

## Klima nolakoa uraren aukera halakoa

Iñaki Antiguada Auzmendi. *Zientzia eta Teknologia Fakultatea. E.H.U.* [gopanaui@lg.ehu.es](mailto:gopanaui@lg.ehu.es)

Gizakiek globalizazioa asmatu aurretik ere betidanik izan da beste globalizazio bat, berezkoa: atmosferak, ozeanoak eta lurak elkarren eraginez sortzen dutena. Klima esan edo ziklo hidrogikoa esan, biak dira uztarriaren parte. Sistema global hori berez da aldakorra, espazioan zein denboran. Egungo kontua ez da klima aldatzen ari ote den, aldatzen ari ote garen baino. Klima berez aldatu denean modu kontrolatuan izan da. Baina klimaren azken hamarkadetako bilakaeran berezko aldaketari gizakiek sortua gehitu zaio, azken honek naturak dituen berezko kontrolbideak *atzekoz aurrera* jarri dituela. Ondorioz, *azkartu egin dira naturako prozesuak*, intentsifikatu. Tenperatura oso arin igo da azken mendean planetan, baina horrek uraren zikloan sortuko dituen gorabeherak ez dira erraz igartzen, *kausek eta ondorioek ez baitute gertatze-eskala bera*. Gainera, aldaketa globala (*global change*) dioten hori *zalantzazko* ugari dituen aldaketa da, eta zalantzazko horiek ulertzen eta kudeatzen ikasi beharra dugu.

Aurreikuspenak buruan, 2050 urtemuga, euriak gutxitu egingo lirateke Mediterraneo aldean, tenperatura igo baino proportzioz gehiago gutxitu euriak, *atzeraelikadurak* kausa; latitude ertainetan, ostera, euriak zertxobait gehituko. Eta orokorrean muturreko gertaerak, uholdeak eta sikateak, ugarituko. Euskal Herria mugan dago, zer gertatuko?. *Zoritxarrean ez diogu gaiari bertatik bertara heldu disziplina askotako taldean*. Baliteke hemengo negu eta udaberriko gehienezko tenperatura zertxobait handituz joan izana, bestelakoetan joera argirik ez dela. Baina nago ni gaiak duen garrantzia duela sakonago eutsi behar zaiola.

Klima lurtarrok ari gara okertzen, denok gara horren jakitun. Klima okertuz gero bueltan etorriko zaigu ondorioa lurrera. Beraz, klima lurretik ere egiten denez gure esku dago hitzen gaintik okertze hori gelditzeko neurri egokiak gauzatzea eta orain arteko okerrak bihar-etzi ekarriko diguna, zalantzak zalantza, igarri eta horren babesa dugun *uren eta lurren kudeaketa bidezkoa gaurdanik egiten hastea*.

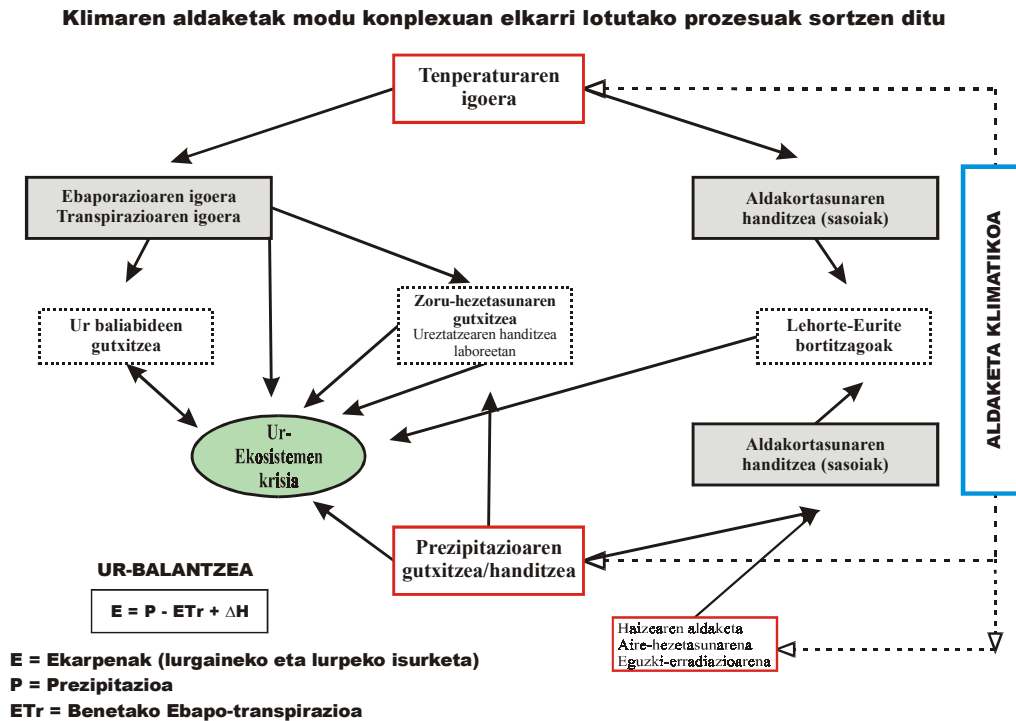
### Klima aldaketaren eragina ur-zikloan: uholdeak, kasuko

Uholde suntsitzaileak beti izan dira, hasierako zibilizazioetatik (Noe bera gogoan) oraingo honetara. Uholdeak natur-gertaerak dira, berezkoak, izan dira, dira eta izango ere, inongo zalantzarik gabe. Baina uholdeak gero eta gehiago dira antropikoak jatorriz. Izan ere, azken urteotako uholde batzuek aurretiko marka guztiak gainditu dituzte, bai kalte materialetan (eredu sozio-ekonomikoaren eta lurralde antolaketaren ondorio) eta bai urek lortu duten altueretan ere (ibai-arroen ezaugarri fisikoen eta hauen alderaketaren ondorio).

Klimaren aldaketak ekarriko duen ziklo hidrogikokoaren intentsifikazioaren ondorioz uholde-arriskua handitu egingo da. Hala ere, uholdeen sorreran jarduera antropikoari dagokion “errua” bereiztea zaila da, uholdeak, berez, natur gertaera oso aldakorrak direlako. Hainbat adituk burututako ikerlanak XX mendean uholde handien maiztasuna (100 urteko errepika-denboratik gorako uholdeak hartu zituzten kontuan, horrela klimari ez dagozkion faktoreak –lurren erabilpena, kasuko – saihestu nahian) “dexente” igo dela utzi du agerian. Datuak datu, uholde handiak izateko arriskuak estatistikoki joera positiboa du, goranzkoa. Joera hau bat dator modelo

klimatikoek aurrikusitako emaitzekin; are gehiago, modeloon arabera joera positibo horrek gorantz segituko du aurrerantzean ere.

Azken urteotan klimak berotze aldera egin du, han-hemenka asko edo gutxi egin ere. Aurrerantzean bide horretatik jarraituko duelakoan dira zientzilariak, zalantzakook zalantzakook beti ere. Baina zer ondorio izan dezake berotze horrek uholdeen sorreran? Galdera honi erantzuna eman aurretik badira zehaztu beharreko kontuak. Izan ere, uholdeez ari garela uholde-mota desberdinak direla esan behar da.



### 1. irudia: Klimaren aldaketak ukitu ditzakeen prozesu hidrologiko nagusiak.

Alde batetik, *iraupe luze uholde zabalak* dira (lautada-uholdeak; *plain floods*) ibai-arro handietan (1000 km<sup>2</sup> baino handiagoak) gertatzen dira, hainbat egunetan, edo astetan ere, izandako euriteen ondorioz sortuak, lekuan leku urtzeko elur-urak lagunduak. Uholdeok ibaiertz zabal-zabalak hartzen dituzte urpean egun batzuetan, arroen beheko aldeetan batez ere. Horrelakoak izaten dira noiz edo noiz Afrikan (2000 urtearen hasieran Mozambiken izan zen uholde hiltzailea, kasurako), Asian (Bangladesheko deltakoak) edo Hego Amerikan direnak, nahiz eta Europan bertan ere gertatzen diren (Rhin, Danubio edo Ebro ibai-arroetan, esaterako; urrunera joan gabe, 2003ko otsailean Nafarroako Erriberakoa).

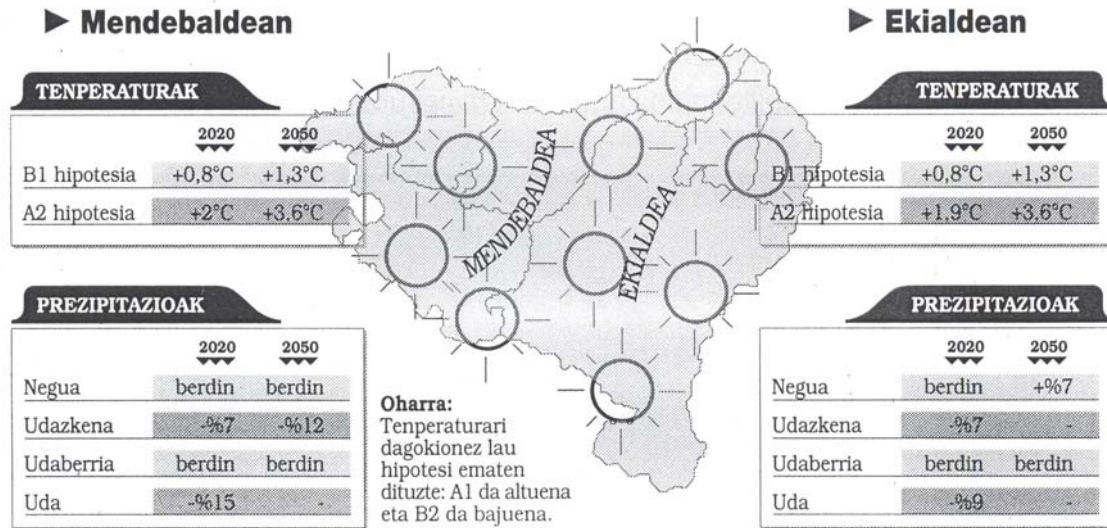
Beste aldetik, *lekuko uholde arinak* dira, kolpe batean gertatuak (kolpe-uholdeak; *flash floods*). Ibai arro txikietan gertatzen dira, oso intentsitate handiko eta iraupe gutxiko euri-jasek sortuak; batzuetan oso euri-jasa lokalak dira, ordu gutxitan ur asko botatzen dutenak. Jausitako euri-urak arineketan biltzen dira ibaira, erliebe aldapatsuetan eta zoru urrikoetan are arinago, eta espazioan zabal eta denboran luze ez izan arren oso hondatzaileak suertatu daitezke. Horrelakoak

izaten ohi dira Euskal Herriko Kantauri aldean izan diren asko (1983, 1988, 1992, 1997, 2002, azkenetariko batzuk baino ez aipatzearren; guztiak uda partean izanak).

Zer ondorio izan dezake klimaren berotzeak uholdeen sorreran? Atmosferako fisikaren ikuspegitik uraren eta energiaren zikloak elkarri lotuta daude, guztiz, sistema bereko osagaiak. Termodinamika oinarri, tenperatura goratzeak ziklo hidrológicoaren azkartzea ekarriko duela pentsatu liteke, planeta mailan behinik behin, hau da, eskala globalean. Horrela, tenperaturak datozen urte-mugetan 3-5 °C tartean gora egingo balu, batzuek aurrikusi moduan, prezipitazioak eta ebaporazioak ere gora egingo luketela aurrikusi daiteke, % 7-15eko gorakada osagai bietan ikerlari batzuen datuetan, gaurko ziklo hidrológicoa azkartuz. Beste modura esanda, tenperatura, planetaren batez-bestekoa, 15 gradutik, gaurkoa, 18 gradura, bihar-etzi litekeena, igota urteko prezipitazioa planetan, batez-bestekoa ere, 1000 milimetrotik 1100 milimetrora pasatuko zen, % 10eko igoera, gutxi gorabehera.

Baina jakina, izan litezkeen horiek, dudazkoak dudazko, eskala globalari dagozkio. Oso bestelakoa da lekuan leku izan litezkeenak, izan ere planetan han-hemenka klima-eredu desberdinak dira, guztiz, eta kausa globalaren ondorioak ere desberdinak izango dira han-hemenka. Adituak maila globalean gertatu daitekeena ulertzen saiatzen dira, hori abiapuntu hartuta eskualdeko eskalan gertatu daitekeena ondorioztatzeko, *downscaling* (zabalekoz laburrera) dioten prozedura baliatuz, hots, goitik behera, zabaletik laburrera. Baina ez da batere erraza, oso sistema korapilatsua delako atmosferako fisikarena.

## Aurreikuspenak Euskal Herriko eguraldian



Iturria: Azterketa East Anglian Norwicheko unibertsitateko zientzilari talde batek egin da WWF elkarte ekologistaren eskariz.

J. APEZTEGIA

### 2. irudia: Aurrikuspenak Euskal Herriko eguraldian (Egunkariatik hartua).

1.irudiak erakusten du, modu oso ximplean erakutsi ere, klima aldaketak, tenperaturaren igoerak zehatzago, prozesu hidrológico nagusietan sortu ditzakeen eraginak eta atzeraelikadurak (kausa-efektua-kausa; *feedback*) bai eskala globalean eta bai eskualdeko eskalan ere. Azken honetan prezipitazioek gora edo behera egin dezakete, urtean edota sasoietan. Euskal Herria, kasurako, klima-erregio desberdinen muga da kokatua, jakina denez. Modeloak modelo, eta

hipotesiak hipotesi (berotegi-gasen isuri tasa diferenteak datozen urteetan), prezipitazioak neguan eta udaberrian mantendu eta udazkenean eta udan gutxitu egingo liriateke 2020ra begirako aurrikuspenetan, udan gehiago gutxitu (%10-15) udazkenean baino (%7). Urtemuga horretan tenperatura, urteko batez bestekoa, gaurkoaren gainetik izango zen 0,8-2 °C (2. irudia). Buruan izateko datuak dira, baina tentu handiz hartu beharrekoak ere, zalantzakakoak zalantzakako.

Izan ere, Klimaren Modelo Globalak deritzanak (GCM, *Global Climate Models*) orain hainbat urte hasi ziren erabiltzen, baina horiek duten lan-eskala zabalegia da, hartzen duten lurralde zabalaren sare-laukia oso handia izanda (500 x 500 km, sarri askotan). Zer esanik ez, zabalera horrekin modelook ezin dute ibai-arro “txikietan” (5000 km<sup>2</sup> baino txikiagoak, kasuan) aurrikuspenak egiteko moduko informazio egokirik eman; eskala-kontua. Hori horrela, beste teknika batzuk garatu behar izan dira *behealde* horretan erabiltzeko aproposagoak.

Horiatariko bat, datu historikoen analisi estatistikoa da, hau da, iraganeko urte-serie luzean gertatuaren analisia, zenbat eta luzeagoa seriea hainbat eta zentzuzkoagoa hortik atere. Alemaniako Rhin ibai-arroan, esaterako, 110 urteko (1880-1990) prezipitazio-datuak aztertu ziren. Bi ondorio atera ziren: urteko euri-kopuruak goranzko joera ageri du denboraldi horretan, gutxi izan bada ere, 80 mm-ko igoera hasieratik azkenera (%10 bat); bigarrenik, bada ere euriteen sasoiz aldatze bat, udatik negurakoa, neguko euriak handitu egiten direla edo. Joera-eredu hau, neguko euriak handitzea, Ipar eta Erdiko Europarako eginiko beste azterketa batzuetan ere islatua izan den bitartean kontrakoa ateratzen da Hegoko Europarako eginikoetan, hau da, hor neguko euriak gutxitu edo egiten dira.

Rhin-en arrorako egin zen analisia ez zituen prezipitazioak bakarrik hartu, ur-emariak ere hartu zituen, kasu honetan urte-seriea luzea izan bai (100 urte) baina euriena baino apur bat motzagoa. Emariotan ere goranzko joera igartzen da, oso argia ez bada ere, urteko gehienezko eguneko emarietan. Pentsatu ur-emarien etengabeko erregistroak, hamar minutuerokoa, normalean, urte-serie motza duela oraindik, baina askoz luzeagoa dela urteetan egunean behin hartutako erreferentzia-seriea (ibaiaren ur-maila); azken hauen mailarik altuenetan igartzen da goranzko joera hori. Jakina, uholdeen kasuan ezer gutxi balio du momentu bateko ur-mailak ematen duen informazioak, eguneko hogeita lau orduetan zehar gora-behera oso handiak izan daitezkeelako; honetarako, beraz, etengabeko erregistroak dira funtsezkoak, eta horien serieak oraindik orain motzak direnez ezin joera seriorik atera hortik.

Europako beste ibai batzuetan, ostera, gehienezko ur-emarien beheranzko joera igarri da analisi estatistikoetan. Ibai-arroak oso desberdinak dira han-hemen jokamoldez, eta horrexek azatzen du arro batean goranzko joera igartzea eta beste batean beheranzkoa. Esaterako, elur-urek neurri handian elikatutako ibaietan normala da beheranzko joera agertzea urte garaian sortutako uholdeen gehienezko emarietan, klimaren berotzeak glaziarren urritze nabarmena ekarri duelako azken urteetan. Arroburuetan egindako presatzarrek, bestalde, uholdeen gehienezko maila jaitsi dezakete ibaian behera. Beraz, kasuak kasu interpretatu behar dira arroak.

Bestalde ere, litekeena da Europako han-hemengo euri-ereduak aldatze bidean izatea, eskualde batzuetan behintzat, orain arteko euriak ekialdetik nagusian etorri izan badira ere, kasu baterako, mendebaletik etortzera aldatze bidean. Norabide aldatze honek garrantzi handia hartzen du uholdeei begira, ibai-arro zabal baten barruan azpiarro handiak izan daitezkeelako, erliebez eta kokapenez desberdinak, eta, hortaz, euriak norabidez aldatzeak areagotu egin dezake azpiarro batzuen uholde-arriskua eta moteldu beste azpiarroena. Gainera, igarri edo egin daitezkeen era horretako aldatzeak oso urte-serie gutxiko eurietan oinarritu dira, eta, beraz, betiko zalantza



datorkigu burura: epe luzeko berezko klima-aldaketaren berezko ondorio ala epe motzeko klima-aldaketa antropikoaren ondorio, zer dira euri-eredu horien aldatzeak?.....