

FUSIORA



EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

BIDEAN

Izar txiki bat amets

Ondo bidean, urte batzuk barru, inoiz egin den makina konplexuenetako bat jarriko dute martxan Frantziako hegoaldean. Izar txiki bat sortu nahi dute makina horren bihotzean, energia-iturri berri bihurtzeko izar txiki bat.

“Gizateria osoaren onerako, funtsean agorrezina den energia-iturri hori lortzeko” lankidetzan arituko zirela sinatu zuten Ronald Reaganek eta Mikhail Gorbachevekek, 1985ean. Fusioa zen energia-iturri hura. Eta akordio harekin abiatu zen ITER proiektua, fusioa errealitate bihurtzea helburu. Gero, proiektuan sartu ziren Europar Batasuna, Txina, Japonia, Hego Korea eta India ere.

ITERek “Nazioarteko Erreaktore Termonuklear Esperimentala” esan nahi du ingelesez (*International Thermonuclear Experimental Reactor*); eta, latinez, “bidea”. Luzea ari da izaten bidea, neketua, eta garestia. 2005ean erabaki zen Cadarachen (Frantzia) eraikiko zela, 2013an hasi ziren, eta 2019an bukatzea espero dute. Ez dago argi zenbat kostatuko den, baina milaka milioi euro izango dira. Nazioarteko Espazio Estazioaren ondoren, eraikuntza zientifiko garestiena izango da.

“Energetikoki hain da gozoa gozoki hau”, dio Igor Peñalva Bengoa EHUko ikertzaileak. “Fusioa epe ertainean lortzen bada, egungo arazo energetikoak konpon daitezke”. Fusioaren arloan ikeretzen du Peñalvak. Baita Goretti Sevillano Berasategik ere, EHUko beste sail batean. “Erregai fosilak agortzen ari dira, eta berriztagarriek hainbat muga dituzte, eta ezingo dute beharko dugun energia guztia sortu —dio Sevillanok—; hor arazo bat dugu”.

AGORREZINA GARBIA ETA SEGURUA

Fusioak hainbat abantaila lituzke, beste energia-iturrien aldean. Lehengaiak ia agorrezinak direla esan daiteke. Hidrogenoaren bi isotopo erabilitea da asmoa, deuterioa eta tritioa. “Deuterioa agorrezina dela onar daiteke, itsasoan pilo bat

Joint European Torus edo JET erreaktorearen barrualdea. Bertan lortu da fusioaren orain arteko markarik onena. Horren oso antzekoa izango da ITER, baina handiagoa. ARG.: EUROFUSION.

dagoelako. Tritioa, berriz, errektorean bertan sortuko da, litiotik, eta litioa ere ez da agorrezina baina ia-ia. Milaka urterako litio nahikoa dugu”, azaldu du Peñalvak. Bestalde, “petrolioarekin, ikatzarekin eta abar sortzen diren gatazka geopolitikorik ez legoke, lehengaiak edonon topa daitezkeelako”, gehitu du Sevillanok.

Horrez gain, Sevillanok azpimarratzen du “energia garbia” dela. “Ez du berotegi-gasik sortzen. Eta egia da hondakin erradioaktibo batzuk sortzen direla, baina aktibitate baxukoak, eta oso bizitza laburrekoak”.

Deuterio-atomo bat eta tritio-atomo bat elkartzean, helio-atomo bat, neutroi bat eta energia sortzen dira. Horixe da fusio-erreakzioa. Gaur

egun martxan dauden zentral nuklearretan gertatzen den fisioaren kontrako prozesua da. Fisioan plutonioaren eta uranioaren gisako atomo handien nukleoak zatiaraziz lortzen da energia. Fusioan, berriz, hidrogenoaren gisako atomo txikien nukleoak elkarraraziz.

Fusioan sortzen diren neutroi horien bidez, metalak erradioaktibo bihurtu daitezke. “Baina metal horiek, 20-40 urte pasatu ondoren, ez dira erradioaktiboak, eta lasai erabil daitezke berriz; beraz, nik ez nituzke hartuko hondakin erradioaktibo moduan”, argitu du Peñalvak. “Ez dute zerikusirik fisioko hondakinekin. Kasu honetan, ez dira aktibitate altukoak, eta ez da milioika urteko arazo bat, baizik eta 10, 20 edo 40 urteko arazo bat”.

ITERen eremu magnetikoa sortzeko erabiliko den hariletako bat. Honelako sei haril izango ditu errektoreak, 8, 17 eta 24 metroko diametrokoak. Hemezortzi bat hilabete behar dira haril bakoitza egiteko, eta 93-396 tonako pisua dute. ARG.: © ITER ORGANIZATION, [HTTP://WWW.ITER.ORG/](http://www.iter.org/)




Seguratsunaren aldetik ere, zerikusirik ez fisioarekin, Peñalvak azaldu duenez: “Fisioan, kate-erreakzioak gertatzen dira, eta horiek ongi kontrolatu beharra dago. Kontrola galtzen bada, Txernobylekoa eta abar gerta daiteke. Fusioan, guztiz kontrakoa gertatzen da; errektore batean arazoren bat badago, erreakzioa gelditu egiten da. Erreakzioa bera berez da segurua”.

IZARRETATIK LURRERA

Agorrezina garbia, segurua... Badirudi dena duela. Arazoa zailtasuna da. “Teknologikoki, fusioa lortzea ez da erraza”, dio Peñalvak. “Kontuan hartu ezagutzen ditugun funtzionamenduan dauden fusio-erreaktore bakarrak izarrak direla. Eguzkitik iristen zaigun energia guztia fusio-erreakzioen bidez sortzen da, eta, azken

finean, energia horri esker bizi gara. Hori Lurrean lortzea da arazoa. 100 milioi °C-tik gorako tenperaturak behar dira, eta hori ez da txantxetako kontua”.

 **Munduko tenperatura handiena eta txikiena egongo dira ia leku berean: 150 milioi °C eta -269 °C.**

ITERen sortuko den izar txiki horrek 150 milioi °C hartuko ditu, Eguzkiaren nukleoak baino 10 aldiz gehiago. Izan ere, izarretan grabitate-indarrak fusionatzen ditu atomoak. Lurrean, ordea, ezin da halako indarrik sortu, eta, ondorioz, tenperatura handiagoak behar dira atomoak plasma-egoeran jarri eta fusionatzea lortzeko. “Ez dugu ezagutzen tenperatura horri eutsiko dion materialik”, dio Peñalvak. Baina eremu magnetikoen bidez harrapatuta mantentzeko izar artifiziala. Horretarako, -269 °C-ra hoztuko dira ITEReko iman supereroaleak, zero absolututik oso gertu. Munduko tenperatura handiena eta txikiena egongo dira ia leku berean.

Jakin badakigu Lurrean fusioa lor daitekeela. Hainbat makinatan lortu da dagoeneko. “Baina erreakzioak oso segundo gutxi irauten du energia sortzeko egoeran, eta denbora hori ez da nahikoa erreakzioa hasteko emandako energia berreskuratzeko”, azaldu du Sevillanok. Markarik onena Britainia Handian dagoen JET errektorean lortu da: 24 MW sartu eta 16 ateratzea.

Sartutakoa baino hamar aldiz energia gehiago sortzea da ITERen helburua. 50 MW sartu eta 500 ateratzeko diseinatuta dago. JETen oso antzekoa izango da ITER, baina handiagoa. “Kalkuluen arabera, zenbat eta handiagoa izan, errazago lortuko dugu energia gehiago ateratzea”, dio Peñalvak.

JET bezala, tokamak erako errektorea izango da ITER. Tokamaketan toroide- edo erroskila-itxurako ganbera batean gertatzen da fusioa. “Orain arte gehien landu diren dispositiboak tokamak erakoak dira”, dio Sevillanok. “Batzuek uste dute stellarator erakoak hobekiago izan daitezkeela, baina horiek oso forma bereziak dituzte, eta oso zailak dira eraikitzeko; batik bat, eskala handian. Horregatik, eta tokamaketan askoz gehiago ikertu delako, erabaki zen ITER tokamaka izatea”. Edonola



Goretti Sevillano Berasategi
EHUko Bilboko Ingeniaritza Eskolako Sistemen Ingeniaritza eta Automatika saileko ikertzailea.
ARG.: MONIKA DEL VALLE/ARGAZKI PRESS.



Igor Peñalva Bengoa
EHUko Bilboko Ingeniaritza Eskolako Ingeniaritza Nuklearra eta Jariakinen Mekanika saileko ikertzailea.
ARG.: ANA GALARRAGA/ELHUYAR.



ere, bien funtzionamendua antzekoa da, funtsean, eta "batean ikertzen dena, nahiko erraz egokitu daiteke bestera", argitu du Sevillanok.

Bestalde, fusioa lortzeko beste modu bat da eremu magnetikoen ordez laser oso ahaltsuak eta oso zehatzak erabiltzea. Estatubatuarren NIF proiektua da bide horretan nagusi, baina, horrela fusioa lor daitekeela erakutsi duten arren, AEBko Gobernuak Energia Departamentuak iaz [aitortu zuen zalantza handiak dituztela](#) NIFek energia lortzearen helburua inoiz betetzerik izango ote duen.

Laserren bidea zaila ikusten du Sevillanok: "kontua da fusioan lan egiten duten zientzialari eta laborategi gehienak konfinamendu magnetikoarekin ari direla; eta nik uste dut emaitzak hortik etorriko direla". Bat dator Peñalva: "ITERek JETen babes teknologikoa du. Badakigu funtzionatu dezakeela. Eta kalkuluek esaten dutenez handiago eginda energia lortzea errazagoa izan daitekeela, nazioartean erabaki da: 'egin dezagun denon artean erreaktore handi bat, ea lortzen dugun hau teknologikoki bideragarria dela egiaztatzea'. Nazioartean ITER egitea erabaki denez, eta dirua hor dagoenez, ikerketa gehienak horra bideratuta daude".


FUSIOA EHU_n

Eta horretan ari dira, hain zuzen, EHUko iker-tzaileak ere. "Gu kontrol-talde bat gara", dio Sevillanok. "Plasmaren egoera hori luzatzeko eta hortik energia atera ahal izateko, parametro ugari kontrolatu behar dira: plasmaren korrantea, plasmaren forma, bobinen korranteak, tentsioa, eta abar". Horretarako kontrol-sistemak garatzen dituzte.

Eta sistema horien lehen probak egiteko makina txiki bat ere badute. "Ez da erreaktore bat, baina badu huts-ganbera bat, non helioa erabil baitaiteke erregai gisa. Oraindik eraikitze-prozesuan dago, eta horrekin egin nahi duguna da, zenbait parametrorentzat garatzen ditugun kontrol-eskemekin eta ereduarekin proba batzuk eginez, egiaztatu ea garatutako kontrol-eskema edo plasma-eredu horiek erabilgarriak izan daitezkeen. Eta, behin hori egiaztatua, egin beharreko aldaketak egin makina experimental handiago batera egokitze".

Peñalvaren taldeak, berriz, zenbait material metaliko hidrogenoarekin eta deuterioarekin nola portatzen diren aztertzen du. "Jakin behar dugu

zein neurritan sartzen diren hidrogenoa eta haren isotopoak materialetan, jakiteko gero non egongo diren partikula horiek eta nola kudeatu, eta erabakitzeko zein diren materialik egokienak". Kasu batzuetan, materialean asko sartzea interesatzen da, adibidez, tritioa berreskuratze-ko. Eta, besteetan, kontrakoa. Adibidez, tritioa bera erradioaktiboa da, eta, segurtasunez lan egiteko, tritioari pasatzen uzten ez dioten materialak behar dira.

 *Izarretan bezala, Lurrean ere fusioaren bidez energia lor dezakegula baieztatzea.*

Burdin aleazioekin egiten dute lan, batik bat. "Guk aztertzen duguna azken finean da, adibidez, burdinak kromo gehiago edo gutxiago duenean, iragazkortasuna zein neurritan handitzen edo txikitzen den. Horrelako parametroak neuritzen ditugu. Hori da gure ekarpena. Printzipioz, ITERerako erabakita edo erdi-erabakita dago zein izango diren materialak, baina ikerketa hau hurrengo fasera begira dago".

ETORKIZUNERA BEGIRA

DEMO da hurrengo fasea. Izan ere, azken finean, ITER erreaktore experimental handi bat baino ez da izango, eta ez du energia erabilgarririk ekoitziko. Fusioa teknologikoki eta energetikoki bideragarria dela frogatzea da ITERen helburua; izarretan bezala Lurrean ere fusioaren bidez energia lor dezakegula baieztatzea. Hori frogatzen denerako, hurrengo erreaktore bat diseinatzeko ari dira dagoeneko: DEMO. Eta, horrek bai, horrek ekoitziko luke sare elektrikorako sartuko litzatekeen energia.

"ITERen jarria dugu denok begia", dio Sevillanok. "Denbora asko inbertitu da, lan asko, eta, nahiz eta atzerapen handiak izan dituen, azkenean, badirudi aurrera doala. Nik espero dut helburuak beteko dituela". Hala uste du Peñalvak ere: "Printzipioz, 2025ean lortu nahi dute lehenengo plasma. Eta 2035ean lehenengo deuterio-tritio fusio-erreakzio horiek era jarraituan martxan jartzea. Eta hori guztia ongi badoa, eta epe-mugak betetzen badira, espero da DEMO erreaktore horiek 2050erako martxan, edo, gutxienez, bideratuta egotea".



ITERen eraikuntza Cadarachen (Frantzia), 2017ko urtarrilaren 12an.

ARG.: ITER ORGANIZATION/EJF RICHER,
[HTTP://WWW.ITER.ORG](http://www.iter.org).



Horrelakoetan epeak betetzea ez da erraza izaten, ordea. Zailtasun teknologikoak izateaz gain, kudeaketa ere ez da samurra halako proiektu erraldoi batean. Guztira, 35 herrialde daude sartuta. Eta hori bera da baikor izateko beste arrazoi bat, Peñalvaren ustez: “Nazioartean adostasuna ikusten dut, eta dirutza ari da sartzen. Herrialdeek ez dute horrelako proiektu handi batean dirurik sartzen, ez badute etorkizunik ikusten”.

Hala ere, fusioaren bidez elektrizitatea ekoizten hasteko, 50 urtetik gora beharko dira oraindik,

Sevillanoren ustez: “TERi oraindik falta zaio, eta gero, dena ondo joanda ere, DEMO egiteko beharko den denbora ere kontuan hartu behar da”. Zertxobait baikorragoa da Peñalva: “Nik uste 2050erako baietz. Ez da biharko kontua, eta gizarteari, askotan, kostatu egiten zaio hori ulertzea. Biharko ez da martxan egongo fusio-erreaktore bat, baina 2050erako agian bai. Eta, hori horrela balitz, daukagun egitura energetikoa goitik behera aldatuko litzateke. Fusioak eskaintzen duena ez du beste energia-iturri batek ere eskaintzen. Horregatik gabilza horretan”.