

## URMAHEL GAZIA ETA ITSASO

### SAKONAREN HOZTASUNA

M. J. BARANDIARAN eta I. IPAZABALBEITIA

Gazitasun handiko artikuluse honen lehenengo artikuluan(1) sas-ura ur edangarria nola bi daitekeen ikusi genuen, biganean(2) gatza nola lortu eta erabiltzen den ikusi genuen. Hirugarren honetan, gazitasunaren eta qizarteak, horren beharrezkoa duen energiaren arteko alazioa ikusiko dugu. Irakurleak gazitasuna eta energiaren arteko alaziorik ez du ikusiko zihurki, baina galegoek sorginei buruz hitz egin dutena"; *haberlas, haylas!*" in dezakegu guk ere hemen. Gatzaren eta gazitasunarekin nolabaiteko alazioa duten energia gorde eta erabiltzeko bi metodo ikusiko ditu

#### urmahel gazia

Fzaguna denez, equzkitiko energiak aurkezten dituen beste zenbait arazoren artean, beraien metapena edo gordepena da garrantzitsuenetariko bat(3). Arazo honi eman berri zaion erantzun bat "eguzki-urmahela" deritzana da. Eremu berri hau lantzen hasi zirenak isurkeldarrak izan ziren; 1966. urtean honetaz ari zirela, energi iturri konbentzionalak oso merkeak zirenez, alde batera utzi zuten ikerketa-projektua. Baina, zenbait urte beranduago, 1.973. urteko pretolioaren krisia zela eta, projektua berriro ireki zen eta gaur egun 150 KW. elektrizitate ekoizteko gauza

den eguzki-urmahel bat lanean du te Itsas Hilaren inguruetan(4).

Eguzki-urmahela, zentzu zaba-lean, eguzkitiko izpien eraginez berotzen den edozein ur-masa estatikoa da. Baina, guk erabiliko dugun zentzua murriztagoa izango da: eguzkitik emandako beroa gor detzeko gai den ur-masa, alegia. Ur-masa honek hartuko duen tenpe ratura ingurugiroarena baino bi ziki altuagoa izango da.

Irakurleak jakingo duenez, ura bero-eroale kaskarra da eta, orduan, uraren baitan berez ematen diren konbekzio-korronteak ekiditzen badira, ur beroa ez da azalera lertuko. Honela ez du irradiazioz edo lurrinketaz berorik galduko; sakonean geldituko da ur beroa gero eta gehiago berotuz.

Konbekzioa deuseztatzeko bide bat urmahelaren sakoneraren arabera dentsitatea handitzea da, dentsitate-gradientea sortzea hain zuzen ere. Dentsitate-gradientea jades teko, solutu baten geroz eta kantitate handiagoa disolbatzen da sakonera handitu ala. Konbekzio-urmahel batean, gair nazal azpiko uraren dentsitatea jait si egiten da berotzen den heinean, orduan ur beroa azalera-

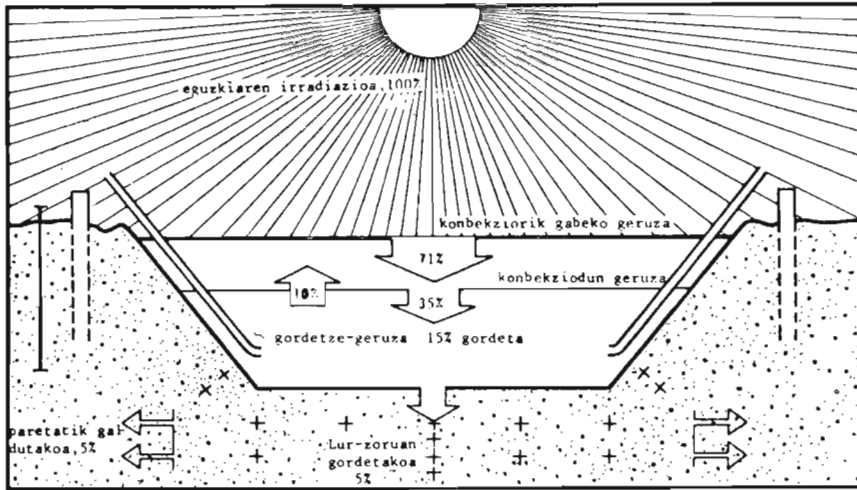
tu egiten da eta ur hotz astuna goak haren tokia hartzen du. Baina, dentsitatea sakonerarekin nahiko handitzen bada berotzearen eragina eraqotz daiteke eta konbekzio-korronteak ez dira sortzen. Konbekzio gabeko urmahel batean beheko ura nahi adina berotzen da. Funtsezkoa da orduan, gradientea deuseztatuko lukeen solutuaren gorantzako difusioa(5) ekiditea.

Eguzkiaren izpien pean urmahela berotuz joango da, baina zer gertatzen da eguzkirik ez dagoenean? Bai urmaheleko ura eta baita ere inguruko lurra poliki berotu eta poliki hoztuko dira. Nahiz eta urmahelak zenbait aste behar 80°C izateko, egun batean zehar ematen diren eguzki-argiaren aldaketek ez lukete ia eragirik izango. Arazo latzagoak sortuko lizkioke eguzki-argi baxuko denbora-epe luzeak, neguak hain zuzen.

Ikus dezagun orain, azalpen teoriko honi eman zaion irtenbide praktiko bat. 1.975. ean New Mexico-ko unibertsitateko Howard Bryant irakasleak eta bere taldeak Alburquerque-ko etxe bat berotzeko gai zen eguzki-urmahel bat eraiki zuten. Urmahelak 15 me

oko diametroa, alboek 34°C-ko  
 ilda eta 2,5 metroko sakonera  
 en. Gertatzen ziren bero-alda-  
 tatak termopare egokien bidez  
 nartzen zituzten.

Kanpoko tenperatur aldaketek  
 sort zitzaketen arazoak ekidite  
 ko gordetze-geruza bat osatu zu  
 ten zein eguratsetik isolatuta  
 bait zegoen (ikus 1. irudia).



1. Irudia

Sakoneko gordetze-geruzak 20  
 cm lodiera zuen eta pisuan  
 zuzen gatz-disoluzio batez osat  
 u zegoen. Honen gainean, ikerla  
 r 15 geruza ponpeatu zituzten  
 bitzaren lodiera 3 cm-koa eta  
 10% kontzentrazioa aurrekoarena  
 er 1% txikiagoa izanik.

Azkenik, beste guztiak estal-  
 tu, ur gezazko geruza bat jarri  
 zen.

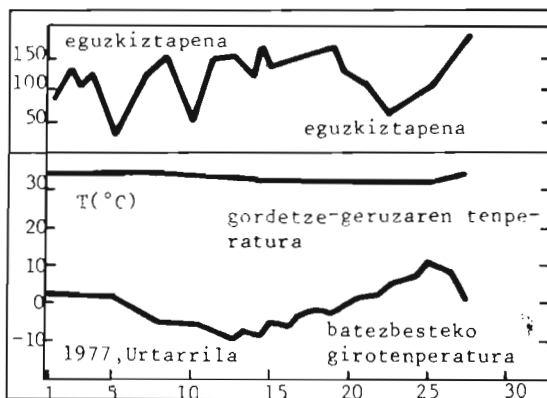
Saioak bi helburu zituen, ur-  
 tula eguzkitiko energia gorde

tzeko gauza zen ikustea alde ba  
 tetik eta, bestetik, gordetako ener  
 gia jarraiki kentzean, etxea bero  
 tzeko adibidez, zer gertatuko li  
 tzatekeen ikustea.

Saioek aditzera eman zuten  
 urmahela eguzkitiko energia gor-  
 detzeko gai zen: 1.976-eko neuan  
 zehar gordetze-geruzaren tempera-  
 tura (gordetze-geruzak 1,5 m-ko sa  
 konera zeukan orduan, gatzuna pon  
 peatu bait zitzaion). 1,5°C-tan  
 jaitsi zen soilik, nahiz eta bi as  
 tetan zehar izotzez estalita egon.

Bigarren helburua aztertzeko, gatzun beroa urmaheletik ponpea tu ondoren bero-trukatzaile bate tik pasatu eta azkenik urmahele ra itzultzen zuten.  $185 \text{ m}^2$ -ko etxe bat neguan zehar berotzeko adina bero kendu zioten. Gordetze-geru-

zak izan zuen temperatura baxue na  $28,7^\circ\text{C}$ -koa izan zen (ikus 2. irudia). Etxe bat sistema honen bidez berotzeko kostuen estima-zioa eqin zenean eguzki urmahe-laren kostua gasarena izango li-tzatekeela aurkitu zen.



2. Irudia

eguzki urmahelaren teknika jaio berria da eta oraindik orain oztopo eta arazo teknologi giko asko gaudititu behar ditu merkatal erabilpenik izan baino lehenago. Baina zenbait urteren buruan, gure herriko txalet eta bilan aldamenean uda beroan freskatzeko piztina egon behar rean, negu beltzean berotzeko urmahela egon daiteke agian. Aus kalo!

### itsaso sakonaren hoztasuna

Aurreko atalean urmahel baten

sakonera berotzen den ur gazi tik energia nola lor daitekeen ikusi badugu, oraingo honetan energia jadesteko itsasgaineko ur beroa erabiltzen duen siste ma bat ikusiko dugu. Aurrekoan konbekzioa ekiditzea funtsezkoa bazen, honetan konbekzioa derri-gorrezkoa da.

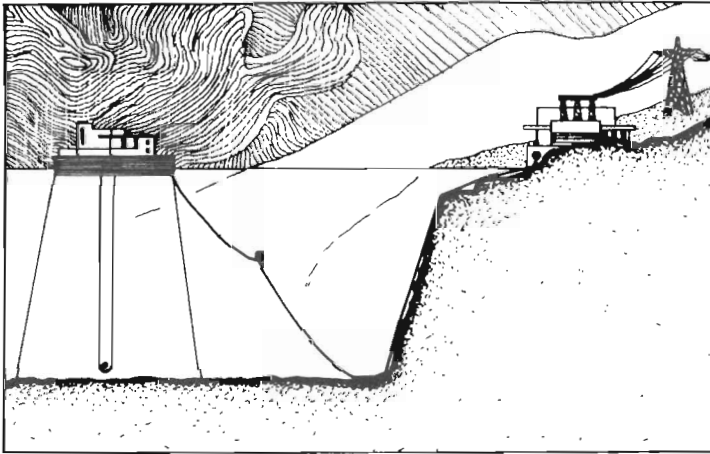
Energi iturri gisa itsasoaz hitz egiten denean bi iturri-mo ta aipatzen dira generalean, uhi nek eta mareek sortzen dutena alegia, baina gutxitan aipatzen da eguzkitiko energiaren gordai lu bezala itsasoak betetzen duen

huyar,8,2,1982

intzioa. Atal honetan adierazi-  
dugun OTEC (Ocean Thermal Ener-  
gy Conversion) sistemak, itsaso-  
metatzen duen equzkitiko ener-  
gia, energia elektrikoa sortzeko  
erabiltzen du (6), (7).

OTEC sistema oso sistema sin-

plea da funtsean; itsasoan lotu-  
rik eta flotatzen ari den pla-  
taforma luze eta zabal betetaz,  
non energia sortzen duen siste-  
ma bait dago. Itsas hondotik ur  
hotza igonerazteko tutueria luze  
batez eta elektrizitatea kostar-  
raino garraiatzen duen kable ba-  
tez osatzen da (ikus 3. irudia).



3. Irudia

OTFC sistema, azken finean,  
itsasgainaren eta hondoaren ar-  
ean dagoen temperatur diferent-  
ziaz baliatzen den bero-truka-  
zaile handi bat besterik ez da.  
Itsasgaineko ur epela bero-tru-  
katzaile baten barnean sarre-  
azten da, bertan irakite-puntu  
axuko likido bati (amoniakoari,  
hidridez) beroa transferitzen  
dion honen lurrinketa jadetsez.

Lurrina turbina batean zehar  
expanditzen da energia elektri-  
koa sortuz. Lurrina, turbina utzi  
ondoren, kondentsatu egiten da  
itsas hondoko ur hotza erabil-  
tzen duen beste bero-trukatzaile  
batean. Berririko likido bezala  
lehenengo bero-trukatzaile  
eramatzen da, zikloa itxiz.

Gaingiroki begiraturuz sistema

honek funtsezko anitz abantail aurkezten ditu. Beste eguzki-teknologietan gertatzen ez den bezala, itsasotiko energia termala egunaren hogeitalau ordutan zehar pronto dago. Honela energi iturri konstante bat da eta ez du elektrizitatea gordetzeko arazorik sortzen. Bestalde poluzio-arazorik ez du sortzen erre gai fosilek edo nuklearrek lege. Baina energia teknologia berri honek etorkizunean erabilpenik izan dezan zenbait galderari erantzun behar zaio: Zenbat energia sort daiteke? Zeintzu dira merkatal eskalan erabili ahal izateko gaintitu behar diren baldintza teknologikoak? eta konpetitiboa izango al da?.

Saia gaitezen, hemendik aurrera, zalantza eta galdera hauek erantzuten. OTEC indarplanta baten efikazki lan egin dezan hiru baldintza bete beharko ditu:

- Itsasgaineko eta hondoko uren arteko tenperatur diferentzia 20°C-koa izan behar du gutxienez. Eskakizun hau tropikotako uretan ematen da soilik. Gainera itsasgaineko ur epelak eta itsas hondoko ur hotzak berrituko dituzten itsas korrante egokiak beharko dira.

- Tenperatur diferentzia hau gerta dadin sakonera minimo bat behar da: 900 metro, hala ere sakonera ezin du 1800 metro baino handiagoa izan amarraiaren teknologiaren mugak direla kausa.

- Plataforma kostatik zein distantziara egongo den kontutan izan behar da. Kable eroalearen indar-galerak distantziaren arabera igotzen direnez distantzia maximo bat egongo da. Kalkulatu denez, 180 milakoa da.

OTEC planta bat martxan jartzeak, ezin ahaztu diren eta gaintitu behar diren zenbait arazo teknologiko ditu.

Lehenengo arazo teknologikoa bero-trukatzailearena da. 20°C-ko tenperatur diferentziarekin lan egiten duen bero-trukatzaile baten egokiro lan egiteko ur-fluxu handia eta trukatzeko-azalera garbiak eta zabalak behar ditu. Tenperatur honekin lan eginaz 1 Mw-ko elektrizitatea sortzeko, 0,405 Hektareako trukatzeko-azalera behar da. Azalera handi honek jartzen dituen baldintza teknologikoak baino latzagoak dira itsas faunak eta ur-fluxu handiak jartzen dituztenak.

Itsas faunaren arazoari lotzen

bagatzaizkio protozooek, bakte-  
ioek eta diatomeek dituzte ara-  
o larrienak. Hauen tamainu mi-  
roskopikoa dela eta indar-siste-  
an sartzen dira bero-trukatzaile-  
earen azalean bero-transmisioa  
ragozten duten filmeak sortuz.  
nimalia handiagoak bahe egokiak  
arriz ekidin daitezke. Tenperatur  
iferentzia txikia da eta bero-  
trukatzailea oso sentikorra da  
ero-transferentzia eragozten  
uen edozerrekiko (8).

Aipatzen genuen beste arazo  
at ur-fluxu handiarena da. 400

Mw-eko planta batentzat 7,5 al-  
diz Portomak ibaiaren emaria be-  
harko litzateke. Tutu bakar bat  
erabiliko balitz 90 metroko dia-  
metroa beharko luke izan.

Biqarren arazo teknologikoa  
elektrizitatea garraiatuko duen  
kablean datza, baina, arazoa ez  
da go itsas hondotik doan kablean  
baizik eta hau eta plataforma  
estekatuko duen kable higitorre-  
an. Honek plataformaren stress-ak  
eta itsas dinamika jasateko gau-  
za izan beharko du.



Orair arte, OTEC sistemari buruz egin diren azterketa gehienak teorikoak izan badira ere hasi berri dira Hawai Irletan OTEC prototipo bat saiatzzen (7). Asmo honekin, EE<sub>BB</sub>-tako "Navy"-ren petroliuntzi zahar bat, SS Chapatchet izenekoa, eraldatu egin dute; 1 megawatt-eko lurrintzaile eta kondentsatzaile bat eta 660 m-ko luzera eta 1,2 m-ko diametroa duten ur hotzerako zenbait tutu ipini dizkiote eta OTEC 1 izenez birbataiatu dute. Azkenik, Hawai Irletatik 18 mila iparmendebaldera amarratu dute.

Lehenengo saialdia izanik eta elektrizitatea sortzeko sistemaren funtzionamendua jadanik oso ezaguna denez, OTEC 1-ek ez darama elektrizitatea sortzeko generadorerik. Biofauna eta biofloraren arazoa ekiditeko, material urragarriz estalitako pingpong-peloten tamainuko kautxozko esferak pasarazten dira sistematik urarekin batera. Peloten azal urragarriak, urak garraiatzen dituen heinean, metalezko gainazalak garbitzen ditu. Kloro piska bat pasarazten da ere bai.

OTEC 1 projektuan, inourugiroan sort daitezkeen ekologi eta poluzio-arazoen azterketak funtsez

ko pisua du. Bi faktore aztertu ko dira: kloroaren eragina eta ur sakon hotzen azaleratze jarraiak sort ditzakeen arazo ekolojiko lokalak. Hala ere, zientzialariek OTEC sistemak ez duela ez poluzio-arazorik ez ekologi arazorik sortuko uste dute.

Bestalde, Jacques Cousteau, ozeanografo famatua, baikorra da ur hotzen azaleratzearen arazori buruz, eta elikagai eta nutri entetan aberatsa den hondoetako ura azaleratzeak itsas fauna handia erakar dezakeela tokira uste du. Beraz, bere eritziz, hauetako zenbait planta marinakulturarako erabil daitezke.

OTEC sistemak etorkizun handia izan dezake energi iturri gisa; ez kostaratuko den elektrizitatea sortzeko soilik (1990.eko hamarkadarako EE<sub>BB</sub>-tako hegoekialdeko energi eskariaren 30%-a OTEC sistemaz asetzeko asmoa dago) baizik eta "In situ"-ko erabiliko den elektrizitatea sortzeko. "In situ"-ko elektrizitatea bertan produktuak manufakturatze ko, itsas hondoko meatzaritzan, ura desgazitzen, hidrogenoa uretatik ekoizten eta abarretan erabil daiteke.



EHUYAR, 8, 2, 1982

BIBLIOGRAFIA

- Barandiaran, M.J. & Irazabalbeitia, I.; ELHUYAR, 7(4), 373, (1981)
- Barandiaran, M.J. & Irazabalbeitia, I.; ELHUYAR, 8(1), 13, (1982)
- Sutton, C; NEW SCIENTIST, (1981), 735, September 17
- Alkain, P.; "EGUZKITIKO ENERGIA", U.E.U., Iruñea 1979
- Keenan, CW, Kleinfelter, DC & Wood, JH; "GENERAL COLLEGE CHEMISTRY" 6th edition  
Harper & Row. 1980, 294. orrialdea
- XX, SIPISCOPE, 8, (4), 5, (1980)
- Lavi, A & Lavi, C<sup>W</sup>, THE SCIENCES, 7, April 1981
- Vian, A & Ocón J.; "ELEMENTOS DE INGENIERIA QUIMICA" ed. Aguilar, 1976. 213. orrialdea