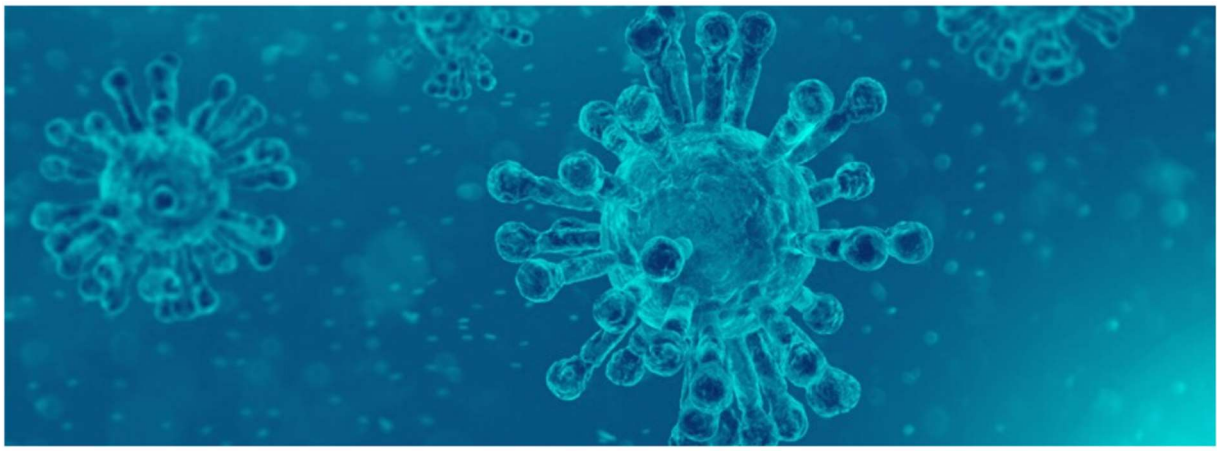
Comissió d'Energia

Enginyers Industrials de Catalunya



Anàlisis i valoració del PNIEC

Informe dels EIC

Versió 01

ÍNDEX

1. Informe Executiu 3

2. Introducció 6

3. Situació actual a Espanya 6

4. Context Internacional 7

5. Pla Nacional Integrat d'Energia i clima PNIEC (2020-2030) 8

5.1. Generació Elèctrica 9

5.2. Mesures d'eficiència energètica 10

5.3. Derivats del Petroli 12

5.4. Mix d'energia primària 14

5.5. Intensitat energètica 14

5.6. Comportament de les emissions de gasos d'efecte hivernacle 15

6. Neutralitat d'emissions en 2050 16

7. Annex I. Evolució del parc de generació i del sistema elèctric 18

7.1. Consideracions prèvies 18

7.2. Comentaris al PNIEC 18

7.3. Balanç 2019 (punt de partida) 19

7.4. Balanç d'energia Elèctrica. Escenari objectiu 2030 20

1. Informe Executiu

La Unió Europea, amb una decisió valenta i que pretén ser exemplar, ha fixat un full de ruta vers una economia exempta de carboni a meitat d'aquest segle i ho ha fet amb dos estadis: una primera fita, en la que es fixen uns objectius per que l'any 2030 les emissions europees siguin considerablement inferiors a les de 1990 i la segona etapa, per 2050, quan la Unió Europea (EU) nomes podrà emetre allò que el planeta sigui capaç d'absorbir.

La segona fita es encara inconcreta i no se sap com es podrà assolir. Per la primera, cada país ha hagut d'elaborat i presentat un pla. La UE els està estudiant i comprovant que compleixen el objectius generals. Quan s'aprovin, verificarà, periòdicament, el grau de compliment i que s'estan assolint els resultats previstos.

Aquest posicionament de la UE es produeix quan els compromisos i els comportaments dels principals països consumidors d'energia no permetran complir els objectius del Protocol de Paris. El nombre de centrals de carbó està creixent a països com Xina i Índia i África està a punt de superar a Europa com consumidor net d'energia. És produeix, en resum, quan Europa no aconsegueix estendre els seus plantejaments al context energètic mundial.

L'Estat Espanyol ha presentat el PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima) per intentar assolir els objectius fixats per la UE. En concret s'han fixat com objectius, entre d'altres: una reducció del 23% d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) respecte al 1990 i que el 42% de l'energia final i el 74% de l'energia elèctrica, provingui de fons renovables. El PNIEC preveu inversions del ordre de 235.000 M€ i proposa actuar, bàsicament, en tres grans àrees: la generació d'energia elèctrica, l'industria i el transport, en qualsevol de les seves variants. En realitat, però, l'esforç recau, majoritàriament, sobre el sector elèctric que, amb el 63,8% de les inversions, haurà de assolir el 68,7% de la reducció d'emissions.

L'AEIC considera la proposta ambiciosa, extensa, ben estructurada i difícilment assolible com exposarem mes endavant. No obstant, d'assolir-la, permetria a l'Estat Espanyol realitzar una transició ordenada cap a les energies renovables malgrat que amb uns desequilibris que podrien generar distorsions econòmiques.

La generació **d'energia elèctrica**, patirà canvis molt importants. El mix de potencia instal·lada en 2030 estarà constituït per 3,18 GW d'energia nuclear (-50%), 27 GW de cicles combinats, 3,7 GW cogeneració (-40%) i 123 GW de diverses fonts renovables (+100%). El primer pas en aquesta línia ja s'ha donat, tancant la practica totalitat de les centrals de carbó durant 2020 i la sol·licitud de connexió de potencia renovable al Gestor del Sistema supera, amb escreix, les previsions. Sembla, també, que el sistema de transport d'energia elèctrica serà capaç d'adaptar-se per absorbir la nova energia generada sempre que es faci una distribució equilibrada territorialment de les noves instal·lacions tant d'eòlica com de FV.

Les inversions necessàries seran de 150.000 M€ i el **sistema resultant** serà **poc eficaç** ja, el 2030, produirà uns 54 TWh d'excedents dels que, 40 TWh, s'haurien exportar, si fos possible, als països de la UE, ampliant les interconnexions, qüestió gens fàcil i la resta, 14 TWh no es podrien produir per falta de demanda.

El sistema, a mes, tindrà un factor de sobre dimensionament de 3,37 amb una potencia instal·lada de 160,8 GW i una potencia en punta de nomes 47,8 GW. Aquest excés de potencia, d'altra banda, garanteix poca potencia ferma. Tindrem, per tant, un sistema elèctric car, degut a les duplicitats, i que podria tenir dificultats per cobrir la demanda amb situacions climàtiques desfavorables.

A més, les importants inversions que s'han d'escometre podrien influir negativament en el preu de l'energia elèctrica dels propers anys.

La crisis del Covid-19 que està sacsejant l'activitat econòmica, introdueix un interrogant sobre si es duran a terme totes les inversions previstes abans de que es declarés la mateixa i condiciona el pla d'inversions en tecnologies renovables i sense dubte la demanda d'energia.

Per tot lo exposat, L'AIEC considera mes adient reduir lleugerament la instal·lació de potencia renovable i estendre la vida útil de les

centrals nuclears uns quants anys mes. Aquesta mesura milloraria el factor de potencia ferma i, potser, reduiria el preu final de la energia elèctrica.

En qualsevol cas, la renovació del mix de generació elèctrica permetrà una reducció d'emissions de mes de 50 $MtCO_2$/any que podrien arribar a ser casi 60 si, com s'ha dit en el paràgraf anterior, es reconsideres la decisió de tancar la meitat del parc nuclear a finals d'aquesta dècada.

El PNIEC es molt poc concret en relació al **sector industrial**, potser perquè presenta un major grau de dificultat i les mesures dedicades a aquest àmbit nomes comprometen el 3,2% del pressupost. Es veritat que les PIMES aniran electrificant-se en la mesura que els seus processos productius ho permetin però no es potencia l'ús de xarxes intel·ligents d'autogeneració i consum industrial que podrien accelerar aquest procés i convertir als clients industrials en "*prosummers*".

En relació a la industria pesada, intensiva en processos tèrmics i molt vinculada a l'ús de **gas natural**, el PNIEC continua apostant per aquest combustible mantenint constant la seva demanda però reduint la potencia instal·lada de cogeneració. La reducció de potencia instal·lada de cogeneració comportarà una pèrdua de eficiència i competitivitat. **L'AIEC considera adequada la política aplicada al sector per, com a mínim, mantenir la seva competitivitat** i considera que s'haurien d'estudiar formules per mantenir la cogeneració d'alta eficiència.

La tercera pota de reducció d'emissions la constitueix el **transport**. El PNIEC preveu retallar el consum de petroli i els seus derivats en 15 Mtep durant la dècada 2020-2030 i per assolir-ho aposta per l'electrificació massiva del parc automobilístic lleuger. En concret, preveu que el 2030 hagin cinc milions de cotxes elèctrics i que els ciutadans facin un major us del transport públic. Cal tenir en compte que l'any 2019 es van matricular, tan sols, 11.000 cotxes elèctrics i que arribar a 5 milions significa que un terç dels vehicles lleugers matriculats en tota la dècada siguin elèctrics.

L'AEIC considera que, encara que s'assolís aquesta xifra de cinc milions de vehicles elèctrics circulant en Espanya en 2030, la reducció d'emissions derivada seria nomes de 9 $MtCO_2$.

Donat que aquesta dècada no serà versemblant trobar una solució per el transport aeri i marítim que contribueixen amb uns 50 $MtCO_2$/any, **l'AEIC considera que s'hauria de potenciar l'ús de biocombustibles** impulsant l'E10 i el B20, respectivament, com benzina i gasoil estàndard i exigint, a mig termini, que els nous vehicles dièsel siguin XTL o B100 i els de benzina E85, **amb l'objectiu de que el consum de biocombustibles en automoció en 2030 arribes al 20% i es creï una industria forta al seu voltant**. En relació a aquest punt el PNIEC es bastant tebi i creiem fermament que és l'única solució possible per reduir les emissions del transport d'una forma significativa com s'està fent a EE.UU. i a altres països de la Unió Europea.

Si s'arribessin als 123 GW d'energia renovable, es mantinguessin els set grups d'energia nuclear i s'incrementés l'ús de biocombustibles, les emissions es situarien a l'entorn de 220 $MtCO_2$ havent assolit l'objectiu de reducció del 23% en relació a 1990 que en realitat hauria sigut del 39% en relació a la situació en 2020. Amb aquestes dades la intensitat de carboni de l'economia seria de 156 tCO_2/M€, la meitat que el inici de la dècada i la intensitat energètica de 74 tep/M€ reduint mes de 20 punts el rati de partida.

L'AEIC Considera, per tant, que el PNIEC reforçat amb una aposta mes decidida vers els biocombustibles, el manteniment del gas natural per abastir l'industria i la reconsideració de la política de tancament de grups nuclears podria aconseguir descarbonitzar l'economia espanyola durant aquesta dècada i situar al país per afrontar el segon estadi.

El segon estadi, consistent en la **descarbonització total de la economia europea** a meitat d'aquest segle, no serà possible amb el nivell actual de la tecnologia. Si es pretén disposar d'un sector de la generació elèctrica depenent únicament de fons renovables caldrà, d'una vegada per totes, **resoldre el problema de l'emmagatzematge de l'energia elèctrica tant tècnica com econòmicament**.

Les possibles solucions en el transport aeri i marítim, com també el de llarga distància per carretera, hauran de trobar i implementar solucions a nivell global, ja que els avions i vaixells han de poder reposar a qualsevol port i aeroport del món.
Caldrà que la indústria disposi d'una energia competitiva amb el gas natural, ja que les indústries hauran de competir amb les situades a altres països que no renunciaran a l'ús d'aquesta font d'energia. A dia d'avui sembla que la solució mes versemblant serà l'ús de l'hidrogen i els combustibles sintètics que es derivin d'ell.

Com s'ha dit, Espanya disposarà, l'any 2030, de 54 TWh d'excedents d'energia elèctrica que es podrien transformar en 1,35 MtH_2 (4,6 Mtep) per substituir petroli o gas natural i que justifiquen apostar per aquesta tecnologia que estan desenvolupant ja els països de la Conca Oest del Pacífic.

Hi ha altres tecnologies com la captura i el segrest de carboni que ha anant perden forca els darrers anys i que presenta series dubtes sobre al seva aplicabilitat ja que, resolta la tecnologia, s'haurien de crear infraestructures per bellugar el diòxid de carboni fins al reservoris, que podrien estar situats a l'Orient Mitja, i no es clar que sigui rentable havent d'altres alternatives.

Per últim, resta el tema de la fusió nuclear de la que s'espera sigui una alternativa real en els propers trenta anys.

Concloent, l'AIEC considera que el model que la Unió Europea ha dissenyat per a l'any 2050, nomes es podrà assolir si es desenvolupen importants avenços tecnològics que permetin assegurar la disponibilitat de formes d'energia amb zero emissions de GEI garantint la competitivitat de l'economia europea, entre els que destaquen:

- L'emmagatzematge d'energia elèctrica a preus competitius.

- Trobar una **alternativa als derivats del petroli** en el transport aeri, marítim i **consolidar els biocombustibles** pel transport per carretera de llarga distància.

- **Consolidar la mobilitat elèctrica** en entorns urbans i de mitja distancia.

- **Desenvolupar l´hidrogen per a usos tèrmics** a la indústria de forma que sigui competitiu vers el gas natural i que les indústries europees no perdin competitivitat pel fet d'utilitzar una font d'energia que no emeti gasos d'efecte hivernacle.

- **Fer viable l'emmagatzematge de CO_2** superant tan els problemes tècnics com els econòmics a causa de la distància a què estaran els jaciments petroliers esgotats i les importants inversions que es derivin d'aquest fet.

Europa, per tant, hauria de treballar fort el propers anys per resoldre aquest grans reptes si vol ser una economia exempta de carboni el 2050

2. Introducció

Els analistes i els generadors d'opinió relacionats amb l'energia apunten que el futur serà renovable i segur que tenen raó, però, potser, no diuen tota la veritat. El futur serà, únicament, renovable? En principi, fins que no es trobi una fórmula fiable i econòmica per emmagatzemar l'energia elèctrica, no ho serà. La generació d'energia elèctrica a partir de fonts renovables precisa, a dia d'avui, d'una energia de suport capaç de cobrir la demanda quan aquella no es trobi operativa, o d'algun sistema d'emmagatzematge de la mateixa.

Tampoc s'ha de perdre de vista que l'energia elèctrica no arriba a la quarta part de l'energia final consumida, i hi ha dubtes que pugui reemplaçar a algun dels combustibles utilitzats en el sector industrial i del transport, sense comprometre la competitivitat d'aquests.

El 2016 la UE, amb l'objectiu principal de reduir les emissions de GEI amb el seu territori i amb l'idea de crear una àrea justa, pròspera, solidaria i dotada d'una economia moderna, va presentar l'anomenat Winter Package: "Energia neta per a tots els europeus", que s'ha desenvolupat a través de reglaments i directives que fixen els següents objectius, vinculants per als membres de la UE el 2030:

- 40% de reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) respecte al 1990.
- 32% de renovables sobre el consum total d'energia final bruta, per a tota la UE.
- 32,5% de millora de l'eficiència energètica.
- 15% interconnexió elèctrica dels Estats membres.

Així mateix, va disposar que cada Estat membre havia de presentar un pla en què explicités les mesures a adoptar per complir els esmentats objectius.

L'Estat Espanyol, conscient de les seves limitacions en alguns àmbits, ha presentat a la UE el PNIEC (*Plan Nacional Integrado de Energía y Clima*) per intentar assolir els objectius fixats per la UE i ara, degut al previsible efecte que el Covid19 tindrà sense dubte sobre la demanda d'energia la UE26, haurà de re-formular tots els PNIEC elaborats pels 26 estats membres de la Unió.

El present estudi, centrat en l'evolució energètica de l'Estat Espanyol, intenta fer una anàlisi de la possibilitat d'assolir els objectius fixats en el PNIEC i les possibilitats reals i necessitats tecnològiques necessàries perquè a la Unió Europea es pugui assolir l'objectiu fixat de zero carbon emissions 2050.

3. Situació actual a Espanya

Segons dades del Ministeri per a la Transició Ecològica, l'any 2017 es van consumir a Espanya 130,7 Mtep d'energia primària (EP), de les quals 57,6 van correspondre a derivats del petroli[1], 27,4 a gas natural, 15,7 a energia nuclear, 13 a carbó i 17 a energies renovables (9,7 destinades a generació elèctrica i 7,3 en forma de biocombustibles).

En el mateix període, el consum d'energia final (EF) va ser de 83,4 Mtep, el que dona un factor de pas de conversió d'EP en EF de 1,57.

La producció **d'energia elèctrica** va absorbir en aquest any tan sols el **37,2% de l'energia primària** consumida, mentre que el **transport i la indústria** consumien gairebé el **60%**.

[1] Espanya, en realitat, va importar 70,5 Mtep de cru, va produir 0,1 Mtep, va reduir l'stock en 0,5 Mtep i va adquirir 19,7 Mtep de producte refinat en tant que va exportar 4 Mtep de cru, 23,1 Mtep de producte refinat, va utilitzar 2,7 Mtep en petroquímica i va tenir unes pèrdues de refineria i minves de transport de 3,4 Mtep, essent el saldo final, dedicat a consum intern, de 57,6 Mtep (font CORES)

[2] Es proposa, en ares a la claredat, utilitzar múltiples de tep quan es parli d'energia primària i múltiples del kWh per referir-nos a la energia final (1 Mtep = 11,628 TWh)

Font	Demanda energia elèctrica (TWh)	Eficiència transformació (%)	Energia Primària consumida (Mtep)
	2018		2018
Renovable	108,09	100	9,29
Gas Natural	59,15	59	8,62
Nuclear	53,24	36,2	12,65
Carbó i altres	48,40	33	12,61
Total	268,88		43,17

Font: REE-Elaboració pròpia

Figura 1: Demanda i consum d'energia primària sector elèctric 2018

Segons dades de REE, la **demanda** espanyola **d'energia elèctrica en 2018** va ser de **268,88 TWh**[2]. El **40,2%** va ser coberta per **energies renovables** (amb un gran any hidràulic, 38 TWh), el 22% amb gas natural, el 19,8% amb energia nuclear i el 18% amb carbó, fuel i residus no renovables.

Es fa notar que, si analitzem l'energia primària necessària per satisfer la demanda, l'ordre és gairebé invers: l'energia nuclear i el carbó van constituir la major aportació, seguides de les renovables i el gas natural. Això dóna idea de la **ineficiència** d'algun dels **processos de conversió utilitzats**.

Analitzant el balanç elèctric del l'any 2019 i posant el focus en la energia final produïda, es poden destacar els següents punts:

- La potencia renovable instal·lada a Espanya (54,4 GW) ja supera a la resta de tecnologies (50,4 GW) i constitueix el 51,9% de la potencia instal·lada.

- Malgrat l'anterior, la energia elèctrica generada amb tecnologies renovables va ser, nomes, el 38,9% del 253,9 TWh produïts, lo que dona idea del baix nombre d'hores/any útils de les mateixes.

- L'energia nuclear amb el 6,8% de la potencia instal·lada va generar 55,8 TWh, el 22% del la energia elèctrica total. Convé recordar que es tracta, també d'una tecnologia exempta de emissions de gasos d'efecte hivernacle.

D'altra banda, l'any 2018, segons s'indica en l'informe del Ministeri per a la Transició Ecològica, les **emissions de gas d'efecte hivernacle** es situaven en **334,3 $MtCO_2eq$**. En 2018 el sector amb el nivell d'emissions mes alt va ser el transport (27,0 %), seguit de las activitats industrials (19,9 %), la generació d'electricitat (17,8 %) i la agricultura (11,9 %). **253,4 $MtCO_2eq$ van ser motivades per l'ús de combustibles fòssils** i la resta, **80,9 $MtCO_2eq$, per processos agrícoles i industrials i emissions en sectors difusos**[3].

4. Context Internacional

A nivell mundial, l'últim informe de l'Agència Internacional de l'Energia contempla un increment d'energia primària procedent de fonts renovables de 1.450 Mtep fins a 2040 i, en el mateix període, un increment del consum de gas natural de 1.250 Mtep. Per tant, si es compleixen les previsions, les energies renovables tindrien un gran avanç, però **el gas natural seguiria tenint un paper molt rellevant com a font d'energia primària**.

A més, com es pot observar en el gràfic, tant les economies avançades com les economies en desenvolupament, incrementaran el parc

[3] Els sectors difusos abracen les activitats no subjectes al comerç de drets d'emissió. Formen part d'aquesta categoria els sectors: Residencial, comercial i institucional, transport, agrícola i ramader, gestió de residus, gasos fluorats i indústria derivada de la petroquímica

renovable, però també la demanda de gas natural. Per tant, les economies en desenvolupament seguiran amb els seus plans per potenciar el subministrament de gas natural als sectors industrials i domèstics, tal com van fer les economies avançades dècades enrere.

Segons l'Agència Internacional de l'Energia, la gran incògnita dels propers anys serà veure què passarà amb la generació d'electricitat amb carbó en el món. Les plantes de carbó són les causants de més d'un terç de les emissions de diòxid de carboni, i la meitat d'elles tenen menys de quinze anys d'antiguitat. L'Agència fixa en els seus dos escenaris un gap de 18 Gt de CO_2 el 2040, en funció de si les plantes de generació elèctrica amb carbó són substituïdes pel mix gas + renovables (o

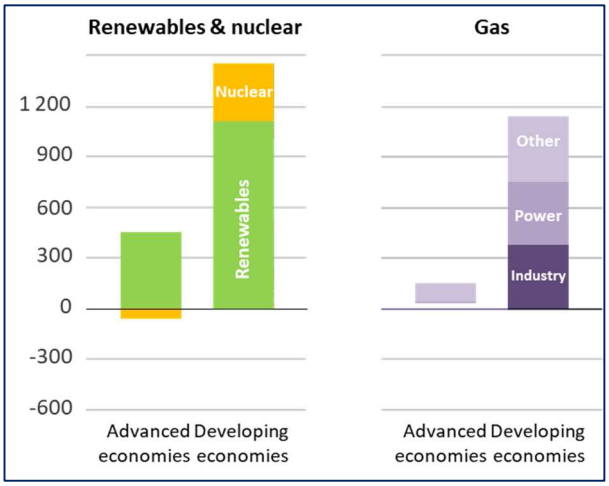


Figura 2: Evolució demanda de renovables, nuclear i gas 2017-2040 AIE

bé es consoliden les tècniques de captura, segrest i emmagatzematge de CO_2), o continuen funcionant fins a esgotar la seva vida útil.

Segons les projeccions de l'AIE, el 2040 la indústria i els sectors domèstics i terciaris seguiran utilitzant gas natural com a energia final.

A partir d'aquestes dades, la pregunta que convé plantejar-se és si un creixement energètic basat en renovables + gas natural permetria assolir els reptes que planteja l'IPCC en relació a la contenció d'emissions de diòxid de carboni i l'estabilització d'una temperatura mitjana del planeta (1,5ºC per sobre de la temperatura mitjana de l'època preindustrial), i la resposta és que, sense altres mesures addicionals relacionades amb la reducció del consum de petroli, seria insuficient.

Convé ressaltar, com a dada addicional, que el 2040 la demanda d'energia primària de la Xina, Índia, EUA i Àfrica[4] superarà els 9.100 Mtep, mentre que Europa tot just arribarà als 1.300 Mtep. Els esforços que pugui fer Europa per convertir-se en zero carbó emissions seran insuficients o anecdòtics si la resta del món no adopta iniciatives similars.

5. Pla Nacional Integrat d'Energia i clima PNIEC (2020-2030)

El Govern Espanyol, com s'ha esmentat, va presentar a la UE el PNIEC amb l'objectiu d'intentar complir les directius del *Winter Package*.

Conscient que resultaria impossible una reducció del 40% dels gasos d'efecte hivernacle amb relació a les emissions de 1990, ni millorar les connexions elèctriques internacionals, fet que no és de la seva exclusiva dependència, va proposar un increment en la seva proposta de percentatges de potència renovable instal·lada i una reducció més gran del percentatge d'energia primària. En concret, els objectius fixats pel PNIEC per al 2030 després de la revisió de la UE, són els següents:

- 23% de reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) respecte al 1990.
- 42% de renovables sobre l'ús final de l'energia.
- 39,6% de millora de l'eficiència energètica.
- 74% d'energia elèctrica procedent de fonts renovables.

Per assolir aquest objectius preveu inversions del ordre de 253.000 M€ i proposa actuar, bàsicament, en tres grans àrees: la generació d'energia elèctrica, la industria i el transport, en qualsevol de les seves variants. En realitat, però, **nomes es presenten plans concrets per al sector elèctric**, sobre el que recau la major part de esforç, 59,2% de les inversions, de reducció d'emissions encara que en la resta de sectors presenta uns objectius sense tanta concreció.

[4] El 2030, África superarà per primera vegada a Europa com consumidor d'energia primària.

La Comissió d'Energia de la Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya, en endavant, **AEIC considera la proposta ambiciosa, extensa, ben estructurada i difícilment assolible** com exposarem mes endavant. No obstant, d'assolir-la, permetria a l'Estat Espanyol realitzar una transició ordenada cap a les energies renovables malgrat que amb uns desequilibris que podem generar distorsions econòmiques.

5.1. Generació Elèctrica

Amb les hipòtesis de l'escenari objectiu del PNIEC, **la demanda d'electricitat en 2030 serà de 268 TWh** amb un increment sostingut durant aquest dècada del 0,5% anual.

Font	Potència Instal·lada (GW)		
	2020	2025	2030
Hidràulica	20,14	21,26	24,14
Eòlica	28,03	40,63	50,33
Solar	11,37	26,52	46,48
Altres	1,29	1,52	2,05
Total renovable	60,83	89,93	123,00

Figura 3. Projecció de la potència renovable instal·lada

La potència instal·lada renovable per produir bona part d'aquesta quantitat d'energia s'hauria de doblar en els propers anys. L'increment de potència hidroelèctrica s'aconseguirà, en la seva totalitat, per la incorporació de bombament reversible en les principals preses i l'energia eòlica i solar, principalment fotovoltaica, hauran de créixer 22 i 35 GW, respectivament.

L'objectiu és ambiciós però **assolible** si es fixen mecanismes que assegurin l'adequada retribució de les inversions. En concret les peticions d'instal·lació de potencia renovable superen les xifres necessàries però l'aparició del Covid-19 i la seva influencia en l'economia poden condicionar les inversions dels propers anys.

Tot fa pensar que el sistema elèctric espanyol serà capaç d'absorbir l'increment de potencia renovable però s'haurà de verificar amb un adequat pla de reforç de les infraestructures de transport elèctric que acosti l'energia produïda a les zones de consum. En aquests moments, REE i el Govern Espanyol estan fent un estudi per definir quines seran les adequacions necessàries amb l'horitzó 2030. El 2019 la potència instal·lada a Espanya era de 104,8 GW i la potència instal·lada prevista el 2030 serà de 160,8 GW.

El PNIEC xifra la inversió total requerida per la transformació del sector elèctric (renovables y xarxes) en 150.000 M€ durant la dècada 2021-2030 però no arriba al detall de fer anàlisis territorials d'implantació d'energies renovables que permetessin apropar la generació al consum.

Les inversions previstes serien escomeses, majoritàriament, per la iniciativa privada i l'aparició del Covid-19 podria comprometre aquestes inversions per la fragilitat del sistema econòmic europeu en general i espanyol, en particular.
El tema de la construcció d'infraestructures de transport d'electricitat ha estat històricament controvertit a Espanya, i s'ha trobat amb tota mena de traves per part d'entitats locals i organitzacions ecologistes. L'AEIC considera que si no es modifiquen els procediments administratius per a l'obtenció de les autoritzacions per a la construcció de noves infraestructures de transport d'energia elèctrica, no serà possible assolir l'objectiu.

El sistema resultant quedarà molt sobredimensionat. La demanda màxima instantània peninsular va ser de 40,45 GW en 2019 i el factor de cobertura de 2,59 (104,8 GW/40,45GW). L'any 2030, la demanda màxima instantània prevista es preveu de 47,8 GW i el factor de sobre-capacitat es situarà a l'entorn de 3,37 (160,8 GW/47,8 GW), el què, sens dubte, repercutirà negativament en el preu final de l'energia elèctrica.

Es prou conegut l' efecte que l'increment important de les tecnologies de EERR no programables crea problemes d'integració de contingents d'energia eòlica i/o fotovoltaica en el mix elèctric dels sistemes i la seva adaptació en la generació a la corba monòtona clàssica de la demanda. Aporta molt poc a la cobertura de la punta de potencia i crea excedents importants difícilment aprofitables pel consum instantani. Aquest fet propicia la necessitat de noves capacitats d'emmagatzematge així con un important reforçament de les interconnexions de transport entre sistemes amb costos molt elevats.

[5] El sistema eléctrico español. Previsión de cierre 2019". REE.

Aquest excés de potencia d'altra banda no garanteix un mínim de potencia ferma enfront el 47,8 GW de potencia instantània màxima prevista en 2030. Tindrem, per tant, un sistema elèctric sobredimensionat i que podria tenir dificultats per cobrir la demanda.

L'energia primària necessària per satisfer la demanda elèctrica prevista seria la que es mostra a la taula de la figura 4.

És a dir, l'energia primària necessària per cobrir la generació elèctrica espanyola el 2030 (346 TWh) serà de 39,03 Mtep.

Font	Energia Primària consumida (Mtep)		
	2020	2025	2030
Renovable	10,82	15,26	20,67
Gas Natural	11,69	9,69	10,80
Nuclear	15,12	15,12	7,56
Carbó i altres	3,00	0,00	0,00
Total	40,63	40,07	39,03

Font: Elaboració pròpia

Figura 4. Consum d'energia primària en generació elèctrica.

Aquesta generació elèctrica haurà de cobrir una demanda en barres de central de 280,9 TWh. Restant les pèrdues, els sistema generarà uns excedents de 54 TWh dels que es preveuen vendre 39,3 als països veïns. Pel tal d'evacuar aquests excedents caldrà augmentar la capacitat d'interconnexió: amb Portugal fins els 4,2 GW i amb França fins els 8 GW de capacitat i/o s'haurien de cercar formules alternatives com l'emmagatzematge amb bateries o la producció d'hidrogen.

Els 123 GW d'energia renovable (Veure Figura 3) podrien generar el 2030, entre 263 i 240 TWh d'energia elèctrica, treballant unes 2.000 h/any de mitjana.

Els 30,06 GW de potència de cicles combinats i cogeneració instal·lats a Espanya funcionarien una mitjana de 2.650 h/any entre 2020 i 2030, davant de les escasses 1.500 h/any que van treballar en els anys àlgids de la crisi econòmica. Aquest increment de l'ús dels cicles combinats serà necessari per absorbir el desmantellament de les centrals de carbó fins a la consolidació del parc renovable i també equips d'emmagatzemament capaços d'acumular i/o aportar els excedents horaris produïts. Des del punt de vista econòmic, aquesta saturació de l'ús de les centrals de cicle combinat no necessitarà inversions addicionals, ja que es troben construïdes i parcialment amortitzades tant les plantes com les infraestructures d'alimentació i evacuació d'energia.

S'ha de tenir en compte que a partir del 2030 finalitzarà la vida útil del cicles combinats i s'hauria de revisar el comportament del sistema sense aquestes instal·lacions i cercar solucions si fos necessari.

Amb aquest mix de generació elèctrica, es podria afirmar que el **2030 el 69,4% de l'energia elèctrica generada procediria de fonts renovables i el 77% mitjançant fonts no emissores de gasos d'efecte hivernacle**[6], el que gairebé permetria complir el quart punt dels objectius del PNIEC.

En relació al preu resultant de l'energia elèctrica generada amb aquest mix, hi ha dubtes ja que, si bé el preu de les renovables serà cada vegada més competitiu, caldrà pagar les importants inversions necessàries per reforçar el sistema dotant-lo de l'emmagatzematge i instal·lacions necessàries per a garantir la gestionabilitat del mateix. El preu final, a més, el fixarien les centrals de cicle combinat, i aquestes, com ja ha passat en altres ocasions, podrien ofertar a preus elevats sabent-se imprescindibles en el sistema. Seria recomanable, per tant, reconsiderar la política de fixació de preus de sistema elèctric, donada la nova composició del pool de generació.

Es pot trobar un informe detallat sobre la evolució de la generació elèctrica a Espanya fins a l'any 2030 en annexa al present document.

5.2. Mesures d'eficiència energètica

En primer lloc, convé dir què s'entén per eficiència energètica i per estalvi d'energia perquè sovint es confonen els dos termes, fins i tot en cercles especialitzats.

[6] El 2019 el 36,8% de la generació va ser d'origen renovable i el 59,7% va estar exempt d'emissions de CO_2.

L'estalvi d'energia és una actitud personal i depèn només de la voluntat d'exercir-la. Si un individu decideix caminar en lloc d'utilitzar un vehicle dotat d'un motor per desplaçar-se està estalviant energia. Si el mateix individu decideix substituir el seu vehicle que consumeix vuit litres de gasolina cada cent quilòmetres per un altre que, en les mateixes condicions en consumeixi només quatre, està aplicant una mesura d'eficiència energètica.

L'eficiència energètica consisteix en **fer servir la menor quantitat possible d'energia primària per obtenir una determinada quantitat d'energia útil** (en el cas de l'exemple, energia cinètica a partir d'un derivat del petroli) i es fonamenta en fer servir les millores tecnològiques i és aquí, on la ciència en general i l'enginyeria en particular, han d'aportar la seva contribució. La millora de l'eficiència energètica genera estalvis d'energia primària, però no és l'única font que permet obtenir-los. El canvi d'hàbits i una adequada educació ambiental haurien de fer la resta.

Hi ha dos processos de transformació d'energia primària on hi ha una important capacitat de millora d'eficiència energètica: la producció d'energia elèctrica (a partir de combustibles fòssils i energia nuclear) i la mobilitat (amb motors de combustió interna i turbo màquines) i el PNIEC es centra en ells, trobant-se a faltar nous anàlisis pel que fa als objectius de millora d'eficiència energètica.

La generació elèctrica a partir de la producció de vapor i la seva expansió en una turbina és altament ineficient, amb rendiments que no arriben al 40% (centrals tèrmiques de cicle obert i centrals nuclears). La cogeneració i l'aparició dels cicles combinats van suposar una important millora de l'eficiència d'aquesta conversió, incrementant els rendiments fins a situar-los en una forquilla del 59% per als cicles que pot arribar fins al 90% en la cogeneració d'alta eficiència.

El motor de combustió interna i les turbines que s'utilitzen en mobilitat aèria també són màquines altament ineficients i la recerca de sistemes alternatius, o la millora de les seves prestacions, serien elements de gran utilitat per a l'increment de l'eficiència energètica.

El principal efecte que ajudarà al compliment de l'objectiu d'eficiència energètica del PNIEC serà l'acceleració del procés de tancament de les centrals de carbó, que deixaran de produir energia elèctrica el 2020 davant la falta de rendibilitat derivada de la recuperació de preus dels drets d'emissió de carboni i de les exigències d'inversió que demana la UE. Com s'ha apuntat ja, la generació d'energia elèctrica amb carbó te una eficiència mitjana del 33% mentre que la generació amb energies renovables, en ser l'energia primària inesgotable, la te del 100% i la generació amb gas natural en cicles combinats, posseeix una eficiència de l'ordre del 59%.

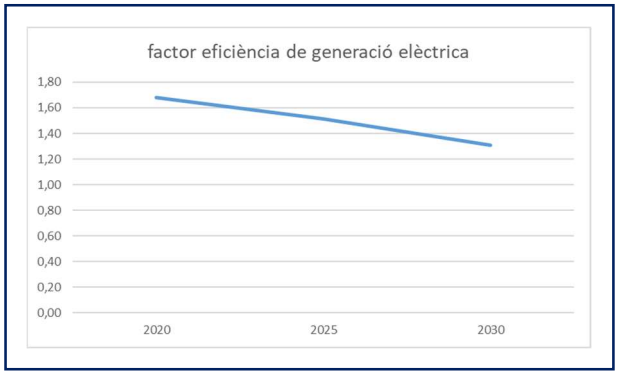


Figura 5. Evolució del factor d'eficiència en generació

Al PNIEC hi ha objectius que poden arribar a ser contradictoris, com la reducció de les emissions de diòxid de carboni i la millora de l'eficiència energètica. La generació d'energia elèctrica mitjançant energia nuclear, que té l'avantatge de no generar emissions de gasos d'efecte hivernacle amb rendiments de l'ordre del 36%. Si la pretensió és millorar l'eficiència, caldria substituir-la, mentre que si prevalgués l'objectiu de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle i disposar d'un preu competitiu d'energia elèctrica, caldria estudiar la prolongació de la seva vida útil més enllà dels quaranta anys fixats inicialment, sempre seguint les indicacions de el Consell de Seguretat Nuclear. El 2030, amb el mix d'energia primària que es planteja (20,67 Mtep d'energia renovable, 11,56 Mtep de gas natural i 6,32 Mtep d'energia nuclear), el coeficient de pas millora quatre dècimes, passant del 1,73 actual a 1,29. És a dir, les pèrdues d'energia primària en generació elèctrica serien, només, del 32,5% davant del 58% actual, el que constituiria una clara millora de l'eficiència energètica.

L'electricitat i el gas natural com a energies d'ús final són altament eficients, i el marge de millora l'hauran de marcar els derivats del petroli en solucions de mobilitat, utilitzant motors més eficients.

En efecte, les bombes de calor tenen COP al voltant de 3, el que sol situar la seva eficiència, en relació a energia primària, per sobre del 100% (el 2020, una bomba de calor amb un COP 3 que produís 1 kWh d'energia tèrmica, consumiria 0,33 kWh d'energia elèctrica i 0,57 kWh d'energia primària pel que tindria una eficiència teòrica del 175%). El mateix passa amb les calderes de condensació alimentades per gas, que tenen eficiències superiors a el 100% en relació al poder calorífic inferior (superior al 90% referit al poder calorífic superior). Les calderes de gas convencionals tenen rendiments al voltant del 100% referit al poder calorífic inferior, i el mateix passa amb els processos tèrmics habituals.

Existeix, a més, un lleuger marge de maniobra en el consum de 3,6 Mtep de gasoils que s'utilitzen com a energia final per a usos industrials o de calefacció. Una caldera de gasoil en bon estat sol tenir un rendiment de l'ordre del 80%, i la seva substitució pels sistemes descrits en l'apartat anterior permetria millorar l'eficiència. En aquest sentit, els edificis públics que utilitzin aquest tipus d'energia haurien de condicionar tèrmicament les seves instal·lacions i procedir a la substitució de tots els elements que utilitzin carbons o gasoils[7].

En l'ús final de l'energia en el sector domèstic i terciari que utilitza el 28,5% de l'energia final, si s'ha triat el combustible adequat per a cada aplicació i es disposa d'equips de conversió eficients, hi ha un marge de millora energètica limitat (substitució d'electrodomèstics i lluminàries per equips LED i instal·lació d'aïllaments). El que es pot fer addicionalment és estalviar, és a dir, evitar consums innecessaris. Si s'aconseguís un 10% d'estalvi en la demanda final d'energia d'aquests sectors, repercutiria en una reducció del 2,85% de l'energia final demandada i en una reducció de el 3,67% de l'energia primària, és a dir, uns 3,36 Mtep el 2030. Una mesura que podria afavorir aquest estalvi consistiria en la modificació de les tarifes elèctriques, establint blocs de consum com succeeix en el subministrament d'aigua potable, de manera que paguin més aquells que més consumeixen així com desenvolupar la regulació dels anomenats "***Agrupadors de càrregues***" (figura anunciada al PNIEC), que podria ajudar al desenvolupament de la Directiva de la UE de **Edificis d'emissions quasi Zero**.

La substitució del gas natural per a usos tèrmics a la indústria, a més de ser inviable econòmicament, resultaria contraproduent com a mesura de millora de l'eficiència energètica. L'eficiència mitjana dels processos tèrmics industrials utilitzant gas natural és del 90% mentre que l'electricitat produïda el 2020, com s'ha vist, té una eficiència del 58% i la produïda el 2030, la tindrà del 72%.

5.3. Derivats del petroli

Per als derivats del petroli, el PNIEC planteja una reducció de 15 Mtep entre 2020 i 2030. Es parteix d'un consum de productes petrolífers el 2020 de 55,6 Mtep[8]. Com es pot veure a la taula (Figura 6), el consum de derivats de petroli dedicat a automoció va ser de 28,7 Mtep el 2018 (5,1 Mtep de gasolina i 23,6 Mtep de gasoil), el 47,8% del total i la suma del destinat al transport aeri i marítim de 13,9 Mtep (6,7 Mtep querosè i 7,2 Mtep fuel), el 23,2%.

El 2018 a Espanya hi havia 24 milions de turismes, 5 milions de furgonetes i 5,6 milions de motocicletes[9], és a dir 34,6 milions de vehicles susceptibles de ser substituïts per vehicles elèctrics.

Si ens centrem en els turismes i els vehicles comercials lleugers, aquests van consumir el 59,7% del total, és a dir 17,13 Mtep. Prenent una densitat mitjana de 0,81 kg/l (tenint en compte el major percentatge de gasoil), equivaldria a un consum anual de 21.148 milions de litres.

[7] El PNIEC preveu millorar l'eficiència de, como a mínim, 300.000 m2/any d'edificis públics..

[8] Les dades oficials de 2018 varen registrar un consum de 59,9 Mtep, però es pot considerar que els 2,3 Mtep de productes petroquímics no emeten GEI. El valor resultant seria de 57,6 Mtep al que s'haurien de detreure els 7,2 Mtep destinats a bunker per navegació marítima que, sistemàticament, potser per consumir-se en aigües Internacionales, no es comptabilitzen en les estadístiques oficials.

	Consum de productes petrolífers (Mtep)
	2018
GLP	2,6
Gasolina automoció	5,1
Querosè aviació	6,7
Gasoil automoció	23,6
Gasoil agrícola/pesca	4,1
Gasoil calefacció	1,8
Gasoil industrial	1,8
Fuel BIA	2,2
Fuel Bunker	7,2
Coque	2,1
Derivats petroquímics	2,7
Total	59,9

Font: CORES

Figura 6. Consum de derivats del petroli.

El PNIEC considera que el 2030 hi haurà a Espanya 5 milions de cotxes elèctrics i que, a més, es renovarà la meitat de la flota en aquest període, és a dir, 9,5 milions de vehicles. Si aquests nous vehicles tinguessin un consum mitjà de 5 l/100 km, consumirien 3,23 Mtep i, amb el nou parc, s'aconseguiria un estalvi de 5,25 Mtep. Fent càlculs similars es podria obtenir un estalvi addicional de 0,35 Mtep per la renovació de el parc de motocicletes. El resultat final de 5,6 Mtep queda lluny de l'objectiu fixat.

L'AEIC considera que és altament improbable que el 2030 circulin per les carreteres espanyoles 5 milions de vehicles elèctrics. En l'actualitat, la venda de turismes i furgonetes lleugeres es mou a l'entorn de 1,5 milions de vehicles a l'any, dels quals tan sols el 0,8% són vehicles elèctrics[10]. Per aconseguir-ho, les vendes de vehicles elèctrics haurien de ser del 33% de manera sostinguda en els propers deu anys i s'haurien de construir les infraestructures necessàries per poder recarregar.

Les mesures d'estalvi derivades dels canvis d'hàbit podrien aconseguir reduir la demanda 2 Mtep i, com ja s'ha apuntat, es podria aconseguir una reducció addicional d'1 Mtep per substitució de gasoils de calefacció i ús industrial.

Per assolir l'objectiu de 14,97 Mtep de reducció, l'AEIC recomana **incrementar la participació dels biocombustibles**. El RD de Foment de Biocarburants publicat en compliment de la Directiva Europea 2009/28/CE, obliga a què els carburants per a automoció incorporin un mínim del 8,5% de biocombustibles. El 2018 aquest percentatge era tan sols del 6,85%. **Per aconseguir reduir 6,4 Mtep el percentatge hauria de situar-se per sobre del 20%**.

Una primera mesura hauria de passar per impulsar l'E10 i el B20, respectivament com benzina i gasoil standard i exigir, a mig termini, que els nous vehicles dièsel siguin XTL o B100 i els de benzina E85. En relació a aquest punt el PNIEC es bastant tebi i creiem fermament que l'única solució possible per reduir les emissions del transport d'una forma significativa pesen per **crear una industria forta de biocombustibles** com s'està fent a EE.UU. i a altres països de la Unió Europea com França, on l'E10 es la benzina mes venuda, amb el 47%, i s'està introduint l'ED95, modificant el parc, com substitutiu del gasoil en camions i autobusos.

Quedaria per resoldre el transport de llarga i mitjana distància per carretera que consumeix 9,7 Mtep, i el transport aeri i marítim que, com s'ha dit, consumeix 13,9 Mtep. Llevat que es produeixi un ràpid canvi disruptiu, resulta difícil imaginar que en els propers deu anys el transport de mercaderies per carretera i el transport aeri i marítim puguin ser propulsats per alguna cosa diferent dels combustibles fòssils.

Hi ha un corrent d'opinió que qüestiona l'ús del vehicle privat, però no s'ha generat la mateixa línia d'opinió en relació al transport aeri. La socialització del transport aeri amb les companyies de low cost, recolzades pel sector turístic, ha fet que el nombre de desplaçaments hagi crescut exponencialment en els últims anys. Igual que no és sostenible utilitzar el vehicle privat per realitzar certs desplaçaments, caldria plantejar-se si és sostenible aprofitar qualsevol període de vacances per recórrer milers de quilòmetres en avió o enrolar-se en creuers que solquen els mars i

[9] Font: Ministerio para la Transición Ecológica i CORES.
[10] Segons dades d'ANFAC, les vendes de 2019 ascendiren a 1.473.190 unitats de les quals 11.857 varen ser vehicles elèctrics.

oceans, cremant búnquer de petroli, un dels combustibles més contaminants.

En qualsevol cas, tot i que s'apunten algunes solucions, es considera molt difícil aconseguir l'objectiu de reducció de 15 Mtep de combustibles líquids en 2030.

5.4. Mix d'energia primària

El PNIEC planteja una demanda d'energia primària el 2030 de 104 Mtep davant dels 128,5 Mtep que es consumiran el 2020.

En efecte, les energies renovables arribarien al 31,25% del percentatge total d'energies primàries el 2030, partint d'un percentatge d'una mica més del 10% el 2020, fruit de la seva participació en la generació elèctrica i l'increment de producció de biocombustibles.

Font	Energia primària consumida (Mtep)		
	2020	2025	2030
Renovable	12,78	17,51	21,79
Gas Natural	34,01	27,24	24,44
Nuclear	15,12	15,12	6,50
Petroli	55,62	49,30	40,65
Biocombustibles	7,98	9,25	10,72
Carbó i altres	3,00	0,00	0,00
Total (Mtep)	128,51	118,42	104,10

Font: Elaboració pròpia

Figura 7. Evolució del consum d'energia primària 2020-2030

L'AEIC té serioses dubtes sobre aquesta projecció de l'energia primària. Com s'ha esmentat, el sector de la generació elèctrica està ben encaminat, però la reducció de 10 Mtep en el consum de gas natural es basa en la reducció d'aquest combustible per a usos tèrmics a la indústria, circumstància que és poc realista. És possible que proliferin les instal·lacions d'autoconsum en els polígons industrials, però per auto abastir-se d'energia elèctrica. La substitució de gas natural per energia elèctrica en processos tèrmics no és, ara per ara, realista sense comprometre la competitivitat dels sectors industrials intensius en energia tèrmica. La reducció de 15 Mtep en derivats del petroli en els pròxims deu anys tampoc ho és, com ja s'ha exposat. L'AEIC considera més realista un mix d'energia primària el 2030 amb 35 Mtep d'energies renovables (21,79 per a producció d'energia elèctrica i 13,21 en biocombustibles[11]), 32 Mtep de gas natural, 45 Mtep de derivats de petroli i 6, 5 Mtep nuclears. Això donaria un total de 118,5 Mtep.

[11] El COEIC considera que la producció òptima de biocombustibles hauria de ser de 16 Mtep el 2030, establint polítiques de recolzament per al desenvolupament del sector.

5.5. Intensitat energètica

En cas de complir-se, l'evolució del mix d'energia primària plantejada en el PNIEC tindria un efecte molt positiu en la intensitat energètica de país. En efecte, la millora de l'eficiència dels processos de transformació d'energia primària a energia final i la reducció de l'ús de combustibles líquids produirien una reducció del 19% de l'energia primària, mentre que el PIB s'incrementaria un 16% durant el període d'estudi. La concatenació d'aquests dos efectes faria que la intensitat energètica espanyola passés dels 105 tep/M€ el 2020 a 73,24 tep/M€ el 2030.

És a dir, hi hauria **31,8 punts de millora** d'aquest indicador associat a **l'eficiència energètica**.

El tancament de les centrals de carbó és la principal palanca per millorar aquest indicador. L'eficiència dels cicles de vapor que generen electricitat a les centrals de carbó i nuclears (sense emissions de GEI) no arriba, en el millor dels casos, al 40%. La producció d'aquesta energia mitjançant fonts renovables, amb una eficiència del 100%, o en centrals de cicle combinat amb una eficiència de l'ordre del 59% o la cogeneració d'alta eficiència que tècnicament pot arribar al 90 %, permet utilitzar molta menys energia primària per obtenir la mateixa quantitat d'energia final.

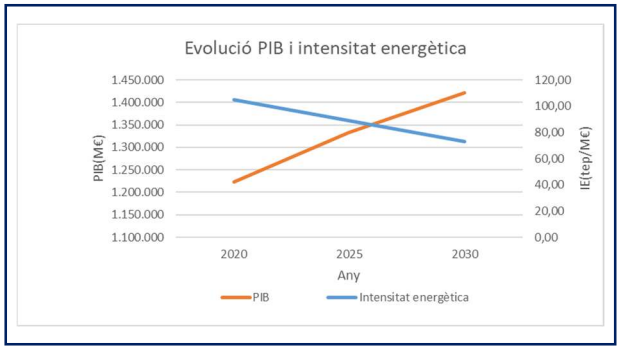


Figura 8. Evolució del PIB i la intensitat energètica

Com ja s'ha indicat en el punt anterior, la AEIC considera que l'energia primària el 2030 serà difícil que se situï per sota dels 118 Mtep i, amb aquest valor, la intensitat energètica se situaria en 81,9 tep/M€.

5.6. Comportament de les emissions de gasos d'efecte hivernacle

Espanya va ratificar la Convenció Marc sobre el Canvi Climàtic el 21 de desembre de 1993, i el Protocol de Kyoto el 10 de maig del 2002.

La Unió Europea i els seus Estats Membres van assumir, en l'àmbit del primer període de compromís del Protocol de Kyoto (2008-2012), l'obligació de reduir aquestes emissions en un 5,6% respecte a l'any base (1990). Aquest compromís es va assumir de forma conjunta i, d'acord amb l'article 4 del Protocol de Kyoto, es va realitzar un repartiment intern entre els estats membres, de manera que els compromisos assumits per cada estat membre varien en funció d'una sèrie de paràmetres de referència. En el cas d'Espanya, aquest repartiment suposa l'obligació que la mitjana d'emissions netes de gasos d'efecte hivernacle en el període 2008-2012 no superi el 15% del nivell d'emissions de l'any base (1990). L'extensió de el Protocol de Kyoto per al període 2013-2020, segons el que preveu la coneguda com Esmena de Doha, va ser ratificada pel Consell de Ministres el 24 de juliol del 2015.

Espanya emetia el 1990, 288,7 $MtCO_2eq$, per la qual cosa es va fixar un nivell màxim d'emissions de 332 $MtCO_2eq$. L'any 2019, segons l'informe del Ministeri per a la Transició Ecològica, les emissions de gas d'efecte hivernacle se situaven en 334,3 $MtCO_2eq$, de les quals 253,4 $MtCO_2eq$ eren motivades per l'ús de combustibles fòssils i la resta, 80,9 $MtCO_2eq$, per processos industrials i emissions difuses. Convé indicar que gairebé la meitat de les emissions difuses corresponien a agricultura/ramaderia, sent la fermentació entèrica la partida més important amb 17,5 $MtCO_2eq$. L'efecte LULUCF el 2019 va ser de -38,1 $MtCO_2eq$, de manera que les emissions netes es van situar en 296,2 $MtCO_2eq$.

Tenint en compte que Espanya emetia 288,7 $MtCO_2$ al 1990 i que el PNIEC planteja una reducció del 23% d'aquest valor en 2030, que en realitat, en virtut de lo exposat en el paràgraf anterior, **suposarà un objectiu de reducció del 39% en relació a la situació actual**.

L'objectiu d'aquest any seria emetre una quantitat de CO_2 inferior a les 222 Mt. En relació a les emissions difuses, Espanya es va comprometre amb la signatura de l'Esmena de Doha a reduir-les un 10% (uns 8 Mt) en relació a l'acord inicial, i es pren com a hipòtesi que es compleix aquest objectiu.

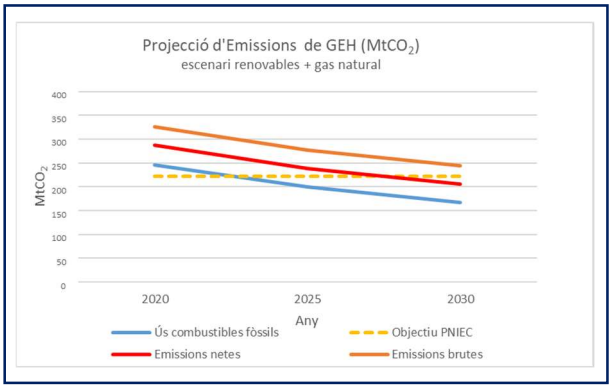


Figura 8. Evolució del PIB i la intensitat energètica

Com es pot veure a la gràfica, les emissions derivades de l'ús de combustibles fòssils es situarien per sota dels 200 $MtCO_2$ el 2025 i en 170 $MtCO_2$ el 2030. Les **emissions brutes de CO_2** el 2030 serien de **244 $MtCO_2$**, és a dir, **22 $MtCO_2$ per sobre de l'objectiu fixat**.

No s'entén per què el PNIEC dona un valor d'emissions el 2030 de 221 Mteq de CO_2 perquè els números són clars. Les emissions procedents dels combustibles fòssils totalitzaran 170,8[12]Mtep el 2030, i per arribar a l'objectiu les emissions dels sectors difusos s'haurien de reduir 30 Mteq CO_2 en deu anys, el què no es considera realista.

Està clar que la reestructuració del sector de la generació d'energia elèctrica permetrà una reducció significativa de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (45,3 $MtCO_2$). La reducció de

[12] 24,4 Mtep gas natural*11.630 GWh/Mtep*202 tCO2/GWh = 57,32 Mt
40,65 Mtep comb. liq. *11.630 GWh/Mtep* 240 tCO2/GWh = 113,46 Mt

les emissions derivades de l'ús de combustibles líquids serà difícil d'aconseguir, i passaria per una aposta ferma i decidida pels biocombustibles. Per culminar el procés, s'haurien de centrar els esforços en reduir les emissions dels sectors difusos, aspecte en el qual el PNIEC és molt poc concret i que el 2030 constituirien gairebé un terç del total.

Una solució per intentar apropar-se a l'acompliment d'aquest objectiu consistiria en **perllongar la vida útil de les centrals nuclears**. Amb aquesta mesura les emissions de CO_2 el 2030 es podrien reduir en aproximadament 9 Mt/any addicionals. Això situaria les emissions derivades de l'ús de combustibles fòssils en 161 $MtCO_2$, les emissions brutes en 235 $MtCO_2$ i les emissions netes en 199 $MtCO_2$.

6. Neutralitat d'emissions en 2050

Com s'ha analitzat en aquest informe, i com és el desig de tots, no serà fàcil assolir els objectius que planteja el PNIEC per al 2030, tot i que serà possible apropar-s'hi amb l'aplicació de mesures estructurals, com una aposta decidida pels biocombustibles.

Aconseguir la **neutralitat en carboni** el 2050 requerirà d'un **canvi de model energètic**. Per a llavors, com s'ha anat apuntant, caldrà resoldre els problemes per disposar de subministrament energètic d'origen renovable competitiu per a la indústria, i encara que s'aconseguís emmagatzemar energia elèctrica a costos assumibles, sembla difícil que aquesta penetri de forma majoritària en ella.

Extrapolant les projeccions de l'PNIEC a 2050, la demanda d'energia primària a meitat de segle a Espanya seria de 72 Mtep. D'aquests, considerant que s'hagués desenvolupat la tecnologia d'emmagatzematge i fos ja competitiva, 40-45 Mtep podrien provenir de fonts renovables per generació elèctrica. Els 32-27 restants haurien de ser biocombustibles o combustibles sintètics per proveir la indústria i el transport de mitjana i llarga distància.

Per produir 45 Mtep d'energia elèctrica (525 TWh) caldria disposar de més de 260 GW de potència renovable instal·lada, i els emplaçaments seran cada vegada de menys qualitat. Caldria pensar en importar energia elèctrica procedent de fonts renovables d'altres zones, com el Nord d'Àfrica. Allà, tant l'energia eòlica, afavorida pels vents que circulen per l'Estret, com l'energia solar, ubicant els parcs més a prop de l'equador, tindrien major producció anual i serien més competitius. Això, però, tornaria a fer depenent la política energètica nacional. Per a això, a més, caldria millorar les interconnexions per poder evacuar els excedents i importar energia en períodes de baixa producció. El dimensionament mínim d'aquestes interconnexions hauria de ser, tant amb Europa com el Nord d'Àfrica, del 30% de la demanda.

Els gasos sintètics i el biometà hauran de ser els combustibles de la indústria de la segona meitat de segle XXI, i els biocombustibles líquids els que

propulsen el transport de mitjana i llarga distància en qualsevol de les seves modalitats.

L'IDAE xifrava el potencial de producció el 2020 de biometà a partir de residus a 1,6 Mtep[13], i el consum de biocombustibles és actualment de l'ordre de 2 Mtep[14]. Per arribar a produir de l'ordre de 30 Mtep caldrà, sens dubte, tecnologia. S'haurà de potenciar l'ús de l'hidrogen com un vector de futur i fer que la producció de combustibles sintètics a partir d'hidrogen i de diòxid de carboni, mitjançant la reacció de *Sabatier*, utilitzada per la NASA en les seves missions espacials, sigui econòmicament viable per produir gas natural sintètic, i es produeixi un canvi d'escala en la producció de biocombustibles líquids de segona i tercera generació.

Empreses japoneses han anunciat que el cost de producció d'hidrogen, com va passar amb les renovables en la passada dècada, es reduirà a la meitat el 2030, i s'està treballant per garantir la seguretat del seu transport i ús. Espanya, si es complís el PNIEC, tindrà en 2030 un excedent d'energia elèctrica renovable de 54 TWh que, com s'ha dit, es podria dedicar a produir hidrogen.

El consum de energia elèctrica per kg d'hidrogen produït es aproximadament de 40 kWh/kg. Per tant es podrien produir 1,35 MtH_2 que equivaldrien a 4,6 Mtep no emissors que es podrien fer servir, directament o convertint-los en combustibles sintètics, a la industria o al transport, desplaçant gas natural o petroli.

L'AIEC considera que la solució a la demanda d'energia tèrmica en la indústria està en l'hidrogen i el gasos sintètics que haurien de ser produïts a preus competitius.

L'energia nuclear de fusió segueix el seu avanç, que dura ja dècades, i no hi ha dades concretes de quan serà una tecnologia madura per ser explotada comercialment. La seva consolidació, en el moment que es produeixi constituirà, sens dubte, una nova era en la concepció dels sistemes energètics.

L'objectiu ***zero emission 2050*** necessitarà, per tant, d'avenços tecnològics rellevants sense els quals, no serà possible.

[13] Situació i potencial de generació de biogàs. Estudi tècnic PER 2011-2020
[14] CORES. Informe Estadístic Anual 2018.

7. Annex I. Evolució del parc de generació i del sistema elèctric

7.1. Consideracions prèvies

Els successius informes del IPCC, en el quals alerten del escalfament global del planeta degut a les emissions cada vegada mes elevades de CO_2, han portat a les administracions (Europea, Espanyola i Catalana) a elaborar plans a mig i llarg termini que tenen com objectiu basic la reducció de les emissions i controlar així l'escalfament.

Per tan cal tenir en compte que els plans proposats tenen com a objectiu principal la reducció de les emissions globals i s'han convertit en una oportunitat en transformar la UE en una societat justa i pròspera, amb una economia moderna.

El territori de Catalunya es troba sota el "paraigües" de tres administracions la UE, Espanya i la Generalitat de Catalunya. Cada una ha plantejat un seguit de mesures en matèria de reducció d'emissions, desenvolupament d'energies renovables, eficiència energètica que cal que siguin coherents entre elles.

Com a dada de partida en el recent informe del Ministeri les emissions de Gas d'efecte hivernacle (GEI) a nivell nacional son per l'any 2018 **334,3 milions de tones de CO_2-eq**. En 2018 el sector amb el nivell d'emissions mes alt va ser el transport (27,0 %), seguit de las activitats industrials (19,9 %), la generació d'electricitat (17,8 %) i la agricultura (11,9 %). **253,4 $MtCO_2eq$ van ser motivades per l'ús de combustibles fòssils** i la resta**, 80,9 $MtCO_2eq$, per processos agrícoles i industrials i emissions en sectors difusos**.

7.2. Comentaris al PNIEC

Donat que l'objectiu principal del PNIEC es reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle es defineixen un seguit de mesures (42% de renovables en l'energia final, 39,6% de millora en l'eficiència energètica i 74% d'energia renovable en el mix de producció elèctrica) que tenen com a objectiu una reducció del 23 % de les emissions respecte 1990.

La complexitat del sistema energètic i lo fàcil que es intervenir sobre el sector elèctric fa que la responsabilitat de la reducció de les emissions es faci "electrificant" el conjunt del sistema i per tant recaigui principalment en el sector elèctric i el sector industrial amb reduccions del 68,7% i del 31,5% respectivament. En menor mesura s'actua sobre el sector del transport amb la previsió de 5 milions de vehicles elèctrics.

Sector	Variació d'emissions kt	Percentatge
Transport	676	1,10%
Generació energia eléctrica	-45.261	-68,70%
Sector industrial	-23.179	-31,50%
Sector residencial	826	4,70%
Resto	1.126	1,40%
Total	-65.812	-22,80%

Així doncs la reducció d'emissions es sintetitza en el resum següent a on es fa evident com els únics sectors que tenen una reducció en les emissions de **CO_2** son el sector elèctric i industrial, la resta tenen augments.

Tot lo anterior fa que la part mes rellevant del pla sigui el programa d'instal·lació d'energies renovables fins a preveure 50 GW d'eòlica i 39 GW de Fotovoltaica. Es un pla verdaderament tremendament ambiciós que cal analitzar amb cura donat les enormes dificultats d'implementació i la elevada inversió (91.765M€) en energies renovables que comporta fins arribar als 150.000M€ pel conjunt de renovables i xarxa.

Un altre aspecte a tenir en compte es que la reducció d'emissions plantejada del 23% es referida al 1990 que si la traslladem al 2018 l'esforç percentual es molt superior i suposa una reducció del 39%.

Per tant l'esforç que ha de fer el sector elèctric es enorme si tenim en compte que les emissions del sector elèctric suposen a 2018 el 17,8% i si a mes a mes hi sumem la parada de les centrals nuclears (no emissores de CO_2 en si mateixes) passant de les 7 centrals actuals a 3 previstes en el pla en el horitzó 2030. Actualment la generació sense CO_2 ja es el 63% (nuclear 22,9%) de la generació total del sistema elèctric.

7.3. Balanç 2019 (punt de partida)

Per fer un anàlisi de la factibilitat del balanç previst en el PNIEC pel 2030 cal veure de a on venir (2019) i cap a on anem 2030 i valorar la trajectòria i el esforç principalment inversor que cal fer.

Demanda peninsular	Punta peninsular	Potencia total instal·lada
2019	**2019**	**2019**
249,1 TWh	40.455 MW	104,8 GW
2030	**2030**	**2030**
263 TWh	47.768 MW	**161 GW(2030)**
(+5,58%)	(+18,08%)	**(+53,6%)**

No renovable	GW	%		Renovable	GW	%
Nuclear	7,1	6,8		Eòlica	25,3	24
Carbó	9,2	8,8		Hidráulica	17,1	16
Cicle combinat	24,5	23,4		Solar fotovoltaica	8,6	8,2
Cogeneració	5,8	5,5		Solar tèrmica	2,3	2,2
Residus no renovables	0,4	0,4		Altres renovables	1	1
Turbinat bombeig	3,4	3,2		Residus renovables	0,1	0,1
Total	50,4	48,1			54,4	52

Balanç peninsular 2019

	GWh	%
Turbines de bombeig (1)	1.642	0,6
Nuclear	55.824	22,0
Carbó	10.673	4,2
Cicle combinat	51.140	20,1
Cogeneració	29.556	11,8
Residus no renovables	2.072	0,8
Residus renovables	739	0,3
Eòlica	53.068	20,9
Hidràulica	24.692	9,7
Solar fotovoltaica	8.824	3,5
Solar tèrmica	5.166	2,0
Altres renovables	3.605	1,4
Saldo intercanvis Internacionales	6.862	2,7
Total	**253.864**	**100,0**

En resum del balanç del 2019 cal destacar el següent:

- La potencia instal·lada en energia renovable (54,4 GW) ja es superior a la resta de tecnologies (50,4 GW).
- A 2019 s'han posat en servei 6,5 GW d'energia renovable.
- Es necessari el 51,9% de la potencia instal·lada renovable per generar el 38,9% de la energia lo que significa un baix nombre d'hores d'utilització.
- Amb la nuclear (22%) el 60,9% de la energia generada es lliure d'emissions de CO_2.
- Amb el 48,1 % de la potencia instal·lada no renovable es genera el 61,1% de la energia total el que indica que son equipaments amb una alta capacitat de producció.
- La nuclear que suposa el 6,8% de la potencia instal·lada genera el 22% de la energia total.
- Les centrals de carbó amb el 8,8% de la potencia instal·lada han generat el 4,2% de la energia total el que representa una baixa utilització. El seu procés de parada ha suposat una reducció de la seva utilització.
- El suport al sistema de Balears des de la península suposen 6.114 GWh, el 28% del seu mercat. La previsió se nous connexions península – balears fa que en el futur augmenti aquest suport.

Aquestes xifres donen una idea de:

- El esforç d'instal·lació d'energies renovables que cal fer per substituir la generació amb carbó i una part de la nuclear que en el 2019 han suposat el 26,2% de la energia generada.
- La baixa producció amb carbó indica la parada progressiva d'aquests tipus de centrals.

Emissions de CO_2

Evolució de las emissions de CO_2 associades a la generació elèctrica peninsular (tCO_2)					
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Carbó	48.217.055	33.260.364	40.300.794	33.485.793	10.286.074
Fuel/gas	12	0	0	0	0
Cicle combinat	9.262.782	9.421.335	12.449.753	9.769.082	18.921.932
Cogeneració	9.312.651	9.573.359	10.424.958	10.719.560	10.935.819
Residus no renovables	557.932	593.114	590.191	550.526	497.191
Total Emissions (tCO_2)	**67.350.431**	**52.848.172**	**63.765.696**	**54.524.961**	**40.641.017**
Factor emissió (tCO_2/MWh)	**0,27**	**0,21**	**0,26**	**0,22**	**0,16**

De les xifres anteriors es pot concloure que s'ha produït una reducció del 25,5% de les emissions en generació elèctrica en el 2019 degut principalment a la reducció de la producció en centrals de carbó tot i que les emissions provinents dels CC s'han duplicat.

El balanç anterior es recolza en una xarxa de transport peninsular amb 41.030 km de circuits amb el següent repartiment:

- 400 kV 21.736 km
- 220kV 19.294 km

7.4. Balanç d'energia Elèctrica. Escenari objectiu 2030

Hipòtesis i resultats

Per tal d'aconseguir la reducció d'emissions globals del 23% respecte a 1990 objectiu del pla, o millor dit del 39% respecte a les emissions de 2018, es planteja un balanç elèctric que aconsegueix una reducció d'emissions del 68,7% en el sector elèctric amb la posada en servei de fins 89 GW de renovables que a mes permet parar totes les centrals de carbó i 4 de les 7 centrals nuclears actualment en servei.

Per tal de validar el balanç elèctric (annex D) el Ministeri li encarrega a REE, com a TSO, la simulació de la cobertura que realitza en les condicions següents:

S'analitzen dos escenaris.

- Tendencial
- Objectiu

Escenari objectiu Demanda de 263 TWh i una punta de 47.768 MW

Amb una potencia total instal·lada en el sector elèctric de 161 GW:

- 50 GW energia eòlica
- 39 GW solar fotovoltaica
- 27 GW cicles combinats de gas
- 16 GW Hidràulica
- 9,5 GW bombeig
- 7 GW solar termoelèctrica
- 3 GW nuclear
- 2,5 GW Emmagatzemant (bateries)
- 3,7 GW Cogeneració
- 1,4 GW Biomassa
- Capacitats menors d'altres tecnologies. (1,5 GW).

Es fa una simulació horària per cada escenari el que implica cobertura de potencia i energia.

- Els informes de REE conclouen que hi han plenes garanties de subministra en el Escenari Objectiu contemplat en el Pla en las circumstancies mes exigents pel que fa a condicions climatològiques, tenint en compte que el factor de cobertura a 2030 es 3,37

(161GW/47,8 GW) en front a un 2,57 (104 GW/40,5GW) el 2019, si bé les dades que s'aporten nomes son històriques i probablement insuficients per a l'anàlisi de la demanda al període 2020-2030.

- Es fa un balanç de nus únic i per tan no es tenen en compte les eventuals restriccions de xarxa ja que es fa la hipòtesi de que la xarxa de transport prevista a 2030 seria suficient per evacuar tota la energia produïda i consumida, tenint en comte que la xarxa actual està dissenyada i dimensionada per gestionar una quantitat d'energia equivalent a la demandada en 2030, els punts i potències on s'injectarà l'energia a la xarxa al 2030 seran diferents geogràficament i amb diferents característiques, el que exigirà un important redisseny i adequació de la xarxa de transport.

- Pel que fa a la xarxa la inversió total requerida per la transformació del sector elèctric (renovables y xarxes) sobrepassarà els 150.000 M€ durant la dècada 2021-2030.

- Pel tal d'evacuar els excedents I facilitar el desenvolupament del mercat únic de l'electricitat es preveu augmentar la capacitat d'interconnexió amb els països veïns::

- Nova interconnexió amb Portugal fins els 4.200 MW

- Noves interconnexions amb França fins els 8.000 MW de capacitat:
  - Projecte del Golf de Vizcaya: entre Aquitània (FR) i el País Basc (ES).
  - Interconnexió entre Aragó (ES) i Pirineus Atlàntics (FR).
  - Interconnexió entre Navarra (ES) i Landes (FR).

- La UE està desenvolupant una directiva que regularà les condicions tècniques i econòmiques d'aquest mercat únic.

La generació Eléctrica prevista per l'any 2030 es de 306.943 GWh.

- Eòlica 109.464 GWh
- Solar fotovoltaica 65.180 GWh
- Termosolar 19.785 GWh
- Cogeneració 18.399 GWh
- Hidràulica 32.376 GWh
- Nuclear 22.034 GWh
- Carbó 0 GWh
- Cicles combinats 27.617 GWh
- Exportació 39.317 GWh

Problemes i dubtes sobre el balanç a 2030

Pel que fa a la demanda considerada a nivell peninsular pel any 2030 en el escenari objectiu es de 263 TWh que suposa un augment del 5,58% sobre la demanda registrada el 2019 el que resulta un creixement anual acumulatiu del 0,5 % en els 11 anys fins el 2030.

Sorprèn la tassa de creixement emprada quant el PNIEC parla d'estalvi i eficiència i que en els últims tres anys s'ha registrat un creixement anual acumulatiu negatiu del -0,43% i del -0,25% en les últims set anys.

L'única explicació possible es el fet que es consideri un increment de consum derivat dels 5 milions de vehicles elèctrics que considera el PNIEC. Si considerem 5 milions de vehicles elèctrics previstos en el PNIEC amb un consum mig de 0,2 kWh per kilòmetre amb 15.000 km anuals de mitjana resulten 15 TWh/any per la recarrega.

Bàsicament es substitueix potencia ferma (Carbó i Nuclear) amb 3000 i 7000 hores d'utilització respectivament per energia (eòlica+fotovoltaica) amb potencia no ferma que té menys de 2000 hores d'utilització. Això obliga a un important "sobre dimensionament" en potencia de generació renovable i a mes a mes mantenir funcionant els 24,5 GW de potencia instal·lada en centrals de cicle combinat amb 1.100 hores d'utilització com a reserva rodant i suport a la cobertura.

L'esforç en energies renovables que s'haurà de fer fins el 2030 queda reflectit en el fet que segons el PNIEC un augment de la demanda del 5,58% en el 2030 necessita d'un augment de potencia instal·lada del 53,6% en el 2030, tot en energia renovables, per tal d'aconseguir el 74% objectiu del PNIEC.

Per cobrir la potencia substituïda cal generar molta energia renovable, fins 238,9 GWh, provocant molts accedents, fins a 39,3 GWh (el

16,5%), que cal que siguin exportats a traves de les interconnexions amb Portugal i França amb els valors següents:

- A Portugal 12.192 GWh amb 2.903 hores d'utilització
- A França 27.125 GWh amb 3.390 hores d'utilització

La capacitat d'interconnexió sembla suficient a la vista del seu grau d'utilització resultant. Vistes les dificultats històriques de construcció de línies elèctriques a la península el dubte radica en si el temps fins a 2030 es suficient per la tramitació i construcció de les línies proposades sobretot si tenim en compte que son projectes compartits amb altres països.

Un altre dubte es que no queda clar si els balanços de França i Portugal seran capaços d'integrar i absorbir els superàvits que es preveu exportar en especial tenint en compte que el pla francès preveu uns excedents de entre 120 i 130 TWh en l'horitzó 2030.

Pel que fa a la xarxa de transport totes les hipòtesis aplicades indiquen que la xarxa prevista serà suficient per admetre les generacions i demandes previstes en els dos escenaris estudiats. Caldrà confirmar-ho amb un adequat pla de reforç en el proper període de planificació.

Respecte a la capacitat de la xarxa cal tenir en compte que la xarxa actual (horitzó 2020 de la planificació de la RdT) ja es suficient per evacuar fins a 135 GW d'energies renovables.

REE com a operador del sistema, fins a febrer 2020, ha concedit permís d'accés fins 135 GW esmentats amb la xarxa actual (planificada en el horitzó 2020). Queda per veure quina es la xarxa que resultarà del procés de planificació 2021-2026 actualment en curs i que el Ministeri aprovarà a finals de 2020.

Segons la gestió d'accessos a la xarxa amb la xarxa actual es poden evacuar:

- Eòlica 48,6 GW dels quals 25,2 en servei i la resta 23,4 amb permís concedit.
- Fotovoltaica 87,4 GW dels quals 8,2 en servei i la resta 79,2 amb permís concedit.
- Total 136 GW dels quals 33,4 en servei i la resta 102,6 amb permís concedit.

A les xifres anteriors cal afegir que hi ha 26 GW en estudi i encara queden nusos no saturats.

Falta saber si amb les dificultats de tramitació, implantació en el territori i el temps que queda fins el 2030 es suficient per tramitar i construir els 25,2 GW d'eòlica i els 31,2 GW de Fotovoltaica necessaris per acomplir amb els objectius del PNIEC de 89 GW de renovables. En resum un total de 56,4 GW de nova generació renovable que suposen 5,6 GW anuals.

EDITA
Associació / Col·legi
d'Enginyers Industrials de Catalunya
Via Laietana, 39
08003 Barcelona
93 319 23 00
www.eic.cat