

Posible da elektrifikazio industrialak EAEn?

Klima-aldaketaren eta kutsaduraren aurkako estrategien artean, energia-kontsumoa elektrifikatzea da nagusietako bat, energia berriztagarrietatik sortutako elektrizitate garbiari esker. Dokumentu honek Euskal Autonomia Erkidegoko industria-prozesuen eraldaketa aztertzen du, elektrifikazio-potentzial handieneko industrien aukerak eta sare elektrikoan duten eragina aztertuz.

Klima-aldaketa eta berotegi-efektua eragiten duten gasen (BEG) kontzentrazioa gero eta handiagoa da atmosferan. Kasu larriena karbono dioxidoa (CO₂) da, emisioen % 79,8ren erantzulea baita.^[1] Horregatik, gaur egun ingurumenarekin lotutako kezka larrienetako bat emisio horiek murriztearen ingurukoa da. Izan ere, horien eraginez planeta modu atzeraezinean eraldatzen ari gara. 1980ko hamarkadatik, etengabe igo dira lurreko eta ozeano-ko tenperaturak. 2023an bakarrik, lurreko azalera XX. mendeko batezbestekoa baino 1,18 °C beroagoa izan ze.^[2] Horrek agerian uzten ditu arazoaren larritasuna eta ekintza globalagoak egiteko beharra. Hori dela eta, energiaren kudeaketa lehentasunezko gai bihurtu da mundu osoan, energia garbitarako trantsizioa bultzatu nahian.

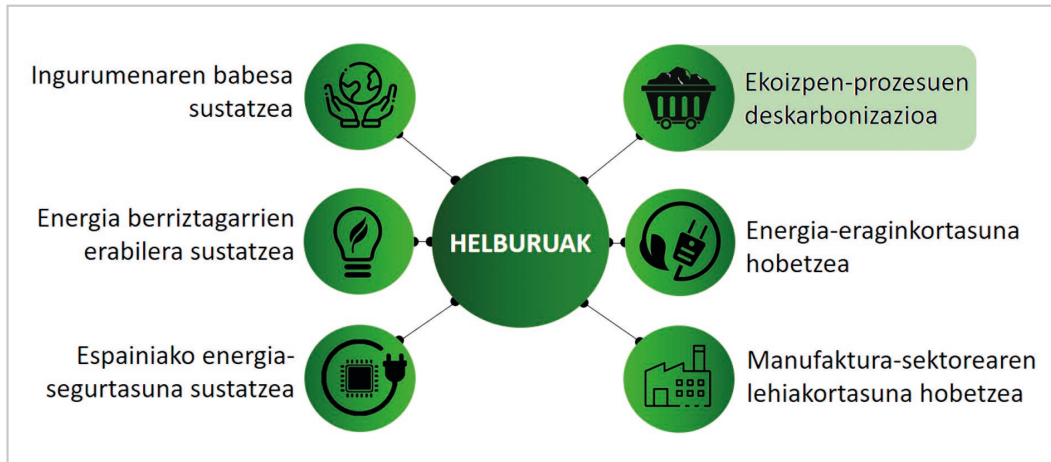
Karbono-emisio baxuko teknologiek —hala nola energia berriztagarrien bidezko elektrizitate-sorkuntzaren integrazioa, sorkuntza banatua (SB) eta ibilgailu elektrikoak (IE)— eta horien erabilera sustatzen duten Europako politikek funtsezko rola betetzen dute emisioak murrizteko eta Paris-ko Akordioan ezarritako helburuak lortzeko.^[3] Europan, jasangarritasun energetikoaren inguruko interesaren hazkunde hori zenbait ekimen nagusik sustatu dute; besteak beste, Europako Itun Berdeak (*Green Deal Europe*), zeinak 2050erako karbono-neutraltasuna lortzea helburu nagusi gisa

ezartzen baitu.^[4] Plan horrek Europako ekonomia-eredu jasangarri eta erresilienteago baterantz eraldatzea du helburu. Halaber, epe luzeko klima-konpromisoak betetzeko, Europar Batasunak lege-sorta ugari onartu ditu; besteak beste, *Fit for 55*, 2030erako emisioak gutxienez % 55 murrizteko helburuarekin.^[5]

Europak ezarritako ildoari jarraituz, Espainiako Gobernuak deskarbonizazio industrialaren PERTE programa abiarazi zuen 2022an, Suspertze eta Transformazio Ekonomikorako Proiektu Estrategiko gisa, manufaktura-sektorea prozesu jasangarriagoetara eraldatzea helburu duena.^[6] Programa honek, 1. irudian ikus daitekeen bezala, hainbat helburu sustatzen ditu; prozesu industrialen deskarbonizazioa da horietako bat. Era berean, 2022ko «Berotegi Efectuko Isuriak» txostenean, Espainiako Trantsizio Ekologikorako eta Erronka Demografikorako Ministerioak adierazi duenez, industria-sektoreak isuri guztien % 18,4 eragiten du; beraz, sektore horren deskarbonizazioa funtsezko pauso bat da adierazitako klima-helburuak betetzeko.^[1]

Euskal Autonomia Erkidegoko industria-sektorea

Euskal Autonomia Erkidegoak (EAEk), Espainiako eskualderik industrializatuenetako bat izanik, ikuspegi proaktibo eta handinahia hartu du deskarbo-



1. irudia. PERTEaren deskarbonizazio industrialeko helburuak.^[6]tik egokituta.

nizazio industrialerantz. Horren adibide da Eusko Jaurlaritzak 2023an abian jarritako *Net-Zero Basque Industrial Super Clusterra* (NZBIS), Euskadiko industriaren deskarbonizazioa bultzatzea helburu duena.^[7] *Super Clusterrak* zero emisioen helburua lortu nahi du, energia-kontsumoa deskarbonizatuz eta industria-sektore igorleen eraginkortasuna hobetuz. EAEren deskarbonizaziorako ibilbide-orriaren barruan, besteak beste, honako elementu nagusi hauek erabiltzea nabarmentzen da:

- **Hidrogeno berdea:** zuzenean elektrifikatzeko zailak diren industria-sektoreetan energia-iturri fosilak ordezkatzeko lehen mailako teknologia-tzat hartzen da.
- **Karbonoa atzitzea, erabiltzea eta biltegitratzea:** elektrifikazioaren edo hidrogenoaren erabileraren bidez saihestu ezin diren CO₂-emisioak atzitzeko eta biltegitratzeko funtsezko laguntza-teknologia gisa aipatzen da.
- **Elektrifikazio zuzena eta bero berriztagarria:** industria-prozesuen elektrifikazio zuzena eta bero berriztagarriaren erabilera ikuspegi primario gisa identifikatzen dira.

- **Eraginkortasun sistemikoa eta zirkulartasuna:** bigarren mailako baina funtsezko neurritzat hartzen dira, baliabideen erabilera optimizatzea eta industria-prozesuetan hondakinak minimizatze-ra bideratuak.

Ekoizpen-sistemen berezitasunak direla eta, ez dago industria-prozesu guztientzat baliozkoa den soluziorik. Hala ere, [7]-ko oharrean azpimarratzen den bezala, elektrifikazioa da industria-prozesuen eraldaketarako potentzialik handienetako bat duen aukera. Ekoizpen-sistema elektrifikatueta transizioa egiteak erronka handiak dakartza berekin; adibidez, elektrifikazioak dakarren energia elektrikoaren garraioaren hazkuntzak sare elektrikoaren azpiegituran duen eragina. Horregatik, EAEko industriaren elektrifikazio-ahalmena ebaluatzea deskarbonizatzeko funtsezko estrategia bat da. Ideia horietan oinarrituta, artikuluko honek soluzio-mota horiek hedatzeko aukerak aztertzea du helburu.

Euskal sare elektrikoa industriaren elektrifikazioa bere gain hartzeko prest dagoen ebaluatzeko, lehenik eta behin industriaren ekoizpen-prozesuak aztertu eta CO₂ gehien isurtzen dituztenak identifikatu behar dira. Horrela, 2023ko azaroan Super Clusterrak argitaratutako txostenean argi agertzen

da BEGen % 68 bost industria-sektore nagusiren esku dagoela: zementu-industria, altzairugintza, galdaketa, paper-industria eta findegia (ikus 2. irudia).

Euskal sare elektrikoa prest dago industriaren elektrifikazioa bere gain hartzeko?

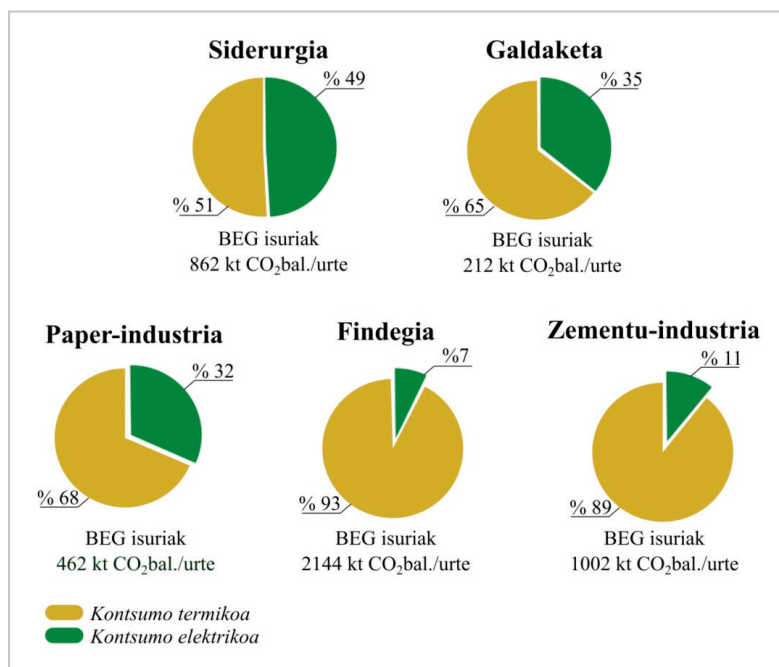
EAEko sare elektrikoa, egungo egoeran, industria-ren elektrifikazio masiboa bere gain hartzeko gai izango ote den zehazteko, ezinbestekoa da prozesu industrialak elektrifikatzeko soluzio teknologiko espezifikoak identifikatzea. 1. taulan, azterlanaren barruan, industria-sektore bakoitzean elektrifikatu daitezkeen prozesuak jasotzen dira, bai eta horiek ordezkatzeko erabil daitezkeen teknologia elektriko berriak ere.

Industria kutsatzaileenak identifikatu ondoren, industria horiekin lotutako Euskal lantegi erreferentzialen ikerketa egin behar da. Ikerketa horretan,

guztira 22 lantegi aztertu dira, eta honela banatzen dira: 3 zementu-fabrika, 11 altzairugintzakoak, 4 galdategi, 3 paper-fabrika eta findegia-enpresa bat. Lantegi horien % 45,5 Bizkaian kokatuta daude, % 36,36 Gipuzkoan, eta % 18,18 Araban. Ondoren, ordezkapen-teknologiari dagokionez, industrien beren prozesuak elektrifikatu ondoren elektrizitate-eskaera zenbat handituko den zenbatesteko, 1. taulan adierazitako prozesu bakoitzari dagokion tonako energia-kontsumo espezifikoaren datuetatik abiatuta, urteko kontsumo energetiko osoa kalkulatu da. Horrekin batera, fabriken urteko ekoizpenak erabili dira. Horien bitartez, sare elektrikora konektatu beharko den potentzia teoriko gehigarri berria kalkulatu da:

$$P_{\text{gehiagarria}} \text{ (MW)} = \frac{\text{Urteko kontsumo energetiko osoa (MWh)}}{8.760 \text{ ordu/urte}} \quad (1)$$

Azken pausoa, enpresa bakoitza konektatuta da-goen puntu elektrikoa identifikatzea da. Horrela,



2. irudia. Energia-kontsumoaren karakterizazio sektoriala.^[9]tik egokituta.

1. taula. Ordezkapen teknologikoa identifikatutako industria-mota bakoitzeko.

GALDAKETA

PROZESUA	ORAINGO TEKNOLOGIA	ORDEZKAPEN-TEKNOLOGIA
Fusioa	Gas-labeak	Indukzio-labeak eta mikrouhin industrialak
Metalen tratamendua	Gasezko koilara-labeak	Labe elektrikoak
Harea-prestakuntza	Gasezko lehorgailu edo nahasgailuak	Lehorgailuak edo nahasgailu elektrikoak
Moldeen fabrikazioa	Gasezko prentsak	Prentsa elektrikoak eta berokuntza-teknologia elektrikoak

SIDERURGIA

PROZESUA	ORAINGO TEKNOLOGIA	ORDEZKAPEN-TEKNOLOGIA
Labea	Gas-/Fosil-labeak	Arku elektrikoko labea
Soldadurarik gabeko altzairuzko hodian prozesuak	Fosil-erregaien prozesuak	Berogailu elektrikoak
Beroko ijezketa	Laminatzaile tradizionalak	Labe elektrikoak

ZEMENTU – INDUSTRIA

PROZESUA	ORAINGO TEKNOLOGIA	ORDEZKAPEN-TEKNOLOGIA
Aurre-berogailua	Gas/Fosil bidezko beroa	CaCO ₃ deskarbonatzeko elektrolizagailua, mikrouhin bidez edo zeharka berotzea, karbonoa atzitzen duten korrante-labe bereizien bidez
Labea	Gas-/Fosil-labeak	Labe elektriko industrialak

FINDEGIA

PROZESUA	ORAINGO TEKNOLOGIA	ORDEZKAPEN-TEKNOLOGIA
Kokizazioa	Gas-/Fosil-labeak	Labe elektrikoak
Karakeoa	Gas-/Fosil-labeak	Labe elektrikoak
Berrerraketa	Erreformatzaile katalitikoak	Erreaktore elektrikoak
Destilazioa	Gas/Fosil bidezko beroa	Bero-ponpa elektrikoak

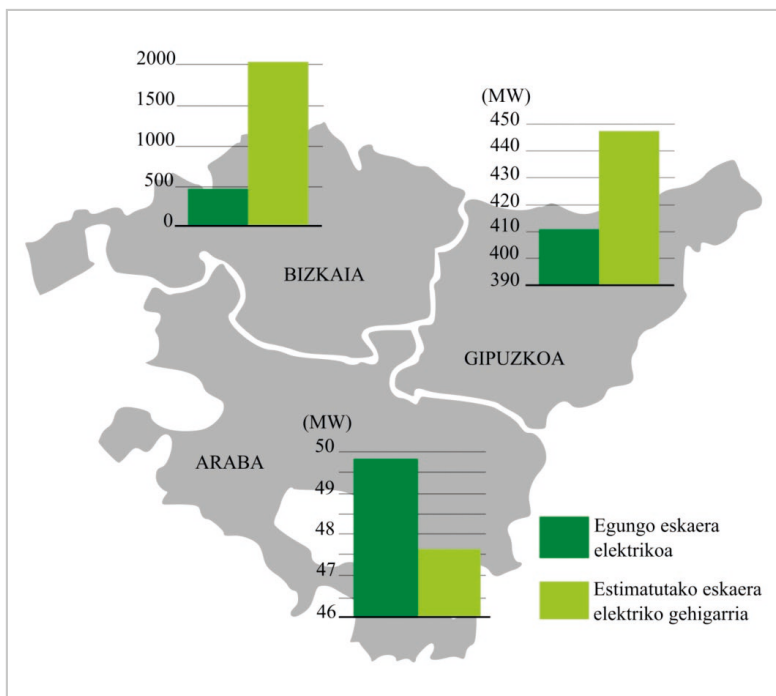
PAPER – INDUSTRIA

PROZESUA	ORAINGO TEKNOLOGIA	ORDEZKAPEN-TEKNOLOGIA
Egozketa	Bero-labe konbentzionalak	Berokuntza elektrikoko sistemak
Deslignifikazioa	Berozko prozesuak	Prozesu elektrokimiko eraginkorrak
Zuriketa	Prozesu konbentzionalak	Elektrikoki aktibatutako zuritze-agenteak
Lehorketa	Gas bidezko lehorgailuak	Berogailu elektrikoak

2. taula. Laborpen-taula, eskari gehigarriaren eta eskari hori hornitzeko ahalmenaren datuekin.

INDUSTRIA	LANTEGIA	KOKAPENA	PROBINTZIA	ELEKTRIZITATE-ESKAERA GEHIGARRIA (MW)	HORNITZEN DA?
Zementu-industria	Cementos Lemona	Lemona	Bizkaia	114	✗
	Cementos Rezola	Añorga	Gipuzkoa	57,5	✗
		Arrigorriaga	Bizkaia	57,5	✗
Siderurgia	Sidenor	Basauri	Bizkaia	29	✗
		Vitoria	Araba	29	---
		Azkoitia	Gipuzkoa	29	✗
	ArcelorMittal	Sestao	Bizkaia	205	✗
		Etxebarri	Bizkaia	51	✗
		Olaberria	Gipuzkoa	80	✗
		Bergara	Gipuzkoa	131	✗
	Tata Steel	Layde Steel	Bizkaia	208	✓
	Aceros Inoxidables Olarra	Aceros Inoxidables Olarra	Bizkaia	16	✓
	Tubacex S.A.	Laudio	Araba	8	✗
		Amurrio	Araba	8	✗
Galdaketa	Fundiciones Estanda	Beasain	Gipuzkoa	3	✗
	Fundiciones Fumbarri	Durango	Bizkaia	5,1	✗
	Fundiciones San Vicente	Abadiño	Bizkaia	3,6	---
	Fundiciones Araba	Vitoria-Gasteiz	Araba	2,6	✓
Paper-industria	Papelera Papresa	Erreterria	Gipuzkoa	89,5	✗
	Papelera Zicuñaga	Hernani	Gipuzkoa	46	✗
	Papelera del Oria	Villabona	Gipuzkoa	11,5	✗
Findegia	Petronor	Petronor	Bizkaia	1.340	✗

3. irudia. Egungo eskaera elektrikoa eta aurreikusitako eskaera elektriko gehigarria alderatuta.



lantegi bakoitzaren konexio-korapiloaren kapazitatea ezagututa eta elektrifikazioak eska dezakeen potentzia gehigarri berria kalkulatu, ebaluatu da sare-puntu hori lantegiaren elektrifikazioa bere gain hartzeko gai den ala ez. Azterketaren emaitzak 2. taulan laburbildu dira.

Ondorioak

Lortutako emaitzak aztertuta, ondoriozta daiteke, gaur egun, euskal azpiegitura ez dagoela prest elektrifikatzeko prozesu masiboari aurre egiteko, ez litzatekeelako gai izango aurreikusitako eskari gehigarriaren % 85,7 asetzeko. Zenbatetsitako eskari berri horietatik, % 80,8 Bizkaian, % 17,7 Gipuzkoan eta % 2 Araban banatuko lirateke. Lortutako emaitzak bat datoz EAEko industriaren banaketarekin; izan ere, euskal industriaren zati handiena Bizkaian kokatuta dago. Are gehiago, 3. irudian adierazten den bezala, Bizkaian eta Gipuzkoan aurreikusitako kontsumo gehigarriak gaur egungo kontsumoia hirukoizten du. Bestalde, Araban, elektrizitate-kontsumoaren igoera ez litzateke hain handia izan-

go. Hala ere, egindako zenbatespenek erakusten dute % 50eko gehikuntza beharko litzatekeela.

Emaitzek argi erakusten dute, halaber, gaur egungo sare elektrikoaren nodo gehienetan gaitasuna mugatua dela, eta kasu gehienetan ez dela nahikoa. Horregatik, ondoriozta daiteke beharrezkoa litzatekeela egungo azpiegitura indartzeko neurriak hartzea. Besteak beste, transformadore berriak, transmisio- eta banaketa-linea sendagoak eta babes- eta kontrol-sistemak hobetzea. Nodoak modernizatzeak aukera emango luke karga elektriko handiagoak konektatzeko eta sistemaren eraginkortasuna hobetzeko, galerak murriztuz eta gainkarga-arriskua minimizatuz. Beraz, etorkizun jasagarri bat bermatzeko, argi dago inbertsio esanguratsuak eta plangintza egokia behar direla. ●



[Bibliografia, webgunean](#)