



# energia urriko mundu baterako gida

gorka bueno

**LIBURUAREN  
AURKEZPENA**

MANU ROBLES-ARANGIZ



INSTITUTUA

Aditu askoren iritziz, energia krisi larri baten atarian gaude. Egilearen aburuz, erregai fosilen erabilpen masiboan oinarritutako eredu bere mugetara ari da iristen eta zeharo aldatu beharra dago. Etorkizunean, energia berriztagarrien erabilpen iraunkorra gero eta funtsezkoagoa izango da, baina aurrean trantsizio luze bat daukagu, non urritasunak eta krisi ekonomikoak gogor joko duten.

***Energia urriko mundu baterako gida*** liburuak egungo energia egoera, administrazioen planak eta helburuak, teknologia berriztagarrien potentzialtasunak eta mugak aztertzen ditu, besteak beste, eta lagungarria izango da izugarri teknifikatuta eta egunerokoa baina aldi berean nahiko ezezaguna den energia arazoaz jabetzeko, bai mundu mailan, baita Euskal Herrian ere.

Egilea

**Gorka Bueno Mendieta** (Bilbo, 1970). Telekomunikazioetan Ingeniari Doktorea, Teknologia Elektronikoko Irakasle Titularra da EHUn, Bilboko Ingenieritza Goi Eskola Teknikoan. Energia fotovoltaikoaren arloko hainbat ikerketa-proiektutan hartu du parte 1994tik hona, nagusiki ezaugarri industrialeko siliziozko zelula fotovoltaikoen fabrikazio-prozesuen hobekuntzan. Hainbat kongresu eta aldizkari teknikoko artikulu eta patenteren egilekide da, energia fotovoltaikoaren arloan.

# **ENERGIA URRIKO MUNDU BATERAKO GIDA**

Liburuaren aurkezpena - Gorka Bueno

Aurkezpen honetan energiaren arazoak, eta liburuaren tituluekin hasiko naiz, uste baitut tituluak era oso egokian biltzen dituela bi puntu garrantzitsuak.

Energia urriko mundu baterako gida bat idazten saiatu naiz. Alde batetik, nik uste energiaren arloan urritasunaren ideia azpimarratu behar dela. Geure munduan, eskuragarri dugun energia, urria eta eskasa da, askotan kontrako pertzepzioa jasotzen dugun arren. Bestetik, gizartea nahiko despistatuta ikusten dut energiaren gaiei dagokienez, eta gida moduko bat idaztea oso beharrezko ikusi dut.

Energia kontsumoa gora doa, eta klima aldaketa gainean daukagu. Abagune honetan, bi kontzeptu jarri dira modan azken urteotan: energia berriztagarriak, eta iraunkortasun famatua. Hala ere, bi kontzeptu horien inguruan batzuetan esaten dena entzunda, zalantzan nago ea gizarteak benetan ulertzen duen zeri buruz ari garen.

Askotan, erregai fosilak eta energia berriztagarriak kontrajartzen dira, adibidez CO<sub>2</sub>-ko isurketek eztabaidatzen denean. Berriztagarriak garbiak dira; erregai fosilak, berriz, zikinak. Hori, orokorrean, egia da, baina nik uste eztabaida horrek puntu garrantzitsu bat bigarren mailan uzten duela. Nire ikuspegitik, puntu nagusia ez da erregai fosilak ala berriztagarriak, baizik eta **kontsumo erdua**.

Gauzak hobeto azaltzeko, oso egokia den paralelismo bat erabiliko dut, bereziki sindikatu baten egoitzan gaudela kontuan hartuta.

Nolakoa da egungo energia kontsumoa, munduan? Bada, nire ustez, egungo egoera honela laburbil daiteke: egun, **errentetatik bizitzen ari gara. Erregai fosilen errentetatik**, hain zuzen: ikatza, gas naturala, eta nagusiki petrolioak.

Erregai fosilak kontsumitzea, errentetatik bizitzea da. Erregai fosilak ere eguzki energia dira. Orain dela milioika urte Naturak prozesu biologiko eta geologikoren bitartez pilatutako eguzki-energia.

Energia berriztagarriak (energia eolikoa, hidroelektrikoa, fotovoltaikoa, bioerregaiak...), berriz, eguzki-energiaren unean uneko eraldaketak dira. Berriztagarrien kasuan, ez dago erreserben pilaketarik. Nik esango nuke **berriztagarrietatik bizitzea eta kontsumitzea, destajuan lan egitea bezalakoa dela**.

Galdetzen badidazue, nik oso argi daukat askoz erosoagoa dela errentetatik bizitzea, destajuan lan egitea baino. Hala ere, zintzoak izan behar dugu, eta zintzo jokatzuz gero, galdera garrantzitsuak agertuko zaizkigu. Adibidez:

Erregai fosilen errenta horiek, norenak dira?

Nola banatzen da errenta horien erabilera?

Zer gertatuko da errenta horiek bukatzen direnean?

Galdera sakonak dira, benetan, eta erantzun beharrekoak.

Gizarteak, azken 200 urteetan, argi eta garbi egin du aukera erregai fosilen alde, hau da, errentetatik bizitzearen alde. Egun, erregai fosilak giza-kontsumoaren %80 baino gehiago dira: garraio sektorean, elektrizitatea sortzeko, industrian eta abar. Eta erresebak bukatzen direnean zer egingo dugun pentsatu beharko dugu.

Hala ere, ezbaian dagoena ez da bakarrik energia iturria -erregai fosilak edo berriztagarriak-, baizik eta nagusiki kontsumo ereduak. Destajuan lan behar dugunean alde batetik, eta errentetatik bizitzen ari garenean bestetik, kontsumo ereduak guztiz desberdinak dira.

Berandu baino lehen, erregai fosilen agorpenak edo klima aldaketak plazaratuta, aurrean izango dugu auzi hori, kontsumo ereduarena, eta ezin dugu alboratu. Erreserben agorpena elementu garrantzitsu bat da. Petrolioari dagokionez, adibidez, badirudi munduko petrolio-erreserben erdia baino ez zaigula geratzen. Petrolio sektorearen aditu askok diote munduko petrolio erreserben herida ustiatzen denerako, petrolioaren ekoizpenak, mundu mailan, puntu gorena joko duela. Gai hau, petrolioaren ekoizpen gorena, luze eta sakon aztertzen dut liburuan, eta ez naiz hemen luzatuko. Munduko ekonomia, hazkunde jarraituan oinarritzen da, baita energia-kontsumoaren hazkundera ere. Kontsumo komertzialaren heren bat da petrolioak, eta garraio sektorean guztiz funtsezkoa.

Arazo larriak sortuko dira -dagoeneko sortzen ari dira-, petrolioaren ekoizpenak eskaerari aurre egin ezin izango dionean.

Abagune honetan, petrolio ekoizpenaren puntu gorenak gogoraraziko liguke ezin dela, betiko, errentetatik bizi. Horrexegatik, etorkizunean, fluxu berriztagarrien erabilera gero eta garrantzitsuagoa izango da. Hala ere, eta liburuan azaltzen saiatzen naizenez, energia berriztagarriak ezin dira neurtu erregai fosilen ikuspegitik. Eta horixe bera egiten da, askotan: berriztagarriak epaitu, energia fosilen ikuspuntutik. Baina energia berriztagarrien ustiapen masiboak, ordea, beste paradigma ekologiko, ekonomiko, teknologiko eta sozial bat eskatzen du.

Energia berriztagarrien teknologia zoragarria da. Baina gauza bat esango dizuet: berriztagarrietatik bizitzea, destajuan lan egitea da. Berriztagarrien munduan, ez dago errentetatik bizitzea. Eta askori, oso gogorra izango zaio.

Berriztagarriak zoragarriak dira, baina ez mirarizkoak, eta asko, mirarien zain daude. Bi adibide jarriko dizkizuet. Azken bolada honetan sorkuntza eolikoa modan jarri da. Egun, Espainian, sorkuntza eolikoa, sorkuntza osoaren %15 da.

Ekarpen garrantzizkoa, baina sorkuntza eolikoa oso aldakorra da, eta larriagoa dena, nahiko aurreikusena. Egun, 1 eta 3 ordu arteko aurrikuspenak erabiltzen

dira. Beste berriztagarriekin ere mugak agertzen zaizkigu, liburuan aztertzen ditudanak.

Oso esanguratsua da, era berean, biomasa eta bioerregaien kasua. Izan ere, biomasa iturri berriztagarri handiena da munduan. Bioerregaiak, petrolioaren ordezeko zuzen bakarrak. Bildu daitezke, erabil daitezke elektrizitatea sortzeko, eta sortzeko eta erabiltzeko teknologiak simple samarrak dira. Hala ere, zenbateraino ematen dute bioerregaiak, eta biomasak, orokorrean? Kalkuluak egin daitezke, liburuan eginda daude, eta zera diote: guztiz ezinezkoa dela petrolio kontsumo osoa biomasaren ustiapenaren bidez ordezkatzeko. Gainera, nekazaritzarekin izugarritzeko lehia sortuko luke horrek, beharbada dagoeneko sortzen ari dena.

Erregai fosilen errentak bukatzen diren heinean, energia berriztagarriak gero eta desiratuagoak izango dira, eta gero eta funtsezkoagoak. Hala ere, fluxu berriztagarrien ustiapena ez da, ezin da izan, erregai fosilen -eta bereziki petrolioaren- despilfarroa bezain oparoa.

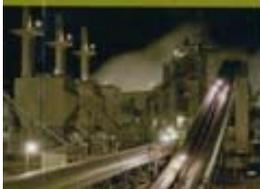
Gainera, berriztagarrien paradigmaren, Naturak agintzen du. Energia eraldatu eta kudeatzeko sistema, sakonki aldatu beharko da. Nik bi sektore ikusten ditut, bereziki, egoera larrian, etorkizunari begira. Lehenengoa, sare elektrikoarena litzateke. Sorkuntza elektrikoak eta elektrizitatearen banaketa, sakonki zailduko da. Egungo sistema elektrikoak nahiko ondo moldatzen da sorkuntza berriztagarriaren ekarpena txikia den bitartean. Baina sorkuntza berriztagarria aldakorra da, hein handi batean, eta tamainaz, sorkuntza klasikoa baino askoz txikiagoa. Sare elektrikoan iraultza handi bat ikusi beharko dugu.

Beste sektore kritikoa, garraio sektorea da. Egun, petrolioaren kontsumoan oinarritzen da garraioa, eta guztiz ezinezkoa da kontsumo maila berbera bioerregaiekin ordezkatzeko. Beste aukera guztiak, auto elektrikoena, edota hidrogenoarena, askoz garestiagoak eta ez hain erosoak dira, eta etorkizunean gero eta garrantzitsuagoak izango dira, baina mugikortasuna ezin izango da egungo maila berean mantendu. Egungo globalizazioa, hein handi batean, garraio masiboan oinarritzen da, eta ikusi behar zer gerta daitekeen garraioa sakonki murriztu behar bada.

Berriztagarrien mundua, hein handi batean, desberdina izango da. Hainbat azpiegitura aldatu beharko dira, eta hori ordaindu behar da: auto berriak, sorkuntza elektriko berria, eta abar. Barneratuta daukagu aldaketa erraldoi horren kostua? Nik uste dut ezetz, bereziki kontsumo mailari buruz ezer esaten ez denean.

Arriskua dago pentsatzeko berriztagarriek ezin izango dutela nahikoa eman, eta beste sasi-irtenbideak bilatu: nagusiki ikatz kontsumora itzuli -ingurumenarentzat oso larria-, edota energia nuklearra suspertu -askoz larriagoa-. Baina oso argi izan behar dugu benetako gakoa zera dela: Naturari gehiegi eskatzen ari garela, eta kontsumoa, benetan iraunkorra izateko, nahitaez, sakonki murriztu behar dugula.

Bukatzeko, baikortasunerako mezu batekin bukatu nahi dut. Etorkizuna, energia urriko mundua, aldaketarako aukera moduan ulertu behar dugu. Askotan, gauzak ez dira aldatzen behartuta gauden arte. Geure bizitzan gertatzen zaigun modu berean, krisiak, hazteko eta ontzeko aukerak ere badira. Etorkizunean, urritasuna konstante bat izan daiteke geure bizitzan, eta oso gutxi egin ahal izango dugu joera hori aldatzeko. Hala ere, gauza asko egin ahal dugu egoera berrira moldatzeko, eta gauzak ondo eginez gero, hainbat aldaketa onerako izango dira: Naturarekin hobeto moldatzeko, ekosistemari egindako zauri larriak sendatzeko, globalizazioak ekarri dizkigun hainbeste ondorio txarrak alboratzeko, hazkunde ekonomiko jarraituan oinarritzen den sistema kapitalistaren atzaparretatik ihes egiteko, edota ondasunen pilaketetan ez hainbeste baizik eta lanaren indarrean oinarritzen den beste zibilizazio bat eraikitzeko.



# energia urriko mundu baterako gida

gorka bueno

**PRESENTACIÓN  
DEL LIBRO**

MANU ROBLES-ARANGIZ



INSTITUTUA

En opinión de muchos expertos, estamos en puertas de una grave crisis energética. Según el autor, el modelo basado en el uso masivo de combustibles fósiles está llegando a sus límites y tiene que cambiar de manera radical. En el futuro, el empleo sostenido de energías renovables será cada vez más vital, pero antes de llegar a esa fase hay que atravesar una larga etapa de transición en la que la escasez y la crisis económica nos afectarán gravemente.

El libro ***Energia urriko mundu baterako gida*** (“Guía para un mundo deficitario de energía”) aborda, entre otros puntos, en qué momento se encuentra la cuestión de la energía, los planes y objetivos de las administraciones, las potencialidades y límites de las tecnologías renovables, y puede ser útil para concienciarse acerca de un asunto en extremo tecnificado, que afecta a nuestra vida diaria, pero que es, a su vez, bastante poco conocido.

### **Autor**

**Gorka Bueno Mendieta** (Bilbao, 1970). Doctor en Ingeniería de Telecomunicaciones, es profesor titular de tecnología electrónica en la UPV-EHU, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Ha participado desde el año 1994 en varios proyectos de investigación en torno a la energía fotovoltaica, en especial en la mejora de procesos de fabricación de células fotovoltaicas de tipo industrial. Es coautor de diversos artículos publicados en revistas técnicas y comunicaciones en congresos, además de patentes relativas a la energía fotovoltaica.

# GUÍA PARA UN MUNDO DEFICITARIO DE ENERGÍA

## Presentación del libro - Gorka Bueno

En este acto de presentación del libro me gustaría empezar por comentar su mismo título, ya que recoge los dos puntos clave de este tema que tanto nos ocupa y preocupa: el tema de la energía.

No he pretendido otra cosa que escribir una guía para un mundo deficitario de energía. Y es que, en mi opinión, hay que remarcar la idea de la escasez de recursos energéticos. En nuestro mundo la energía es un bien raro y escaso, a pesar de que tengamos una percepción bien distinta de ello. Por otra parte, veo a mi alrededor una sociedad bastante desconocedora de todo lo relativo a temas energéticos, por lo que he sentido la necesidad de escribir una especie de guía orientadora.

El consumo de energía es creciente, y el fenómeno del cambio climático ya es una realidad. En la actual encrucijada, hay dos conceptos que se han puesto de moda en los últimos años: las energías renovables y la famosa sostenibilidad. Sin embargo, al ver todo lo que se dice en torno a esos temas, me surge la duda de si la sociedad capta realmente su verdadero significado.

En muchos casos, se contraponen los combustibles fósiles a las energías renovables; por ejemplo, cuando se debate sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se dice que las energías renovables son limpias y los combustibles fósiles sucios. Y si bien es verdad que tal afirmación es válida en términos generales, también lo es que el debate relega a un segundo plano una cuestión nada desdeñable. A mi juicio, no se trata tanto de discutir sobre la dicotomía entre combustibles fósiles y energías renovables, como de definir **un modelo de consumo**.

A fin de dejar bien sentadas las cosas, voy a establecer un paralelismo muy elocuente, que resulta particularmente adecuado para el lugar donde nos encontramos: la sede de un sindicato.

¿Cómo se caracteriza el consumo energético mundial en la actualidad? En mi opinión, bien se puede resumir de la siguiente manera: actualmente **vivimos de las rentas, de las rentas de los combustibles fósiles**: del carbón, gas natural y principalmente del petróleo.

Consumir combustibles fósiles equivale a vivir de las rentas. Los combustibles fósiles también son energía solar, fruto de millones de años de procesos biológicos y geológicos de la naturaleza almacenando energía solar.

Las energías renovables (eólica, hidroeléctrica, fotovoltaica, biocombustibles...), por el contrario, son transformaciones inmediatas de la energía solar. En el caso

de las renovables, no hay acumulación de reservas. Si se me permite la expresión, **vivir y consumir a costa de las renovables, es como trabajar a destajo.**

Resulta evidente que es mucho más cómodo vivir de las rentas que trabajar a destajo. Sin embargo, si queremos poner todas las cartas encima de la mesa, nos asaltan importantes cuestiones como estas:

- ¿A quién pertenecen las así denominadas rentas de los combustibles fósiles?
- ¿Cómo se reparte la utilización de esas rentas?
- ¿Qué ocurrirá cuando se agoten tales rentas?

Son cuestiones de obligada respuesta, y que merecen una reflexión.

Nuestra sociedad, en los últimos 200 años, se ha decantado claramente por los combustibles fósiles, es decir por vivir de las rentas. Hoy en día los combustibles fósiles abastecen más del 80% del consumo humano en los sectores de transportes, industria, generación eléctrica, etc. Pero tendremos que ir pensando en alternativas para cuando se agoten esos recursos.

No obstante, las fuentes de energía —combustibles fósiles o renovables— no son el único punto en cuestión, también se cuestiona el modelo de consumo. El modelo de consumo, si tenemos que trabajar a destajo, es muy distinto del que teníamos cuando vivíamos de las rentas.

Antes de que sea demasiado tarde, antes de que se nos agoten definitivamente los combustibles fósiles y de que el cambio climático sea irreversible, debemos abordar el modelo de consumo.

El agotamiento de las reservas es un elemento clave. Las del petróleo, por ejemplo, se encuentran a medio camino del agotamiento. Numerosos expertos del sector petrolero vaticinan que la producción alcanzará su punto culminante cuando las reservas estén a la mitad de sus capacidades. Esta cuestión de la producción punta la trato en profundidad en el libro, y no me voy a extender aquí demasiado en ella. La economía del mundo se basa en un crecimiento sostenido, que implica un crecimiento del consumo energético. El petróleo constituye la tercera parte del consumo comercial, y es fundamental en el sector de transportes. Se vislumbran serios problemas, de hecho empiezan ya a plantearse, para cuando crucemos el umbral donde la producción petrolera no sea capaz de hacer frente a la demanda.

En la coyuntura en la que nos encontramos el punto álgido de la producción nos recuerda que no podremos vivir siempre de las rentas. Por lo que, en el futuro, la utilización de los flujos renovables deberá ser cada vez más importante.

Aun siendo maravillosa la tecnología de las energías renovables, vivir de las renovables es como trabajar a destajo. En el mundo de las renovables no se puede vivir de las rentas; y esa adaptación a muchos les resultará muy dura.

Las renovables son maravillosas, pero no milagrosas; y muchos lo que quieren es milagros. Os pondré dos ejemplos. En los últimos tiempos la eólica se ha puesto muy de moda. Actualmente en España la energía eólica representa el 15% del total. Se trata de una gran aportación, pero la generación eólica es muy variable y, lo que es peor, bastante impredecible. Se vienen haciendo predicciones de entre 1 y 3 horas. En el resto de renovables también topamos con otras limitaciones, tal y como detallo en mi libro.

Muy significativo resulta el caso de la biomasa y de los biocombustibles. La biomasa constituye la fuente más importante de energías renovables del mundo. Los biocombustibles, por su parte, son los sustitutos directos del petróleo. Se pueden almacenar, pueden emplearse para la producción eléctrica, y las tecnologías para su producción y utilización son bastante sencillas. Sin embargo, ¿cuál es el techo de biocombustibles y biomasa? Se puede calcular, y de hecho, lo he calculado en mi libro, y he llegado a la conclusión de que es totalmente imposible suplantar el consumo total de petróleo recurriendo a la biomasa. Además, provocaría tensiones en la agricultura, como quizá se hayan empezado ya a provocar.

A medida que vayan acabándose las rentas de los combustibles fósiles, las energías renovables irán cobrando cada vez más protagonismo y serán cada vez más imprescindibles. Sin embargo, la explotación de los flujos renovables no dará, no puede dar, tanto de sí como para despilfarrar de la misma manera que lo hacíamos con los combustibles fósiles, particularmente con el petróleo.

Además, en el paradigma de las renovables la Naturaleza es la que manda. Habrá que modificar profundamente el sistema de transformación y gestión de la energía. Según mi punto de vista, dos sectores se verán gravemente afectados por la crisis que se nos avecina. El primero afectado sería la red eléctrica, ya que habrá más dificultades tanto para la producción como para la distribución eléctricas. El sistema eléctrico actual canaliza bien las energías renovables, en tanto en cuanto su aportación al sistema no sea especialmente significativa; pero la generación renovable es muy variable, y en cuanto a producción, mucho menor a la generación clásica. La red eléctrica se verá sacudida por una gran revolución.

Otro sector crítico, es el sector del transporte. En la actualidad se basa en el consumo del petróleo, y será totalmente imposible sustituir el mismo nivel de consumo con los biocombustibles. Las alternativas disponibles, como son los coches eléctricos o de hidrógeno, son mucho más caras y menos cómodas. En el futuro, estas alternativas irán cobrando importancia, pero no podremos mantener la movilidad en los niveles actuales. La globalización se basa en gran medida en el transporte masivo, y nos queda por ver qué sucederá cuando el transporte sufra una transformación tan profunda.

El mundo de las renovables será distinto, en gran medida. Habrá que cambiar muchas infraestructuras, y eso habrá que pagarlo: nuevos vehículos, nueva generación eléctrica etc. ¿Tenemos asumido el coste de semejante adaptación?

Yo creo que no, que ni siquiera se dice nada sobre la moderación de los niveles de consumo.

Existe el riesgo de pensar que, como las renovables no dan de sí lo suficiente, debemos buscar otras soluciones, pero a la postre serán erróneas: regresar al consumo de carbón —muy dañino para el medio ambiente—, o si no, volver a impulsar la energía nuclear —más dañina todavía—. La clave de todo el asunto deberíamos de tenerla muy clara: estamos exigiendo a la naturaleza más de lo que puede dar, por lo que el consumo, si queremos que sea sostenible, debe ser drásticamente reducido.

Como colofón, querría dar un mensaje de optimismo. El déficit de energía que tendrá el mundo del futuro debemos afrontarlo, más que como un desafío, como una oportunidad para el cambio. Las cosas no suelen cambiar hasta que no hay más remedio. En la vida de cada uno de nosotros sucede algo parecido, las crisis son también oportunidades de crecimiento y de maduración. En el futuro la escasez será una constante en nuestra vida, y bien poco podremos hacer para alterar esa tendencia. Sin embargo, podremos hacer mucho por adaptarnos a la nueva situación, y si hacemos bien los deberes, muchos de los cambios serán positivos: mejor adaptación a la naturaleza y cura de las graves heridas que hemos hecho al ecosistema; supresión de tantos efectos perniciosos que nos ha traído la globalización; liberación de las garras del sistema capitalista y del crecimiento económico sostenido, en el que se basa; y la posibilidad de construir otra civilización basada no tanto en la acumulación de bienes, como en el valor del trabajo.

Bilbao, 20/12/07