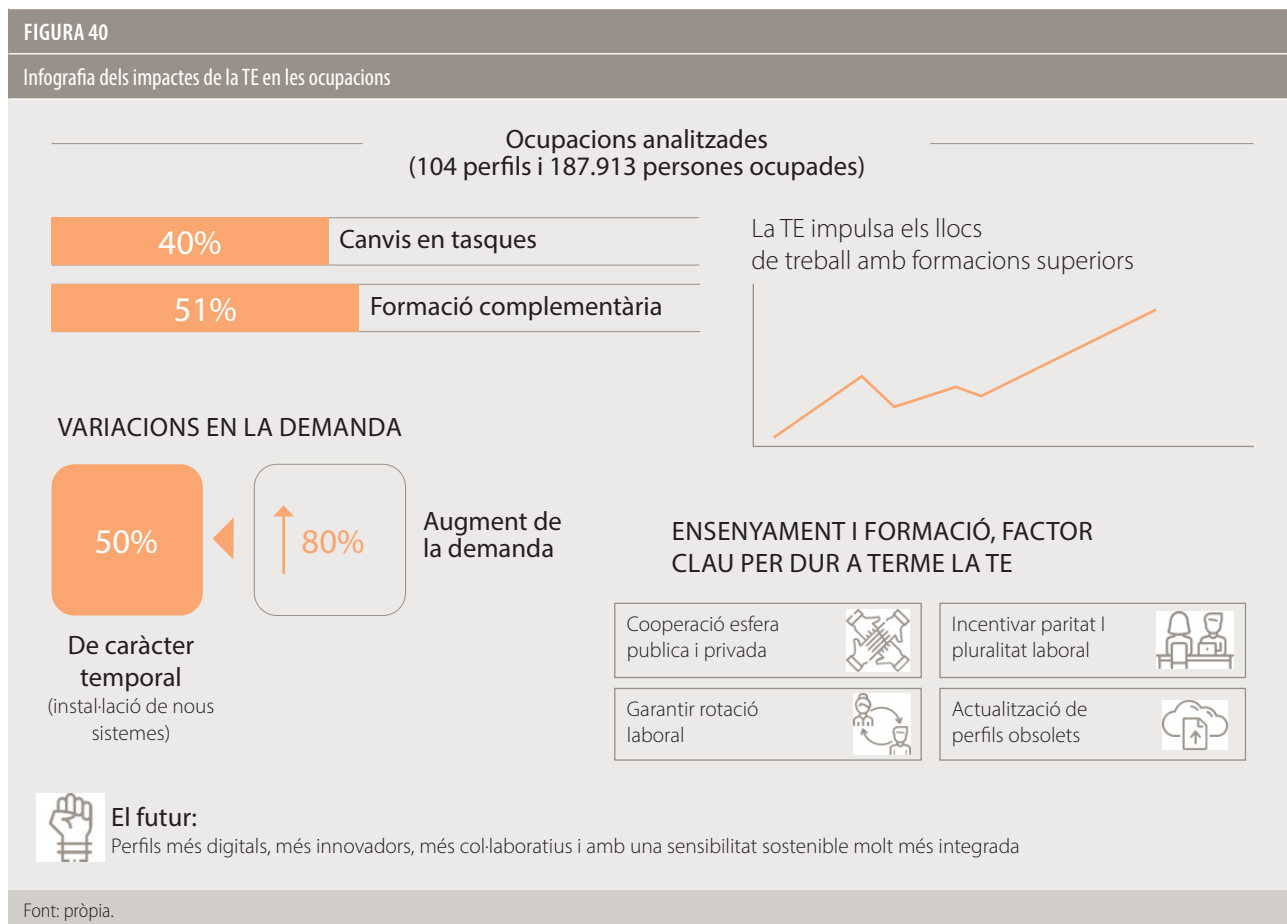
En primer lloc, s'observa que la majoria de persones ocupades (més del 80%) dels 104 perfils analitzats afectats per la TE experimentaran un augment en la demanda. D'aquestes persones ocupades, un gruix important, al voltant del 50%, pot caracteritzar-se per tenir un cert grau de temporalitat, ja que estan relacionats amb la construcció i instal·lació de les noves infraestructures. L'increment de la demanda ocupacional ve, especialment, pel fet d'introduir nous subsectors en el sistema energètic, així com noves tecnologies que permeten l'exploració de nous models de negoci.

En segon lloc, tots els subgrups avaluats requeriran formació complementària (50% de les persones ocupades analitzades) i/o patiran algun tipus de canvi en les seves tasques (34%) per tal d'actualitzar-se a les noves demandes de la TE. Per tal de garantir que aquests canvis siguin tan flexibles com sigui possible, en el present estudi se subratlla la vital importància que tindrà la inversió en ensenyament i formació. A més, cal tenir en compte que els canvis derivats de la TE han d'implacar, per força, canvis en els models educatius i d'ensenyament dedicats al nou paradigma energètic i socioeconòmic.

Si s'observa el panorama actual de les ocupacions, es veu que gairebé el 80% de les persones ocupades analitzades tenen formació bàsica. Si es relaciona amb l'impacte sobre la demanda, existeix una correlació positiva entre creació de llocs de treball i nivells educatius superiors. Això posa en relleu dos fets importants: que la TE impulsa més aquells llocs de treball amb nivells formatius més elevats i, per tant, amb major valor afegit, i que, a la vegada, requereix formació complementària per garantir la rotació laboral dels treballadors amb nivells d'estudis més baixos.

Per últim, el perfil professional més afectat per la TE és el d'home major de 30 anys, majoritàriament amb educació bàsica. Tal com s'ha observat, l'impacte sobre la demanda segueix sent positiu sempre que les persones treballadores tinguin la possibilitat d'adaptar-se, per mitjà de la formació, a les noves demandes de la TE. En referència a les dones, encara amb un pes relatiu baix respecte als subgrups observats, s'extreu que hi ha major presència en els subgrups on els nivells educatius són més elevats i, per tant, se situen en menor risc de perdre els llocs de treball a causa de la TE. D'acord amb això, es presenta la conveniència de, si més no, tractar d'introduir a les mesures impulsores de la TE, mecanismes que facilitin i incentivin la contractació de més dones i de perfils professionals més joves per tal de garantir una millor paritat i pluralitat laboral.

A partir dels resultats, es percep que **la TE té una enorme potencialitat per generar llocs de treball**, però els canvis que generarà són més profunds que el simple fet d'integrar una nova activitat econòmica industrial. Aquesta transició implica la transformació de molts sectors que hi participen de forma directa i indirecta, la capacitat adaptativa dels quals, des de la perspectiva de la formació, condicionarà la velocitat i la viabilitat de la TE. És per això que es posa



especial èmfasi en la formació complementària, ja que és la principal eina que permet actualitzar llocs de treball obsolets i, per tant, evitar la seva destrucció. Així mateix, facilita la correcta preparació dels nous treballadors/es permetent que la TE s'introdueixi de la forma més dinàmica possible.

És cert, també, que històricament les revolucions tecnològiques han generat més llocs de treball que no pas els que han destruït, efecte anomenat destrucció creativa, proposada per Schumpeter, J. A. (2017). Així i tot, l'escenari actual presenta certes particularitats per tenir en compte. Per primera vegada en la història, la substitució de força de treball per capital no ve induïda únicament a través del treball físic (mecanització i robotització), sinó que també està arribant un procés de substitució de treball psíquic (intel·ligència artificial). Aquest fet implica que, molt probablement, el mercat laboral demandarà cada vegada nivells formatius més elevats. Des d'aquesta perspectiva, els efectes en l'ocupació dependran de les eines i la capacitat adaptativa amb relació a la formació de les persones treballadores.

Altrament, s'entén que els diferents actors implicats (institucions públiques, empreses i societat civil) hauran de participar de forma activa i conjunta en la planificació pública dels processos formatius, fet que requerirà una important cooperació entre les esferes pública i privada.

Creació de llocs de treball del nou parc d'energies renovables a Catalunya

L'objectiu general d'aquesta secció és estimar els llocs de treball generats per la implementació, l'operació i el manteniment de les noves instal·lacions d'energies elèctriques renovables a Catalunya.

Aquest apartat es limita a avaluar els llocs de treball generats per la implantació del nou sistema de generació renovable. Tanmateix, cal fer esment que la TE comporta un canvi de tecnologies i d'infraestructures en pràcticament tots els camps d'activitat humana, des de l'agricultura i la ramaderia, passant per la indústria, els serveis i fins i tot les activitats en el si de les llars. El conjunt de les transformacions de generació i d'infraestructures de l'energia, però també de transformació en totes les activitats i usos, de ben segur comportarà una activitat molt intensa durant les dècades vinents, cosa que aquí no s'avalua en tota la seva globalitat.

Per quantificar els llocs de treball s'utilitza en una primera instància les dades de la nova potència instal·lada a Catalunya obtingudes a la secció Potència a instal·lar a Catalunya. Finalment, es fa una estimació dels llocs de treball creats respecte a la situació actual de Catalunya en el supòsit que es complís la previsió de Catalunya dins l'escenari Objectiu del PNIEC 2021-2030.

Es parla de les noves instal·lacions a partir del moment actual. Tot i que les darreres dades publicades per l'ICAEN (Institut Català d'Energia, Generalitat de Catalunya) són del 2018, es prenen com a dades de 2020 pel fet que les variacions d'aquests dos darrers anys són mínimes. La relació entre llocs de treball en fabricació i instal·lació, i en operació i manteniment en funció de cada nova unitat de potència instal·lada (MW) per a cada tipus de font renovable es duu a terme seguint la metodologia de l'article de Rutovitz *et al.*, 2015.

Per obtenir aquesta relació són necessàries les dades que vinculen els llocs de treball per any (LLT-any) amb la potència per fabricar/instal·lar i la potència per operar/mantenir.

L'article de Rutovitz *et al.* (2015) proporciona valors per a les següents relacions laborals:

- **Llocs de treball per fabricació:** engloba el nombre de llocs de treball necessaris per fabricar una unitat de capacitat de generació d'energia. Aquest nombre s'expressa en llocs de treball per any pel fet que són feines relativament temporals si es compara amb la vida útil de la planta de generació elèctrica. S'ha de tenir en compte que la fabricació pot ser duta a terme localment o es pot importar, en els càlculs s'ha tingut en compte un 20% d'importació, tal com s'indica al PNIEC.
- **Llocs de treball de construcció i instal·lació:** recull els llocs de treball que estan associats a la construcció i instal·lació d'una unitat de capacitat de generació d'energia. Aquests llocs de treball seran locals i estan expressats en llocs de treball per any.
- **Llocs de treball d'operació i manteniment:** comprèn els llocs de treball que estan associats a l'operació i el manteniment de la planta energètica. Aquests llocs de treball seran locals; en principi permanents i estan expressats en llocs de treball per any.

A la taula 5 es mostren les dades que relacionen les tecnologies energètiques amb el nombre de llocs de treball generats per unitat de capacitat de generació d'energia segons el tipus de relació laboral.

TAULA 5			
Relació entre tecnologies energètiques i nombre de llocs de treball generats per MW i any			
TECNOLOGIES	FABRICACIÓ (OCUPATS-ANY/MW)	CONSTRUCCIÓ I INSTAL·LACIÓ (OCUPATS-ANY/MW)	OPERACIÓ I MANTENIMENT (OCUPATS/MW)
Energia eòlica terrestre	4,70	3,20	0,30
Energia eòlica al mar	15,60	8,00	0,20
Utilitat comercial d'instal·lacions fotovoltaïques	6,70	13,00	0,70
Sistema fotovoltaic al terrat	6,70	26,00	1,40
Biomassa	2,90	14,00	1,50
Central hidroelèctrica amb presa	3,50	7,40	0,20
Central hidroelèctrica de passada	8,75	18,50	0,50
Energia geotèrmica	3,90	6,80	0,40
Energia termosolar	4,00	8,00	0,60
Planta de biogàs	2,90	14,00	2,25
Aprofitament energètic de residus	2,90	14,00	2,25
Metanació	2,90	14,00	2,25
Central de carbó	5,40	11,20	0,14
Central nuclear	1,30	11,80	0,60
Planta amb turbina de gas de cicle obert	0,93	1,30	0,14
Turbina de vapor	0,93	1,30	0,14
Conversió d'energia elèctrica a calor	1,86	2,60	0,28
Motor de combustió interna	0,93	1,30	0,21
Emmagatzematge d'energia en forma de gas	0,00	0,12	0,01
Conversió d'energia elèctrica a gas	1,86	2,60	0,28
Emmagatzematge de bateries a gran escala	16,90	10,80	0,40
Emmagatzematge de bateries prosumer	16,90	21,60	0,80
Central hidroelèctrica reversible	7,00	14,80	0,40
Emmagatzematge d'energia per aire comprimit	8,45	10,80	0,40

Font: Rutovitz *et al.* (2015).

Un cop es disposa de les dades entre la relació de llocs de treball per any per la potència (MW) per fabricar/instal·lar i potència (MW) per operar/mantenir, és possible calcular quants llocs de treball faran falta per instal·lar el parc d'energies renovables necessari a Catalunya per dur a terme la TE. A la quarta part de l'Annex es troben els càlculs detallats.

Fabricació i instal·lació

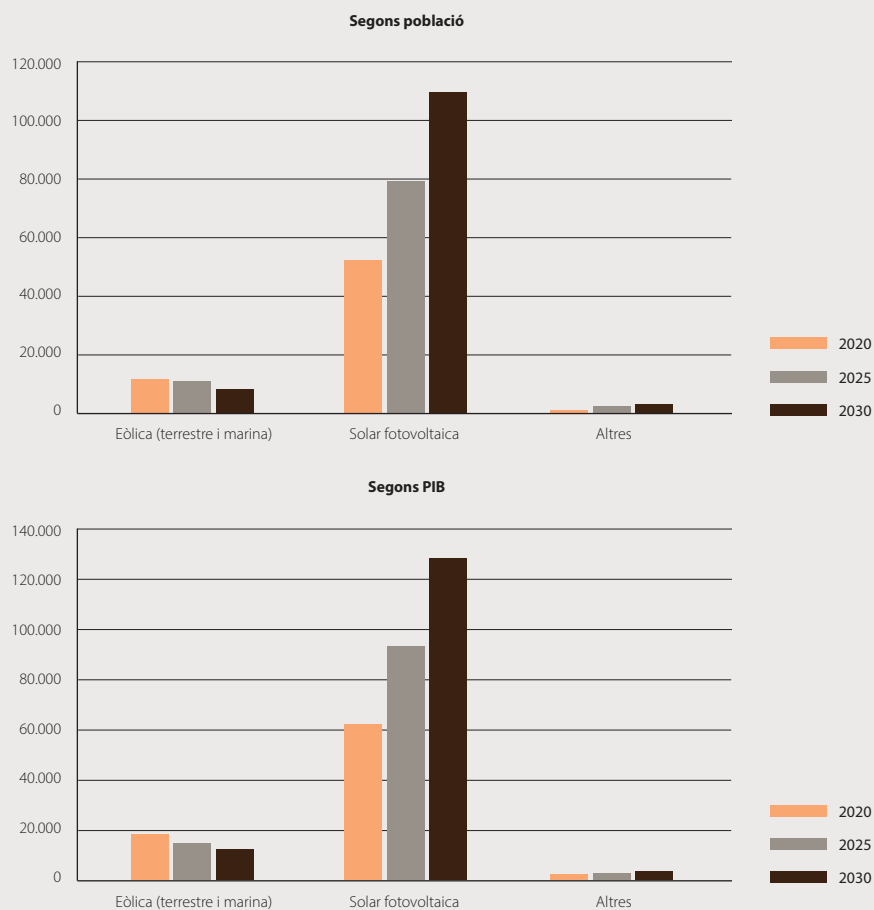
Els llocs de treball anuals (2018-2030) necessaris per dur a terme la nova instal·lació de potència a Catalunya són:

- Segons el criteri de repartiment per població, 23.521 llocs de treball /any (vegeu la taula 12 de la quarta part de l'Annex).
- Segons el criteri de repartiment per PIB, 27.982 llocs de treball /any (vegeu la taula 13 de la quarta part de l'Annex).

En els dos casos, la majoria de llocs de treball /any seran necessaris per a la implantació del parc solar fotovoltaic (vegeu la figura 41).

FIGURA 41

Llocs de treball creats per a la fabricació i instal·lació de potència a Catalunya segons si la distribució energètica és per PIB o població

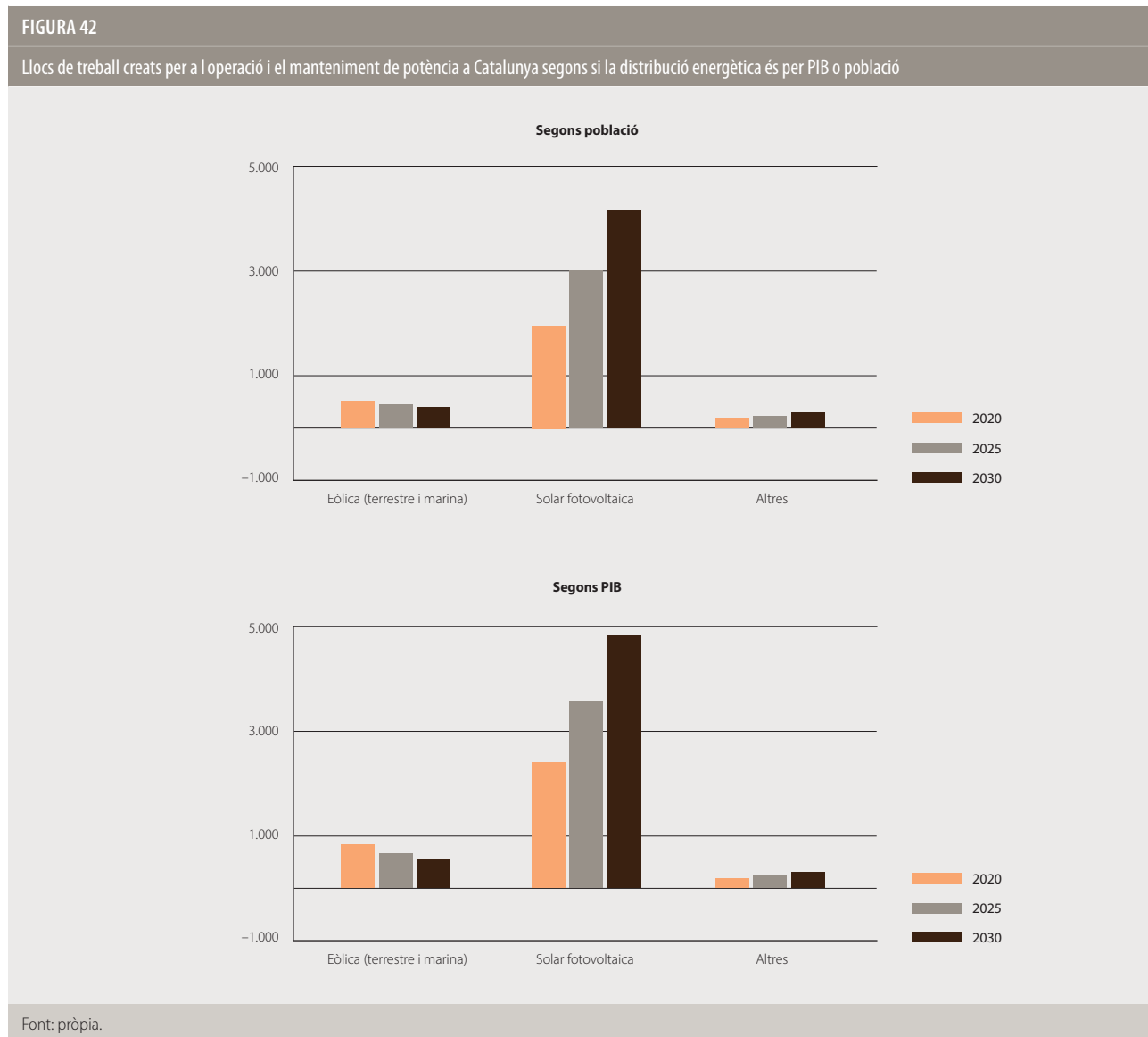


Font: pròpia.

Operació i manteniment (O&M)

Un cop fabricades, són necessaris llocs de treball per operar i mantenir les instal·lacions d'energies renovables.

S'han obtingut els valors de llocs de treball per any (LLT-any) en funció de la nova potència; solament es té en compte el manteniment de les noves instal·lacions de renovables, atès que les existents ja s'operaven i mantenien.



Els llocs de treball necessaris anualment (2018-2030) per dur a terme l'operació i manteniment del nou parc d'energies renovables de Catalunya són:

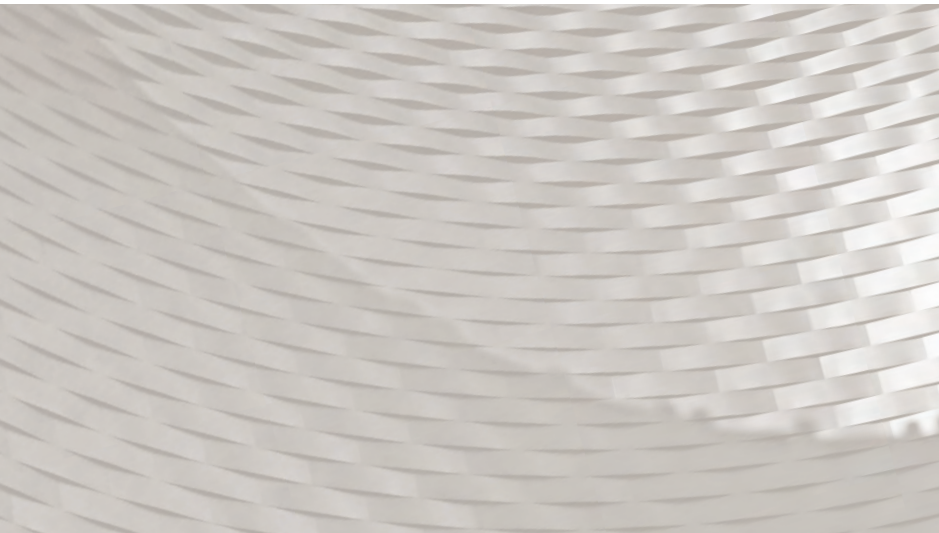
- Segons el criteri de repartiment per població 935 llocs de treball /any (vegeu la taula 14 de la quarta part de l'Annex).
- Segons el criteri de repartiment per PIB 1.110 llocs de treball /any (vegeu la taula 15 de la quarta part de l'Annex).

Altres cop, els llocs de treball generats per les noves instal·lacions fins al 2030 corresponen, en quasi la seva totalitat, a l'energia fotovoltaica.

En resum, l'estimació de llocs de treball per implementar i operar les noves instal·lacions d'energies renovables en l'Horitzó Objectiu assenyalat en el PNIEC 2021-2030 per al conjunt d'Espanya, i seguint els criteris de repartiment exposats anteriorment, són d'aproximadament uns 24.408 anuals per les anualitats 2020-2025 i d'uns 31.879 per les anualitats 2025-2030.

TAULA 6						
Llocs de treball anuals generats per la instal·lació, l'operació i el manteniment del nou parc d'energies renovables a Catalunya						
	2020-2025			2025-2030		
	Fab + Inst	O&M	Total	Fab + Inst	O&M	Total
Repartiment per percentatge de població	18.712	3.718	22.430	24.515	4.849	29.364
Repartiment per PIB	22.030	4.366	26.396	28.729	5.665	34.394
		Mitjana	24.408		Mitjana	31.879

Font: pròpia.



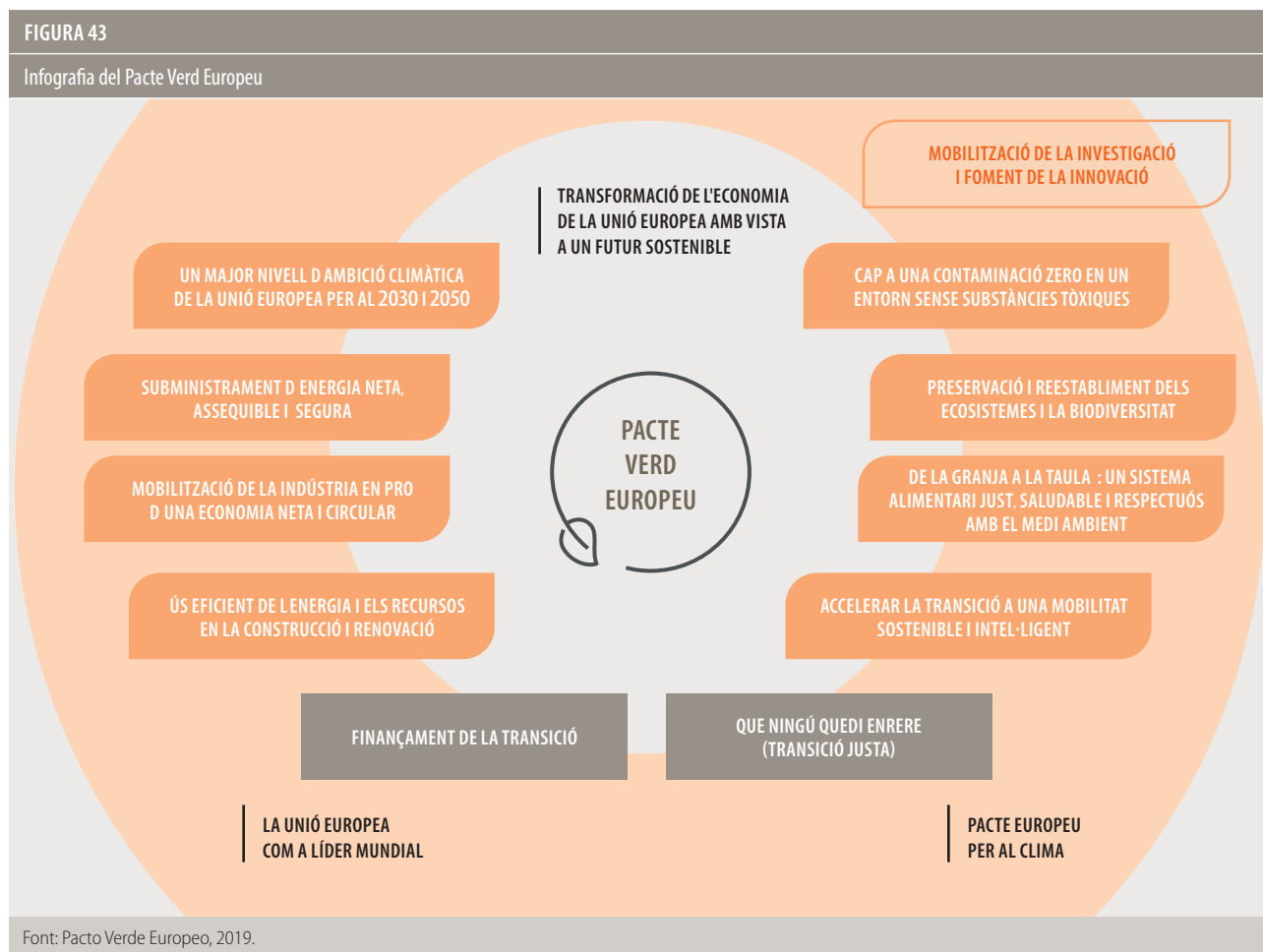
Actuacions
i estratègies
actuals i del
futur

Marc legislatiu i regulador

Al llarg d'aquest estudi queda patent que, per tal que la TE avanci en els temps establerts, es fa necessari un marc regulador i legislatiu que garanteixi seguretat jurídica vers les noves inversions i, a la vegada, pressioni per la via legal el compliment dels objectius. Actualment ja hi ha diferents nivells de regulació que comencen amb els acords internacionals i acaben amb lleis i regulacions de caràcter regional que marquen els objectius per realitzar el 2030 i 2050.

Marc legal europeu

A partir dels acords de París de 2015, la comunitat internacional va signar un pla d'acció mundial que es compromet a iniciar el procés de transformació de l'economia per tal de fer front als desafiaments climàtics i ambientals que se'ns presenten al s. XXI.



Dins del marc europeu, aquestes mesures es materialitzen en l'aprovació del Pacto Verde Europeo, 2019. Es presenta com una estratègia de creixement destinada a transformar la Unió Europea en una societat equitativa i pròspera, eficient amb l'ús de recursos, neta a l'hora de generar emissions i en equilibri amb el medi ambient. És a dir, transformar l'economia europea per aconseguir que sigui sostenible. D'aquesta manera, el pla assenta les bases legals perquè posteriorment els estats membres comencin la seva aplicació segons les seves condicions.

Les mesures integren el mitjà i llarg termini, marcant objectius per al 2030 i 2050. El pla es pot resumir en 11 polítiques principals:

1. Enfocament per una neutralitat climàtica per al 2050. El primer objectiu és reduir les emissions l'any 2030, com a mínim, fins al 50%.
2. Subministrament d'energia neta, assequible i segura.
3. Promoció de la indústria climàticament neutra en pro d'una economia circular.
4. Millora de l'eficiència energètica en la construcció i renovació d'edificis.
5. Accelerar la mobilitat sostenible.
6. Modificar el sistema alimentari per tal de fer-lo respectuós amb el medi ambient.
7. Regenerar i preservar els ecosistemes.
8. Reducció de la contaminació.
9. Noves inversions ecològiques.
10. Ecologització dels pressupostos nacionals.
11. Foment de la recerca i formació.

Per la part que li toca a aquest estudi, la Unió Europea també marca unes directrius més específiques entorn de la indústria sostenible. El pla d'acció es fonamenta bàsicament en la implementació de l'economia circular, la qual implica, també, l'entrada de fonts d'energia renovables.

Dins dels objectius per al 2030, el pla estableix dos apartats principals, el *Climate and energy framework* i l'*Energy Union*.

Respecte al marc climàtic i energètic, es proposen tres objectius principals:

- **Reducció del 40% dels GEH (1990 - any base)**
Per aconseguir aquest objectiu, es proposa formalitzar un mercat de drets d'emissions de manera que s'incentivi l'estalvi d'emissions. Els sectors que no entrin en els mercats d'emissions hauran de reduir-les un 30% respecte al 2005, on cada estat membre haurà de complir l'objectiu obligatòriament.
- **Renovables**
L'objectiu obligatori marcat per la Unió Europea és una quota mínima del 32% en renovables per al consum final d'energia.
- **Millora en l'eficiència energètica**
Per al 2030 s'estableix un objectiu general d'almenys un 32,5% de millora col·lectiva de la Unió Europea.

Segons aquests objectius, els estats membres tenen l'obligació d'adaptar plans nacionals integrats d'energia i clima per al període 2021-2030.

Energy Union

La unió energètica és una de les polítiques prioritàries de la Unió Europea, la qual tracta d'oferir un mercat energètic únic i integrat.

Es basa en cinc dimensions mútuament relacionades. En primer lloc, es busca la seguretat energètica, de manera que es redueix la dependència d'importacions d'energia. A més, per una correcta cooperació energètica entre estats, es pretén integrar els mercats, de manera que es redueixin les barreres de regulació i tècniques. Les tres esferes restants integren els objectius anteriorment exposats: eficiència energètica, descarbonització i innovació. En global, donar una perspectiva més ampliada dins del marc europeu sobre la producció, gestió i consum.

Objectius 2050

L'objectiu final que vol aconseguir el Pla és aconseguir que l'economia europea sigui neutra en emissions de GEH de manera que es garanteixi la sostenibilitat mediambiental.

Les solucions passen a través de la inversió en tecnologies realistes, donar poder als ciutadans, polítiques industrials, recerca i assegurar una transició justa socialment.

Un cop establertes les directrius europees per implementar la TE, les competències es traslladen als estats membres, els quals hauran de prendre les mesures necessàries segons les seves circumstàncies.

Espanya-PNIEC

La Unió Europea ha definit una estratègia energètica i climàtica per lluitar contra el canvi climàtic i descarbonitzar l'economia amb un horitzó de 30 anys per tal que l'any 2050 la producció d'energia sigui neta en emissions de GEH, responent als compromisos establerts en els Acords de París de 2015. És doncs en aquest escenari on tots els estats membres de la Unió Europea han d'efectuar un Pla Nacional Integrat d'Energia i Clima (PNIEC) que abasta un període de 10 anys¹⁵.

Durant el febrer del 2019 el Govern d'Espanya va enviar a la Comissió Europea l'esborrany del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Aquest document estableix acords i directives que inclouen propostes legislatives sobre eficiència energètica, energies renovables, disseny del mercat elèctric, seguretat de subministraments i normes de govern per a la Unió Energètica.

L'objectiu d'aquestes iniciatives és facilitar el compliment i objectius vinculants marcats per la Unió Europea per al 2030:

¹⁵ Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima.

-
- 40% de reducció de les emissions de GEH respecte al 1990¹⁶.
 - 32% de renovables sobre el consum total d'energia final bruta.
 - 32,5% de millora de l'eficiència energètica.
 - 15% d'interconnexió elèctrica dels estats membres.

El PNIEC es divideix en dos grans blocs: el primer detalla el procés, els objectius, les polítiques i mesures existents i necessàries per assolir els objectius del Pla, a més de presentar una breu anàlisi sobre els impactes econòmics, d'ocupació, distributius i beneficis sobre la salut. El segon bloc es fonamenta en annexos analítics sobre els escenaris tendencials sense polítiques i els possibles canvis amb l'aplicació del Pla.

El principal objectiu del Pla és, per tant, avançar en les mesures a fer per tal d'arribar a l'objectiu final del 2050, una economia neutra en emissions. A més, s'acompanya de l'Estratègia de Transició Justa, amb la qual es pretén integrar un vessant social a la transició de manera que aquesta transició mantingui criteris d'equitat i solidaritat causats pels grans canvis a realitzar.

El PNIEC preveu reforçar la coordinació entre les diferents administracions públiques, mitjançant un sistema nacional de polítiques i mesures, capaç d'integrar tot el territori i respondre a temps a les obligacions establertes per la Unió Europea.

Catalunya-PNTEC

El 2016, es va presentar el Pacte Nacional per la TE de Catalunya (PNTEC). Sota el paraigua del PNIEC 2021-2030, segueix els mateixos objectius presentats per la Unió Europea per al 2030. El nou model energètic haurà de permetre:

- L'abandonament de l'energia nuclear.
- La reducció de la dependència dels recursos fòssils.
- L'apoderament de la ciutadania perquè adopti un rol més actiu i participatiu.
- L'obertura del mercat energètic a la competència regulada.

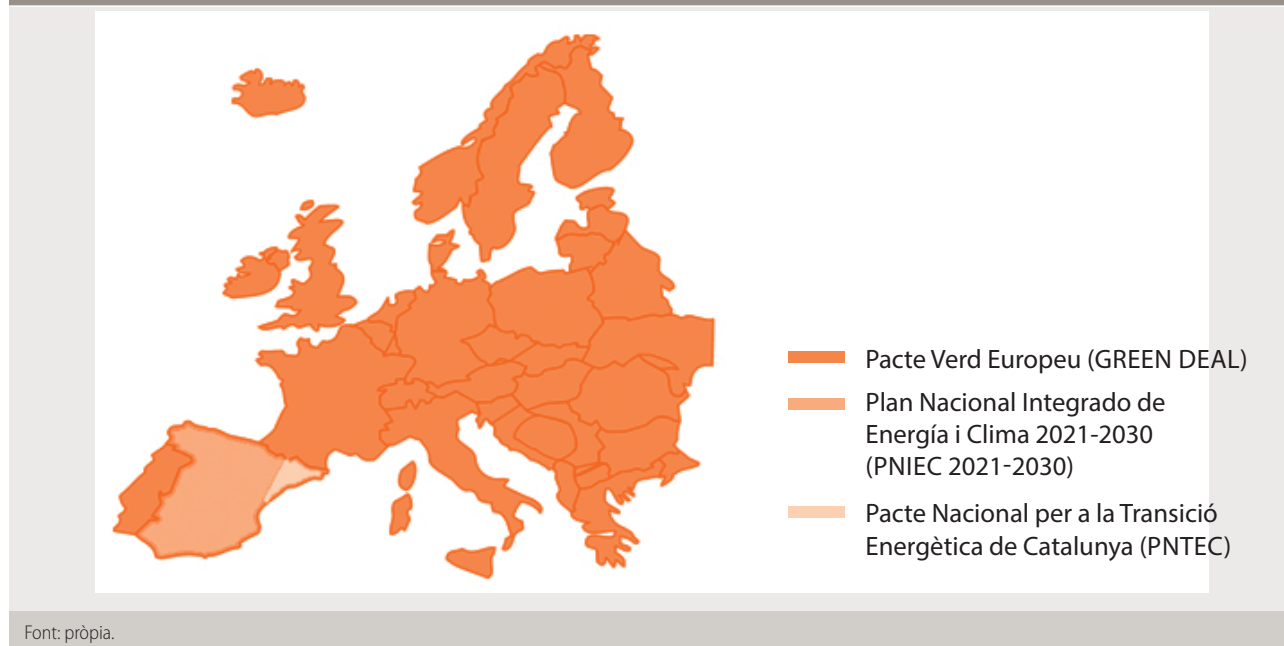
A més, Catalunya està formalitzant un projecte de llei de TE i Transformació. Seguint les línies del PNTEC i el PNIEC, la llei té tres objectius principals:

- Fixar els principis legislatius de la política energètica a Catalunya, de manera que assenti les bases per iniciar el PNTEC.
- Transformar l'actual Institut Català d'Energia en l'Agència Catalana d'Energia, amb l'objectiu que esdevingui un instrument potent per impulsar la transició.
- El compliment efectiu de la normativa d'emergència climàtica.

¹⁶ Equivalent a una reducció del 35% respecte a les emissions brutes totals de l'any 2010 (357.677 MtCO₂-eq), en consonància amb el requerit per l'IPCC a la comunitat internacional.

FIGURA 44

Representació del marc legislatiu a escala europea, espanyola i catalana



Polítiques Industrials

Hem vist que els canvis que genera la TE involucren tothom i, d'alguna manera, haurem de prendre acció. A causa d'això, es fa imprescindible no obviar les diferents eines que tenim disponibles per accelerar la transició i arribar als objectius de forma efectiva. En aquest sentit, els potencials que ofereix la política pública i, en especial, les polítiques industrials, han de significar un pilar fonamental per al desplegament de la TE.

L'objectiu final d'aquest tipus de polítiques és aconseguir reduir el pes de les indústries tradicionals contaminants per tal de donar lloc al creixement de nous sectors verds emergents com es menciona a l'article d'Altenburg, T. *et al.*, 2017. Tal com s'ha vist en els apartats anteriors de l'estudi, les mesures van més enllà de la transformació energètica a renovables; també impregnen altres sectors que tenen efectes en el medi ambient com, per exemple, el transport o la gestió de residus. Per tal de fomentar els sectors favorables amb el medi ambient i restringir l'activitat dels més contaminants, existeixen diferents eines que es poden classificar en tres grups de mesures, les quals presenten diferents nivells d'intervenció:

1. **Taxes ambientals, multes i càrregues fiscals:** qualsevol mesura que incrementi els costos d'una activitat econòmica no sostenible farà que les empreses que hi participin es trobin en una situació competitiva menys favorable, fet que desincentiva la inversió en el sector desviant-la cap a aquells que siguin més competitius. Un exemple típic és el de la taxació dels combustibles fòssils, la qual incrementa els seus costos, redueix la seva

competitivitat i incentiva les alternatives energètiques gràcies a l'avantatge comparatiu que reben a través dels preus.

- 2. Eliminació d'incentius:** un altre grup de mesures seria aquell que finalitza amb els incentius que reben els sectors que es volen reduir o desmantellar. En concret, es tracta d'eliminar subsidis, reduccions fiscals i/o concessions de crèdit a tipus d'interès més baix que el de mercat. De la mateixa manera que amb les taxes, suprimir incentius significa una reducció de la competitivitat del sector, posant fre a la seva expansió.

FIGURA 45

Infografia dels diferents grups de mesures per acollir la transformació energètica a la indústria



Font: pròpia.

- 3. Eliminació obligatòria:** possiblement una de les mesures més dràstiques implica la supressió d'un sector, indústria o recurs que es considera perjudicial per al conjunt de la societat. Es tracta de posar una data límit per finalitzar amb l'activitat en qüestió, a partir de la qual queda prohibida. Un exemple històric de la seva efectivitat és el de la prohibició de la generació elèctrica amb combustió de carbó que es va dur a terme a Ontario, Canadà. Un cop arribada la data límit, les empreses elèctriques van haver de buscar vies alternatives per seguir oferint els seus serveis, fet que es va traduir en un increment en la inversió en renovables.

Existeix un espectre de mesures per realitzar que difereixen en el grau d'intensitat d'intervenció. Tot i això, les polítiques disruptives no estan exemptes de dificultats a l'hora de ser aplicades, especialment aquelles que tracten de disminuir el pes relatiu de sectors industrials en l'economia, ja que, generalment, són els sectors que històricament han tingut més poder econòmic, financer i amb més capacitat d'influència política. És per això que qualsevol classe de mesura haurà de posar el focus, no només en aquells sectors que es volen desenvolupar sinó també en aquells que es vulguin desmantellar, oferint una sortida viable per tal d'evitar impediments i restriccions marcats pels diferents grups socials, polítics i econòmics.

Polítiques per al foment de la TE

Una de les principals preguntes que sorgeixen quan es plantegen canvis estructurals tan grans com la TE és sobre qui recau la responsabilitat i la manera en què ha de ser impulsada. Altenburg, T *et al.*, 2017 presenten tres qüestions principals a l'hora de planificar una política industrial verda efectiva:

- En quina mesura és necessari fer polítiques que fomentin les renovables si ja s'estan aplicant mesures contra les fonts energètiques tradicionals?
- Com es defineix el criteri per tal de decidir quins són els sectors que es volen desmantellar i quins no?
- Quines actuacions han de fer els governs per tal de minimitzar els potencials danys que genera el tancament de les indústries que no encaixen amb la TE?

En referència a la primera qüestió, sobre la necessitat o no d'una política activa mentre ja s'estan fent restriccions als sectors perjudicials, els resultats poden variar segons el grau d'alternatives substitutives que es puguin trobar. Per exemple, si un sector presenta un substitut clar, com els vehicles de combustió interna *versus* els elèctrics, la manca de polítiques actives per desenvolupar les noves indústries alternatives dins de l'economia domèstica pot significar que la substitució es faci simplement per via d'importacions.

Aquesta situació no és necessàriament negativa des del punt de vista econòmic, especialment si es tenen en compte les característiques que pugui presentar una economia en particular i si són favorables per a la implementació dels sectors emergents. Es tracta d'optimitzar els recursos i aprofitar les oportunitats evitant generar sobre costos, desenvolupant sectors que no encaixen amb les condicions econòmiques del país.

En aquest sentit, quan hi ha un substitut directe, s'obre la porta a la planificació de polítiques que impulsin aquells sectors estratègics que millor s'acoblin a l'economia del país i més valor afegit generin. Tenir això present permet dedicar els recursos que actualment s'utilitzen en les indústries desfasades per desenvolupar i accelerar els nous sectors emergents.

Tanmateix, si algun sector no presenta un substitut clar, l'objectiu haurà de ser eliminar les activitats econòmiques no desitjades i esperar que el capital que quedi lliure circuli i alimenti per si mateix els sectors emergents que encara estan per descobrir. El problema de l'estratègia de no realitzar polítiques actives que desenvolupin sectors és que els resultats poden ser inesperats o, fins i tot, contraproductius. Un cas exemplificador és el de la política alemanya de

desmantellament de les CN, la qual, sense proporcionar cap via alternativa, va desencadenar un increment del consum de carbó per part de les productores elèctriques. És per això que a l'hora d'introduir polítiques que fomentin la TE és de vital importància marcar bé quins són els sectors clau perquè sigui efectiva i, en la mesura que sigui possible, posar el focus en aquells sectors que serveixin d'alternativa a les activitats tradicionals. A més, un factor que cal tenir en compte és el de l'opinió pública, la qual haurà d'estar convençuda que les polítiques per realitzar són desitjables, ja que en cas contrari podria suposar un fre important al seu desenvolupament, a causa de la concepció compartida que els sectors tradicionals són els que més valor aporten al PIB i generen més llocs de treball.

Finalment, mentre que les polítiques disruptives poden modificar els preus reduint la competitivitat dels sectors tradicionals vers els emergents, hi ha altres factors per tenir en compte a part del preu per tal que floreixin les indústries verdes de forma sòlida. Hi ha barreres d'entrada, com les d'informació, accés a recursos financers o estructures legals que poden frenar el desenvolupament de la indústria. Aquest fet fa imprescindible que la política industrial se centri també en regular, de tal manera que es generin els incentius necessaris que empenyin el desenvolupament d'indústries, no únicament retributius segons els preus, sinó també per a la cooperació entre sectors interdependents, fomentant la recerca i el desenvolupament, així com la consolidació d'un marc legal que ofereixi una seguretat jurídica a llarg termini.

La segona qüestió tracta de saber com determinar quins són els sectors que s'han d'eliminar i quins no. A vegades no és fàcil definir la línia que marca quan un sector ha de ser eliminat o es pot mantenir condicionat a uns canvis determinats que el facin sostenible. Una de les principals crítiques que reben les polítiques industrials (especialment si són contundents), és que els governants no tenen la informació suficient per determinar quins sectors reben suport i quins no.

És per això que, sota les condicions i característiques de cada país, que defineixen els sectors a impulsar i desmantellar, les institucions reguladores s'haurien de guiar d'acord amb quatre principis bàsics:

- **Dany mediambiental i obsolescència energètica:** a l'hora de decidir sobre l'eliminació d'un sector, el primer principi és el que determina que aquell sector és perjudicial per al medi ambient i que, a més, té poc marge de millora en termes de sostenibilitat. En aquest context, en el cas que existeixin oportunitats per reduir els impactes mediambientals negatius, les empreses podran optar per invertir en la reducció de l'impacte mediambiental sense haver d'assumir els costos inherents d'una transformació radical de la seva activitat. Aquesta situació és crítica a l'hora de valorar quina opció és la més adequada, la qual haurà de determinar-se respecte al grau d'impacte mediambiental d'acord amb la comparativa entre el sector substitutiu i la renovació del sector tradicional. Un exemple típic d'aquesta dicotomia és el de la combustió de carbó neta i les renovables.
- **Incentiu fiscal/cost d'oportunitat:** En l'àmbit sectorial, és important que l'opció de desmantellar una indústria es percebi com una oportunitat fiscal, és a dir, que surti més econòmic eliminar la indústria que mantenir-la pagant les taxes i càrregues fiscals. Això implica un cost d'oportunitat més baix pel que fa a la decisió de canviar l'activitat industrial per una sostenible.
- **Alternativa viable:** Els sectors candidats a desaparèixer han de tenir una alternativa viable i sostenible a la seva activitat.

- **Substitució positiva:** En el cas ideal, el sector substituït ha de ser positiu per al desenvolupament econòmic i social, de manera que s'eviti resoldre un problema a la vegada que se'n genera un de nou. El sector emergent hauria de proveir una oportunitat per dotar de més valor afegit l'economia, permetent deixar enrere activitats menys productives arrelades, com per exemple passar activitats intenses en mà d'obra poc qualificada a d'altres amb exigències educatives més elevades.

A més a més de determinar quins sectors s'han d'eliminar i quins s'han de promocionar, les institucions també han de decidir si els nous sectors hauran d'integrar-se en l'economia domèstica o donar via lliure a les importacions per tal d'estalviar costos i aprofitar nous espais d'activitats econòmiques, no necessàriament relacionades amb la TE. La decisió vindrà determinada per les condicions que presenti l'economia en particular, i serà funció de la governança determinar quins sectors són integrables (i per tant, competitiu a nivell internacional) i quins presenten unes condicions desfavorables. Per exemple, en el cas de Catalunya, existeix un marge considerable per a la inversió en centrals eòliques i solars, però a causa de les condicions del Mediterrani, poc sentit tindria implementar plantes mareomotrius, ja que el rendiment econòmic seria massa baix.

Un cop determinats quins són els sectors per mantenir, la dificultat es presenta en minimitzar les conseqüències negatives del desmantellament i que l'opinió pública en sigui partidària. Sense el consens generalitzat de la població sobre una TE justa és poc probable que les noves mesures siguin políticament viables. Per tal d'aconseguir el suport popular cal tenir en compte una sèrie d'elements clau que, si més no, faciliten en gran mesura la seva implantació:

- **Educació pública amb relació a la naturalesa del problema i la necessitat d'implementar mesures per solucionar-lo.** Tot i ser una mesura a mitjà i llarg termini, és absolutament crucial que la població estigui convençuda que el model actual no és sostenible i que, per tant, les noves polítiques industrials són necessàries, desitjables i, a més, funcionen. És fonamental la funció de sensibilitzar la població sobre els canvis de paradigma, dotant-la de capacitat adaptativa i, en especial, involucra-la de forma inclusiva al procés de canvi.
- Per tal que les **mesures siguin justes**, han d'oferir compensacions als col·lectius vulnerables que es puguin veure afectats, incloent-hi grups infrarepresentats, com les dones i el jovent. Les condicions econòmiques, polítiques, socials i culturals de cada país fan que el disseny de les polítiques sigui específic, però el principi comú ha de ser el de minimitzar els danys causats per la transició.
- Les mesures han de ser atractives i han de **garantir una via de prosperitat**. La comunitat empresarial ha de percebre que, tot i que algun sector es pot veure afectat negativament, les noves mesures obren una finestra per a la innovació empresarial i noves oportunitats de negoci, promocionant sectors verds emergents.
- Finalment, per garantir una transició progressiva, consistent i justa, els impactes negatius sobre la comunitat empresarial es poden minimitzar garantint tres mesures bàsiques. En primer lloc, **consultar i avaluar amb antelació les condicions dels sectors més perjudicats per la TE** per tal d'obtenir el màxim d'informació per adequar les polítiques pal·liatives de la forma més eficient possible. En segon lloc, per **facilitar la inversió**, l'anunci de les noves polítiques industrials ha de ser transparentment i temporalment coherent. L'objectiu és garantir seguretat jurídica per a les noves inversions. La tercera condició bàsica és la d'oferir la **implantació de les polítiques de forma gradual**. Com més progressiva sigui la seva implementació, més fàcil serà trobar solucions substitutives verdes.

Polítiques de foment de l'economia circular

En el present estudi s'ha vist que si bé la TE és fonamental per a la sostenibilitat industrial, implica transformacions més profundes. És aquí quan l'economia circular apareix com a principal eina conductora per a la transformació dels processos industrials, la qual permet reduir el consum de recursos materials i energètics de forma dràstica. A la vegada, s'ha vist en l'apartat anterior que, degut a les condicions de competència que ofereixen els mercats via preus, hi ha canvis que triguen a realitzar-se a causa de la falta de competitivitat vers els sectors tradicionals. Aquest fet, mostrat en l'apartat anterior, marca la necessitat d'introduir polítiques industrials per tal d'accelerar les transformacions. Aquest apartat tracta d'introduir, de forma resumida, les vies que tenen les institucions per fomentar l'economia circular (Altenburg, T. *et al.*, 2017).

Marcar objectius i polítiques per a la transició circular

La transició circular ha de ser reconeguda com a pilar fonamental per les polítiques d'indústria verda i introduïda en la majoria de polítiques sectorials. El primer pas és aconseguir acords multilaterals, passant per les institucions, empreses i societat civil, de manera que s'obtingui un objectiu comú referent a l'ús de recursos i la contaminació. Per exemple, Japó utilitza tres indicadors per controlar el progrés cap a la circularitat: productivitat dels recursos respecte al PIB; un indicador de l'ús cíclic, indicant el total de material reutilitzat respecte al total consumit; i un indicador de sortides materials per quantificar els residus. La Unió Europea ha traçat un pla per a l'economia circular, marcant una llista concreta de mesures, integrant indústria i agents complementaris per tal d'assolir els objectius. Això hauria de facilitar la integració de sectors públics i privats, l'accés a la informació i creació d'estàndards per a nous models de negoci, entre d'altres.

Aquests exemples serveixen per il·lustrar la importància i el potencial dels objectius multilaterals, que assenten una base sòlida i comuna per al futur desenvolupament de l'economia circular.

Regulacions a nivell nacional-regional

En aquesta òptica, un dels principis més importants és el de la responsabilitat estesa dels productors. Estendre la responsabilitat dels productors significa que els costos d'obtenció de materials i de la seva recuperació al final del cicle productiu han de caure sobre els mateixos productors. Per una banda, els productors assoleixen responsabilitats mediambientals que fins ara no tenien en compte, les quals es tradueixen en majors costos, incentivant la millora dels productes incrementant la seva circularitat. A més, la introducció de càrregues econòmiques a la col·lecta de residus, impostos mediambientals o impostos a les matèries primeres incentiva la creació de dissenys de productes que permetin la seva circularitat. En tal situació, els productors estan en disposició d'escollir entre recuperar els seus productes i reutilitzar els seus components o pagar les taxes de gestió de residus.

Suport als nous models de negoci

Per assolir una plena circularitat a l'economia, és necessari un canvi substancial en els models de negoci actuals. La majoria d'empreses encara basen el seu negoci en el nombre de productes venuts, sense tenir en compte l'ús i consum de recursos que genera. Per tal de generar un canvi i girar la producció cap a models basats en la recollida de materials, el reciclatge i la reutilització, existeixen tres mesures principals per accelerar el procés:

- **Senyals via preus:** és la mesura més comuna i eficaç, posar el focus en generar els incentius econòmics suficients perquè les empreses per si soles busquin vies sostenibles que a la vegada garanteixin major competitivitat.

- **Fomentar el pensament respecte al cicle de vida dels productes:** introduir el concepte de cicle complet per obrir la perspectiva als productors sobre com produir de forma circular. És a dir, com més popularitzada sigui la idea dels cicles complets, major serà la probabilitat que sorgeixin noves idees i emprenedors que tractin de solucionar el problema.
- **Inversió i finançament accessible:** de la mateixa manera que la política industrial verda, facilitar eines de cooperació entre emprenedors i inversors que busquen innovar en models productius circulars. A més, afegir línies de crèdit específiques amb tipus d'interès baix i/o per empreses que busquin incloure processos circulars pot ser clau per al seu desenvolupament.

Promoció de la cooperació regional i la creació de clústers industrials

Per promoure la cooperació regional i la integració de processos industrials, les institucions poden assignar àrees concretes per crear parcs industrials circulars. Per tal que les mesures siguin efectives, es requereix un elevat nivell de coordinació entre les empreses amb recursos complementaris, fet que actualment no està garantit per falta d'informació. És per això que les institucions juguen un paper clau a l'hora de facilitar els processos d'integració i d'oferir les eines suficients per compartir informació entre sectors complementaris.

Involucració dels consumidors

La societat civil no pot quedar al marge de la transformació i, de fet, juga un paper essencial per al desenvolupament de l'economia circular. D'una banda, els consumidors no prenen les decisions únicament d'acord amb els preus, sinó que hi ha altres factors que influeixen en la decisió final. La creació d'indicadors de circularitat i etiquetes als productes pot suposar un interessant impulsor per desviar l'interès dels consumidors cap al consum de productes circulars. D'altra banda, la conscienciació de la ciutadania (iniciatives educatives) és necessària per garantir un gruix creixent de consumidors que demandi a les empreses productes sostenibles. Per tant, la política activa dedicada als consumidors es basa principalment en la difusió d'informació, l'objectiu de la qual és incrementar el teixit de consumidors que demanden una producció energètica i mediambientalment sostenible.

Desenvolupament i integració de noves tecnologies

La gestió de la TE ha de tenir com a objectiu, entre d'altres, superar una situació d'estancament tecnològic i fallades de mercat (els mercats no són capaços de desenvolupar per si sols els objectius demandats per la societat), el qual es presenta desfasat per les condicions econòmiques, socials i/o mediambientals d'un moment determinat. S'ha de facilitar i accelerar el procés de transició per mitjà de processos d'innovació, d'aprenentatge i experimentació, coordinant i coproduint polítiques amb objectius clars i programes per desenvolupar tecnologies.

L'objectiu és, per tant, accelerar una transformació estructural de l'economia (o de sectors importants) utilitzant les oportunitats que presenta la innovació tecnològica i dissenyant polítiques que incentivin la inversió privada en aquestes tecnologies. La gestió de la transició es basa en el desenvolupament a llarg termini, amb objectius que involucren diferents actors rellevants i incorporant programes i projectes experimentals, a la vegada que processos d'aprenentatge.

Existeixen diferents eines per seleccionar innovacions tecnològiques i fer-les efectives:

-
1. Crear una cartera flexible i ben àmplia d'opcions, un procés obert de cerca de nous negocis i recerca, o una identificació primària de les necessitats dels clients per tal de poder prioritzar sectors i tecnologies.
 2. Permetre l'aprenentatge durant l'aplicació de les polítiques per poder fer esmenes. Això requereix persones intermediàries entre les institucions i empreses, controlant i informant sobre l'estat dels processos. Per evitar que grups d'interès distorsionin l'objectiu de la política en concret, cal garantir mecanismes de control i de transparència.

La part operativa per al desenvolupament de tecnologies se centra en dos aspectes principals:

- **Programes experimentals i projectes:** s'utilitzen per testar opcions tecnològiques, aprendre a través de la satisfacció dels usuaris, identificar problemes amb un ampli ventall d'assumpes tècnics i, finalment, per crear xarxes de cooperació. La funció de les institucions ha de ser la d'assegurar que es duen a terme experiments interessants i aprendre les lliçons dels resultats que s'obtinguin.
- **Gestió estratègica de nínxols:** implica la promoció de les tecnologies verdes experimentades que tenen potencial de ser integrades als mercats. Es pot fer a través d'incentius financers, *networking* i/o polítiques que permeten l'escalada de la tecnologia estratègica protegint-la de la pressió de la competència fins que arriba a un estat de maduresa consolidat.

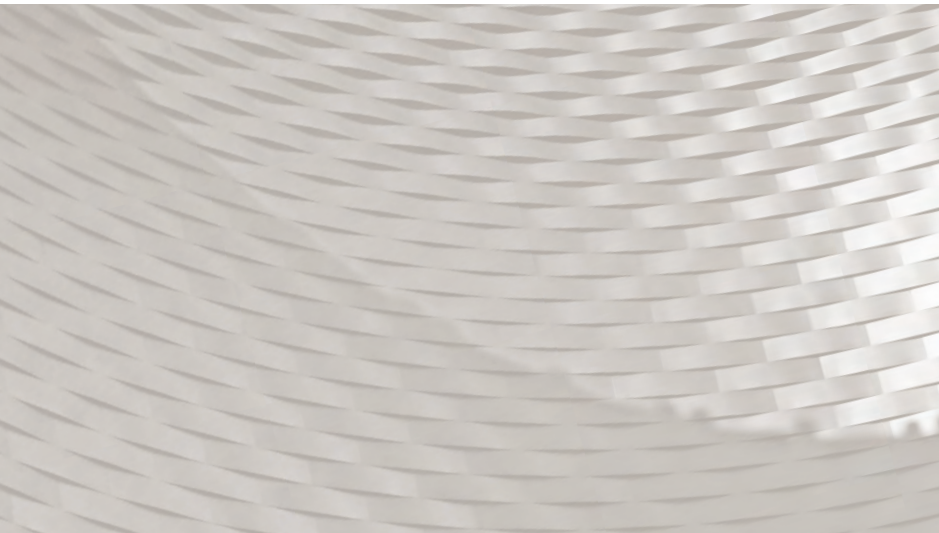
Finalment, un punt imprescindible és **l'aprenentatge per mitjà de les polítiques**. Una política de transició serà exitosa a l'hora d'introduir tecnologies verdes estratègiques si introdueix espais temporals de llarg termini, amb nombrosos cicles d'ajust per assolir l'objectiu establert. Els controls i ajustos cíclics permeten observar i avaluar quins objectius interns s'assoleixen, si el procés està sent dominat per algun agent o grup d'interès, i com les regulacions i mecanismes han de ser ajustats per garantir els objectius a curt i llarg termini. Idealment, això permet uns canvis més graduals i, per tant, menor resistència social.

Tendències i innovació empresarial

Un cop vistes i analitzades les mesures que s'han d'implementar, pot donar-se una percepció generalitzada que són les institucions públiques les que han de prendre el timó de la TE i que la major part de responsabilitat recau a sobre seu. Si bé és cert que juguen un paper fonamental i són el pilar per engegar el procés de transició, des de la perspectiva empresarial seria un error esperar massa temps fins que les mesures siguin vinculants en el seu model de negoci.

Cal tenir en compte que, mentre les millores tecnològiques (i de processos) es vagin consolidant, les institucions reguladores tindran la possibilitat d'introduir més restriccions a les activitats desfasades. Aquelles empreses que no s'avancin a les limitacions, podrien trobar-se en una situació on la falta d'expertesa en el nou paradigma les situï en desavantatge competitiu. Incorporar una actitud proactiva en la presa de decisions empresarials i avançar-se als temps i objectius establerts permet obtenir un millor coneixement de les tendències del mercat on es participa. En aquest sentit, i tenint en compte la magnitud de la TE a escala internacional i en particular a escala europea, es pot preveure una carrera competitiva per al desenvolupament de noves tecnologies, processos i models de negoci. Per tant, entendre la importància del paper de les empreses durant el procés de transició és clau per complir els objectius de la TE i augmentar la competitivitat empresarial en el nou paradigma.

10 |



La veu experta

Entrevistes convencionals i a través dels UPC Diàlegs d'energia i emergència climàtica 2020¹⁷



Jaume Barceló

Catedràtic de la Universitat Politècnica de Catalunya que actualment és responsable de projectes de transport i tecnologies de la informació i la comunicació d'InLab FIB, un laboratori d'innovació i investigació de la Facultat d'Informàtica de Barcelona.

"Quan parlem de mobilitat sostenible cal posar l'accent en l'accessibilitat. Podem parlar del triangle de l'accessibilitat: ús del terreny i distàncies, sistema de transport (connexions físiques) i telecomunicacions (connectivitat digital). La introducció de nous conceptes en el sistema de transport i de telecomunicacions, com l'accés a la mobilitat compartida i el teletreball, serveixen com a punta de llançament per reduir els consums energètics".



Gemma Barricarte

Futura arquitecta de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona i activista del moviment estudiantil UPClimate i Fridays for Future, moviments contra el canvi climàtic.

"La arquitectura debe asumir la obsolescencia del hormigón armado (altamente contaminante) y presentarse como disciplina necesaria tanto para la adaptación al cambio climático como para su mitigación, incluyendo la perspectiva metabólica de todos los procesos. Aquí entra el papel de la educación, donde se nos sigue formando sobre la base de una disposición infinita de recursos. Hace falta cambiar esta perspectiva para evitar una enseñanza que va en contra de nuestra supervivencia."



Irene Buj

Doctora enginyera actualment investigadora principal de TECNOFAB, el Grup de Recerca en Tecnologies de la Fabricació, del Departament d'Enginyeria Mecànica de la UPC, on s'investiguen processos de fabricació additiva com impressió 3D de plàstics i ceràmiques, i altres processos de fabricació mecànica com el fresatge i el brunyiment, així com la maquinabilitat de diferents materials.

"Quan parlem d'energia en els processos industrials s'ha de veure el procés productiu com un conjunt des de la fase del disseny, tenint en compte no només l'energia del procés de fabricació en si, sinó també l'energia necessària per obtenir la matèria primera."



Joan Calatayud

És enginyer informàtic i actualment directiu a IThink UPC i UPCnet, dues empreses de consultoria i serveis tecnològics de la Universitat Politècnica de Catalunya, expertes en ajudar les empreses i administracions públiques a potenciar l'agilitat de negoci mitjançant l'ús de les TIC.

"S'ha de ser conscient del consum energètic que tenen les tecnologies d'informació i comunicació (TIC), ja que com que no es visualitza directament sembla que no tingui cap impacte i és responsabilitat de tothom"

¹⁷ Els diàlegs es poden trobar a la web: <https://dialecs.upc.edu/energia>. Existeixen diferents temàtiques: Governança, Accessibilitat i Mobilitat, Processos tecnològics, Habitabilitat, Informació i comunicació i Alimentació.

tenir un compromís amb la sostenibilitat des de la gestió dels models energètics, passant per la provisió dels serveis digitals i la recerca en els components dels aparells electrònics fins als usuaris finals.”



Ivan Capdevila

Soci i director d'Estudi Ramón Folch i associats S.L que dona suport als projectes de sostenibilitat d'administracions i empreses a través de serveis d'enginyeria de l'eficiència energètica i de consultoria territorial, ambiental i urbana. Durant el període 1995-2000 va ser el responsable d'elaborar i implantar el Pla Estratègic de Medi Ambient de la Universitat Politècnica de Catalunya.

“Els processos tecnològics són molt importants, però els canvis culturals també, i s'ha de preveure una transició on les persones tinguin un paper rellevant, sobretot en referència a la reducció del consum energètic, per tant el paper de l'estalvi i l'eficiència han d'implicar la ciutadania.”



Francesc Cardona

Director de Màrqueting, Comunicació i Afers Públics a CELSA Group™. Es va incorporar a CELSA Group™ el 2005 i des de llavors ha ocupat càrrecs directius a les àrees de comercial, logística i màrqueting. Abans d'unir-se a CELSA Group™, Cardona va ser director de projectes en una empresa d'enginyeria, arquitectura i consultoria.

“La indústria siderúrgica és fonamental per al subministrament de metalls per a la fabricació de béns dedicats a la TE. Ara bé, com a indústria no podem assolir els objectius de sostenibilitat si no disposem d'energia neta i a preus competitius. L'aprofitament de residus ens obre les portes a l'aportació de materials per altres sectors com l'àrid siderúrgic, de manera que s'amplien els horitzons de l'economia circular. En aquest sentit, cal més participació de l'Administració com a facilitadora i prescriptora d'aquests nous productes vinculats a l'economia circular. Cal també una política ambiciosa i decidida que aposti per una indústria sostenible al país.”



Antonio Cerrillo

Redactor de *La Vanguardia* especialitzat en canvi climàtic i medi ambient. Va rebre el Premi Nacional de Periodisme Ambiental i Premi a la Difusió del Coneixement sobre la Biodiversitat de la Fundació BBVA 2020. És autor del llibre *Emergència Climàtica: Escenaris de l'escalfament i els seus efectes a Espanya*, coautor del llibre *Periodisme ambiental, anàlisi d'un canvi cultural a Espanya*. També ha escrit especials com *Àrtic, rere les empremtes del canvi climàtic*, i com a coautor *Rere les petjades del canvi climàtic al Pirineu*.

“Durant la pandèmia s'ha pogut veure com s'ha reduït la contaminació i les emissions de GEH. S'ha constatat que les ciutats no estan preparades per garantir ni un volum de vianants ni una distància social tan gran, per tant és el moment de fer les ciutats a la mida de les persones creant espais pels vianants i per les bicis, repensant les ciutats de manera que el vianant sigui l'eix de la mobilitat.”



Cathryn Cecelia Tonne

Cathryn Tonne és epidemiòloga ambiental que se centra en qüestions generals sobre la influència del medi físic en la salut i les desigualtats en salut. Gran part de la seva investigació s'ha centrat en els efectes de la contaminació atmosfèrica del trànsit i de les fonts domèstiques sobre la salut. Actualment treballa al programa de recerca en contaminació atmosfèrica d'ISGlobal.

"La COVID-19 ens ha demostrat que l'explotació ambiental té efectes, no sols en el clima sinó en la salut pública. A més, veiem que les restriccions a la mobilitat no són en absolut suficients per a la reducció d'emissions. Durant la pandèmia, la política governamental va orientar les mesures i la responsabilitat davant la societat, mentre que els canvis de TE han de ser sostinguts per la generació d'energia i els processos industrials. A partir d'aquesta experiència, la crisi de la COVID ens ha d'obrir un camí diferent per a la introducció de polítiques. Les pròximes mesures de recuperació han de ser tan dures com les de lluitar contra la pandèmia, amb especial atenció a evitar el "greenwashing"¹⁸ per garantir canvis reals."



Salvador Clarós

Responsable de Coordinació Sectorial a la Secretaria de Política Sectorial i Sostenibilitat de CCOO de Catalunya. També ha estat president de l'Associació de Veïns del barri de Poblenou de Barcelona.

"La indústria i les persones formen un binomi, si som capaços de fer la transició vers un nou model energètic de forma justa i que integri les persones de forma proactiva, Catalunya serà competitiva industrialment."



Jordi Collell

Director de màrqueting de Reby, una empresa, implantada a Barcelona i Saragossa, que posa a disposició dels usuaris una flota de patinets elèctrics repartits per tota la ciutat, localitzables i activables a través de l'app mòbil, des d'on també es gestiona el pagament pel servei.

"Estem vivint una revolució de la mobilitat urbana, amb canvis molt intensos que caldria regular en primer lloc transversalment, tenint en compte tant el vehicle com la ciutadania, en segon lloc consensuada amb tots els actors involucrats i finalment una revolució guiada per la voluntat de compartir informació i integrar els canvis amb l'objectiu de millorar el bé comú."



Francisco Javier Doblás

Doctor per la Universitat Complutense de Madrid especialitzat en variabilitat climàtica, actualment és director del departament de Ciències de la terra del Centre Nacional de Supercomputació (BSC), on coordina el treball de més de 60 enginyers, físics, matemàtics i altres investigadors del clima i la qualitat de l'aire.

"La cuestión es cuándo y a qué ritmo dejaremos de emitir, además de ver cómo nos adaptamos al cambio climático que es inevitable y sobretodo cómo abordamos el problema de una transición socioeconómica que

18 *Greenwashing* (rentat d'imatge verd) és un terme utilitzat que fa referència a l'acció d'una empresa/govern/organització, etc. De fer ús del màrqueting per promocionar un producte/proposta /política respectuosa amb el medi ambient quan en realitat no ho és.

nos permita reducir las emisiones de gases de efecto invernadero sin perjudicar a los más vulnerables, asegurando un cierto nivel de justicia social.”



Carme García

Experta en planificació energètica municipal, va impulsar el projecte urbà integral d'eficiència energètica "Rubí Brilla" com a alcaldessa de Rubí (2003-2015). Ha estat diputada de la Diputació de Barcelona, així com vicepresidenta de l'Àrea de Mobilitat i Accessibilitat de la Federació Espanyola de Municipis i Províncies (FEMP) i membre de l'executiva de la Federació de Municipis de Catalunya (FMC). Actualment, treballa ajudant els governs locals i les empreses a desenvolupar polítiques eco-sostenibles, lluitar contra el canvi climàtic i fomentar el canvi de model energètic en l'àmbit municipal.

"Ja sigui per la perillositat de les nuclears o per les emissions dels combustibles fòssils, s'ha arribat a l'era de les renovables. L'edat de pedra no es va acabar perquè s'acabessin les pedres sinó perquè hi va haver un canvi tecnològic. De la mateixa manera, ara és el moment de la TE renovable, distribuïda, ciutadana, democràtica i no nuclear."

"És important que el municipi tingui un projecte global que estigui consensuat amb totes les forces polítiques i que per tant no sigui de discussió política."



David Garrofé

Llicenciat en Dret per la Universitat Autònoma de Barcelona i en Direcció i gestió d'empreses per la IESE Business és actualment el secretari general de la CECOT, una patronal multisectorial d'empreses catalanes.

"Des d'una perspectiva ocupacional, el canvi energètic no hauria d'implicar una pèrdua de llocs de treball significativa. La formació és clau i actualment no està prou connectada amb l'ocupació. Per tant, cal flexibilitzar l'oferta formativa, vinculant-la amb l'ocupació amb nous sistemes de pràctiques i així garantir l'ocupabilitat de les persones."



Joan Groizard

Enginyer Mecànic amb especialitat en energia i medi ambient (Cambridge - 2011) la seva carrera professional s'ha dut a terme en empreses com RES (Renewable Energy Systems Ltd), o Element Energy. L'any 2015 és nomenat director d'Energia i canvi climàtic del Govern de les Illes Balears, posició que ocupa fins al novembre del 2018, data en què el nomenen director d'Energies renovables i mercat elèctric de l'IDAE (Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'Energia). Des de setembre del 2019 és el director general de l'IDAE.

"La gestió de l'energia des de la generació a l'ús és un dels pilars fonamentals, però després també és necessària una societat que ho valori, que el consumir triï les opcions més netes i que pel que fa a la ciutadania existeixi un suport d'opcions polítiques i organitzatives que siguin coherents amb la gestió energètica."



Joan Herrera

Advocat i polític vinculat a l'activisme mediambiental, és actualment director de Medi ambient i energia a l'Ajuntament del Prat de Llobregat. Va ser diputat i portaveu del grup Esquerra Verda – Iniciativa per Catalunya Verds al Congrés entre els anys 2004 i 2010, i va precedir Joan Groizard en la direcció de l'Institut de Diversificació i Estalvi de l'Energia (l'IDAE) entre 2018 i 2019.

“Cal fer una reflexió normativa del desplegament de la TE. Per primera vegada se'ns presenta l'oportunitat de democratitzar l'energia, obrint la porta a l'apoderament de la ciutadania per mitjà de comunitats energètiques i de gestió. Cal adaptar el model de negociació de preus per mitjà de subhastes i fomentar la transparència energètica i l'autoconsum de comunitats per tal d'aconseguir una energia renovable competitiva.”



Jordi Llorca

Actualment és catedràtic del Departament d'Enginyeria Química, responsable de Formació de l'Institut de Tècniques Energètiques i director del Centre de Recerca en Ciència i Enginyeria Multiescala de Barcelona de la UPC. Les seves àrees d'expertesa són catalitzadors, combustibles, energia, hidrogen, medi ambient i recursos energètics renovables. Des del 1995 fins a l'actualitat ha publicat 400 articles en revistes internacionals, ha escrit 5 llibres i ha dirigit 16 tesis doctorals.

“El més òptim seria no generar residus per no haver-los de reciclar, com que això no sempre és possible, el que s'ha de fer és tenir present quin serà el residu que es generarà a l'hora de dissenyar un procés i que aquest formi part de la decisió de quin procés escollir.”

“Un dels canvis de paradigma que ha d'incloure la TE és la idea de trobar una utilitat al residu en lloc de veure'l com una molèstia.”



Marc Nicolàs

És el responsable de mobilitat de l'associació de fabricants i distribuïdors (AECOC) d'Espanya, una de les associacions més grans d'Espanya que uneix a productors, fabricants, distribuïdors i operadors de logística.

“El principal problema del transport és el de mercaderies de llarga distància. De moment, no existeix una alternativa viable al dièsel. A més, el teixit empresarial dedicat a la distribució és majoritàriament de pimes, les quals presenten dificultats per realitzar inversions de canvi de flota. Pel que fa a la distribució urbana, ja s'estan incorporant alternatives de vehicles lleugers elèctrics les quals, sens dubte, introduiran nous models de distribució. A més, la creixent demanda farà que cada cop es redueixi més el pes de la mobilitat particular vers el de distribució.”



Jaume Pedrós

Membre de la Comissió Permanent Nacional d'Unió de Pagesos, el sindicat majoritari del camp català que agrupa més de 6.000 afiliats que es dediquen a l'agricultura, la ramaderia i l'activitat forestal. És responsable de Finances i Serveis, Energies Alternatives i Regadius.

“El problema que tenim actualment és que ara volem menjar raïm per Nadal, pomes al febrer i taronges a l'agost, i això fa que produïm una poma en un territori, la posem en un vaixell i la venem a l'altra punta del món. No només s'ha de tenir en compte que qui cultiva la poma fora guanya més diners que el que fa la poma aquí a Lleida, sinó també que un avió contamina més que 10.000 tractors.”



Carme Poveda

És la directora d'Anàlisi Econòmica de la Cambra de Comerç de Barcelona, és especialista en economia catalana, la indústria i també en l'economia de gènere. Al 2018 va escriure el primer estudi dels Papers de l'Observatori de la Indústria que analitza la presència femenina al sector industrial català.

“La TE és una oportunitat per incorporar més dones al sector industrial, dones que estiguin en posicions de lideratge i participin en el procés de producció i de disseny, ja que la indústria fabrica allò que consumim i integrar la visió de gènere quan dissenyem un producte és bàsic per cobrir les necessitats de la societat.”



Assumpció Puig

Degana del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya des del 2018, la primera dona a ser-ho. Aquesta institució agrupa més de 10.000 arquitectes col·legiats en tot el territori català.

“La renovació urbana és una important eina per a la reducció del consum energètic en l'edificació. A més, cal reivindicar que sigui una renovació digna, en el sentit de ser assequible, accessible i de millora en el confort, entès com a sinònim de millora de la salut de la ciutadania.”



Carles Ruiz

És alcalde de Viladecans, president de l'Àrea de Recursos Humans, Hisenda i Serveis Interns de la Diputació de Barcelona i secretari del Pacte Industrial de la Regió Metropolitana de Barcelona. Entre d'altres projectes de compromís amb la TE, l'Ajuntament de Viladecans ha promogut recentment Vilawatt, una companyia energètica públic-privada finançada per la Unió Europea.

“Queda clar que qualsevol política de la TE passa per la digitalització i la descarbonització. No obstant això, la presència de comunitats energètiques que impulsin la cooperació entre diferents agents públics i privats es presenta com un instrument fonamental per a la gestió de subministres, la divulgació i l'assessorament energètic.”



Xavier Sabaté

Des del 2015 és responsable de projectes de medi ambient del Port de Barcelona i des del 2020, president de la comissió de Logistics Green New Deal que té com a objectiu descarbonitzar el sistema logístic a Catalunya. Actualment és regidor de Medi Ambient a l'Ajuntament de Flix i portaveu al Consell Comarcal de la Ribera de l'Ebre. La seva responsabilitat destaca per la seva preocupació en matèria energètica i mediambiental. També va ser un dels fundadors del Fòrum Ecològic i forma part del Col·lectiu CMES.

“La TE és molt complexa, s'ha de lluitar contra les incerteses, les inèrcies, les mandres, contra les pors i contra els lobbies. S'ha de treballar per canviar les mentalitats, les lleis i el concepte de l'economia.”



Eva Vidal

Professora titular del Departament d'Enginyeria Electrònica de la UPC, especialitzada en sostenibilitat i ètica de les TIC. Pertany als grups d'investigació BCN SEER (Barcelona Science and Engineering Education Research Group) i PERC-UPC (Centre de recerca d'electrònica de potència de la UPC).

"Més del 80% de l'energia que un smartphone necessita al llarg de tota la seva vida útil la consumirà abans que s'hagi posat en marxa per primera vegada. L'extracció de materials, alguns d'ells de conflicte, la fabricació en condicions no sempre respectuoses amb la natura i les persones i el transport de punta a punta del planeta són responsables d'aquesta gran demanda d'energia. La càrrega de la bateria per al seu funcionament i el reciclatge quan acaba la seva vida útil, amb prou feines són el 20% restant. A aquest consum cal sumar-hi el de tota la infraestructura (routers, xarxes, centres de dades, etc.) perquè les comunicacions funcionin. El gran nombre de connexions que es fan cada minut a les xarxes fan les TIC responsables d'entre el 8% i el 10% del consum total d'energia a Europa."



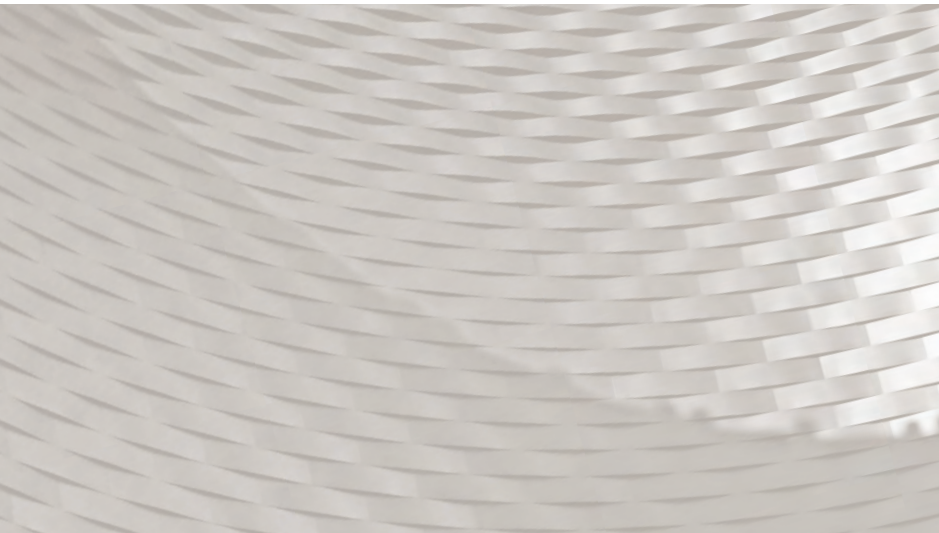
Dan Vivas

UPC Clima és un grup d'estudiants de la Universitat Politècnica de Catalunya molt compromès amb l'acció contra el canvi climàtic. Entre les diverses actuacions destaca l'impuls de la declaració de l'Estat d'Emergència Climàtica per part de la universitat el maig de 2019, essent pionera en fer-ho a l'Estat espanyol.

"L'energia ha de ser transversal, que no sols es parli d'energia i emissions quan es parla de centrals de carboni, sinó que integri també altres camps, com la mobilitat o l'alimentació."

"Sense un canvi de model que trenqui amb la línia continuista d'un augment emissions, d'energia, d'ús de materials i de producció de residus no es podrà construir un model sostenible."

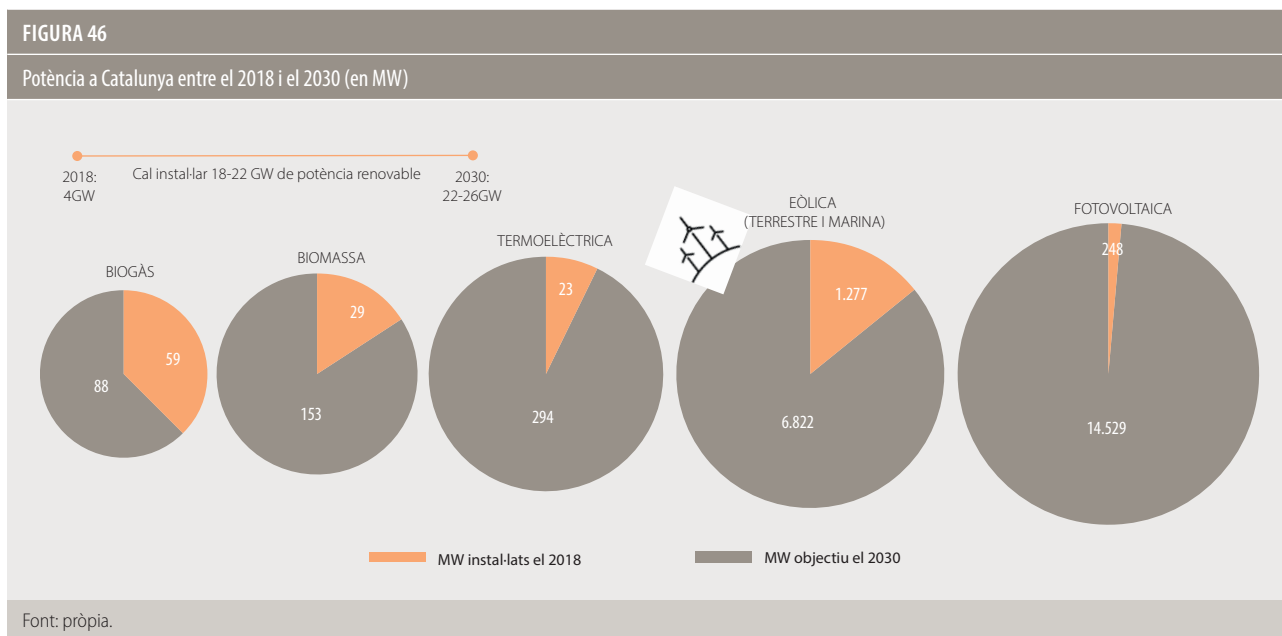
"Si es modifiqués tot el parc automobilístic actual a elèctric, implicaria un ús de bateries de liti de més de 90 Mton (fins al 2100) quan només hi ha disponibles 60 Mton (Hao, H. et al., 2019) fet que elevaria el preu d'aquest material i els vehicles només podrien utilitzar-se en els països més rics, per tant en pocs anys estaríem igual que ara."



11. CONCLUSIONS

La TE és una oportunitat per modificar el sistema productiu industrial que s'ha teixit en els darrers anys i que ha prioritzat els guanys econòmics davant del medi ambient, la sostenibilitat del sistema i les persones. En aquest canvi del model és crucial no només una disminució del consum energètic, sinó també del consum de materials, la generació de residus i les emissions de GEH. Per aquest motiu, el vector de canvi ha d'anar de la mà d'un nou model social, econòmic i productiu que ha de lluitar contra les incerteses, i les pressions exercides pels *lobbies* que encara tenen molts actius amortitzables. En efecte, la TE requereix una política ferma i valenta que no vingui únicament determinada pels guanys econòmics, sinó que integri al mateix nivell les qüestions mediambientals i energètiques.

El parc d'energies renovables que necessita **Catalunya haurà d'instal·lar una potència d'aproximadament 18.000-22.000 MW entre les anualitats 2020-2030**, la majoria provinent d'energia fotovoltaica i, en menys mesura, d'energia d'eòlica. Això requerirà una modificació perquè la xarxa elèctrica de transport pugui acollir tota aquesta energia provinent de fonts renovables. A més a més, caldrà flexibilitzar el sistema elèctric per fer front a la variabilitat i incertesa que ofereixen algunes de les energies renovables, ja que el sistema actual no està dissenyat per ser variable i, per tant, no és capaç d'integrar-les massivament.



Cal emfatitzar que Catalunya encara no s'ha posicionat energèticament, ja que és una de les comunitats autònomes amb menys MW de potència renovable instal·lada d'Espanya. Li cal, doncs, un projecte ampli que estigui consensuat amb els diversos actors de la societat.

En aquest nou model energètic, tant la indústria com les empreses, la ciutadania i l'Administració seran proactives i tindran una participació rellevant. No només en el consum d'energia, sinó en la seva generació. Existiran petits usuaris que, amb l'ajuda de la figura de l'agregador, podran participar en el mercat, tot democratitzant i flexibilitzant el sistema, i exportant els seus excedents d'energia a la xarxa elèctrica (fet que requerirà que sigui bidireccional).

Cal remarcar que aquesta participació de diferents actors i l'agregació de la seva energia serà possible gràcies a la digitalització. Amb la seva tecnologia, permetrà disminuir la incertesa de generació i consum de recursos energètics i augmentarà la flexibilitat del sistema elèctric, com per exemple amb les microxarxes, les quals són capaces de determinar quan s'ha de consumir l'energia renovable pròpia, la de la xarxa o la de l'emmagatzematge.

Alhora que es resol la flexibilitat del sistema elèctric, cal reunir esforços per descarbonitzar la indústria, ja que és responsable d'aproximadament el 30%, tant del total de les emissions de GEH com del total del consum d'energia final.

La primera etapa (els propers 10 anys) ha d'estar presidida per **"l'eficiència energètica, primer"**¹⁹ i **pel desplegament de les energies renovables**²⁰ sota els principis de gestió de la demanda, el foment de l'autoconsum, la generació descentralitzada i distribuïda. Un escenari on es prioritzin els projectes de petita escala en els àmbits residencial i productiu, tot fomentant l'ocupació i l'economia circular.

En relació amb les tecnologies, els **col·lectors solars plans** (o de tubs), amb aigua com a fluid tèrmic, són d'una gran eficàcia per substituir els combustibles fòssils en calefaccions, aigua calenta sanitària, assecatges o processos dels sectors industrial, agrícola i ramader, residencial o de serveis en aplicacions de fins a 70 °C. Els **captadors solars amb concentradors** i oli com a fluid tèrmic poden cobrir aplicacions de fins a 300 °C.

Una gran part de la TE vindrà de la mà de **l'electrificació** (bomba de calor, mobilitat elèctrica, cuines elèctriques, etc.) en base a les energies fotovoltaica, hidroelèctrica i eòlica. L'electrificació té l'avantatge que permet una transició i una descarbonització gradual a mesura que s'injecten les noves fonts renovables a la xarxa. La **incorporació massiva de les TIC** en el sistema energètic (monitoratge, gestió de la demanda, comunicacions, etc.) és essencial per reduir el consum energètic –i, de retruc, les emissions– i per millorar l'eficiència del sistema.

En aquest període de menys de 10 anys també cal investigar, desenvolupar i implementar les experiències pilot necessàries sobre les tecnologies que seran el nucli de les transformacions del període següent (termini mitjà). Especialment, pel que fa als grans sistemes d'emmagatzematge, el vector hidrogen, els processos industrials i el transport pesant i de gran abast com els camions, autobusos, trens no electrificats, vaixells i avions.

Per tant en aquest període, són plausibles escenaris industrials de:

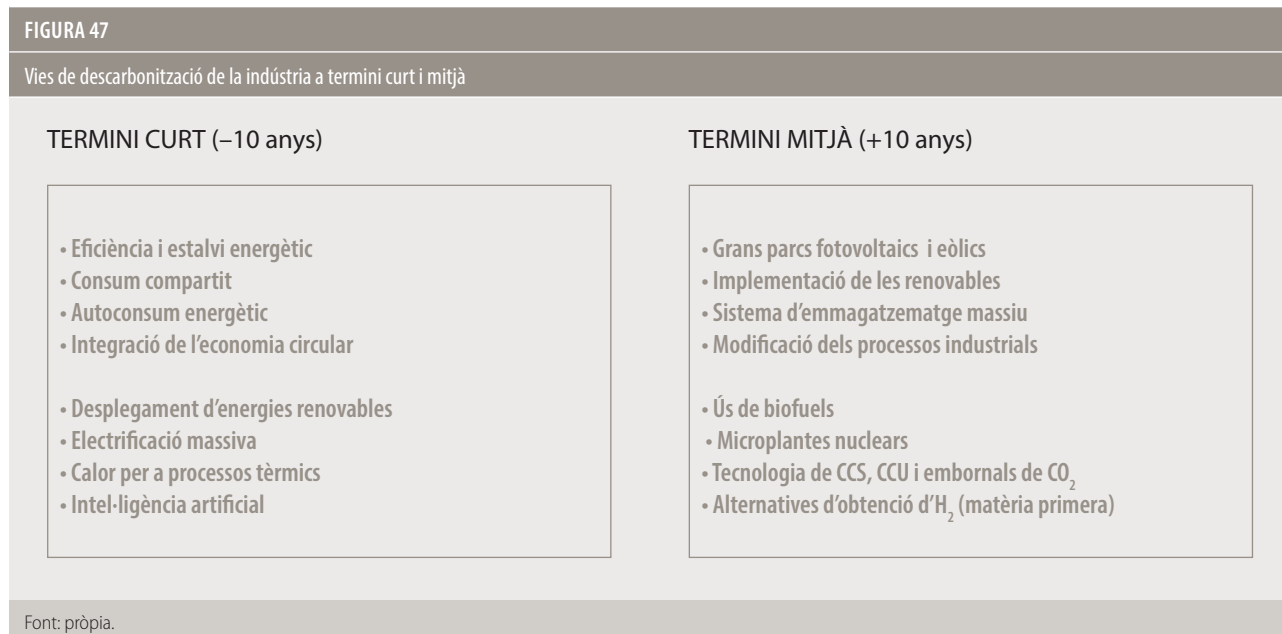
- Estalvi i eficiència energètica.
- Electrificació.
- Aprofitaments tèrmics del Sol, la biomassa i gasos renovables.
- Hibridació de gas amb hidrogen en proporcions de l'ordre del 20%.
- Ús massiu de les TIC i IoT.
- Impuls de l'economia circular.
- Prosumidors elèctrics.

19 Directiva Europea 2018/844.

20 Directiva Europea 2018/2001.

Com a resultat, les companyies industrials estan revisant les seves estratègies de sostenibilitat per reduir el consum de combustibles fòssils i buscar solucions per electrificar els seus processos.

A mitjà termini (de 10 a 20 anys), s'hauran de desenvolupar els grans parcs fotovoltaics i eòlics per cobrir la transició dels sistemes generals (indústries intensives en energia, transport pesant i de llarg abast i grans equipaments). Alhora, s'haurà d'implementar una forma d'emmagatzematge massiu per poder fer viable un sistema energètic basat en fonts renovables intermitents i/o aleatòries més enllà d'un cert llindar (probablement, més del 30%).



Les centrals hidroelèctriques amb embassament i, eventualment, parcs de bateries, poden aportar una certa capacitat d'emmagatzematge per regular les variacions dia/nit però, pel que fa a l'emmagatzematge de més llarga durada i estacional (estiu/hivern), tot sembla indicar que el principal recurs serà l'hidrogen electrolític²¹ i, en menor grau, altres gasos renovables (syn-gas o biometà).

Més enllà de l'emmagatzematge, **l'hidrogen** permet la transmissió entre diferents formes d'energia: electricitat-hidrogen-electricitat. Per tant, pot assegurar la xarxa elèctrica en hores vall i també impulsar el transport pesant i de llarg abast amb un electrolitzador i una pila de combustible. L'hidrogen també permet substituir el gas fòssil en processos industrials d'alta temperatura i, eventualment, en màquines tèrmiques. Tot i així, aquest gas presenta certes limitacions que suposen un repte per a la seva implementació:

²¹ Vegeu l'estratègia sobre l'hidrogen, adoptada el juliol del 2020 per la Comissió Europea.

-
- Els costos d'obtenció d'H₂ verd (derivats de l'electròlisi).
 - Baixos rendiments d'algunes transformacions a energia elèctrica, mecànica o tèrmica.
 - El preu de síntesi de l'H₂ verd encara és desfavorable vers el de les fonts energètiques tradicionals.

Les tecnologies de captura, emmagatzematge i ús de carboni (CCS i CCU) poden col·laborar a mitigar les emissions de carboni en instal·lacions existents que l'originen de forma concentrada (centrals tèrmiques o certs processos industrials). El CO₂ es pot utilitzar tant de forma directa en diversos sectors com el químic, l'alimentari i el farmacèutic, com convertir-se en productes com el metanol o la urea. Cal tenir en compte que l'ús d'aquestes tecnologies no ha de justificar la prolongació en el temps o la futura creació d'instal·lacions que emetin CO₂. En canvi, sí que pot servir de gran interès per investigar i experimentar amb tecnologies que actuïn com embornal de l'excés de CO₂ que ja hi ha a l'atmosfera.

En aquest segon estadi, cal abordar **la transformació de determinats processos industrials** per evitar les emissions de procés (especialment el ciment i l'acer) o fins i tot establir tecnologies constructives o de fabricació que evitin aquests materials. La matriu industrial (vegeu la taula 2 que trobem a la pàgina 79 del capítol 4) ofereix una de les possibles vies de descarbonització per a cada sector.

Finalment, en una darrera etapa (més enllà dels 20 anys) de la transició del sistema energètic i la descarbonització, caldrà completar les transformacions i consolidacions perquè les energies renovables prenguin el control del sistema energètic. L'ús de combustibles fòssils haurà de ser residual.

Tot i ser la base de la transició, aquesta no es pot resoldre únicament amb un canvi de tecnologies sinó que cal transformar i condicionar el model econòmic industrial i empresarial. Els principals aspectes del canvi de paradigma venen marcats principalment per:

- Canvis en la concentració i intensitat de les fonts.
- Principal obtenció energètica a través de l'electricitat.
- Substitució de recursos d'estoc (fòssils) vers recursos de flux (renovables).
- Participació de la indústria en els usos energètics.
- Sistema energètic distribuït i participatiu.

La indústria, a més a més de descarbonitzar-se, té un altre paper clau en la transició, ja que pot decidir quan consumir i quan generar energia i, per tant, pot ajustar l'oferta i la demanda. Tanmateix, la transició es presenta com a element que integra la participació de diferents actors de la societat, la qual requereix la seva cooperació per a la generació i l'emmagatzematge d'energia, independentment de si la consumeixen o no.

Davant aquesta situació, s'han observat diferents oportunitats que pot oferir el nou model. En primer lloc, la generació energètica renovable obre la porta a la innovació en noves tecnologies, reduint els costos d'equipament que, en conseqüència, dona la possibilitat de millorar l'estratègia energètica i de recursos del territori català. A més, l'autoconsum i les xarxes bidireccionals permeten la descentralització de la producció energètica, les quals ampliaran el ventall d'oportunitats de negoci que es dediquin a gestionar-les.

En segon lloc, la transformació dels models de transport i la seva electrificació suposa un gran canvi en el sector. Els nous components dels vehicles elèctrics, com per exemple les bateries, modifiquen la cadena de subministrament. En aquest sentit, i tenint en compte la necessària incorporació de l'economia circular i el reciclatge de materials, en especial el de bateries, els canvis han de permetre l'entrada de nous participants en el sector que gestionin i possibilitin el nou model (punts de càrrega, vehicles compartits, etc.) i donin una sortida útil al final del cicle de vida dels vehicles.

En tercer lloc, els canvis en el consum, l'emmagatzematge i la gestió presenten el desplegament de grans oportunitats de negoci. Un dels elements més importants per reduir el consum energètic és la millora de l'eficiència, la qual va lligada al desenvolupament de noves tecnologies, nous processos industrials i la integració de la Indústria 4.0. La incorporació de nous processos (per exemple, l'economia circular) es complementa amb el disseny de nous productes, els quals són, per si mateixos, noves formes d'innovació empresarial i de negoci. L'edificació, especialment la rehabilitació, també juga un paper important en la millora de l'eficiència, on el teixit empresarial podrà aprofitar les inversions per oferir solucions.

Finalment, les noves fonts energètiques, de flux, requereixen l'adaptació de tot el sistema energètic de manera que s'obri el terreny per a la implantació de nous sistemes d'emmagatzematge i de gestió, amb un fort component de digitalització (IoT), els quals obriran noves vies de negoci.

Amb relació als canvis de models sectorials, s'ha observat també que el cas del transport i les centrals nuclears presenten certes peculiaritats vers la TE:

Primerament, per la presència a Catalunya de tres centrals nuclears que tenen acordat el seu tancament el 2029 (Ascò I), el 2033 (Ascò II) i el 2035 (Vandellòs). Entre ara i aquestes dates cal desenvolupar els sistemes renovables i establir programes d'estalvi energètic. En tot cas, donada la presència d'energia nuclear a Catalunya, **queda oberta la possibilitat de reemplaçar les plantes actuals per reactors modulars (5-10 MW)** als mateixos emplaçaments si en aquestes dates fossin segurs, amb l'eliminació dels residus resoltament i econòmicament rendibles. D'aquesta manera es **reduiria la pressió sobre els objectius de reducció d'emissions** i se suavitzaria la previsible davallada en l'ocupació de les regions amb centrals instal·lades.

Un dels sectors que pren també un paper rellevant és el del transport. En primer lloc, per ser una indústria amb llargues cadenes de producció intensives des d'un punt de vista energètic i, en segon lloc, per la seva actual dependència de combustibles fòssils. El transport representa el 22% del total de les emissions de GEH i el 43% del consum d'energia final a Catalunya, significat una peça clau per a la TE. En aquest sentit, s'ha observat que cal redimensionar tant els aspectes tècnics (productius) com les orientacions de les seves activitats. Principalment, se'n destaquen els següents punts:

- La transformació en les formes de mobilitat.
- Digitalització de les infraestructures i dels vehicles per millorar l'eficiència.
- Canvis modals de la mobilitat urbana.
- Noves formes de gestió logística.
- Electrificació directa del transport.
- Entrada de combustibles neutres en carboni.

Per fer efectius aquests punts s'han mostrat un conjunt de mesures marcades pel PNIEC 2021-2030 que faciliten el procés, posant el focus en l'eficiència energètica del transport. **Principalment es posa el focus en la diversificació del transport de persones**, de manera que el total d'emissions es vegi reduït considerablement. Es podrien dividir en dos grans blocs, un referent a la nova fabricació de vehicles i infraestructures, i l'altre sobre la gestió i ús del transport.

En referència al primer bloc, principalment se centra en la **renovació i electrificació del parc automobilístic** i la implantació de **noves infraestructures derivades de la Indústria 4.0**. Aquestes mesures no només permeten la reducció de les emissions de CO₂, sinó també la millora del transport en termes d'eficiència. El segon bloc se centra en la **gestió del transport**, aplicant mesures com les zones de baixes emissions o la mobilitat compartida. Aquest enfocament permet la reducció del parc de vehicles necessari, la qual cosa redueix la producció de vehicles i conseqüentment el consum energètic associat.

Finalment, el transport per mercaderies queda marcat per un tret característic a Espanya i Catalunya: l'aclaparador pes relatiu que té el transport per carretera vers el ferroviari (75% vers el 2%, respectivament). En aquest sentit, es posen en relleu dos aspectes clau per a una correcta implementació de la TE en el sector del transport. En primer lloc, la necessària atenció que ha de rebre el procés transformador de la mobilitat per carretera, de manera que es garanteixin en tot moment les cadenes de distribució per tal que la TE no sigui un impediment de la seva flexibilitat. En segon lloc, la importància d'incrementar el pes relatiu del transport ferroviari, especialment per seguir les tendències marcades per les directrius europees.

Cal tenir en compte que, tal com s'exposa en el capítol 6, la TE pot presentar certs obstacles per ser implementada.

En primer lloc, l'economia de mercat assigna els recursos segons la seva rendibilitat. Tenint això en compte, podríem situar-nos en un escenari on no es prioritzin les inversions derivades de la TE si no són rendibles o prou competitives vers els models energètics tradicionals. Com s'ha vist, els temps dels mercats, per si sols, no s'ajusten necessàriament a la urgència d'implementar les mesures, sinó al moment que siguin rendibles. És per això que el present estudi posa en relleu **la importància d'una política activa** per poder encaminar i accelerar les inversions requerides per la TE.

No obstant això, el segon obstacle deriva precisament del sistema polític actual, el qual està incentivat a prioritzar el curt termini i l'expansió econòmica vers altres mesures igualment importants com la TE. A més, el context energètic espanyol i català ha presentat barreres per al seu desplegament. D'una banda, la **falta històrica de seguretat jurídica i comportaments oligopolístics** en el sector energètic i, de l'altra, **rigideses per a la presa de decisions** de l'Administració que frenen la posada en marxa d'inversions necessàries.

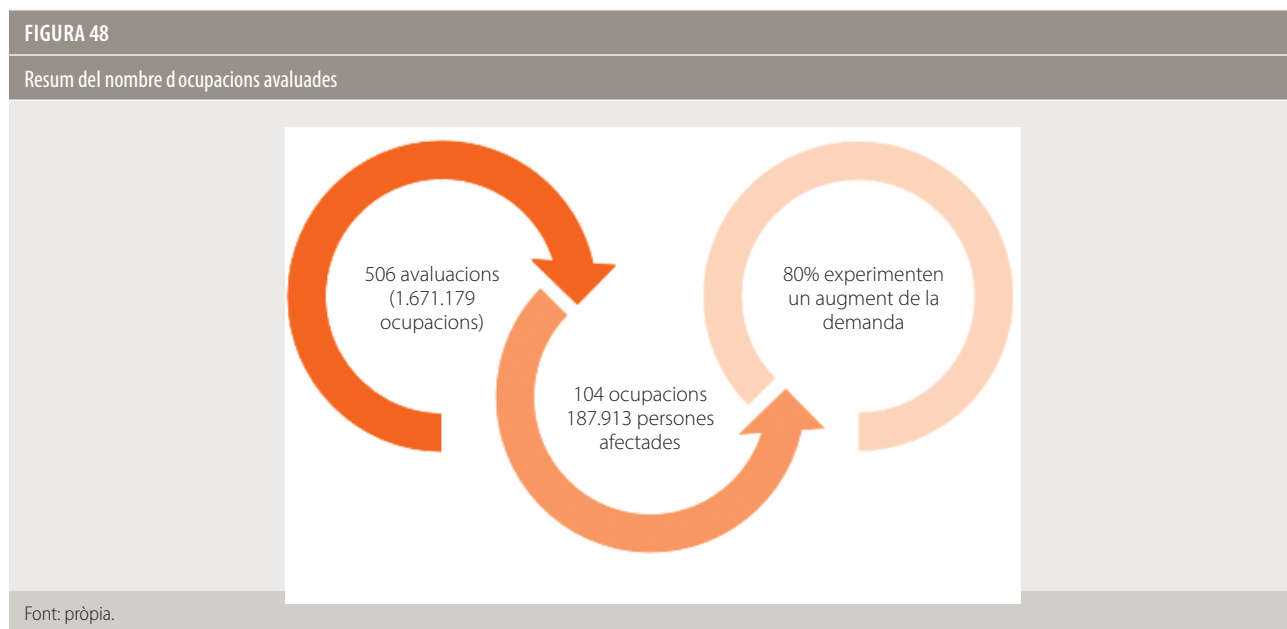
Per últim, **la incertesa dels costos dels nous equipaments i el seu encaix en els comportaments socials i econòmics**. Aquesta situació genera un **efecte d'avversió al risc**, la qual endarrereix inversions necessàries, tot degut a la falta d'una percepció de seguretat rendible a llarg termini.

Amb relació al creixement econòmic, la TE presenta dos escenaris contradictoris però que poden ser simultanis. D'una banda, tant les inversions per realitzar com les innovacions tecnològiques derivades de la Indústria 4.0 haurien de permetre un increment de la productivitat i l'expansió de la producció. D'altra banda, el creixement econòmic pot derivar en un augment del consum de recursos i, en conseqüència, les restriccions, taxacions i desmantellaments de sectors desfasats que per evitar-ho poden implicar una barrera per al creixement. El pes de cada escenari dependrà

del que es prioritzi durant el transcurs de la TE. En aquest sentit, el nou paradigma de la TE planteja la reformulació de la perspectiva del que s'entén per desenvolupament econòmic i d'utilitzar nous indicadors socioeconòmics, els quals no se centrin únicament en el vessant productivista i integrin elements de caràcter mediambiental.

L'estudi no s'ha centrat exclusivament en els aspectes tècnics a considerar de la TE i la indústria, sinó que posa sobre la taula altres efectes que pot generar, especialment els relacionats amb l'ocupació.

En primer lloc, s'ha observat que, de les 506 ocupacions observades, 104 estan afectades per la TE, i **la gran majoria de les persones ocupades en aquestes ocupacions afectades (80%)**, tenen el potencial d'experimentar un **augment de la seva demanda**. Així i tot, aquest increment de demanda **pot ser de caràcter temporal**, especialment per aquells llocs de treball generats durant la TE dedicats a la instal·lació i construcció de noves infraestructures. L'augment generalitzat de la demanda ocupacional es basa, principalment, en la introducció de nous subsectors en el sistema energètic i el desenvolupament de noves tecnologies que obren la porta als nous models de negoci.



En segon lloc, gairebé tots els ocupats dels subgrups avaluats requeriran formació complementària (50% dels ocupants) i/o patiran algun tipus de canvi en les seves tasques (34% dels ocupants) per tal d'actualitzar-se a les noves demandes de la TE. Pel que fa a la situació actual dels perfils professionals afectats per la TE, gairebé el 80% de les persones que ocupen els 104 perfils professionals analitzats tenen una formació bàsica. Si es relaciona amb l'increment de demanda, **s'observa una correlació positiva entre creació de llocs de treball i nivells educatius superiors**, deixant en relleu dos punts principals:

-
1. La TE Impulsa llocs de treball amb un alt grau de formació.
 2. És necessària la formació d'aquelles ocupacions amb nivells educatius baixos per garantir una correcta rotació laboral.

Tanmateix, s'ha observat que el **perfil professional** més afectat per la TE és el d'home **major de 30 anys, amb, majoritàriament, educació bàsica**. D'altra banda, **la presència de dones** en tots els subgrups afectats **és minoritària, sent superior en els subgrups amb major nivell educatiu**. D'aquesta manera, s'exposen dos fets principals:

- Un gruix important de treballadors afectats no presenta la formació necessària que demanda la TE.
- Les dones que treballen als sectors afectats estan més protegides vers els efectes negatius de la TE. En primer lloc, gràcies al seu nivell formatiu més elevat. En segon lloc, els subgrups amb major impacte negatiu coincideixen amb els subgrups amb menor presència femenina.

A partir dels resultats, es percep que la TE té una enorme potencialitat per generar llocs de treball. Partint de la hipòtesi d'instal·lació i manteniment del parc d'energies renovables de Catalunya (18.000-22.000 MW), es calcula que es generaran entre 24.408 i 31.879 llocs de treball anuals entre l'any 2020 i el 2030.

A la vegada que la TE genera llocs de treball, també implica una gran transformació de molts sectors que hi participen, la qual està condicionada a la seva capacitat adaptativa. És per això que es posa especial èmfasi en la **formació complementària**, sent la principal eina per innovar i actualitzar les competències dels llocs de treball, de forma que se n'eviti la pèrdua causada per l'obsolescència.

D'altra banda, per tal de flexibilitzar la rotació laboral i atraure inversió, cal també introduir mecanismes que acreditin els coneixements no reglats obtinguts en cursos, *masterclasses* seminaris i altres formats en línia, així com proves de capacitat per tal de formalitzar els coneixements d'aquelles ocupacions realitzades per treballador/es sense formació però que han adquirit les aptituds durant el transcurs del seu ofici. Seguint aquesta línia, també seria convenient **la normalització d'un nou currículum formatiu** on es plasmin les tendències de formació (en línia) que es mantindran durant tota la carrera professional.

A més, un dels aspectes que els processos formatius han d'integrar, a escala general, és el **de conscienciar i sensibilitzar la població** sobre les raons que justifiquen la TE i, especialment, **sobre el canvi de paradigma** que l'acompanya. Una població ben informada assenta les bases d'una correcta preparació pels reptes futurs.

Tenint en compte que una part substancial de la TE pivota sobre la indústria, es presenta la conveniència d'introduir mesures que permetin i **incentivin una major contractació de dones i de perfils professionals més joves** per garantir una millor pluralitat laboral. També s'extreu la importància que tindrà una correcta **cooperació entre els diferents agents civils**, especialment la simbiosi de les esferes pública i privada.

És per això que, per introduir mesures que permetin una TE justa, tant des d'una perspectiva industrial com laboral, s'ha creat un marc legal que regula el correcte desplegament de la transició.

Aquest marc s'estructura en tres nivells principals. En primer lloc, se situa el Pacte Verd Europeu, el qual traça les línies generals d'acció per a tots els estats membres de la Unió Europea. En un segon nivell, es troba el PNIEC 2021-2030, el full de ruta de cada estat membre per assolir els objectius marcats per l'any 2030. I, finalment, sota el paraigua del PNIEC 2021-2030, Catalunya té el seu propi pla: el PNTEC, el qual té una funció impulsora per desplegar les institucions i els principis legislatius cap a la TE, de manera que esdevinguin instruments potents per fer-la efectiva.

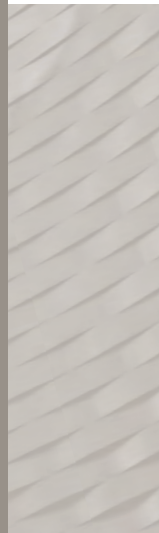
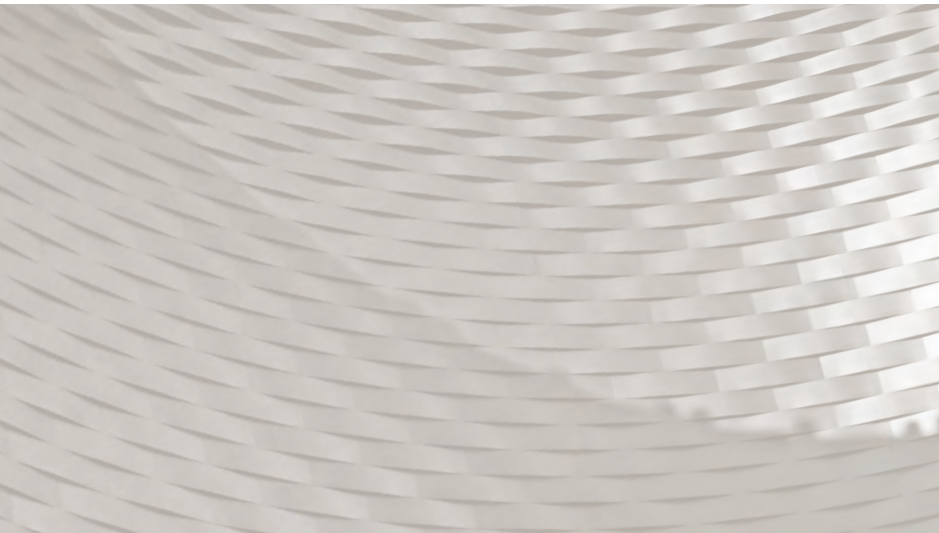
A partir d'aquí, s'han proposat tres grups de polítiques que servien per acabar de dirigir el camí que ha de prendre la indústria catalana cap a la TE.

En primer lloc, se situa la política industrial verda. L'estratègia demana utilitzar les **polítiques disruptives**, les eines de les quals no es limiten a frenar aquelles activitats considerades perjudicials i obsoletes des d'una perspectiva energètica i climàtica, sinó també **d'impulsar aquells sectors emergents i necessaris per fer efectiva la TE**. Per tal d'assegurar la seva eficàcia, hem vist que haurien de seguir, almenys, quatre principis bàsics: dany mediambiental i obsolescència energètica, incentius fiscals/cost d'oportunitat, alternatives viables i substitució positiva. A més, es posa en relleu la importància d'oferir la TE com una mesura atractiva, de manera que **l'opinió pública sigui favorable** i percebi que els costos de la TE són menors que els beneficis que pot aportar.

En segon lloc, s'han plantejat mesures per a la implementació de l'economia circular. Per exemple, la posada en marxa d'**objectius concrets** (obtenint acords multilaterals entre institucions i societat civil) i d'**indicadors** que ajudin a veure el grau de circularitat que adopta l'economia, així com una regulació que integri els costos de tota la cadena de producció. De la mateixa manera, altres mesures tracten d'**impulsar els nous models de negoci** que afegixen, a més, la promoció de la **cooperació regional i la creació de clústers industrials**, fet que facilita la circularitat de la producció del teixit industrial.

Finalment, l'últim paquet de mesures va dedicat al desenvolupament i la integració de noves tecnologies. D'entre les mesures clàssiques com els programes experimentals i projectes, se n'extreu una conclusió principal. Es posa en relleu la importància de dissenyar les **polítiques d'innovació de manera que siguin obertes a les correccions** i, especialment, a l'aprenentatge per a les polítiques futures.

12 |



Recomanacions

Un cop vistos els efectes i mesures que s'han d'adoptar per realitzar la TE, l'espai d'aquest capítol està dedicat a oferir una sèrie de recomanacions que il·lustren l'esperit central d'aquest estudi. S'extreuen sis paquets de recomanacions dedicats a les diferents esferes que implica la TE.

Adaptació al nou paradigma

- Transformar la indústria perquè estigui digitalitzada, sigui circular i interdependent però, a l'hora, flexible per poder emmotllar-se a les noves oportunitats.
- Apostar pels sectors industrials amb més valor afegit.
- Adaptar els consums de la societat a les fonts renovables.
- Regular els certificats de producció (etiqueta grisa) segons consum energètic, origen de materials (reciclatge), origen i tipus de fonts energètiques (renovables) i distàncies de transport.
- Observar les noves tendències de comportament social per adaptar les institucions a les noves modalitats de mobilitat i urbanisme.
- Disposar d'un context normatiu, legal i fiscal que fomenti i faciliti la creació i el desplegament de nous models de negoci centrats en el desenvolupament de tot allò que pugui contribuir a la TE i a la implantació efectiva de l'economia circular.

Descarbonització i millora dels processos industrials

- Modificar els processos industrials per descarbonitzar-los i fer-los més eficients energèticament.
- Introduir progressivament l'ús d'hidrogen especialment en processos de combustió de gasos.
- Facilitar la reindustrialització sostenible.
- Substituir els sistemes de cogeneració i gas pels elèctrics.
- Incrementar el subministrament d'electricitat renovable (fotovoltaica i eòlica).
- Promocionar l'autoconsum energètic.
- Orientar les activitats cap a una economia circular.
- Interconnectar les plantes industrials (*prosumidors* elèctrics) per tenir un aprofitament total dels romanents energètics.

-
- Incentivar l'ús massiu de l'IoT.
 - Augmentar la flexibilitat del sistema elèctric actual (generació distribuïda, autoconsum i digitalització).
 - Revisar l'estructura de la tarifa elèctrica per afavorir l'estalvi energètic: el preu final de l'electricitat s'ha de determinar en major mesura pel consum i no tant per la potència contractada.
 - Aprofitar la rehabilitació de les cobertes dels polígons industrials per instal·lar-hi panells fotovoltaics.
 - L'Administració ha de ser més àgil, facilitadora i prescriptora per avançar cap a la circularitat de l'economia (per exemple, a l'hora de valorar residus com l'àrid siderúrgic).
 - Promoure la implementació de tecnologies renovables en terrenys municipals i fomentar pràctiques de col·laboració entre municipis adjacents per compartir els beneficis de les instal·lacions.

Recerca, desenvolupament i innovació

- Promoure la recerca i la innovació, així com la transferència de tecnologia i de coneixement per augmentar l'eficiència energètica de polígons industrials i ciutats.
- Avançar cap a solucions locals i justes on l'energia sigui descentralitzada i d'ús compartit.
- Fomentar metodologies i eines innovadores que millorin l'eficàcia de les gestions i el disseny de polítiques industrials, de manera que les accions quedin monitoritzades i les correccions necessàries es puguin fer servir de forma àgil.
- Desenvolupar un sistema d'emmagatzematge potent.

Mobilitat i transport

- Potenciar la transició del sector automobilístic i la indústria auxiliar cap a nou model de mobilitat sostenible.
- Fomentar el teletreball per evitar desplaçaments innecessaris.
- Digitalitzar els processos logístics, especialment en els grans centres d'intercanvi de mercaderies (ports, aeroports, etc.)
- Incentivar i potenciar el vehicle elèctric pel transport de paqueteria lleugera per ciutat.
- Reforçar les infraestructures de transport ferroviari, logística i telecomunicacions locals.
- Facilitar la implementació de mesures o lleis per accelerar la transició cap a una mobilitat sostenible.

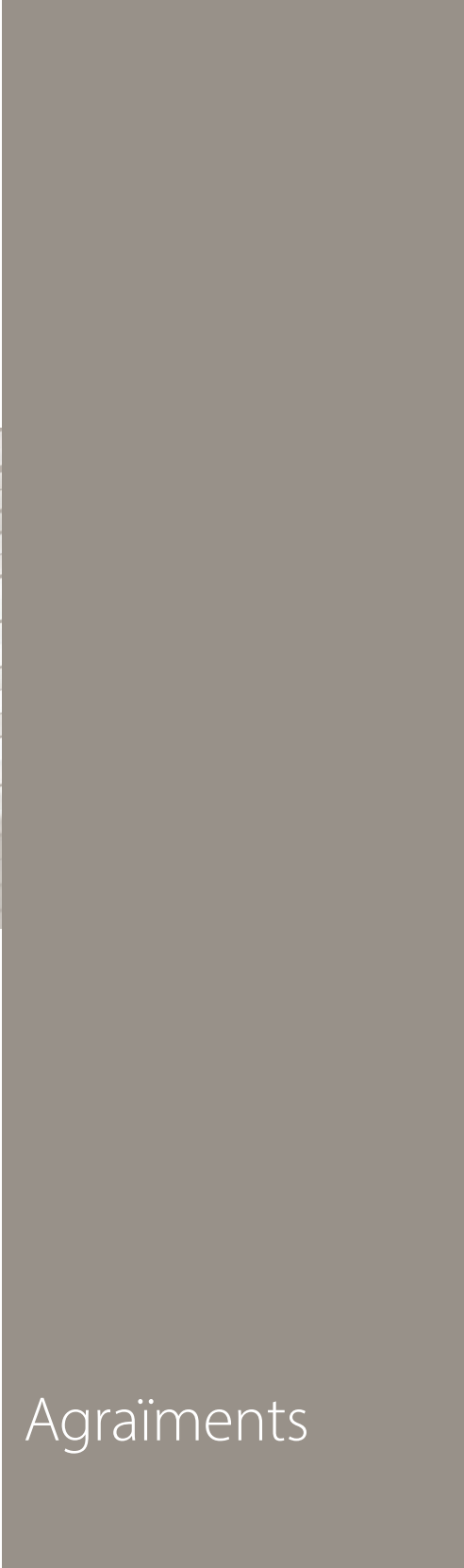
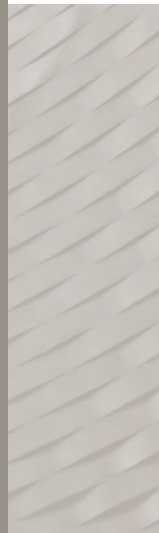
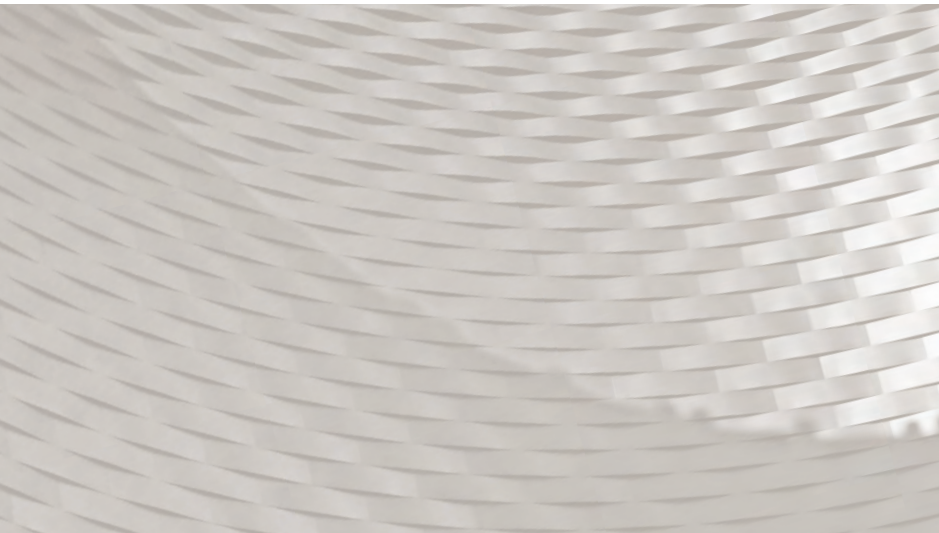
Ocupació i formació

- Fomentar i reforçar el factor treball així com facilitar l'adquisició de noves competències que afegixin valor a l'ocupació.
- Apoderar la ciutadania perquè sigui conscient del consum i tingui una participació més activa i participativa tant en el consum d'energia com en la seva generació i emmagatzematge.
- Ambientalitzar els plans d'estudi perquè integrin conceptes de sostenibilitat, eficiència energètica, energies renovables, economia circular, etc.
- Introduir exàmens de capacitació per acreditar els coneixements de les persones treballadores poc qualificades però amb una alta experiència laboral.
- Estandarditzar vies d'acreditació de cursos i seminaris en línia no regularitzats per tal de facilitar el reconeixement de les aptituds adquirides i flexibilitzar l'intercanvi d'informació entre empreses i treballadors/es.
- Promocionar i fomentar els perfils laborals que es dediquin a la conscienciació i sensibilització social per acompanyar la TE d'un canvi de paradigma essencial per dur-la a terme.
- Normalitzar un currículum formatiu dinàmic, el qual plasmi els coneixements adquirits durant el transcurs de la carrera professional, sigui per experiència o per formacions de curta durada, de manera que faciliti la integració de totes les generacions de treballadors/es al nou paradigma digital.
- Adaptar les estratègies en els mètodes docents: els professionals del futur són nadius digitals, amb noves escales de valors, habilitats, canals de comunicació i de coneixement.
- Reconèixer la importància creixent de la multidisciplinarietat i integració de coneixements anteriorment aïllats. Canvis en les estructures organitzatives de les universitats, així com el model de formació per projectes, de manera que s'eviti l'enfocament clàssic de disciplines verticals.

Altres

- Impulsar la sostenibilitat alimentària.
- Rehabilitar els edificis per fer-los més sostenibles energèticament.
- Promoure el consum de productes de proximitat amb l'objectiu de potenciar el comerç local i disminuir el transport de mercaderies.
- Promoure la construcció/rehabilitació d'edificis de consum nul o quasi nul millorant el disseny arquitectònic i incorporant tecnologies de domòtica.

-
- L'ecodisseny obre les portes per incorporar nous productes dissenyats amb perspectiva de gènere, aprofitant l'empenta que generarà el redisseny per realitzar productes sostenibles.
 - Oferir una imatge més atractiva dels estudis universitaris tècnics (vinculats a la TE) per tal de captar més dones en el sector i assolir una millor paritat laboral (sobretot en llocs de decisió) durant el transcurs de la TE.
 - Introduir indicadors, memòries i auditories enfocades a la TE que incloguin, a més, la perspectiva de gènere i assegurar la igualtat de gènere vinculada a totes les activitats de la TE.



Agraiments

AGRAÏMENTS

Les persones responsables de la redacció d'aquest estudi volen mostrar el seu agraïment a aquelles persones que han col·laborat directament i indirectament amb la seva realització.

Lluís Batet

Francesc Cardona

David Garrofé

Jordi Llorca

Marc Nicolàs

Carme Poveda

Cathryn Tonne

Participants UPC Diàlegs

Albert Alberich

Carme García

Josep M^a Montaner

Jaume Barceló

Joan Groizard

Xavier Moyà

Gemma Barricarte

Francisco Javier Doblàs

Jaume Pedrós

Irene Buj

Emili Hernández

Assumpció Puig

Joan Calatayud

Joan Herrera

Mercè Raventós

Ivan Capdevila

Aleksander Ivancic

Carles Ruiz

Ricard Casalins

Ruben Junquera

Xavier Sabaté

Antonio Cerrillo

David López

Tania de los Santos

Salvador Clarós

Anna Lluís

Manel Torrent

Jordi Collell

Francesc Magrinyà

Eva Vidal

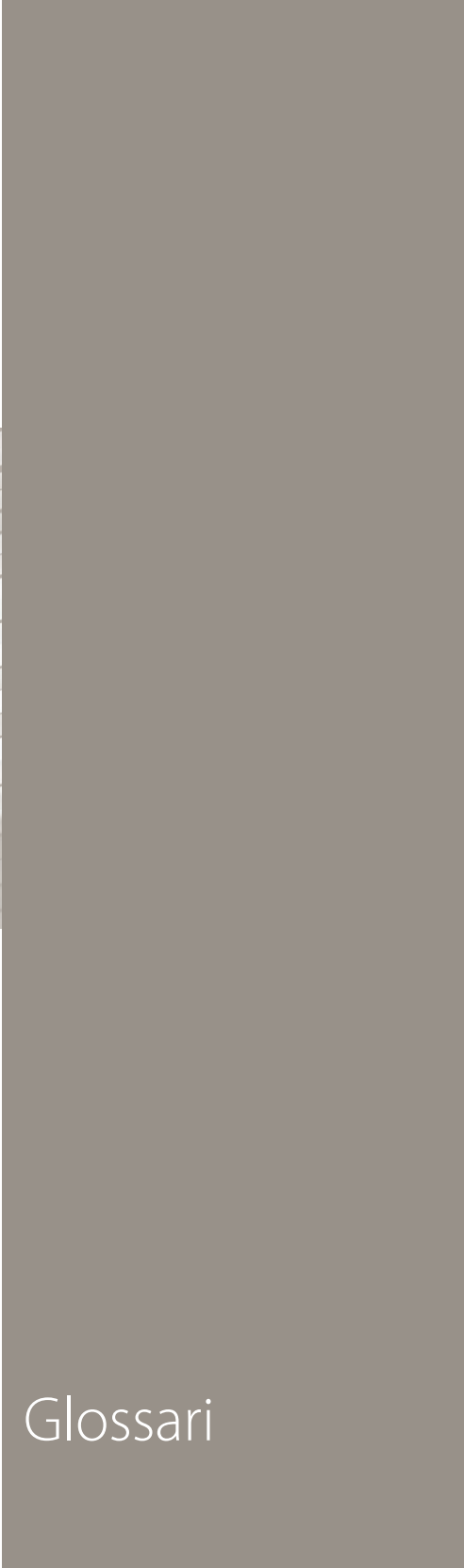
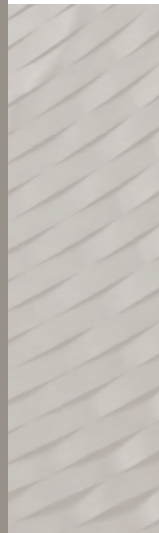
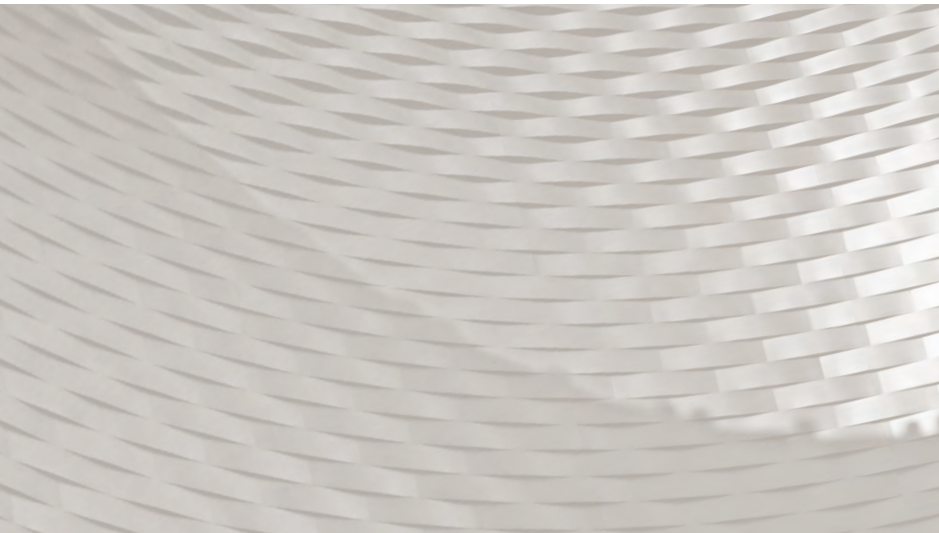
Albert Cuchí

M^a Eugènia Martín

Dan Vivas

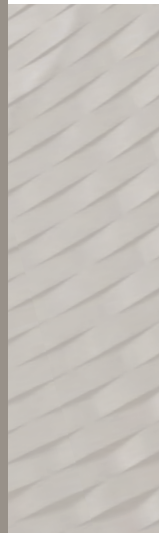
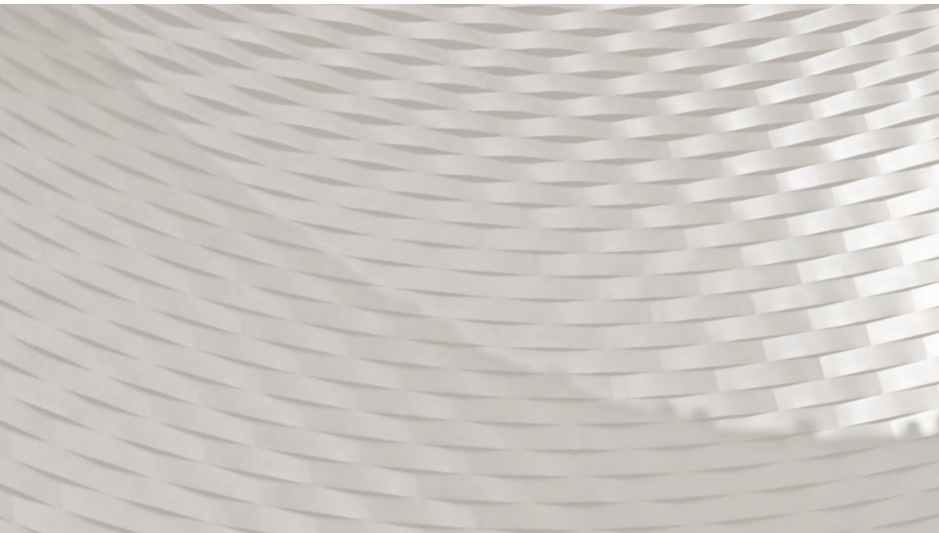
Manel Ferri

Toni Massanés



Glossari

ACS - Aigua calenta sanitàària
ANAV - Asociación Nuclear Asc -Vandellós II A.I.E
CCS i CCU - Captura i emmagatzematge i captura i utilització de CO₂ respectivament
CHP - Calor i potència combinats (*Combined Heat and Power*)
CN - Centrals nuclears
CNMC - Comissió Nacional del Mercats i la Competència
DMC - Carbonat de dimetil
DSO - Operador del Sistema de Distribució (*Distribution System Operator*)
EERR - Eficiència energètica i energies renovables
ENRESA - Empresa Nacional de Residus Radiactius
VE- Vehicles elèctrics
GEH - Gasos amb efecte hivernacle
Gtep - Giga-tona equivalent de petroli
IA- Intel·ligència artificial
ICAEN - Institut Català d'Energia
IEA - Agència Internacional de l'Energia
IoT - l'Internet de les coses (*Internet of Things*)
l'IPCC - Panell Intergovernamental del Canvi Climàtic
MCFC - Pila de combustible de carbonat fos (*Monten Carbonate Fuel Cell*)
MtCO₂ eq - Megatones de CO₂ equivalent
Mtoe/any - Megatones equivalents de petroli per any
MW - MegaWatt
PGRR - Pla General de Residus Radioactius (ENRESA)
PIB - Producte interior brut
PNIEC 2021-2030 - Pla Nacional d'Energia i Clima 2021-2030
REC i REE- Xarxa Elèctrica de Corporació i Xarxa Elèctrica Espanyola (Actualment el mateix)
SMR - Reactors nuclears modulars petits (*Small Modular Reactors*)
SOFC - Pila de combustible d'òxid sòlid (*Solid Oxide Fuel Cell*)
Syngas - Producció del gas sintètic
TE - Transició energètica
TSO - Operador del sistema de transmissió (*Transmission System Operator*)
TWh - Terawatt-hora
WANO - l'Associació Mundial d'Operadors Nuclears
ZBE - Zones de baixes emissions



Bibliografia

- Akan, M. Ö. A., Dhavale, D. G., & Sarkis, J. (2017). Greenhouse gas emissions in the construction industry: An analysis and evaluation of a concrete supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1195-1207.
- Altenburg, T., & Assmann, C. (2017). *Green industrial policy. Concept, Policies, Country Experiences*. Geneva, Bonn: UN Environment.
- ANAV. (2020). *Memoria de actividades Anual 2019 ANAV*. Asociación Nuclear Asc -Vandellós II A I E.
- Bataille, C., Åhman, M., Neuhoff, K., Nilsson, L. J., Fishedick, M., Lechtenböhmer, S., ... & Sartor, O. (2018). A review of technology and policy deep decarbonization pathway options for making energy-intensive industry production consistent with the Paris Agreement. *Journal of Cleaner Production*, 187, 960-973.
- Bernal, S. G. (2019). *Economía Circular. Implantación en Ingeniería, Fabricación y Diseño Industrial*. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos, (87), 299-306.
- Bianco, L., Baracchini, G., Cirilli, F., Di Sante, L., Moriconi, A., Moriconi, E., ... & Jung, H. P. (2013). Sustainable electric arc furnace steel production: GREENEAF. *BHM Berg-und Hüttenmännische Monatshefte*, 158(1), 17-23.
- BICER, Yusuf, *et al.* Comparative life cycle assessment of various ammonia production methods. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 135: 1379-1395.
- Burger, M., Stavropoulos, S., Ramkumar, S., Dufourmont, J., & van Oort, F. (2019). The heterogeneous skill-base of circular economy employment. *Research Policy*, 48(1), 248-261.
- Ciriminna, R., Albanese, L., Meneguzzo, F., & Pagliaro, M. (2018). New energy and weather services in the context of the energy transition. *Energy Technology*, 6(1), 134-139.
- Energía limpia para todos los europeos, 2016. Comunicación de la comisión al parlamento Europeo, al consejo, al comité económico y social Europeo, al comité de las regiones y al banco Europeo de inversiones. COM(2016). 860 final.
- EL Pacto Verde Europeo, 2019. Comunicación de la comisión al parlamento Europeo, al consejo Europeo, al consejo, al comité económico y social Europeo y al comité de las regiones. COM/2019/640 final.
- Generalitat de Catalunya (2017). Departament de Territori i Sostenibilitat (2018). Informe Sobre el Sector de L'habitatge a Catalunya.
- Gobierno de España (2020). Borrador Actualizado del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima [National Integrated Energy and Climate Plan](PNIEC) 2021-2030.
- Gobierno de España. Plan Estatal de Investigación Científica y técnica y de Innovación 2017-2020. 2017. Horizon 2020 Work Programme 2018-2020. Secure, clean and efficient energy Energy research and innovation strategy - Clean Energy Strategy: Strategic Energy Technology (SET) Plan and Strategic Transport Research and Innovation Agenda (STRIA)
- Departament de Territori i Sostenibilitat, & Oficina Catalana del Canvi Climàtic. (2020). Primer informe de progrés del compliment dels objectius de reducció d'emissions de GEH. *Avaluació de Les Emissions de GEH a Catalunya, 1990-2017*, 150.

-
- Dimter, S., Stober, D., & Zagvozda, M. (2019, February). Strategic Planning of Cycling Infrastructure Towards Sustainable City Mobility-Case Study Osijek, Croatia. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 471, No. 9, p. 092022).
- Dunuwila, P., Rodrigo, V. H. L., & Goto, N. (2018). Sustainability of natural rubber processing can be improved: A case study with crepe rubber manufacturing in Sri Lanka. *Resources, Conservation and Recycling*, 133, 417-427.
- EEA, Sectoral greenhouse gas emissions by IPCC sector, 2018
- Ellen McArthur Foundation (2013). Towards the Circular Economy. Economic and business rationale for an accelerated transition. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/diagrama-sistemico>
- European Commission. (2018). A Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. Com(2018) 773, 114.
- Gössling, S. (2013). Urban transport transitions: Copenhagen, city of cyclists. *Journal of Transport Geography*, 33, 196-206.
- Gubert, X. A. (2019). La industria 4.0, el nuevo motor de la innovación industrial. *Dirección y Organización*, (69), 99-110.
- Hao, H., Geng, Y., Tate, J. E., Liu, F., Chen, K., Sun, X., ... & Zhao, F. (2019). Impact of transport electrification on critical metal sustainability with a focus on the heavy-duty segment. *Nature communications*, 10(1), 1-7.
- Hrabova, K., Teply, B., & Vymazal, T. (2020, January). Sustainability assessment of concrete mixes. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 444, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- Initiative, G. C. (2019). Global Roadmap for Implementing CO₂ Utilization. Global CO₂ Initiative.
- IPCC. (2019). Calentamiento Global de 1,5 °C. In Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Juwet, G., & Ryckewaert, M. (2018). Energy transition in the nebular city: Connecting transition thinking, metabolism studies, and urban design. *Sustainability*, 10(4), 955.
- Krechetov, A., Khoreshok, A., & Blumenstein, V. (2017). Innovative Competencies of Mining engineers in Transition to the Sustainable Development. In E3S Web of Conferences (Vol. 21, p. 00001). EDP Sciences.
- Kümmerer, K., Clark, J. H., & Zuin, V. G. (2020). Rethinking chemistry for a circular economy. *Science*, 367(6476), 369-370.
- Lasseter, R. H. (2002, January). Microgrids. In 2002 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting. Conference Proceedings (Cat. No. 02CH37309) (Vol. 1, pp. 305-308). IEEE.
- Lèbre, É., Corder, G., & Golev, A. (2017). The role of the mining industry in a circular economy: a framework for resource management at the mine site level. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 662-672.

- Månberger, A., & Stenqvist, B. (2018). Global metal flows in the renewable energy transition: Exploring the effects of substitutes, technological mix and development. *Energy Policy*, 119, 226-241
- Masseck, T. (2018). Economía circular en el sector de la construcción.
- Mckinsey & Company (2018). Decarbonization of industrial sectors: the next frontier. <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/decarbonization-of-industrial-sectors-the-next-frontier>
- Mihelcic, J. R., Naughton, C. C., Verbyla, M. E., Zhang, Q., Schweitzer, R. W., Oakley, S. M., ... & Whiteford, L. M. (2017). The grandest challenge of all: The role of environmental engineering to achieve sustainability in the world's developing regions. *Environmental Engineering Science*, 34(1), 16-41.
- O'Connor, M. P., Zimmerman, J. B., Anastas, P. T., & Plata, D. L. (2016). A strategy for material supply chain sustainability: enabling a circular economy in the electronics industry through green engineering.
- Özkul, F. B., Kayabasi, E., Çelik, E., Kurt, H., & Arcaklioğlu, E. (2018, July). Investigating the effects of cooling options on photovoltaic panel efficiency: State of the art and future plan. In 2018 International Conference on Photovoltaic Science and Technologies (PVCon) (pp. 1-6). IEEE.
- Pigford, A. A. E., Hickey, G. M., & Klerkx, L. (2018). Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. *Agricultural Systems*, 164, 116-121.
- REE. Interconexión eléctrica España-Francia por el golfo de Bizkaia (2017). Red Eléctrica de España. https://www.ree.es/sites/default/files/page/2017/10/file/Folleto_Inelfe_CAST_13oct.pdf
- REE. Red eléctrica y la integración de renovables (2019). Red Eléctrica de España (REE). https://www.ree.es/sites/default/files/11_PUBLICATIONES/Documentos/Transicion_Energetica.pdf
- REE. Red Eléctrica de España y la integración de renovables para hacer posible la Transición Energética (2019). https://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/Transicion_Energetica.pdf
- Roelofsen, O., de Pee, A., Speelman, E., & Witteveen, M. (2017, 4 octubre). Mckinsey&Company (2017). Energy transition: mission (im)possible for industry?
- Rutovitz, J., Dominish, E., & Downes, J. (2015). Calculating global energy sector jobs: 2015 methodology
- SANS, R., & PULLA, E. (2014). El col· lapse és evitable. La TE del segle XXI (TE21).
- Schwieters, N. (2014). The road ahead - Gaining momentum from energy transformation. Pwc, 1-32[2].
- Schumpeter, J. A. (2017). *Capitalismo, socialismo e democracia*. SciELO-Editora UNESP.

Sun, Z., Cao, H., Xiao, Y., Sietsma, J., Jin, W., Agterhuis, H., & Yang, Y. (2017). Toward sustainability for recovery of critical metals from electronic waste: the hydrochemistry processes. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 5(1), 21-40.

Szász, C. (2019). Solar tracker platform development for energy efficiency improvement of photovoltaic panels. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, 10(3), 267-273.

Thakur, S., Chaudhary, J., Sharma, B., Verma, A., Tamulevicius, S., & Thakur, V. K. (2018). Sustainability of bioplastics: Opportunities and challenges. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 68-75.

Ton, D. T., & Smith, M. A. (2012). The US department of energy's microgrid initiative. *The Electricity Journal*, 25(8), 84-94.

Verkehrswende, A. (2017). Transforming Transport to Ensure Tomorrow's Mobility. Berlin. Online: <https://www.agora-verkehrswende.de/en/publications/transforming-transport-to-ensure-tomorrows-mobility>.

World Energy Outlook 2018, AIE

World Energy Outlook, 2017, AIE

Zittel, W., & Schindler, J. (2007). Report to the Energy Watch Group. Crude Oil, the supply outlook. Ottobrunn. Energy Watch Group.

Fonts estadístiques

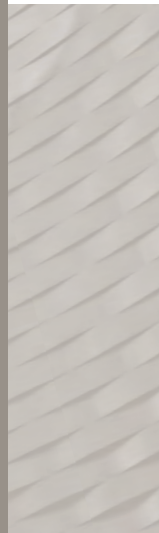
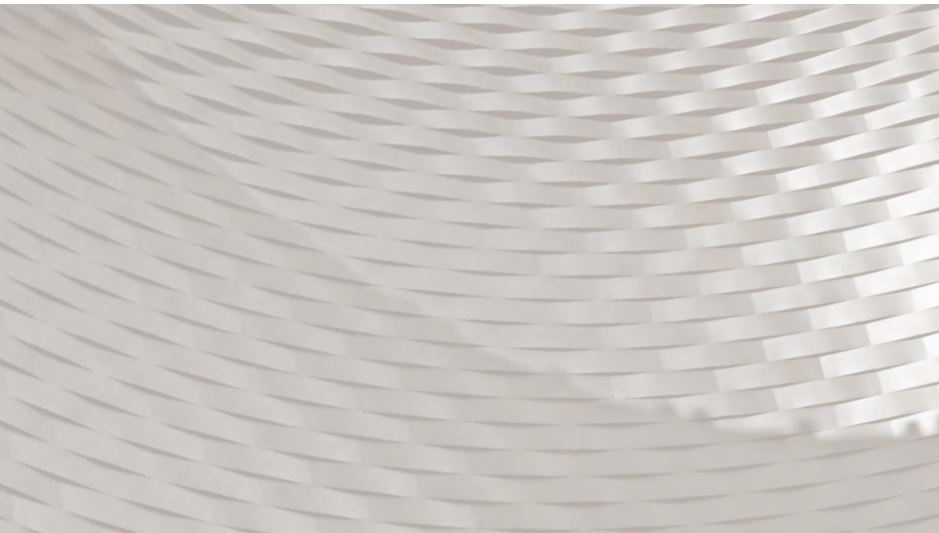
EUROSTAT

Observatori del Treball i Model Productiu

ICAEN. Institut Català d'Energia

IDESCAT. Institut d'Estadística de Catalunya

INE. Instituto Nacional de Estadística



Annex

1. Potència a instal·lar a Catalunya segons PIB i percentatge poblacional (basat en el PNIEC 2021-2030)

TAULA 7						
Parc de generació d'energia elèctrica a l'Escenari Objectiu a Espanya						
	GWH				% TOTAL	% RENOVABLES
	OBJECTIU					
	2015	2020	2025	2030	2030	2030
Eòlica (terrestre i marina)	49.325	60.670	92.926	119.520	34,5%	45,1%
Solar fotovoltaica	8.302	16.304	39.055	70.491	20,4%	26,6%
Solar termoeelèctrica	5.557	5.608	14.322	23.170	6,7%	8,7%
Hidràulica	28.140	28.288	28.323	28.351	8,2%	10,7%
Bombament	3.228	4.594	5.888	11.960	3,5%	4,5%
Biogàs	743	813	1.009	1.204	0,3%	0,5%
Biomassa	3.126	4.757	6.165	10.031	2,9%	3,8%
Geotèrmia		0	94	188	0,1%	0,1%
Energies del mar		0	57	113	0,0%	0,0%
Suma renovables	98.421	121.034	187.839	265.028	76,5%	100,0%
Carbó	52.281	33.160	7.777	0	0,0%	
Cicle combinat	28.187	29.291	23.284	32.725	9,5%	
Cogeneració carbó	395	78	0	0	0,0%	
Cogeneració gas	24.311	22.382	17.408	14.197	4,1%	
Cogeneració productes petrolífers	3.458	2.463	1.767	982	0,3%	
Altres	216	2.563	1.872	1.769	0,5%	
Fuel i Fuel/Gas (TNP)	13.783	10.141	7.606	5.071	1,5%	
Cogeneració renovable	1.127	988	1.058	1.126	0,3%	
Cogeneració amb residus	192	160	122	84	0,0%	
Residus sòlids urbans	1.344	918	799	355	0,1%	
Nuclear	57.196	58.039	58.039	24.952	7,2%	
Suma no-renovables	182.490	160.183	119.732	81.261	23,5%	
Total	280.911	281.219	307.570	346.290	34,5%	45,1%

TAULA 8			
Correcció factor PIB i factor població segons tecnologia			
CORRECCIÓ FACTOR PIB SEGONS TECNOLOGIA (19%)		CORRECCIÓ FACTOR POBLACIÓ SEGONS TECNOLOGIA (16,2%)	
Eòlica (terrestre i marina)	14,1%	Eòlica (terrestre i marina)	10,90%
Solar fotovoltaica	35,0%	Solar fotovoltaica	30,00%
Solar termoelèctrica	5,0%	Solar termoelèctrica	5,00%
Hidràulica	19,6%	Hidràulica	19,60%
Bombament	8,0%	Bombament	8,00%
Biogàs	25,0%	Biogàs	20,00%
Biomassa	8,0%	Biomassa	8,00%
Geotèrmia	19,0%	Geotèrmia	16,20%
Energies del mar	19,0%	Energies del mar	16,20%

Per obtenir la potència nova a instal·lar a Catalunya a partir de l'energia a produir per cada un dels tipus de font energètica, són necessaris els factors d'ús, o sigui el quocient entre l'energia que realment proporcionen les instal·lacions i l'energia que haurien proporcionat si sempre haguessin funcionat a potència nominal. Un any té 8.760 hores; doncs els factors d'ús indiquen la fracció d'aquestes hores en què el sistema hauria treballat de forma equivalent a màxima potència²².

Aquests factors d'ús varien d'any a any (segons la nuvolositat, els vents, les pluges). En aquest estudi, s'han agafat valors en l'escala alta d'aquesta variabilitat pels següents motius:

- En general, el rendiment tècnic de l'explotació de les instal·lacions millorarà en les noves generacions d'aparells i en les formes de gestió.
- En la perspectiva de la descarbonització i de la TE, cal donar prioritat a les fonts d'energies renovables.

²² <http://icaen.gencat.cat/es/energia/estadistiques/>

TAULA 9									
Producció bruta d'energia elèctrica									
	POTÈNCIA INSTAL·LADA			HORES ANUALS A PLENA POTÈNCIA			FACTOR D'ÚS		
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Energies no renovables	7.808,3	7.816,0	7.816,2	4.816,9	5.046,0	4.549,3	0,550	0,576	0,519
Centrals de carbó				–	–	–	–	–	–
Centrals de fuel-gas i gasoil-gas				–	–	–	–	–	–
Cicles combinats	3.714,2	3.714,2	3.714,2	1.952,5	2.206,0	1.994,3	0,223	0,252	0,228
Cogeneració (no renovable)	830,0	836,1	836,2	6.463,7	6.622,3	6.708,0	0,738	0,756	0,766
Altres no renovables	117,3	119,0	119,0	2.481,0	3.842,4	4.958,8	0,283	0,439	0,566
Nuclear	3.146,9	3.146,9	3.146,9	7.850,5	8.024,5	6.975,9	0,896	0,916	0,796
Energies renovables	4.017,8	4.020,2	4.026,6	1.951,8	1.917,3	2.274,6	0,223	0,219	0,260
Hidràulica	2.366,1	2.366,5	2.366,5	1.791,3	1.650,3	2.343,9	0,204	0,188	0,268
Hidràulica ordinari	2.088,0	2.088,4	2.088,4	1.593,8	1.419,2	2.055,3	0,182	0,162	0,235
Hidràulica especial	278,1	278,1	278,1	3.274,4	3.385,7	4.511,3	0,374	0,387	0,515
RSU renovable	27,2	27,2	27,2	6.110,9	6.427,6	4.879,8	0,698	0,734	0,557
Biogàs	60,3	60,9	60,9	3.184,9	3.284,6	2.968,5	0,364	0,375	0,339
Biomassa forestal i agrícola	4,0	4,0	4,0	4.623,1	4.862,8	5.059,4	0,528	0,555	0,578
Eòlica	1.268,7	1.268,7	1.271,1	2.156,0	2.274,9	2.200,6	0,246	0,260	0,251
Fotovoltaica	267,2	268,6	272,7	1.531,7	1.556,9	1.431,2	0,175	0,178	0,163
Solar termoeelèctrica	24,3	24,3	24,3	3.390,0	4.270,9	3.751,4	0,387	0,488	0,428
Total producció bruta d'energia elèctrica	11.826,1	11.836,2	11.842,8	3.843,5	3.983,3	3.775,9	0,439	0,455	0,431

Un cop és coneguda la dada de la quantitat de MW necessaris de cada tecnologia per produir els GWh que determina el PNIEC (230 GW al 2030), es pot calcular la nova potència necessària a instal·lar a Catalunya tenint en compte que ja hi ha potència instal·lada.

TAULA 10

Nova potència (criteri població i criteri PIB)

	NOVA POTÈNCIA (CRITERI POBLACIÓ)				NOVA POTÈNCIA (CRITERI PIB)			
	CATALUNYA MW		% RENOVABLES		CATALUNYA MW		% RENOVABLES	
	OBJECTIU							
	2020	2025	2030	2030	2020	2025	2030	2030
Eòlica (terrestre i marina)	1.742	1.605	1.324	17,7%	2.629	2.077	1.712	19,3%
Solar fotovoltaica	2.854	4.329	5.981	79,8%	3.371	5.050	6.978	78,5%
Solar termoelèctrica	48	111	112	1,5%	48	111	112	1,3%
Hidràulica	-1	3	3	0,0%	-1	3	3	0,0%
Bombament	0	0	0	0,0%	0	0	0	0,0%
Biogàs	-6	13	13	0,2%	7	16	16	0,2%
Biomassa	43	21	59	0,8%	43	21	59	0,7%
Geotèrmia	0	2	2	0,0%	0	3	3	0,0%
Energies del mar	0	2	2	0,0%	0	2	2	0,0%
Suma renovables	4.681	6.086	7.495	100,0%	6.098	7.283	8.884	100,0%
	2018-20	2020-25	2025-30		2018-20	2020-25	2025-30	
MW anuals segons cada període	2.341	1.217	1.499		3.049	1.457	1.777	
	2018-30				2018-30			
Mitja anual	1.522				1.855			

TAULA 11

Taula comparativa entre la població, la producció i el consum de fòssils. Any 2017

	POBLACIÓ		PRODUCCIÓ DE FÒSSILS		CONSUM DE FÒSSILS	
	HABITANTS	% MÓN	TWH	% MÓN	TWH	% MÓN
Món	7.514,97	100,00	132.737	100,00	131.954	100,00
EU-28	512,46	6,82	3.573	2,69	14.635	11,09
Espanya	46,6	0,62	15	0,01	1.214	0,92
Catalunya	7,4	0,10	0	0,00	225	0,17
EUA	325,08	4,33	18.674	14,07	20.526	15,56
OCDE	1.300,85	17,31	36.183	27,22	51.354	38,69

2. Classificació d'ocupacions segons probabilitat d'augmentar o disminuir la demanda i variacions en les tasques de la professió

La classificació de les ocupacions s'ha dut a terme avaluant les 506 descrites a la Classificació Catalana d'Ocupacions (CCO-2011). S'han valorat, en un primer terme, segons un augment o disminució de la demanda degut a la TE i, en un segon terme, segons un canvi en les tasques que abasta l'ocupació en qüestió.

Referent a la demanda, les ocupacions s'han classificat de -2 a +2 (-2, -1, 0, +1, +2), essent la numeració -2 un impacte molt negatiu en la demanda, és a dir, una gran davallada a causa de la TE; la puntuació de 0 és per totes aquelles ocupacions que o bé no tenen una relació directa aparent amb la TE o bé no afecten l'estudi; i, finalment, la puntuació de +2 amb un impacte molt positiu a la demanda de l'ocupació i per tant provocant una aparició de llocs de treball. Relatiu a les tasques que desenvolupa cada una de les ocupacions, s'ha considerat una codificació binària, o bé sí que hi ha un canvi a les tasques o bé no hi existeix. Aquelles ocupacions sense relació directa aparent amb la TE s'han indicat amb NA.

Totes aquelles ocupacions que tenen una variació en les tasques, tenen una necessitat de formació addicional.

Les puntuacions s'han atorgat seguint les mesures del PNIEC 2021-2030.

Recerca i desenvolupament

Mesura 1.4, 1.7, 2.5, tot el paquet 5 i amb més mesura 5.7, 5.8, 5.13, 5.14 i 5.15.

Ocupacions relacionades amb la mineria, pedreres, productes petrolífers i gas

Mesura 1.15. que garanteix un pla de restauració de mines, prejubilacions i convenis de transició.

Mesura 3.1 de manteniment mínim de productes petrolífers i gas.

Ocupacions relacionades amb el medi ambient i l'eficiència energètica

Mesura 2.5 i 2.6 Millora de l'eficiència d'equips, sistemes, processos industrials i edificis.

Mesura 2.9 i 2.10 de reducció del consum energètic de grans instal·lacions (climatització, conservació i congelació), d'infraestructures (enllumenament públic, potabilització, depuració i dessalinització d'aigua), i explotacions agràries.

Mesura 2.11 i 2.13 Promoció de contractació de serveis energètics (per part del sector públic) i obligació de les grans empreses de realitzar auditories energètiques cada 4 anys.

Gestió (inclou gestió de dades)

Mesura 1.18 Simplificació i revisió de processos administratius (instal·lacions renovables i comunitats energètiques locals).

Mesura 1.2 i 3.6 Gestió de la demanda, emmagatzematge i flexibilitat elèctrica, així com la integració del servei de gestió de la demanda.

Mesura 4.4, 4.5 i 4.6 Impuls en la integració del mercat elèctric, establiment de marcs normatius i creació d'una plataforma d'accés a dades de consum.

Educació

Mesura 1.17 i 2.14 que contemplen nous plans de formació professional i acadèmica per implementar mesures de gestió de la demanda (domòtica, IoT, VE, etc.), disseny de nous edificis i rehabilitacions i formació de professionals en el sector de l'eficiència energètica.

Mesura 1.19 Divulgació del coneixement i sensibilització.

Construcció i instal·lació i manteniment

Mesura 1.1 , 1.6 i 1.9 Construcció de 3.000 MW/anuals d'instal·lació de renovables, integració d'energies renovables (usos tèrmics) en edificacions i renovació dels parcs renovables antics.

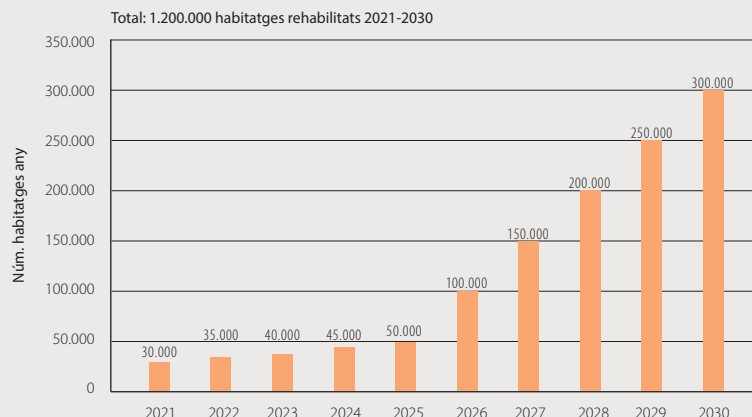
Mesura 2.4 i 3.3 Desplegament de la recàrrega de vehicle elèctric (1 punt per cada 10 vehicles), i instal·lació de punt de recàrrega de combustibles alternatius.

Mesura 4.1 Instal·lació de connexió elèctrica amb França.

Mesura 2.6, 2.7, 2.8 i 2.9 Rehabilitació energètica i renovació d'instal·lacions al llarg de la dècada d'un total de 1.200.000 habitatges (vegeu la figura 49).

FIGURA 49

Previsió indicativa anual dels habitatges rehabilitats energèticament. Any 2021-2030



Font: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019.

Transport i logística

Mesura 2.1 Implementació de ZBE²³ a les ciutats de més de 50.000 habitants (plans de mobilitat urbana sostenible i de transport al treball).

Mesura 2.2, 2.3 2.4 i 3.3 Millora de la gestió de flotes per carretera, renovació flota de vehicles, paritat de preu entre vehicle de combustió i elèctric, desplegament de la infraestructura de recàrrega pública i combustibles alternatius.

DIMENSÍO DE LA DESCARBONITZACIÓ	
Mesura 1.1	Desenvolupament de noves instal·lacions de generació elèctrica amb renovables
Mesura 1.2	Gestió de la demanda, emmagatzematge i flexibilitat
Mesura 1.3	Adaptació de xarxes elèctriques per a la integració de renovables
Mesura 1.4	Desenvolupament de l'autoconsum amb renovables i la generació distribuïda
Mesura 1.5	Incorporació de renovables en el sector industrial
Mesura 1.6	Marc per al desenvolupament de les energies renovables tèrmiques
Mesura 1.7	Biocombustibles avançats en el transport
Mesura 1.8	Promoció de gasos renovables
Mesura 1.9	Pla de renovació tecnològica en projectes ja existents de generació elèctrica amb energies renovables
Mesura 1.10	Promoció de la contractació bilateral d'energia elèctrica renovable
Mesura 1.11	Programes específics per a l'aprofitament de la biomassa
Mesura 1.12	Projectes singulars i estratègia per a l'energia sostenible en les illes
Mesura 1.13	Comunitats energètiques locals
Mesura 1.14	Promoció del paper proactiu de la ciutadania en la descarbonització
Mesura 1.15	Estratègia de Transició Justa
Mesura 1.16	Contractació pública d'energia renovable
Mesura 1.17	Formació de professionals en el sector de les energies renovables
Mesura 1.18	Revisió i simplificació de procediments administratius
Mesura 1.19	Generació de coneixement, divulgació i sensibilització
Mesura 1.20	Règim europeu de comerç de drets d'emissió
Mesura 1.21	Reducció d'emissions de GEH en els sectors agrícola i ramader
Mesura 1.22	Reducció d'emissions de GEH en la gestió de residus
Mesura 1.23	Reducció d'emissions de GEH relacionades amb gasos fluorats
Mesura 1.24	Embornals forestals
Mesura 1.25	Embornals agrícoles

²³ Zona de baixes emissions.

DIMENSÍO DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

Mesura 2.1	Zones de baixes emissions i mesures de canvi modal
Mesura 2.2	Ús més eficient dels mitjans de transport
Mesura 2.3	Renovació del parc automobilístic
Mesura 2.4	Impuls del vehicle elèctric
Mesura 2.5	Millores en la tecnologia i sistemes de gestió de processos industrials
Mesura 2.6	Eficiència energètica en edificis existents del sector residencial
Mesura 2.7	Renovació de l'equipament residencial
Mesura 2.8	Eficiència energètica en l'edificació del sector terciari
Mesura 2.9	Eficiència energètica en equips generadors de fred i grans instal·lacions de climatització del sector terciari i infraestructures públiques
Mesura 2.10	Eficiència energètica en explotacions agràries, comunitats de regants i maquinària agrícola
Mesura 2.11	Promoció dels serveis energètics
Mesura 2.12	Sector públic: responsabilitat proactiva i contractació pública eficient energèticament
Mesura 2.13	Auditories energètiques i sistemes de gestió
Mesura 2.14	Formació de professionals en el sector de l'eficiència energètica
Mesura 2.15	Comunicació i informació en matèria d'eficiència energètica
Mesura 2.16	Altres mesures per promoure l'eficiència energètica: la transició en la cogeneració d'alta eficiència
Mesura 2.17	Mesures financeres: Fons Nacional d'Eficiència Energètica

DIMENSÍO DE LA SEURETAT ENERGÈTICA

Mesura 3.1	Manteniment d'existències mínimes de seguretat de productes petrolífers i gas
Mesura 3.2	Reducció de la dependència del petroli i el carbó en les illes
Mesura 3.3	Punts de recàrrega de combustibles alternatius
Mesura 3.4	Impuls a la cooperació regional
Mesura 3.5	Aprofundiment en els plans de contingència
Mesura 3.6	Planificació per a l'operació en condicions de seguretat d'un sistema energètic descarbonitzat

DIMENSÍO DEL MERCAT INTERIOR DE L'ENERGIA

Mesura 4.1	Augment de la interconnexió elèctrica amb França
Mesura 4.2	Augment de la interconnexió elèctrica amb Portugal
Mesura 4.3	Infraestructures de transport d'electricitat diferents dels "Projects of Common Interest" (PCI)
Mesura 4.4	Integració del mercat elèctric
Mesura 4.5	Protecció dels consumidors d'electricitat i increment de la competència
Mesura 4.6	Accés a dades
Mesura 4.7	Integració del mercat gasista
Mesura 4.8	Protecció dels consumidors de gas
Mesura 4.9	Millora de la competitivitat del sector gasista minorista

ANNEX

Mesura 4.10 Pla de desenvolupament de gestió de la demanda de gas

Mesura 4.11 Lluita contra la pobresa energètica

DIMENSÍO DE RECERCA, INNOVACIÓ I COMPETITIVITAT

Mesura 5.1 Acció Estratègica en Energia i Clima

Mesura 5.2 Implementació del SET-Plan

Mesura 5.3 Xarxa d'Excel·lència en Energia i Clima

Mesura 5.4 Increment, coordinació, millora i ús eficient d'infraestructures i equipaments científics i tecnològics en energia i clima

Mesura 5.5 Compra pública d'innovació verda

Mesura 5.6 Enfortiment del capital de risc públic per a la transferència de tecnologia en energia i clima

Mesura 5.7 Nous instruments de suport a la recerca i la innovació en energia i clima

Mesura 5.8 Innovació social pel clima

Mesura 5.9 Reducció de tràmits burocràtics i càrregues administratives

Mesura 5.10 Rellançar la Fundació Ciutat de l'Energia, CIUDEN

Mesura 5.11 Sistema d'Informació sobre Ciència, Tecnologia i Innovació per al seguiment del finançament

Mesura 5.12 I+i+c per a l'adaptació del sistema energètic espanyol al canvi climàtic

Mesura 5.13 Programes singulars a llarg termini en temes científics i tecnològics que siguin estratègics en l'àrea d'energia i clima

Mesura 5.14 Augmentar la participació espanyola en els programes de finançament de la recerca i la innovació europeus

Mesura 5.15 Donar suport a la participació de grups de recerca espanyols en fòrums internacionals d'energia i clima

Mesura 5.16 Promocionar la iniciativa Missió Innovació

Mesura 5.17 Mecanismes de finançament d'innovació europeus

Mesura 5.18 Cooperació internacional

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
11	Oficials de les forces armades	0	NA
12	Sotsoficials de les forces armades	0	NA
20	Tropa i marineria de les forces armades	0	NA
1111	Membres del poder executiu (nacional, autonòmic i local) i dels cossos legislatius	0	NA
1112	Personal directiu de l'Administració pública	0	NA
1113	Directors/es d'organitzacions d'interès social	0	NA
1120	Directors/es generals i presidents executius	0	NA
1211	Directors/es financers	0	NA
1212	Directors/es de recursos humans	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
1219	Directors/es de polítiques i planificació i d'altres departaments administratius NCAA	0	NA
1221	Directors/es comercials i de vendes	0	NA
1222	Directors/es de publicitat i relacions públiques	0	NA
1223	Directors/es de recerca i desenvolupament	1	NO
1311	Directors/es de producció d'explotacions agropecuàries i forestals	0	NO
1312	Directors/es de producció d'explotacions pesqueres i aquícoles	0	NO
1313	Directors/es d'indústries manufactureres	1	NO
1314	Directors/es d'explotacions mineres	-1	Sí
1315	Directors/es d'empreses d'abastament, transport, distribució i similars	2	NO
1316	Directors/es d'empreses de construcció	1	NO
1321	Directors/es de serveis de tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	1	NO
1322	Directors/es de serveis socials per a infants	0	NA
1323	Directors/es gerents de centres sanitaris	0	NA
1324	Directors/es de serveis socials per a persones grans	0	NA
1325	Directors/es de serveis socials NCAA	0	NA
1326	Directors/es de serveis d'educació	0	NA
1327	Directors/es de sucursals de bancs, de serveis financers i d'assegurances	0	NA
1329	Directors/es d'altres empreses de serveis professionals NCAA	0	NA
1411	Directors/es i gerents d'hotels	0	NA
1419	Directors/es i gerents d'altres empreses de serveis d'allotjament	0	NA
1421	Directors/es i gerents de restaurants	0	NA
1422	Directors/es i gerents de bars, cafeteries i similars	0	NA
1429	Directors/es i gerents d'empreses de servei d'àpats i altres empreses de restauració	0	NA
1431	Directors/es i gerents d'empreses de comerç a l'engròs	0	NA
1432	Directors/es i gerents d'empreses de comerç al detall	0	NA
1501	Directors/es i gerents d'empreses d'activitats recreatives, culturals i esportives	0	NA
1509	Directors/es i gerents d'empreses de gestió de residus i altres empreses de serveis NCAA	1	NO
2111	Metges/ses de família	0	NA
2112	Altres metges/ses especialistes	0	NA
2121	Infermers/es no especialitzats	0	NA
2122	Infermers/es especialitzats (excepte infermers obstetricoginecològics)	0	NA
2123	Infermers/es obstetricoginecològics	0	NA
2130	Veterinaris/es	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
2140	Farmacèutics/ques	0	NA
2151	Odontòlegs/es i estomatòlegs/es	0	NA
2152	Fisioterapeutes	0	NA
2153	Dietistes i nutricionistes	0	NA
2154	Logopedes	0	NA
2155	Òptics/es optometristes	0	NA
2156	Terapeutes ocupacionals	0	NA
2157	Podòlegs/es	0	NA
2158	Professionals de la salut i la higiene laboral i ambiental	0	NA
2159	Altres professionals de la salut ncaa	0	NA
2210	Professors/es d'universitat i ensenyament superior (excepte de formació professional)	1	NO
2220	Professors/es de formació professional (matèries específiques)	1	NO
2230	Professors/es d'ensenyament secundari (excepte de matèries específiques de formació professional)	0	NA
2240	Professors/es d'ensenyament primari	0	NA
2251	Mestres/ses d'educació infantil	0	NA
2252	Tècnics/es en educació infantil	0	NA
2311	Professors/es d'educació especial	0	NA
2312	Tècnics/es educadors d'educació especial	0	NA
2321	Especialistes en mètodes didàctics i pedagògics	0	NO
2322	Professors/es d'ensenyament no reglat d'idiomes	0	NA
2323	Professors/es d'ensenyament no reglat de música i dansa	0	NA
2324	Professors/es d'ensenyament no reglat d'art	0	NA
2325	Instructors /es d'ensenyament no reglat en tecnologies de la informació	1	NA
2326	Professionals de l'educació ambiental	1	NO
2329	Altres professors/es i professionals de l'ensenyament NCAA	0	NO
2411	Físics/es i astrònoms/es	1	NO
2412	Meteoròlegs/es	1	Sí
2413	Químics/es	1	NO
2414	Geòlegs/es i geofísics/es	1	NO
2415	Matemàtics/es i actuaris/es	0	NO
2416	Estadístics/es	1	NO
2421	Biòlegs/es, botànics/es, zoòlegs/es i similars	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
2422	Enginyers/es agrònoms	0	NO
2423	Enginyers/es forestals	0	NO
2424	Enginyers/es tècnics/es agrícoles	0	NO
2425	Enginyers/es tècnics/es forestals i del medi natural	0	NO
2426	Professionals de la protecció ambiental	0	NO
2427	Enòlegs/es	0	NA
2431	Enginyers/es industrials i de producció	2	Sí
2432	Enginyers/es en construcció i obra civil	1	Sí
2433	Enginyers/es mecànics/es	1	Sí
2434	Enginyers/es aeronàutics/es	0	Sí
2435	Enginyers/es químics/es	2	Sí
2436	Enginyers/es de mines, metal·lúrgics/es i similars	-1	Sí
2437	Enginyers/es ambientals	2	Sí
2439	Enginyers/es NCAA	1	NO
2441	Enginyers/es elèctrics/es	1	Sí
2442	Enginyers/es electrònics/es	1	Sí
2443	Enginyers/es de telecomunicacions	0	NO
2451	Arquitectes (excepte arquitectes paisatgistes i urbanistes)	1	Sí
2452	Arquitectes paisatgistes	0	Sí
2453	Urbanistes i enginyers/es de trànsit	1	Sí
2454	Enginyers/es geògrafs/es i cartògrafs/es	0	Sí
2461	Enginyers/es tècnics/es industrials i de producció	1	Sí
2462	Enginyers/es tècnics/es d'obres públiques	1	NO
2463	Enginyers/es tècnics/es mecànics/es	0	NO
2464	Enginyers/es tècnics/es aeronàutics/es	0	NA
2465	Enginyers/es tècnics/es químics/es	2	Sí
2466	Enginyers/es tècnics/es de mines, metal·lúrgics/es i similars	-1	Sí
2469	Enginyers/es tècnics/es NCAA	0	NO
2471	Enginyers/es tècnics/es en electricitat	2	Sí
2472	Enginyers/es tècnics/es en electrònica	1	Sí
2473	Enginyers/es tècnics/es en telecomunicacions	0	NA
2481	Arquitectes tècnics/es i tècnics/es urbanistes	1	Sí

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
2482	Dissenyadors/es de productes i peces de vestir	0	NO
2483	Enginyers/es tècnics/es en topografia	0	NA
2484	Dissenyadors/es gràfics/es i multimèdia	0	NA
2511	Advocats/des	0	NA
2512	Fiscals	0	NA
2513	Jutges/sa i magistrats/des	0	NA
2591	Notaris/es i registradors/es	0	NA
2592	Procuradors/es	0	NA
2593	Secretaris/es judicials	0	NA
2598	Altres professionals del dret NCAA	0	NA
2611	Especialistes en comptabilitat	0	NA
2612	Assessors/es financers/es i en inversions	0	NA
2613	Analistes financers/es	0	NA
2621	Analistes de gestió i organització	0	NA
2622	Especialistes en administració de política d'empreses	0	NA
2623	Especialistes de l'Administració pública	0	NA
2624	Especialistes en polítiques i serveis de personal i similars	0	NA
2625	Especialistes en formació de personal	1	NO
2630	Tècnics/es d'empreses i activitats turístiques	0	NA
2640	Professionals de les vendes tècniques i mèdiques (excepte TIC)	0	NA
2651	Professionals de la publicitat i la comercialització	0	NA
2652	Professionals de les relacions públiques	0	NA
2653	Professionals de les vendes de tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	0	NA
2711	Analistes de sistemes	0	NA
2712	Analistes i dissenyadors/es de programari	0	NA
2713	Analistes, programadors/es i dissenyadors/es de webs i de multimèdia	0	NA
2719	Analistes i dissenyadors/es de programari i multimèdia NCAA	0	NA
2721	Dissenyadors/es i administradors/es de bases de dades	0	NA
2722	Administradors/es de sistemes i xarxes informàtiques	0	NA
2723	Analistes de xarxes informàtiques	0	NA
2729	Especialistes en bases de dades i xarxes informàtiques NCAA	0	NA
2810	Economistes	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
2821	Sociòlegs/es, geògrafs/es, antropòlegs/es, arqueòlegs/es i similars	0	NA
2822	Filòsofs/es, historiadors/es i professionals en ciències polítiques	0	NA
2823	Psicòlegs/es	0	NA
2825	Agents d'igualtat d'oportunitats entre dones i homes	0	NA
2826	Professionals de la mediació familiar i comunitària	0	NA
2827	Altres professionals del treball i l'educació social	0	NA
2830	Sacerdots/esses de les diferents religions	0	NA
2911	Arxivers/es i conservadors/es de museus	0	NA
2912	Bibliotecaris/es, documentalistes i similars	0	NA
2921	Escriptors/es	0	NA
2922	Periodistes	0	NA
2923	Filòlegs/es, intèrprets i traductors/es	0	NA
2931	Artistes d'arts plàstiques i visuals	0	NA
2932	Compositors/es, músics/es i cantants	0	NA
2933	Coreògrafs i ballarins/es	0	NA
2934	Directors/es de cinema, teatre i similars	0	NA
2935	Actors/Actrius	0	NA
2936	Locutors/es de ràdio, televisió i altres presentadors	0	NA
2937	Professionals d'espectacles taurins	0	NA
2939	Artistes creatius/ves i interpretatius/ves NCAA	0	NA
3110	Delineants i dibuixants tècnics/es	0	NA
3121	Tècnics/es en ciències físiques i químiques	1	NO
3122	Tècnics/es en construcció	1	NO
3123	Tècnics/es en electricitat	1	Sí
3124	Tècnics/es en electrònica (excepte en electromedicina)	1	Sí
3125	Tècnics/es en electrònica, especialitat en electromedicina	0	NA
3126	Tècnics/es en mecànica	1	Sí
3127	Tècnics/es i analistes de laboratori en química industrial	1	Sí
3128	Tècnics/es en metal·lúrgia i mines	0	Sí
3129	Tècnics/es en ciències físiques, químiques, mediambientals i en enginyeries NCAA	2	Sí
3131	Tècnics/es en instal·lacions de producció d'energia	2	Sí
3132	Tècnics/es en instal·lacions de tractament de residus, d'aigües i altres operadors de plantes similars	1	NO

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
3133	Tècnics/es en control d'instal·lacions de processament de productes químics	1	Sí
3134	Tècnics/es refineries petroli i gas natural	-2	Sí
3135	Tècnics/es en control de processos de producció de metalls	1	Sí
3139	Tècnics/es en control de processos NCAA	0	NO
3141	Tècnics/es en ciències biològiques (excepte en àrees sanitàries)	0	NA
3142	Tècnics/es agropecuaris/es	0	NA
3143	Tècnics/es forestals i del medi natural	0	NA
3151	Caps i oficials de màquines	0	NA
3152	Capitans i oficials de pont	0	NA
3153	Pilots d'aviació i professionals similars	0	NA
3154	Controladors/es de trànsit aeri	0	NA
3155	Tècnics/es en seguretat aeronàutica	0	NA
3160	Tècnics/es de control de qualitat de les ciències físiques, químiques i de les enginyeries	1	NO
3201	Supervisors/es en enginyeria de mines	-1	Sí
3202	Supervisors/es de la construcció	1	NO
3203	Supervisors/es d'indústries alimentàries i del tabac	0	NA
3204	Supervisors/es d'indústries química i farmacèutica	1	Sí
3205	Supervisors/es indústries plàstics, cautxú i resines	1	Sí
3206	Supervisors/es d'indústries de la fusta i de la pasta de paper	0	NO
3207	Supervisors/es de la producció en indústries d'arts gràfiques i en la fabricació de productes de paper	0	NA
3209	Supervisors/es d'altres indústries manufactureres	0	NO
3311	Tècnics/es en radioteràpia	0	NA
3312	Tècnics/es en imatge per a la diagnòsi	0	NA
3313	Tècnics/es en anatomia patològica i citologia	0	NA
3314	Tècnics/es en laboratori de diagnòsi clínica	0	NA
3315	Tècnics/es en ortopròtesis	0	NA
3316	Tècnics/es en pròtesis dentals	0	NA
3317	Tècnics/es en audiopròtesis	0	NA
3321	Tècnics/es superiors en higiene bucodental	0	NA
3322	Tècnics/es superiors en documentació sanitària	0	NA
3323	Tècnics/es superiors en dietètica	0	NA
3324	Tècnics/es en optometria	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
3325	Ajudants de fisioterapeuta	0	NA
3326	Tècnics/es en prevenció de riscos laborals i salut ambiental	1	No
3327	Ajudants de veterinària	0	NA
3329	Altres tècnics/es sanitaris NCAA	0	NA
3331	Professionals de l'acupuntura, el naturisme (naturopatia), l'homeopatia, la medicina tradicional xinesa i l'ayurveda	0	NA
3339	Professionals de les teràpies alternatives NCAA	0	NA
3401	Professionals de suport i intermediaris de canvi, borsa i finances	0	NA
3402	Comercials de préstecs i crèdits	0	NA
3403	Tenidors/es de llibres	0	NA
3404	Professionals de suport de serveis estadístics, matemàtics i similars	1	NA
3405	Taxadors/es	0	NA
3510	Agents i representants comercials	0	NA
3521	Mediadors/es i agents d'assegurances	0	NA
3522	Agents de compres	0	NA
3523	Consignataris/es	0	NA
3531	Representants de duanes	0	NA
3532	Organitzadors/es de conferències i esdeveniments	0	NA
3533	Agents o intermediaris/es en la contractació de mà d'obra (excepte representants d'espectacles)	0	NA
3534	Agents i administradors/es de la propietat immobiliària	0	NA
3535	Portaveus i agents de relacions públiques	0	NA
3539	Representants artístics/es i esportius/ves i altres agents de serveis comercials NCAA	0	NA
3611	Supervisors/es de secretaria	0	NA
3612	Assistents jurídics	0	NA
3613	Assistents de direcció i administratius/ves	0	NA
3614	Secretaris/es de centres mèdics o clíniques	0	NA
3621	Professionals de suport de l'Administració pública de tributs	0	NA
3622	Professionals de suport de l'Administració pública de serveis socials	0	NA
3623	Professionals de suport de l'Administració pública de serveis d'expedició de llicències	0	NA
3629	Altres professionals de suport de l'Administració pública per a tasques d'inspecció i control i similars	0	NA
3631	Tècnics/es de la policia nacional, autonòmica i local	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
3632	Suboficials de la guàrdia civil	0	NA
3711	Professionals de suport de serveis jurídics i serveis similars	0	NA
3712	Detectius privats	0	NA
3713	Professionals de suport al treball i a l'educació social	0	NA
3714	Promotors/es d'igualtat d'oportunitats entre dones i homes	0	NA
3715	Animadors/es comunitaris/es	0	NA
3716	Auxiliars laics de les religions	0	NA
3721	Atletes i esportistes	0	NA
3722	Entrenadors/es i àrbitres d'activitats esportives	0	NA
3723	Instructors/es d'activitats esportives	0	NA
3724	Monitors/es d'activitats recreatives i d'entreteniment	0	NA
3731	Fotògrafs/es	0	NA
3732	Dissenyadors/es i interioristes	0	NA
3733	Tècnics/es en galeries d'art, museus i biblioteques	0	NA
3734	Caps de cuina (xefs)	0	NA
3739	Altres tècnics/es i professionals de suport d'activitats culturals i artístiques	0	NA
3811	Tècnics/es en operacions de sistemes informàtics	0	NA
3812	Tècnics/es en assistència a l'usuari de tecnologies de la informació	0	NA
3813	Tècnics/es en xarxes informàtiques	0	NA
3814	Tècnics/es en webs	0	NA
3820	Programadors/es informàtics/es	1	Sí
3831	Tècnics/es de l'enregistrament audiovisual	0	NA
3832	Tècnics/es de radiodifusió	0	NA
3833	Tècnics/es en enginyeria de les telecomunicacions	0	NA
4111	Empleats/des de comptabilitat	0	NA
4112	Empleats/des de control de personal i nòmines	0	NA
4113	Empleats/des d'oficina de serveis estadístics, financers i bancaris	0	NA
4121	Empleats/des de control de subministrament i inventari	-1	Sí
4122	Empleats/des d'oficina de serveis de suport a la producció	0	NA
4123	Empleats/des de logística i transport de passatgers i mercaderies	0	NA
4210	Empleats/des de biblioteques i arxius	0	NA
4221	Empleats/des de serveis de correus (excepte empleats de finestreta)	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
4222	Codificadors/es i correctors/es d'impremta	0	NA
4223	Empleats/des de serveis de personal	0	NA
4301	Introductors/es de dades	0	NA
4309	Altres empleats/des administratius/ves sense tasques d'atenció al públic NCAA	0	NA
4411	Empleats/des d'informació a l'usuari	0	NA
4412	Recepcionistes (excepte d'hotels)	0	NA
4421	Empleats/des d'agències de viatges	0	NA
4422	Recepcionistes d'hotels	0	NA
4423	Telefonistes	0	NA
4424	Teleoperadors/des	0	NA
4430	Agents d'enquestes	0	NA
4441	Caixers/es de bancs i similars	0	NA
4442	Empleats/des de venda d'apostes	0	NA
4443	Empleats/des de sales de joc i similars	0	NA
4444	Empleats/des de cases d'empenyorament i de préstecs	0	NA
4445	Cobradors/es de factures, deutes i empleats similars	0	NA
4446	Empleats/des de finestreta de correus	0	NA
4500	Empleats/des administratius/ves amb tasques d'atenció al públic NCAA	0	NA
5000	Cambriers/es i cuiners/es propietaris	0	NA
5110	Cuiners/es assalariats/des	0	NA
5120	Cambriers/es assalariats/des	0	NA
5210	Encarregats/des de secció de botigues i magatzems	0	NA
5220	Venedors/es de botigues i magatzems	0	NA
5300	Comerciants propietaris/es de botigues	0	NA
5411	Venedors/es de quioscos	0	NA
5412	Venedors/es de parades de mercat i mercats ocasionals	0	NA
5420	Operadors/es de telemàrqueting	0	NA
5430	Expedidors/es de gasolina	-2	Sí
5491	Venedors/es a domicili	0	NA
5492	Promotors/es de venda	0	NA
5493	Models de moda, art i publicitat	0	NA
5499	Altres venedors/es NCAA	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
5500	Caixers/es i taquillers/es (excepte de banca)	0	NA
5611	Auxiliars d'infermeria hospitalària	0	NA
5612	Auxiliars d'infermeria d'atenció primària	0	NA
5621	Tècnics/es auxiliars de farmàcia	0	NA
5622	Tècnics/es d'emergències sanitàries	0	NA
5629	Altres treballadors/es que tenen cura de les persones en serveis de salut	0	NA
5710	Treballadors/es que tenen cura de les persones a domicili (excepte mainaders)	0	NA
5721	Mainaders/es a llars d'infants o escoles bressol	0	NA
5722	Mainaders/es a les llars	0	NA
5811	Perruquers/es	0	NA
5812	Especialistes en tractaments d'estètica, benestar i similars	0	NA
5821	Auxiliars de vol i cambres d'avió, vaixell i tren	0	NA
5822	Revisors/es i cobradors/es del transport terrestre	0	NA
5823	Acompanyants turístics/es	0	NA
5824	Hostes/ses de terra	0	NA
5825	Guies de turisme	0	NA
5831	Supervisors/es de manteniment i neteja d'oficines, hotels i altres establiments	0	NA
5832	Majordoms/es domèstics/es	0	NA
5833	Conserges d'edificis	0	NA
5840	Treballadors/es propietaris/es de petits allotjaments	0	NA
5891	Assistents personals o persones de companyia	0	NA
5892	Empleats/des de pompes fúnebres i embalsamadors	0	NA
5893	Cuidadors/es d'animals i ensinistradors	0	NA
5894	Instructors/es d'autoescola	0	NO
5895	Astròlegs/es, endevins/es i similars	0	NA
5899	Altres treballadors/es de serveis personals NCAA	0	NA
5910	Guàrdies civils	0	NA
5921	Policies nacionals	0	NA
5922	Policies autonòmics	0	NA
5923	Policies locals	0	NA
5931	Bombers/es (excepte forestals)	0	NA
5932	Bombers/es forestals	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
5941	Vigilants de seguretat i similars habilitats per a portar armes	0	NA
5942	Auxiliars de vigilants de seguretat i similars no habilitats per a portar armes	0	NA
5991	Tècnics/es especialistes en serveis penitenciaris	0	NA
5992	Vigilants de piscines i platges, socorristes	0	NA
5994	Auxiliars i guaites forestals	0	NA
5995	Altres agents forestals i mediambientals	0	NA
5996	Tècnics/es especialistes operadors/des de control d'emergències	0	NA
5998	Altres treballadors/es dels serveis de protecció i seguretat ncaa	0	NA
6110	Treballadors/es qualificats/des en activitats agrícoles (excepte hortes, hivernacles, planters i jardins)	0	NA
6120	Treballadors/es qualificats/des en hortes, hivernacles, planters i jardins	0	NA
6201	Treballadors/es qualificats/des en activitats ramaderes de bestiar boví	0	NA
6202	Treballadors/es qualificats/des en activitats ramaderes de bestiar oví i cabrum	0	NA
6203	Treballadors/es qualificats/des en activitats ramaderes de bestiar porcí	0	NA
6204	Treballadors/es qualificats/des en apicultura i sericultura	0	NA
6205	Treballadors/des qualificats/des en avicultura i cunicultura	0	NA
6209	Treballadors/es qualificats/des en activitats ramaderes NCAA	0	NA
6300	Treballadors/es qualificats/des en activitats agropecuàries mixtes	0	NA
6410	Treballadors/es qualificats/des en activitats forestals i del medi natural	0	NA
6421	Treballadors/es qualificats/des en aqüicultura	0	NA
6422	Pescadors/es fluvials i de litoral	0	NA
6423	Pescadors/es d'altura	0	NA
6430	Treballadors/es qualificats/es en activitats cinegètiques	0	NA
7111	Encofradors/es i operaris/es de la posada en obra del formigó	0	NO
7112	Muntadors/es de prefabricats estructurals (només de formigó)	0	NO
7121	Paletes	1	NO
7122	Pedrers/es, trossejadors/es, picadors/es i gravadors/es de pedra	0	NA
7131	Fusters/es (excepte ebenistes)	0	NA
7132	Instal·ladors/es i muntadors/es de tancaments metàl·lics (excepte muntadors d'estructures metàl·liques)	0	NA
7191	Treballadors/es de manteniment d'edificis	1	NO
7192	Instal·ladors/es de façanes tècniques	0	NA
7193	Instal·ladors/es de sistemes d'impermeabilització en edificis	1	NO

ANNEX

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
7199	Altres treballadors/es d'obres estructurals de la construcció NCAA	1	NO
7211	Guixaires	0	NA
7212	Aplicadors/es de revestiments de pasta i morter	0	NA
7221	Lampistes	1	NO
7222	Muntadors/es instal·ladors/es de gas en edificis	-1	Sí
7223	Instal·ladors/es de canonades en obra pública	0	NA
7231	Pintors/es i empaperadors/es	0	NA
7232	Pintors/es en les indústries manufactureres	0	NA
7240	Enrajoladors/es, parqueters/es i similars	0	NA
7250	Mecànics/es instal·ladors/es de refrigeració i climatització	1	NO
7291	Muntadors/es de cobertes	0	NA
7292	Instal·ladors/es de material aïllant tèrmic i d'insonorització	1	NO
7293	Vidriers/es	0	NA
7294	Muntadors/es instal·ladors/es de plaques d'energia solar	2	Sí
7295	Personal de neteja de façanes d'edificis i xemeneies	0	NA
7311	Emmotlladors/es i matricers/es	0	NA
7312	Soldadors/es i oxitalladors/es	0	NA
7313	Planxistes i calderers	0	NO
7314	Muntadors/es d'estructures metàl·liques	0	NA
7315	Muntadors/es d'estructures cablejades i empalmadors de cables	1	NO
7321	Ferrers/es i forjadors/es	0	NA
7322	Treballadors/es de la fabricació d'eines, mecànics/es ajustadors/es, modelistes, matricers/es i similars	0	NA
7323	Ajustadors/es i operadors/es de màquines eina	0	NO
7324	Polidors/es de metalls i esmolets d'eines	0	NA
7401	Mecànics/es i ajustadors/es de vehicles de motor	-1	Sí
7402	Mecànics/es i ajustadors/es de motors d'avió	0	Sí
7403	Mecànics/es i ajustadors de maquinària agrícola i industrial	0	Sí
7404	Mecànics/es i ajustadors/es de maquinària naval i ferroviària	1	Sí
7405	Reparadors/es de bicicletes i similars	1	Sí
7510	Electricistes de la construcció i similars	1	NO
7521	Mecànics/es i reparadors/es d'equips elèctrics	1	NO
7522	Instal·ladors/es i mantenidors/es reparadors/es de línies elèctriques	2	NO

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
7531	Mecànics/es i mantenidors/es reparadors/es d'equips electrònics	1	NO
7532	Instal·ladors/es i mantenidors/es reparadors/es en electromedicina	0	NA
7533	Instal·ladors/es i mantenidors/es reparadors/es en tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	1	NO
7611	Rellotgers/es i mecànics/es d'instruments de precisió	0	NA
7612	Lutiers/es i similars; afinadors/es d'instruments musicals	0	NA
7613	Joiers/es, orfebres/es i argenters/es	0	NA
7614	Treballadors/es de la ceràmica, terrissaires i similars	0	NA
7615	Bufadors/es, modeladors/es, laminadors/es, talladors/es i polidors/es de vidre	0	NA
7616	Retolistes, gravadors/es de vidre i pintors/es decoratius/es d'articles diversos	0	NA
7617	Artesans/es de la fusta i materials similars, cistellers/es, raspallaires i treballadors/es similars	0	NA
7618	Artesans/es del tèxtil, cuir i materials similars, preparadors/es de fibra i teixidors/es amb telers artesans o de teixits de punt i similars	0	NA
7619	Artesans/es NCAA	0	NA
7621	Treballadors/es de processos de preimpresió	0	NA
7622	Treballadors/es de processos d'impresió	0	NA
7623	Treballadors/es de processos d'enquadernació	0	NA
7701	Matadors/es i treballadors/es de les indústries càrnies	0	NA
7702	Treballadors/es de les indústries del peix	0	NA
7703	Forners/es, pastissers/es i confiters/es	0	NA
7704	Treballadors/es del tractament de la llet i l'elaboració de productes lactis, inclosos els gelats	0	NA
7705	Treballadors/es de la conservació de fruites i hortalisses i de l'elaboració de begudes no alcohòliques	0	NA
7706	Treballadors/es de l'elaboració de begudes alcohòliques (excepte el vi)	0	NA
7707	Treballadors/es de l'elaboració del vi	0	NA
7708	Preparadors/es i elaboradors de tabac i productes derivats	0	NA
7709	Degustadors/es i classificadors/es d'aliments i begudes	0	NA
7811	Treballadors/es del tractament de la fusta	0	NA
7812	Ajustadors/es i operadors/es de màquines de treballar la fusta	0	NA
7820	Ebenistes i treballadors/es similars	0	NA
7831	Sastres, modistes, pelleters/es i barreters/es	0	NA
7832	Patronistes per a productes tèxtils i de pell	0	NA
7833	Talladors/es de teixits, cuir, pell i altres materials	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
7834	Cosidors/es a mà, brodadors/es i similars	0	NA
7835	Tapissers/es, matalassers/es i similars	0	NA
7836	Adobers/es i preparadors/es de pells	0	NA
7837	Sabaters/es i similars	0	NA
7891	Bussos	0	NA
7892	Artillers/es metxers/es de mines	0	Sí
7893	Classificadors/es i provadors/es de productes (excepte aliments, begudes i tabac)	0	NA
7894	Fumigadors/es i altres controladors/es de plagues i males herbes	0	NA
7899	Oficials, operaris i artesans/es d'altres oficis NCAA	0	NA
8111	Miners/es i altres operadors/es d'instal·lacions mineres	-1	Sí
8112	Operadors/es d'instal·lacions de preparació de minerals i roques	0	Sí
8113	Sondistes i treballadors/es similars	0	Sí
8114	Operadors/es de màquines de fabricar productes derivats de minerals no metàl·lics	0	Sí
8121	Operadors/es d'instal·lacions d'obtenció i transformació de metalls	0	Sí
8122	Operadors/es de màquines polidores, galvanitzadores i recobridores de metalls	0	Sí
8131	Operadors/es de plantes industrials químiques	0	Sí
8132	Operadors/es de màquines de fabricar productes farmacèutics, cosmètics i similars	0	Sí
8133	Operadors/es de laboratoris fotogràfics i similars	0	NA
8141	Operadors/es de màquines de fabricar productes de cautxú i derivats de resines naturals	0	Sí
8142	Operadors/es de màquines de fabricar productes de matèries plàstiques	0	Sí
8143	Operadors/es de màquines de fabricar productes de paper i cart	0	NO
8144	Operadors/es de serradores, de màquines de fabricar taulers i d'instal·lacions similars de tractament de la fusta i el suro	0	NO
8145	Operadors/es d'instal·lacions de preparació de pasta de paper i de fabricació de paper	0	NO
8151	Operadors/es de màquines de preparar fibres, filar i debanar	0	NO
8152	Operadors/es de telers i altres màquines de teixir	0	NO
8153	Operadors/es de màquines de cosir i brodar	0	NA
8154	Operadors/es de màquines de blanquejar, tenyir, estampar i acabar tèxtils	0	NO
8155	Operadors/es de màquines de tractar la pell i el cuir	0	NO
8156	Operadors/es de màquines de fabricar calçat, marroquineria i guanteria de pell	0	NA
8159	Operadors/es de màquines de fabricar productes tèxtils NCAA	0	NA
8160	Operadors/es de màquines d'elaborar productes alimentaris, begudes i tabac	0	NO
8170	Operadors/es de màquines de bugaderia i tintoreria	0	NA

CODI	OCUPACIÓ	CANVI EN LA DEMANDA DE L'OCUPACIÓ (-/+)	CANVI EN LES TASQUES DE L'OCUPACIÓ
8191	Operadors/es de forns i instal·lacions de vidrieria i ceràmica	0	NO
8192	Operadors/es de calderes i màquines de vapor	-1	Sí
8193	Operadors/es de màquines d'embalatge, embotellament i etiquetatge	0	NA
8199	Altres operadors/es d'instal·lacions i maquinària fixa NCAA	0	NA
8201	Engalzadors/es de maquinària mecànica	0	NA
8202	Engalzadors/es d'equips elèctrics i electrònics	0	NA
8209	Muntadors/es i engalzadors/es NCAA	0	NA
8311	Maquinistes de locomotores	0	NA
8312	Agents de maniobres ferroviàries	0	NA
8321	Operadors/es de maquinària agrícola mòbil	0	NA
8322	Operadors/es de maquinària forestal mòbil	0	NA
8331	Operadors/es de maquinària de moviments de terres i equips similars	0	NA
8332	Operadors/es de grues, muntacàrregues i maquinària similar de moviment de materials	0	NA
8333	Operadors/es de carretons elevadors	0	NA
8340	Mariners/es de pont, mariners/es de màquines i similars	0	NA
8411	Conductors/es propietaris/es d'automòbils, taxis i furgonetes	-1	NO
8412	Conductors/es assalariats/es d'automòbils, taxis i furgonetes	1	NO
8420	Conductors/es d'autobusos i tramvies	0	NA
8431	Conductors/es propietaris/es de camions	0	NA
8432	Conductors/es assalariats/es de camions	0	NA
8440	Conductors/es de motocicletes i ciclomotors	0	NA
9100	Empleats/des domèstics	0	NA
9210	Personal de neteja d'oficines, hotels i altres establiments similars	0	NA
9221	Netejadors/es en sec i a mà i similars	0	NA
9222	Netejadors/es de vehicles	0	NA
9223	Netejadors/es de finestres	0	NA
9229	Altre tipus de personal de neteja NCAA	0	NA
9310	Ajudants de cuina	0	NA
9320	Preparadors/es de menjar ràpid	0	NA
9410	Venedors/es de carrer	0	NA
9420	Repartidors/es de publicitat, enllustradors/es i altres treballadors/es d'oficis de carrer	0	NA
9431	Ordenances	0	NA

CODI	OCUPACIÓ		
9432	Mossos d'equipatge i similars	0	NA
9433	Repartidors/es, persones dels encàrrecs i missatgers, a peu	0	NA
9434	Lectors/es de comptadors (aigua, gas, etc.) i recaptadors/es de monedes de màquines recreatives i expenedores	-1	NO
9441	Recollidors/es de residus urbans	0	NA
9442	Classificadors/es de residus, operaris d'ecoparc i recollidors de ferralla	2	NO
9443	Escombradors/es i similars	0	NA
9490	Altres ocupacions elementals	0	NA
9511	Peons agrícoles (excepte d'hortes, hivernacles, planters i jardins)	0	NA
9512	Peons agrícoles d'hortes, hivernacles, planters i jardins	0	NA
9520	Peons ramaders	0	NA
9530	Peons agropecuaris	0	NA
9541	Peons de la pesca	0	NA
9542	Peons de l'aqüicultura	0	NA
9543	Peons forestals i de la caça	0	NA
9601	Peons d'obres públiques	0	NA
9602	Peons de la construcció d'edificis	1	NO
9603	Peons de la mineria, pedreres i altres indústries extractives	-1	NO
9700	Peons de les indústries manufactureres	0	NA
9811	Peons del transport de mercaderies i descarregadors	0	NA
9812	Conductors/es de vehicles de tracció animal per al transport de persones i similars	0	NA
9820	Reposadors/es	0	NA
506	TOTAL		

Referent al canvi de tasques o de competències professionals, s'han tingut en compte diferents documents bibliogràfics que preveuen una necessitat en l'actualització de certs perfils professionals:

- Formació/sensibilització de les ocupacions relacionades amb la producció, processos i innovació en termes de sostenibilitat: produir sense degradar l'entorn, dissenyar un producte pensant en el seu posterior reciclatge, integrar l'economia circular al procés, valoritzar residus, augment de l'eficiència energètica, reenfocament de les activitats empresarials, major gestió del medi natural, motors elèctrics, producció d'energies renovables, etc. (Pigford *et al.*, 2018, Burger *et al.*, 2019, Bernal 2019, Krechetov *et al.*, 2017, Kümmerer *et al.*, 2020, Månberger *et al.*, 2018, Sun *et al.*, 2017, O'Connor *et al.*, 2016, Mihelcic *et al.*, 2017, Szász 2019 i Özkul *et al.*, 2018) També les ocupacions de disseny de maquinàries veuran les seves tasques alterades per l'entrada de nous materials i

tractaments (per exemple, amb els nous plàstics biodegradables cal adaptar els processos i, en alguns casos, la maquinària). *Thakur et al., 2018 i Dunuwila et al., 2018.*

- Formació de tècnics/ques de mines per a la reexplotació de l'abans coneguda com ganga (*Lèbre et al., 2017*), també dels ocupats encarregats del petroli i altres crús no renovables, requeriran formació específica en elements renovables com els biofuels (IRENA, 2018), de la mateixa manera s'hauran d'actualitzar les competències de les ocupacions relacionades amb el maneig i el control de sistemes i equips de generació d'energia, incloses les calderes, turbines, generadors, condensadors i reactors nuclears o accionades per carbó, per petroli o per gas natural per a la generació i distribució d'energia elèctrica, al ser energies no renovables.
- Formació de les ocupacions relacionades amb la construcció i instal·lació en termes d'instal·lacions de sistemes renovables, eficiència energètica, materials reutilitzables i economia circular (*Masseck, T., 2018*), en el cas d'alternatives al formigó, caldria capacitar als professionals del sector amb formacions específiques dels nous materials disponibles i com usar-los (*Akan et al., 2017 i Hrabova et al., 2020*).
- Formació per docents que hauran de fer un nou enfocament dels plans d'estudis perquè estiguin en línia amb la TE i sensibilitzin l'alumnat i els proporcionin les eines adequades per integrar-se al món laboral. Per exemple, en el cas de la construcció, incrementar el nombre de matèries en relació amb la rehabilitació i renovació d'edificis i introduir el concepte d'edifici com objecte flexible i no passiu per estar en canvi constant (*Juwet et al., 2018*).
- Formació/sensibilització als càrrecs de presa de decisions a les ciutats per tal que es compleixin les noves normatives i mesures establertes pel PNIEC (i altres plans), conscienciació en les noves formes de mobilitat, redistribució de l'espai i sostenibilitat a les ciutats (*Gössling et al., 2013 i Dimter et al., 2019*)
- Formació específica de les ocupacions relacionades amb el proveïment de carburant a vehicles (en uns anys en desaparició), caldrà una formació en termes de recàrrega de vehicles i bateries (i en nous combustibles com l'hidrogen). En tècnics/es de reparació de vehicles haurien d'existir formacions que capacitin als professionals per reparar i mantenir els nous vehicles elèctrics i de mobilitat urbana (i altres no convencionals). *Dimter et al., 2019 i Anteproyecto de ley de cambio climático.*

3. Classificació d'ocupacions per subgrups

Les nou categories identificades segons el grup d'activitats es classifiquen segons:

1. Gestió
2. Ensenyament
3. Disseny de productes, serveis o processos
4. Instal·lació de nous sistemes
5. Manteniment, ús o reparació
6. Eficiència energètica (i de consum de recursos en general)
7. Recerca i desenvolupaments tecnològics
8. Desmantellament
9. Tractament de materials i residus

Aquests subgrups estan formats per les ocupacions que, en les seves tasques, contenen accions que coincideixen amb les descrites per cada subgrup. Segons el nombre de tasques que coincideixen, poden tenir una implicació mitjana (1) o alta (2) en el subgrup. És a dir, els canvis produïts dins de cada un dels subgrups poden afectar més o menys en el dia a dia del perfil professional.

CODI	GESTIÓ	IMPLICACIÓ
1223	Directors/es de recerca i desenvolupament	2
1313	Directors/es d'indústries manufactureres	2
1314	Directors/es d'explotacions mineres	2
1315	Directors/es d'empreses d'abastament, transport, distribució i similars	2
1316	Directors/es d'empreses de construcció	2
1321	Directors/es de serveis de tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	2
1509	Directors/es i gerents d'empreses de gestió de residus i altres empreses de serveis NCAA	2
2414	Geòlegs/es i geofísics/es	1
2416	Estadístics/es	1
2426	Professionals de la protecció ambiental	2
2431	Enginyers/es industrials i de producció	1
2437	Enginyers/es ambientals	1
3131	Tècnics/es en instal·lacions de producció d'energia	1
3132	Tècnics/es en instal·lacions de tractament de residus, d'aigües i altres operadors de plantes similars	1
3135	Tècnics/es en control de processos de producció de metalls	1
3160	Tècnics/es de control de qualitat de les ciències físiques, químiques i de les enginyeries	2
3201	Supervisors/es en enginyeria de mines	2
3202	Supervisors/es de la construcció	2
3204	Supervisors/es d'indústries química i farmacèutica	2
3205	Supervisors/es indústries plàstics, cautxú i resines	2
3326	Tècnics/es en prevenció de riscos laborals i salut ambiental	2
3404	Professionals de suport de serveis estadístics, matemàtics i similars	2
3820	Programadors/es informàtics/es	1
4121	Empleats/des de control de subministrament i inventari	2
8132	Operadors/es de màquines de fabricar productes farmacèutics, cosmètics i similars	2
9434	Lectors/es de comptadors (aigua, gas, etc.) i recaptadors/es de monedes de màquines recreatives i expenedores	2

Aquest subgrup inclou aquelles ocupacions que impliquen tasques administratives, negociació o dirigeixen i revisen que es segueixin les indicacions donades. Està format per 26 ocupacions, la majoria directors/es d'empreses, tècnics/es de control i supervisors/es. Hi ha 24.951 persones actives dins el subgrup.

RECERCA I DESENVOLUPAMENT

CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
1223	Directors/es de recerca i desenvolupament	2
2210	Professors/es d'universitat i ensenyament superior (excepte de formació professional)	2
2411	Físics/es i astrònoms/es	2
2412	Meteoròlegs/es	2
2413	Químics/es	1
2414	Geòlegs/es i geofísics/es	2
2416	Estadístics/es	2
2425	Enginyers/es tècnics/es forestals i del medi natural	2
2433	Enginyers/es mecànics/es	1
2434	Enginyers/es aeronàutics/es	1
2435	Enginyers/es químics/es	1
2436	Enginyers/es de mines, metal·lúrgics/es i similars	1
2437	Enginyers/es ambientals	2
2439	Enginyers/es NCAA	1
2442	Enginyers/es electrònics/es	1
2451	Arquitectes (excepte arquitectes paisatgistes i urbanistes)	1
2452	Arquitectes paisatgistes	1
2453	Urbanistes i enginyers/es de trànsit	2
2454	Enginyers/es geògrafs/es i cartògrafs/es	2
2462	Enginyers/es tècnics/es d'obres públiques	1
3121	Tècnics/es en ciències físiques i químiques	2
3122	Tècnics/es en construcció	2
3123	Tècnics/es en electricitat	2
3124	Tècnics/es en electrònica (excepte en electromedicina)	2
3126	Tècnics/es en mecànica	2
3127	Tècnics/es i analistes de laboratori en química industrial	2
3128	Tècnics/es en metal·lúrgia i mines	2
3129	Tècnics/es en ciències físiques, químiques, mediambientals i en enginyeries NCAA	2
3404	Professionals de suport de serveis estadístics, matemàtics i similars	1
3820	Programadors/es informàtics/es	2

En el subgrup de Recerca i Desenvolupament s'hi troben majoritàriament tècnics/es i enginyers/es. Són professions que es dediquen total o parcialment a la investigació. Està format per 30 ocupacions i, actualment té 39.262 persones actives.

ENSENYAMENT		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
2210	Professors/es d'universitat i ensenyament superior (excepte de formació professional)	2
2220	Professors/es de formació professional (matèries específiques)	2
2325	Instructors/es d'ensenyament no reglat en tecnologies de la informació	2
2326	Professionals de l'educació ambiental	2
2426	Professionals de la protecció ambiental	2
2625	Especialistes en formació de personal	2

En aquest subgrup hi formen part totes aquelles ocupacions que es dediquen a l'ensenyament. Està format per sis ocupacions amb 16.303 persones actives amb un alt grau d'implicació, de les quals, només dos formen part del subgrup de Recerca i Desenvolupament, ja que en les professions d'universitat i de protecció ambiental, combinen les dues tasques.

DISSENY DE PRODUCTES, SERVEIS O PROCESSOS		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
1313	Directors/es d'indústries manufactureres	1
1315	Directors/es d'empreses d'abastament, transport, distribució i similars	1
2413	Químics/es	2
2431	Enginyers/es industrials i de producció	2
2435	Enginyers/es químics/es	2
2436	Enginyers/es de mines, metal·lúrgics/es i similars	1
2439	Enginyers/es NCAA	2
2441	Enginyers/es elèctrics/es	2
2451	Arquitectes (excepte arquitectes paisatgistes i urbanistes)	2
2452	Arquitectes paisatgistes	2
2453	Urbanistes i enginyers/es de trànsit	2
2454	Enginyers/es geògrafs/es i cartògrafs/es	2
2461	Enginyers/es tècnics/es industrials i de producció	2
2462	Enginyers/es tècnics/es d'obres públiques	2
2465	Enginyers/es tècnics/es químics/es	2
2466	Enginyers/es tècnics/es de mines, metal·lúrgics/es i similars	2
2471	Enginyers/es tècnics/es en electricitat	2
2482	Dissenyadors/es de productes i peces de vestir	2

DISSENY DE PRODUCTES, SERVEIS O PROCESSOS

CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
3201	Supervisors/es en enginyeria de mines	1
3202	Supervisors/es de la construcció	1
3204	Supervisors/es d'indústries química i farmacèutica	1
3205	Supervisors/es indústries plàstics, cautxú i resines	1
3820	Programadors/es informàtics/es	2
7510	Electricistes de la construcció i similars	2

En aquest subgrup s'hi agrupen totes aquelles ocupacions que es dediquen al disseny o planificació de qualsevol objecte, procés o servei. En aquesta agrupació de 24 ocupacions amb 24.241 persones actives, hi trobem majoritàriament enginyers i supervisors.

INSTAL·LACIÓ DE NOUS SISTEMES

CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
2432	Enginyers/es en construcció i obra civil	1
2433	Enginyers/es mecànics/es	2
2434	Enginyers/es aeronàutics/es	2
2435	Enginyers/es químics/es	2
2441	Enginyers/es elèctrics/es	2
2442	Enginyers/es electrònics/es	2
2461	Enginyers/es tècnics/es industrials i de producció	2
2472	Enginyers/es tècnics/es en electrònica	2
2481	Arquitectes tècnics/es i tècnics/es urbanistes	2
3123	Tècnics/es en electricitat	2
3124	Tècnics/es en electrònica (excepte en electromedicina)	2
3126	Tècnics/es en mecànica	2
3127	Tècnics/es i analistes de laboratori en química industrial	2
3128	Tècnics/es en metal·lúrgia i mines	2
7111	Encofradors/es i operaris/es de la posada en obra del formigó	2
7112	Muntadors/es de prefabricats estructurals (només de formigó)	2
7121	Paletes	2
7193	Instal·ladors/es de sistemes d'impermeabilització en edificis	2
7199	Altres treballadors/es d'obres estructurals de la construcció NCAA	1
7221	Lampistes	2
7222	Muntadors/es instal·ladors/es de gas en edificis	2

INSTAL·LACIÓ DE NOUS SISTEMES		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
7250	Mecànics/es instal·ladors/es de refrigeració i climatització	2
7292	Instal·ladors/es de material aïllant tèrmic i d'insonorització	2
7294	Muntadors/es instal·ladors/es de plaques d'energia solar	2
7315	Muntadors/es d'estructures cablejades i empalmadors de cables	2
7401	Mecànics/es i ajustadors/es de vehicles de motor	2
7402	Mecànics/es i ajustadors/es de motors d'avió	2
7403	Mecànics/es i ajustadors de maquinària agrícola i industrial	2
7404	Mecànics/es i ajustadors/es de maquinària naval i ferroviària	2
7510	Electricistes de la construcció i similars	2
7521	Mecànics/es i reparadors/es d'equips elèctrics	2
7522	Instal·ladors/es i mantenidors/es reparadors/es de línies elèctriques	2
7533	Instal·ladors/es i mantenidors/es reparadors/es en tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	2
9602	Peons de la construcció d'edificis	2

El subgrup d'instal·lació de nous sistemes està format per aquelles ocupacions que es dediquen a la construcció dels sistemes dissenyat pel grup anterior. Hi trobem majoritàriament mecànics/es, instal·ladors/es i enginyers/es. Hi ha 34 ocupacions dins el subgrup i el formen 96.745 persones actives, totes les ocupacions, tret de la d'enginyers/es en construcció i obra civil, tenen un grau d'implicació alt.

MANTENIMENT, ÚS O REPARACIÓ		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
2432	Enginyers/es en construcció i obra civil	1
2433	Enginyers/es mecànics/es	2
2434	Enginyers/es aeronàutics/es	2
2435	Enginyers/es químics/es	1
2436	Enginyers/es de mines, metal·lúrgics/es i similars	1
2441	Enginyers/es elèctrics/es	2
2442	Enginyers/es electrònics/es	2
2465	Enginyers/es tècnics/es químics/es	2
2471	Enginyers/es tècnics/es en electricitat	2
2472	Enginyers/es tècnics/es en electrònica	2
3121	Tècnics/es en ciències físiques i químiques	1
3122	Tècnics/es en construcció	2

MANTENIMENT, ÚS O REPARACIÓ

CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
3123	Tècnics/es en electricitat	2
3124	Tècnics/es en electrònica (excepte en electromedicina)	2
3126	Tècnics/es en mecànica	2
3127	Tècnics/es i analistes de laboratori en química industrial	2
3128	Tècnics/es en metal·lúrgia i mines	2
3131	Tècnics/es en instal·lacions de producció d'energia	2
3132	Tècnics/es en instal·lacions de tractament de residus, d'aigües i altres operadors de plantes similars	2
3133	Tècnics/es en control d'instal·lacions de processament de productes químics	2
3134	Tècnics/es refineries petroli i gas natural	2
3135	Tècnics/es en control de processos de producció de metalls	2
3204	Supervisors/es d'indústries química i farmacèutica	1
3205	Supervisors/es indústries plàstics, cautxú i resines	1
5430	Expedadors/es de gasolina	2
7121	Paletes	1
7191	Treballadors/es de manteniment d'edificis	2
7221	Lampistes	2
7222	Muntadors/es instal·ladors/es de gas en edificis	2
7250	Mecànics/es instal·ladors/es de refrigeració i climatització	2
7292	Instal·ladors/es de material aïllant tèrmic i d'insonorització	2
7294	Muntadors/es instal·ladors/es de plaques d'energia solar	2
7315	Muntadors/es d'estructures cablejades i empalmadors/es de cables	2
7401	Mecànics/es i ajustadors/es de vehicles de motor	2
7402	Mecànics/es i ajustadors/es de motors d'avió	2
7403	Mecànics/es i ajustadors/es de maquinària agrícola i industrial	2
7404	Mecànics/es i ajustadors/es de maquinària naval i ferroviària	2
7405	Reparadors/es de bicicletes i similars	2
7510	Electricistes de la construcció i similars	2
7521	Mecànics/es i reparadors/es d'equips elèctrics	2
7522	Instal·ladors/es i mantenidors/es reparadors/es de línies elèctriques	2
7531	Mecànics/es i mantenidors/es reparadors/es d'equips electrònics	2
7533	Instal·ladors/es i mantenidors/es reparadors/es en tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)	2
8111	Miners/es i altres operadors/es d'instal·lacions mineres	2

MANTENIMENT, ÚS O REPARACIÓ		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
8112	Operadors/es d'instal·lacions de preparació de minerals i roques	2
8113	Sondistes i treballadors/es similars	2
8114	Operadors/es de màquines de fabricar productes derivats de minerals no metàl·lics	2
8121	Operadors/es d'instal·lacions d'obtenció i transformació de metalls	2
8122	Operadors/es de màquines polidores, galvanitzadores i recobridores de metalls	2
8131	Operadors/es de plantes industrials químiques	2
8132	Operadors/es de màquines de fabricar productes farmacèutics, cosmètics i similars	1
8141	Operadors/es de màquines de fabricar productes de cautxú i derivats de resines naturals	2
8142	Operadors/es de màquines de fabricar productes de matèries plàstiques	2
8192	Operadors/es de calderes i màquines de vapor	2
9603	Peons de la mineria, pedreres i altres indústries extractives	2

En aquest subgrup hi formen part aquelles ocupacions que operen màquines, conserven i arreglen les instal·lacions. Per això hi trobem majoritàriament mecànics/es, operadors/es i tècnics/es. Està format per 55 ocupacions amb 83.175 persones actives.

MANTENIMENT, ÚS O REPARACIÓ		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
1315	Directors/es d'empreses d'abastament, transport, distribució i similars	1
1316	Directors/es d'empreses de construcció	1
2413	Químics/es	1
2431	Enginyers/es industrials i de producció	2
2435	Enginyers/es químics/es	1
2439	Enginyers/es NCAA	1
2442	Enginyers/es electrònics/es	1
2451	Arquitectes (excepte arquitectes paisatgistes i urbanistes)	2
2461	Enginyers/es tècnics/es industrials i de producció	2
2481	Arquitectes tècnics/es i tècnics/es urbanistes	2
2482	Dissenyadors/es de productes i peces de vestir	2
3326	Tècnics/es en prevenció de riscos laborals i salut ambiental	2
7250	Mecànics/es instal·ladors/es de refrigeració i climatització	1
7292	Instal·ladors/es de material aïllant tèrmic i d'insonorització	1
7294	Muntadors/es instal·ladors/es de plaques d'energia solar	1

EFICIÈNCIA ENERGÈTICA (CONSUM EN GENERAL)		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
7401	Mecànics/es i ajustadors/es de vehicles de motor	1
7402	Mecànics/es i ajustadors/es de motors d'avió	1

En aquest subgrup hi han aquelles ocupacions que se centren directament en la reducció energètica o del consum en general. Hi han enginyers/es i mecànics/es majoritàriament. En les 17 ocupacions que formen el subgrup hi ha 19.807 persones actives.

DESMANTELLAMENT		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
2432	Enginyers/es en construcció i obra civil	1
2437	Enginyers/es ambientals	1
2462	Enginyers/es tècnics/es d'obres públiques	1
3122	Tècnics/es en construcció	1
7199	Altres treballadors/es d'obres estructurals de la construcció NCAA	2
7892	Artillers/es metxers/es de mines	2
9602	Peons de la construcció d'edificis	2
9603	Peons de la mineria, pedreres i altres indústries extractives	2

En aquest subgrup hi formen part aquelles ocupacions que es dediquen a destruir o separar béns. Hi ha ocupacions de la construcció i de la mineria. Hi ha vuit ocupacions que tenen tasques de desmantellament amb 37.937 persones actives.

TRACTAMENT DE MATERIALS I RESIDUS		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
1313	Directors/es d'indústries manufactureres	1
1314	Directors/es d'explotacions mineres	1
1509	Directors/es i gerents d'empreses de gestió de residus i altres empreses de serveis NCAA	1
2414	Geòlegs/es i geofísics/es	1
2436	Enginyers/es de mines, metal·lúrgics/es i similars	1
2437	Enginyers/es ambientals	1
2441	Enginyers/es elèctrics/es	1
2466	Enginyers/es tècnics/es de mines, metal·lúrgics/es i similars	1
2482	Dissenyadors/es de productes i peces de vestir	2
7401	Mecànics/es i ajustadors/es de vehicles de motor	1

TRACTAMENT DE MATERIALS I RESIDUS		
CODI	OCUPACIÓ	IMPLICACIÓ
7402	Mecànics/es i ajustadors/es de motors d'avió	1
7403	Mecànics/es i ajustadors/es de maquinària agrícola i industrial	1
7405	Reparadors/es de bicicletes i similars	1
8142	Operadors/es de màquines de fabricar productes de matèries plàstiques	2
9442	Classificadors/es de residus, operaris/es d'ecoparc i recollidors/es de ferralla	2
9603	Peons de la mineria, pedreres i altres indústries extractives	2

En el subgrup de tractament de materials i residus s'hi troben aquelles ocupacions que incideixen directament en el reciclatge o en donar-li un altre ús als béns. Hi trobem a directors, enginyers/es i mecànics/es principalment. De les 16 ocupacions, 12 tenen baixa implicació. Hi han 18.865 persones actives.

4. Llocs de treball generats per la creació del parc d'energies renovables previst per al 2021-2030

Per aquest darrer objectiu es disposen de les dades entre la relació de llocs de treball per any (LLT-any) i la potència a fabricar/instal·lar i la potència a operar/mantenir.

El document Rutovitz *et al.* (2015) proporciona valors per a aquestes relacions. En concret, hi ha tres valors aplicables al cas:

- Fabricació dels aparells, en LLT-any/MW.
- Instal·lació, en LLT-any/MW.
- Operació i Manteniment, en LLT/MW (llocs de treball permanents).

S'aplica a la fabricació dels aparells un factor d'importació del 20% ja que el PNIEC 2021-2030 així ho preveu.

Com que anteriorment s'han calculat els MW necessaris a instal·lar i, consegüentment, operar i mantenir a Catalunya es pot obtenir el valor de les ocupacions generades.

Llocs de treball anuals generats per les energies renovables a Catalunya						
	2020-2025			2025-2030		
	Fab + Inst	O&M	Total	Fab + Inst	O&M	Total
Repartiment per població	18.712	3.718	22.430	24.515	4.849	29.364
Repartiment per PIB	22.030	4.366	26.396	28.729	5.665	34.394
		Mitjana	24.408		Mitjana	31.879

Llocs de treball creats per fabricació i instal·lació de potència

TAULA 12				
Llocs de treball creats per fabricació i instal·lació de potència (criteri segons percentatge de població)				
	CATALUNYA			
	LLOCS DE TREBALL/ANY			% RENOVABLES
	OBJECTIU			
	2020	2025	2030	2030
Eòlica (terrestre i marina)	12.127	11.174	9.212	7,5%
Solar fotovoltaica	52.408	79.473	109.811	89,6%
Solar termoelèctrica	980	2.255	2.289	1,9%
Hidràulica	–	32	26	0,0%
Bombament	0	0	0	0,0%
Biogàs	–	209	208	0,2%
Biomassa	707	350	960	0,8%
Geotèrmia	0	22	22	0,0%
Energies del mar	0	46	46	0,0%
Suma renovables	66.114	93.560	122.573	100,0%
	2018-20	2020-25	2025-30	
Llocs de treball creats anualment segons cada període	33.057	18.712	24.515	
			2018-30	
Mitjana anual de llocs de treball creats (període 2018-2030)			23.521	

TAULA 13				
Llocs de treball creats per fabricació i instal·lació de potència (criteri segons PIB)				
	CATALUNYA			
	LLOCS DE TREBALL/ANY			% RENOVABLES
	OBJECTIU			
	2020	2025	2030	2030
Eòlica (terrestre i marina)	18.297	14.454	11.917	8,3%
Solar fotovoltaica	61.900	92.718	128.112	89,2%
Solar termoelèctrica	980	2.255	2.289	1,6%
Hidràulica	-11	32	26	0,0%
Bombament	0	0	0	0,0%
Biogàs	120	261	259	0,2%
Biomassa	707	350	960	0,7%
Geotèrmia	0	25	25	0,0%
Energies del mar	0	54	53	0,0%
Suma renovables	81.992	110.149	143.643	100,0%
	2018-20	2020-25	2025-30	
Llocs de treball creats anualment segons cada període	40.996	22.030	28.729	
			2018-30	
Mitjana anual de llocs de treball creats (període 2018-2030)			27.982	

Llocs de treball creats per operació i manteniment de potència

TAULA 14				
Llocs de treball creats per operació i manteniment de potència (criteri segons percentatge de població)				
	CATALUNYA			
	LLOCS DE TREBALL/ANY			% RENOVABLES
	OBJECTIU			
	2020	2025	2030	2030
Eòlica (terrestre i marina)	523	482	397	8,2%
Solar fotovoltaica	1.998	3.030	4.187	86,3%
Solar termoelèctrica	72	166	168	3,5%
Hidràulica	-0	1	1	0,0%
Bombament	0	0	0	0,0%
Biogàs	-2	4	4	0,1%
Biomassa	65	32	88	1,8%
Geotèrmia	0	1	1	0,0%
Energies del mar	0	3	3	0,1%
Suma renovables	2.656	3.718	4.849	100,0%
	2018-20	2020-25	2025-30	
Llocs de treball creats anualment segons cada període	1.328	744	970	
			2018-30	
Mitjana anual de llocs de treball creats (període 2018-2030)			935	

TAULA 15				
Llocs de treball creats per operació i manteniment de potència (criteri segons PIB)				
	CATALUNYA			
	LLOCS DE TREBALL/ANY			% RENOVABLES
	OBJECTIU			
	2020	2025	2030	2030
Eòlica (terrestre i marina)	789	623	514	9,1%
Solar fotovoltaica	2.360	3.535	4.884	86,2%
Solar termoelèctrica	72	166	168	3,0%
Hidràulica	0	1	1	0,0%
Bombament	0	0	0	0,0%
Biogàs	2	5	5	0,1%
Biomassa	65	32	88	1,6%
Geotèrmia	0	1	1	0,0%
Energies del mar	0	4	4	0,1%
Suma renovables	3.288	4.366	5.665	100,0%
	2018-20	2020-25	2025-30	
Llocs de treball creats anualment segons cada període	1.644	873	1.133	
			2018-30	
Mitjana anual de llocs de treball creats (període 2018-2030)			1.110	

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
- 4. Potenciació del transport multimodal al Corredor del Mediterrani des de la implementació de models multiclient i multiproducte eficients**
CENIT - Centre d'Innovació del Transport
- 5. La qualitat de l'ocupació de la indústria a Catalunya**
CTESC - Consell de Treball, Econòmic i Social de Catalunya
- 6. Renda Bàsica Universal. Anàlisi d'una proposta disruptiva d'innovació social**
Oriol Amat Salas i Xavier Ferràs Hernández
- 7. Perfils professionals i necessitats de formació per a l'economia circular a la indústria**
Andreu Lope Peña (Director) i Benjamí Moles Kalt
- 8. Potenciació de l'operador de transport multimodal al Corredor del Mediterrani**
Pedro Pérez
- 9. Política industrial a la Unió Europea. Comparativa amb Catalunya**
Laia Castany Teixidor i Jordi Fontrodona Francolí
- 10. Reptes i oportunitats de les pimes catalanes en la Indústria 4.0.**
Anton-Giulio Manganelli
- 11. Competències i necessitats formatives del sector de l'automoció a Catalunya**
Consorci de Formació Professional d'Automoció
- 12. L'impacte de la intel·ligència artificial a les empreses**
Xavier Marcet
- 13. Anàlisi dels incentius fiscals existents per a les empreses catalanes**
Dr. José María Durán Cabré i Dr. Jordi Jofre Monseny
- 14. La indústria catalana 2008-2018: crisi i renovació?**
Jordi Fontrodona Francolí i Laia Castany Teixidor
- 15. Deslocalització industrial a Catalunya: impacte, determinants i perspectives**
Joan Ramon Rovira, Sandra Gutiérrez i Alejandra Marly
- 16. Transició energètica i indústria**
Jordi Berenguer, Xavier Ayneto, Vicenç Fernández, David Fortuny, Francesc Guinjoan, Carles Riba, Lluís Romeral, Mireia de la Rubia i Laura Tuduri

