

## Etorkizun energetikoa Euskal Herrian. Euskal trantsizio energetikoaz

*Aldaketa estrukturala funtsezkoa da gizartean [...] Lehengo eta behin, giza jarduerari muga ekologikoak ezarri behar dizkiogu. Bigarrenik, premiazko beharra dago etengabeko hazkundearen ekonomia analfabetoa konpontzeko. Azkenean, kontsumismoaren gizarte-logika kaltegarria eraldatu behar dugu.<sup>1</sup>*

### Gizateriaren aztarna ekologikoaren iraunkortasunik eza

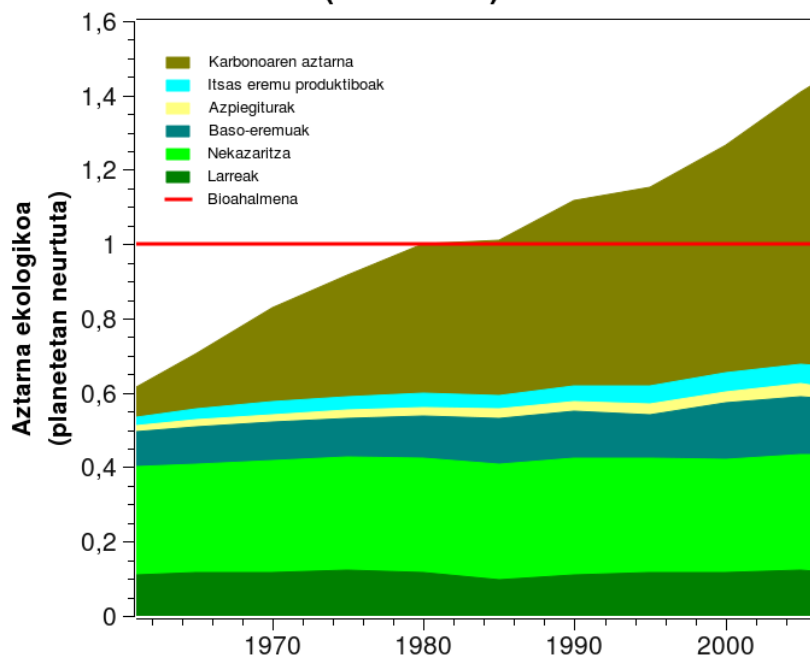
Bide anitz daude egungo zibilizazioa sostengaezina dela ondorioztatzeko. Bide horietako interesgarrienetarikoa bat aztarna ekologikoaren azterketa da. Aztarna ekologikoa adierazle bat da, eta oso erabilgarria giza jardueraren inpaktua neurtze aldera. Hain zuzen ere, jarduera baten aztarna ekologikoak jarduera hori iraunkortasunez burutzeko behar den eremu bioproduktiboa neurtzen du, hektareatan adierazita. Aztarna ekologikoaren kontzeptua orain dela hogeitazortzi urte sortu zen giza inpaktua neurtzeko, eta sei osagaiz dago osatua, giza jarduera desberdinak neurtu eta adierazteko: larreetarako lur-eremuak, nekazaritzarakoak, baso-eremuak, azpiegituretarako eremuak, itsas eremu produktiboak eta karbonoaren aztarna.

Aztarna ekologikoa aztertzen duten ikertzaileek bi ideia nagusi azpimarratzen dituzte<sup>2</sup>. Gizateriaren aztarna ekologikoak 80ko hamarraldian gaintitu omen zuen planetako bioahalmena; bestalde, azken hamarraldietan aztarna ekologikoaren hazkunde handiena jaso duen osagaia karbono-aztarna da, hau da, erregai fosilen kontsumoan sorburu duten CO<sub>2</sub> isurketak neutralizatzeko behar den baso-eremua (ikus 1. irudia).

Zentzu horretan, argi geratu behar da egungo zibilizazioaren iraunkortasun-ezak oinarri energetiko sendoa daukala —ez bakarria, baina bai funtsezkoa—. Iraunezintasun energetiko horrek bi ondorio larri dakartza, zuzenean: batetik, natur kapitalaren agorpena —energiaren arloan erregai fosilen agorpena, alegia—; bestetik, ingurumenaren degradazioa —une honetan klima-aldaketa da, ez bairik gabe, erregai fosilen kontsumo izugarriak sortzen duen arazorik larriena—.

<sup>1</sup> Tim Jackson, *Prosperity without Growth. Economics for a Finite Planet*, 2009, 204. orr.  
<sup>2</sup> ECOLOGICAL FOOTPRINT ATLAS 2009, GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2009ko azaroa, <[http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological\\_Footprint\\_Atlas\\_2009.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2009.pdf)>.

## Gizateriaren aztarna ekologikoa (1961-2006)



1. irudia. Gizateriaren aztarna ekologikoaren bilakaera 1961 eta 2006 artean.  
(Iturria: Global Footprint Network, 2008)

### Erregai fosilen agorpenak gutxiago kontsumitzera behartzen gaitu

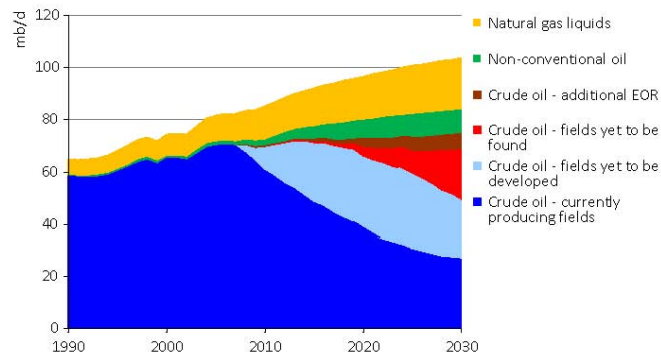
Tim Jacksonek proposatzen duenez, iraunkortasuna lortzeko, lehenengo eta behin, giza jarduerari muga ekologikoak jarri behar dizkiogu, eta ikuspegi energetiko batetik, argi dago muga horiek non dauden: erregai fosilen eskuragarritasun gero eta apalagoa, alde batetik, eta klima-aldaketa larria ekiditeko behar diren CO<sub>2</sub> isurketen moteltzea, bestetik.

Erregai fosilen agorpenari dagokionez, inork ez du jada zalantzan jartzen etorkizunean gero eta erregai fosil gutxiago kontsumitzera behartuta egongo garela. Baina, zein izan daiteke, zehazki, petrolio-ekoizpenaren bilakaera datozen urteotan? Petrolioaren gailurra aztertzen duten adituek diote ustiapeneko puntu gorena hurrengo hamarraldian zehar gertatuko dela munduan; geroago, gas naturalarena eta ikatzarena helduko litzaizkiguke jarraian, hamarraldi gutxi batzuk atzeratuta. Aurrean daukagunaz jabetu eta agorpenaren bilakaerari zenbateko zehatzak jartzeko, oso baliagarria izan daiteke 2008an Nazioarteko Energia Agentziak (IEA) *World Energy Outlook 2008* bere urteko txostenean<sup>3</sup> plazaratutako grafiko bat aztertzea (2. irudian). Han, IEAk 2030era arte aurreikusten duen munduko petrolio-ekoizpenaren bilakaera erakusten du, erreferentziakoa den eszenario batean. OECDren mendean dagoen IEAk urtero argitaratzen ditu horrelako aurreikuspenak, erakunde horretako estatuei politika energetikoaz gomendioak emateko. Zentzu horretan, oreka zail batean dago beti IEA, erakunde guztiz sistemikoa baita; baina beste alde batetik, ezin dio errealitateari muzin egin, eta OECDren kideei mezu argiak zuzendu behar dizkie, energia-hornikuntza ziurta dezaten.

3 <<http://www.iea.org/weo/2008.asp>>.

## World oil production in the Reference Scenario

World  
Energy  
Outlook  
2008



**Production reaches 104 mb/d in 2030, requiring 64 mb/d of gross capacity additions – six times the current capacity of Saudi Arabia – to meet demand growth & counter decline**

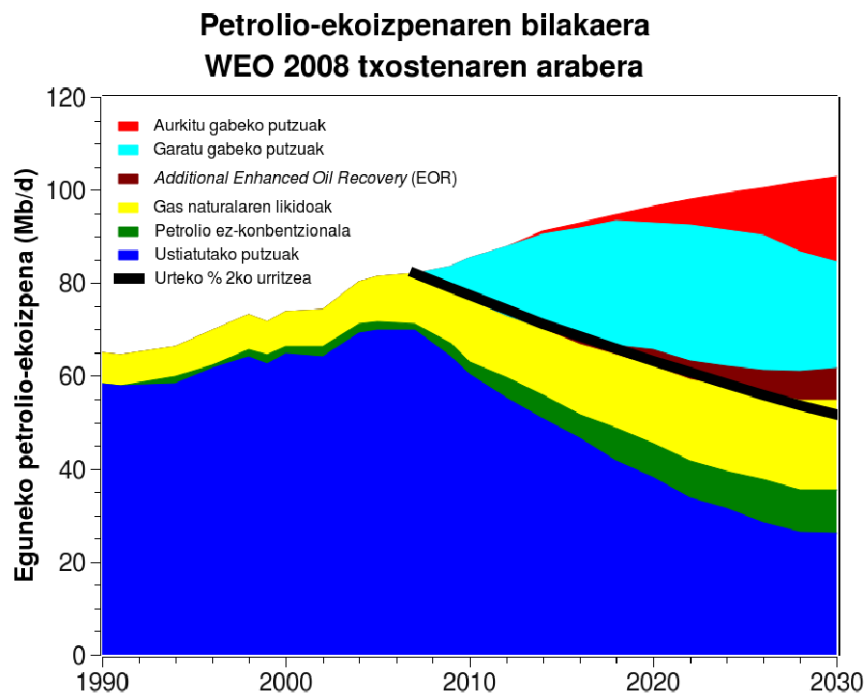
© OECD/IEA - 2008

### 2. irudia. IEAren petrolio-kontsumoaren aurreikuspenak erreferentziako eszenarioan, 2030era arte. (Iturria: IEA, 2008)

Helburua munduko aurrerapen ekonomikoak elikatzen duen energia-hornikuntza ziurtatzea denez, IEA erakundeak, bere aurreikuspenetan, energia-kontsumoaren hazkunde jarraituak dituzten eszenarioak plazaratu ditu beti: 2008an, hogei urte barru petrolio-kontsumoa egungoa baino % 25 handiagoa izango dela aurreikusi zuen, 2. irudian ikusten den bezala. Hala ere, irudi horrek lasaitasunez aztertzea eskatzen du, irudiak informazio oso interesgarria ematen baitigu: zehazki, nola aurreikusten duen energia-agentziak izugarriko energia-eskaera hori estaltzeko modua. Irudi horren datu berberak, beste modu batez antolatuta, 3. irudian erakusten dira.

Gaur egungo petrolio-kontsumoa hiru iturritatik datorrigu. Gehiena petrolio konbentzionala deritzoguna da, kalitate onekoa eta lur azpitik erraz erauzten dena. IEAren arabera, petrolio hori ekoizten dituzten putzuek orduko eskaeraren % 25 bakarrik estaliko lukete 2030ean, putzuen agorpenak aginduta. Beste iturri garrantzitsu bat gas naturalaren eratorri likidoak dira, gas naturalaren ustiapenarekin batera lortutakoak, etorkizunean gero eta garrantzitsuagoak izango direnak. Bukatzeko, petrolio ez-konbentzionala dugu, gaur egun ekoizpen osoari ekarpen txikia egiten diona, nahiz eta etorkizunean gero eta garrantzitsuagoa izango den: testuinguru ez-konbentzionaletan erauzitako petrolio da hori, hala nola Mexikoko golkoan berriki sutan jarri den plataformak erauzten zuena. Hiruron artean 2030eko eskaeraren % 55 baino estaliko ez dutenez, IEAk beste hiru petrolio-iturri gehigarri aurreikusten ditu orduko eskaera asetzeko. Alde batetik, EOR delakoa izango genuke (marroi kolorez 3. irudian), hau da, agortutako putzuetatik teknologia aurreratuagoak —eta ekonomikoki eta energetikoki askoz garestiagoak— erabiliz lor litekeen petrolio; hala ere, horren ekarpena 2030ean nahikoa mugatua litzateke. Askoz garrantzitsuagoa izango da —ia eskaera osoaren laurden bat estaliz— orain garatu gabe dauden putzuen ekoizpena; dena den, oso kontuan hartu behar dugu garatzeke egoteko balizko arrazoiak: segur aski, putzu horietako petrolio ere ekonomikoki eta energetikoki gaur ekoizitakoa baino askoz garestiagoa izango da. Eta oraindik ere petrolio hori etorkizuneko eskaera osoa

asetzeko nahikoa izango ez denez, IEAk beste petrolio-iturri bat gehitzen du bere aurreikuspenean: 2030ean kontsumituko genukeen petrolioaren % 18 inguru oraindik aurkitu ez ditugun petrolio-hobietatik etorriko litzaiguke.



3. irudia. Aurreko irudiko datu berberak ekoizteko ziurtasunaren arabera ordenatuta.  
(Iturria: IEA, 2008, propio egina)

Fidagarritasun- eta ziurgabetasun-maila oso desberdineko petrolio-iturriak aurreikusten ditu IEAk 2030. urtean munduko eskaria asetzeko. Etorkizuneko petrolio-kontsumoa adierazteko petrolio-iturri fidagarrienen muga erreferentziazat hartuko bagenu —azken batean, egungo ekoizpen-gaitasunaren antzekoa—, petrolio-ekoizpenak behera joko luke urtez urte, % 2ko urritze-maila batekin. Datozen urteotan ekoizpen-gaitasun gehigarria martxan jarritz gero moteldu liteke urritzea, baina horrek kostu energetiko eta ekonomiko gero eta handiagoei aurre egitea eskatuko du. Krisi ekonomikoak ez du batere laguntzen abagune honetan; izan ere, zantzu sendoak daude uste izateko ezen, energia-arloan eskaera aseeginak estaltzeko aspaldidanik ikusten ziren ahuleziak eta ziurgabetasunak daudela, egungo krisia sortu duten kausen artean.

### **Beste arrazoi sendo bat energia gutxiago kontsumitzeko: klima-aldaketaren aurkako borroka**

Ezbairik gabe, klima-aldaketak gehiago behartuko gaitu etorkizunean erregai fosilen kontsumoa sakonki moteltzeko, petrolioaren agorpenak —eta beste erregai fosilenak— baino. Azken hogeituro urteotako IPCCren ebaluazio-txostenen segidak argi uzten du ezen, klima-aldaketa katastrofikoak saihesteko, funtsezkoa dela erregai fosilen kontsumoa sakonki murriztea XXI. mendean zehar. Munduan ezarri behar diren neurrien diagnostia gero eta argiagoa da, klima aztertzen duen zientzia-komunitatearen arabera. Adostasuna dago, adibidez, lurrazalaren batez besteko tenperaturak ezin duela 2 °C baino gehiago igo industriaurreko aroko mailaren gainetik. Gainera, kontuan hartu behar dugu XX. mendean zehar batez besteko tenperatura hori

0,74 °C igo zela, jada. Nazioarteko komunitate politikoak ere horrela onartzen du, eta horrela dago jasota, adibidez, COP15eko Kopenhageko akordioan<sup>4</sup>. Nazioarteko adierazpen horrek, askorentzat guztiz etsigarria izan arren, datozen hamarraldietan CO<sub>2</sub> isurketen murrizketa sakonak gertatu behar direla onartzen du, eta isurketen gailurra ahal bezain laster gertatu behar dela, nahiz eta beranduago gertatu garabidean dauden herrietan, herri garatuetan baino. Aldi berean, akordioak azpimarratzen du bidea ekitatean eta iraunkortasunean sendo oinarrituta egin behar dugula.

Zer ondorio dakar helburu horrek erregai fosilen kontsumoaren aldetik? Berotegi-efektuko gasen artean karbono dioxidoa da garrantzitsuena, berotegi-efektu antropogeniko osoaren % 60 sortuz<sup>5</sup>. Azterketa zientifiko egin berriek<sup>6</sup> diote CO<sub>2</sub>-aren kontzentrazioa atmosferan 350 ppm-tan egonkortu behar dugula, klima-aldaketa arriskutsu eta atzeraezina saihesteko. Herri garatuetan CO<sub>2</sub> isurketen urritzea lehenbailehen hastea dakar horrek, ezinbestez: *isurketen kontrakzioa*, alegia. Klima-aldaketaren kontrako borroka ekitatez jokatzuz egingo bada, berriz, isurketek —uzkurtzeaz gain— derrigorrez berdindu beharko dira planetan zehar *per capita* terminoetan, noizbait; hau da, *isurketen konbergentzia* gertatu beharko da planetako herrialde guztietan. Lan honetan suposatuko dugu konbergentzia hori 2050. urtean lortuko dela.

Etorkizuneko isurketa-bilakaera posibleak eta lotutako lurrazalaren batez besteko egonkortze-tenperaturak aztertzen dituzten eszenarioak IPCCren ikerketetan<sup>7</sup> daude jasota. Horien artean, industriaurreko tenperaturaren gainetik 2 eta 4 °C arteko aldearekin batera, atmosferako CO<sub>2</sub>-aren kontzentrazioa 350 eta 400 ppm artean egonkortzea ziurtatzen dituzten eszenario guztietan, CO<sub>2</sub> isurketak % 50 eta % 85 artean murrizten dira 2050ean, 2000ko isurketa-mailarekin konparatuta. Koherentziaz, egonkortze-maila zorrotzena eskatzen badugu, hau da, 350 ppm-koa, zentzuzkoa da suposatzea, hara heltzeko ere, CO<sub>2</sub> isurketen murrizketa zorrotzenak beharko direla: % 85, 2000. urtekoekin konparatuz gero.

Klima-aldaketaren aurkako borrokan CO<sub>2</sub> isurketen urritzeari *Kontrakzioa gehi konbergentzia* printzipioaren aplikazioaren emaitzak 1. taulan erakusten dira.

	Mundua	EAE	Nafarroa	Ipar EH	AEB	Txina
<b>2000 urtea</b>						
CO <sub>2</sub> isurketak (Mt CO <sub>2</sub> )	26 500	21,13	4,19	1,69	5 741,73	3 405,85
Populazioa (milioi pertsona)	6 155	2,13	0,6	0,27	288	1 267
Per capita CO <sub>2</sub> isurketak (t CO <sub>2</sub> /cap)	4,33	9,90	6,97	6,21	19,94	2,69
<b>2050erako proiektzioa</b>						
CO <sub>2</sub> isurketak (Mt CO <sub>2</sub> )	3 975	0,93	0,26	0,12	175	616
Populazioa (milioi pertsona)	9 150	2,13	0,6	0,27	404	1 417
Per capita CO <sub>2</sub> isurketak (t CO <sub>2</sub> /cap)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
<b>Murrizketa, guztira</b>	<b>% 85,0</b>	<b>% 95,6</b>	<b>% 93,8</b>	<b>% 93,0</b>	<b>% 96,9</b>	<b>% 81,9</b>
<b>Murrizketaren urteko erritmoa</b>	<b>% 3,7</b>	<b>% 6,1</b>	<b>% 5,4</b>	<b>% 5,2</b>	<b>% 6,7</b>	<b>% 3,4</b>

1. taula. Klima-aldaketaren aurkako borrokan CO<sub>2</sub> isurketen urritzeari

*Kontrakzioa gehi konbergentzia* printzipioaren aplikazioa. (Iturriak: Eusko Jaurlaritza, Nafarroako Gobernua, Nazio Batuetako Erakundea, GAINDEGIA; propio egina)

4 Kopenhageko akordioa, 2009ko abenduaren 18a, <[http://unfccc.int/files/meetings/cop\\_15/application/pdf/cop15\\_cph\\_auv.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/cop_15/application/pdf/cop15_cph_auv.pdf)>.

5 IPCCren azken ebaluazio-txostenak zehaztasunez biltzen ditu 2004. urteko isurketen datuak: <[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/figure-1-1.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/figure-1-1.html)>.

6 James Hansen, Makiko Sato, Pushker Kharecha, David Beerling, Robert Berner, Valerie Masson-Delmotte, Mark Pagani, Maureen Raymo, Dana L. Royer, James C. Zachos, "Target Atmospheric CO<sub>2</sub>: Where Should Humanity Aim?", *Open Atmos. Sci. J.* (2008), vol. 2, pp. 217-231, <<http://www.bentham-open.org/pages/content.php?TOASCJ/2008/00000002/00000001/217TOASCJ.SGM>>.

7 IPCCk ikertu dituen eszenarioak *Center for Global Environmental Research* erakundeak landutako datu-basean daude bilduta <<http://www.cger.nies.go.jp/scenario/index.html>>. Egun, datu-baseak 1 069 eszenario biltzen ditu, 318 iturri desberdinetatik.

Munduan 2050ean 9 150 milioi pertsona biziko direla suposatuta<sup>8</sup>, CO<sub>2</sub> isurketen % 85eko murrizketa batek, 2000. urteko mailarekin konparatuta, isurketak, pertsonako eta urteko, 0,43 t CO<sub>2</sub>-raino jaitea eskatuko luke. Horretarako, mundu mailan beharrezko urritzearen urteko erritmoa % 3,7 inguru litzateke. Euskal Autonomia Erkidegoan konbergentziaren printzipioak urritze zorrotzagoa eskatuko luke, % 95,6koa hain zuzen, edo urteko % 6,1eko urritzea, 2000. urtetik aurrera, 2050. urteraino. Nafarroan eta Ipar Euskal Herrian antzeko murrizketak beharko lirateke, ia % 94 2050. urteraino, edo % 5 baino gehiago, urteko. Portzentaje hauek zuzeneko erreferentzia bat dira eurak lortzeko behar den erregai fosilen kontsumoaren murrizketa kalkulatzeko aldera.

### **Mendekotasun energetiko larria Euskal Herrian**

Europar Batasunean (EB) agintariak oso kezkatuta dabilta, buruaskitasuna % 50 baino ez delako: gaur egun Europak kontsumitzen duen energiaren erdia kanpotik inportatu behar du EBk. Are larriagoa, testuingurua sakonki aldatu ezean buruaskitasuna 2030ean % 30era jaitsi daiteke.

Hala ere, Euskal Herrian energia-egoera askoz larriagoa. Buruaskitasun oso apala dugu Euskal Herrian: % 5,4 EAEn, % 14,9 Nafarroan eta % 2 inguru Ipar Euskal Herrian<sup>9</sup>. Euskal Herrian kasik ez dago erregai fosilen erauzketarik; horregatik, bertoko ekoizpen energetiko ia osoa jatorri berriztagarrikoa da: biomasakoa —nagusi EAEn eta garrantzitsua ere Nafarroa Garaian eta Iparraldean—, elektrizitate eolikoa —nagusi Nafarroa Garaian— eta elektrizitate hidroelektrikoa, hiru lurralde administratiboetan nahiko zabaldua. Dena den, emari berriztagarrien ustiapena oso apala da Euskal Herrian. Europar Batasunak, aurtengorako, berriztagarrien ekarpena nahaste primarioan % 12 izatea agintzen duen arren —eta 2020rako % 20—, orain, berriztagarrien ekarpena % 6 baino ez da Euskal Herrian —% 5 EAEn, % 13,3 Nafarroa Garaian eta % 2 baino gutxiago Ipar Euskal Herrian—. Gainera, kontuan hartuz gero ezen, ekoizpen horren erdia dakarren biomasaren zati garrantzitsu bat, EAeko biomasaren % 50 inguru, erabilera ez-energetikoa den paperaren ekoizpena bideratzen dela, emari berriztagarrien ekarpena are larriagoa da Euskal Herriko behar energetikoak asetze aldera.

Zoritxarrez, energia-egoera larri honi aurre egiteko, administrazioek gas naturalaren aldeko apustu sutsua egin dute, eta oso arriskutsua. Erregai fosilen artean gas naturala garbiagoa da —erre baino lehen ihesak gertatu ezean, noski, metanoaren berotegi efektua CO<sub>2</sub>-arena baino 25 aldiz indartsuagoa baita—, eta elektrizitatea sortzen duten ziklo konbinatuak efizienteagoak dira. Horrela, Nafarroako Foru Erkidegoan ziklo konbinatuen potentzia jada eolikoa baino handiagoa da, eta are gehiago handiagotu nahi dute, energia berriztagarrien aldeko balizko irudi publizitarioa ezbaian jarritz. Baina argi dago horrela arazoak ez direla konpontzen. Gas naturala ere erregai fosila da, eta momentuz horren agortze-arazoak petrolioarenak baino apalagoak izan arren, noizbait agertuko dira aurrean. Euskal gas naturalaren gailurra atzean utzi genuen orain dela ia hogeitun urte —gogoratu *Gaviota* hobien ustiapen oso bizkorra—. Eusko Jaurlaritzako helburuak betetz gero, laster gas naturalaren ekarpena energia-nahaste primarioan % 50 inguru litzateke —2008an % 44,2 izan zen—, baina horrelakorik ez dago OECDren barruan, eta munduan, bakarrik ekoizle handiak diren estatuek erakusten dituzte holako ehunekoak.

8 Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, World Population Prospects: The 2008 Revision, <<http://esa.un.org/unpp>>.

9 "Energia mendekotasun larria Euskal Herrian", Gorka Bueno, Gaindegia Txostena 2008: Adituen Análisisa, 2009, <[http://www.gaindegia.org/files/EnergiaMendekotasuna\\_GorkaBueno.pdf](http://www.gaindegia.org/files/EnergiaMendekotasuna_GorkaBueno.pdf)>.

Horregatik, Euskal Herrian emari berriztagarrien aldeko apustua itxurazkoa dela salatu behar da. Askotan, berriztagarritasuna, guztiz sostengaezinak diren ekonomia-jarduerak mozorrotzeko erabiltzen da, hala nola hondakinen kudeaketan —Euskal Herriko errauste planten isurketa-maila Espainiako sare elektrikoarena baino altuagoa da<sup>10</sup>—, edo biomasaren erabilera intentsiboa paperaren ekoizpenean, EBko helburuak betetzeko berriztagarritzat kontatzen duena. Sorkuntza elektriko berriztagarria —eolikoa, hidroelektrikoa, fotovoltaikoa— gehigarria da, hein handian, eta bigarren mailan daude erregai fosilek menderatzen duten sare elektriko zentralizatuan. Irizpide nagusia instalazio berriztagarrien diseinuetan eta kudeaketan etekin ekonomikoa maximizatzea da, eta aurrerago ikusiko dugunez, errentagarritasun ekonomikoa eta iraunkortasuna euren arten lehiatzen hasten direnean, bigarren kalterako da, kasu gehienetan.

Mendekotasun energetikoaz ari bagara, ezin dugu atal hau bukatu energia-arloko hainbat azpi-sektoreen kudeaketan gertatzen den erabateko dependentziari erreferentziarik egin gabe, bereziki sare elektrikoaren kudeaketa oso zentralizatuan, eta baita oliobide eta gasbideen sareen kudeaketetan ere.

### **Energia berriztagarriak zoragarriak dira, baina...**

Energia berriztagarriak zoragarriak dira, dudarik gabe. Energia-emari berriztagarri anitz ditugu eskuragarri Naturan, mota askotako ustiapenak ahalbidetzen dituztenak: eguzki-irradiazioa, haize-energia, energia hidraulikoa, geotermikoa, itsas energia, biomasa... Erregai fosilekin gertatzen denaren kontra, gainera, emari berriztagarriek osatzen duten energia-kateak motz-motzak dira kasu askotan —zelula fotovoltaikoek, adibidez, zuzen-zuzenean eraldatzen dituzte eguzki-irradiazioaren fotoiak, elektrizitate bihurtuz—. Fluxu berriztagarriak ustiatzen dituzten teknologia asko oso efizienteak dira. Nabarmena da teknologia fotovoltaikoaren kasua, elektrizitatea sortzeko ez konbustiorik ezta mugimendurik ere behar ez duena; eta elektrizitatea sortzen duten haize-sorgailuek eta ur-turbinek ere efizientzia oso altuak dituzte. Panel termikoen efizientzia, berriz, % 50 baino gehiago izan daiteke berokuntza eta ur beroa hornitzeko. Biomasak osatzen dituen energia-kate osoen efizientziak normalean askoz apalagoak dira, kateen lehenengo mailetan beti dagoen fotosintesiaren efizientzia apalak baldintzatuta. Baina ez dezagun ahaztu gauza bera gertatzen dela jatorri fosileko energia-baliabideekin; horien kasuetan erregaia lur azpitik ateratzen dugunez, maiz ahazten baitugu Naturak zenbat denbora behar izan duen energia-zenbateko izugarri horiek lurpean metatzeko, efizientzia apal-apaleko prozesu geofisikoak erabiliz.

Gainera, energia-emari berriztagarriak —eguzki-irradiazioa, haizea, itsas lasterrak eta mareak, fluxu geotermikoa— doakoak dira eta jende xeheak eskura ditu, erraz. Zoritxarrez, berriztagarriek ere badauzkate *alde ilun* batzuk. Hasteko, emariak berak bai, baina eurek ustiatzen dituzten teknologiak ez dira doakoak, baizik eta nahiko garestiak askotan; bai ekonomikoki, eta baita —bereziki— energetikoki ere, hau da: gailu energetikoek —adibidez zelula fotovoltaikoek— oso efizienteki eraldatzen dute eguzki-irradiazioa, baina horretarako lehenago energia zenbateko garrantzitsuak inbertitu behar izan dira —kontsumitu— haien fabrikazioan, geroago euren bizitzan zehar hainbat aldiz bueltatuko dutena.

Hala ere, energia berriztagarrien garapen zabalera oztoporik handiena da ezen, garapen horrek, berez eta ezinbestez, energia kontsumitu eta ekoizteko beste paradigma oso bat eskatzen duela. Natura ezin dugu kontrolatu. Gauean ez dago eguzkirik, eta egun batzuetan haizea ez dabil. Naturaren energia-emariak

<sup>10</sup> "Errauste planten egia lurruntuak", Gorka Bueno, Berria, 2010eko maiatzeko 15a, <[http://paperekoa.berria.info/iritzia/2010-05-15/004/005/errauste\\_planten\\_egia\\_lurruntuak.htm](http://paperekoa.berria.info/iritzia/2010-05-15/004/005/errauste_planten_egia_lurruntuak.htm)>.

agortezinak dira, baina aldi berean mugatuak edozein unetan; eta nekez metatzen dira. Eta ez dezagun ahaztu emari berriztagarrien ustiapen askok ere inpaktuak dakartzatela —beste era batekoak, baina kontuan hartu beharrekoak—, bereziki eskala handikoak baldin badira. Energia berriztagarriak zoragarriak dira, bai, baina... ez dute miraririk egiten.

Energia berriztagarrien alde onak eta ez hain onak buruan, energia nahikoa al dugu eskuragarri munduan pertsona guztiontzat bizimodu duinak iraunkorki ziurtatzeko? Galdera mamitsu horri erantzuten saiatzeko, lehenengo ikusiko dugu zein izan daitekeen energia fosilen eta berriztagarrien hornikuntza iraunkorra etorkizunean; gero egiaztatuko dugu ea kontsumo maila hori nahikoa izan daitekeen ongizate maila eta bizimodu duinak bermatzeko; bukatzeko, hausnarketa horietatik ondorio batzuk aterako ditugu, gizartea zertan aldatu eta nola antolatu behar dugun zehazteko.

### **Ase daiteke iraunkorki zibilizazioaren energia-beharra 2050. urtean, 9 150 000 000 pertsonako planeta batean?**

Etorkizunean gero eta erregai fosil gutxiago kontsumitu behar dugu, bereziki herrialde garatuetan; 2050. urtean, orain baino askoz gutxiago. Baina horrek ez du esan nahi fosilen kontsumoa, egun batetik bestera, guztiz ezabatu behar denik. Gakoa da kontsumo fosil hori iraunkor bihurtzea. Kontraesankorra badirudi ere, iraunkortasuna erregai fosilen arloan ere posible da. Izan ere, fosilen kontsumo iraunkorrak honako elementu hauek eskatzen ditu:

1. erregai fosilen kontsumoa murriztuz joan beharko da denboran zehar, deplezioaren tasa baino handiagoa den tasa batekin —deplezioaren tasa 3. irudian adierazten den % 2 hori liteke—;
2. kontsumoak ingurumenera sartutako substantziak —CO<sub>2</sub> isurketak— minimizatzea, eta biosferako funtzioei eragin gabe uztea —klima-aldaketa larri eta arriskutsua saihesteko modukoa, alegia—;
3. fosilen kontsumoa etorkizunean urrituko denez, energia-horniketa fosil hori nagusiki bera ordezkatu beharko duten alternatiba berriztagarriak martxan jartzera bideratzea.

Gorago erakutsi denez, etorkizunean klima-aldaketari aurre egiteko beharrak energia fosilen agorpenak baino muga estuagoak jartzen dizkio fosilen kontsumoari. Gure balioespenen arabera, 2050. urteko CO<sub>2</sub> isurketa-maila % 85ean murriztu behar da munduan, atmosferako CO<sub>2</sub>-aren egonkortze-kontzentrazioa 350 ppm izango bada. Biztanleko eta urteko 0,43 t CO<sub>2</sub> isurtzea dakar horrek; ez gehiago, baina ezta gutxiago ere. Erregaien arteko banaketa parekatu bat suposatuta —ikatz % 33, petrolio % 33, gas naturala % 33—, isurketa maila horrek 5,63 GJ/cap-ko energia kontsumoa ahalbidetzen du, edo 51,5 EJ, 2050ean planetan 9 mila milioi pertsona baino gehiago bizi izango direla suposatuz.

Beste alde batetik, benetan kontu irristagarria eta labainkorra den emari berriztagarrien potentzialtasunaren balioespena egin behar dugu. Azken hamarkadetan balioespen anitz egin dituzte ikerketa-talde eta estatu-mailako eta nazioarteko erakunde ugariak. Lan honetan Alemaniako *German Advisory Council on Global Change* (WBGU) delako erakundearen txosten bat<sup>11</sup> hartuko dugu erreferentziatzat. Lan horretan, WBGUK, emari berriztagarrien potentzialtasun arrazoitua emateaz gain, beste txosten eta azterketa askotan egiten ez

<sup>11</sup> WBGU, 2004: German Advisory Council on Global Change. *World in Transition, Volume Three: Towards Sustainable Energy Systems* 3. Londres: Earthscan, 2004, 43-95 orr.



dena burutzen du, hau da, energia-emari berriztagarri bakoitzaren ahaltasuna zehazterakoan, hainbat potentzialtasun-mota desberdintzen ditu: potentzialtasun teorikoa, konbertsiokoa, teknologikoa, ekonomikoa eta iraunkorra, argi baitago —oso garbi izan behar dugu buruan— gauza oso desberdinak direla Lur planetak urtean zehar eguzkitik jasotzen duen energia zenbatekoa —potentzial teorikoa—, fotoiak elektrizitate bihurtzeko muga termodinamikoek ahalbidetzen duten zenbatekoa —konbertsioko potentzialtasuna—, garatuta dauden teknologiek eskuragarri jartzen diguten zenbatekoa —beti muga termodinamikoek agintzen dutenaren azpitik—, zentzuzko kostu ekonomikoek ahalbidetzen dutena —potentzialtasun ekonomikoa—, eta iraunkortasun-irizpide zorrotzak aplikatuz geratzen zaigun potentzialtasuna —argi dago, adibidez, lurraldearen okupazioan mugak jarri behar dizkiegula energia-arloko instalazio guztiei, nahiz eta berriztagarriak izan: urtegiak, haize-parkeak, laborantza energetikoak eta abar—. Potentzialtasun moten segida honetan ahaltasun iraunkorra da baxuena eta kontuan hartu beharrekoa. Emari berriztagarriei WBGUK balioesten dizkien potentzialtasunak 2. taulan biltzen dira.

### Energia-eskaintza 2050. urtean

#### Erregai fosilak

Per capita CO <sub>2</sub> isurketak (2000. urteko isurketa-mailarekiko % 85eko murrizketa, CO <sub>2</sub> egonkortze-kontzentrazioa 350 ppm)	0,43 t CO <sub>2</sub> /cap
Per capita energia-kontsumoa (ikatz % 33, petrolio % 33, gasa % 33 suposatuz)	5,63 GJ/cap
Erregai fosilen kontsumoa mundu mailan	51,5 EJ

#### Berriztagarriak\* (potentzialtasun iraunkorra)

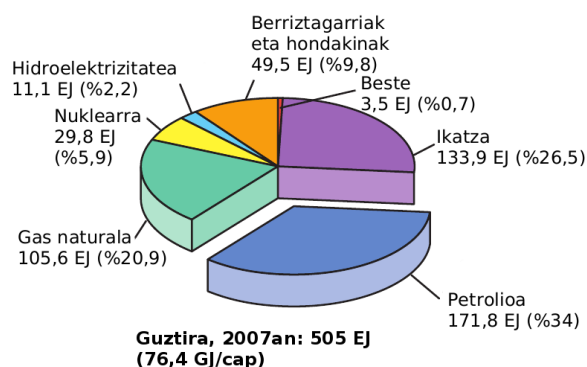
Hidroelektrizitatea	12 EJ
Elektrizitate termoelektiko eta fotovoltaikoa	288 EJ
Elektrizitate eolikoa	135 EJ
Energia eguzki-termikoa	43 EJ
Energia geotermikoa	22 EJ
Biomasa	105 EJ
Beste batzuk (itsas energia...)	15 EJ

<b>Guztira</b>	<b>671,5 EJ</b>
	<b>73,4 GJ/cap</b>

(\*) WBGU, 2004: German Advisory Council on Global Change.  
*World in Transition, Volume Three: Towards Sustainable Energy  
Systems 3*. Londres: Earthscan, 2004, 43-95 orr.

### 2. taula. Energia-eskaintza iraunkorra 2050. urtean.

Iraunkortasun-irizpide zehatzak kontuan hartuz, posible liteke 2050. urtean gizateriari eskuragarri 671,5 EJ jartzea, giza kontsumorako, edo 73,4 GJ/cap *per capita* terminoetan adierazita, 9 150 milioi pertsonako planeta batean. Erreferentzia moduan, IEAren arabera, 2007an 505 EJ kontsumitu ziren munduan (4. irudia), 76,4 GJ/cap urteko, nagusiki erregai fosilak (% 81,4).



#### 4. irudia. Munduko energia-ekoizpen primarioa 2007an. (Iturria: IEA, 2009)

Datu hauen azterketa arretatsuak elementu mamitsu eta garrantzitsu zehaztea ahalbidetzen du, etorkizuneko energia-sektorea eta hornikuntza nolakoak izan daitezkeen zehazte aldera, mundua bere osoan kontuan hartuta.

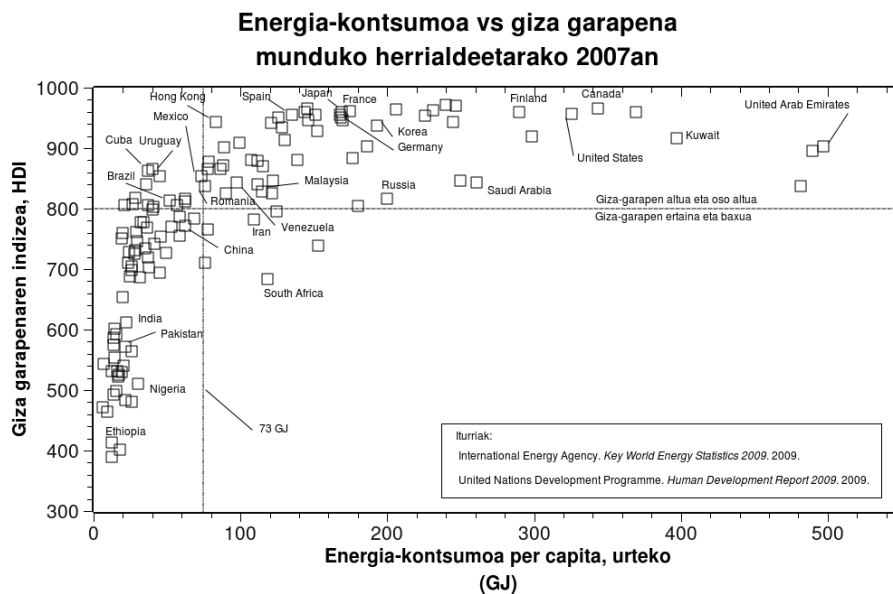
2050ean erregai fosilek egungo kontsumo primarioaren hamarren bat horni lezakete. Ez da batere gutxi, ondo erabiliz gero. Sorkuntza hidroelektrikoa, berriz, ez litzateke askoz gehiago garatuko, dagoeneko garapen-maila oso altua baita. Bestetik, WBGUri kasu eginez gero, argi dago etorkizuneko energia eguzkikoa izango dela, energia termikoa hornitzeko (43 EJ) eta bereziki elektrizitatea sortzeko: guztira 423 EJ munduan, eta egungo kontsumo fosila baino gehiago (411 EJ). Eszenario horretan jatorri berriztagarriko elektrizitatea litzateke energia-bektore nagusia. Azpimarratzekoa da, ere bai, biomasaren balizko potentzialtasun iraunkor itzela, 105 EJ, gas naturalaren egungo kontsumoa bezainbeste. Zenbateko hori, urtean, biosferak fotosintesiaren bidez atzematen duen energia kopuruaren hamarren bat baino gutxiago da (1 700 EJ; biomasaren potentzial teorikoa, eta guztiz eskuraezina), baina aldi berean urteko giza elikaduraren eduki energetikoa baino askoz handiagoa (20 EJ).

Egiaztatu daitekeenez, energia atomikorako ez dago lekurik gure eszenario iraunkorrean. Izan ere, gaur egungo energia-nahastean energia atomikoaren ekarpena orain dela 40 urte gaurko aldarrikatzen zutena baino askoz apalagoa da —“*too cheap to meter*” izango zela esaten zuten, eta planetako basamortu guztiak lore-baratze bihurtzea erraztuko omen zuten energia atomikoak—. Fisiozko energiak huts egin du, eta arrazoi asko daude haren ekarpena etorkizuneko eszenarioetan oso eskasa izango dela espero izateko. Zentral nuklearrek jatorri minerala duen erregaia behar dute, eta ondorioz, erregai horrek fosilen agortze-arazo berdinak izango ditu, etorkizunean. Zentzu horretan, jada, erregai fosilekin pareagarria da energia nuklearra. Beste alde batetik, istripu oso larriak gertatzeko arriskua saihestezina da instalazio hauetan, eta arma nuklearren ugaritze-arriskua biderkatzen dute, erregaia eta hondakin nuklearrak arma nuklearren fabrikazioaren lehengai baitira. Gainera, hondakinen arazoa larri-larria eta konponezina da: Garoña bezalako zentral txiki batek gizateria osoa kutsatzeko adina aktibitate altuko hondakinak sortzen ditu urte gutxitan —miligramo bat plutonio nahikoa da pertsona bat pozoitzeko—. Bukatzeko, aldekoek esaten dutenaren kontra, bizitza-ziklo osoa kontuan harturik elektrizitate nuklearra oso garestia da, eta horregatik

izan da, beti, diru-laguntza handienak jaso dutenatariko bat.

### Duintasunez bizi daiteke 73 GJ/cap-ko kontsumo-maila batekin?

Landutako eszenario iraunkorrek nahikoa energia izango al luke eskuragarri planetako pertsona guztientzat ongizate maila duina ziurtatzeko? Galdera mamitsu horri erantzuteko, lehenengo eta behin ongizate maila duina zer den zehaztu beharko genuke. Erronka hori hutsala ez denez bide laburrago bat ibiliko dugu, gaur egungo energia-kontsumoak eta giza garapenaren indizeak konparatuz, urtean 73 GJ-ko energia-kontsumoak ziurta dezakeen ongizateaz jabetzeko.



5. irudia. Energia-kontsumoa vs giza garapena munduko herrialdeetarako, 2007an.

(Iturriak: IEA eta UNDP, 2009, propio egina)

Aurreko grafikoan (5. irudia), munduko herrialdeetarako energia-kontsumoen (IEA, abszisa-ardatzean) eta giza garapenaren indizeen (Nazio Batuetako Garapen Programa, UNDP, ordenatu-ardatzean) 2007ko datuak erakusten dira, 73 GJ/cap adierazten duen lerro bertikalarekin eta giza-garapen altu eta oso altua alde batetik, eta ertain eta baxua bestetik, banatzen dituen 800 unitateko HDI indizearen lerro horizontalarekin batera. Azken bi lerro horiek irudia lau eremutan banatzen dute, eta eskumako behekoa (energia-kontsumo altua eta giza garapen baxua) ia hutsik dago. Ezkerreko goikoan ere herrialde gutxi agertzen dira (kontsumo baxua eta garapen altua), eta herrialde gehienak beste bi eremuetan pilatzen dira: garatuenak kontsumo eta garapen altukoan, eta garabidean daudenak kontsumo eta garapen baxukoan. Grafikoa ikusita, badirudi gaur, gutxieneko garapen-maila bat lortzeko, guztiz beharrezkoa dela gutxieneko energia-kontsumo maila bat ziurtatuta edukitzea; eta pertsonako eta urteko gutxieneko maila hori ez da 73 GJ-tik oso urruti ibiliko. Hala ere, gure ustez, 5. irudiak argi erakusten du herrialde barruko batez besteko energia-kontsumoak ezin direla erreferentzia absolututzat hartu, beste materialismo zakar bat sortuz eta erabiliz, gizartearen garapen-maila balioesterakoan. Herrialde garatuen artean —irudiaren eskumako goiko

eremuan— dispertsio handiak daude energia-kontsumoan, eta horrela, badirudi behin gutxieneko kontsumo-maila bat ziurtatuta dagoenean, askoz gehiago kontsumitzeak ez dakarrela, berez, giza garapena nabarmen hobetzea. Aldi berean, garabidean dauden herrialdeen artean, giza garapen indizeetan dispertsio handiegiak daude, horiek bakarrik sustrai energetikoa dutela suposatzen. Gutxieneko energia-kontsumo bat beharrezkoa da garapena bermatzeko, baina ez nahikoa. Ezbairik gabe, falta zaizkigun elementu gehigarri asko gizarte antolatzen erarekin eta gizartearen beste ezaugarri funtsezko batzuekin lotuta egongo dira —hala nola herrialdea gerra-egoeran dagoen ala ez, hondamendiak jaso dituen, klima nolakoa den, eta abar—. Gainera, gizarte-antolakuntzak guztiz baldintzatzen du eskuragarri dagoen energia nola bideratzen den gizarte barruan, jendearen ongizatea hobetzeko. Horretarako, funtsezkoak izango dira gizarte barruko ekitatea bermatzen duten mekanismoak: demokrazia parte-hartzailea, fiskalitate aurrerakoa, ongizate-gizarteko zerbitzu publiko minimoak eskuragarri izatea, eta abar.

Atal hau bukatzeko, ezinbesteko erreferentzia egin behar dugu 5. irudiaren ezkerreko goiko eremuan kokatuta dauden herrialdeez, horiek baitira, ziur aski, etorkizuneko eszenario iraunkor batean aurki genezakeen energia-kontsumoaren erreferentziarik zuzenena: Kuba, Uruguai, Brasil, Errumania, Mexiko, Hong Kong... Kontsumo-maila horiek, bestalde, ez dira batere ezezagunak herrialde garatuetan. Italian eta Japonian, adibidez, XX. mendeko 60ko hamarkadan kontsumo-maila 70 MJ zen, Espainian 1975era arte gainditu ez zena<sup>12</sup>. Gainera, azken hamarraldietako hobekuntza teknologikoen, emari berriztagarrien energia-kate askoz motzagoekin batera, energia gehiago jarri beharko ligukete eskuragarri azkeneko kontsumoan 2050.ean, orduko energia primarioa orain dela 40 urteko berbera izanik.

Hala ere, iraunkortasunera heltzeko bidea ez da batere erraza izango. Hurrengo atalean, eszenario energetiko berri horretarako trantsizioaren hainbat elementu aztertuko ditugu.

### **Eszenario energetiko berri baterako elementu batzuk. Erronkak eta bidegurutzak**

Datu hauek guztiak ikusita, badirudi baietz, ase daitekeela zibilizazioaren energia-beharra 2050. urtean, bederatzi mila milioi pertsonako planeta batean, nagusiki emari berriztagarriak iraunkorki erabiliz, baita erregai fosilak maila askoz apalago batean ere, betiere klima-aldaketa larria saihestuko lukeen modu batez. Hala ere, horrek ez du batere esan nahi eszenario desiratu hori lortzea erraza izango denik. Guztiz kontrakoa, gizateriak aurrean duen eszenario berri horretarako trantsizioa luzea, zaila eta erronkaz bete izango da; gainera, bidean bidegurutze ugari topatuko ditugu, zeinetan irtenbide iraunkorrerantz abiatzeko nondik jo beharko dugun jakitea zail samar izan baitaiteke, aurrerago ikusiko dugunez.

Hasteko, argi geratu behar da 40 urtean energia-sektorea goitik behera eraldatu beharko dugula. Gizarteak, nagusiki, emari berriztagarriak ustiatzen dituzten teknologietan oinarritu beharko da. Azken hamarraldietan gauza asko aldatu dira arlo teknologikoan —medikuntzan, garraioan, elektronikan...—, eta hala ere, ziur aski, aldaketa-erritmo hori ez da nahikoa izango behar duguna lortzeko: arlo teknologikoan, inbertsioak bideratzen dituen arlo ekonomikoan, eta abar. Baina larriena, segurutik, hauxe da: eraldaketaren ondorioz, batez besteko kontsumoa gaur egungoaren antzeko mailan geratuko litzateke; eszenario iraunkor batean hainbat arlotan —CO<sub>2</sub> isurketak, energia-kontsumoak— nolabaiteko konbergentzia bat gertatu behar delako munduan —ez ahaztu pertsonak garela iraunkortasuna neurtu eta balioesteko erreferentzia nagusia:

<sup>12</sup> BP Statistical Review of World Energy 2010 <<http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>> eta UNDP <<http://esa.un.org/unpp/>>.

etorkizuneko belaunaldiak, hain zuzen ere—. European kontsumo-maila erdira jaitsi beharko litzateke, eta AEBetan laurden batera. Horretarako, gutxien eta gehien kontsumitzen dutenen arteko aldea gutxitu behar da; bai munduan zehar, baita herrialde guztien barruan ere, batez besteko kontsumoak benetako erreferentzia izan daitezela. Eta testuinguru horretan hazkunde jarraitu eta amaiezina ezinezkoa da. Tim Jacksonen hitzak erabiliz, premiazko beharra dago etengabeko hazkundearen ekonomia analfabetoa konpontzeko.

Honaino, mundu-ikuspegi bat erabili dugu arazoari heltzeko, baina Euskal Herriko egoerak ñabardura garrantzitsu batzuk eskatzen ditu. Sozialki eta teknologikoki oso garatua den Europako bihotzean egonik, konparatiboki planetako beste leku askotan baino askoz hobeto gaude hemen. Hala ere, etorkizunari begira, elementu garrantzitsu batek sakonki okertzen du gure egoera. Berriztagarrien potentzialtasuna, *per capita* terminoetan neurtuta, baxuagoa da Euskal Herrian —% 30 gutxiago, agian?<sup>13</sup>— munduko batezbestekoeekin konparatuta. Jende asko biltzen duen eremu txiki eta mugatua da Euskal Herria, biztanle-dentsitate oso altukoa. Egoera hori guztiz eramangarria da erregai fosilen hornikuntza egonkor eta nahikoa ziurta daitekeenean, baina paradigma berriztagarri berri batean kontuak oso bestelakoak dira. Euskal Herriko orografia menditsuak haize-parkeak bakarrik mendi-tontorretan eta Arabako eta Nafarroa Garaiko lautadetan jartzera behartzen gaitu; Kantauri itsasoaren plataforma kontinental oso mugatuak bideraezin egiten du itsas parke eolikoak aukera; zero oskarbiko egunen zenbateko oso mugatua, urtean zehar, ez da nahikoa sorkuntza termoelektrikoa bideragarri egiteko, hemen. Etorkizuneko sorkuntza berriztagarria Euskal Herrian, eolikoaz gain, alde batetik kontzentrazioari behar ez duen eguzki-energia izango da, panel termikoek hornitzen duten beroa, eta bereziki sistema fotovoltaikeen elektrizitatea. Sistema termikoek eta fotovoltaikeek efizientzia oso altua eta eraikinetan integratzeko gaitasun handia dutenez, eguzki-energiak garatzeko bide oso luzea du Euskal Herrian. Beste alde batetik, biomasak ere garatzeko potentzial itzela du, eta etorkizunean —aitzinean bezala, ziur aski, baina teknologia oso garatuak erabiliz— funtsezko eginkizunak beteko ditu gizartean.

Emari berriztagarrien ustiapen masiboak beste paradigma bat eskatzen du energia-kontsumo eta sorkuntzarako. Kontsumo-mailek askoz apalagoak izan beharko dute, eta energia-nahastea askoz anitzagoa izango da. Horri dagokionez, elektrizitate berriztagarria oso garrantzitsua izango da etorkizunean. 2. taulan erakutsi denez, emari berriztagarrien potentzialtasunaren balioespenek sorkuntza elektrikoaren garapen indartsua aurreikusten dute. Kontuan hartuta elektrizitatea beste energia-bektore bihurtzeak —hidrogeno, adibidez— energia galera garrantzitsuak dakartzala —arazo teknologiko garrantzitsu batzuk alde batera utzita, gainera—, askoz zentzuzkoagoa da elektrizitatea ahalik eta erarik zuzenenean erabiltzen saiatzea, energia-kateetan eraldaketa gehiago sartu gabe. Elektrizitatearen nagusitasunak garraioaren elektrifikazioa behartuko du, baina ez du ematen hori posible izango denik egungo mugikortasun-mailari uko egin gabe. Beste alde batetik, berriztagarrien paradigma energetikoan Naturak agintzen du, eta Naturaren erritmoei egokitu behar diogu. Etorkizunean Naturaren mendean egongo gara —berriro, baldin eta norbaitek pentsatu bazuen inoiz Naturatik askatzea lortu genuela—.

Iraultzarik espero al daiteke energia-arloan, berrikuntza teknologikoen aldetik? Zoritzarrez, azken hamarraldietan zerrenda luzeegi bat osatu da, oparotasun energetikoa emango liguketan sasi-irtenbide

---

13 2030. urtera arte berriztagarrien garapenaz Euskal Herrian ikus 2009an UEUko *Kimika, energia eta jasangarritasuna* ikastaroan aurkeztutako lana, "Euskal Herri iraunkorra 2030ean", <[http://www.unibertsitatea.net/otarrea/zientziak/kimika/euskal-herri-iraunkorra-2030ean/at\\_download/file](http://www.unibertsitatea.net/otarrea/zientziak/kimika/euskal-herri-iraunkorra-2030ean/at_download/file)>.

teknologikoekin: gorago aipatutako fisiozko energia nuklearraren kasua, fusiozkoa ere —hotz eta bero bertsioetan—, hidrogenoaren ekonomia<sup>14</sup>, metanozko hidratoak<sup>15</sup> —eta zergatik ez Jupiterren metanoa?—... Irtenbide magikoen azken belaunaldia, berriz, oso lotuta dago emari berriztagarriekin eta klima-aldaketaren kontrako borrokarekin: eguzki-tximiniak<sup>16</sup>, estratosferan kokatutako sistema fotovoltaiko erraldoiak<sup>17</sup>, geoingeniaritza<sup>18</sup>, edota karbonoaren atzemaite eta bilketaren (*Carbon Capture and Storage*, CCS) erabilera masiboa CO<sub>2</sub> isurketen moteltze-estrategia moduan<sup>19</sup>.

Gizateria osorako, betiko, oparotasun energetikoa bermatuko lukeen “energia-iraultza” magikorik ez da gertatu azken ehun urteetan, eta dugu espero behar. Hala eta guztiz ere, norbaitek eszenario berria teknologikoki aspergarria izango dela pentsatzen badu, erabat oker dago. Emari berriztagarrien ustiapen zabal eta intentsibo batek eskala itzeleko erronka teknologiko asko dakartza. Sare elektrikoaren kudeaketa berez oso aldakorrak eta, hein handi batean, aurreikusgaitzak diren emariei egokitu beharko zaizkio; horrekin batera, elektrizitatea eskala handiz biltzeko teknologiak eta estrategiak landu beharko dira, oraindik garatzeke daudenak. Gorago esan dugunez, inpaktuak garraio-sektorean izugarriak izango dira, eta mugikortasuna sakonki murrizteaz gain, garraio-azpiegiturak goitik behera eraberritu beharko dira; nekazaritzan ere lan itzela burutu beharko da, sektorea erregai fosilen kontsumoan intentsiboki oinarritzen baita —nekazal-komunitateen eta permakulturaren jakintza, eta aspaldian ia klandestinitatean lan egiten duten hainbat ikertzaile heterodoxoren lana, funtsezkoa izango da horretarako—; inpaktuen eta iraunkortasunaren balioespen egokiak ere ezinbestekoak dira, eta bide horretatik oraindik hasi baino ez dugu egin —bihurgunez betetako bidezidor malkartsua, gainera, biomasa eta bioerregaien inguruko eztabaidak erakusten digunez—.

Bestalde, bidegurutze batzuk —eta ez nolana hikoak— ditugu aurrean. Bultzatuta gaude energia-arloan sakonera handiko erabakiak hartzera, berehala; baina energia-sektoreko azpiegiturak ezin dira egun batetik bestera eraberritu, eta hori behin eginda, azpiegitura horiek hamarraldi askotarako baldintzatuko dute testuinguru energetikoa. Arin jokatu behar dugu, baina aldi berean diseinu egokiak aukeratuz, eta ondo asmatzea pentsa daitekeena baino zailagoa da. Puntu hori hobeto azaltzeko, erreferentziakoak izan daitezkeen bi adibideetara joko dugu.

Eskala handiko ala txikiko irtenbideak eraiki behar ditugu? Irtenbide globalak ala lokalak hobetsi behar ditugu? Iraunkortasunaren aldetik argi dago eskala txikiko irtenbide lokalak hobestekoak direla, hori baita bizitza-zikloak modu errazenean ixteko eta inpaktuak era egokian neurtu eta kontrolatzeko biderik seguruena. Bidegurutze horretan dago, adibidez, etorkizuneko sare elektrikoaren diseinuaren inguruko eztabaida. Oso aldakorrak diren sorkuntza eoliko eta fotovoltaikoaren ekarpenak sare elektrikoaren barruan era egokian kudeatzea oztopo serioa izango denez, sare-topologia eta kudeaketa-sistema askoz konplexuagoak garatzen ari dira. Izan ere, hori izan da bidea Europan azken hamarkadan, Danimarkan, Alemanian eta Espainian haize-parke ugari sarean konektatzen joan diren heinean. Berriki, Greenpeace International erakundeak eta Europako Energia Berriztagarrien Kontseiluak (*European Renewable Energy Council*, EREC) beste pausu bat ematea proposatu dute, Europan 2050ean bakarrik sorkuntza

14 *Energia urriko mundu baterako gida*, Gorka Bueno, 6. kapituluak: ENERGIA BEKTOREAREN ARAZOA. Hidrogenoaren teknologia, Manu Robles Arangiz Institutua Fundazioa, 2008.

15 <[http://en.wikipedia.org/wiki/Methane\\_clathrate](http://en.wikipedia.org/wiki/Methane_clathrate)>.

16 <[http://www.enviromission.com.au/EVM/content/media\\_animations.html](http://www.enviromission.com.au/EVM/content/media_animations.html)>.

17 <[http://en.wikipedia.org/wiki/Space-based\\_solar\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Space-based_solar_power)>.

18 “Climate Control”, William B. Gail, IEEE Spectrum, 2007ko maiatza <<http://spectrum.ieee.org/energy/environment/climate-control/0>>.

19 *Carbon Dioxide Capture and Storage*, IPCC, 2005, <[http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs\\_wholereport.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_wholereport.pdf)>.

berriztagarrietan oinarrituko den sare elektrikoa diseinatu eta eraikitze aldera. Txosten baten bidez<sup>20</sup>, erakunde horiek Europako supersare adimenduna eraikitzea proposatu dute. Supersare horretan Europako herrialdeetako sare elektriko guztiak interkonektatuta leudeke sorkuntza berriztagarrien aldakortasuna orekatu eta konpentsatzeko. Topologia horretan, bizkarrezurra oraindik existitzen ez den tentsio jarraitu oso altuko sare bat litzateke, guztiz beharrezkoa Europako hirigune nagusiak sorkuntza berriztagarriko bi gunerik garrantzitsuenekin konektatzeko: Ipar Itsasoko haize-parke handiak alde batetik, eta Ipar Afrikako basamortuan eraikiko liratekeen planta termoelektriko erraldoiak bestetik. Balizko supersare adimendun horren tamaina ikusita, zalantzak sor daitezke haren iraunkortasunaren inguruan. Diseinu horrek handituko al luke klima-aldaketari eta fosilen agorpenari aurre egiteko behar den gizartearen malgutasuna<sup>21</sup>? Euskal Herriko mendekotasun larria jaitsiko luke? Baina beste alde batetik, Euskal Herriko potentzialtasun berriztagarria ikusirik, posible al da hemen sare elektriko isolatu bat eraikitzea?

Galdera mamitsuak dira, ez bairik gabe, eskala egokiaren inguruan hausnartzera eramaten gaituztenak<sup>22</sup>. Eskala egokiarena funtsezko galdera bat da iraunkortasunari dagokionez, eta segurki erantzun ezberdinekoa arloaren eta aplikazioaren arabera. Biomazaren ustiapenean, adibidez, eskala oso txikiek bakarrik ziurtatzen dute iraunkortasun desiratua. Horren adibide ezin hobea da Euskal Herrian berriki garatzen ari diren bi proiekturen erkaketa: Ultzamako eta Errigoitiko biomasa-zentralak.

Ultzaman (Nafarroa Garaia) Udalak egur-ezpalak eta pelletak erreko dituen zentral termiko bat jarri du martxan berriki<sup>23</sup>. Zentralak berokuntza eta ur beroa hornituko ditu herriko hainbat erakinetan, eta gasolioaren kontsumoa urritzeaz gain, arindua hartuko dute inguruko basoek, hango hondakinekin elikatuko baitute zentrala. Herriaren onespina jaso omen du proiektuak Ultzaman; baina Euskal Herriko beste puntan justu kontrakoa ari da gertatzen. Errigoitin (Bizkaia) herria sutan dago<sup>24</sup>, zerekin eta askok Ultzamakoa bezalakoa dela pentsatuko duten beste proiektu batekin. Errigoitiko poligono batean biomazak elikatutako zentral termiko bat eraiki nahi dute, elektrizitatea sortzeko<sup>25</sup>. Bi proiektu horien ezaugarri energetiko nagusiak 3. taulan laburbildu ditugu.

Biomasa erretzen duen zentral termiko batek isurtzen duen CO<sub>2</sub>-a neutroa izan daiteke, hau da, ez dauka berotegi-efektu netorik<sup>26</sup>. Jatorri fosila duten CO<sub>2</sub> isurketak ez dira inoiz neutroak; biomazakoak, ordea, neutroak izan daitezke, baina horretarako ezinbestekoa da biomazaren kudeaketa iraunkorra —zuhaitz eta

20 Greenpeace International/Europako Energia Berriztagarrien Kontseilua (EREC), [r]enovables 24/7 LA INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA SALVAR EL CLIMA, 2009ko azaroa, <<http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/100204.pdf>>.

21 Permaculturaren eta iraunkortasunaren erabilien ingelesezko *resilience* terminoa euskaratzeko *malgutasun* erabili dugu, batzuk *erresilientzia/resiliencia* terminoak erabili arren.

22 Txikia ederra da, baina txikiena ere ez da beti egokiena, adibidez sektore elektrikoan. Fritz Schumacherren *Small is Beautiful. Economics as if People Mattered* liburu famatuaren jatorrizko tituluak, adibidez, erdi mailako tamaina aldarrikatzen omen zuen: *A Guide to Intermediate Technology*; editorearen gomendioz, baina, geroago eslogan arrakastatsu bihurtuko zenera aldatu zuen titulu hori.

23 "Basoa energi iturri. Gasolioaren ordez egur ezpalak", Onintza Irureta, ARGIA 2010eko ekainaren 6a <<http://www.argia.com/argia-astekaria/2233/basoa-energi-iturri?pdf>>.

24 Errigoitin eta Arrietan PLATAFORMA ERRIGOITI-ARRIETA GARBI sortu dute, proiektuari aurre egiteko <<http://www.poligonomalluki.blogspot.com/>>.

25 2010eko udan zabalik dago epea proiektua eta berak ingurumenean duen eragina ebaluatzeko azterlana jendaurrean aztertzeko. Informazioa eskuragarri dago Ingurumen, Lurralde Plangintza, Nekazaritza eta Arrantza Saileko webgunean <[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4532/eu/contenidos/noticia/bioforest/eu\\_ip/inicio.html](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4532/eu/contenidos/noticia/bioforest/eu_ip/inicio.html)>.

26 Karbono, Naturan, ziklo oso zabal batean ari da zirkulatzen etenik gabe. Ziklo horretan landareen fotosintesia funtsezkoa da, zikloaren motorra, hain zuzen. Landareek atmosferaren CO<sub>2</sub>-a xurgatzen dute, biomazaren landare-ehunak sortzeko. Materia hori gero deskonposatzen da, beste izaki bizidunok jaten dugu, suteetan erre egiten da, eta abar. Horrela karbonoa berriro atmosferara itzultzen da, CO<sub>2</sub> moduan, adibidez gure amasaren bidez. Ziklo horrek karbonoaren izugarritzko zenbatekoak mugitzen ditu, baina nolabait ziklo itxi bat denez, atmosferako CO<sub>2</sub> kontzentrazioa egonkor mantentzen da. Horrela Naturan beti mugitzen da karbono berbera, eta kontzentrazioen aldaketak oso astiro gertatu dira denbora geologikoan zehar. Karbono-zikloak dinosauroen aroan mugiarazten zuen kantitatea gaurkoa baino askoz handiagoa zen, eta horregatik zuhaitzak handiagoak ziren, animaliak ere, eta baita CO<sub>2</sub>-aren kontzentrazioa atmosferan, eta ondorioz planetaren tenperatura. Baina aro horietan erregai fosilak sortzen hasi ziren —ikatzaren lehena, eta gero petrolioa eta gas naturala—, atmosferako CO<sub>2</sub>-a lur azpian metatuz, eta atmosferako CO<sub>2</sub> kontzentrazioa gutxituz. Orain justu kontrakoa ari gara egiten, erregai fosilak kontsumitzen ditugunean.

landare gehiago landatuz eta lurraren kudeaketa egokia eginez—. Gauzak horrela, Igorpenen eta Iturri Kutsatzaileen Estatu-mailako Erregistroan<sup>27</sup>, Kiotoko protokoloaren kalkuletarako, biomasatik sortutako isurketak ez dira kontuan hartzen. Horrek ez du esan nahi, noski, puntu batean isurketa horiek oso handiak baldin badira, osasunerako kaltegarriak izango ez direnik; baina berotegi-efektuaren aldetik neutroak izango dira, eta haiekin lortutako energia, fosilen ordezeko iraunkortzat hartzen da. Beraz, biomasaren kasuan gakoa hauxe da: baso-baliabideen eta lurren kudeaketa iraunkorra ziurtatzea; eta Errigoiti eta Ultzamako zentralen arteko erkaketak argi pixka bat bota dezake kontu hauek argitzeko.

<i>Ultzamako biomasa-planta</i>		<i>Errigoitiko biomasa-planta</i>
Berokuntza eta ur beroa	<b>Ekoizpena</b>	Elektrizitatea
700 kW + 2 x 50 kW (termikoa)	<b>Potentzia</b>	71,4 MW (termikoa) 22 MW (elektrikoa)
% 80	<b>Efizientzia</b>	% 30 (gehienez)
1 400 ordu	<b>Funtzionamendua urtean</b>	8 000 ordu
600 tona biomasa	<b>Biomasaren kontsumoa</b>	180 000 tona biomasa
8,5 GJ/t biomasa (hondakinak)	<b>Biomasaren energia-dentsitatea</b>	11,4 GJ/t biomasa (hondakinak baino gehiago?)
8,5 GJ/ha	<b>Basoaren produktibitatea</b>	Zehaztu gabe
600 hektarea	<b>Ustiatutako baso-azalera</b>	122 000 hektarea (1 220 km <sup>2</sup> )* (Bizkaiko baso-azalera: 956 km <sup>2</sup> )
6 000 hektarea (Ultzama)	<b>Baso-azalera</b>	1 650 hektarea (Errigoiti+Arrieta)
1 663 pertsona	<b>Biztanleria</b>	1 560 pertsona (Errigoiti+Arrieta)

\* 0,4 tpb/ha-ko produktibitatea suposatuz

### 3. taula. Ultzamako eta Errigoitiko biomasa-planten ezaugarri energetiko nagusiak (Iturria: Argia aldizkaria, Eusko Jaurlaritzaren eta Gaindegia).

Ultzamako zentralaren helburua oso argia da: herrian bertan berokuntza eta ur beroa hornitzea, orain arte gasolioa erretzen lortu dena. Horregatik, sorkuntza-potentzia (800 kW) zerbitzu egokia emateko behar dena da, eta ez gehiago. Beroa sortzeko (energia termikoa), zentral termiko batean efizientzia oso altua izan daiteke (% 80), eta iraunkortasunaren aldetik hori oso positiboa da, biomasaren beharra gutxitzen duelako. Helburua da behar den energia termikoa hornitzea, eta bakarrik behar denean: funtzionamendu-orduak zentzuzkoak dira, 1 400 urtean, udan ez baitago berokuntzarako hainbeste beharrik. Gainera, diseinua oso logikoa eta egokia da: udan eskaera askoz txikiagoa izango denez —bakarrik ur beroa hornitzeko—, bi unitate txikiago dituzte (50 kW-ekoak), udan bakarrik horiek erabiltzeko, eta ez handia (700 kW-ekoa).

Errigoitin berriz, plantaren helburua oso bestelakoa da: etekin ekonomikoa, eta batere ez lekuko beharrak asetzea. *Etengabeko hazkundearen ekonomia analfabetoaren* logikaren barruan, etekin ekonomiko handiek zentral termiko handiak eskatzen dituzte, herrian bertan kontsumitzen dena baino askoz gehiago. Gainera horrek esan nahi du ekoizten den ia guztia kanpoan saldu behar dela; eta horretarako lehenago garraiatu, noski. Beroa ez dago oso urrun garraiatzerik, eta hortik dator Errigoitin elektrizitatea sortzeko beharra. Baina zentral termoelektriko horren efizientzia % 30 baino gutxiago izango da, xahutze energetiko larria. Bestalde, etekin ekonomikoa maximizatzeak funtzionamendua ahalik eta gehien luzatzea eskatzen du, urtean zehar: 8 000 ordu urtean, gau eta egun, urte osoan zehar; oso adierazgarria Ultzamako 1 400 ordurekin konparatuz gero.

27 <<http://www.eu.prtr-es.es/>>.



Ultzaman inguruko basoen hondakinak erabiliko dituzte, beroa sortzeko. Horretarako behar duten baso-eremua zentzuzkoa da, 600 ha urtean, Ultzamako baso-azalera baino askoz gutxiago (6 000 ha). Gainera, ondorioztatzen diren energia-dentsitateak ikusita, badirudi benetako hondakinak erabiliko dituztela Ultzaman. Horrela ziurtatu daiteke biomasaren ustiapenaren iraunkortasuna. Ona herriarentzat, eta ona ere inguruko basoetarako.

Errigoitin, berriz, zenbatekoak neurrigabetu egiten dira. Biomasa-zentrala elikatzeko, izugarriko biomasa kantitatea behar da —proiektuaren arabera, 180 000 tona urtean—. Alde batetik, Errigoitiko proiektuan agertzen den energia-dentsitatea (11,4 GJ/t biomasa) Ultzaman erabiltzen den biomasarena baino % 34 handiagoa da (8,5 GJ/t biomasa), zalantzak sortuz Errigoitin erreko duten biomasaren hondakin-izaeraren inguruan. Bigarrenik, Errigoitiko proiektuan ez da zehazten zentrala elikatzeko zein baso-eremu ustiatu beharko den; energia-dentsitate oso altuak suposatuz, hau da, hondakinak baino gehiago erreko dutela baina ustiapen-eredu iraunkorrek suposatuz (0,4 tpb/ha), Bizkaiko baso-azalera<sup>28</sup> baino gehiago (956 km<sup>2</sup>) ustiatu beharko dute (1 220 km<sup>2</sup>).

Gauzak horrela, Errigoitiko zentral bat behar izatekotan, Bizkaiko edozein lekutan jar daiteke! Erregai hain urrundik garraiatu beharko dutenez, ez dakar batere abantailarik zentrala justu Errigoitin jartzeak. Jartzekotan, zentzuzkoagoa litzateke ondo komunikatuta dagoen poligono industrial bat aukeratzea, eta noski, baterako sorkuntza erabiliz, beroa ere aprobetxatzeko —bestela energia termikoaren % 50 ari dira galtzen—. Hain handia den zentral termiko batek hirigune batean jartzea eskatzen du, beroa ondo aprobetxatzeko.

Produktibismoan eta etekin ekonomikoak handitzean oinarritzen diren proiektuek oso zail dute iraunkortasuna bermatzea. Emari berriztagarrien —eta bereziki biomasaren— ustiapenak diseinu lokalak eta eskala oso txikikoak eskatzen ditu, Ultzamakoa bezalakoak. Horrela eginez gero, gauza oso politak egin daitezke. Bestela, akabo. Errigoitiko proiektuak eta antzekoek argi erakusten dute irtenbide berriztagarrien inpaktuak ere sostengaezinak izango direla kontsumo ereduak aldatu ezean, hau da, sakonki urritu ezean. Horretan baitatza, hain zuzen ere, trantsizio energetikoa abiatzeko gakorik garrantzitsuena. Iraunkortasunerako trantsizioak paradigma sozioekonomiko nagusiaren hainbat elementu birplanteatzera behartzen gaitu: mugikortasun neurrigabea, globalizazioa, nazioartekotze ekonomikoa, produktibitatea hobetzeko beharra, hazkunde amaiezina... Alderantziz, kontsumo-gizarteaz sakonki hausnartu behar dugu: ongizatearen kontzeptuaz, “bizitza ona” benetan zer den... eta, betiere, sakrifizioak justiziaz eta ekitatez banatzen.

---

28 Euskal Herriko ekonomiaren eta gizartearen atlasa, GAINDEGIA, <<http://www.atlasa.net/eu/adierazle/eremu/2509>>.