

# /G 2021

## Klima-aldaketaren inpaktua eta harekiko kalteberatasuna **Gipuzkoan: txostena**

Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



ETORKIZUNA ORAIN  
Es futuro



**Naturklima**  
Aldaketa Klimatikobaren Gipuzkoako Fundazioa



# /G 2021

## Klima-aldaketaren inpaktua eta harekiko kalteberatasuna **Gipuzkoan: txostena**

Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



ETORKIZUNA ORAIN  
Es futuro



**Naturklima**

Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa



## AURKIBIDEA

Sarrera.....	9
<b>I. zatia. Klima-aldaketaren oinarriak.....</b>	<b>17</b>
1. Klima-sistema globalean behatutako aldaketak.....	19
2. Klima-aldaketaren kausa nagusiak.....	29
3. Gipuzkoako klima-aldagaietan ikusitako aldaketak.....	33
4. Proiekzio klimatikoak eta etorkizuneko agertokiak Gipuzkoan .....	42
<b>II. zatia. Sistema naturala .....</b>	<b>51</b>
5. Lurzoruaren estaldura eta erabilerak.....	53
6. Ur-baliabideak.....	55
7. Kostaldea.....	63
<b>III. zatia. Sistema sozioekonomikoa .....</b>	<b>69</b>
8. Osasuna .....	171
9. Biztanleguneak.....	75
10. Nekazaritza eta basozaintzako sektorea .....	79
11. Arrantzaren sektorea.....	87
12. Energia.....	89
13. Garraioa.....	95
14. Industria.....	101
15. Turismoa eta aisia-jarduerak.....	107
16. Zerbitzu finantzarioak.....	111
<b>IV. zatia. Itsasoko eta kostaldeko adierazleen     bilakaerari buruzko txostena.     Gipuzkoako Itsasertzeko Behatokia .....</b>	<b>117</b>
Itsasertzeko behatokiaren txostena.....	119
<b>Eranskina. Glosarioa. Erreferentziak .....</b>	<b>157</b>
I. eranskina. Adierazleen zerrenda.....	159
Glosarioa .....	168
Erreferentziak.....	172



# Naturklima

Aldaketa Klimatikoaren | Fundación de Cambio  
Gipuzkoako Fundazioa | Climático de Gipuzkoa

Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



ETORKIZUNA ORAIN  
Es futuro

# /G

Klima-aldaketaren inpaktua  
eta harekiko kalteberatasuna  
**Gipuzkoan: txostena**

## Klima aldaketa gipuzkoan



### Jose Ignacio Asensio Bazterra

Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako diputatua  
Naturklimako Lehendakaria

Klima-aldaketa errealitate eztabaida ezina da, eta denboran eta espazioan gure pertzepzioak adierazten diguna baino askoz ere hurbilagoa. Baieztapen hori datuen bidez berretsi zuen 2020an Naturklimak argitaratu zuen Gipuzkoako klima-aldaketaren egoerari buruzko lehen txostenak. Berotze globala ez da etorkizuneko fenomeno bat, edo poloetan bakarrik gertatzen den zerbait, hemen dago eta eragin larriak ditu gure lurraldean, eta beharrezkoa da horri aurre egitea, ez baditugu gure herritarren osasuna eta ongizatea arriskuan jarri nahi.

Klima-aldaketak Gipuzkoan duen eraginari eta kalteberatasunari buruzko txostenak 2021eko edizio honetan berretsi dituen datu eta ondorioen arabera, azken 50 urteetan, gure lurraldeko tenperatura 1,2 °C igo da, eta urtean 30 egun bero gehiago ditugu. Uda hilabete luzatu da, eta, horrela jarraituz gero, mendearen amaieran 3 eta 4 °C arteko hazkundee-tara hel gaitzake. Gure kostaldean eragin bereziki handia izango du: itsasoaren maila 50 eta 70 cm artekoa izango da, eta gure hondartzen herenak desagertzeko arriskua du.

Fenomeno horien ondorio nagusiak lehortekak, ibai uholdeak eta itsas mailaren igoerek eragindako itsas uholdeak izango dira, eta Gipuzkoako biztanleriaren % 40ri eragingo diote zuzenean. Ehuneko hori bat dator Gipuzkoako kostaldean bizi direnen ehunekoarekin. Alderdi ekonomikoari dagokionez, inpaktuak bereziki esanguratsuak izango dira turismoan edo bide azpiegituretan, lur jausien eragina izan baitezakete eta horrek eragina izan baitezake industriaren hornidura-kateetan.

Aipatutakoez gain, osasunaren gaineko eraginak beste ondorio zuzen bat dira, kontuan hartzen badugu bero boladen eraginak Gipuzkoako hilkortasun tasak % 6,5 inguru areagotu ditzakeela 30° C-tik aurrera. Horri guztiari beste hauek ere gehitu behar zaizkio: biodibertsitatean, baso ekosistemetan edo

lehorteen eta muturreko prezipitazioen ondoriozko lurzorua-ren degradazioaren azelerazioan izan ditza-keen eraginak.

Informazio hori izatea oinarritzkoa da egoerari aurre hartzeko eta beharrezko egokitzapen- eta arin-tze-politikekin erantzuteko. Helburu horrekin, klima-aldaketaren Gipuzkoako estrategia onartu zen, Gipuzkoa Klima 2050, klima-aldaketaren, ekonomia zirkularraren eta jasangarritasun energetikoaren inguruko programak garatzeko.

Testuinguru horretan, Naturklima Gipuzkoako Klima Aldaketaren Foru Fundazioaren helburua da gure lurraldeari eragiten dioten inpaktuei buruzko informazioa ematea eta Gipuzkoako trantsizio ekologikoa bultzatzea, energia berriztagarriak zabal-tzen eta ekonomia berde berri bat garatzen lagunduz. Horren guztiaren helburua da ingurumena errespetatzen duen eta karbonoari dagokionez neutroa den gizarte batean herritarren ongizate mailari eusteko eta hura handitzeko oinarriak ezartzea.

Klima-aldaketaren aurkako borroka erronka globala da, baina tokiko ekintza argia eskatzen du. Gipuzkoan, unibertsitateek, teknologia-zentroek, enpresek, industriak, erakundeek eta herritarrek prozesu horretan aktiboki parte hartzeko gai izan behar dugu, gure jokabideak hobetuz eta gure lurraldea garapen jasangarriaren bidetik eramateko aukerak aprobeztatuz. Gure etorkizuna horren mende dago.





# Sarrera



Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



ETORKIZUNA ORAIN  
Es futuro



## SARRERA



**K**lima-aldaketa XXI. mendeko erronka handienetako bat da. 2014an, Klima Aldaketari buruzko Gobernuarteko Adituen Taldeak (IPCC, ingelesezko siglak) bere azken Ebaluazio Txostena (V. Ebaluazio Txostena) argitaratu zuen. Bertan, agerian jartzen zen klima-sistemaren aldaketa zalantzarik gabekoa dela, eta oso litekeena dela arrazoi nagusia giza jarduerak eragindako berotegi-efektuko gasen (BEG) isuriak izatea. BEG ohikoenen (karbono dioxidoa, metanoa eta oxido nitrosoa) atmosferako gaur egungo kontzentrazioak, gutxienez, azken 800.000 urteetako handienak dira, eta modu esponentzialean hazi dira industriaurreko arotik gaur egunera arte. Era berean, Nazio Batuen Klima Ekintzari buruzko Gailurraren esparruan (New York, 2020ko iraila) egindako “Zientzian elkartuta” txostenak nabarmentzen du inaktuak gero eta handiagoak eta itzulezinak direla, eta ekosistema, ekonomia eta pertsonen bizi-baldintza guztiei eragiten diela, azken hori urarekin zerikusia duten arriskueta ikus daitekeenez, lehortean edo uholdeetan, esate baterako; alderdi horiek aztertu eta haiei buruz ohartarazten du, halaber, Nazio Batuen Erakundeak Baliabide Hidrikoen Garapenari buruzko bere 2020ko txostenean (Paris, 2020ko martxoa).

“Zientzian elkartuta” txostenak dokumentatzen du, halaber, COVID-19aren ondoriozko geldialdi ekonomikoa eta mugikortasun-murrizketak gorabehera, planetaren berotzea eta klimaren alterazioa larriagotzen ari direla 2020an isuriak apur bat murriztu badira ere. Gainera, datozen urteetan ere gora egingo dutela aurreikusten da. Izan ere, IPPCk dioenez, datozen urteetan BEG isuriak nabarmen mugatzea lortzen bada ere egungo klima-aldaketak eta horri lotutako efektuek mendeetan zehar jarraituko dute.

BEG isuri jarraituek aldaketa handiagoak eragingo dituzte klima-sisteman maila globalean, eta horren ondorioz sistema naturaletan eta sozioekonomikoetan inaktu larriak, orokorrak eta itzulezinak izateko probabilitatea

handituko da. IPCCk azken txostenerako prestatutako eta ebaluatutako BEG isuriaren agertoki guztietan aurreikusten da lurrazalaren tenperaturak gora egiten jarraituko duela mende honetan zehar, eta oso litekeena dela bero-boladak ugartzea, bai maiztasunari dagokionez, bai intentsitateari dagokionez, bai eta eurite torrentzialen gertakari handiago eta larriagoak ere. Gainera, beste fenomeno batzuk ere ez dira ahaztu behar, hala nola ozeanoen berotzea eta etengabeko azidotzea, baita itsasoaren batez besteko maila globalaren igoera ere.

2020. urtean, COVID-19aren osasun-krisiak inoiz baino ageriago utzi du klima-aldaketaren arrazoiak asko gaixotasun berrien arriskua areagotzen eta gaixotasun horiek sakabanatzen laguntzen dutela. Gaur egun ez dago klima-aldaketa birusaren hedapenarekin lotzen duen ebidentzia zientifiko argirik, baina badira gaixotasun infekziosoen sakabanaketari egiten dion ekarpenari buruzko ebidentziak. Horrela, esate baterako, tenperatura- eta prezipitazio-banaketa aldaketaren ondorioz edo ekosistemen galeraren ondorioz migratzen diren espezieak beste batzuekin kontaktuan sartzen dira, eta horrek areagotu egiten du patogenoak ostalari berrietan geratzeko eta gizakiengana jauzia gertatzeko probabilitatea. Beraz, klima-ekintza funtsezkoa da gure osasuna ere ziurtatzeko eta gaixotasun infekzioso gehiago agertzeko eta transmititzeko arriskuak murrizteko maila globalean.

Mehatxuaren izaera global horrek, hain zuzen ere, ahalegin eta erantzun bateratuak eskatzen ditu nazioartean. Ildo horretatik, klima-arloko azken akordio garrantzitsuenetako bat Parisko Akordioa da; akordio hori 2015eko abenduan onetsi zen, Nazio Batuen Klima Aldaketari buruzko Konferentziaren esparruan. Akordio horrek klima-aldaketa oso bizia saihesteko esparru global bat ezartzen du, berotze globala 2 °C-en azpitik mantentzeko eta 1,5 °C-ra mugatzeko ahaleginak eginez. Helburuak ez lortzearen ondorio nagusiak kos-

taldeen ehuneko 70ean itsasoaren batez besteko maila 0,2 metrotik gora handitzea izango litzateke, eta, horren ondorioz, kostaldeko uholdeen maiztasuna eta hondartzen higadura handitzea, ur-hornidurak gazitzeko arrisku handiagoa eta beste hainbat inpaktu: gizakiengan (adibidez, heriotza-tasa handiagoa bero-boladen eraginez) eta sistema naturaletan (espezieak latitude hotzagoetara mugitzea, eskuragarri dauden ur-baliabideak murriztea, etab.), bai eta inpaktu sozioekonomikoak ere (energia-hornidurak eta material etenak, kalte handiagoak azpiegiturretan muturreko gertakarien ondorioz, nekazaritza-lurzoru pobretuak eta abar).

Parisko Akordioa da klima-aldaketari buruzko lehen akordio unibertsal eta juridikoki loteslea, eta asmo handikoena da orain arte klima-aldaketak mundu osoan dituen arriskuak eta inpaktuak murriztean. Aldi berean, helburu hori lortzeko beharrezkoak diren elementu guztiak ere jasotzen ditu. Gainera, aitortzen du beharrezkoa dela isuri globalen goranzko joera ahalik eta lasterren lehengoratzten hastea eta onartzea lan horrek denbora gehiago beharko duela garapen-bidean dauden herrialdeentzat. Isuri horiek epe ertain eta luzera murrizteko bideei dagokienez, mendearen bigarren erdialderako agertoki neutro bat<sup>1</sup> lortzeko beharra ezartzen du. Parisko Akordioak klima-aldaketaren ondorio kaltegarrietara moldatzeak, erresilientzia indartzeak eta kalteberatasuna murrizteak duten garrantzia azpimarratzen du, herrialde guztiak tenperatura globalaren igoerak eragindako inpaktuei aurre egiten ari zaizkien testuinguru honetan. Alde horretatik, Europako Batzordea ahalegin handiak egiten ari da moldatzeari dagokionez. 2021eko otsailean, Europako Batzordeak klima-aldaketara moldatzeari buruzko EBren estrategia berria onartu zuen, klima-aldaketaren efektu saihetsezinei aurre egiteko ibilbide-orrria ezartzen duena. Ildo horretatik, Europako Itun Berdeak garrantzi erabakigarria ematen dio erresilientzia, prebentzioa eta prestakuntza sustatzeari.

Klima-sistema globalaren aldaketek inpaktua dute eskualdeko eta tokiko mailetan, eta sistema natural eta sozioekonomiko desberdinei eragiten diete espezifikoki. Beraz, moldatze-ekintzak eta -ekimenak eskala horietan definitu eta inplementatu behar dira.

Gipuzkoako geografiak eta bere ezaugarri fisikoek azaltzen dute lurraldeak klima-aldaketaren ondoriozko eragin-arriskuarekiko duen kalteberatasuna. Hori handiagoa izatea aurreikusten da, adibidez, ekosistema bereziki sentikorak dituzten mendialdeetan edo biztanleriaren zati handi bat biltzen den itsasertzeko zerrendan. Klima-aldaketaren aldagaiek inpaktu handia izan dezakete itsas mailaren igoeran, ekaitzen maiztasun eta intentsitatean edo ekosistemen hauskortasunean.

Testuinguru horretan, Naturklimaren Klima Aldaketaren Behatokiaren helburu nagusia klima-aldagaien eta klima-al-

daketak Gipuzkoako lurralde historikoan dituen inpaktuen jarraipena egitea da. Behaketa- eta monitorizazio-lanaren barruan, klima-adierazle ugari eta ekonomia- edo gizarte-adierazleak erabiltzen ditu. Halaber, behatokiaren zeregina da klima-aldaketaren bilakaera hobeto ulertzea. Horretarako, datu-serie historikoak eta bildutako informazio guztia- ren laburpena aztertzen ditu, Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuko Ingurumen Zuzendaritza Nagusiarekin kontrastatu eta berrikusitako aldizkako txostenak argitaratuz. Etorkizunean lurraldearen kalteberatasuna murrizteko neurriak hartzerakoan, ezinbestekoa da administrazio publikoari, sektore sozioekonomikoari eta gizarteari gaitasun teknikoa ematea.

Naturklimaren bigarren txosten hori, 'Klima Aldaketaren Inpaktua eta Kalteberatasuna Gipuzkoan: Txostena 2021' lau bloketan egituratzen da. Lehenengoak klima-aldaketaren ebidentziak eta beharrezkoak deskribatzen ditu lau kapitulutan zehar, maila globalean zein Gipuzkoako Lurralde Historikoan, eta barnean hartzen ditu RCP4.5 eta RCP8.5 klima-agertokiatarako eskualde-proiekzio berrienak eta klima-agertoki eguneratuak (2020. urtera arte) tenperatura- eta prezipitazio-aldagaietarako. Bigarren blokean, klima-aldaketak natura-ingurunean dituen inpaktu nagusiak jasotzen dira, eta hirugarren blokean sistema sozioekonomiko nagusietarako aurreikusten diren inpaktuak erakusten dira. Laugarren blokean "Itsasoko eta kostaldeko adierazle bilakaerari buruzko txostena" aurkezten da. Gipuzkoako Itsasertzeko Behatokiaren esparruan, adierazle fisiko-kimikoen, geomorfologikoen eta biologikoen bilakaera sakonki aztertzen da, aldagai horiek klima-aldaketarekiko, klima-aldaketaren inpaktuarekiko eta gure kostaldearen erresilientziarekiko nola aldatzen diren ezagutzeko helburuarekin. Txosten hori Gipuzkoako Klima Aldaketaren Behatokiak "Focus" izenarekin prestatuko dituen gaikako beste dokumentu tekniko batzuen lehena da.

Azterketan zehar, I. eranskinean jasotako hainbat adierazle identifikatu dira. Adierazle horien epe luzeko bilakaerak aukera ematen du klima-sistemaren aldagaiak nola aldatzen ari diren jakiteko, eta sistema eta sektore desberdinen sentibilitatea, esposizioa, eragina eta moldaketa islatzen dituzte. Adierazleak aldagai bat dira, eta, informazioaren sintesiaren bidez, ingurumenaren egoera islatzen dute une eta espazio jakin batean. Horregatik, balio handia du tresna gisa aldi baterako ebaluazio-prozesuetan. Adierazle horiek Fundazioaren Behatokian sartuta daude dagoeneko, eta bertatik adierazle berriak sartzea komeni ote den aztertzen da, klima-eraginek lurraldean duten bilakaeraren analisi gero eta zorrotzagoa egin ahal izateko.

Sektore sozioekonomiko desberdinen inpaktu probabilearen eta kalteberatasunaren ebaluazioan, Gipuzkoan aurre egin beharreko arrisku faktore nagusiak hartu dira kontuan, hala nola tenperaturaren igoera, itsas mailaren

<sup>1</sup> Jatorri antropogenikoko berotegi-efektuko gasen isuriak gas horien xurgapen antropikoekin konpentsatzen diren egoera.

igoera, prezipitazioaren alterazioak, eta horietako bakoitzerako espezifikoagoak diren beste batzuk ere. Taula ho-

netan jasotzen dira, laburpen gisa, sistemen gaineko efektu nagusiak.

		Temperatura		Itsasertza		Prezipitazioa		Transformazioa
		Hezetasuna	Muturrekoak	Ekaitzak	Itsas maila	Lehortea	Uholdeak/prezipitazioa	
Sistema naturala	Edafologia							
	Ur-baliabideak							
	Natura ingurunea							
	Kostalea							
Sistema socioekonomikoa	Osasuna							
	Biztanleguneak							
	Nekazaritza eta basogintza							
	Arrantza							
	Energia							
	Garraioa							
	Industria							
	Turismoa eta aisialdia							
	Finantza-zerbitzuak							

Inpaktuaren garrantzia: TXIKIA (berde argia), ERTAINA (berde ilena), HANDIA (berde beltza), Transformazioa (naranja)

1. ird. Klima-aldaketak Gipuzkoan dituen inpaktuen analisiaren laburpena. Iturria: GKAABEren irudi egokitua (2018).

## ZIURGABETASUNAREN TRATAMENDUA

**T**xosten honek IPCC kalibratutako ziurgabetasunaren tratamendua hartzen du (Mastrandrea et al., 2010<sup>2</sup>). Horrela, bai txosten honen egileek, bai irakurleek, ongi ezaguna eta oso ezaguna dena eta ziurgabetasun handiagoa duena bereiz ditzakete.

Bi adierazle erabiltzen dira emaitza nagusien ziurtasun-maila adierazteko:

- Emaitza baten baliozkotasunarekiko konfiantza, ebidentziaren motan, kantitatean, kalitatean eta koherentzian (adibidez, teoria, datuak, ereduak eta aditu-iritzia) oinarritutakoa. Konfiantza modu kualitatiboan adierazten da.
- Probabilitatez adierazitako emaitza baten ziurgabetasunaren neurketa kuantifikatuak (behaketen edo ereduaren emaitzen analisi estatistikoaren arabera, edo adituen iritzien arabera).

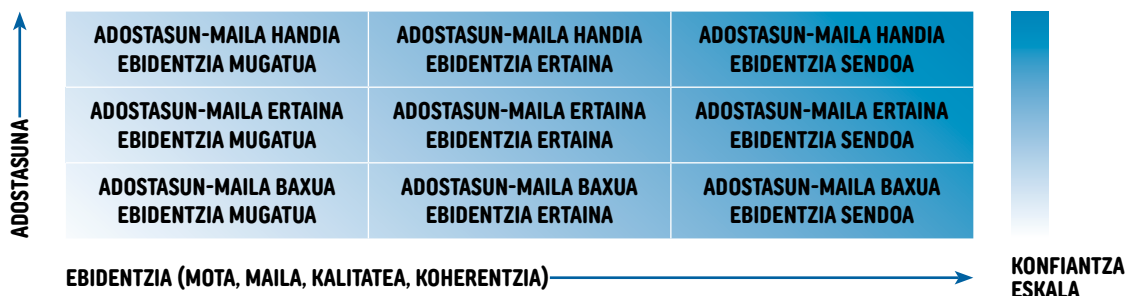
Konfiantza-adierazleak erredakzio-taldeak emaitza baten baliozkotasunari buruz egiten duen balorazioaren

sintesi kualitatiboa eskaintzen du, ebidentziaren ebaluazioak eta akordio-mailak zehazten dutenaren arabera. Ziurgabetasunak probabilitatez kuantifika badaitezke, erredakzio-taldeak emaitza bat deskriba dezake probabilitate kalibratuaren lengoia erabiliz edo probabilitatearen aurkezpen zehatzagoa eginez. Kontrakoa adierazi ezean, konfiantza-maila handia edo oso handia erredakzio-talde batek probabilitate-termino bat esleitu dien emaitzei egozten zaie.

Dagoen ebidentzia deskribatzeko, honako termino esplikatzaile hauek erabiltzen dira: mugatua, ertaina edo solidoa; adostasun-maila definitzeko, berriz, honako hauek erabiltzen dira: baxua, ertaina edo altua. Konfiantza-maila bost kalifikazioen bidez adierazten da: oso txikia, txikia, ertaina, altua eta oso altua.

Ondorioetako batzuk konfiantza-maila zehaztu gabe adieraziko dira. Gertaera oso ongi onartuak izan daitezke horiek, edo probabilitate handia izatearen ondorioz adierazteko beharrik ez dutenak.

2 Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G.K. et al. The IPCC AR5 guidance note on consistent treatment of uncertainties: a common approach across the working groups. Climatic Change 108, 675 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0178-6>



TERMINOA	PROBABILITATEA
IA-IA SEGURU	99% - 100%
IA SEGURU	95% - 100%
PSP LITEKEENA	90% - 100%
LITEKEENA	66% - 100%
HAIN LITEKEENA ETA NEKEZ GERTATZEKOA	33% - 66%
NEKEZ GERTATZEKOA	0% - 33%
OSO ZAILA	0% - 10%
IA EZINEZKOA	0% - 5%
OHIZ KANPOKOA	0% - 1%

2. ird. Txosten honetako enuntziatuen konfiantza- eta probabilitate-mailak IPCCren V. ebaluazio-txostenean erabilitako berak dira (IPCC, 2013). Konfiantza areagotu egiten da goiko eskuineko izkinarantz, itzalezatzearen intentsitatea handitzeak iradokitzen duen bezala. Oro har, ebidentzia fidagarriagoa da kalitate handiko ebidentzien lerro koherente eta independente ugari daudenean.

## DENBORA-ESPARRUA

---

**T**xosten honetan Gipuzkoako kliman ikusitako eta proiektatutako aldaketak ebaluatzen dira. Beraz, iraganaz eta etorkizunaz arituko gara. Ikusitako aldaketak XX. mendeko uneren batetik gaur egunera arte gertatutako aldaketei atxikiko zaizkie batez ere, behaketa zuzenetan edo satellite bidezkoetan oinarrituta egongo baitira nagusiki.

Meteorologiaren Mundu Erakundearen (MME) gomendioen arabera, 'klima' eguraldiaren batez besteko egoeratzat har daiteke, eta gutxienez 30 urteko denbora-serieak behar dira klimaren karakterizazio estatistikoa egiteko. Klima-aldaketa hau da: 'klima-egoeraren aldaketa identifikagarria (adibidez, estatistika-proben bidez) batez besteko balioaren aldakuntzei eta/edo haren propietateen aldakortasunari dagokienez, denbora luzez irauten duena, normalean zenbait hamarkadatan zehar edo aldi luzeagoetan' (IPCC, 2013). Beraz, iraganeko klimaren ebaluazioan serie historiko ahalik eta luzeenak beharko ditugu. Aztertutako aldagai bakoitzean, hori datuen eskuragarritasunaren arabera izango da.

2020ko amaierara arte, klima-informaziorako "normal"tzat jotzen zen oinarritzko epea 30 urteko aldia zen: 1981-2010. Hala ere, MMEren gomendioa kontuan hartuta, zeinaren arabera erreferentziako 30 urteko epe estandarrak eguneratu behar diren hamarkada bakoitzean klima-aldaketa hobeto islatu ahal izateko, erreferentzia-aldi berria 1991-2020 da. Hala ere, txosten hau idaztean ez zeuden aztertutako datu-serie guztiak 2020ra arte eguneratuta; beraz, erabilitako erreferentzia-aldia, salbuespenak salbuespen, 30 urtekoa -1981-2010- izan da. Hala ere, MMEk 1961-1990 erreferentzia-

aldia gomendatzen jarraitzen du, klima-anomalia globalak erreferentziako aldi komun batekin alderatuta monitorizatzeko. Industriaurreko erreferentzien kasuan, esaterako Parisko Akordioak markatutako helburuak, erreferentzia-aldia 1850-1900 da.

Etorkizuneko proiektioei dagokienez, erreferentziako denbora-aldirik ere ez dago. Azterketa honetan, etorkizuneko klima modelizatzeko hainbat ahalegin koordinatutan (Euro-CORDEX) erabilitakoei jarraitzen zaie. Azterketa honetan 2011-2040, 2041-2070 eta 2071-2100 aldiak hartu dira kontuan, KLIMATEK laguntzen esparruan egindako eskualde-agertokiei dagozkienak. Zehazki, bereizmen espazial handiko proiektioak erabiltzen dira (1 km x 1 km, gutxi gorabehera), honako proiektu hauetan egindakoak: I. AGERTOKIAK-Euskadirako bereizmen handiko klima-aldaketaren agertokiak egitea (Klimateg, 2016) eta II. AGERTOKIAK-Euskadirako bereizmen handiko klima-aldaketaren agertokiak. II. Fasea: eguneroko datuak alborapena zuzentzeko metodologiek (Klimateg, 2017). II. AGERTOKIAK proiektuaren proiektioak RCP8.5 agertokien analisirako erabiltzen dira; aldiz, RCP4.5 agertokirako I. AGERTOKIAK proiektuaren proiektioak erabiltzen dira, proiektu berrienean oraindik eskuragarri ez daudelako. Adierazle batzuetarako proiektioak ere erabiltzen dira, PNACC2017 agertokien bilduma<sup>3</sup>. Itsas proiektioen kasuan, Espainiako kostaldean Agertokiak (C3E<sup>4</sup>) erabiltzen dira. Proiektio erregionalizatu horiek guztiak IPCCren Bosgarren Ebaluazio Txostenerako (AR5) egindako CMIP5 proiektuan oinarritutako proiektio klimatiko globaletan oinarritzen dira. AR-6 ebaluazio-txosten berriak, 2021etik 2022ra bitartean laster argitaratuko denak, CMIP6 eredu berriak jasoko ditu.

<sup>3</sup> <http://escenarios.adaptecca.es/info>

<sup>4</sup> <https://c3e.ihcantabria.com/>







# Klima-aldaketaren oinarriak



**Naturklima**

Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa

**Gipuzkoako  
Foru Aldundia**

Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



**ETORKIZUNA ORAIN**  
Es futuro



## 1.1 SARRERA

**K**lima-sistema konplexua da, eta bost osagai nagusik (atmosfera, hidrosfera, kriosfera, litosfera eta biosfera) eta beren arteko interakzioak osatzen dute. Klima-sistemaren denboran zeharreko bilakaera bere barne-dinamikaren eraginez gertatzen da, bai eta kanpotik

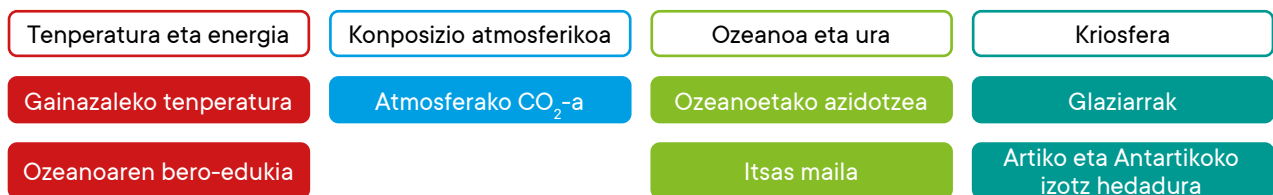
eragiten dioten faktoreen (hala nola sumendien erupzioen edo eguzki-aldaketen) zein eragin antropogenoaren ondorioz ere (atmosfera konposizio-aldaketa edo lurzorua erabilera-aldaketa, besteak beste).

“Gizakiaren eragina detektatu da atmosferaren eta ozeanoaren berotzeetan, uraren ziklo globalean izandako eraldaketetan, izotz- eta elur-kopuruaren murrizketetan, itsas mailaren munduko batez besteko igoeran eta muturreko fenomeno klimatiko batzuetan izandako aldaketetan. Oso litekeena da giza eragina XX. mendearen erdialdetik behautako berotzearen kausa nagusia izatea” (IPCC-AR5, 2013).

Lurreko klima-sistema aldatzen ari da giza jardueraren dela eta, eta oraintsuko historian inoiz ez bezalako erritmoan egiten jarraituko du. Aldaketa hori tenperaturaren igoeraren bidez detektatu da, atmosferan handitzen diren berotegi-efektuko gasek harrapatutako gehiegizko beroaren ondorioz. Klima-sistemaren behaketak funtsezkoak dira aipatutako sistemetako bakoitzaren aldakortasuna eta epe luzerako aldaketak ulertzeko.

Klima-adierazle globalek<sup>5</sup>, behaketa horietan oinarrituta, klimaren aldaketak deskribatzen dituzte, baina ez soilik tenperaturari dagokionez, eta klimaren ikuspegia eskala global batean ematen dute. Klima-sistemaren osagai nagusiak monitorizatzeko eta ikusitako aldaketa nagusiak deskribatzeko informazioa ematen dute: atmosferaren osakeraren aldaketak, berotegi-efektuko gasen metaketaren eta bestelako faktoreen ondorioz tenperatura- eta energia-aldaketak, bai eta aldaketa horiei ozeanoan, uretan eta kriosferan ematen zaien erantzuna ere.

5 <https://gcos.wmo.int/en/global-climate-indicators>



1.1. ird. Klima-adierazle globalak. Iturria: Global Climate Observing System (GCOS).

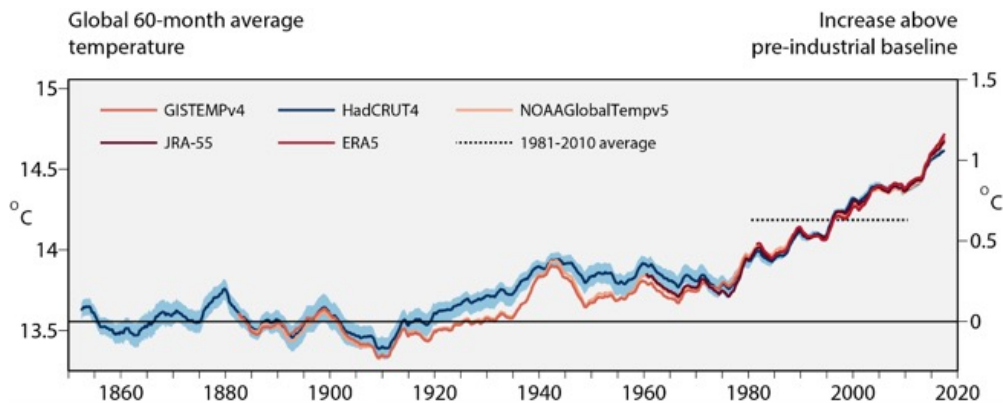
Sistema horietako bakoitzerako definitutako adierazleek sistema horietako bakoitzaren egoera islatzen dute, une eta espazio jakin batean. Horien bilakaeraren analisiak aukera ematen du denboran zehar ikusitako aldaketak eta klima-aldaketarekin duten erlazioa detektatzeko. Informazio hori erabilgarria izango da sistemen bilakaera ulertzeko, beharrezkoak diren arintze- eta moldatze-neurriak ezartzeko, arriskuak ebaluatzeko.

Lehen kapitulu honetan 2019ko klima-adierazle global horien egoeraren laburpena egiten da, eta kasu batzuetan 2020ko informazioa ematen da, bai eta aldaketa horiek ulertzeko testuinguru historikoa ere.

## 1.2 TEMPERATURA

**2** 020. urtean bukatzen da hamarkada beroena erregistroak daudenetik: 2011–2020 (WMO, 2020) Gainera, urterik beroenetako sei 2015. urteaz geroztik

gertatu dira (2016–2020). Berotze hori bat dator erradiazio bidezko behartze positiboarekin, atmosferan berotegi-efektuko gasen kontzentrazio handiek bultzatuta.



1.2. ird. Munduko batez besteko tenperatura, 60 hilabeteko batezbesteko mugikorren gain eta aldaketaren estimazioen gain industriaurreko garaitik hainbat datu-basetarako: ERA5 (Copernicus Climate Change Service (C3S) (ECMWF); GISTEMP (NASA); HadCRUT4 (Met Office Hadley Centre), NOAA GlobalTemp (NOAA); JRA-55 (JMA). Iturria: Copernicus Climate Change Service (C3S)/ECMWF.

2020ko batez besteko tenperatura globala erregistroko hiru handienetako bat da. 2020an batez besteko tenperatura globala 1,25 °C altuagoa izan zen industriaurreko garaikoa baino; 2019an, berriz –hirugarren urterik beroena–, 1,21 °C-koa izan zen. Puntu batzuetan igoera handiagoa da, hala nola Europan (+ 2,2 °C) edo Artikoan (+3 °C). Adierazi behar da 2016an erregistratutako

maximoa ez bezala –El Niñoren gertaera indartsu batekin hasi zena– 2020ko maximoa (maximo hori ia berdintzen duena) El Niñoren baldintza ahuletan gertatu dela urtearen lehen zatian, eta La Niñaren garapenarekin irailetik aurrera. Taalas irakaslearen arabera, “gizakiak eragindako klima-aldaketaren seinale global hori naturako indarrak bezain indartsua dela adierazten duen adierazle argi bat da hau”.

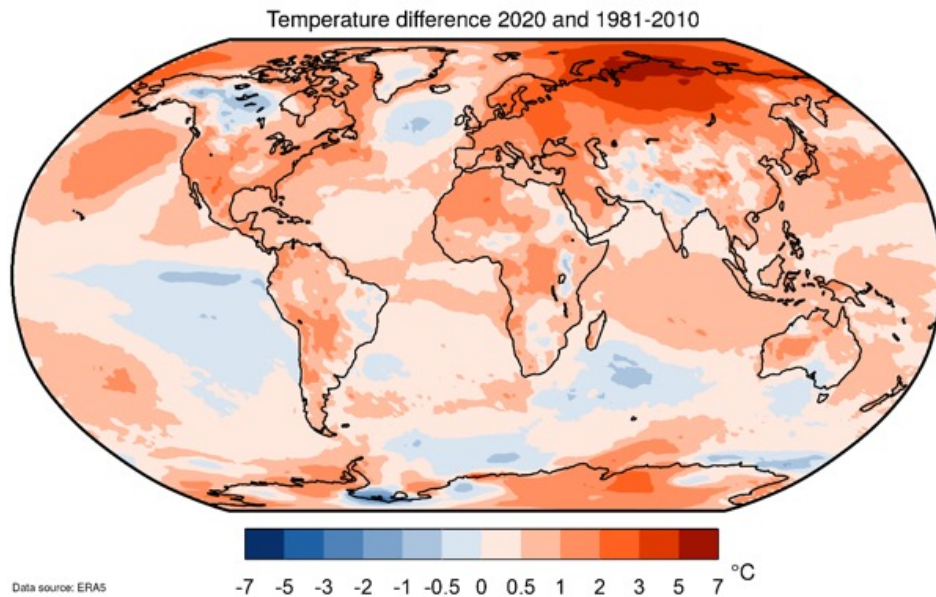
GLOBALA	NASA-GISS	HadCRUT4	NOAA-Global Temp	JMA	ERA5
LURRAZALA	+0,83	+0,70 ± 0,13	+0,78 ± 0,14	+0,87	+0,78
ITSASOAREN GAINAZALA	+0,38	+0,38 ± 0,07	+0,40 ± 0,16	+0,48	+0,39
GAINAZALA	+0,56 ± 0,05	+0,44 ± 0,08	+0,51 ± 0,15	+0,59	+0,51

1.1. taula. Anomalia tenperaturaren batezbestekoa (°C) eta ziurgabetasuna (I.C.95) 2018an lurrazalaren azalean, ozeanoarenean eta bien arteko konbinazioan, 1981–2010 aldiarekin alderatuta. Iturria: Blunden & Arnd (2020).

Banakako urteetako tenperaturaren sailkapena ez da epe luzeko joerak bezain garrantzitsua. 1980az geroztik, hamarkada bakoitza aurrekoa baino beroagoa izan da, eta azkenekoa (2010–2019) 0,15–0,22 °C inguru beroagoa aurrekoa baino (2000–2009).

Oro har, ipar-hemisferioan urteko batez besteko tenperatura batezbestekoa baino handiagoa izan zen,

Ipar Atlantikoko erdialdeko eskualde batean izan ezik. Tenperaturak bereziki altuak izan ziren Artikoan eta Siberiako iparraldean; bertan, batezbestekoarekiko diferentziak 3 °C-tik gorakoak izan ziren, eta zenbait puntutan 6 °C-tik gorakoak. Hego Hemisferioko eremu handietan, berriz, urteko batez besteko tenperatura batezbestekoa baino baxuagoa izan zen, bereziki Ekuatoreko Ozeano Barean, urteko bigarren erdian La Niñaren garapenari lotuta.

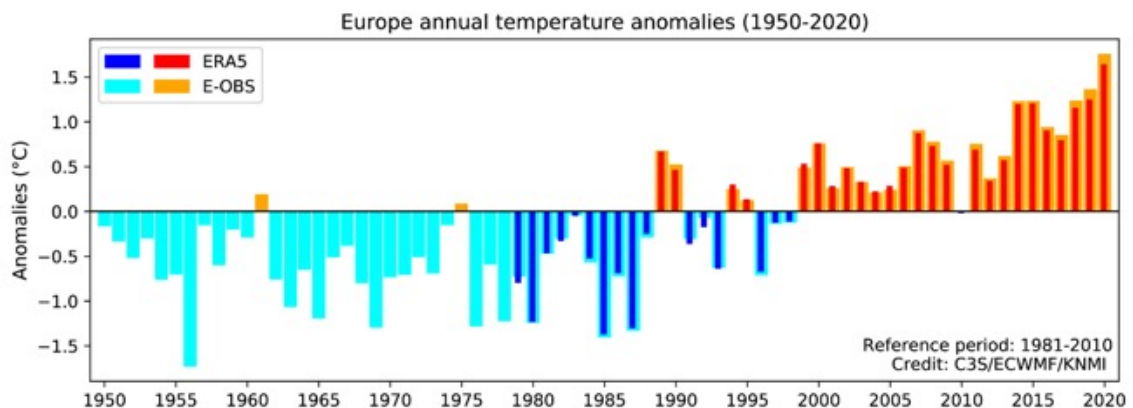


1.3. ird. Airearen temperatura 2 m-ra 2020an 1981-2010eko batezbestekoarekin alderatuta. Datuak: ERA5. Iturria: Copernicus Climate Change Service (C3S)/ECMWF.

Europan, 2020 izan zen urterik beroena erregistroak daudenetik, 1,6 °C batezbestekoaren gainerik, gutxienez hurrengo bost urte beroenak baino 0,4 °C beroagoa; bost urte horiek azken hamarkadan izan dira (C3S). 2020. urtean, 24. urtez jarraian, batezbestekoa baino temperatura altuagoak izan ziren, eta temperatura hori 1,6 °C altuagoa izan zen batezbestekoa baino (1981-2010). ERA5eko datuen arabera, Europako 12 urte beroenetako 11 2000. urtearen ondoren egon dira. 70eko hamarkadaren amaieratik, temperaturaren

igoera-tasa 0,2 °C ingurukoa izan da hamarkada bakoitzeko 1910etik hona, eta 80ko hamarkadatik aurrera 0,47 °C-ra hirukoiztu da. 2014tik 2020ra bitarteko urteak Europan erregistratutako zazpi urte beroenen artean daude; 10 urte beroenak, berriz, XXI. mendearen barruan izan dira.

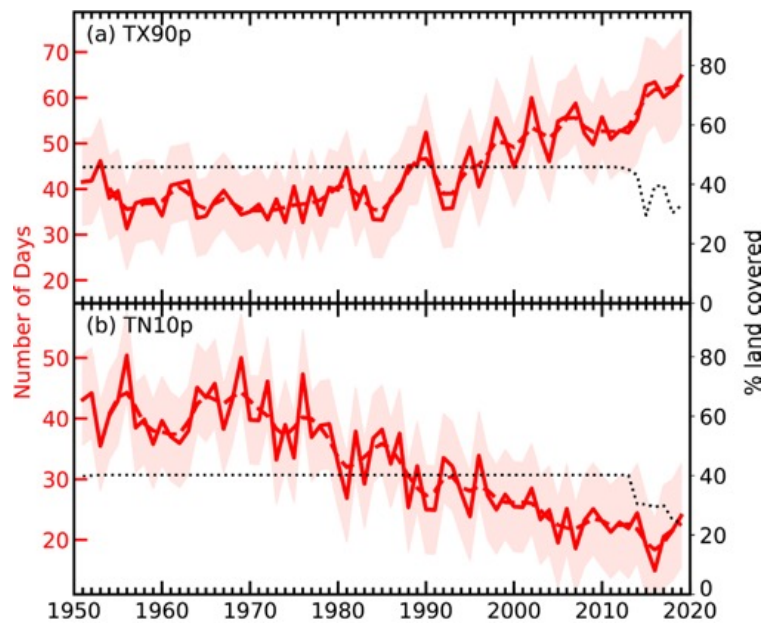
Iberiar Penintsulan, 2019an, temperaturaren anomalia 0,0 °C eta 1,0 °C bitartekoa izan zen. Espainian +0,8 °C-koa izan zen, eta seigarren urterik beroena 1965az geroztik.



1.4. ird. Airearen gainazaleko temperaturaren anomalia urteko batez besteko balioetarako 1950etik 2020ra, 1981-2010 erreferentzia-aldirako batez besteko balioari dagokionez. Datuak: ERA5. Iturria: Copernicus Climate Change Service (C3S/ECMWF/KNMI, 2021).

2020ko ia hilabete bakoitza hilabete horretako lau beroenen artean egon da. Urtaroei dagokienez, udazkena (2020ko iraila-azaroa) eta, bereziki, negua (2019ko abendua-2020ko otsaila) beroenak izan ziren erregistroak daudenetik, +3,4 °C gehiago batez bestekoaren gainetik

neguaren kasuan. Gainera, udan, uztaila bukaeran eta abuztuaren hasieran, Europak bero-bolada handia jasan zuen, eta puntu batzuetan temperatura maximoen erregistroak gainditu zituen; hala ere, olatu horiek ez ziren 2019an izandakoak bezain gogorak eta iraunkorak izan.



1.5. ird. (a) TX90p (egun beroak) eta TN10p (gau hotzak) denborazko seriea. Iturria: GHCNDEX

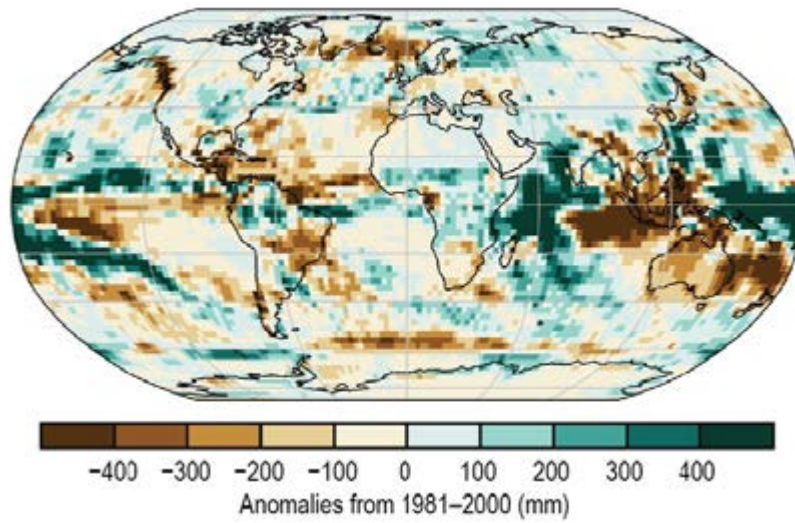
Batez besteko tenperaturaren igoera horri lotuta, muturreko tenperatura maximoak ere igo egin dira, eta muturreko tenperatura hotzen maiztasuna eta intentsitatea murriztu egin dira. 2019an egun bero kopuru handiena erregistratu zen (eguneko tenperatura maximoaren 90

pertzentila) 1950etik, 60 egun bero baino gehiagorekin, urteko 36,5 eguneko batezbestekoarekin alderatuta (Blunden & Arndt, 2020). Aldiz, egun hotzen kopurua jaitsi egin dela ikusten da (tenperatura minimoaren 10 pertzentila).

## 1.3 PREZIPITAZIOA

**B**Egen kontzentrazioa ziklo hidrológicoan eta prezipitazioan igotzeak dituen efektuak tenperaturaren dituenak baino askoz konplexuagoak dira. Hori gertatzen da prezipitazioaren aldakortasun handiagotatik, bai espazioan, bai denboran. Horregatik, prezipitazioaren denbora-serieko joerak tenperaturak erakusten duen aldakortasuna baino askoz txikiagoak dira.

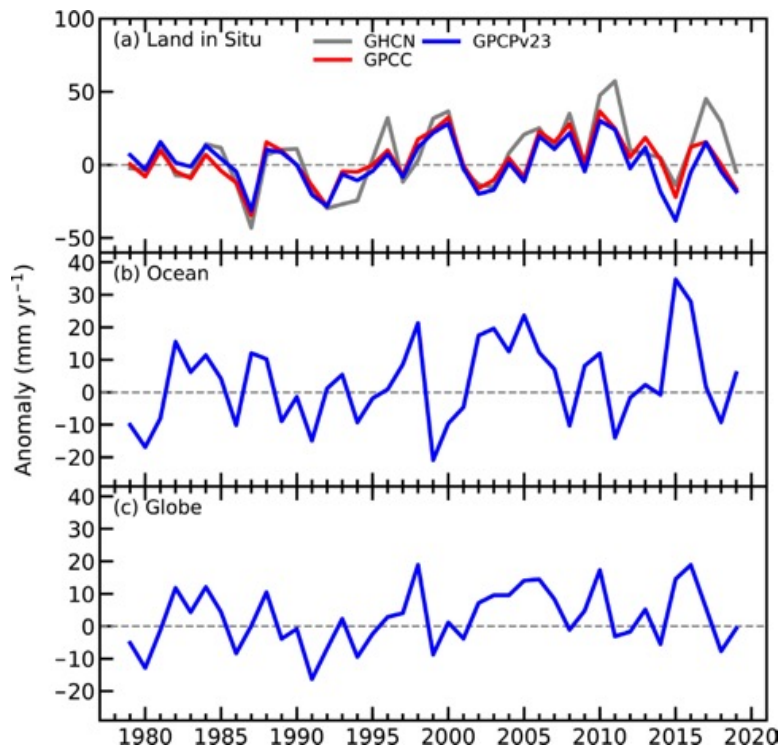
Batez beste, prezipitazioak areagotu egin dira ipar-hemisferioko batez besteko latitudetako eremu kontinentaletan 1951tik (konfiantza-maila handia). Beste latitude batzuetan, epe luzeko joera positibo edo negatiboekiko konfiantza-maila txikia da (IPCC, 2013).



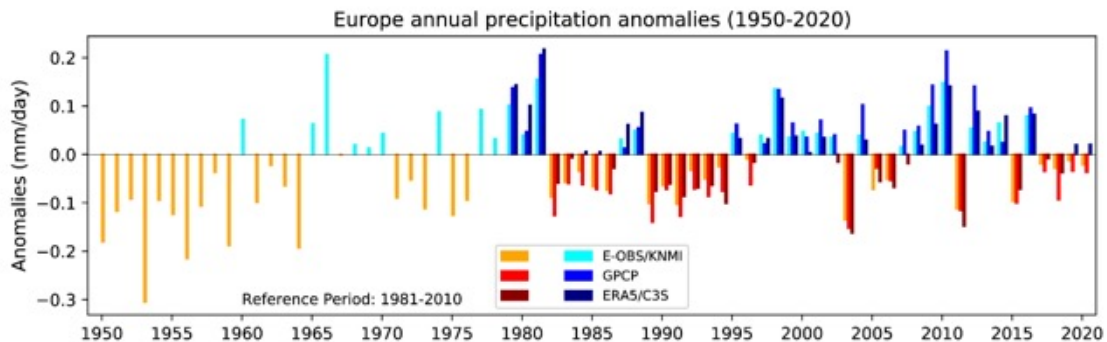
1.6. ird. Urteko batez besteko prezipitazioaren anomalia 2019an. Iturria: Blunden & Arndt (2020).

2019an, ozeanoaren gaineko batez besteko prezipitazio globala batezbestekoa baino zertxobait handiagoa izan zen (+5,9 mm), eta lur gaineko datuekin konbinatuz, batez

besteko prezipitazioa batezbestekoa baino pixka bat txikiagoa izan zen (-0,68 mm), baina bi kasuetan hazkunde txiki bat izan du 2018. urtearekin alderatuta.



1.7. ird. Prezipitazio globalaren anomalia (mm urte<sup>-1</sup>) oinarritzko 1981-2010 aldiarekiko, (a) lurrazalean, (b) itsasoaren gainazalean eta (c) guztizkoan. Iturria: Blunden & Arndt (2020).



1.8. ird. Urteko prezipitazioaren anomalia Europan 1950etik 2018ra bitartean, 1981-2010 aldirako urteko batez besteko prezipitazioari dagokionez. ERA5etik (gorriz eta urdinez) eta E-OBSetik (laranjaz eta urdin argiz) abiatuta egina. Iturria: C3S/KNMI/DWD/ECMWF (2021).

Europan ez da joera adierazgarririk ikusten aldagai honetan, ez urteko prezipitazio osorako ez urtaroko prezipitaziorako ere. 2020an, balioak batezbestekotik oso gertu egon ziren. Baina hilabeteen artean alde handiak ikusi ziren. Otsaila eta urria oso hezeak izan ziren, eta azaroa oso lehorra izan zen, aldi bero samarrarekin lotuta. Europako eskualde askok baldintza lehorrak izan zituzten 2019an, baina prezipitazioak normalak baino ugariagoak izan ziren

Britainia Handiko uharteetan, Irlandan, Eskandinavian eta Espainiako ipar-ekialdean. 2020ko egun hezeen kopurua, oro har, batezbestekoa baino handiagoa izan zen (1981-2010). Egunduek hezeen kopuru handiago hori egun heze batean metatutako guztizko prezipitazio txikiagoarekin konpentsatu zen, prezipitazioaren eguneko banaketan aldaketak adieraziz.

## 1.4 ITSAS MAILA

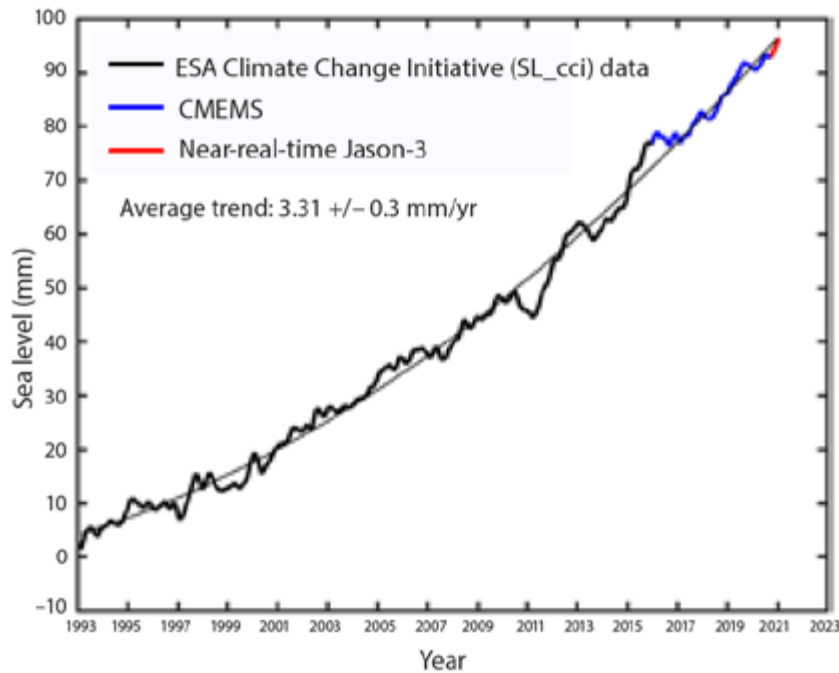
Itsasoaren batez besteko maila berotze globalaren adierazle garrantzitsua da (WMO, 2018). Horren arrazoia da itsasoaren batez besteko mailaren igoerak glaziarren eta kasko polarren masa-galera eta dilatazio termikoa islatzen dituela, ura berotzen denean hedatzen baita.

2019an itsas mailaren igoerak aurrera jarraitu zuen, eta zortzigarren urtez jarraian itsas maila globalaren batez besteko maila altuagoa izan zen aurreko urtekoa baino; horrela, errekor berri bat lortu zen, 1993ko batez besteko

mailarekiko 90 mm inguruko igoera. 2018arekin alderatuta, igoera 6,1 mm-koa da. 1993-2020 aldirako igoera-tasa  $3,1 \pm 0,4$  mm urte<sup>-1</sup>-koa da.

Igoera-tasa hori bizkortu egin da 2011-2015 alditik 2016-2020ra, 4,1 mm-tik 4,8 mm-ra urteko, alegia. Itsas mailaren igoera-tasa  $0,12 \pm 0,08$  mm/urte<sup>2</sup> (CS3, 2021) erritmoan bizkortzen ari da. Igoera global horren % 70 glaziarren desizozteari egotz dakiok, eta % 30, berriz, itsasoko uraren hedapen termikoari zor zaio.





1.9. Ird. Satellite-datueta oinarritutako itsasoaren batez besteko maila globala 1993ko urtarriletik 2021eko urtarrilera. Lerro beltz fina datuak ondoen egokitzen dituen funtzio karratua da. Iturria: WMO (2021).

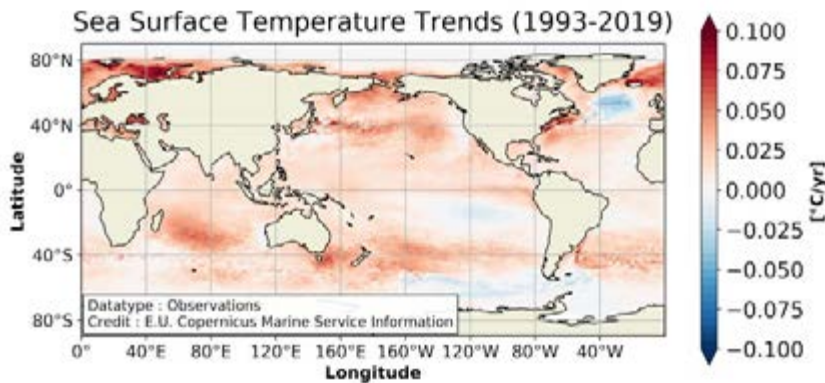
Eskualde mailan ikusitako aldaketak eta aldaketa globalak oso desberdinak izan daitezke. Hazkunde globala 8 cm ingurukoa bada ere, eskualde batzuetan 15 eta 20 cm artekoa izan da. Europan, kostalde gehienek 2-4 mm urte<sup>-1</sup> -koigoera erakusten dute kostaldetik gertu (C3S, 2021).

Hala ere, baliteke tasa hori kostaldean ikusitako benetako aldaketen adierazgarri ez izatea. Izan ere, sateliteek ez dute prozesu lokalik harrapatzen, hala nola kostaldeko olatuen erremontea eta neurri horien bereizmen espaziala (25 km inguru).

## 1.5 OZEANOKO TENPERATURA ETA BEROA

Ozeanoek eguraldia zein klima erregulatu dituzte, eskualdeko mailatik maila globaleraino. Gutxi gorabehera klima-sisteman metatutako beroaren % 90 xurgatzen dute, berotegi-efektuko gasen kontzentrazio gero eta handiagoaren ondorioz (konfiantza-maila altua) eta (IPCC, 2013) eta CO<sub>2</sub> isuri antropogenikoen % 20-30 (Le Quéré et al., 2018). Beraz, bai tenperatura, ozeanoaren bero-edukia, bai pH-a klima-aldaketaren oinarritzko adierazleak dira.

Ozeanoaren batez besteko gainazaleko tenperatura globala bigarren altuena izan zen 2019an, erregistroak daudenetik, eta 2016. urteko maximoak soilik gainditu zuen. Gainazaleko tenperatura horrek batez besteko erreferentzia-aldiarekiko anomalia ere handitu egin da 2018koarekin alderatuta. Gainazaleko tenperatura globalaren joera lineala 0,10 ° ± 0,01 °C-koa da hamarkada bakoitzeko 1950-2019 aldian (Blunden & Arndt, 2020). 2020an joera horrek jarraitu zuen, eta maximo berri bat lortu zuen ur-zutabeko lehen 2000ko tenperaturan, 2019an baino 20 ZJ gehiago xurgatu baitzituen (Cheng et al., 2021).



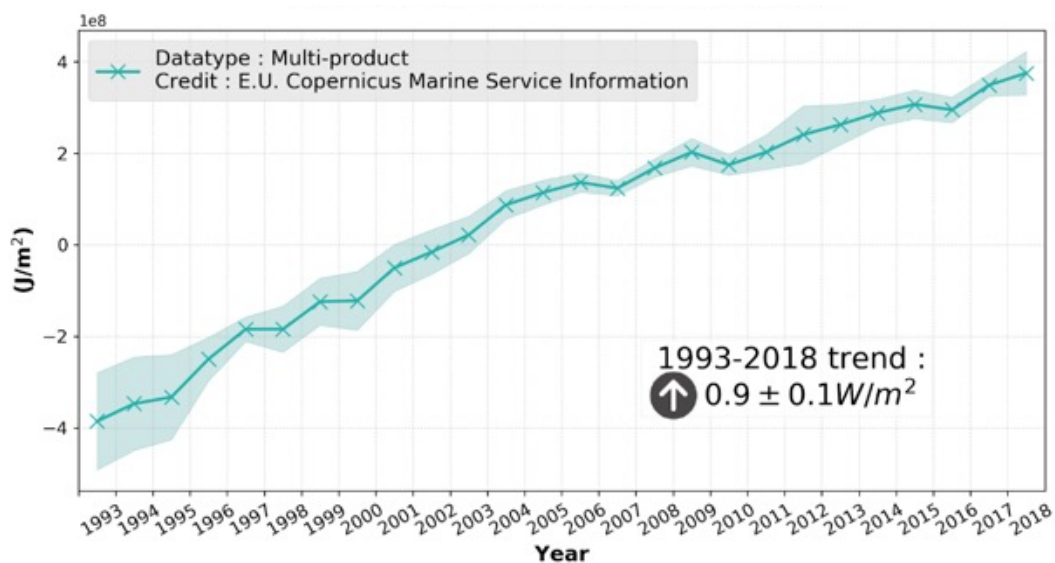
1.10. ird. Hileko gainazaleko tenperaturaren joera lineala 1993tik 2019ra bitartean. Iturria: E.U. Copernicus Marine Service Information.

Ozeanoaren eduki kalorikoa funtsezko adierazlea da klima-aldaketaren jarraipena egiteko. Izan ere, aldagai horrek ez du Lurraren azaleko tenperaturak bezainbeste fluktuatzen, denboraren eta klimaren berezko aldakortasunaren arabera alda baitaiteke, El Niño fenomeno bezala. Beraz, aldagai honek argiago erakusten du giza jardueraren ondoriozko bero-metaketa mailakatu.

Ozeanoaren berotze-gradu batek halako 100 energia termiko gehiago biltegitratzen du atmosferaren berotze-gradu batek baino. Horren ondorioz, ozeanoaren berotzeak 1960-2018 aldian Lurrean biltegitratutako energiaren % 89 hartzen du, atmosferaren % 1ekin alderatuta. Ur-zutabearen lehen 700 metroetako bero-edukia handitu egin da 1993az geroztik, eta 2019an maximo berri batera iritsi da. Azpitik, 700 eta 2000 m bitartean, egindako

analisiaren artean aldakortasun handiagoa egon arren, epe luzeko joera hori ere ikusten da, eta maximo berri bat 2019an. 2020. urtean, ozeanoko beroa 2019koen antzeko mailetan mantendu da. 2020an parametro hori pixka bat baxuagoa izan da 0-700 metroen artean eta pixka bat handiagoa 0-2000 metroen artean (NOOA, 2021).

1993-2019 aldirako berotze-joera analisi batetik bestera aldatzen da,  $0,36 \pm 0,06 \text{ W m}^{-2}$  eta  $0,9 \pm 0,1 \text{ W m}^{-2}$  artean 0-700 m geruzarako. Aldi horretarako 700-2000 m-ko geruzarako joera linealak 0-3000 m-ko geruzaren igoera-tasarekin alderatzen dira;  $0,14 \pm 0,04$  eta  $0,32 \pm 0,03 \text{ W m}^{-2}$  artean (Blunden & Arndt, 2020). Berotze-tasak areagotu egin dira azken hamarkadetan; horrela, 2010-2019 aldian tasa  $1,2 \pm 0,2 \text{ W m}^{-2}$  -koa da ur-zutabearen lehen 2000 metroetan.



1.1. ird. Ozeano globalaren bero-edukia (0-700 m) 1933-2018 aldirako. Iturria: E.U. Copernicus Marine Service Information.

OZEANOKO BERO-EDUKIAREN JOERA ( $W m^{-2}$ )			
ITURRIA	0-700 m	700-2000 m	2000-6000 m
MRI/JMA	$0,36 \pm 0,06$	$0,24 \pm 0,05$	
CSIRO/ACE/CRC/IMAS/UTAS	$0,40 \pm 0,06$		
PMEL/JPL/JIMAR	$0,39 \pm 0,13$	$0,32 \pm 0,03$	
NCEI	$0,39 \pm 0,06$	$0,19 \pm 0,06$	
MET OFFICE HADLEY CENTRE	$0,37 \pm 0,13$	$0,14 \pm 0,04$	
IAP/CAS	$0,41 \pm 0,04$	$0,19 \pm 0,01$	
PURKEY & JOHNSON			$0,06 \pm 0,03$

1.2. taula. Ozeanoko bero-edukiaren joera, ikerketa-talde desberdinek emandakoa. Iturria: Blunden & Arndt, (2020).

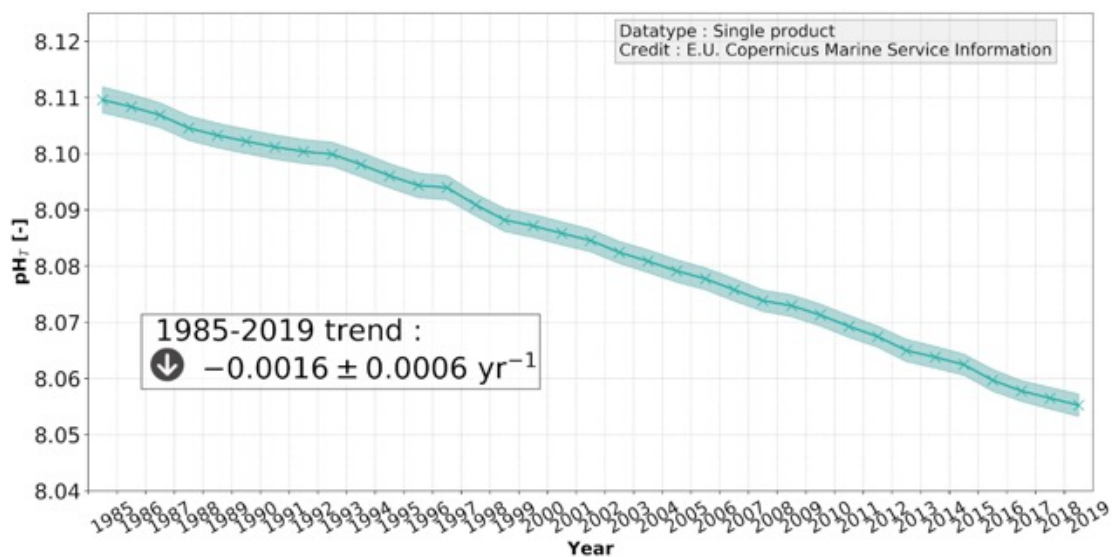
## 1.6 OZEANOKO KARBONOA ETA PH-A

Ozeanoak zeregin garrantzitsua betetzen du karbonoaren ziklo globalean, jatorri antropogenikoko gehiegizko  $CO_2$ -aren zati handi bat xurgatzen baitu. Oso litekeena da ozeanoak  $CO_2$  isuri antropogeniko globalen % 20-30 xurgatu izana, azidotzea eraginez (IPCC, 2013).

Jatorri antropogenikoko karbono-kontzentrazio hori da ozeanoaren azidotzearen arrazoi nagusia. Azken hamarkadetan karbono-isuriaren zati bat metatzen joan denez, azidotzea da klima-aldaketaren adierazle nagusietako bat.

Karbonoaren xurgapena areagotu egin da azken hamarkadetan atmosferako  $CO_2$  kontzentrazioaren igoerari erantzunez:  $1,0 \pm 0,6 Pg C urte^{-1}$ -tik 60ko hamarkadan,  $2,6 \pm 0,6 Pg C urte^{-1}$  -ra 2018an (Friedlingstein et al., 2019).

Beraz, gainazaleko ozeanoko uraren pH-a  $0,018 \pm 0,004$  unitate murriztu da hamarkada bakoitzeko 1750etik 2018ra bitartean ozeanoaren % 70ean (Lauvset et al. 2020).



12. ird. pH-a batez besteko azalera globalean 1985- 2019 aldirako. Iturria: E.U. Copernicus Marine Service Information.

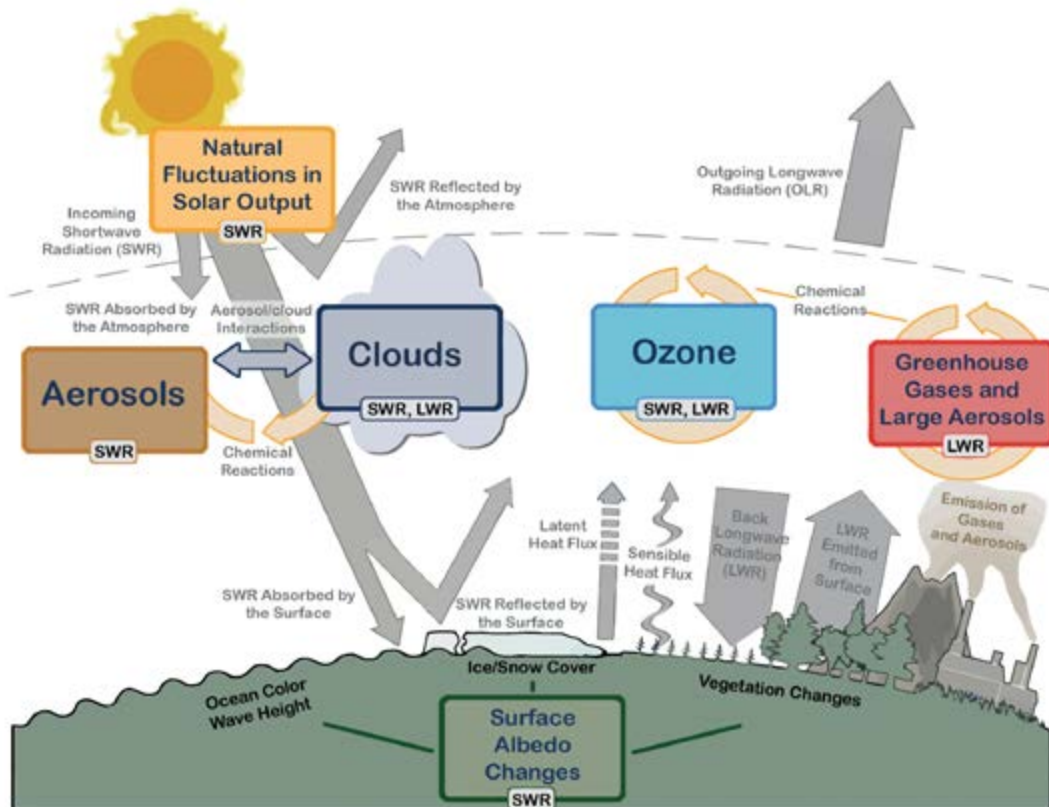


## 2.1 SARRERA

Lurraren klimaren egoera, aldakortasuna eta aldaketak, neurri handi batean, Lurraren sistemaren osagaien arteko energia-fluxuek baldintzatuta daude (Hansen, 2005; Hansen et al., 2011). Atmosferaren goiko geruzako balantze energetikoa (uhin labur moduan) eta espaziorantz igorritako erradiazioaren, islatutako uhin laburreko

erradiazioaren eta igorritako uhin luzeko erradiazioaren arteko erlazioaren emaitza da. Balantze honetako aldaketek, Lurraren desoreka energetikoa izenekoak, Lurreko klimaren denboraren bilakaera zehazten dute. Klima-aldaketaren inpaktu batzuk desoreka horretatik sortzen dira.

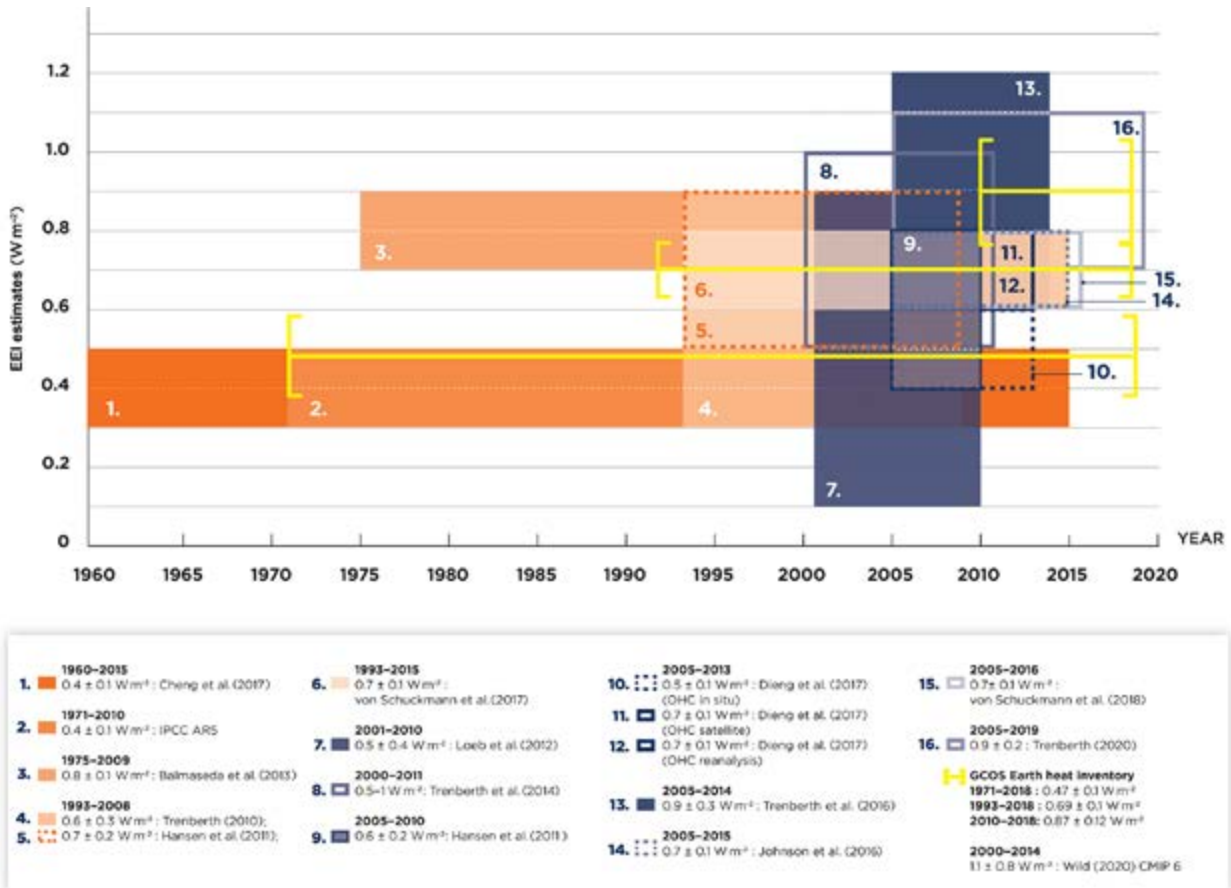
“ Erradiazio bidezko behartze totala positiboa da eta, ondorioz, klima-sistemak energia xurgatu du. Lurraren oreka energetikora itzultzeko, CO<sub>2</sub>-ren kontzentrazio atmosferikoa 410 - 353 ppm-ra murriztu beharko litzateke (von Schuckmann et al., 2020). ”



2.1. ird. Klima-aldaketaren bultzatzaile nagusiak. Uhin laburreko eguzki erradiazio intzidentearen (SWR) eta igorritako uhin luzeko erradiazioaren (OLR) arteko balantze erradiatiboa klima aldaketaren bultzatzaileek kontrolatzen dute. Gorabehera naturalak eguzki-energian (eguzki-zikloak), Giza jarduerak gas- eta aerosol-isuriak aldatzen ditu, eta, horren ondorioz, ozonoaren eta aerosolen kontzentrazioa aldatzen da. Ozonoak eta aerosolek SWR xurgatzen, barreiatzen eta islatzen dute, energia-balantzea aldatuz. SWR eta LWRren arteko interakzioak garrantzitsuak dira hodeietan, eta, hodeien propietateetan aldaketa txikiak ondorio garrantzitsuak dituzte erradiazio-balantzean. Berotegi-efektuko gasen kontzentrazioaren aldaketa antropogenikoek islatutako LWR energia-kopurua aldatzen dute. Gainazaleko albedoak aldatu egiten da landare-estalkia eta lurzorua erabilerak, elurraren, izotzaren edo ozeanoaren kolorea aldatzean. Iturria: IPCC-AR5 (2013).

Industrializazio-alditik, lurraren energia-desoreka areagotu egin da. Horren arrazoia da atmosferaren goiko aldean sartzen dena baino energia gutxiago isurtzen dela kanpora. Gaur egungo kalkuluak 0,4 eta 0,9 W m<sup>-2</sup> artean daude. Erradiazio bidezko behartzea aldaketa garbiaren neurri bat da balantze energetiko honetan, asalduren

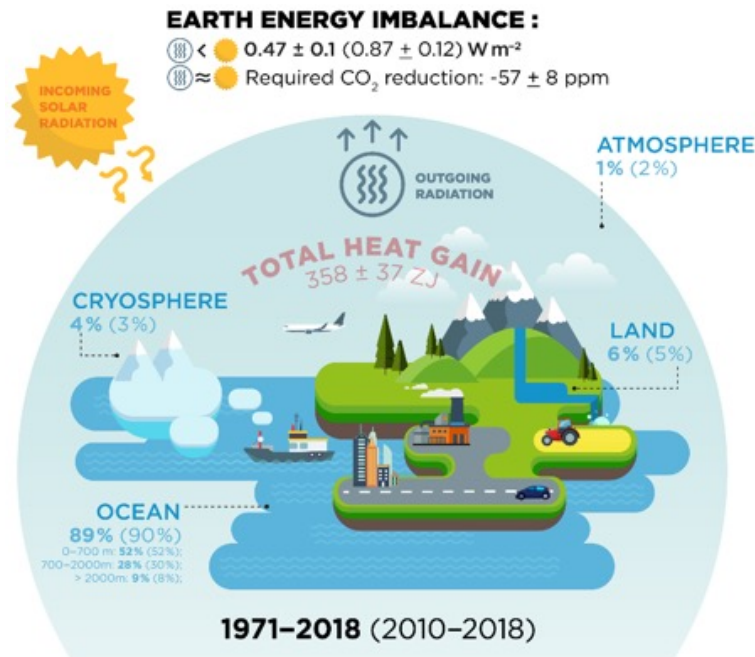
aurrean erantzun gisa (IPCC, 2013); horien artean, aldaketak daude atmosferaren konposizioan, batez ere CO<sub>2</sub> eta berotegi-efektuko beste gas batzuen kontzentrazioa handitzean eta giza jardueraren ondoriozko lurzorua erabileretan (Hansen et al., 2011; Ciais et al., 2013; Myhre et al., 2013; Rhein et al., 2013).



2.2. ird. Lurraren desoreka energetikoaren estimazioen laburpena hainbat lanetan. Iturria: (Von Schuckmann et al., 2020).

Desoreka hori handitzearen ondorioz, gehiegizko beroa Lurraren sisteman metatzen da, eta ikusten den berotze globala eragiten ari da (Hansen et al., 2005, 2010). Gehiegizko bero horren zatirik handiena, % 90 inguru, ozeanoetan metatzen da (Rhein et al., 2013),

batez ere ur-zutabearen lehen 700 m-etan (% 52), 700-2000 m-tik beherako geruzetan % 30 eta % 8 2000 m-tik beherakoetan. Lur gainean metatutako beroa % 6koa da; hortik % 4 eskuragarri dago glaziarren eta kasko polarren desiozterako, eta % 1 atmosfera berotzek.



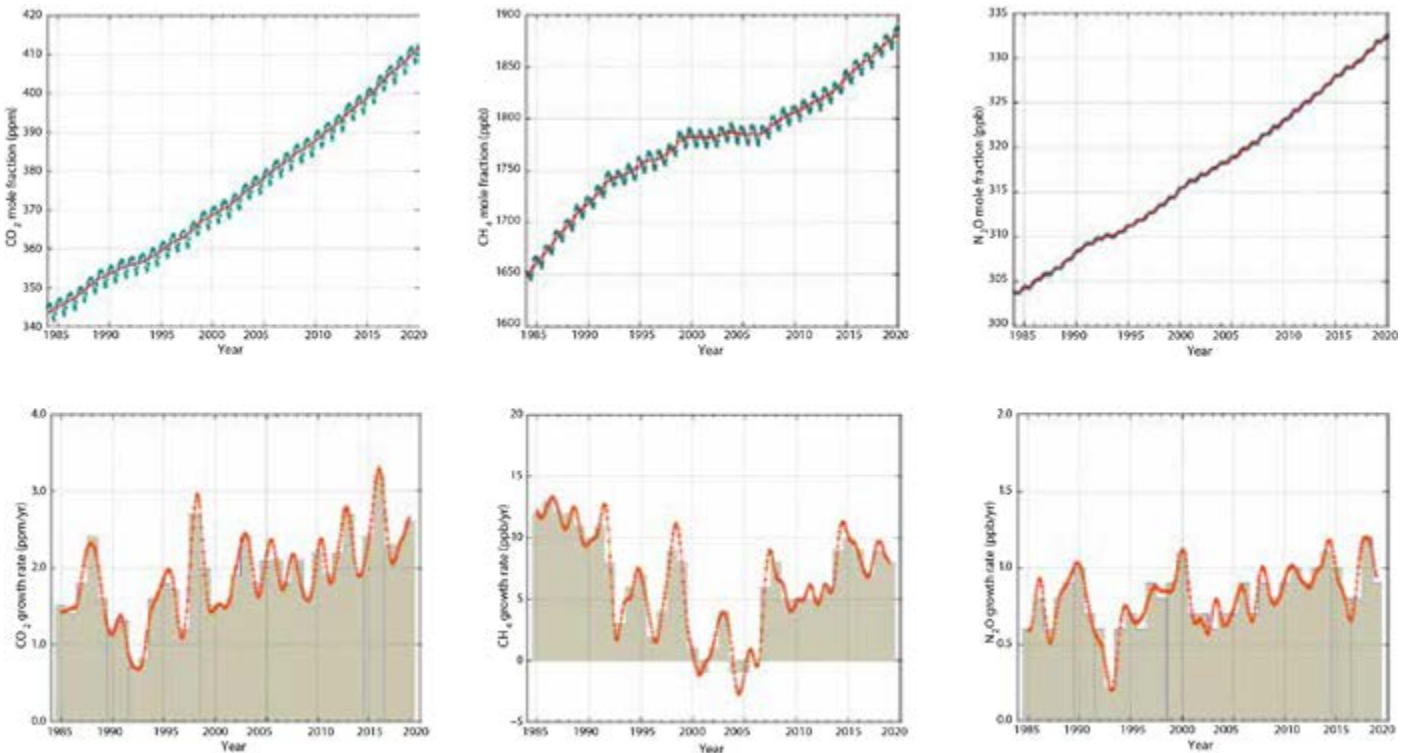
2.3. ird. Lurraren bero-inbentarioaren irudikapen eskematikoa, egungo desoreka energetikorako atmosferaren goialdean, behartze antropogenikoaren ondorioz. Iturria: (Von Schuckmann et al., 2020).

Lurrean harrapatutako gehiegizko bero hori atmosferako berotegi-efektuko gasen kontzentrazioa handitzearen ondorio da. Gas horiek espaziora ihes egiten ez duen erradiazio infragorriaren zati bat xurgatzen dute. Ondoren, atmosferak erradiazio hori norabide guztietan isurtzen du, eta zati bat gainazalera itzultzen du, berotzea eraginez. Efektu hori "berotegi-efektu" gisa ezagutzen da. Berotegi-efektua beharrezkoa da lurreko bizitzarako, hura gabe lurraren batez besteko tenperatura egungoa baino 30 gradu txikiagoa izango litzateke. Hala ere, industrializaziotik, gas horien kontzentrazioa etengabe hazi da, beroa harrapatuz eta Lurraren berotze bizkorra eraginez.

2020an CO<sub>2</sub>-aren kontzentrazio atmosferikoa maximo berri batera iritsi zen, 411.1 ppm-ra, eta 2020ko maiatzean

416 ppm-ra iritsi zen Mauna Loa behatokian (WMO, 2020). Lurraren oreka energetikora itzultzeko, CO<sub>2</sub>-ren kontzentrazio atmosferikoa 410etik 353 ppm-ra murriztu beharko litzateke (von Schuckmann et al., 2020).

CO<sub>2</sub>-ren kontzentrazio atmosferikoa 350 ppm-koa 1988an izan zen azken aldiz, eta orduko batez besteko tenperatura globala +0,5 °C-koa zen industria-aldiarekin alderatuta (1880-1920) (Hansen et al., 2017; Friedlingstein et al., 2019); 2020an, berriz, 1,25 °C-koa izan zen (C3S, 2021). Gainera, N<sub>2</sub>O eta CH<sub>4</sub> bezalako berotegi-efektuko beste gas batzuek ere handitu egin dituzte beren atmosferako kontzentrazioak aldi horretan, eta 2019an 1877 ± 2 ppb eta 332,0 ± 0,1 ppb balioetara iritsi dira, hurrenez hurren. Balio horiek hazkundeak dira industriaurreko aldiarekiko (% 148, % 260 eta % 123 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> eta N<sub>2</sub>O-rako, hurrenez hurren).



2.4. ir. (goian) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> eta N<sub>2</sub>O-ren batez besteko kontzentrazioa. Lerro gorriak hileko batez besteko balioak adierazten ditu, urtaroko aldakuntza kenduta; puntuek eta lerro urdinak hileko batez besteko balioak adierazten dituzte. (behean) 1984-2019 aldirako izandako hazkunde-tasa. Eremu itzaldunak urteko batez besteko balioak erakusten ditu. Iturria: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2019. WMO greenhouse gas bulletin.

COVID-19 pandemiari erantzuteko hartutako neurrien ondorioz, 2020ko isurien aldi baterako murrizketa dela eta, litekeena da CO<sub>2</sub>-aren kontzentrazio atmosferikoaren urteko igoera apur bat soilik murriztea; 2019ko mailekin alderatuta, % 4,2 eta % 7,5 arteko murrizketa kalkulatzen da. Eskala globalean, magnitude hori murrizteak ez du esan nahi CO<sub>2</sub> mailak jaitsiko direnik; besterik gabe, igoera-tasa apur bat murriztuko da, eta kontzentrazioa soilik 0,08-0,23 ppm murriztuko da pandemiaren aurreko urte honetarako aurreikusitako balioekiko. Balio horiek urte arteko aldakortasunaren tarte naturalaren barruan daude, batez ere lehorreko biosferari esker (WMO, 2021).

Hala, hainbat organismok iragarri dute pandemiaren ondoriozko konfinamenduaren eragina ez dela urte arteko aldakortasunetik desberdinduko (Global Carbon Project, 2020; Carbon Brief, 2020; ICOS, 2020). NBEk argitaratutako 2020ko isurien etenari buruzko txostenaren arabera, kalkulatzen da isuriak jaistearen ondorioz berotze globala 0,01 °C-ra murriztuko dela gehienez ere 2050. urterako. Hawaiiko Mauna Loa edo Tasmaniako Cape Grim behatokiek denbora errealean egindako neurketek adierazten dute CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> eta N<sub>2</sub>O mailek 2020an igotzen jarraitu zutela.



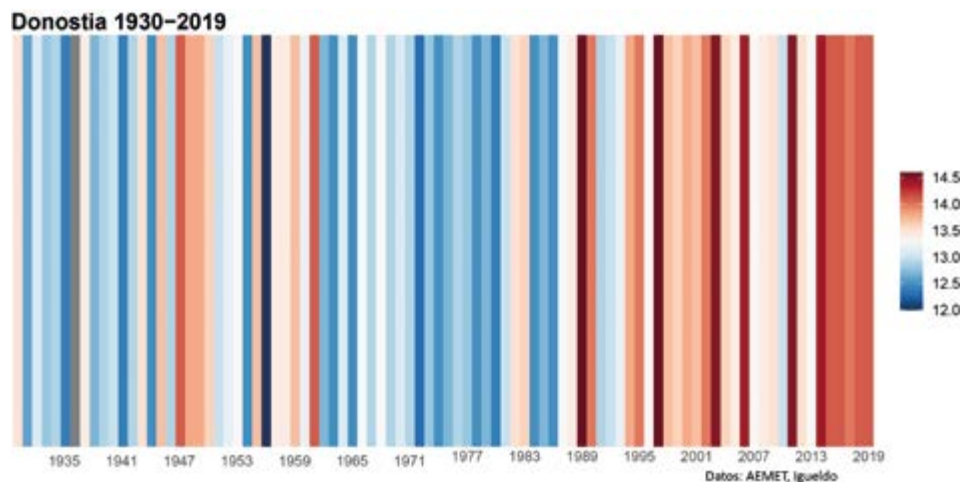
## 3.1 SARRERA

**G**ipuzkoako klima atlantikoa da, hau da, urtaro lehorrik gabeko latitude epel hezeko klima. Klima-mota honetan, gainera, urteko oszilazio termiko txikia (normalean 10 °C-tik beherakoa) duten tenperatura moderatuak eta prezipitazio ugari (ondo banatuak urtean zehar, nahiz eta udako hilabeteetan ez izan hain handiak) nagusitzen dira.

Lurraldearen latitude-egoeraren ondorioz, dinamika atmosferiko konplexua dago, eta fronte-egoerak dira nagusi, prezipitaziodun egun-kopuru handia azaltzen dutenak. Urtean zeharreko tenperatura moderatuak, lehenik eta behin, fronte-egoera horiengatik ere gertatzen dira, hodei ugari sortzen baitira, eta, bigarrenik, itsasotik hurbil egoteagatik. Orografia eta erliebea ere oso garrantzitsuak

dira, prozesu atmosferikoak aldatzen dituzten elementu gisa jarduten baitute, oszilazio termikoa areagotuz barnealdeko haranetan eta baita korridore sublitoralean ere.

Kapitulu honetan, Gipuzkoan tenperaturari eta prezipitazioei dagokienez behatutako aldaketa nagusiak aztertzen dira. Aldagai ozeanografikoetan behatutako aldaketak, uraren tenperaturaren eta itsasoaren batez besteko mailan izandako aldaketak besteak beste, “Gipuzkoako itsasertzean klima aldaketaren adierazle fisiko-kimikoen eta biologikoen jarraipen- eta azterketa-txostenean” aztertzen dira.



3.1. ird. Urteko batez besteko tenperatura-tarteak Igeldoko behatokian 1929-2019 aldirako.

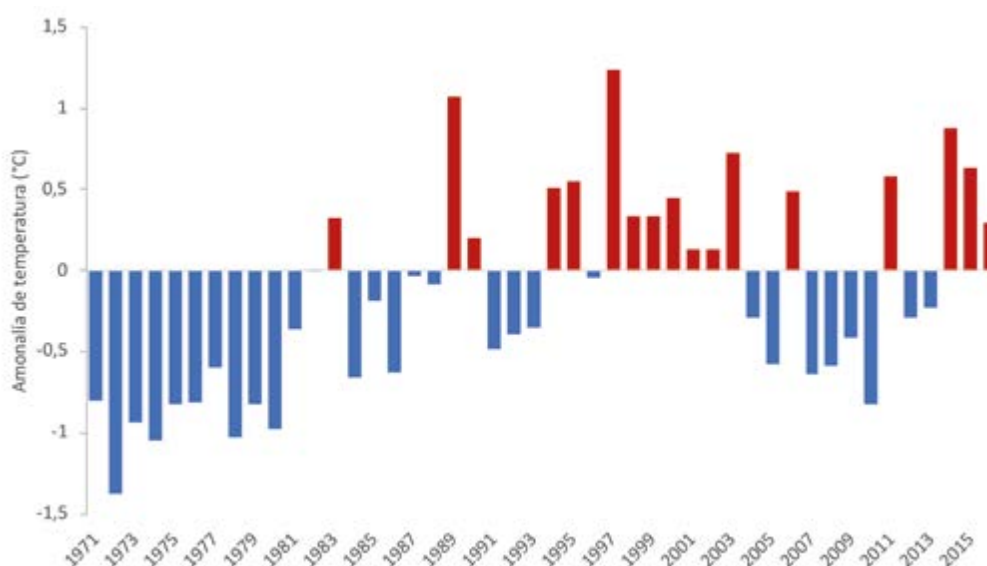
Aldagai meteorologiko hauetan ikusitako aldaketen analisia 1971-2016 aldirako bereizmen handiko (1 km x 1 km) datu klimatologiko historikoetan oinarritzen da, klimatek-2016 proiektuaren esparruan (<http://escenariosklima.ihobe.eus>). Igeldoko eta Hondarribia-Malkarroako behatoki meteorologikoen datuekin batera, biek 30 urtetik gorako denbora-serie luzeak ematen

dituzte, 1929 eta 1956an hasiak, hurrenez hurren. Azken 15 urteetako urteko adierazleen jarraipena egiteko, kontuan hartzen da EAeko estazio meteorologikoen sarea, Euskalmet Meteorologiaren Euskal Agentziak erabiltzen duena, lotura baitute I. Eranskinean erakutsitako tenperaturarekin eta prezipitazioarekin.

## 3.2 TENPERATURAREN ALDAKETAK

Urteko batez besteko tenperaturak halako joera positiboa izan du 1971tik (0,24 °C / hamarkada). Berotzea ez da uniformea seriean zehar. 1981–2010 aldiko batezbestekoarekin alderatuta, tenperatura-anomaliak hiru aldi desberdin erakusten ditu. Lehen aldia, 80ko hamarkadara arte, tarteko aldi hori baino 1 °C gutxiagoko tenperaturek markatzen dute. Ondoren, 90eko hamarkadan aldi bero bat dago, urte hotzen batekin eta

1997an izandako berotze maximoarekin txandakatuta. 2003tik 2013ra bitarteko aldia apur bat hotzagoa izan zen, eta azken bost urteetako tenperaturak batez besteko tenperatura baino nabarmen altuagoak izan ziren. 2020 urtea hirugarren beroena izan zen Gipuzkoan, XX. mendearen erdialdetik behintzat (Euskalmet, 2021).



3.2. ird. Urteko batez besteko tenperaturaren anomaliaren bilakaera 1981–2010 aldiko urteko batez besteko tenperaturarekiko. Iturria: Agertokiak II proiektua (Klimatek, 2017).

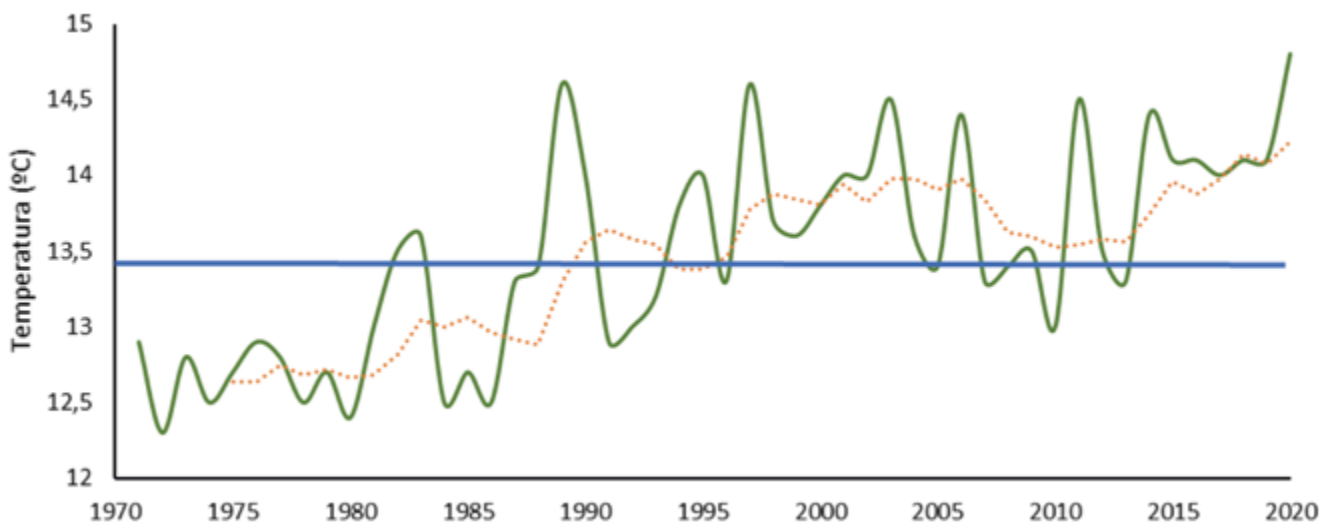
HAMARKADA	AGERTOKIAK II		IGELDO		HONDARRIBIA-MALKARROA	
	BATEZBESTEKOA	ANOMALIA	BATEZBESTEKOA	ANOMALIA	BATEZBESTEKOA	ANOMALIA
1971-1980	12,53	-0,92	12,65	-0,98	13,71	-1,12
1981-1990	13,41	-0,03	13,31	-0,32	14,58	-0,25
1991-2000	13,66	+0,21	13,59	-0,04	14,91	+0,08
2001-2010	13,27	-0,18	14,00	+0,37	14,99	+0,16
2011-2020 (2011-2016)	(13,70)	(+0,31)	14,09	+0,46	15,34	+0,51

3.1. Taula. Batez besteko tenperaturaren batezbestekoa eta anomalia 1981–2010 erreferentzia-aldiarekiko datu historikoetarako (AGERTOKIAK II, KLIMATEK 2017) eta Igeldoko eta Hondarribia-Malkarroako behatoki meteorologikoetan erregistratutako tenperaturarekiko.

Igeldoko behatokian erregistratutako temperatura-serieak erakusten du joan den mendeko 80ko eta 90eko hamarkadetan temperatura-igoera handia egon zela, eta temperatura egonkorragoa, berriz, XXI. mendeko lehen hamarkadan, eta urteko batez besteko temperatura igo egin dela azken 5 urteetan. 5 urteko batez besteko mugikorrek adierazten du XX. mendearen amaieratik aurrera eta lehen bi hamarkadetan balioak batez besteko balioaren gainera daudela (1971-2020). XXI. mendearen hasieratik, urteko batez besteko temperatura ez da 14 °C baino txikiagoa izan, hau da, 1981-2010 aldirako batez besteko temperatura baino 0,5 °C handiagoa izan da. Azken hamarkadan urte beroenetako 7 erregistratu dira. 2020an, urteko batez besteko temperatura 14,8 °C-koa izan zen, eta urteko batez besteko temperatura maximo historikoa erregistratu zen 1929az geroztik.

Hondarribia-Malkarroan ere goranzko joera hori ikusten da, 6 urte beroenetakoak azken hamarkadakoak baitira. Era berean, 2020an bere erregistro historikoaren urteko batez besteko temperatura altuena ikusi zen, 16,0 °C-ra iritsiz, hau da, 1,17 °C gainera 1981-2010 tarteko aldiari dagokion batez besteko temperaturarekiko, eta 0,92 °C gainera azken 30 urteei dagokienarekiko (1991-2020). Lurraldearen barruan ez ziren gaingitu serie historikoko gehieneko erregistroak estazio guztietan, eta, oro har, hirugarren urterik beroena izan da 2014 eta 2011 urteen ondoren.

Urteko batez besteko temperaturaren aldakuntza-tasa 0,11 °C eta 0,31 °C-koa da Igeldon eta Hondarribia-Malkarroan, hurrenez hurren, haietako bakoitzean denbora-serie osoak kontuan hartuta (1929-2020 eta 1956-2020).



3.3. ird. Urteko batez besteko temperaturaren bilakaera Donostian (1960-2019). Kurba laranja 5 urteko batezbesteko mugikorragi dagokio. Lerro urdina aztertutako aldi osorako kalkulaturako batez besteko balioa da. Geuk egina, Igeldoko behatoki meteorologikoaren datuetan oinarrituta (AEMET).

ESKUALDEA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
<b>BIDASOA BEHEREA / BAJO BIDASOA</b>	0,30 <sup>+</sup>	0,06	0,44 <sup>+</sup>	0,34 <sup>+</sup>	0,34 <sup>+</sup>
<b>DEBABARRENA/ BAJO DEBA</b>	0,08	-0,12	0,21 <sup>+</sup>	0,13	0,07
<b>DEBAGOIENA / ALTO DEBA</b>	0,07	-0,13	0,23 <sup>+</sup>	0,11	0,08
<b>DONOSTIALDEA / DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN</b>	0,34 <sup>+</sup>	0,12	0,52 <sup>+</sup>	0,36 <sup>+</sup>	0,33 <sup>+</sup>
<b>GOIERRI/GOIERRI</b>	0,29 <sup>+</sup>	0,06	0,42 <sup>+</sup>	0,36 <sup>+</sup>	0,31 <sup>+</sup>
<b>TOLOSALDEA / TOLOSA</b>	0,29 <sup>+</sup>	0,01	0,48 <sup>+</sup>	0,34 <sup>+</sup>	0,28 <sup>+</sup>
<b>UROLA-KOSTALDEA / UROLA COSTA</b>	0,30 <sup>+</sup>	0,03	0,43 <sup>+</sup>	0,42 <sup>+</sup>	0,30 <sup>+</sup>
<b>GIPUZKOA</b>	<b>0,24<sup>+</sup></b>	<b>0,00</b>	<b>0,39<sup>+</sup></b>	<b>0,30<sup>+</sup></b>	<b>0,24<sup>+</sup></b>

3.2. Taula. Urteko eta urtaroko batez besteko tenperaturaren joera (°C hamarkada<sup>-1</sup>) eskualdearen arabera. + Estatistikoki adierazgarriak diren joerak azaltzen ditu (p-balioa <0,05)

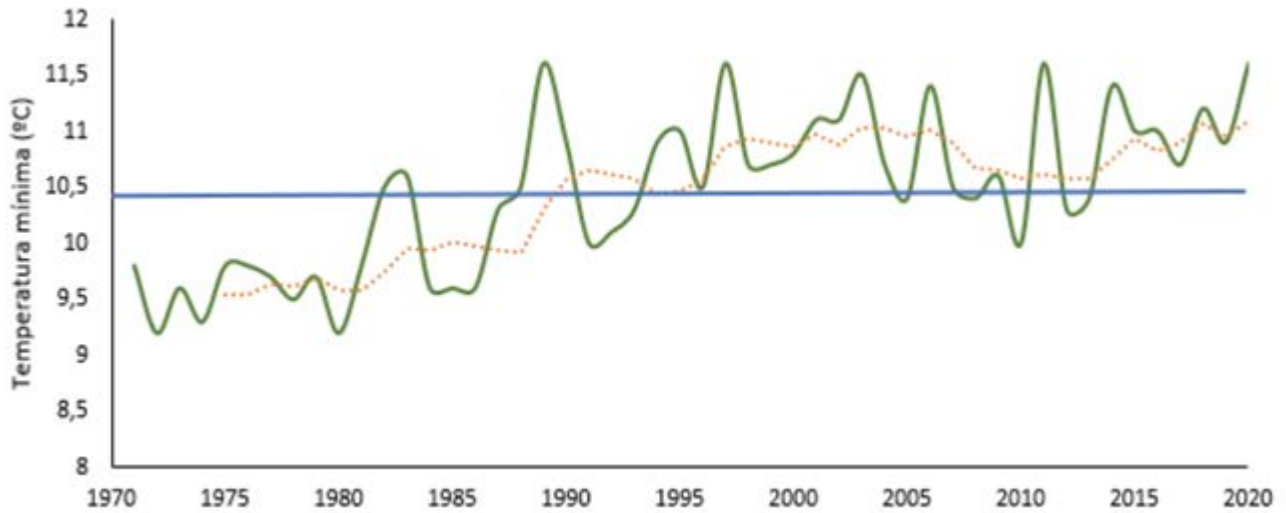
Gainera, berotzea ez da uniformea urtaroei dagokienez. Neguko batez besteko tenperaturak ez du joera nabarmenik erakusten, gainerako urtarokoek ez bezala; berotzerik handiena udaberrian da, eta, ondoren, udan.

Euskalmetek egiaztatu duenez, 2012tik 2019ra uda meteorologikoak (ekaina, uztaila eta abuztua barnean hartzen dituen aldia) beroagoak izan dira EAEn 1981etik 2010era bitarteko aldiarekin alderatuta. Izan ere, 2019ko uda izan zen zortzigarren uda jarraian tenperatura-anomalia positiboarekin, eta 1950etik 5 uda beroenen artean dago, nahiz eta 2003ko udatik urrun egon. Ildo horretatik, 2020ko udan Hondarribia-Malkarroako behatokian 1956an seriearen hasieratik behatutako tenperatura maximo absolutua lortu zen, 42,2 °C erregistratu baitzen, eta aurreko erregistrorik altuena 1,8 °C-tan gainditu zen.

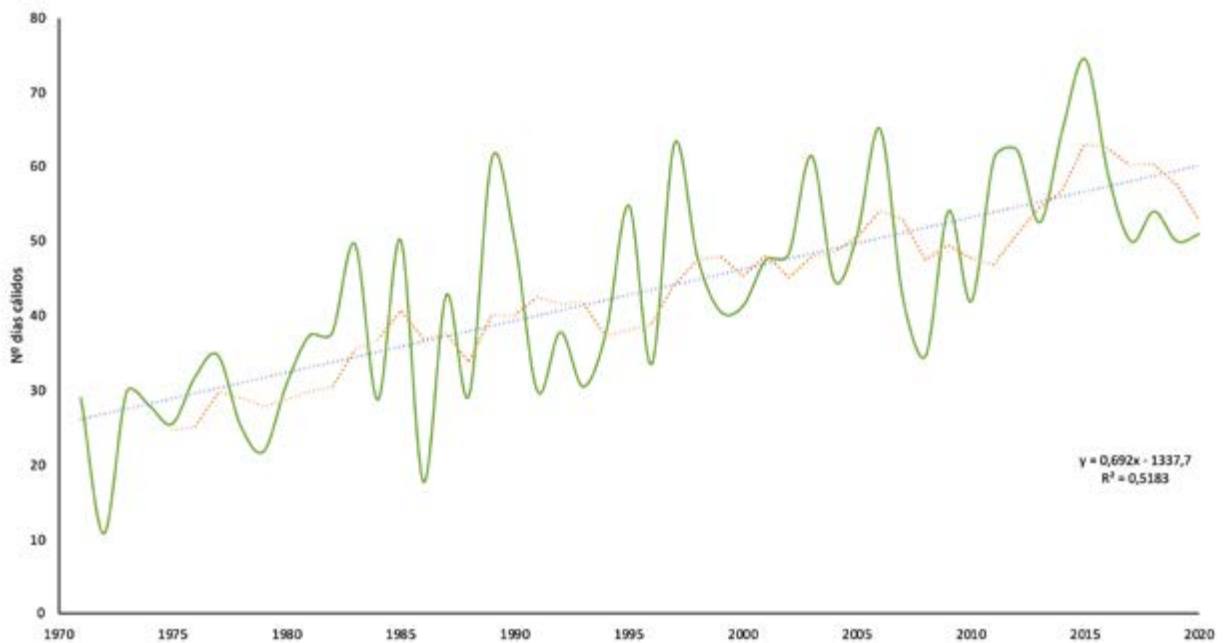
Seguruenik berotzea ez da uniformea izan lurraldean zehar, baina ez da alde handirik ikusten eskualde desberdinetarako datu historikoak aztertzean (AGERTOKIAK II-KLIMATEK, 2017). Debarrena eta

Debagoiena eskualdeek ez dute urteko batez besteko tenperaturaren igoera esanguratsurik erakusten aztertutako aldirako. Berotzerik handiena Donostialdean gertatu da, udaberrian gogorragoa gainerako urtarotetan baino.

Eguneko tenperatura maximoak eta minimoak igo egin dira, eta igoera nabarmenagoa izan da tenperatura minimoen kasuan. Lurralde osorako, Agertokiak II-ko klimatologiak (Klimatek, 2017) hamarkadako 0,30 °C eta 0,36 °C-ko igoera erakusten du batez besteko tenperatura maximo eta minimorako, hurrenez hurren, 1971-2016 aldirako. AEMETeko behatokietan, 1971-2020 aldirako, igoerak 0,31 °C-koak dira hamarkada bakoitzeko, Igeldon zein Hondarribia-Malkarroan, batez besteko tenperatura maximorako, eta 0,33 °C eta 0,42 °C-koak hamarkadako, hurrenez hurren, batez besteko tenperatura minimorako. Horri lotuta, egun eta gau bero eta tropikalen kopuruak goranzko joera du. Gainera, gau hotzen kopuruak behera egin du.



3.4 ird. Eguneko tenperatura minimoen urteko batez besteko bilakaera. Kurba laranja 5 urteko batezbesteko mugikorrari dagokio. Lerro urdina aztertutako aldi osorako kalkulaturako batez besteko balioa da.



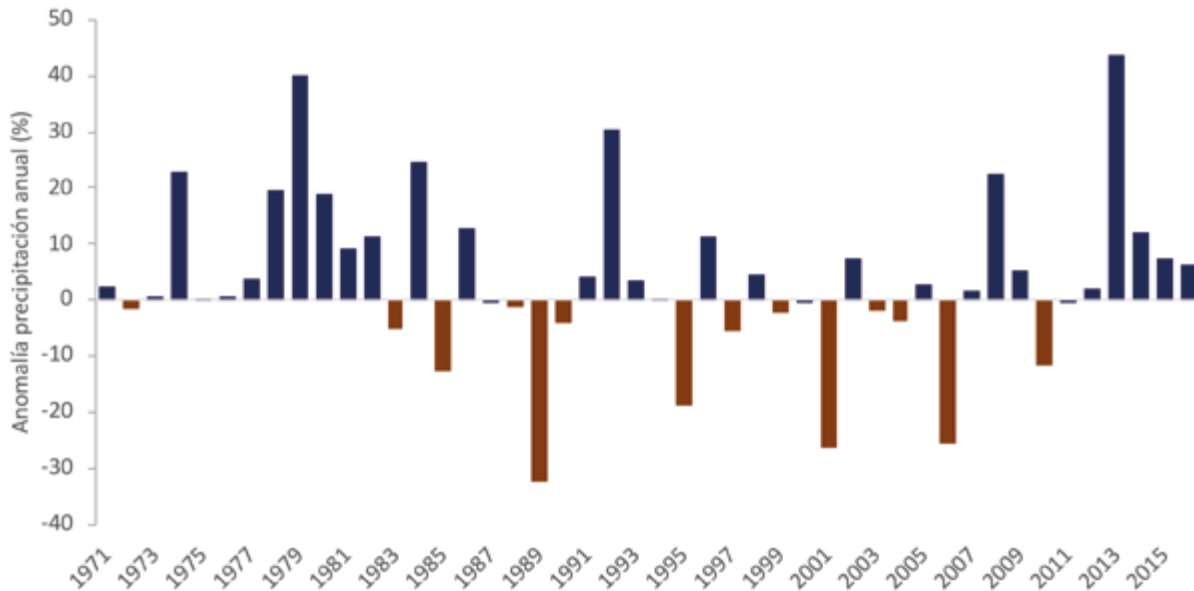
3.5. ird. Egun beroen kopuruaren bilakaera (eguneko tenperatura maximoa 90 perzentiletik gora dagoen egunak). Kurba laranja 5 urteko batezbesteko mugikorrari dagokio.



### 3.3 PREZIPITAZIOEN ALDAKETAK

**P**rezipitazioak, eta aldagai horretatik abiatuta kalkulaturako adierazleek –egun hezeen kopuruak, prezipitazio handia edo oso handia duten egunen kopuruak edo egun batean metaturako prezipitazio

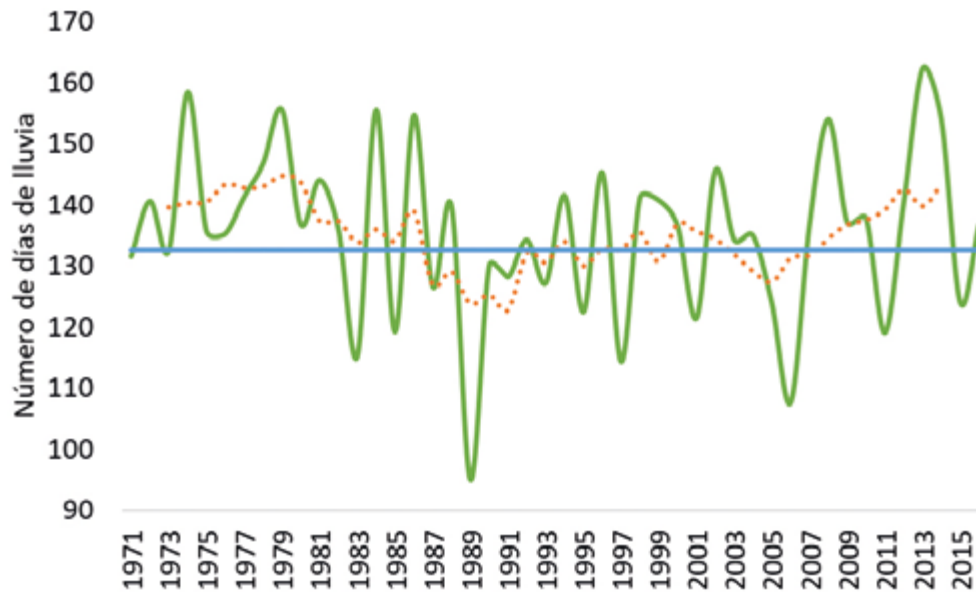
maximoak– ez dute joera nabarmenik izan aztertutako aldirian. Salbuespen gisa, lurraldeko eskualde batzuek, urtaro jakin batzuetan, joera nabarmenak dituzte aldagai jakin batzuei dagokienez.



3.6. ird. Eguneko batez besteko prezipitazioaren anomaliaren bilakaera 1981–2010 aldiko urteko batezbestekoarekiko. Iturria: Agertokiak II proiektua (Klimatek, 2017).

Ez da joera argirik ikusten eguneko batez besteko prezipitazioaren anomaliaren bilakaeran 1981–2010 tarteko aldiarekiko. Hiru aldi bereiz daitezke: lehena, hezeena, 1985era arte, prezipitazioak oro har batezbestekoa baino handiagoak dituena; batez besteko balioak eta urte lehorrago batzuk txandakatzen diren aldia; eta hirugarrena,

azken 10 urteei dagokiena, berriz, prezipitazioa batez besteko balioa baino zertxobait handiagoa eta 1975–1985eko urteen artean erregistratutakoaren antzekoa duena. 2020 urtea oso-oso hezea izan zen ekialdeko eskualdeetan eta hezea gainerakoetan, eta azken urteetako joerari eutsi zion.



3.7. ird. Egun euritsuen kopuruaren bilakaera ( $Pr > 1$  mm). Kurba laranja 5 urteko batezbesteko mugikorrari dagokio. Lerro urdina aztertutako aldi osorako kalkulaturako batez besteko balioa da. Iturria: Agertokiak II proiektua (Geuk egina Klimatek II, 2017 proiektuko datuetan oinarrituta).

Egun hezeetako prezipitazioaren urteko batezbestekoak ere ez du inolako joerarik erakusten lurralde osoan. Aldagai horrek Debabarrenean eta Tolosaldean erakutsitako urteko beherakadak bakarrik dira adieraz-

garriak. Ondoz ondoko egun lehorren kopuruak ez eta prezipitazio oso handiko egunek ere ez dute joera argirik erakusten 1975–1985 aldiarekiko.

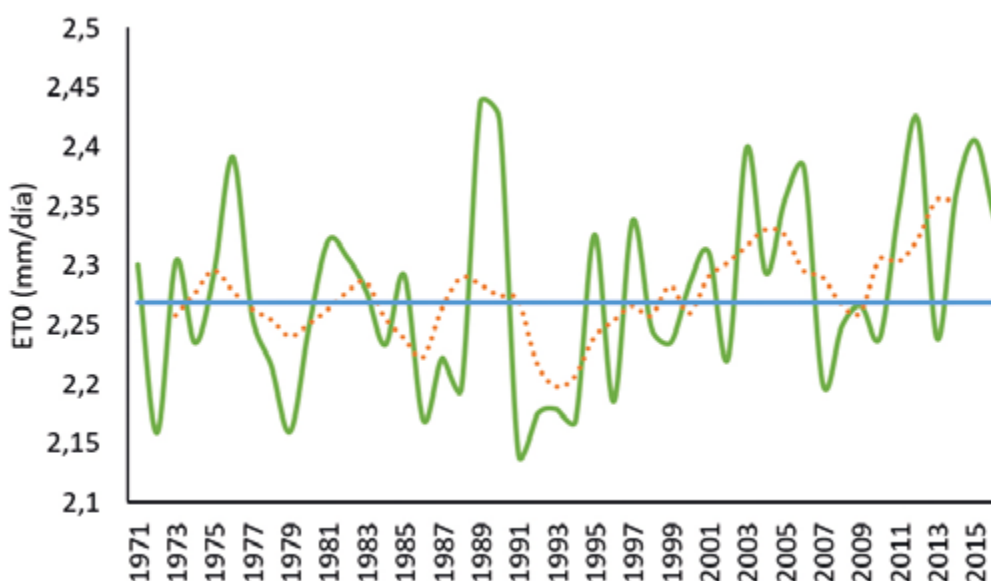
ESKUALDEA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
<b>BIDASOA BEHEREA / BAJO BIDASOA</b>	-0,05	0,11	-0,23	-0,02	0,12
<b>DEBABARRENA/ BAJO DEBA</b>	-0,16	-0,10	-0,36*	-0,19	-0,04
<b>DEBAGOIENA / ALTO DEBA</b>	-0,06	0,07	-0,17	-0,21*	0,03
<b>DONOSTIALDEA / DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN</b>	-0,09	-0,13	-0,27*	-0,10	0,08
<b>GOIERRI/GOIERRI</b>	0,08	0,18	-0,04	-0,11	0,22
<b>TOLOSALDEA / TOLOSA</b>	0,01	0,09	-0,18	-0,11	0,18
<b>UROLA-KOSTALDEA / UROLA COSTA</b>	-0,16*	-0,15	-0,37*	-0,19	-0,00
<b>GIPUZKOA</b>	<b>-0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>-0,21</b>	<b>-0,14</b>	<b>0,01</b>

3.3. Taula. Urteko eta urtaroko eguneko prezipitazioaren joera ( $\text{mm egun}^{-1}$  hamarkada $^{-1}$ ) eskualdeetarako. + Estatistikoki adierazgarriak diren joerak adierazten ditu ( $p$ -balioa  $< 0,05$ )

1 Egun hezeak dira prezipitazioa 1 mm edo gehiagokoa dutenak.

Eskualde mailan, eguneko batez besteko prezipitazioak apur bat behera egin du kostaldean, eta Urola Kostan soilik da adierazgarria beherakada ( $p$ -balioa  $< 0,05$ ). Eguneko batez besteko prezipitazioaren jaitsiera handiagoa izan da udaberrian: Donostialdean, Urola Kostan eta Debabarrenean jaitsiera nabarmenak izan dira. Udazkenean, ordea, prezipitazioak gora egin du, oro har, baina ez da esanguratsua.

Ebapotranspirazioak ez du joera argirik erakusten lurralde osoan. Nolanahi ere, aldeak ikusten dira eskualdeen artean. Debagoienak, Goierrik eta Tolosaldeak aldagai horren igoera izan dute aztertutako serie historikoan, eta bereziki handia udaberrian, batez besteko tenperaturaren gorakadarik handienekin batera.



3.8. ird. Erreferentziako ebapotranspirazioaren zenbakiaren bilakaera 1971–2016 aldian zehar Gipuzkoako lurralde osorako. Kurba laranja 5 urteko batezbesteko mugikorri dagokio. Lerro urdina aztertutako aldi osorako kalkulaturako batez besteko balioa da. Iturria: Geuk egina, Agertokiak II proiektuaren datuetan oinarrituta (Klimatek II, 2017).

ESKUALDEA	URTE OSOA	NEGUA	UDABERRIA	UDA	UDAZKENA
<b>BIDASOA BEHEREA / BAJO BIDASOA</b>	-0,02	-0,02	0,01	-0,04	-0,02
<b>DEBABARRENA/ BAJO DEBA</b>	0,00	-0,01	0,03	-0,01	-0,00
<b>DEBAGOIENA / ALTO DEBA</b>	0,02 <sup>+</sup>	-0,00	0,06 <sup>+</sup>	0,02	0,01
<b>DONOSTIALDEA / DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN</b>	-0,01	-0,02 <sup>+</sup>	0,02	-0,03	-0,02
<b>GOIERRI/GOIERRI</b>	0,02 <sup>+</sup>	-0,00	0,05 <sup>+</sup>	0,02	0,01
<b>TOLOSALDEA / TOLOSA</b>	0,04 <sup>+</sup>	-0,00	0,08 <sup>+</sup>	0,06 <sup>+</sup>	0,03
<b>UROLA-KOSTALDEA / UROLA COSTA</b>	0,02	-0,01	0,05 <sup>+</sup>	0,03	0,01
<b>GIPUZKOA</b>	<b>0,02</b>	<b>-0,00</b>	<b>0,05<sup>+</sup></b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>

3.4. Taula. Urteko eta urtaroko erreferentziako ebapotranspirazioaren joera (mm urte<sup>-1</sup>) eskualdeen arabera + Estatistikoki adierazgarriak diren joerak azaltzen ditu ( $p$ -balioa  $< 0,05$ ).



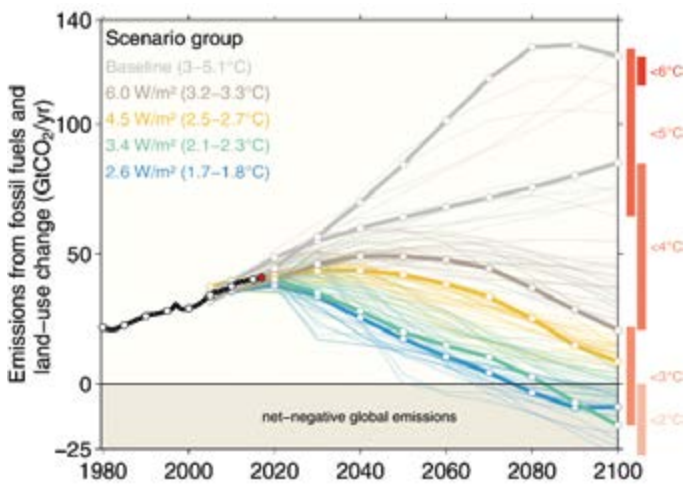


**G**aur egungo klima-baldintzen ezagutza zehatza – baita etorkizunekoena ere– beharrezkoa izango da natura-ingurunean nahiz ingurune sozioekonomikoan gerta daitezkeen inpaktuak ebaluatu ahal izateko eta moldatze-planak garatzeko.

Giza jardueraren ondoriozko berotegi-efektuko gasen kontzentrazioaren nahiz lurzuaren erabileren aldaketak dira Lurraren klima-sistemak jasan ditzakeen perturbazio nagusiak. Giza jardueraren mende dauden faktore horien bilakaerarekin, etorkizuneko klimaren portaerarekin eta, bereziki, klima-aldaketaren efektuekin lotutako

ziurgabetasuna dela-eta, klima-aldaketaren efektuen analisia agertokietan oinarrituta egiten da. Agertoki horiek giza jarduerak eragindako erradiazio bidezko behartzearen igoerak ezartzen dituzte, klima-sistema igoera horietara eraman dituen prozesuak alde batera utzita. Azterketa honetan, IPCCk bere 5. ebaluazio-txostenean (IPCC-AR5, 2013) definitutako agertokiak hartu dira kontuan. Agertokiak Kontzentrazio-ibilbide adierazgarriak delakoak dira (RCP ingelesezko siglen arabera).

AR5en, etorkizuneko berotegi-efektuko gasak kontzentratzeko lau agertokiren edo kontzentrazio-ibilbide adierazgarrien (RCP) multzo berri bat erabili da. Agertoki horiek erradiazio aldetik aktiboak izan daitezkeen substantzien isurien etorkizuneko bilakaeraren irudikapen onargarria dira (adibidez, BEGak eta aerosolak), horiek bultzatzen dituzten faktoreei buruzko hipotesi-multzo koherente batean oinarrituak, hala nola garapen demografiko eta sozioekonomikoa, aldaketa teknologikoa, energia eta lurzuaren erabilera, eta horien guztien arteko harreman nagusiak. RCPek, oro har, 2100. urtera arte aurreikusitako ibilbideari egiten diote erreferentzia, eta, horretarako, ebaluazio-eredu integratuek dagozkien isuri-agertokiak sortu dituzte. 2100. urterako 1750ekiko gutxi gorabeherako erradiazio bidezko behartze totalaren igoeratik identifikatzen dira horiek, eta 2,6 eta 8,5 W m<sup>-2</sup> bitarteko balioak hartzen ditu barnean. Erradiazio bidezko behartze horrek Lurraren gainazalean eragindako erradiazio-kantitatea eta espaziora irradiatutako energia neurtzen ditu. Diferentzia zenbat eta handiagoa izan, orduan eta handiagoa izango da energia gisa xurgatutako erradiazio-kantitatea. Energia horrek eragiten du tenperaturaren igoera eta, oro har, klima-aldaketara daramaten eraldaketak. Agertoki batera edo bestera iristea dinamika sozioekonomiko askoren eta oraindik xehetasunez ezagutzen ez diren eta sistema globalari eragiten dioten prozesu fisiko batzuen interakzioaren baitan dago.



4.1. ird. IPCCren AR5en erabilitako CO<sub>2</sub> isurien ibilbideak (2013–2014). Lerro lodiak IPCCk klima-aldaketaren proiektzioak sortzeko erabilitako lau kontzentrazio-ibilbide adierazgarriek dagozkie, eta lerro lausoak IPCCren III. lantaldeak (WGIII) arintze-alternatibak ebaluatzeko erabilitako ibilbideei dagozkie. Carbon Dioxide Information Analysis Center-ek eta Global Carbon Project-ek emandako isuri historikoen lerro beltza.

	ERRADIAZIO BIDEZKO BEHARTZEA (EB)	EBREN JOERA	CO <sub>2</sub> 2100EN
<b>RCP2.6</b>	2,6 W m <sup>-2</sup>	BEHERANZKORRA 2100EN	421 ppm
<b>RCP4.5</b>	4,5 W m <sup>-2</sup>	EGONKORRA 2100EN	538 ppm
<b>RCP6.0</b>	6,0 W m <sup>-2</sup>	GORAKORRA	670 ppm
<b>RCP8.5</b>	8,5 W m <sup>-2</sup>	GORAKORRA	936 ppm

4.1. taula. Erradiazio bidezko behartzea (EB), EBren joera eta CO<sub>2</sub>-aren kontzentrazioa RCP berrietan AR5en (IPCC 2013)



Klimaren bilakaera eta bere aldakortasuna ezagutzea klima-sistemaren zenbakizko simulazioetan oinarritzen da; horretarako, klima-ereduen hierarkia bat erabiltzen da, klima-eredu sinpleenak, tarteko konplexutasuna duten klima-ereduak, klima-eredu konplexuenak eta Lurreko sistemaren ereduak biltzen dituenak. Analisi horien

emaitza “klima-proiektzioak” izenekoak dira. IPCCren arabera, BEGen eta aerosolen isuriaren edo kontzentrazioen etorkizuneko agertoki batzuei klima-sistemaren erantzun simulatuak dira, sarritan klima-ereduen simulazioetan oinarrituta.

Klima-proiektzio bat da klima-sistemak hainbat isuriren edo berotegi-efektuko gasen eta aerosolen kontzentrazioari emandako erantzun simulatua, sarritan klima-ereduen simulazioetan oinarritua. Klima-proiektzioak eta klima-iragarpenak ez dira gauza bera. Diferentzia nagusia da erabilitako isurien/kontzentrazioaren/erradiazio bidezko behartzearen agertokiarekiko duten mendekotasuna, kasu erlatiboetan oinarrituta, esate baterako, gauzatu daitekeen edo gauzatu ez daitekeen etorkizun sozioekonomiko eta teknologikoa (IPCC-AR5, 2013).

Agertokiak onargarritzat eta argigarritzat jo beharko liriteke, eta ez dute probabilitaterik barne hartzen. Klima-aldaketaren proiektzioetako ziurgabetasun-iturriak hiru faktore nagusitan taldeka daitezke: agertokiari lotutako ziurgabetasuna, BEGen eta aerosolen zalantza isuri eta kontzentrazioen ondorioz; modelizazioari lotutako ziurgabetasuna, klima-sistema irudikatzen saiatzen diren zenbakizko ereduaren mugen ondorioz; eta aldakortasun naturalari lotutako ziurgabetasuna, sistemaren barne-aldakortasunari lotutakoa.

Klima globala da Lurraren gainazalean eskala handian gertatzen diren egiturei eta urteko latitude eta garai desberdinetarako berotze diferentzialari emandako erantzuna. Eskualdeko klimak baldintza global horien eta eskualdeko xehetasunen interakzioaren emaitza dira. Simulazio globaletatik abiatuta, beharrezkoa da haiek erregionalizatzea (‘downscaling’ ingelesez), klima-eredu globalen proiektzioak moldatzeko orografiak, lurra/itsasoa kontrasteak edo lurzorua erabilerekin eragindako eskualdeko edo tokiko ezaugarrietara.

Europar, klima-aldaketaren eskualdeko proiektzioak Europako hainbat proiektutan sortu eta eguneratu dira: PRUDENCE (2001-2004), ENSEMBLES (2004-2009) eta EURO-CORDEX (2009-gaur egunera arte). Klima Aldaketara Moldatzeko Plan Nazionalaren (PNACC) esparruan klima-proiektzio erregionalizatuak egin dira Espainiarako, AEMETek proiektzio puntualak egin ditu, eta proiektzio erregionalizatuak egin dira CMIP5 eta EURO-CORDEX zenbakizko ereduetan oinarrituta

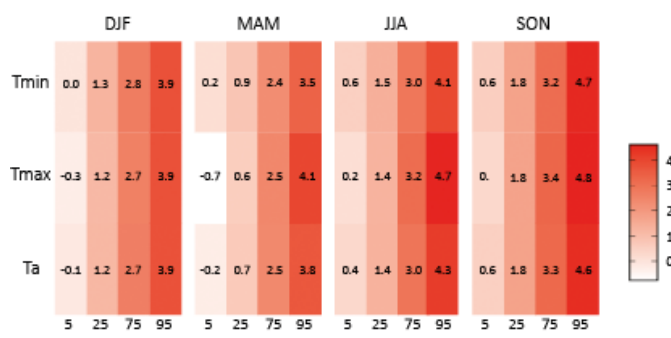
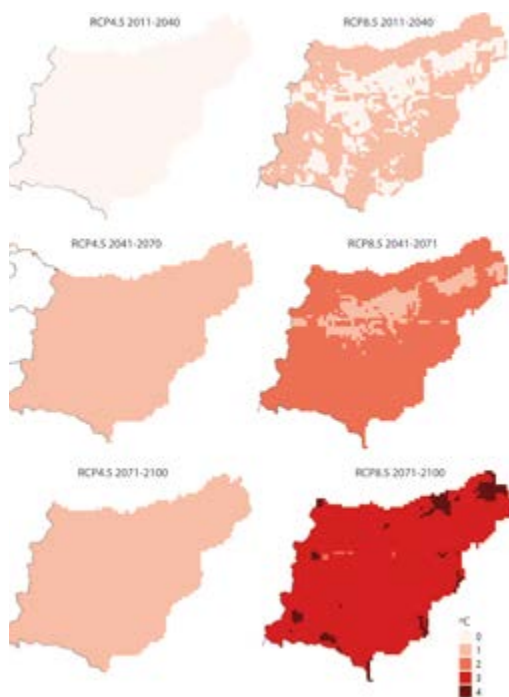
PNACC 2017 agertokiaren ekimenaren esparruan (<http://escenarios.adaptecca.es/doc/pnacc.pdf?v=2019b>). EAE mailan, Klimatek 2016 eta Klimatek 2017-2018 proiektuen esparruan (I. AGERTOKIAK - Klima-aldaketaren bereizmen handiko agertokiak egitea Euskadira eta II. AGERTOKIAK - Klima-aldaketako bereizmen handiko agertokiak Euskal Autonomia Erkidegorako. II. fasea: eguneroko datuak alborapena zuzentzeko metodologiekin), atlas klimatologikoa bat (1971-2015 aldia) eta XXI. menderako etorkizuneko hiru aldirako klima-aldaketaren agertoki erregionalizatuak egin dira (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100), bereizmen handikoak (1 km x 1 km), oinarrituko aldagai desberdinetarako (batez besteko tenperatura, tenperatura maximoa eta minimoa, prezipitazioa, erreferentziako ebapotranspirazioa) eta EURO-CORDEX proiektuaren simulazioetan oinarrituta (<http://escenariosklima.ihobe.eus>).

2020an aurkeztutako “Klima-aldaketaren inpaktua eta harekiko kalteberatasuna Gipuzkoan” txostenean, lurralderako klima-aldagai nagusien proiektzioak aurkeztu ziren. Orain laburtuta aurkeztuko ditugu Gipuzkoarako proiektzio nagusiak bi kontzentrazio-bide adierazgarrientzat (RCP4.5 eta RCP8.5), EAerako agertoki erregionaletatik abiatuta, beste azterketa batzuetako erreferentziekin osatuta.

## 4.1 TENPERATURARAKO PROIEKTATUTAKO ALDAKETAK

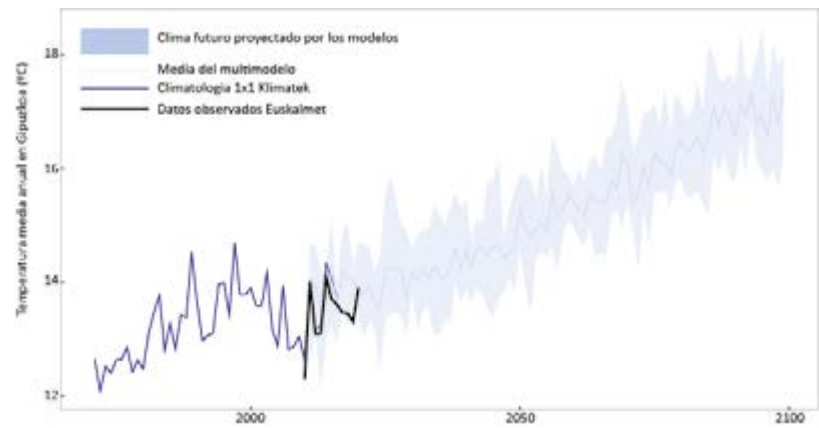
**B**atez besteko tenperaturaren proiektzio desberdinek XXI. mendean zeharreko igoera orokor bat aurreikusten dute; igoera hori 3 °C-tik 4 °C-ra bitartekoa izan liteke 1971–2000 erreferentzia-aldiarekiko mende-amaieran agertokirik txarrenerako. Proiektatutako berotzea espazial handirik ikusten. Epe luzera (2071–2100) eta agertokirik txarreneran, tenperatura-igoerarik handiena udazkenerako espero da [2,6 °C 6,4 °C] eta txikiena udaberrirako [1,4 °C 4,7 °C].

Urteko batez besteko tenperatura maximoetarako proiektatutako aldaketak, agertokirik txarreneran, batez besteko tenperaturarekin bat datoz, hau da, 2 °C inguruko igoera bigarren aldirako (2041–2070) eta igoera orokorra eta nabarmenagoa –2,5 °C eta 4,5°C artekoa– mendearen amaierarako 1971–2000 erreferentzia-aldiarekiko. Litekeena da RCP4.5 agertokian tenperatura maximoak 2 °C inguru igotzea mende-amaierarako. Era berean, beroboladen iraupen eta maiztasun handiagoa proiektatzen dira RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako.



4.3. ird. Batez besteko tenperatura: Euro-CORDEX RCPek RCP4.5 (ezkerra) eta RCP8.5 (eskuina) agertokietan etorkizuneko hiru aldiatarako proiektatutako anomaliak: 2011–2040, 2041–2070 eta 2071–2100. Geuk egina, EAEko bereizmen handiko agertokietatik abiatuta (Klimatek, 2016).

4.2. ird. Urtaroko tenperaturaren 2040–2070erako proiektatutako aldaketak 1971–2000 aldirako batezbestekoarekin alderatuta, RCP8.5 behatzerako. Kasu bakoitzean perzentil desberdinak eman dira (5, 25, 75, 95). Iturria: geuk egina.



4.4. ird. RCP8.5 agertokirako behatutako eta proiektatutako Gipuzkoako urteko batez besteko tenperatura (% 95eko konfiantza-tartea).

Epe hurbilenerako proiektzio erregionalizatuak (2011-2040) proiektzio horiek azken urteotan ikusitako joerarekin alderatzeko aukera ematen digute, hasierako aldi horren erdiraino. Hori proiektzioen fidagarritasunaren adierazle hutsa da, baina ezingo dugu konparazio hori

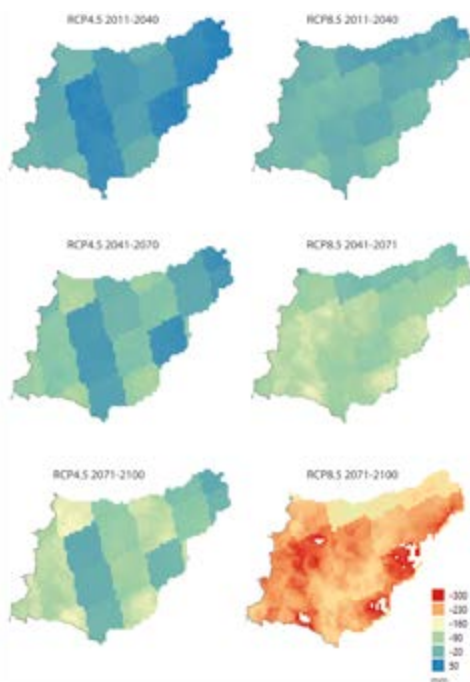
egin lehenengo aldi osoa gutxienez eduki arte. Behaketek temperaturaren igoera progresiboa erakusten dute, batez ere azken hamarkadan. Badirudi klima-proiektzioek – agertoki txarrena den honetan ere– ez dutela goranzko joera hori gainestimaten.

## 4.2 URAREN ZIKLOAN PROIEKTATUTAKO ALDAKETAK

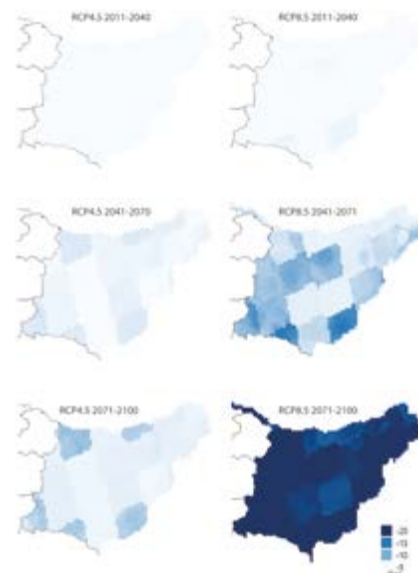
**P**rezipitazioaren kasuan, litekeena da urteko batez besteko prezipitazioa % 11 inguru jaitea mende-amaierarako agertokirik txarrenean, eta % 5 RCP4.5 agertokirako, 1971-2000 erreferentzia-aldiarekiko. Prezipitazioak apur bat gutxiago jaitsiko dira Bidasoa Beherean, Donostialdean edo Urola Kostan. Urtarokotasunari dagokionez, proiektatutako prezipitazio-jaitsierak handiagoak dira udarako, eta XXI. mendean zehar areagotuko dira, nabarmenago 2041-2070 aldira, eta, agertokirik txarrenean, jaitsiera % 35 ingurukoa izango da.

Egun hezeen kopurua pixkanaka murriztea aurreikusten da ( $Pr > 1\text{ mm}$ ), eta hirugarren aldira % 16ko jaitsierara iritsiko da RCP8.5 agertokian 1971-2000 erreferentzia-aldiarekiko. Urteko urtaro guztiek beherakada erakusten dute XXI. mendearen amaierarako, eta beherakada hori handiagoa izango da udan, % 35 inguru jaitsiz. Egun heze horien batez besteko prezipitaziorako, ordea, igoera aurreikusten da oro har XXI. mende osorako, udazkenean nabarmenagoa.

Prezipitaziodun egunen kopurua murrizten denez, baina egun horietan prezipitazioa handitzen denez, litekeena da prezipitazioa egun gutxiagotan kontzentratzea, prezipitazio handiagoak eta prezipitaziorik gabeko aldiak txandakatu. Hala, ondoz ondoko egun lehorren kopurua % 10 inguru igotzea proiektatzen da agertokirik txarrenean 1971-2000 erreferentzia-aldiarekiko<sup>1</sup>.



4.5. ird. Urteko prezipitazioa: Euro-CORDEX RCPek RCP4.5 (ezkerra) eta RCP8.5 (eskuina) agertokietan etorkizuneko hiru aldiarako proiektatutako anomaliak (1971-2000 oinarritzko aldia): 2011-2040, 2041-2070 eta 2071-2100. Geuk egina, EAEko bereizmen handiko agertokietatik abiatuta (Klimatek, 2016).



4.6. ird. Egun hezeen kopurua ( $RR \geq 1\text{ mm}$ ): Euro-CORDEX RCPek RCP4.5 (ezkerra) eta RCP8.5 (eskuina) agertokietan etorkizuneko hiru aldiarako proiektatutako anomaliak (1971-2000 oinarritzko aldia): 2011-2040, 2041-2070 eta 2071-2100. Geuk egina, EAEko bereizmen handiko agertokietatik abiatuta (Klimatek, 2016).

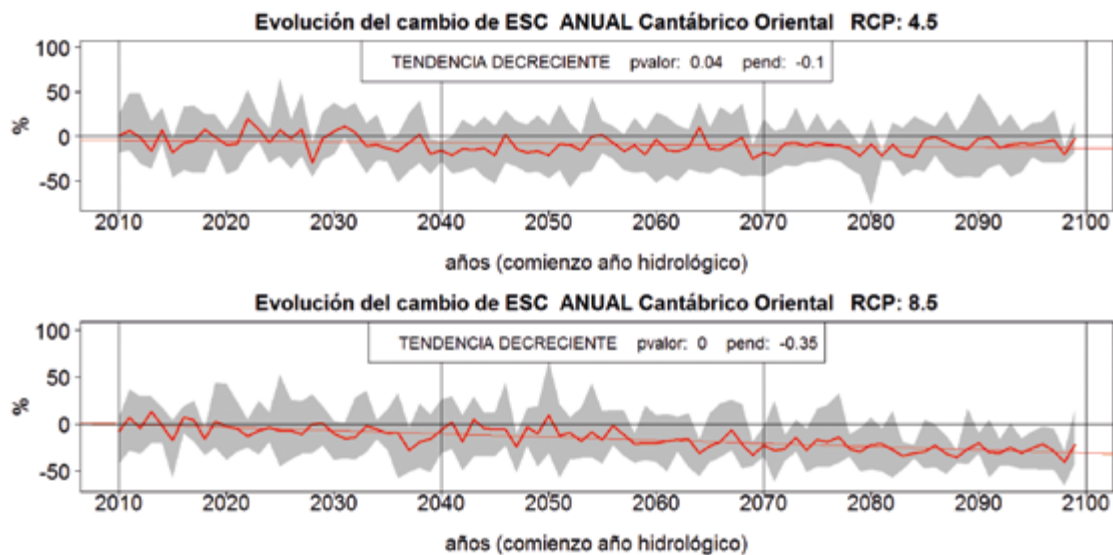
<sup>1</sup> Egun lehorrak,  $Pr < 1\text{ mm}$  duten egunak.

Temperatura maximo eta minimoen gorakadak mendeen zehar erreferenziako ebapotranspirazioa areagotzea ekarriko luke. Igoera hori nabarmenagoa da mendearen amaieran eta RCP8.5 agertokian.

Agertoki horretan, prezipitazioa jaistearekin, batez besteko tenperatura igotzearekin eta erreferenziako ebapotranspirazioa igotzearekin batera ur-baliabideen erabilgarritasunaren beherazko joera erakusten dute, halaber, zenbait azterketak.

Klima-aldaketak ur-baliabideetan duen eraginaren ebaluazioa 'Klima-aldaketaren inpaktuaren ebaluazioa ur-baliabideetan eta lehortean Espainian' (CEDEX, 2017)

txostenean aztertu da, eskualde-proiektzio klimatikoetan oinarrituta. Azterketa honek jariatzearen beherakada proiektatzen du Kantauri Ekialdeko demarkazio hidrografikoarentzat RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako mendeak aurrera egin ahala, % 3-7koa 2010-2040rako, % 12-13koa 2040-2070erako eta % 10-26koa 2070-2100erako, hurrenez hurren, 1961-2000 kontrol-aldiarekiko. Era berean, CEDEXen (2017) azterketak aurreikusten du lehorteen errepikatze-denboraren aldaketaren arabera iparraldeko arroetako lehortek ohikoagoak izatea mendeak aurrera egin ahala.



4.7. ird. Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrologikoko RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako jariatze-uren urteko aldaketaren bilakaera. Banda grisak proiektzioen emaitzen bitartea adierazten du. Marra gorri lodiak batezbestekoa adierazten du, eta marra zuzen meheak malda. Mann Kendall-en testaren p-balioa adierazten da. Iturria: Centro de Estudios Hidrográficos (2017).

## 4.3 HAIZEAN PROIEKTATUTAKO ALDAKETAK

**P** NACCren agertokien proiektzio erregionalizatuek ez dute aldaketa handirik erakusten haizearen batez besteko abiaduran (10 m-ko garaieran) mendeen zehar,

ez urteko eskalan eta ez urtaroetan. Haizearen gehieneko abiadurarako proiektzioek ere ez dute aldaketa nabarmenik erakusten datozen hamarkadetarako.

## 4.4 OZEANOAN PROIEKTATUTAKO ALDAKETAK

**K**lima-aldaketa ozeanoen berotzea, itsas ingurumenaren azidotzea eta batez besteko itsas mailaren igoera eragiten ari da. Datozen hamarkadetakako proiektzioek aurreikusten dute aldaketa horiek jarraituko dutela eta handiagoak izango direla mende-amaieran eta isuri gehieneko agertokietarako (RCP8.5).

Ozeanoak berotzen jarraituko du XXI. mendean zehar. Uraren gainazaleko tenperatura gainazaleko batez besteko tenperatura globala baino %30 txikiagoa izatea aurreikusten da, ozeanoaren inertzia termikoa dela-eta, tenperatura-igoera eraginez 2-4 (RCP2.6) eta 5-7 (RCP8.5) aldiz gehiago 1970arekiko (IPCC, 2019). Kantaurirako proiektzio erregionalizatuek gainazaleko tenperaturaren 2 °C eta 2,4 °C arteko igoerak erakusten dituzte 2050-2099 aldirako (Jordà et al., 2017). Gazitasunari dagokionez, Kantaurirako proiektzioek adierazten dute aldaketak aztertutako ur-masaren araberakoak izango direla; lehen 100-200 m-tan gazitasuna jaitsi egingo da, eta 500 metroko sakoneran igo. Proiektzio horiekin (tenperatura-igoera eta gazitasunaren jaitsiera lehen metroetan), ur-zutabearen estratifikazio handiagoa aurreikus daiteke (Jordà et al., 2017).

Itsas mailaren igoera eta kostaldeko muturreko gertakariak itsasertzeko mehatxu handienetako bat

dira (IPCC, 2014). Ozeanoei eta kriosferari buruzko IPPC (2019)ren txostenean, proiektzio berriak aurkeztu ziren maila globalean XXI. menderako. Agertokirik onenean (RCP2.6) aurreikusten da itsas maila batez beste 43 cm igoetza 2100ean, 29-59 cm arteko tarte posible baten barruan. Agertokirik txarrean (RCP8.5) aurreikusitako batez besteko igoera 84 cm-koa izango da, eta 61 eta 110 cm bitarteko tarte probablearekin. Joerek antzeko batez besteko igoera erakusten dute agertoki desberdinetarako 2050era arte; ondoren, aldeak areagotu egingo dira mende-amaierara arte. Eskualde mailan proiektzio horiek nabarmen alda daitezke (Slangen et al., 2014). Europa mailako proiektzioetan +18 cm-ko igoera aurreikusten da Bizkaiko golkoan 2050ean eta +53 cm 2100ean RCP4.5 agertokirako, eta +22 cm-koa 2050ean eta + 80 cm 2100ean RCP8.5 agertokirako (Vousdoukas et al., 2017). Espainiako kostalderako azterketa erregionalizatuek (VISOR C3E, IH Cantabria 2019) batez besteko 0,13 m-ko igoera aurreikusten dute Gipuzkoako itsasertzean 2026-2045 aldirako aipatutako bi agertokietarako, eta 0,38 m eta 0,55 m artekoak RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako 2081-2100 aldirako, hurrenez hurren.

HERRIA	RCP4.5		RCP8.5	
	2050	2100	2050	2100
DONOSTIA	0,23	0,53	0,25	0,70
HONDARRIBIA	0,23	0,52	0,25	0,69
PASAIA	0,23	0,52	0,25	0,69
ZARAUTZ	0,23	0,54	0,26	0,70

4.2. taula. Itsas mailaren igoera erlatiboaren datuak (m), 50 pertzentila. Iturria: Sainz de Murieta et al. (2018)-tik aldatua.

EAEko kostaldeko hainbat udalerritan kokatutako azterlanak 0,23-0,25 m-ko batez besteko balioa zehazten du 2050erako; 2100erako, berriz, 0,25 eta 0,7 m-koak dira RCP 4.5 eta RCP8.5 agertokietarako, hurrenez hurren. Igoera handiagoak, edo are gehiago, 1 m-tik gorakoak, agertokirik ezkorrenetan aurreikusten dira (Murieta Sainz et al., 2018).

Itsas mailaren igoerak muturreko gertakariak ohikoagoak izatea eragingo du. Klima-proiektzioek adierazten dute muturreko itsas mailaren intentsitatea eta

maiztasuna 2100erako handituko direla (Vousdoukas et al., 2018). Zehazki, 100 urteko errepikatze-denborako itsas mailaren muturretan, proiektatutako batez besteko igoerak 25 cm inguruak dira 2050erako, bai RCP4.5 agertokirako bai RCP8.5 agertokirako. Mende-amaierarako, proiektzioek 57 cm-ko eta 81 cm-ko igoerak erakusten dituzte RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako, hurrenez hurren (Vousdoukas et al., 2017). Aldaketa horiek, nagusiki, batez besteko itsas mailaren aldaketen ondorio izango dira.

RCP4.5-2050			RCP4.5-2100			RCP8.5-2050			RCP8.5-2100		
Δ ESL	%Δ ESL	%Δ O-MM	Δ ESL	%Δ ESL	%Δ O-MM	Δ ESL	%Δ ESL	%Δ O-MM	Δ ESL	%Δ ESL	%Δ O-MM
0,18	4,0	-10,3	0,53	11,6	-9,2	0,22	4,9	-8,2	0,80	17,4	-1,6

4.3. taula. RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako 100 urteko errepikatze-denborako itsas mailaren muturreko gertakarien aldaketa absolutuen eta erlatiboen proiektzioak. Iturria: Vousdoukas et al., (2017), taula aldatua.

ESL: muturreko itsas maila; %O-MM: muturreko olatuen eta marea meteorologikoen aldaketei egotz dakiekeen aldaketa proiektatuaren ehuneko adierazten du, 100 urteko errepikatze-aldia kontuan hartuta.

Olatuei dagokienez, ez da aldaketa handirik aurreikusten Europarako (Vousdoukas et al., 2017). Kantauriko proiektzio erregionalizatuek, agertokirik

txarrean eta mende-amaieran, % 6rainoko aldaketak erakusten dituzte olatu-altuera adierazgarrian (Ramírez Pérez et al., 2019).

## 4.5 MUTURREKO KLIMA-GERTAKARIAK

**M**uturreko klima-gertakariak eta halakoak nola eratzten diren gai konplexuak dira erantzuten; izan ere, elkarren artean lotuta dauden faktore ugari aztertu behar dira zergatiak azaltzeko.

Gaur egun, ebidentzia zientifiko ugari daude maila globalean erakusten dutenak klima-aldaketak efektu handia duela muturreko fenomeno meteorologikoetan eta halakoen maiztasuna, intentsitatea eta iraupena handitzea

eragiten duela (Yilmaz et al., 2014). Ildo horretan, gizakiak eragindako klima-krisiaren eta muturreko fenomeno meteorologikoen arteko harremana ulertzea funtsezkoa da horrelako gertakariak eragiten dituzten kalte pertsonalak nahiz materialak arintzeko. Espainian soilik kalkulatzen da muturreko gertakari horiek 700 bizitza galtzea eta 900 milioi euroko kostua eragiten dutela urtero.

Muturreko klima-baldintzek eta halakoek garapen ekonomikorako, elikadura-segurtasunerako, osasunerako eta migratorako dituzten ondorioek 260.000 milioi euroko kostua sortu zuten 2017an planeta osoan (Munduko Meteorologia Erakundea, 2018).



Inpaktu-potentzial handiko muturreko klima-gertakari nagusiak muturreko haizeari eta prezipitazioari zor zaizkie. 2020ko amaieran argitaratutako azken 'Klima Aldaketara Moldatzeko Plan Nazionala'ren arabera – RCP8.5 agertokian mende-amaierarako proiektatutako hazkundera salbu–, oro har ez da aldaketa nabarmenik aurreikusten muturreko haizeei dagokienez Iberiar Penintsularako, penintsulako ipar-mendebaldean 50 urterako errepikatze-denboraren jaitsiera arina izan ezik, udan, epe ertainera (2041–2070) eta luzera (2071–2100). Era berean, eta aurretiko azterketekin bat etorritz, jaitsiera progresibo bat aurreikusten da Iberiar Penintsula osoan XXI. mendean zehar intentsitate ertaineko haizeak dituzten egunen kopuruan (~70 km/h) eta intentsitate handiko haizeak dituzten egunen igoera arina (~90 km/h) iparraldeko erdialdean, Kantauri itsasoko kostaldean izan ezik (Herrera et al. 2018). Azkenik, ez dira aurkitu estatistikoki adierazgarriak diren aldaketak lurraldean zikloiak eta/edo ziklogenesi leherkorak gertatzeko maiztasunari dagokienez, eredu globalen aldaketaren zeinuan desadostasunak daudelako.

Muturreko prezipitazioaren gertakariei dagokienez, aldakortasun handia dago erabilitako ereduaren artean, eta, beraz, zaila da bilakaera iragartzea.

Intentsitate handiko prezipitazio horiei lotuta, uholdeak dirakaltepertsonaletamaterialhandienakeragitendituzten arrisku naturaletako bat. IPCCren AR5ek adierazten du ez dagoela ebidentzia zuzenik klima-aldaketaren eta uholdeen maiztasunaren eta magnitudearen igoeraren arteko zuzeneko harremana ezartzeko. Hala ere, txosten horrek klima-aldaketari lotutako hainbat aldaketa deskribatzen ditu ziklo hidrologikoko zenbait osagaitan. Uholde arriskuaren atariko ebaluazioan (URA, 2018), klima-aldaketak uholde-emarien maiztasunean duen eragina aztertu zen. Aurreikusi zen errepikatze-denbora baxuetarako (10 urte) uholde-emarien aldaketak deusezak izango zirela edo zertxobait murriztuko lirakekeela, baina errepikatze-denbora altuetan (100 eta 500 urte) igo egingo zirela. Aipatu behar da uholde-emarien igoera posible horien ondorioz ez dela uholde-arriskua modu proportzionalen handituko, uholdeen portaera klima-aldaketaren testuinguruan aldaketak izan ditzaketen hainbat faktoreren mende baitago.









# Sistema naturala



**Naturklima**

Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa

**Gipuzkoako  
Foru Aldundia**  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



**ETORKIZUNA ORAIN**  
Es futuro



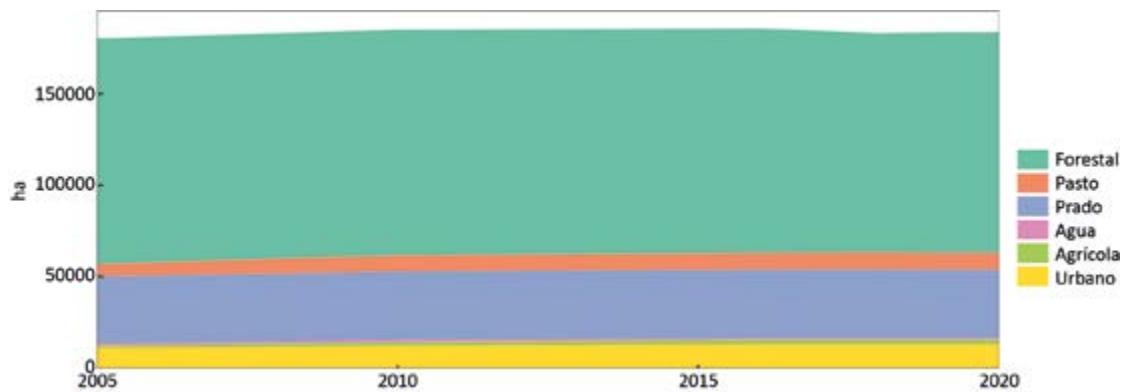
## 5.1 LURZORUAREN ERABILERA

Lurzoruak karbonoaren zikloaren elementu garrantzitsuak dira: bigarren karbono-hustuleku handiena dira, ozeanoen atzetik soilik. Beraz, klima-aldaketa arintzeko funtsezko elementua da lurzorua. Nolanahi ere, landare-estalkiari eragiten dioten lurzoruen erabileren aldaketek –hala nola baso-soiltzearen, laboreak bertan behera uztearen, artifizializazioaren eta abarren ondoriozkoek– isuri atmosferikoak sor ditzakete, klima-aldaketaren ondorioak areagotuz.

Gainera, klima-aldaketaren efektuek –lurzoruaren

erabileren aldaketek eragindako efektuekin batera– ekosistemen gaineko efektuak larriagotu ditzakete.

Lurzoruaren egungo erabilerak ondoz ondoko aldaketa antropikoen emaitza dira. Lurzoruaren erabileren aldaketa-joerek lurraldeko klima-aldaketaren ekarpenean/arintzean izandako aldaketen berri ematen digute. Horretarako, Ekonomiaren Garapen, Jasangarritasun eta Ingurumen Sailak egindako EAEko Baso Inbentarioak eta Baso Mapak aztertu dira. 2020rako egindakoa da berriena<sup>1</sup>.



5.1. ird. Lurzoruaren erabileren bilakaera Gipuzkoan 2005–2020. Iturria: Geuk egina, Baso Inbentarioen eta Baso Mapen datuetan oinarrituta.

Gipuzkoako lurraldearen % 69,5 basoek estaltzen dute. Horrek esan nahi du murrizketa txiki bat egon dela (% 1 baino gutxiagokoa) 2019aren aldean; 2005arekin alderatuta, aldiz, % 4,3 murriztu da. Larreek azaleraren % 5,0 inguru hartzen zuten 2019an. Soro landuek okupatutako azalera lurraldeko lurzoruen % 1,2 baino ez da, baina aztertutako aldirian % 65,1 igo da; 2020an zertxobait jaitsi da 2019aren aldean.

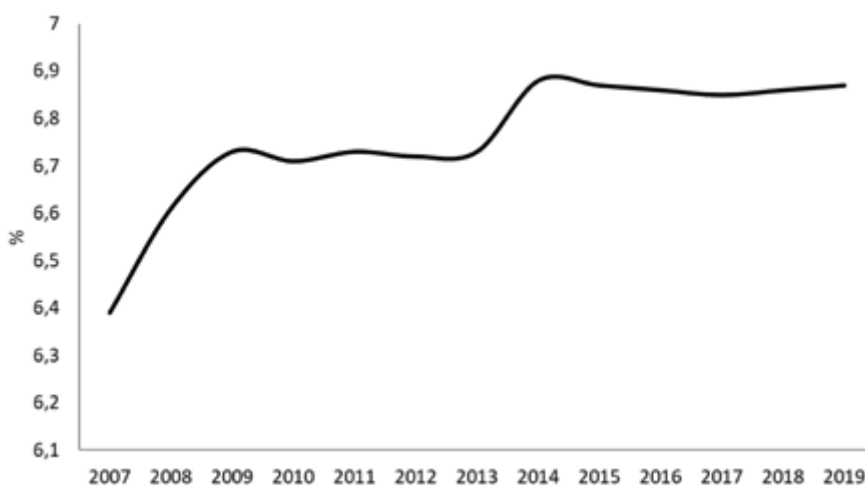
Hezeguneek okupatutako azalera % 7,1 murriztu da 2005az geroztik. Galera nagusia 2005etik 2010era bitartean gertatu zen, eta 2016an ia guztiz berreskuratu zen (2005ean baino 5 ha gutxiago). Azken lau urteetan egonkor mantendu da. Hezeguneen galerak ondorioak ditu lurraldeko biodibertsitatean, Batasunaren intereseko habitatak eta espezie mehatxatuak babesten baitituzte. Gainera, ekosistema horiek berotegi-efektuko gasen hustulekutzat hartzen dira, eta, beraz, haien erabilera aldatuz gero CO<sub>2</sub> isurien iturri garrantzitsu bihur daitezke. Estaldura zertxobait aldatu arren, Gipuzkoako BEGen

isurien azken inbentarioan<sup>2</sup> ez zen aldaketarik ikusten aldi horretan xurgapenari edo isuriari dagokienez.

Lurzoruaren artifizializazioak eragin negatiboa du lurraldearen ingurumen-baldintzetan; izan ere –beste faktore batzuen artean–, ekarpena egiten die ekosistemak, habitatak eta lurzoru emankorra galarazteari, tenperatura atmosferikoa igoarazteari, jariatzea areagotzeari eta lurzoru zigilatzeari. Aldaketa horiek murriztu egiten dute lurzoruak euri-ura xurgatzeko eta iragazteko duen gaitasuna, ur-ibilgua aldatzen dute, biodibertsitatearen zatiketa dakarte eta CO<sub>2</sub> finkatzeko gaitasuna murrizten dute, horrela klima-aldaketaren efektuak areagotuz. Lurzoruaren artifizializazioa % 7,2 igo da 2005–2020 aldirian, eta % 0,1 2019arekiko. Horrela, 2020an azalera artifizial metatua lurralde osoaren % 7,0 da.

1 <https://www.euskadi.eus/informazioa/baso-inbentarioak/web01-a3estbin/eu/>

2 <https://www.naturklima.eus/inventario-de-gases-de-efecto-invernadero-eu.htm>

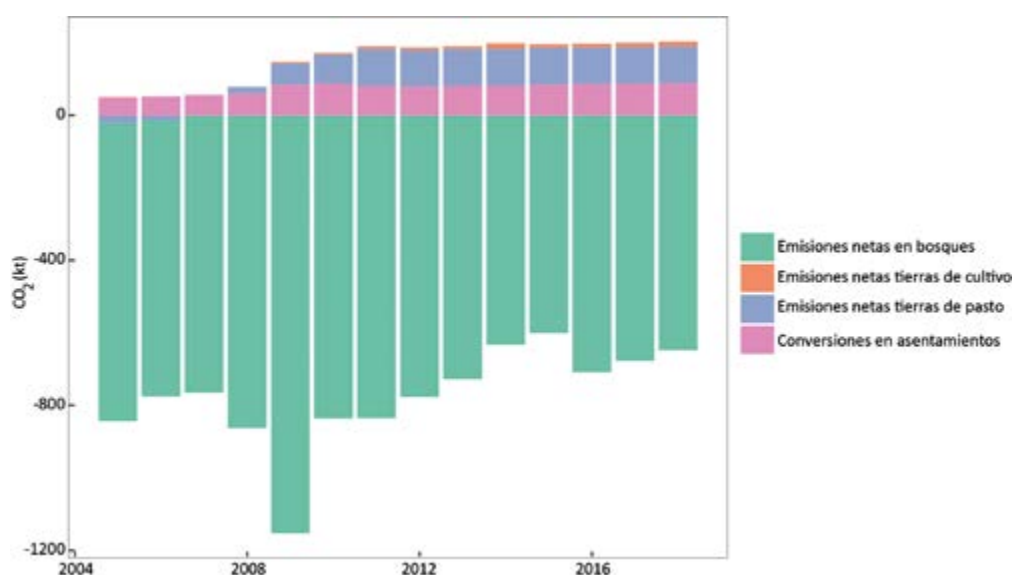


5.2. ird. Gipuzkoako lurzoru artifizializatuaren azaleraren ehunekoaren bilakaera.

## 5.2 FINKAPENAK ETA ISURIAK LURRAREN ERABILERAREN SEKTOREAN

Lurzoruaren erabileren aldaketan ondorioz, luraren erabilerarekin eta basogintzarekin lotutako berotegi-efektuko gasen xurgapena % 44,0 murriztu da 2005aren aldean. Xurgapenik handiena basoei lotuta dago, baina % 21,0 murriztu da 2005aren aldean. Aldaketa nagusiak larreen kategorian gertatu dira: 2005ean 21 kt CO<sub>2</sub>

xurgatetik isuri-iturri izatera pasatu dira, belardiak eta larrediak sastrakadi bihurtu ondoren. Lurzorua kokagune bihurtzeak ere ekarpena egiten die lotutako isuriei. Urtero argitaratzen den Gipuzkoako berotegi-efektuko gas-suriaren inbentarioan xehetasun handiagoz azaltzen da gai horiei guztiei buruzko informazioa.



5.3. ird. Finkapena (-) eta isuriak (+) kategoriaren arabera, Lurraren Erabileraren eta Lurraren Erabileraren Aldaketaren sektorean.



## 6.1 JARIATZEA

**K**lima-aldaketaren agertoki desberdinetarako proiektzioek erakusten dute jariatzearen murrizketa progresibo bat, mendearen bigarren erdian nabarmenagoa izango dena. Aldaketa horiek ez dira prezipitazioaren aldaketen mende egongo soilik; prezipitazioaren denboranaketan ere bai. Horrez gain, tenperatura-aldaketak eta lurzorua erabileren eta estalduraren aldaketak ere funtsezko faktore izango dira. Ur-baliabide horien erabilgarritasunean gertatzen diren aldaketek inpaktu zuzenak izango dituzte halakoen eskarian, eta, beraz, haien kudeaketan ere bai, hainbat sektore sozioekonomikori eraginez: nekazaritza eta basogintza, turismoa, industria edo hiri-kokaguneak.

**Ur-baliabideetan aurreikusten diren inpaktu nagusiak hauek dira:**

- Prezipitazioen aldaketa: kantitatea eta urtaroko erregimena.
- Aldaketak ebapotranspirazioan.
- Aldaketak ibaien mailetan eta emarietan.
- Aldaketak akuiferoen birkargan, deskargan eta biltegitratzean.
- Aldaketak uraren kalitatean.
- Urarekin lotutako muturreko klima-gertakariak eta arriskuak: uholdeak eta lehortekak.
- Aldaketak ur-masen egoera ekologikoan: ur gezako espezieen nitxoekiko eragina eta habitatak hondatzea edo desagertzea.

Sistema horretan ikusitako aldaketen jarraipena egiteko, lehenik eta behin, Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuko Obra Hidraulikoetako Zuzendaritzak kudeatutako ur-emaria neurtzeko estazioetako emari-serieak aztertu dira. Sare horrek 23 estazio iraunkor ditu, eta horietan prezipitazioa, maila eta emaria 10 minututik behin neurtzen dira. Gainera, estazioetako 14tan uraren kalitatearen parametroak erregistratzen dira: pHa, tenperatura, eroankortasuna, oxigeno disolbatua eta uhertasuna. Estazio zaharrenek ia 30 urtetik hona erregistratu dituzte datuak; berrienak –Araxes ibaian kokatzen denak–, aldiz, 10 urte ditu.

Urteko batez besteko emariaren joera aztertu da, Mann-Kendall-en testa aplikatuz. Emaitzen arabera, ez da joera garbirik ikusten; ur-emaria neurtzeko estazio gehienek emari-gehikuntza erakusten dute; beste batzuek, aldiz, beheranzko joera. Nolanahi ere, joeretako bat bera ere ez da estatistikoki adierazgarria. Emaitza horiek ‘Urrakortasun hidrikoa: iragan hurbileko joeretatik etorkizunekoetara<sup>3</sup>’ txostenean ikusitakoa erakusten jarraitzen dute. Euskal Herriko Unibertsitateak IHOBereentzat egin zuen txostena (2017), eta batez besteko emarien (Qm) eta emari baxuen (Q20) joerak aztertzen ziren zenbait alditarako. Egunaren eskalan, 1995–1996tik 2014–2015era bitartean joera positiboak ikusten ziren gehienbat txosten horretan urteko emarietarako, baina ez ziren adierazgarriak estazio gehienetan.

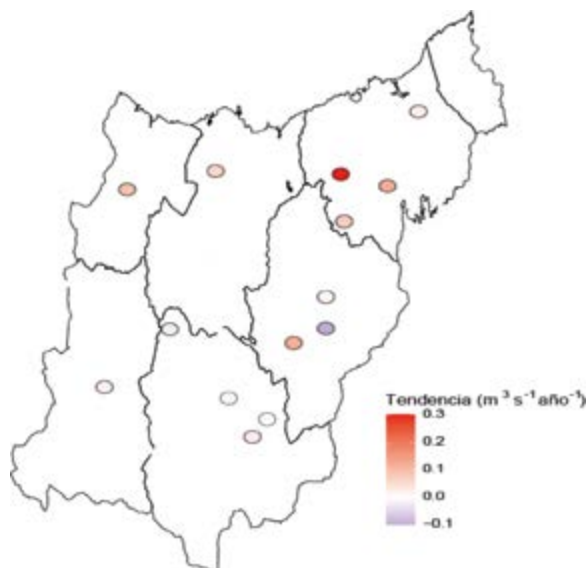
6.1. ird. GFAko Obra Hidraulikoetako Zuzendaritzaren estazio iraunkorren sarea. Gorritz ur-emaria neurtzeko estazioak eta berdez ur-emaria neurtzeko estazioak eta ur-kalitatea.



3 [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eghilur/es\\_def/adjuntos/O2KLIMATEK.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eghilur/es_def/adjuntos/O2KLIMATEK.pdf)

Kontuan hartu behar da estazio gehienetan denboraserieek oso epe laburrak dituztela joera espazial adierazgarriak ondorioztatu ahal izateko, eta are gehiago ezagututa tokiko esku-hartzeetan ur-baliabideen gaineko kasuistika-aniztasuna –bai batez besteko emariei

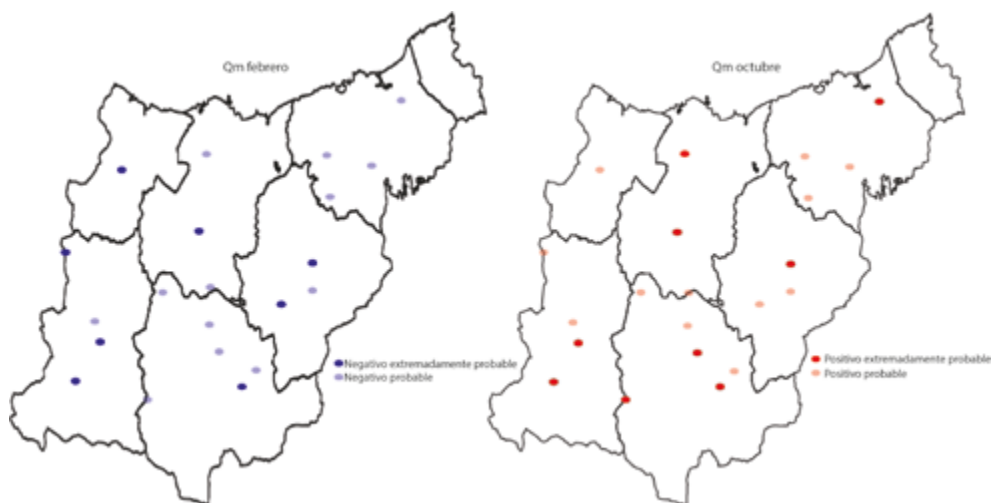
dagokienez eta bai emari baxuei dagokienez (erauzketak, urtegien kudeaketa, etab.)–, sare foronomikoak uraren erabileren ondorioz eraldatutako zirkulazio-erregimena jasotzen baitu. Beraz, ibai-sarearen portaera zehatzago aztertu behar da.



6.2. ird. Urteko batez besteko emari-serieen joeren mapak.

Aipatutako txostenak (IHOBE, 2017) ondorioztatu zuen emarien beherakada argia eta nabarmena zegoela urrian eta gorakada otsailean eta martxoan aztertutako aldian. Behin azterketa zabaldutakoan azken urte hidrologikoetako

datuak sartzeko (urriaren 1etik irailaren 30era), ondorio horiek berak mantendu dira. Gainerako hilabeteen kasuan, joerak ez dira hain argiak edo adierazgarriak.



6.3. ird. Otsaileko eta urriko batez besteko emari-serieen joera.

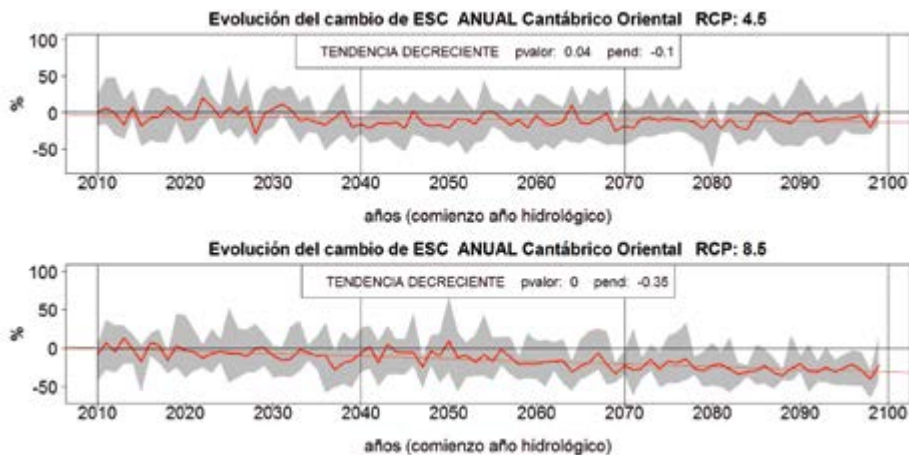


ESTAZIOA	ARROA	AZALERA (km <sup>2</sup> )	2019ko BATEZ BESTEKO EKAR-PENA (hm <sup>3</sup> )	2019ko BATEZ BESTEKO EMARIA (m <sup>3</sup> /s)	URTE HIDROLOGIKOAK	BATEZ BESTEKO EMARIAREN JOERA
<b>AGAUNTZA</b>	ORIA	69,64	46,45	1,47	1993-1994TIK 2019-2020RA	0,03
<b>AIXOLA</b>	DEBA	5,03	3,07	0,10	1987-1988TIK 2019-2020RA	0,01
<b>AIZARNAZABAL</b>	UROLA	269,77	195,30	6,19	1996-1997TIK 2019-2020RA	0,07
<b>ALEGIA</b>	ORIA	333,34	207,32	6,55	1996-1997TIK 2019-2020RA	0,06
<b>ALTZOLA</b>	DEBA	464,25	305,57	9,66	1995-1996TIK 2019-2020RA	0,09
<b>BELAUNTZA</b>	ORIA	33,34	35,04	1,11	1996-1997TIK 2019-2020RA	0,01
<b>EREÑOZU</b>	URUMEA	218,42	274,26	8,67	1995-1996TIK 2019-2020RA	0,14
<b>ESTANDA</b>	ORIA	55,02	26,09	0,82	1994-1995ETIK 2019-2020RA	0,01
<b>IBAIEDER</b>	UROA	62,73	33,01	1,04	1991-1992TIK 2019-2020RA	0,00
<b>LEITZARAN</b>	ORIA	110,01	145,49	4,60	1999-2000TIK 2019-2020RA	0,12

6.1. taula. Aztertutako azpiarroen eta ur-emia neurtzeko estazioen ezaugarriak. Iturria: Gipuzkoako Foru Aldundiaren Obra Hidraulikoak.

Klima-aldaketak ur-baliabideetan duen eraginaren ebaluazioa 'Klima-aldaketaren inpaktuaren ebaluazioa ur-baliabideetan eta lehorteetan Espainian<sup>4</sup>' (CEH, 2017) txostenean aztertu da, eskualde-proiekzio klimatikoetan oinarrituta. Azterketak aurreikusten du jariatze-murrizketa

bat mendeak aurrera egin ahala, eta handiagoa RCP8.5 agertokirako RCP4.5 agertokirako baino. Hala, 2039. urterako jariatzearen % 8ko eta % 11ko murrizketa aurreikusten da Kantauri Ekialdeko arroan RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako, hurrenez hurren.



6.4. ird. Kantauri Ekialdeko Demarkazio Hidrologikoko RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietarako jariatze-uren urteko aldaketaren bilakaera. Banda grisak proiektzioen emaitzen bitartea adierazten du. Marra gorri lodiak batezbestekoa adierazten du, eta marra zuzen meheak malda. Mann Kendall-en testaren p-balioa adierazten da. Iturria: Centro de Estudios Hidrográficos (2017).

4 [https://www.adaptecca.es/sites/default/files/editor\\_documentos/CEDEX\\_Evaluacion\\_cambio\\_climatico\\_recursos\\_hidricos\\_sequias\\_Espa%1a.pdf](https://www.adaptecca.es/sites/default/files/editor_documentos/CEDEX_Evaluacion_cambio_climatico_recursos_hidricos_sequias_Espa%1a.pdf)

## 6.2 LURPEKO URAK ETA AKUIFEROAK

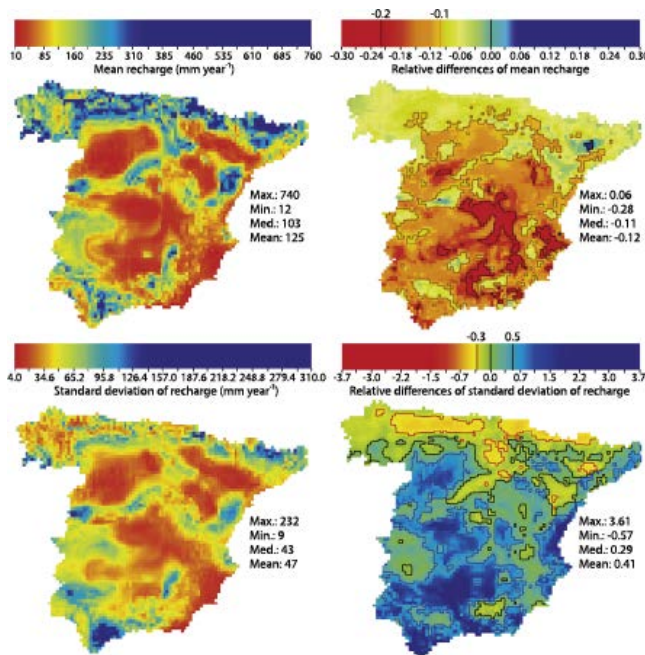
**K**lima-aldaketaren ondorioz prezipitazioetan, tenperaturetan eta ebapotranspirazioan izandako aldaketek eragina izan dezakete lurpeko uren birkargan, deskargan eta kalitatean, eta, beraz, ur horien azken

erabileran. Euskal Autonomia Erkidegoko lurpeko urak kontrolatzeko sarearen (URA, GFA) datuak aztertuta, orain arte ez da aldaketa nabarmenik detektatu ez mailan eta ez batez besteko emarian.

KONTROL PIEZOMETRIKORAKO PUNTUAK											
ZUNDAKETA	ARROA	UR-MASA	BATEZ BESTEKO MAILA (m)								
			2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
KILIMON-3	DEBA	IZARRAITZ	10,8	10,1	10,9	9,7	10,9	10,8	12,4	8,1	9,9
HERNANI-C	URUMEA	ANDOAIN-OIARTZUN	11,4	12,5	11,6	7,9	10,1	8,2	19,1	-	-
ARALAR-P4	ORIA	ARALAR	23,2	35,4	25,9	20,1	27,0	24,0	45,7	22,1	22,6
DTH-1	ORIA	TROYA	1,1	1,6	0,8	1,2	1,6	1,4	2,3	1,1	1,0
JAIZKIBEL-5	BIDASOA	JAIZKIBEL	18,9	18,7	17,8	17,8	17,5	21,8	26,1	17,0	16,7
MAKINETXE	ORIA	TROYA	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,3	0,9
INURRITZA-3	ORIA	ZUMAIA-IRUN	1,6	1,9	1,4	1,5	1,6	1,6	1,9	0,5	-

ESTAZIO FORONMIKOEN SAREA											
ESTAZIOA	ARROA	UR-MASA	BOLUMENA (hm <sup>3</sup> /urte)								
			2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
URBELTZA ITURBURUA	ORIA	GATZUME-TOLOSA	10,8	10,1	10,9	9,7	10,9	10,8	12,4	8,1	9,9
KILIMON ERREKASTOA	DEBA	IZARRAITZ	11,4	12,5	11,6	7,9	10,1	8,2	19,1	-	-
SALUBITA ITURBURUA	ORIA	GATZUME-TOLOSA	23,2	35,4	25,9	20,1	27,0	24,0	45,7	22,1	22,6
TROIA, IPARRALDEKO ARRAPALA	ORIA	TROYA	1,1	1,6	0,8	1,2	1,6	1,4	2,3	1,1	1,0
ZAZPITURRIETA ITURBURUA	ORIA	ARALAR	18,9	18,7	17,8	17,8	17,5	21,8	26,1	17,0	16,7
ARDITURRI ITURBURUA	OIARTZUN	MACIZOA PALEOZOICOS	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,3	0,9
ARTZU ITURBURUA	BIDASOA	JAIZKIBEL	1,6	1,9	1,4	1,5	1,6	1,6	1,9	0,5	-

6.2. taula. Estazio piezometriko eta foronmikoetako mailaren eta emariaren laburpena. Iturria: URA.



Penintsularako egindako proiektzioek % 12 inguruko batez besteko birkarga-murrizketa proiektatzen dute (Pulido-Velázquez et al., 2018). Sarrerak eta biltegiatzea murrizteak berekin dakar irteerak murriztea, barnean hartuz akuiferoetatik ibai-sistemara egindako deskargak, oinarrizko emarien murrizketa eta ureztatzeke zein kontsumitzeko erabileren murrizketa.

6.5. ird. Akuiferoaren batez besteko birkarga garbiaren (mm urte<sup>-1</sup>) etorkizuneko agertoki potentzialak, haren desbideratze estandarra eta aldirako (2011–2045) etorkizuneko agertokiaren eta historikoaren arteko diferentzia erlatiboa, lau multzo-aukeratarako eta bi birkarga-eredutarako definitutako etorkizuneko agertoki potentzialen konbinaziotik abiatuta. Iturria: Pulido-Velázquez et al. (2018).

## 6.3 URAREN KALITATEA

**K**lima-aldaketak nabarmen alda ditzake uraren kalitatean eragina duten aldagaiak ere. Inpaktu horien jatorria ur-masen hidrobiologiaren eraldaketak, horien ezaugarri fisiko-kimikoak zein biologikoak eta presio antropogenikoaren aldaketak dira. Ur-fluxuak gutxitu ahala, kutsatzaile antropogenikoak kontzentratu egiten dira, eta ingurunearekiko inpaktu handiagoa eragiten dute. Garrantzitsua da azpimarratzea –klima-aldaketaren eraginaz gain– uraren kalitatea ere asko markatzen dutela jardura antropogenikoen.

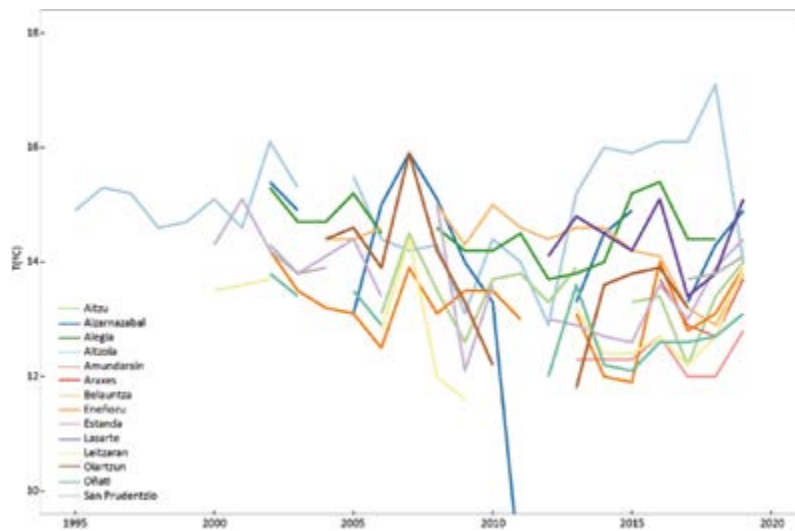
Uraren tenperatura funtsezko adierazlea da ur-inguruneen egoera neurtzeko; parametro hori GFaren Obra Hidraulikoen Zuzendaritzako ur-kalitatea neurtzeko estazioetan erregistratzen da. Klima-aldaketak zuzenean eragiten dio aldagai horri, airearen tenperaturarekin lotura estua baitu; azken horrek, gainera, bestelako aldaketa natural eta espazial batzuk ere baditu. Beste aldagai batzuetan (hala nola prezipitazioan, lurruntzean edo emarian) izandako aldaketek ere eragina izan dezakete tenperatura-aldaketetan. Beraz, adierazle oso adierazgarria izan daiteke klima-aldaketaren inpaktuak

neurtzeko. Hala ere, erregimen antropizatueta –neurketa-estazio gehienak halakoetan daude kokatuta–, aztertutako aldagaian aldaketak eragin ditzaketen beste presio batzuk ere kontuan hartu behar dira. Dena den, uraren tenperaturaren aldaketek inpaktua eragin dezakete ur-organismoetan, uraren kalitatean, industria-prozesuetan edo hornidura-eragiketetan.

Temperaturaren analisiak, urteko batez besteko tenperaturaren erregresio linealaren analisiaren bidez, ez du joera adierazgarrikerik erakusten estazio gehienetan. 2019–2020 urte hidrobiologikoan, neurketa-estazio bakar batean izan ezik, ia gradu-erdiko igoera ikusten da aurreko urtearen aldean, aurreko 3 urteetan erregistratutakoa baino zertxobait altuagoa.

Uraren Euskal Agentziak –URAK– urtero egiten du uraren egoera ekologikoaren jarraipena, Uraren Esparru Zuzentzailearen barruan. Bertan, adierazle biologiko, kimiko eta hidromorfologikoen jarraipena eta kontrola egiten da. 2019an, azaleko ur-masen % 69k egoera ona zuten, % 21ek egoera moderatua eta % 10ek egoera eskasa edo txarra<sup>5</sup>.

5 Euskal Autonomia Erkidegoko ibaien egoera biologikoaren jarraipen-sarea. 2019ko kanpaina.



6.6. ird. Kalitate-estazioen sarean erregistratutako urteko batez besteko tenperaturaren bilakaera. Gipuzkoako Foru Aldundiaren Obra Hidraulikoak.

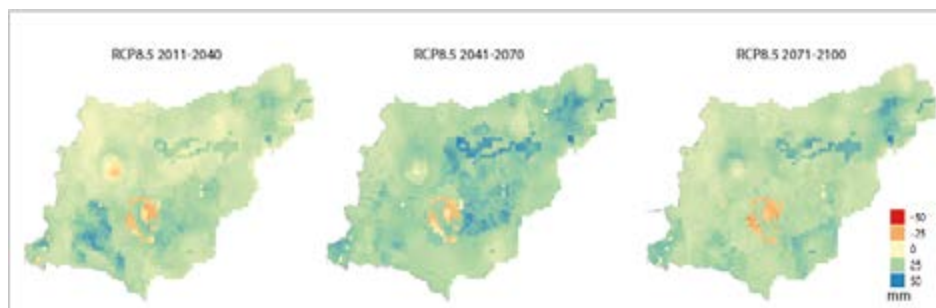
## 6.4 MUTURREKO KLIMA-GERTAKARIAK: UHOLDEAK ETA LEHORTEAK

**K**alte handienak eragiten dituzten muturreko fenomeno errepikarienetako bat uholdeak dira. Europako eskualde gehienetan uholde-arriskua handitzea aurreikusten da, berotze globalaren ondorioz.

Uholdeen dinamikako aldaketek hainbat faktoretako aldaketei erantzuten diete, hala nola euri-patroien aldaketei, lurzorua erabileren aldaketari edo urtegien erregularizazioari. Faktore askoren mende daudenez, zaila da klima-aldaketari uholde-ereduetan gertatzen diren aldaketak esleitzea. Horregatik, etorkizuneko uholde-

arriskuen proiektzioak euri-patroien aldaketetan oinarritzen dira, muturreko euriteetan bereziki.

Orain arte ez da aldaketarik ikusi EAEko barne-arroetan muturreko gertaeren datuetan (MITECO, 2018). 1990az geroztik, ordea, eguneko prezipitazio maximoaren intentsitatea handitu egin da (OHZN, DFCG, 2017). Proiektzioek, oro har, muturreko eurien igoera erakusten dute etorkizuneko horizonte guztietarako. Hala ere, askoz zailagoa da aldaketa horiek uholdeen dinamikan nola eragingo duten kalkulatzeko.



6.7. ird. 50 urteko errepikatze-aldiari lotutako batez besteko prezipitazio maximoa: RCP8.5 agertokirako anomalia oinarritzko aldiarekiko (1971-2000).

2020	2050	2080
-10/0	0/+10	0/+10

6.3. taula. Kantauri Ekialdeko demarkazio hidrografikorako 100 urteko eguneko emari-maila maximoan proiektatutako aldaketaren ehunekoa. Iturria: Alfieri et al. (2015)

Uraren Euskal Agentziak 'Klima Aldaketaren efektuaren estimazioa Euskadiko ibai-goraldien maiztasun eta magnitudean' izeneko azterlana egin<sup>6</sup> zuen, emarien maiztasunaren aldaketak aztertzeko. Azterketan ondorioztatzen denez, 2100 horizonterako, errepikatze-aldi baxuetarako (10 urte) uholde-emarien aldaketak deusezak izango dira edo murrizteko joera izango dute. Hala ere, errepikatze-aldi handiagoetarako (100 eta 500 urte) ereduak uholde-emarien igoerak aurreikusten dituzte; esate baterako, 100 eta 500 urteko errepikatze-denboraren emaria % 7-15 eta % 8-25 handitzea, hurrenez hurren. Alfieri et al.-en (2015) azterketak jasotzen dituenak baino balio zertxobait handiagoak dira.

Emariak handitzeak uholde-arriskuak okerrera egitea ekar lezake; hau da, uholde-azalera, korrontearen sakonera-balioa eta korrontearen abiadura handitzea, eta, beraz, arriskua areagotzea. Hala ere, kontuan hartu behar da proiektzio horiei lotutako ziurgabetasuna handia dela. Gainera, uholde-emariak handitzeak ez du eragiten

uholde-arriskua modu proportzionalen areagotzea. Gertakari horiek eragindako eremua beste faktore batzuen arabera izango da, hala nola lurzuaren erabileren aldaketak edo ezartzen diren moldatze-neurriak.

Lehorteei dagokienez, CEH-ren (2017) azterketan jasotzen da, lehorteen itzulera-aldiaren aldaketaren arabera, Iparraldeko arroetan lehortek maizago gertatuko direla XXI. mendeak aurrera egin ahala. Horrenbestez, ur-eskasia handitu egingo da, ur-baliabideak murriztearen ondorioz. Gainera, tenperaturaren igoera dela-eta ebapotranspirazioa handitzeak garai euritsuetan prezipitazioak igotzea eragin dezake.

6 [https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/2011\\_epri/es\\_doc/adjuntos/EPRI\\_2CICLO\\_DHC\\_ORI\\_Memoria\\_cas.pdf](https://www.uragentzia.euskadi.eus/contenidos/informacion/2011_epri/es_doc/adjuntos/EPRI_2CICLO_DHC_ORI_Memoria_cas.pdf)



Ozeanoakzerbitzu ugarieskaintzen ditu: klimaglobalaren erregulazioa, energia eta mantenuak, garraioa, aisialdi-jarduerak eta itsasertzeko komunitateetarako baliabideak, besteak beste. Horren ondorioz, eremu bereziki erakargarriak dira kostaldeak, eta munduko biztanle gehienak biltzen dituzte. Gipuzkoako itsasertzean ere gertatzen da hori, lurraldeko biztanleriaren % 37,6 bizi baita han. Hala ere, aurreikusten da klima-aldaketak aldaketa garrantzitsuak eragitea ozeanoen propietateetan eta horrek inpaktu ugari sortuko dituela, itsasoko ekosistemen eta kostaldeko komunitateen kalteberatasuna handituz.

Ozeanoen klima erregulatzeko eta klima-aldaketa modulatzeko funtzioa CO<sub>2</sub> eta beroa atzitzeko eta birbanatzeko duten gaitasunari zor zaizkio. Kalkulatu da berotegi-efektuko gasek Lurrean harrapatutako gehiegizko beroaren % 93 inguru ozeanoetan metatzen dela (Church et al., 2011; Levitus et al., 2012; Cheng et al., 2019). Atmosferara askatutako CO<sub>2</sub> biltegitratzeko eta banatzeko ahalmenaren ondorioz, ozeanoa Lurreko bigarren karbono-hustulekua da (jatorri antropogenikoko CO<sub>2</sub>-aren % 20–30 inguruko xurgapena) (AR5-IPCC, 2013). Hala ere, xurgapen horiek

eragiten dituzte, besteak beste, ozeanoa berotzea, itsas mailaren igoera, kostaldeko ekaitzak eta oreka kimikoen aldaketak, hala nola azidotzea; horiek guztiak klima-aldaketak itsasoko ekosistemetan duen inpaktuaren adierazleak dira.

Dagoeneko ikusten ari diren aldaketa horiek datozen hamarkadetan aurrera jarraituko dute, 4. kapituluko proiektioetan ikusten den bezala. Horregatik, beharrezkoa da behaketa eta jarraipena egitea klima-aldaketaren ondorioz ozeanoak zer-nolako bilakaera izango duen eta klima-aldaketak Gipuzkoako kostaldean zein inpaktu izango dituen hobeto ulertzeko. Informazio horri esker, aldaketa horiei aurre hartu eta haietara moldatu ahal izango gara. Gipuzkoako Itsasertzeko Behatokiak klima-aldaketak Gipuzkoako itsasertzean duen inpaktuaren adierazleak monitorizatu eta haien jarraipena egiten du. IV. atalean **'Itsasertzeko adierazle bilakaeraren txostena'** aurkezten da, eta bertan xehetasunez aztertzen dira adierazle horien bilakaera eta klima-aldaketarekin izan dezaketen lotura. Atal honetan adierazle nagusien emaitzak laburtuta aurkezten dira.

## 7.1 KLIMA-ALDAKETAREN ADIERAZLEAK

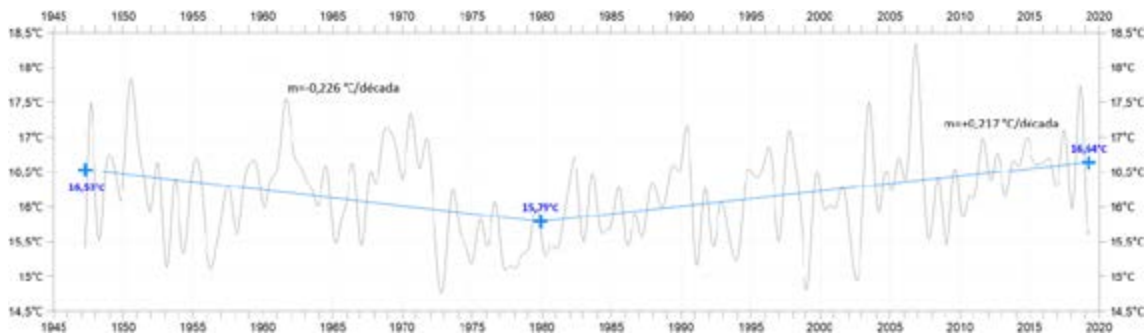
### 7.1.1 TEMPERATURA ETA GAZITASUNA

Ozeanoa berotzen joan da azken hamarkadetan. Berotze hori nabarmenagoa da ur-zutabearen lehen 700 metroetan 700 eta 2000 m bitartean baino, berotze-tasak  $5,3 \pm 0,48$  ZJ urte<sup>-1</sup> eta  $4,02 \pm 0,97$  ZJ urte<sup>-1</sup> izanik, hurrenez hurren (IPCC, 2019).

Oro har, Kantauri itsasoan berotzea gertatu da ur-zutabe osoan azken hamarkadetan (1992–2009), gainazaletik 1000 m-ra arte,  $0,20$  °C hamarkada<sup>-1</sup> ingurukoa, klima-aldaketari

lotutako ozeanoa/atmosfera interakzio-patroiei lotuta (González-Pola et al., 2012).

Aquariumeko temperaturaren denbora-seriearen analisiak bialdi desberdin erakusten ditu: lehenengoa, 1946tik 1980ra bitartean, hozteko joerarekin; eta bigarrena, 1980tik 2019ra bitartean, temperatura igotzeko joerarekin ( $0,23$  °C  $\pm$   $0,04$  °C-koa hamarkada bakoitzeko).



7.1. ird. Donostiako Aquariumaren gainazaleko temperatura denbora-seriearen hasieratik gaur egunera arte (1946–2019), iragazitako datuak (T < 1 urte gabe) eta joera-aldaketaren analisisa.

Gipuzkoako kostaldean, lehen 100 m-ko sakonerako gazitasunak joera negatiboa du; 1993–2019 aldian  $-0,029$  hamarkada<sup>-1</sup>-eko aldaketa-tasarekin jaitsi da.

Temperaturaren eta gazitasunaren batez besteko balioen aldaketek beste aldaketa batzuk ekarri dituzte, hala nola gero eta estratifikatuago dagoen ozeanorako joera edo nahasketa-geruzaren sakoneran aldaketak, Bizkaiko golkoan ikusi den bezala. Nahasketa-geruzaren

sakontasunak aldagai biologikoak baldintzatzen ditu, hala nola mantenugaien eskuragarritasuna (Sverdrup, 1953; García-Soto & Pingree, 2009) eta, beraz, lehen mailako ekoizpena.

## 7.1.2 ITSAS MAILA

**M**aila globalean, itsas mailaren igoera bizkortu egin da azken bi hamarkadetan: 1,5 eta 1,9 mm urte<sup>-1</sup> artean 1900etik 2010era bitartean eta 2,8 eta 3,6 mm urte<sup>-1</sup> artean 1993tik 2010era bitartean (IPCC-AR5, 2013). Igoera horren arrazoi nagusiak dira itsasoko uraren hedapen termikoa eta glaziar eta izotz kontinental eta polarren geruzen desizoztea. Lehenengo faktoreak du XX. mendean zehar (1990era arte) itsas mailak eskala globalean izan duen igoeraren heren baten erantzukizuna. Harrezkero, desizoztearen eragina izan da faktore nagusia.

Itsas mailaren igoera ez da berdina planetako kostalde guztietan, hau da, eguraldiaren eta ozeanoen joan-etorriak tokiko prozesuak baldintzatzen ditu. Bizkaiko golkoan 2–3 mm urte<sup>-1</sup>-ko igoera-tasak ikusi dira (Marcos et al., 2005; 2007; Caballero et al., 2008; Chust et al., 2009). Bilboko mareografoan erregistratutako serie historikoaren igoera-tasak  $2,97 \pm 0,33$  cm dira hamarkada bakoitzeko (1992–2019). Pasaiaiko mareografoaren denbora-seriea oraindik laburregia da fidagarria izateko, eta ezin da desberdintasunik ezarri Bizkaia eta Gipuzkoaren artean.

## 7.1.3 OLATUAK

**O**latuak dira gure kostaldean eragina duten dinamika nagusietako bat. Haize-patroia itsas ingurunean aldatzearen ondorioz olatuen intentsitatean eta norabidean gertatutako aldaketek inpaktu handia izango dute itsasertzean. 1900az geroztik, Bizkaiko golkoan olatu adierazgarriaren (Hs) altuera eta olatu-potentzia (Pw) igo direla detektatu da. Zehazki, Bilboko buiatik gertuko puntu batean Hs-ren 0,4 cm/urte eta 0,3 cm/urte-ko batez besteko igoera detektatu da (Ulazia et al., 2017). Bilbo-Bizkaia buiako datuak aztertuta, Hs-ren  $1,791 \pm 3,160$  cm-ko

igoera ikusten da hamarkada bakoitzeko, baina joera hori ez da adierazgarria. Olatuen aldaketa nagusiak muturreko baldintzetan ikusten dira, igoera adierazgarriekin olatu-altuera adierazgarriko 90. pertzentilean ( $27,165 \pm 8,566$  cm hamarkada bakoitzeko) eta 100 urteko errepikatzen-denborarekin lotutako olatu-altuerarekin ( $167,129 \pm 40,658$  cm). Oraingo ez da zehaztu aldaketa horiek klima-aldaketaren efektua ote diren.



## 7.2 KLIMA-ALDAKETAREN INPAKTUAREN ADIERAZLEAK

**K**lima-aldaketaren eraginez, aztertutako aldagai ozeanografikoetan gertatutako aldaketek eragin zuzena izango dute itsasertzean. Inpaktu nagusiak uholdea eta higadura dira, eta sistema kalteberenak estuarioak eta padurak dira, bai eta hondartzak ere. Beste faktore sozioekonomiko batzuek (adibidez, lurzorua

erabilerak, kutsadurak, hiri-hazkundeak), klima-faktore ez diren beste batzuekin batera –hala nola eutrofizazioa, ibaietan emariak aldatzea edo habitatak galtzea– klima-aldaketaren kostaldeko sistemen gaineko efektuak larrituko dituzte. Ekosistemei eta biodibertsitateari ere eragingo die.

KLIMA-FAKTOREAK	INPAKTUAK
<b>ITSAS MAILA</b>	SUMERGENTZIA UHOLDEEK ERAGINDAKO KALTEAK KOSTALDEKO HIGADURA HEZEGUNEA ALDATZEA ETA GALTZEA, HABITATAK GALTZEA ITSAS INTRUSIOA ESTUARIOETAN
<b>EKAITZAK</b>	MAREA METEOROLOGIKOA ETA OLATUAK KOSTALDEKO UHOLDEA, HIGADURA, HABITAT-GALERA HEZEGUNEA ALDATZEA ETA GALTZEA, HABITATAK GALTZEA KALTEA KOSTALDEKO AZPIEGITURETAN ETA BABES-OBRETAN
<b>HAIZEA</b>	HAIZEAK ERAGINDAKO OLATUAK MAREA METEOROLOGIKOA KALTEAK KOSTALDEAN KOKATUTAKO AZPIEGITURETAN ALDAKETAK DUNA-GARRAIO EOLIKOAN
<b>OLATUAK</b>	KOSTALDEKO HIGADURA ALDAKETAK KOSTALDEKO AZPIEGITUREN ERAGINKORTASUNEAN ETA EGONKORTASUNEAN KOSTALDEAN KOKATUTAKO AZPIEGITUREI KALTE EGITEA KOSTALDEKO UHOLDEA, HABITAT-GALERA
<b>ITSASOAREN TEMPERATURA GAINAZALEAN</b>	ESTRATIFIKAZIOA ETA ZIRKULAZIOA ALDATZEA ESPEZIEEN MIGRAZIOA ALGEN AZALERATZEA HANDITZEA OXIGENO DISOLBATUA GUTXITZEA
<b>UR GEZAZKO EKARPENAK</b>	UHOLDE-ARRISKUEN ALDAKETAK IBAIEN BEHEKO IBILGUAN ITSAS INTRUSIOA ETA ALDAKETAK MAILA FREATIKOAN ALDAKETAK URAREN KALITATEAN ETA GAZITASUNEAN IBAIEN EKARPEN SEDIMENTARIOAK ALDATZEA ZIRKULAZIOAREN ETA MANTENUGAI-EKARPENEN ALDAKETAK
<b>CO<sub>2</sub>-AREN KONTZENTRAZIO ATMOSFERIKOA HANDITZEA</b>	CO <sub>2</sub> -AREN IGOERA OZEANOETAN CO <sub>2</sub> BIDEZKO ONGARRITZEAREN GEHIKUNTZA URAREN PH-A JAISTEA

7.1. taula. Kostaldeko sistemetarako aldaketaren klima-faktore nagusiak eta haien efektuak. Iturria: IPCC-AR5.

## 7.2.1 KOSTA-LERROA. HONDARTZEN MORFOLOGIA

---

Itsas mailaren igoeraren ondorioetako bat, olatuen norabidea eta intentsitatea aldatzearekin batera, hareatzen higadura, azalera erabilgarriaren murrizketa eta atzerakada da, hondartzak baitira prozesu horrekiko elementurik kalteberenetako bat. Agertoki desberdinak kontuan hartuta, euskal kostaldeko lerroaren higadura mende-amaieran 10–45 m bitartekoa izan daiteke RCP4.5 agertokian, eta 14–66 m bitartekoa RCP8.5 agertokian (de Santiago et al., 2021). Kostaldeko lerroaren atzerakada handiagoa izango da ezaugarri hauek dituzten hondartzetan: olatuekiko esposizio handiagoa, hondar-alearen tamaina txikiagoa, malda leunagoa, hondartza lehorraren zabalera txikiagoa eta hondartza lehorraren goialdearen konfinamendua (naturala edo artifiziala), ur gaineko hondartzaren bilakaera naturala mugatzen duena.

Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuko Ingurumeneko Zuzendaritza Nagusiak abian jarritako Bideometriako foru-sareak hondartzen bilakaera morfologikoa eta klima-aldaketak eragindako efektuak aztertzei aukera emango du. Orain arteko serieei esker, hondartzen portaera orokorra zehaztu ahal izan da, eta kasuren batean –hala nola Zarautzen– joera batzuk detektatu dira 9 urteko azterketa-aldian. Kasu horretan, hondartzaren mendebaldean eta erdialdean, itsasbeherako hondartzaren zabalera 2–3 metro igotzen ari da urtean, eta ez da nabarmen aldatzen itsasgoran. Balantze garbia da hondartza lehorraren galera (0,45 m/urte) eta marearteko hondartzaren igoera (2,17 m/urte).

## 7.2.2 ADIERAZLE BIOLOGIKOAK ETA ITSAS EKOSISTEMARENAK

---

**B**aldintza fisiko-kimikoen aldaketek ingurumen-baldintzak aldatzen dituzte, eta inpaktua dute organismoetan eta itsas ekosisteman. Maila biologikoan inpaktu nagusiak hauek dira:

- Espezien banaketa eta tokiko ugaritasuna aldatzea. Itsasoaren berotzea populazioen banaketa poloetara desplazatzen ari da, eta etorkizunean hala egitea aurreikusten da (Cheung et al., 2013, Poloczanska et al., 2013). Berotzeari emandako erantzunetik eratorritako populazioen latitude-mugimenduaren ondorioz, latitudeko zerrenda bakoitzaren (zehazkiago, zerrenda termal bakoitzaren) ugaritasuna alda daiteke.
- Lehen mailako ekoizpena murriztea, ur-zutabearen estratifikazio handiagoari lotuta.
- Espezie askoren fenologia aldatzea (urtaro-ziklo baten gertakaria, adib.: migrazioa, errunaldia). Itsasoaren berotzeak zenbait urtaro-zikloren (errunaldia, migrazioa) hasiera aurreratu dezake, eta amaiera atzeratu (Poloczanska et al., 2016).
- Hazkundean, ugalketan eta lehenengo bizi-faseen biziraupenean eragitea.
- Biodibertsitatea galtzea oro har.

## 7.2.2.1 FITOPLANKTONA

---

**F**itoplankton-komunitateak oso sentiberak dira ingurumen-aldagaiekiko, hala nola argiarekiko eta mantenuaiekiko; eta faktore horiek, aldi berean, tenperaturarekin, haizearekin, hodeiekin, prezipitazioarekin eta abarrekin lotutako prozesuen mendekoak dira, eta, beraz, klima-aldaketak eragin diezaieke. Bloomen fenologia eta fitoplankton-komunitatearen egitura alda ditzake.

Gainazaleko klorofila-kontzentrazioaren analisiak -Bizkaiko Golko osorako satellite bidezko datuetan oinarrituta kalkulatuak-  $0,054 \pm 0,012 \text{ mgm}^{-3}$ -ko goranzko joera nabarmena erakusten du hamarkada bakoitzeko 2003-2019 aldirako. Igoera horrek klima-aldaketarekin duen harremana oraindik ere aztertzeke dago. Gainazaleko klorofila-kontzentrazioaren udaberriko bloomaren hasierak,

gailurrak eta amaierak ere ez dute joera adierazgarririk, baina guztiek tasa negatiboa dute, eta horrek urtean pixka bat aurreratzea adieraz lezake. Klorofila-kontzentrazioaren aldakortasun handia dela-eta, ezin izan da joera orokor bat identifikatu euskal kostaldeko estazioetan dauden datuekin. Hala ere, igoera txiki bat gertatu da azterketak behaketa guztiak sakoneraren arabera kontuan hartzen dituenean. Fitoplanktonaren espezie-osaeran ere ez da alderik ikusi tenperatura-tarte optimoei dagokienez.

## 7.2.2.2 BENTOSEKO KOMUNITATEA

---

**B**adirudi itsasoko nahiz aireko tenperatura igotzeak eta eguneko eguzki-orduak gehitzeak eragina dutela bentoseko komunitateen birbanaketan, eta horrek

ur beroen espezieei mesede egiten diela, bai makroalgei eta substratu gogorreko komunitateei, bai substratu biguneko makroornogabe bentikoei.



SS-3-482



# Sistema sozioekonomikoa



**Naturklima**

Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa

**Gipuzkoako  
Foru Aldundia**  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



**ETORKIZUNA ORAIN**  
Es futuro



SS-3-482

## 8.1 SARRERA

**K**lima-aldaketak ekosistemetan eta jarduera sozioekonomiko desberdinetan izango dituen inpaktuez gain, giza osasunean ere inpaktu handia izango du. Muturreko gertakari meteorologikoen maiztasun eta intentsitate handiagoek (bero-boladak, muturreko prezipitazioak edo uholdeak...) zuzenean eragingo diete heriotza-tasari eta gaixotze-tasari. Aldagai hauetan gertatzen diren aldaketek –beste ingurumen-faktore batzuekin, urarekin edo elikagaiekin lotuta– zeharkako beste inpaktu batzuk ere

sor ditzakete: urak, elikagaiek edo beste bektore batzuek transmititutako gaixotasunak; tenperaturaren igoerak larriagotutako airearen kutsaduraren efektuak edo arrisku emergente berriak klima-aldaketaren eragin negatiboaren ondorioz, hala nola antibiotikoekiko erresistentzia edo kutsatzaile berriak agertzea. Osasunaren Mundu Erakundeak kalkulatu du klima-aldaketak 250.000 heriotza gehigarri eragingo dituela 2030etik 2050era bitartean, gaixotasunen ezaugarrien aldaketen ondorio gisa.



8.1. ird. Klima-aldaketaren inpaktua giza osasunean. Iturria: Klima-aldaketara moldatzea osasun publikoaren eta lan-osasunaren ikuspegitik. Iturria: CDC (Centre for Disease Control).

## 8.2 MUTURREKO TENPERATURAK

**B**ero-boladak muturreko tenperaturen gertakariak dira, osasunerako arrisku potentziala eragiten dutenak. Dermatitisak, edemak, erredurak, intsolazioak, nekea, arranpak, akidura eta bero-kolpeak dira arrisku horietako batzuk. Kasu larrienetan sekuelak utz ditzakete eta, muturreko egoeretan, bizitza arriskuan jar dezakete. Uste da eguneko tenperatura maximoak atalase jakin bat gainditzen duen gradu bakoitzeko eguneko heriotza-tasa igotzen dela efekturik ezaren eta % 21aren artean (Osasun Eskola Nazionala).

Oro har, muturreko tenperaturak biztanleriaren ongizate orokorraren murrizketarekin lotzen dira, eta gizabanakoek termoerregulatu ahal izateko duten gaitasun-galerarekin. Giro-tenperatura igotzean, sistema termoerregulatzaila aktibatzen da zenbait aldaketa eraginez, hala nola presio arteriala, bihotz-maiztasuna edo odolaren biskositatea handitzea. Horrek guztiak zenbait patologia garatzeko arriskua areagotzen du, hala nola tronbosia, iktusa, isuriak, etab., bereziki era horretako patologiekiko sentikortasun handiena dutenen artean.

Beroaren efektuak jasateko arriskua areagotzen duten hainbat faktore daude; esaterako, gertakari horien intentsitatea eta iraupena. Hiriguneetako biztanleak ere ahulagoak izan daitezke, 'bero-uhartea' efektua dela-eta. Azkenik, biztanleriaren zahartze fisiologikoak, bizi-itxaropenaren gorakadak eta azpiko gaixotasunek eragina dute gehiegizko beroarekiko esposizioan. Azken inpaktuak

girotze-prozesuen arabera ere izango da. Adibidez, muturreko bero-inpaktuak handiagoak izan ohi dira eskualde epeletan, ohitura gutxiago dutelako tenperatura altuekin egoteko udan tenperatura altuekin ohituta dauden eskualdeetan baino.

OSATU<sup>2</sup> proiektuan (Climate Change-k BC3 Basque Centre-n eginen Klimatek 2016 programaren esparruan) ez da aldaketa adierazgarririk aurreikusten egungo inpaktuari dagokionez RCP4.5 isurien agertokirako, eta mende-amaieran beroaren ondoriozko heriotza-tasaren inpaktuak pixka bat jaitea ere aurreikusten da Donostiarako agertoki horretan bertan. Jaitsiera horren arrazoia muturreko beroa dagoen egunak ez direla igoko izan daiteke, tenperatura maximoa igo arren, edo jada zahartuta dagoen biztanleria murriztu izana<sup>3</sup>, eta horren eraginez bero-boladen ondoriozko oinarrizko heriotza-tasa jaitea. Hala ere, aurreikusten da Gipuzkoarako RCP8.5 isurien agertokirako proiektatutako bero-boladen iraupen, maiztasun eta intentsitate handiagoez heriotza-tasa % 18tik % 58ra igotzea eragingo dutela, girotze fisiologikoa dagoen ala ez kontuan hartuta, bereziki XXI. mendearen bigarren erdiarentzat.

Era berean, hotzari lotutako heriotza-tasa murriztea gerta liteke, neguan tenperatura minimoak igotzeagatik eta izozte-egunen kopurua murrizteagatik, muturreko hotz-gertakarien maiztasuna edo larritasuna murrizten den edo ez kontuan hartu gabe.

## 8.3 EURITE TORRENTZIALAK, UR-GORALDIAK ETA UHOLDEAK, ITSAS KOLPEAK

**E**urite torrentzialen eta uholdeen maiztasun handiagoaren proiektioaren ondorioz klima-aldaketak osasunean izango dituen inpaktuak hauek eragindako heriotza-tasarekin lotuta daude: itotzeak, bihotz-biriketako geldialdiak, hipotermia, traumatismoak

edo ibilgailuekin lotutako istripuak, lesioak, gaixotasun infekziosoak edo produktu toxikoen kutsadura. Epe ertain eta luzera, zeharkako inpaktuek gaixotasun kronikoak, desgaitasuna edo osasun mentaleko arazoak eragin ditzakete.

- 1 Bero-uhartearen efektua hiri baten bero erlatiboa da ingurune landa-eremuekin alderatuta, eta gainazaleko jariatze-aldaketekin, beroa atxikitze efektuekin eta gainazaleko albedoaren aldaketekin lotuta dago (IPCC, 2014).
- 2 Evaluación del impacto de las temperaturas extremas sobre la salud en el País Vasco bajo condiciones de cambio climático. [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/osatu/es\\_def/adjuntos/O1KLIMATEK.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/osatu/es_def/adjuntos/O1KLIMATEK.pdf)
- 3 2018an biztanleriaren % 21,9 kalteberatzat jotzen den 1. taldean dago (65 urtetik gorako pertsona-taldea).



## 8.4 AIREAREN KUTSADURA

---

**K**lima-aldaketak airearen kutsatzaileen (esekitako partikulak, nitrogeno-oxidoak, ozono troposferikoa eta sufre dioxidoa) kontzentrazioari eragingo dio, halakoen banaketa erabakitzen duten faktoreetan aldaketak sortzen dituelako, hala nola haizean, tenperaturan, tokiko klimarekiko interakzioan, etab.

OMEren eta Ekonomiako Lankidetzeta eta Garapenerako Erakundearen (ELGA) arabera, Espainiako osasunean airearen kutsadurari lotutako kostuak barne-produktu gordinaren % 2,8 izatera irits daitezke (WHO Regional Office for Europe, 2015). Airearen kutsadurak osasunean duen efektu nagusiak dira arnas edo bihotz-arrazoiengatik ospitaleratzeen eta larrialdietarako bisiten kopurua handitzea, eta halakoak akutu nahiz kroniko bihurtzea.

Euskadiko airearen kalitatea kontrolatzeko sarearen datuek erakusten dutenez, 2019an Gipuzkoako estazioetan SO<sub>2</sub> eta NO<sub>2</sub> mailak airearen kalitateari buruzko araudian ezarritako mugen barruan zeuden. PM<sub>10</sub>-en batez besteko kontzentrazioaren kasuan, Europar Batasuneko estandarrek ezartzen dituzten mugak bete ziren (40 µg m<sup>-3</sup>), baina zenbait kasuan OMEren osasun-erloko gomendioak gainditu ziren (20 µg m<sup>-3</sup>). Osasuna babesteko ozonoaren balio objektiboak ere ez ziren gainditu, eta kontzentrazioa areagotu zen landa-eremu altuagoetan eta biztanle gutxiagorekin.

## 8.5 ALERGENOEN DISPERTSIOA

---

**K**lima-aldaketak alergenobarietateen (polenaren eta esporen) kantitatean eta banaketan eragin dezake. Negurako proiektatutako tenperaturak igotzeak, batez ere 2050etik aurrera, aldaketak egingo ditu ekoizpenean eta fenologian, bai eta polenaren banaketa geografikoan ere. Gainera, bai prezipitazioak eta bai haize-patroiak eragina izan dezakete alergenok atmosferan

mugitzeko eta barreiatzeko. Tenperaturaren igoerak banaketa alda dezake, eta udaberrian espezie batzuen loraketa aurreratzea eragin dezake; beraz, polen-aldia luzatuko litzateke, eta populazioaren esposizio-aldia handitu, asmarekiko, errinitis alergikoarekiko, dermatitis atopikoarekiko edo konjuntibitisarekiko sentikortasuna aldatuz.

## 8.6 BEKTOREEK TRANSMITITUTAKO GAIXOTASUNAK

---

**K**lima-aldaketak bektoreek transmititutako gaixotasunen banaketa geografikoan eta denbora-banaketan eragin dezake. Hori gertatzen da tenperaturaren, prezipitazioaren edo hezetetasunaren aldaketek bektoreen portaerari, urtarokotasunari eta ugaritasunari eragiten dietelako, baita bitartekari ostalariak edo natura-gordailuek ere. Izan ere, hainbat egilek jada agerian utzi dute COVID-19ak sortutako osasun-krisitik abiatuta klima-aldaketa zenbait gaixotasun globalen banaketan izaten ari den funtsezko zeregina (Woodby et al. 2020; O'Reilly et al. 2020). Bektoreek transmititutako gaixotasunen transmisio-zikloek ere jasango dituzte beste aldaketa global batzuen eraginak, hala nola banaketa geografikoarena edo lurzoruen erabilerarena.

Gipuzkoako mehatxu nagusia eltxo tigrearen (*Aedes albopictus*) presentzia izan da; 2014an detektatu zen lehen aldiz. Hainbat gaixotasun tropikalen bektore potentziala da, hala nola dengea, chikungunya edo zika. Eltxo honen hedapenari buruzko proiektioek erakusten dutenez, klima-aldaketaren agertoki okerreanean mende-amaieran intsektua ia-ia planeta osoan ugaldtu ahal izango da; lehenago, gero eta eremu gehiago lortzen joango dira tenperatura igo ahala. Intsektuaren hedapena txikia da gaur egun –2013an abian jarri zen eltxo tigrearen Euskadiko Zaintza Planak egindako kontrolarekin–, baina etorkizunean zabaltzeko aukera handia dago. Horrek ez du esan nahi bektore diren gaixotasunak haiekin automatikoki iritsiko direnik.

## 8.7 ONDORIOAK

---

**E** stimazioek erakusten dutenez, bero-boladen eraginak udalerriek ondorio horietarako duten arriskua areagotu egiten du, eta fenomeno horiei lotutako heriotza-tasa handitu egin daiteke. Temperatura altuetara gehiago girotzeak hotz-gertakariak osasunean duten eragina areagotu lezake.

Esekitako partikulen arloko Europako araudia bete arren, hainbat egoeratan osasun-arloan gomendatutako balioak gainditzen dira.

Temperaturen igoera orokorrak bektore bidezko gaixotasunak transmititzea eragin dezake, bai eta urtaroen iraupena eta desplazamendua aldatzea ere; horrek areagotu egingo du gertakari alergikoen eta asmatikoen intzidentzia.



## 9.1 SARRERA

**G**aur egungo gizartea, batik bat, hiritarra da. Egun, giza biztanleriaren % 60 inguru hiriguneetan bizi da –% 63 Gipuzkoan–, eta joera goranzkoa izan da azken urteotan. Eremu horiek konplexuak dira, bertan kontzentratzen baitira biztanleria, zerbitzuak, ondasunak, azpiegitura kritikoak eta ekosistemak, eta horrek kaltebera bihurtzen ditu klima-aldaketari dagokionez (Revi et al., 2014; Estrada et al., 2017; Olazabal & Ruiz de Gopegui, 2020).

Hiriguneari tenperatura- eta prezipitazio-aldaketek eragingo diote, baita itsas mailaren igoerak eta kostaldeko guneetako muturreko olatuen intentsitate- eta maiztasun-igoerak ere. Aldaketa horiek askotarikoak eta izaera desberdinekoak izan daitezke hirigunean, kokalekuaren

arabera. Besteak beste, uholdeak, lur-lerradurak edo subsidentziak, hiriko bero-uhartearen efektua edo lehorte-aldiak nabarmentzen dira. Hirien diseinuak berak, dentsitateak, morfologiak, orientazioak edo zolaketak, besteak beste, baldintzatuko dute azken inpaktua.

Hiriguneetako inpaktuak **zuzenekoak** izango dira (bero-boladen ondoriozko osasun-eraginak, uholdeek edo olatuen muturreko gertakariak azpiegiturretan eragindako inpaktua...) eta **zeharkakoak** (ekosistema-zerbitzuen galera, klima-aldaketaren aurreko erresilientziarako funtsezko elementuak) (Olazabal & Ruiz de Gopegui, 2020).

ARRAZOIAK	HIRI-EKOSISTEMETAKO INPAKTUAK
<b>TENPERATUREN IGOERA</b>	HIRIGUNEETAN 'BERO-UHARTEA'REN ERAGINA HANDITZEA ITZAL-PREMIA HANDIAGOAK UDAKO ERDIKO ORDUETAN HIRIKO BERDEGUNEAK UREZTATZEKO BEHARRAK HANDITZEA GIZA OSASUNAREN GAINEKO ERAGIN GARRANTZITSUAK URMAEL, IGERILEKU ETA URTEGIETAKO UREN LURRUNKETA HANDIAGO INBERTSIO TERMIKOKO ALDI HANDIAGOAK KUTSADURA HANDIAGO AIREZTAPEN TXIKIAGOAGATIK INBERTSIO TERMIKOAREKIN
<b>ITSAS MAILAREN IGOERA</b>	U HOLDEAK KOSTALDEKO HIRIGUNEETAN HONDARTZAK GALTZEA ZONA TURISTIKOETAN
<b>EURI TORRENTZIALA/LEHORTEA</b>	ALDAKETAK JARIATZE-URETAN ETA URAREN ESKURAGARRITASUNEAN HIRI-ERREPIDEETAKO EZPONDAK ERORTZEA
<b>EURITE TORRENTZIALA</b>	URALDIEK ERAGINDAKO UHOLDEAK ESTOLDERIA-AZPIEGITUREN GAINKARGA
<b>LEHORTEA</b>	JATORRI HIDRAULIKOKO HORNIDURA ELEKTRIKOA ETETEKO ARRISKUAK ELIKADURA-HORNIDURAKO ARAZOAK HIGADURA-ARRISKUAK
<b>ESPEZIEAK ALDATZEA ETA DESAGERTZEA</b>	PARASITO JAKIN BATZUEN PRESENTZIA HANDITZEA
<b>BASO-SUTEAK</b>	BASO-EREMUJETATIK HURBIL DAUDEN HIRIGUNEETAKO SUTE-ARRISKUAK

9.1. taula. Klima-aldaketaren inpaktuak Espainiako hiriguneetan (RECC, 2015).

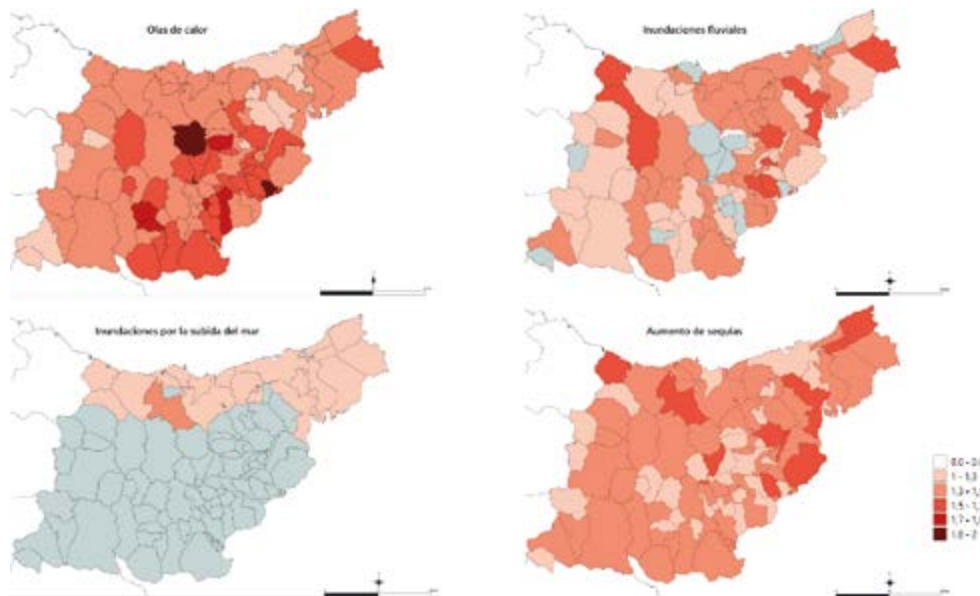
## 9.2 INPAKTU-KATEAK HIRIGUNEETAN

**E**AEn lau funtsezko inpaktu-kate identifikatu dira hiriguneetan gertatzeko probabilitate handiagoagatik:

- **Bero-boladak**, giza osasunean duten eraginagatik
- **Ibaietako uholdeak** hirigunean
- **Uholdeak, itsas** maila hirigunean igotzeagatik
- **Lehorteen** eragina jarduera ekonomikoetan, interes

bereziarekin nekazaritzan

Tecnaliak Ihoberentzat 2018an egindako "EAEko udalerriek klima-aldaketaren aurrean duten kalteberatasunaren eta arriskuaren ebaluazioa"<sup>4</sup> azterketak inpaktu horien aurrean EAEko udalerriek duten esposizioaren, sentikortasunaren eta erantzun-gaitasunaren mailaren berri ematen du.



9.1. ird. Kalteberatasun erlatiboa bero-boladen, ibai-uholdeen eta itsas mailaren igoeraren arabera, eta lehorteen igoera Gipuzkoako hiri-ingurunean (1971-2000) RCP8.5 agertokirako. Iturria: Tecnalia-Ihobe.

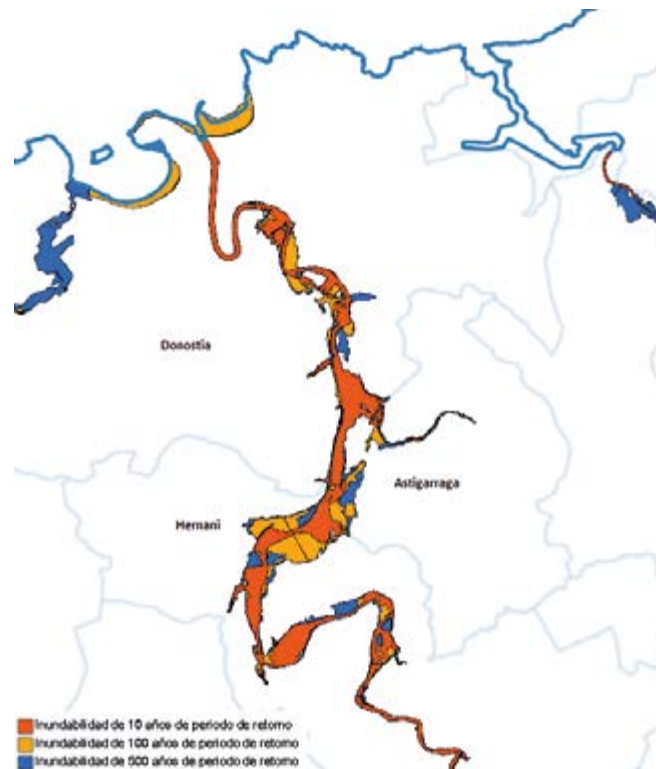
Udalerrien arrisku posiblea modu independentean aztertu da ezarritako estres-faktore bakoitzerako. Alabaina, litekeena da udalerriek arrisku horietako bat baino gehiago aldi berean jasatea. Gainera, faktore horietako batek udalerrietako bati eragiten dionean, ondorioak gertatzen dira beste sektore ekologiko eta sozioekonomiko batzuetan, biztanleriarentzako arriskua handituz. Adibidez, bero-boladetan biztanleriaren osasunerako arriskua handitzen da, baina azpiegituran ere eragin dezake, biztanleriak beroarekiko duen esposizioa arintzeko duen ahalmena murriztuz.

Bero-uhartearen efektua gaur egun badago, baina efektu horiek areagotu egingo dira proiektatutako temperaturaren igoerarekin, batez ere udan, baita bero-boladak gertatzen direnean ere. Prozesu horiek herritarren osasunean eragingo dute, eta beroarekin eta kutsadurarekin lotutako osasun-arazoak sortuko dituzte (arnas afekzioak eta kardiologikoak nagusiki), bai eta hozte-premiak handitu ere, etxeetan eta eraikinetan erosotasun termikoa edo ur-eskaria mantentzeko.

4 <https://www.ihobe.eu/argitalpenak/eaeko-udalerriek-klima-aldaketaren-aurrean-duten-kalteberatasunaren-eta-arriskuaren-ebaluazioa>

Itsas mailaren igoeraren ondoriozko uholdeen eraginpean dagoen biztanleria handia da; izan ere, Gipuzkoako lau biztanletatik hiru kostaldeko udalerrietan bizi dira, nahiz eta probintziaren azaleraren erdia baino pixka bat gutxiago izan. Biztanleriarentzat, jabetzentzat, azpiegiturentzat eta kostaldeko ekosistementzat arrisku-faktorea da, eta merkataritza, industria eta beste bizimodu batzuetarako arriskuak ditu.

Udalerri askok, gainera, hiri-erabilerarako hartutako beren azaleraren zati handi bat ibaietako uholdeen arriskupean daukate. Lurraren profilak, iragazgaizte-maila handiak eta ur-ibilgu naturalen artifizializazioak baldintzatzen dituzte uholde-arriskuak.



9.2. ird. Donostiako hirigunean 10, 100 eta 500 urteko errepikatze-aldietarako urpean gera daitezkeen eremu nagusiak. Iturria: Geuk egina, URA eta UDALPLANen datuetatik abiatuta.

Lehorteei dagokienez, lurraldeakikuspegi ekonomikotik duen inpaktuarekiko sentikortasuna txikia da, lurzuaren % 1,2 eskasa baliatzen baita nekazaritza-erabileretarako. Hala ere, lurraldeko udalerrien % 100ek arriskuak dituzte fenomeno horren aurrean.

Oro har, 76 udalerrik inpaktua jasango dute aztertutako muturreko 3 edo 4 klima-gertakariaren ondorioz. Udalerri bakoitzak aurre egin behar dien klima-mehatxuen eta arrisku posibleen mailen berri izateak mekanismo eta jarduketa eraginkorrak definitzen lagunduko dute.

Hiriek ere gako-eragile bihurtzeko ahalmena dute klima-aldaketaren aurkako borrokan, baliabideen, azpiegituren, zerbitzuen eta kapital teknologiko eta sozialaren eskuragarritasun handiagatik (Sanz et al., 2020).

Illo horretan, gero eta udalerrri gehiagok tresna propioak ditu klima-aldaketaren aurrean duten kalteberatasuna eta arriskua ebaluatzeko, baita klima-aldaketarekiko moldatze-neurriak hartzeko ere.

Azkenik, garrantzitsua da azpimarratzea hiriguneetako arriskuaren ebaluazioan garapen- eta xehetasun-maila handiagoa izateko beharra, batez ere haren tamainari eta denborazkotasunari eta gertatzeko probabilitateari dagokienez. Informazio hori funtsezkoa izango litzateke moldatze efiziente eta eraginkorra egiteko inbertsioa planifikatzerakoan, kontuan hartuz –klima-arriskurik probableenez gain– hain probableak ez diren baina kalte gehien eragin ditzaketen gertakariak ere bai.



SS-3-482

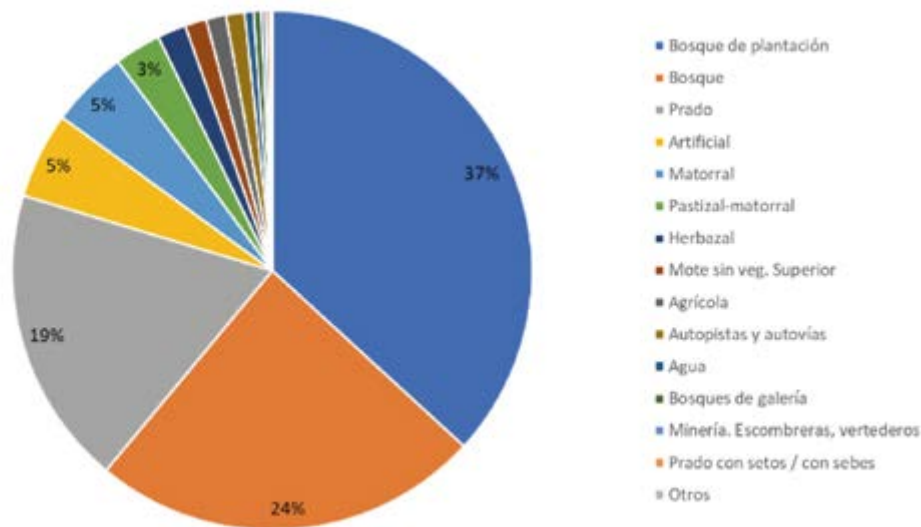


## 10.1 SARRERA

**N**ekazaritza eta basozaintzako jardueraren oinarria natura-baliabideak zuzenean nahiz zeharka baliatzea da, neurri handi batean atmosferak zehazten dituen ondorioen mende dauden baliabide biologikoak. Horregatik, epe luzeko baldintza atmosferikoen bilakaerak, klima-aldaketaren ondorioz, ondorio oso garrantzitsuak izango ditu nekazaritzako eta basogintzako jardueran. Etorkizuneko klima-agertokiaren arabera, klima-aldaketaren

efektuen areagotze progresiboa gertatuko da XXI. mendeak aurrera egin ahala.

Kapitulu honetan laburbiltzen dira Gipuzkoako nekazaritza eta basogintzako sektorearen arrisku eta kalteberatasun nagusiak, 2020an argitaratutako 'Klima-aldaketaren inpaktua eta harekiko kalteberatasuna Gipuzkoan: txostena' txostenean zabalago aztertuta.



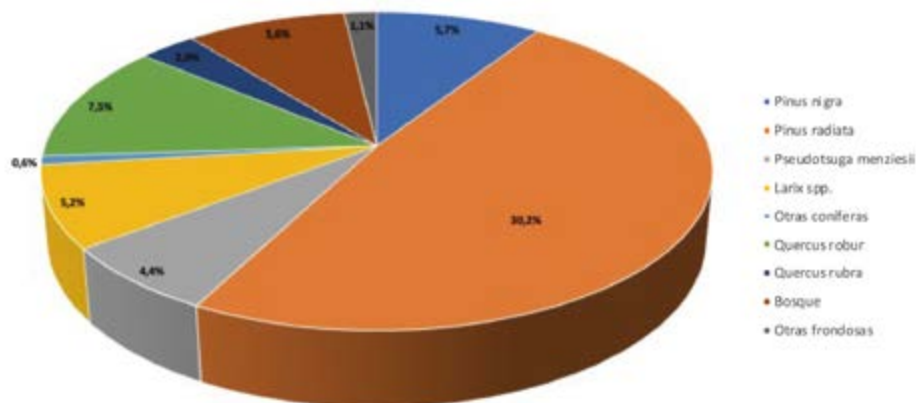
10.1. ird. Lurzoruaren erabileren banaketa orokorra Gipuzkoan. Iturria: EAEko Baso Mapa (2020).

## 10.2 GIPUZKOAKO NEKAZARITZA ETA BASOGINTZAKO SEKTOREA

**G**ipuzkoako baso-azaleraren egungo egoera laburtuko dugu orain, EAEko azken Baso Mapatik (2020) ateratako informazioan oinarrituta. Gipuzkoako lurraldearen % 72,4 basoek estalita dago. Baso-plantazioen hedadura (% 50,9) zertxobait handiagoa da baso naturalena baino.

Baso-espezieen banaketari dagokionez, Gipuzkoan, baso-azaleraren % 50,5 koniferoei dagokie, eta gainerakoa, berriz, espezie hostozabalei. *Pinus radiata* edo intsinis pinua azalerarik handiena hartzen duen espeziea da (36.749 ha, hau da, guztizko baso-azalera zuhaitzaren %

30,2). Gipuzkoako eskualde guztietako espezie nagusia da, Bidasoa Beherean eta Donostian izan ezik, bertan nagusi baitira baso misto atlantikoak, % 27,0ko azalarekin bi eskualdeetan. Pagoa hostozabalak hartzen du Gipuzkoan hedadurarik handiena: 18.266 ha eta azalera zuhaitzu osoaren % 15,0; ondoren, *Quercus robur* dator, 9.081 ha-ko hedadurarekin (azalera zuhaitzu osoaren % 7,5). Baso misto atlantikoak izenekoak hedatzen ari dira, larreak edo moztutako pinudiak bertan behera uztearen ondorioz, eta 19.470 ha okupatzen dituzte Gipuzkoan, baso-azalera zuhaitzu osoaren % 16,0 hartuz.

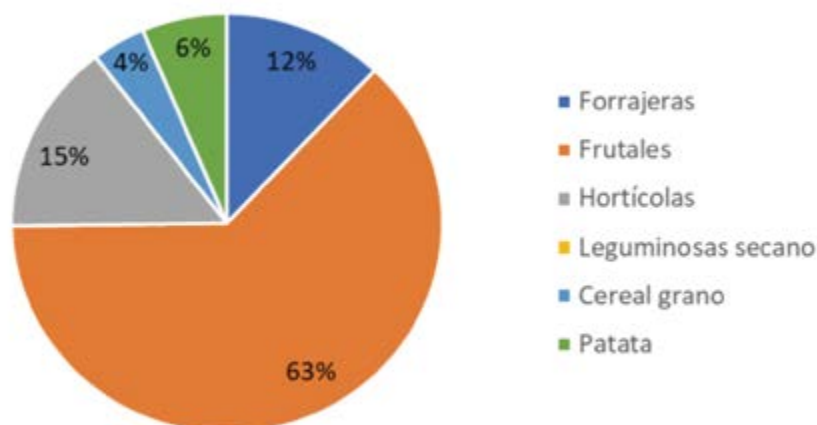


10.2. ird. Gipuzkoako baso-espezieen banaketa. Iturria: EAEko Baso Mapa (2020).

IPCCk II. lantaldean "Inpaktuak, moldatzea eta kalteberatasuna"ri buruz egindako azken txostenak adierazten duenez, klima-aldaketak moldatzerik gabe inpaktu negatiboa izango du laboreen ekoizpenean. Proiektatutako inpaktuak desberdinak dira labore eta eskualde desberdinetarako eta moldatze-agertoki desberdinetarako; 2030-2049 aldirako proiektzioen % 10 inguruk, esate baterako, % 10etik gorako errendimendu-irabaziak erakusten dituzte, eta proiektzioen % 10 inguruk % 25etik gorako galerak erakusten dituzte XX. mendearen amaierarekin alderatuta. 2050etik aurrera, errendimenduaren gaineko inpaktu larrienen arriskua handituko da, eta berotze-mailaren araberakoa izango da. Proiektzioek erakusten dutenez, klima-aldaketak

eskualde askotan laboreen errendimenduen urte arteko aldakortasuna pixkanaka handituko du. Proiektutako inpaktu horiek labore-eskariaren hazkunde bizkorreko testuinguruan gertatuko dira.

Eusko Jaurlaritzako Ekonomiaren Garapen, Jasangarritasun eta Ingurumen Saileko Estatistika Organoak emandako datuen arabera, Gipuzkoako nekazaritza-azaleraren % 62,7 fruta-arbolek hartzen dute (1.570 ha). Hurrengo talderik adierazgarriena baratzezaintza-ekoizpena da, 370 ha-rekin eta % 15,9ko azalarekin. Azkenik, bazka-laboreek 301 ha-ko azalera hartzen dute: probintziako azalarearen % 12,0.



10.3. rd. Laboreen banaketa Gipuzkoan. Iturria: Ekonomiaren Garapen, Jasangarritasun eta Ingurumen Sailaren Estatistika Organoa. 2019ko datuak.

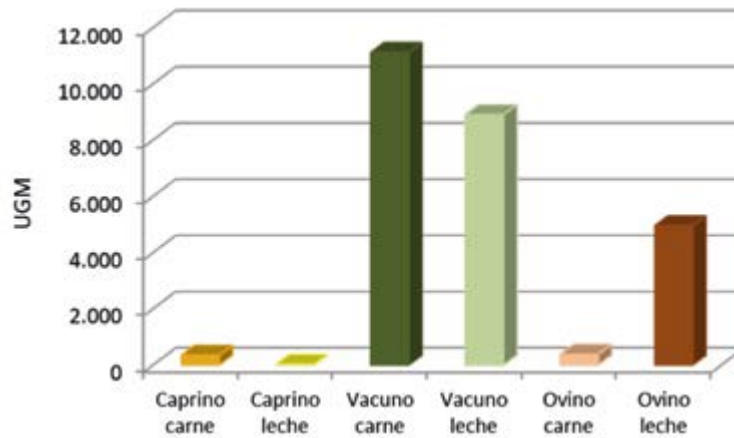


2000–2020 aldian, tamaina txikiagoko behi-ustiategien kopurua desagertuz joan da, bai esnetarako bai haragitarako behiei dagokienez, eta tamaina handiagokoen kopurua handitu egin da. Aldi horretan bertan esnetarako behien kopurua jaitsi egin da, eta, oro har, behi/ustiategi proportzioa handitu egin da, hau da, behi-ustiategi tamaina handitu egin da.

Ardi-aziendari dagokionez ere jaitsi egin da aldi berean, batez ere 2009tik aurrera. Era berean, ustiategi bakoitzaren abeltzaintza-karga ere jaitsiz joan da: 2018an 32 ardi heldu/ustiategi batezbestekora iritsi da.

Txerri-aziendari dagokionez, ustiategi gehienak txikiak diren arren, gehienak tamaina handiko (100 buru baino gehiagokoak) ustiategi gutxi batzuetan biltzen dira, batez ere gizentzera bideratuta.

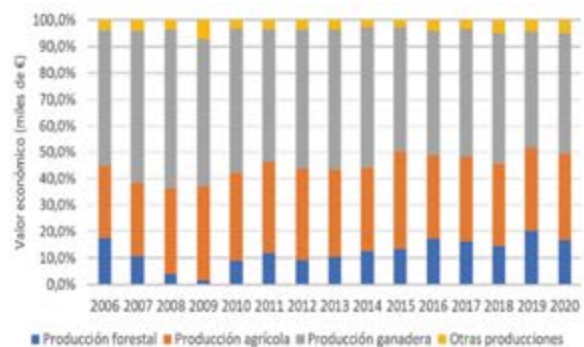
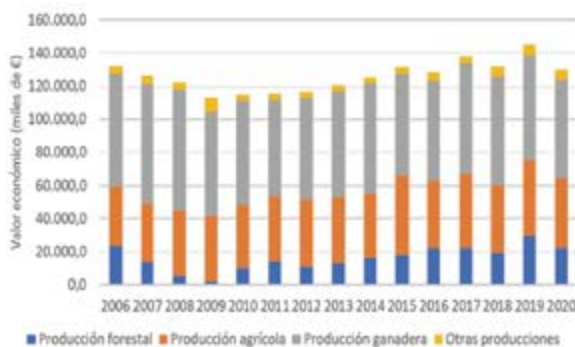
Gipuzkoako larreak, bai eta baso-lurren zati bat ere, abeltzaintzarekin estu lotuta daude, eta horien artean behi-azienda eta ardi-azienda nabarmentzen dira. Gainera, lurrarekin lotura gutxiago duten beste ustiategi batzuk ere badaude: txerriak, hegaztiak (arrautzatarako nahiz haragitarako) edo untxiak.



10.4. ird. Ganaduaren banaketa (AzLU) Gipuzkoan. Iturria: Geuk egina, Ekonomiaren Garapen, Jasangarritasun eta Ingurumen Sailaren Estatistika Organoan oinarrituta.

Gipuzkoan goranzko joera ikusten da nekazaritza eta basogintzaren ekoizpenaren balio ekonomikoan 2009az geroztik. Abeltzaintza-sektoreak laguntzen dio nagusiki

balio ekonomikoari (% 45,6, 59.352,5 mila euro 2020an). Ondoren, nekazaritza dator (% 32,7), eta, hirugarren lekuan, basogintzaren sektorea (% 16,95).



10.5. ird. Gipuzkoako nekazaritza eta basogintzako sektorearen makromagnitudeen denbora-bilakaera. Ezkerrean, milaka eurotan; eskuinean, urte bakoitzeko nekazaritza-ekoizpen osoaren ehuneko erlatiboan.

## 10.3 INPAKTUAK. ARRISKUAK ETA ERAGINDAKO SEKTOREAK

**K**lima-aldaketaren ondorioz Gipuzkoako nekazaritzako eta basogintzako sektorearen arriskuak hobeto ezagutzeko, IPCCk bere 5. ebaluazio-txostenean (AR5) ezarritako gidalerroei jarraitu zaie, arriskuen analisiari eta kalteberatasunari buruzko metodologiari dagokionez.

Beheko matrizearen bidez, klima-inpaktuei lotutako

arriskuak harremanetan jartzen dira (tenperaturaren igoera, prezipitazioaren jaitsiera, lehorte-aldien igoera, intentsitate handiko euriteak edo muturrekoak dituzten gertakariak maiz gertatzea, etab.) eragindako sektore/eremu desberdinekin (nekazaritza, abeltzaintza, biodibertsitatea, baso-kudeaketa eta uraren kudeaketa).

Taula. Klima-inpaktuekin lotutako arriskuak eragindako sektoreetan/eremuetan. Grisez markatutako gelaxkek adierazten dute zein sektoretan edo eremutan dagoen eragin argia.

KLIMA-INPAKTUA	LOTUTAKO ARRISKUAK	ERAGINDAKO SEKTOREAK/EREMUAK				
		NEKAZARITZA	ABELTZAINZA	BIODIBERTSITATEA	BASO-KUDEAKETA	URAREN KUDEAKETA
<b>TENPERATURAREN IGOERA</b>	ALDAKETAK LABOREETAN					
	ALDAKETAK PRODUKTIBITATEAN					
	ALDAKETAK ZUHAITZ-ESPEZIEETAN					
	ALDAKETAK ZONA LABORAGARRIETAN					
	MENDIKO LANDAREDIAREN DESPLAZAMENDUA					
	UR-ERABILGARRITASUNA MURRIZTEA					
	ERAGINAK GANADUARENGAN					
	UREZTATZEKO BEHARRA HANDITZEA					
	IZURRIAK ETA GAIXOTASUNAK UGARITZEA					
	LEHORTEAK UGARITZEA (IRAUPENA, MAIZTASUNA ETA INTENSITATEA)					
	SUTE-ARRISKU HANDIAGOA					
BIODIBERTSITATEAREN GALERA						
<b>EURITE GOGORRAK ETA UHOLDEAK</b>	ALDAKETAK ZONA LABORAGARRIETAN					
	HONDARTZAK ETA DUNAK DESAGERTZEAK					
	IBAIALDIEN MAIZTASUNA ETA INTENSITATEA HANDITZEAK					
	EKAITZEN MAIZTASUNA ETA INTENSITATEA HANDITZEAK					
	BIODIBERTSITATEAREN GALERA					

KLIMA-INPAKTUA	LOTUTAKO ARRISKUAK	ERAGINDAKO SEKTOREAK/EREMUAK				
		NEKAZARITZA	ABELTZAINZA	BIODIBERTSITATEA	BASO-KUDEAKETA	URAREN KUDEAKETA
<b>LEHORTEA</b>	HEZEGUNEAK ERALDATZEA/ LEHORTZEA					
	ALDAKETAK LABOREETAN					
	ALDAKETAK ZONA LABORAGARRIETAN					
	LURZORUAREN ERRESERBA HIDRIKOAK MURRIZTEA					
	ERABILGARRITASUN HIDRIKOA MURRIZTEA					
	UREZTATZEKO BEHARRA HANDITZEA					
	LEHORTEAK UGARITZEA (IRAUPENA, MAIZTASUNA ETA INTENSITATEA)					
	SUTE-ARRISKU HANDIAGOA					
	ALDAKETAK PRODUKTIBITATEAN					
<b>HARRIA, TXINGORRA</b>	ERAGINA LABOREETAN					
<b>BERO-BOLADAK</b>						
<b>HOTZ-BOLADAK</b>						
<b>LURREN IRRISTATZEAK ETA LUIZIAK</b>	UHOLDEEN MAIZTASUNA ETA INTENSITATEA HANDITZEA					
<b>ITSAS MAILAREN IGOERA</b>	KALTEAK HABITAT GARRANTZITSUETAN					
	ITSAS INTRUSIO HANDIAGOA KOSTALDEKO AKUIFEROETAN					

Baso-espezieek dute arrisku handiena klima-aldaketaren aurrean. Arrisku handiagoa dute *Pinus radiata*ren eta eukaliptoaren landaketa intentsiboek, eta zertxobait txikiagoa gainerako baso-espezieek. Baso-landaketa intentsiboen arrisku handiagoaren arrazoia hau da: oso homogeenak eta biodibertsitate baxukoak (monolaboreak) direla uste da, eta horrek kalteberagoak egiten ditu klima-mehatxuei aurre egiteko.

Larreek (belardiek eta bestelako larreek) arrisku txikia/ertaina dute. Belardietan arrisku zertxobait handiagoa dago, bertako biodibertsitatea txikiagoa baita eta, beraz, klima-aldaketaren aurrean duten kalteberatasuna handiagoa. Oro har, bai baso-espezieen bai larreen kasuan,

altitudeak eta maldak sentikortasuna eta moldatzeko gaitasuna moderatzen dituzte; esate baterako, izurrien eta gaixotasunen eragina gutxitzen dute altitude altuetan, giza esku-hartzeak egiteko ahalmena murriztuz altitude altuetan edo edo malda handietan higadura-arriskua areagotuz.

Belarki-laboreen eta zurezko laboreen arriskua nahiko aldakorra da; fruta-arbolekin, aldiz, kalteberatasun handiagoa dute. Barazkien kasuan, arrisku hori txikiagoa da, ugaltzeko zikloa txikiagoa delako fruta-arbolekin alderatuta. Gainera, berotegietako ekoizpen intentsiboak hobeto babesten ditu eguraldi txarraren aurrean.

Ganaduari dagokionez, ganadu-mota desberdinetarako arriskuaren balorazioa oraindik aldakorragoa da labore-mota desberdinetarako baino. Oro har, ganadu estentsiboa (haragitarako behiak, ardiak, ahuntzak, zaldiak) kalteberagotzat jotzen da intentsiboa baino (esnetarako behiak, txerriak, hegaztiak, untziak); azkenak klima-aldaketaren inpaktuekiko sentikorragotzat jotzen dira, baina uste da moldatzeko gaitasuna handiagoa dutela gizakiak esku hartzeko aukera handiagoagatik (estabulazioa, osasun-kontrola, kanpoan elikadura erostea, etab.).

Arriskuak azalera okupatuaren eta bertako ganadukopuruaren arabera haztatzen badira, eskualde bakoitzean, Bidasoa Beherean eta Debabarrenean izan ezik, klima-aldaketaren arriskua handia da baso-lurretan, berezko arriskua handia delako eta, gainera, azalera handia hartzen dutelako. Debagoienean, gainera, *Pinus radiata*ren arrisku handia nabarmetzen da, baita kategoria bereizitza jotzen bada ere. Aipatutako eskualdeetako basogintza-sektoreaz gain, arrisku handia Goierriko, Tolosaldeko eta Urola Kostako abeltzaintza-sektorean ere ikusten da.

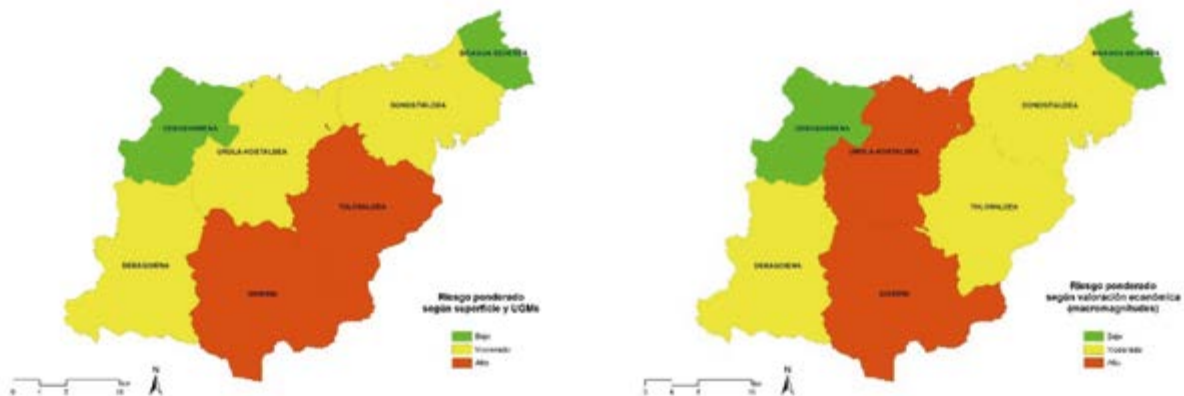
Eskualde guztietan, arriskuak okupatutako azaleraren arabera haztatzen badira, nekazaritzaren sektoreak

arrisku txikia edo moderatua du, nekazaritza-laboreen azalera erlatiboa oso txikia baita. Hala ere, nekazaritzaren sektorearen arriskua asko aldatzen da haztapena balio ekonomikoaren arabera egiten bada.

Arriskuak balorazio ekonomikoaren arabera haztatzen badira, Gipuzkoako nekazaritzako eta basogintzako sektoreak arrisku handiagoa du Goierri eta Urola Kostan, eta, ondoren, Tolosaldean. Arriskua txikia da Bidasoa Beherean eta Debabarrenean. Beraz, klima-aldaketaren aurkako jarduketak lehenetsi beharko balira, Goierriin, Tolosaldean eta Urola Kostan hasi beharko litzateke, bai azalera/AzLU eta bai balorazio ekonomikoa haztatuz.

Haztapan ekonomikoaren arabera, *Pinus radiata*z bestelako baso-espezieen lurrak bigarren plano batera pasatzen dira; izan ere, arriskua moderatu edo txikitza hartuko da, eskualdearen arabera. Aitzitik, nekazaritza-laboreek arrisku handiagoa hartzen dute, bereziki Donostialdean, arrisku handia baitute.

Azkenik, garrantzitsua da azpimarratzea analisi horretan ez dela kontuan hartu itsas mailaren igoera, eta horrek, logikaz, arrisku handiagoak eragingo dizkie eskualde horiei barnealdeko eskualdeei baino.



10.6. ird. Arrisku haztatua azaleraren eta AzLU-ren arabera (ezk.) eta arrisku haztatuta balorazio ekonomikoaren arabera (makromagnitudeak).

**GIPUZKOAKO NEKAZARITZA ETA BASOZAINZAKO SEKTOREAREN ARRISKUA**

	BIDASOA BEHEREA	DEBABARRENA	DEBAGOIENA	DONOSTIALDEA	GOIERRI	TOLOSALDEA	UROLA KOSTALDEA
--	-----------------	-------------	------------	--------------	---------	------------	-----------------

**AZALERAREN ARABERA (ha) EGINDAKO HAZTAPENA**

<b>PINUS RADIATA</b>	BAXUA	MODERATUA	ALTUA	MODERATUA	ALTUA	MODERATUA	MODERATUA
<b>BESTE BASO-ESPEZIE BATZUK</b>	MODERATUA	MODERATUA	ALTUA	ALTUA	ALTUA	ALTUA	ALTUA
<b>LARREAK</b>	BAXUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA
<b>NEKAZARITZA-LABOREAK</b>	BAXUA	BAXUA	BAXUA	MODERATUA	BAXUA	MODERATUA	BAXUA

**GANADU-KOPURUAREN (AzLU) ARABERA EGINDAKO HAZTAPENA**

<b>GANADUA</b>	BAXUA	BAXUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA	ALTUA	ALTUA
----------------	-------	-------	-----------	-----------	-----------	-------	-------

**AZALERAREN (ha) ETA GANADU-KOPURUAREN (AzLU) ARABERA EGINDAKO HAZTAPENA**

<b>BATURA</b>	BAXUA	BAXUA	MODERATUA	MODERATUA	ALTUA	ALTUA	MODERATUA
---------------	-------	-------	-----------	-----------	-------	-------	-----------

**BALORAZIO EKONOMIKOAREN ARABERA (MAKROMAGNITUDEAK, €) EGINDAKO HAZTAPENA**

<b>PINUS RADIATA</b>	BAXUA	MODERATUA	ALTUA	MODERATUA	ALTUA	MODERATUA	ALTUA
<b>BESTE BASO-ESPEZIE BATZUK</b>	BAXUA	BAXUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA	BAXUA
<b>LARREAK</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>NEKAZARITZA-LABOREAK</b>	MODERATUA	BAXUA	BAXUA	ALTUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA
<b>GANADUA</b>	BAXUA	MODERATUA	MODERATUA	MODERATUA	ALTUA	ALTUA	ALTUA
<b>BATURA</b>	BAXUA	BAXUA	MODERATUA	MODERATUA	ALTUA	MODERATUA	ALTUA

10.2. taula. Klima-aldaketaren aurreko arrisku haztatua azaleraren (ha), ganadu-kopuruaren (AzLU) eta makromagnitudeen (€) arabera Gipuzkoa osorako. Oharra: ez dago balorazio ekonomikorik larreei dagokienez.



SS-3-482



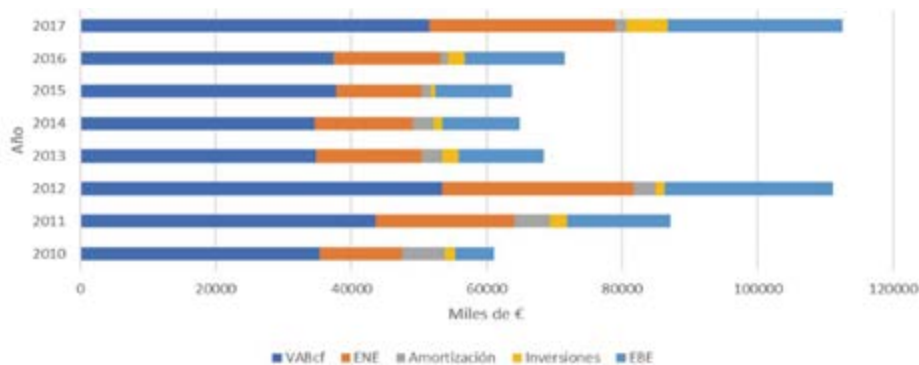
## 11.1 SARRERA

**B**izkaiko golkoaren eta, bereziki, euskal plataforma kontinentalaren garrantzi sozioekonomikoa eremu horretan egiten diren jarduera askoren ondorio da; esaterako, atal honetan tratatuko dugun arrantza, besteak beste. Gipuzkoako flotaren gaur egungo garrantzi ekonomikoak Euskadiko Autonomia Erkidegoaren guztizko balio erantsi gordinaren % 25 inguruko ekarpena egiten du.

Ozeanoei (SROCC) buruzko IPCCren txosten berezi berriak (IPCC, 2019) ohartarazi du itsas baliabideen biomasa (ornogabeak eta arrainak) % 4,8 ± % 3,5 eta % 17,2 ± 10,7 bitartean gutxituko litzatekeela RCP 2.6 eta 8.5 klima-agertokietan, hurrenez hurren, mende-amaierarako (2090-

2099). Horren ondorioz, klima-aldaketak maila globalean sortzen dituen inpaktu ekonomikoak arrantzategietan 17.000 milioi eta 41.000 milioi dolar bitartean kalkulatzeko dira lehorreratze-balio osoan, Munduko Bankuaren txosten baten arabera (Sumaila et al., 2011).

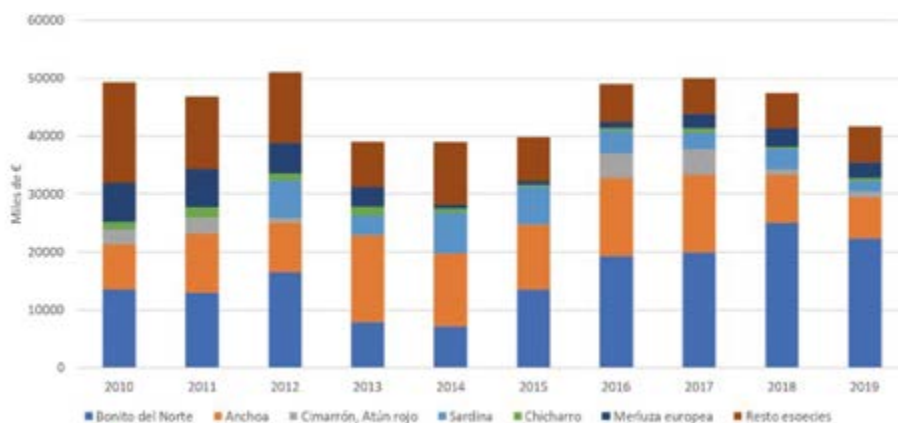
Arrantzaren balio erantsiak faktore-kostuetan (ABEfk) sektoreak ekonomiaren Barne Produktu Gordinari egiten dion ekarpena adierazten du. 2017an, Gipuzkoako flotaren ABEfk-a 51.507 k€-koa izan zen, eta sektorea 6.085 k€ inbertitu zuen (Iturria: Eusko Jaurlaritzako Ekonomiaren Garapen, Jasangarritasun eta Ingurumen Sailaren Estatistika Organoa).



11.1. ird. Arrantza-jardueraren egitura ekonomikoaren bilakaera Gipuzkoan.

Baxurako lonjetan arrain-enkanteek sortutako diru-sarreraren bolumen osoa 54 eta 49 milioi eurokoa izan zen 2018an eta 2019an (Gipuzkoako zein beste lurraldeetako itsasontzien arraina). Espezie nagusi bakoitzeko diru-

sarrera horien banaketa 2. irudian ikusten da. Diru-sarrera horien guztizko balio erlatiboaren % 87ren jatorria 7 espezie nagusitatik dator.



11.2. ird. Gipuzkoako baxurako lonjetan lehen salmentatik eratorritako guztizko diru-sarreraren denbora-bilakaera espezie nagusientzat.

## 11.2 KLIMA-INPAKTUAK ARRANTZA SEKTOREAN

**E**spezieen banaketa haien nitxo ekologikoa definitzen duten maila ekofisiologikoen arabera da (Hutchinson, 1957). Horrek esan nahi du ingurumen-baldintza ezin hobeak daudela, ugaritasun handia sortzen dutenak, baina ingurumen-baldintzak ugalketarako, hazkunderako eta elikadurarako hain onuragarriak diren heinean, hazkundera eta elikadura eraginda geratzen dira (Helaouet & Beaugrand, 2009). Itsasoaren berotze-testuinguru batean baldintza optimoetan mantentzeko, espezieen banaketa hiru erantzun-mekanismoren arabera alda daiteke gutxienez (Bruge et al., 2016):

1. Latitudeko desplazamenduak (oro har poloetarantz)
2. Aldaketak fenologian (oro har, aurrerapena)
3. Ur-zutabeko desplazamenduak (oro har, sakontzea)

Bizkaiko golkoan, oro har, banaketa-maila zabalak dituzten arrain-espezieen ugaritasuna handitzeko joera sumatu da –batez ere espezie subtropikalak–; ur hotzetako espezieen ugaritasunak, berriz, etengabeko jaitsiera izan du XX. mendearen azken hamarkadan eta XXIeko lehen hamarkadan (Poulard & Blanchard, 2005).

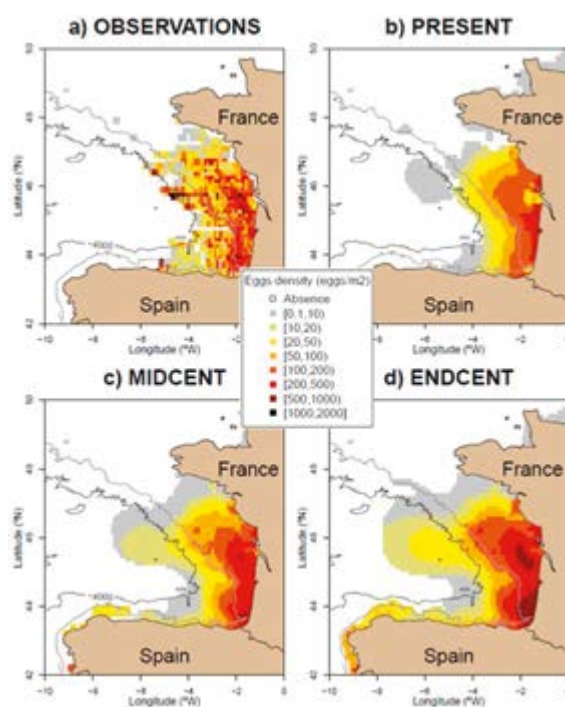
Ipar-mendebaldeko berdelaren stock-aren errunaldiaren banaketa iparralderantz mugitu da azken hiru hamarkadetan (Beare & Reid, 2002), seguruenik eremu horretako itsasoaren berotze globalari erantzuteko (Hughes et al., 2014). Errunaldia iparralderantz mugitu da,  $15,9 \pm 0,9$  km-ko abiadura hamarkada bakoitzeko 1992tik 2013ra bitartean (Bruge et al., 2016). Berdelaren fenologia ere aldatu egin dela dirudi, 29 egun aurreratu baita 2000tik 2006ra bitartean Kantauri itsasoan (Punzón & Villamor, 2009), latitude-banaketaekin bat etorriz. Klima-aldaketako agertokietan, berdelaren etorkizuneko errunaldiaren banaketa mendebalderantz desplazatuko litzateke (32–117 km bitartean) eta iparralderantz (0,5–328 km bitartean), baina aldakortasun handiarekin kontuan hartutako agertokiaren eta epearen arabera (Bruge et al., 2016). Era berean, aurreikusten da urte-sasoiko gailurrak lehenago gertatuko direla berotuko diren eremuetan, eta geroago hozten diren eremuetan. Arrautzen guztizko ekoizpenaren etorkizuna zalantzakoa da, -% 9,3tik % 12ra bitarteko aldaketa-ehunekoekin.

Antxoak iparralderantz zabaldu du bere banaketa-eremua 1967–1972 eta 2000–2004 aldien artean; horrek ingurumen-aldaketekin zerikusia izan lezake (Bellier et al., 2010). Errute-gailurra igo egin da hamarkada bakoitzeko

5,5 eguneko tasan 1987tik 2015era bitartean (Erauskin-Extramiana et al., 2019a). Klima-aldaketaren agertokietan aldaketak aurreikusten dira arrautzen ekoizpenean eta errute-eremuan. Zehazki, aldaketa horiek handitzeak ekar ditzake (gaur egungoa baino 1,05 eta 2,66 aldiz handiagoa) antxo-arrautzen dentsitatean, eta gehikuntza bat errunaldi-eremuan (% 9–16) (Erauskin-Extramiana et al., 2019a).

Hegaluze-kumeei dagokienez, 2,3 egunetan aurreratu dute beren iritsiera hamarkada bakoitzeko itsas berotzea dela-eta. Gainera, ikusi da beren habitata pixka bat desplazatu dela iparralderantz, eta harrapaketak ipar-mendebalderantz desplazatu direla (74 km iparraldera eta 180 km mendebaldera hamarkada bakoitzeko); baliteke hori gertatu izana flota pixkanaka hedatu delako arrainen arrantzategi produktiboagoak bilatzeko edo hegaluzearen elikagai-iturriaren banaketan aldaketak egon direlako (Chust et al., 2019). Klima-aldaketaren agertokietan, aldaketa garrantzitsuak aurreikusten dira atunen banaketan eta ugaritasun erlatiboan, bereziki mende-amaieran (2080–2099) (Erauskin-Extramiana et al., 2019c). Oro har, aurreikusten da etorkizuneko habitata ez hain onuragarria izatea Espainiako flotak aritzen diren eremuetan, baina seguruenik ez da garrantzitsua izango, hegalaburrak gertatzen diren aldaketetara moldatzeko duen gaitasun fisiologikoa dela-eta.

11.3. ird. Antxoaren arrautzen dentsitatea Bizkaiko golkoan: a) oharrak, b) erreferentzia-aldiko eredia (2006–2020), c) mende-erdiko eredia (2040–2055) eta d) mende-amaierako eredia (2080–2099), RCP8.5 agertokietan. Errunaldiaren etorkizuneko banaketa-eremua egungo banaketa-mugetara mugatu da. Iturria: Erauskin-Extramiana et al. (2019a).







## 12.1 SARRERA

**E**nergiaren sektorea (energia sortzea, garraiatzea eta banatzea, eraldatzea eta merkaturatzea) funtsezkoa da, haren mende baitaude, zuzenean edo zeharka, jarduera-sektore eta -eremu guztiak. Sektore honek lotura bikoitza du klima-aldaketarekin. Lehenik eta behin, klima-aldaketaren arduradun nagusietako bat da, berotegi-efektuko gas-isurien hiru laurden baino gehiagoren jatorria delako, bereziki jatorri fosileko erregaien erabileragatik eta kontsumoagatik. Gipuzkoako Lurralde Historikoan, sektoreak -bai energia-sektorearen zuzeneko isuriak

eta bai gainerako sektoreentzako hornidura kontuan hartuta- 2018ko isuri guztien % 26 hartzen du, eta % 7 bakarrik energiaren eraldaketa soilik kontuan hartuz gero. Bigarrenik, klima-aldaketaren hainbat inpaktu jasaten ditu energiaren sektoreak, bai energiaren eskariari, ekoizpenari eta garraioari dagokienez, bai funtsezko azpiegiturretako egiturazko kalteei dagokienez, eta bai bestelako faktore batzuen zeharkako aldaketei dagokienez (faktore ekonomikoak, esate baterako).



12.1. ird. Espainiako gas-azpiegituren mapa. Iturria: SIDE GAS txostena 2019. (esk.) Energia elektrikoaren sarearen transmisio-sistemen sarea. 220 kW-ko (berdea) eta 400 kW-ko (gorria) transmisio-linea guztiak eta banaketako azpiestazio elektrikoak sartzen dira. Iturria: ENTRSO-E transmisio-sistemen mapa.

Petrolioaren deribatuak -batez ere gasolioak eta gasolinak, bai eta gas naturala ere- energia-iturri nagusi bihurtu dira azken urteotan, bai Euskadin bai Gipuzkoan. Gas naturala lurralde historikoaren energia-eskariaren % 26,2 da, eta petrolioak eta bere deribatuak % 46,0 dira. Azkenik, inportatutako energia elektrikoa, Frantziarekiko eta Espainiako estatuko gainerakoekiko interkonexioak % 19,0 dira. Sorkuntza-iturri horiek guztizkoaren % 90 badira ere, energia-iturri berriztagarriek nolabaiteko pisua irabazi dute, eta gaur egun energia - kontsumo gordinaren % 10 ematen dut<sup>5</sup>.

Gipuzkoako Klima Aldaketaren Aurkako Borroka Estrategiak (GKAABE 2050) energia berriztagarriaren % 80ko kontsumoa lortzeko helburua ezarri du 2050. urterako azken kontsumoaren gain, eta 2030ean energia

berriztagarriaren kontsumoa % 30 lortzeko tarteko helburua, karbono gutxiko energia-eredu baterantz joateko.

Amaierako energia-kontsumoaren ehunekoa sektoreka ia konstante mantendu da azken 14 urteetan. Batez beste, aldi horretan kontsumoaren % 34,0 industria-sektoreari dagokio, % 46,5 garraioari eta % 11,0 bizitegi-sektoreari. Sektore nagusi horietako energia-baliabideen arabera kontsumoaren % 42 gas naturala da eta % 39 energia elektrikoa industrian. Garraioan, berriz, % 96 petrolioaren deribatuak dira, eta bizitegi-sektorean % 42 gas naturala eta % 45 energia elektrikoa. Datu horiek erakusten dute oso mendekotasun handia dagoela jatorri berriztaezineko energia-iturriekiko.

5 Datu hauek 2018. urterako Gipuzkoako Energia Balantzeari dagozkio. Laster argitaratuko da 2019rako balantze eguneratua. Datu horiek eguneratuko dira Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuak argitaratzen dituenean.

## 12.2 GIPIZKOAKO ENERGIA-SEKTOREAREN KARAKTERIZAZIOA

### ELEKTRIZITATE- ETA GAS-SAREA

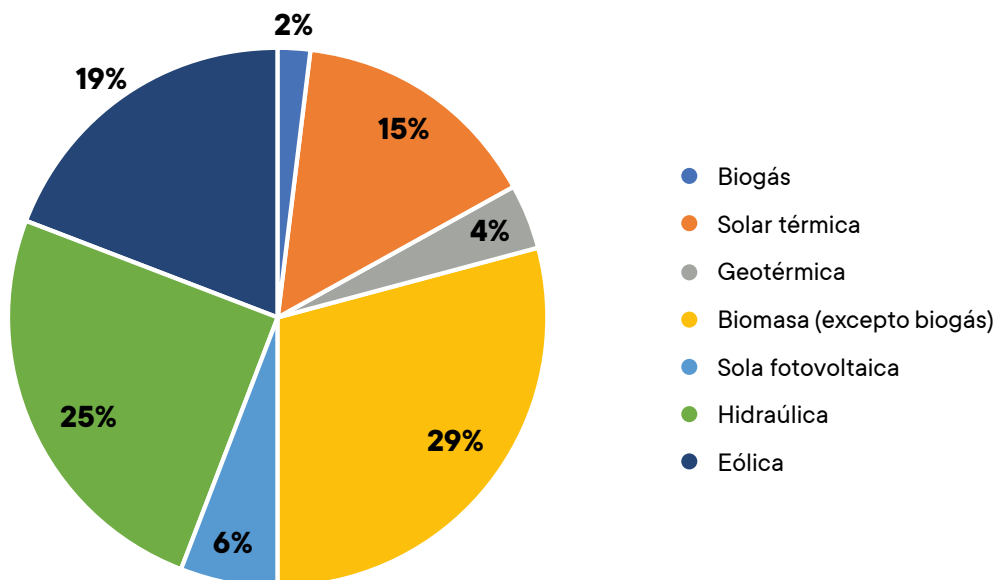
Gipuzkoan gas naturala garraiatzeko eta banatzeko azpiegitura bi sare tronkalek osatzen dute, probintzia mendebaldetik ekialdera eta iparraldetik hegoaldera zeharkatzen dutenak. Sare horietatik Bizkaiko birgasifikazio-instalazioetan tratatutako gasak zirkulatzen du, eta Irunetik Europako gas-sarearekin konektatuta daude. Interkonezio horrek gas naturalaren konpresio-estazio bat ere badu. Energia elektrikoaren garraio-sareak tentsio-maila desberdinetako sareak ditu (400 kV, 220 kV eta 132 kV). Gainera, sarearen eta Frantziaren arteko lotura-puntu desberdinak daude.

Sorkuntza-azpiegitura motaren arabera, kalteberenak izango lirateke sorkuntza elektrikoko instalazio termikoak, baita garraio- eta banaketa-sare elektrikoak ere. Beraz, arreta berezia jarri beharko litzaieke sare elektrikoari, joera energia-sistema gehiago elektrifikatzekoa den neurrian.

### ENERGIA BERRIZTAGARRIAK

Energia-iturri berriztagarriek lurraldeko barne-kontsumo gordinaren % 10 hornitzen dute; datu hori Gipuzkoan berriztagarrien lehen mailako ekoizpenaren % 7,23koa da, eta inportazioko bioerregaien % 2,27. 2018an, aprobetxamendurik handiena biomasatik lortu zen, guztizkoaren % 74,8 ekarri baitzuen, eta, ondoren, minihidraulikoa (% 9,0) eta eguzki-energia termikoa (% 7,5). Iturri berriztagarrietatik sortutako energia elektrikoaren ekoizpena nagusiki banatzen da biomasaren (% 34,2), haize-energiaren (% 31,1) eta energia hidroelektrikoaren (% 31,1) artean; eguzki-energia fotovoltaikoak gutxiago sortzen du (% 3,1). (Gipuzkoako 2018ko Energia Balantzea). Bestalde, ez da ahaztu behar inportatutako energia elektrikoaren zati bat iturri berriztagarrikoa dela.

Energia berriztagarri mota desberdinetarako instalatutako potentzia-banaketak adierazten du, 2018ko datuen arabera, % 29 biomasari dagokiola eta % 25 minihidraulikoari.



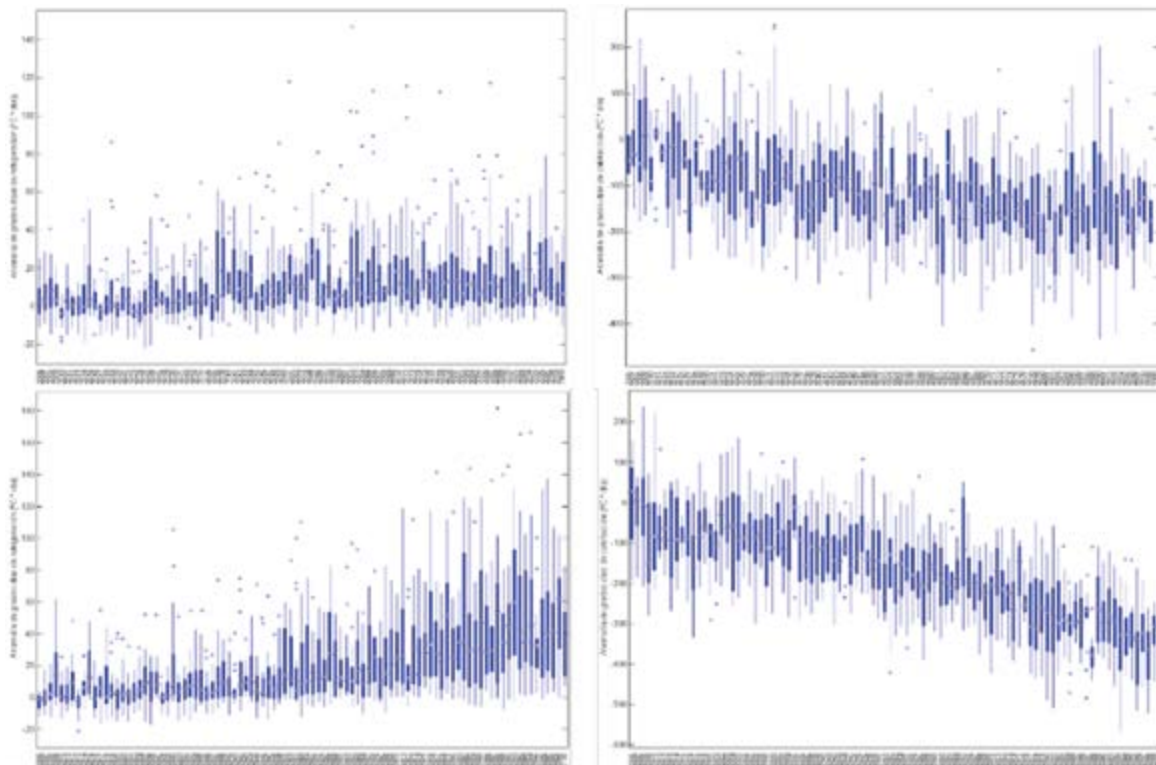
12.2. ird. Energia berriztagarrien instalatutako potentzia Gipuzkoan 2018an. Iturria: Gipuzkoako 2018ko Energia Balantzea.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Datu hauek 2018. urterako Gipuzkoako Energia Balantzeari dagozkio. Laster argitaratuko da 2019rako balantze eguneratua. Datu horiek eguneratuko dira Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuak argitaratzen dituenean.

## 12.3 KLIMA-INPAKTUAK ENERGIAREN SEKTOREAN

**K**lima-aldaketak energiaren sektorean izango dituen inpaktu nagusiak energia-eskarian gertatzea aurreikusten da. Tenperaturaren igoera proiektatuak bi efektu kontrajarri ditu energia-eskarian: eskaria neguan gutxitu eta epe beroetan handitu egiten da. Alde batetik, energia-eskaria berotze-prozesuetarako erabiltzen da gehienbat. Neguak leunagoak izaten hasi direnez, etxeetako berokuntzarako energia-eskaria murriztuko dela aurreikusten da, bai elektrizitate- eta bai gas-hornidurei dagokienez. Udan, ordea, bero-bolada biziagoak eta luzeagoak aurreikusten direnean, aire giroturako eta hozte-ekipamenduetarako elektrizitate-eskaria handitzea

aurreikusten da. Azterlanak bat datoz, bereziki, hozteko eskaria handitzea proiektatzearekin. Hozteko graduak/egunak (cooling degree days) eta berogailurako graduak/egunak (heating degree days) eraikinak hozteko eta berotzeko energia-eskaeraren adierazle gisa erabil daitezke, hurrenez hurren. Indize horiek hozte-egunen kopuruaren igoera eta berokuntza-egunen murrizketa nabarmena erakusten dituzte 70eko hamarkadaz geroztik. IPCC-AR5, RCP4.5 eta RCP8.5 agertokietan egindako proiektzioek adierazten dute aldaketa horiek mendeen zehar jarraituko dutela eta mendearen bigarren erdian areagotuko direla.



12.3. ird. Gipuzkoako anomalien proiektzioa, batez besteko 1971–2000 aldiarekiko: (ezk.) hozteko graduak-egunak (Cooling Degree Days) eta (esk.) berokuntzako graduak-egunak (Heating Degree Days), RCP4.5 (goian) RCP8.5 (behean) agertokietarako. Iturria: Klima-aldaketaren agertokiaren bisorea, AdapteCCA.

Klima-aldaketak arrisku espezifikoak eragingo ditu energia-iturri bakoitzean ere bai, bai eta inplikaturako teknologian ere, iturriaren arabera (ura, intsolazioa, haizea, etab.), prozesu teknologikoaren arabera (hoztea) edo kokapena (kostaldea, ibaiertzak). Tenperaturaren igoera da zentral termikoen errendimenduan, kogenerazioan, eguzki-energian (termikoan nahiz fotovoltaikoan) eta biomasan eragina izango duen inpaktu-faktore nagusia. Klima-agertoki desberdinek aldaketak proiektatzen dituzte tenperaturarako, eguzki-erradiaziorako, hezetasunerako,

hodeietarako, prezipitaziorako edo haizeetarako; hau da, energia-baliabide berriztagarrietarako kritikoak diren aldagaietarako.

Behean laburbilduta jasodira klima-aldaketak lurraldean dauden edo garatzeko potentziala duten energia-iturri guztien mehatxu potentzialak. Informazioa zabaldu egin da Naturklimaren klima-aldaketaren behatokiak 2020an argitaraturako 'Klima-aldaketaren inpaktua eta harekiko kalteberatasuna Gipuzkoan: txostena' txostenean.

	KLIMA-ALDAKETAK	BALIZKO INPAKTUAK
<b>ZENTRAL TERMIKOAK (ERREGAI FOSILAK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TENPERATURAREN IGOERA</li> <li>PREZIPITAZIO-ALDAKETAK ETA TENPERATURAREN IGOERA, HOZTEKO URA MURRIZTEA</li> <li>BERO-BOLADAREN MAIZTASUNA HANDITZEA</li> <li>LEHORTEAK: UR-ERABILGARRITASUNA MURRIZTEA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EFIZIENTZIA MURRIZTEA KONBERTSIO TERMIKOKO PROZESUAN ETA ERAGINKORTASUNA MURRIZTEA, HORNIDURA-ETENAK</li> <li>ELEKTRIZITATEAREN SORRERA MURRIZTEA</li> <li>TENPERATURA-IGOERAREN INPAKTUAK AZTERTZEA: HOZTE- ETA EKOIZPEN-EFIZIENTZIA MURRIZTEA, GEHIEGI BEROTZEA</li> </ul>
<b>E. HIDROELEKTRIKOA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UR-ERABILGARRITASUNA MURRIZTEA</li> <li>URTE ARTEKO ETA URTAROKO ALDAKETAK BILKETA-EMARIETAN</li> <li>UHOLDEAK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ENERGIA-EKOIZPENA MURRIZTEA</li> <li>URTEKO ETA URTAROKO ARABERAKO ALDAKETAK IRTEERA-POTENTZIAN, POTENTZIA-GALERA GOI-EMARI OSO HANDIEN KASUAN</li> <li>EGITURAZKO KALTE ZUZENAK EDO ZEHARKAKOAK, POTENTZIA-GALERA</li> </ul>
<b>BIOMASA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TENPERATURAREN IGOERA</li> <li>CO<sub>2</sub> ATMOSFERIKOA HANDITZEA</li> <li>ALDAKETAK PREZIPITAZIO-ERREGIMENEAN</li> <li>MUTURREKO BALDINTZA KLIMATIKOAK: SUTEAK, LEHORTEA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ALDAKETAK LABOREEN EMANKORTASUNEAN ETA PRODUKTIBITATEAN</li> <li>ZENBAIT LABOREREN HAZKUNDEA ERAGIN DEZAKE</li> <li>PRODUKTIBITATEAREN JAITSIERA</li> </ul>
<b>EGUZKI E.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TENPERATURAREN IGOERA</li> <li>ALDAKETAK HODEI-ESTALDURAN</li> <li>BERO-BOLADAK</li> <li>TXINGORRA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EGUZKI-ENERGIA TERMIKOAREN EFIZIENTZIA HANDITZEA ETA FOTOVOLTAIKOA ZEIN KONTZENTRAZIOKO EGUZKI-ENERGIA GUTXITZEA</li> <li>HODEI-ESTALDURA MURRIZTEA ONURAGARRIA IZANGO DA TEKNOLOGIA-MOTA HORRETARAKO</li> <li>KALTE MATERIALA FOTOVOLTAIKOAN ETA POTENTZIA MURRIZTEA FOTOVOLTAIKOAN ZEIN KONTZENTRAZIOKO EGUZKI-ENERGIAN</li> <li>KALTE MATERIALA EGUZKI-ENERGIA TERMIKOAN</li> </ul>
<b>E. EOLIKOA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HAIZEEN ERREGIMENA</li> <li>MUTURREKO HAIZEAREN ABIADURA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ALDAKETAK POTENTZIAL EOLIKOAN</li> <li>EGITURAZKO KALTEAK</li> </ul>
<b>ITSAS E. (OLATUEN ENERGIA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ALDAKETAK HAIZE-ERREGIMENEAN ETA, BERAZ, OLATUETAN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ALDAKETAK POTENTZIAL ENERGETIKOAN</li> <li>EGITURAZKO KALTEAK</li> </ul>

12.1. taula. Klima-aldaketaren eta muturreko gertakari klimatikoaren inpaktu nagusiak energia-iturrietan. Iturria: IPCC, aldatua (2014).

## 12.4 ONDORIOAK

---

**K**lima-aldaketak energia-sektorearentzat ere arriskuak dakartza; izan ere, kaltebera da bere azpiegituretan edo eskaintzan eta eskarian gerta daitezkeen zuzeneko nahiz zeharkako inpaktu batzuekiko. Gipuzkoako lurralde historikoa energia-inportatzaile garbia denez eta energia sortzeko azpiegitura mugatuak dituen, klima-aldaketak lurraldean duen eragina mugatua izango da, baina kritikoa ere bai. Energia-iturrien, teknologien eta azpiegituren gaineko eraginak erabiltzen diren lehen mailako baliabideen, prozesu teknologikoen eta kokapenaren araberakoak izango dira nagusiki.

Energiaren sektorean eraginik handiena duten klima-aldagaiak dira, besteak beste, temperatura, intsolazio-orduak, prezipitazioa, haizearen abiadura edo hezetasun erlatiboa. Horrela, esate baterako, litekeena

da temperaturaren igoerak etxeetako berokuntza-eskaria murriztea, baina hozteko eskaria handitzea edo ur-baliabideak murrizteak energia hidroelektrikoaren sorkuntza mugatzea. Beste kasu batzuetan, aldakuntza horiek positiboak izan daitezke. Horrela, hodeien murrizketak mesede egin diezaioke eguzki-energiaren ekoizpenari, baina temperaturaren muturreko igoerak efizientzia murriztu lezake eguzki-energia fotovoltaiakoaren kasuan.

Bestalde, muturreko klima-gertakariak eragin erabakigarria izan dezakete azpiegituretan; izan ere, moldatze-neurri egokirik ezean, erabat erabilezinak gera litezke. Halaber, ikusten da behatutako inpaktuetako asko ez liratekeela soilik instalazioetan bertan gertatuko, baizik eta bertara sartzeko bide desberdinetan ere bai.



SS-3-482



## 13.1 SARRERA

**G**arraioa gure gizartea egituratzen duten sektore estrategikoetako bat da. Tradizioz, sektorea arintzearen ikuspegitik aztertu izan da; izan ere, berotegi-efektuko gas-isurien % 20a sortu zuen Europa mailan 2018an (EEA, 2020). Gipuzkoan, sektoreko isuriak gorantz jarraitzen dute 2005. urteaz geroztik; 2018an, lurralde historikoko BEG isurien % 38 izan ziren. (Gipuzkoako berotegi-efektuko gas-isuriak, 2019). Hala ere, garraio-sistemak eta azpiegiturak baldintza meteorologikoen eraginpean egongo dira, eta, beraz, aldaketa globalaren ondorioz, aldaketa horiek zuzenean eta zeharka eragingo dituzte azpiegiturretan bertan, sistemaren operatibitatean eta garraio-sektoreko zerbitzuen ustiapenean.

Garraioari eragin diezaioketen baldintza meteorologiko horietako gehienak muturreko gertakariekin lotuta daude (esaterako, ekaitzak, intentsitate handiko euriteak, beroboladak, olatuak, haizeak, lainoak, suteak...), eta ingurumen fisikoan talka egiten dutelako (esaterako, uholdeak, lurren lerradurak, luiziak...) azkenean garraioari eraginez. Hau da, klima-aldaketak eragin dezake azpiegituren narriadura eta horiek aldi baterako edo behin betiko galtzea, etenak zerbitzuan eta aldaketak operatibitatean, mantentze-lanetan edo garraio-azpiegiturak diseinatzeko irizpideetan.

## 13.2 GIPUZKOAKO GARRAIO-AZPIEGITURAK: KLIMA-MEHATXUAK ETA AURREIKUS DAITEZKEEN INPAKTUAK

**G**ipuzkoako garraio-sistema osoa bide, trenbide, portu eta aireko azpiegitura sare zabal batez osatuta dago.

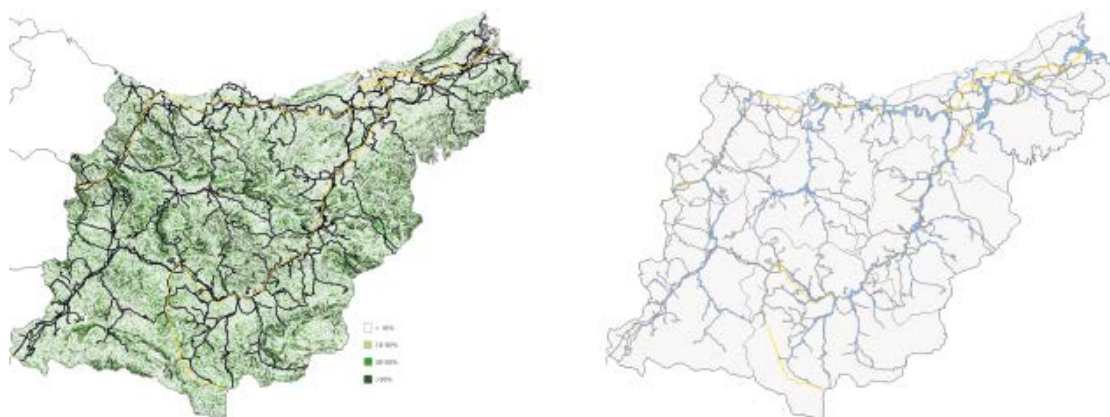


13.1. ird. Gipuzkoako garraio-azpiegitura nagusiak.

## 13.2.1 BIDE-SAREA

**B**aldintza meteorologikoen aldakortasunak, bai eta klima-aldaketak ere, ondorio adierazgarriak dituzte bide-azpiegituretan, eta horien narriadura bizkortu eta kalte larriaren arriskua areagotu, trafikoa eten edota istripuak gehitu ahal izango dituzte. Errepide-zati edo puntu bateko zirkulazioan eragiten duten klima-gertakari nagusiak izotza, elurra, lur-/mazela-jausiak eta uholdeak zein eurite torrentzialak izaten dira. Aurreikuspenen arabera, muturreko prezipitazio-gertakarietako kalteberatasuna areagotu

egingo da, uholdeak, luziak eta lur-lerradurak eraginez. Lurralde historikoari dagokionez, eta batez ere erliebearen ondorioz –bide-sareko zati askotan malda handiak daude– eta lurzoruaren iragazkortasun txikiaren ondorioz, gertakari horiek gerta daitezke lurraldearen ia edozein lekutan, eta arriskua areagotu daiteke ur-ibilguetatik hurbil dauden bide-zatietan edo ezegonkortasun hidrogeologikoa dagoen bide-zatietan.



13.2. ird. (ezk.) Euskadiko malden mapa, bide-azpiegitura (linea beltzak) eta trenbide-azpiegitura (linea horia) nagusiei buruzkoa. (esk.) Azpiegitura-sarearen gaineko uholde-arriskuko egungo eremuak, 500 urteko errepikatze-denbora dutenak.

Temperaturaren igoera, batez ere udan, asfaltatutako errepideentzako mehatxu handi bat da, errazago hondatzen baitira. Temperatura altuek zoladuraren zurruntasun-modulua aldaraz dezakete, zoruan uhinak, gurpil-arrastoak eta pitzadurak eraginez, bai eta deformazioak zubietako bide eta material mota guztietan. Ez da aurreikusten fenomeno horiekiko gaur egungo kalteberatasuna asko handitzea.

Bideen azpiegituretan edo funtzionaltasunean eragindako kalteez gain, kontuan hartu behar da bide-segurtasunean duen eragina. Hala, intentsitate handiko prezipitazioak maizago izateak aldaketak eragingo ditu

asfaltatzearen baldintzetan eta ur-putzuak eratzean, aqua-planning arrisku handiagoarekin edo gidarientzako ikuspen txikiagoarekin (Qiu & Nixon, 2008; Palko, 2017). Bero-boladen maiztasun eta intentsitate handiagoak, bereziki hezetasun erlatibo handiarekin konbinatuta, gidatzeko erosotasunean eta bidaiariengan ere izango du eraginik (Mora et al., 2017; Monioudi et al., 2018).

Izozte-egunak eta elur formako prezipitazio-egunak gutxitzeak fenomeno horiei lotutako arriskua gutxitu dezake, eragin positibo batekin; izan ere, neguko mantentze-lanak gutxitu eta sarea erabiltzeko baldintzak hobetuko lirakeelako.



## 13.2.2 TREN BIDE-SAREA

---

**K**lima-aldaketak azpiegituretan eta trenbide-garraioan izan ditzakeen inpaktuek, funtsean, bide-azpiegiturekin bat datozen elementuak hartzen dituzte barnean, hala nola trazadura, lurrezko obrak, ezpondak, drainatze-sistema, tunelak eta zubiak edo seinaleztapena. Egiturazko beste elementu batzuk, berriz, trenbide-sistemaren elementu bereziak dira, hala nola bide-azpiegitura, errailak, segurtasun-instalazioak edo jarduteko baldintzak (Castañar Hernández, 2018).

Intentsitate handiko prezipitazioen maiztasun handiago baten inpaktu negatibo nagusiak ezponden higadura eta mazelen balizko lerradurak dira. Temperatura eta ebapotranspirazio handiko agertokiak eta ondoz ondoko egun lehorren kopurua handitzeak trenbide bazterretako suteak sor ditzakete. "Lurreko garraio-azpiegiturearen Estatuko sareko atalak, klima-aldakortasunagatik eta -aldaketagatik arrisku handiagoa izan dezaketenak" (CEDEX, 2018) izeneko txostenak 30 urterako eragin moderatua aurreikusten du, bai zirkulazioarentzat, bai Lurralde Historikoa zeharkatzen duen trenbide-azpiegiturearentzat.

## 13.2.3 PORTUKO SAREA

---

**P**ortu gehienak gune babestuetan egon arren, kalteak jasan dituzte jada muturreko gertakarietan zehar, efektuak eraginez dike eta harri-lubetaren gainaldeetan, erremate-hormetan, portu-eraikinetan, pantalanetan eta amarratze-elementuetan. Itsas mailaren igoerak eta itsas mailako muturreko gertakarien maiztasun handiagoak (mareta meteorologikoa eta astronomikoa), olatu handiak, prezipitazioak edo tenperatura ertain eta maximoaren igoerak dira klima-aldaketari lotutako mehatxu nagusiak portuentzat (UNCTAD, 2011; Becker et al., 2013).

Gipuzkoako portu-sistemaren gaineko mehatxu nagusia itsas mailaren hazkunde erlatiboa da. Proiekzioen arabera, agertokirik txarrean 0,80 m arteko igoerak

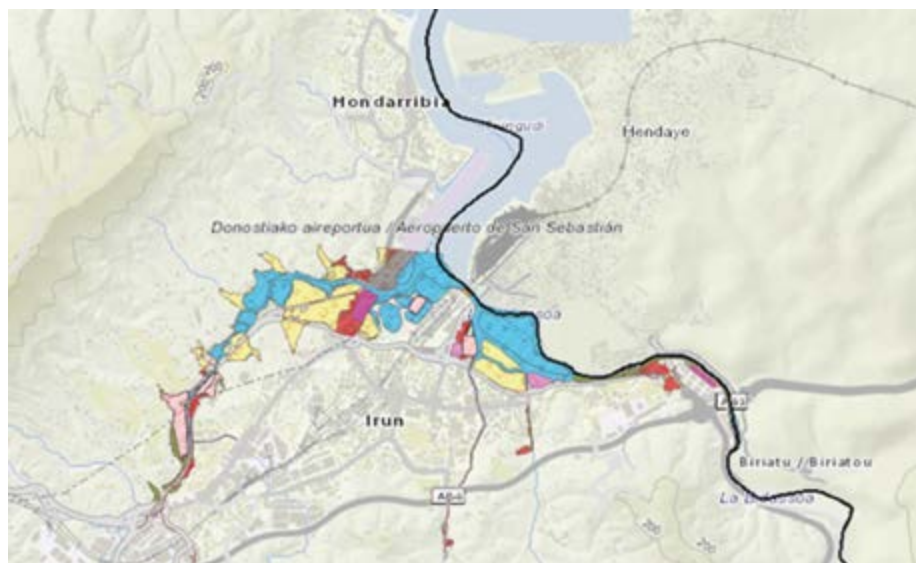
aurreikusten dira Gipuzkoako kostaldean. Maila txikiagoko portu-azpiegiturek uholdeen eraginpean egon litezke. Ez da aldaketa garrantzitsurik aurreikusten olatuentzat; hala ere, muturreko olatuen konbinazioak inpaktu ugari izan ditzake batez besteko itsas maila altuago batean. Inpaktu nagusiak hauek dira: esposizio handieneko dikeak gainditzeko maiztasun eta intentsitate handiagoa, dikearen estradosaren okupazioaren gaineko ondorio negatiboekin, dikeen eta horien koten murrizketa eta dikeen sakonera handiagoa.

## 13.2.4 AIREPORTUA

---

**A**ireportuetan aurreikusten diren inpaktu nagusiak hauek dira: uholdea-ibaietakoa nahiz itsas mailaren igoerarekin lotutakoa- eta atzerapenen edo ezeztapenen maiztasun handiagoa haizeekin edo bestelako fenomeno meteorologikoekin -lainoarekin, hodeien altuerarekin...-

lotuta (Pejocic et al., 2009; Lemmen & Warren, 2010). Hondarribiko aireportuaren kasuan, Bidasoa ibaiaren bokalean 4,48 m-ko igoera-kotan kokatua dagoenez, bereziki kaltebera da batez besteko itsas mailaren igoeraren aurrean.



13.3. ird. Donostiako aireportuaren inguruetako uholde-arriskuaren mapa, 10, 50 eta 100 urteko errepikatze-denborarekin. Iturria: GeoEuskadi eta Udalplan.

Haizeen patroian aldaketa nabarmenik aurreikusten ez bada ere, proiektio horietako gehienetan dagoen ziurgabetasun handiak, batez ere maila lokalean, ez du esan nahi aldaketa horiek ez direnik gertatuko, eta, beraz, aireportuaren operatibitatean eraginik izango ez

duzenik. Beste bi parametroei dagokienez –lainoari eta hodeien altuerari, alegia–, oraindik ez dago etorkizuneko proiektiorik fenomeno horien intzidentzia aurreikusi ahal izateko.

## 13.3 ONDORIOAK

**G**arraioa funtsezko sektorea da tokiko ekonomian nahiz ekonomia globalean. Klima-aldaketak eragina izango du garraio-moduen azpiegituran eta eraginkortasunean, bai eta kate logistikoen edukieran eta efizientzian ere.

Oro har, garraioaren sektorea ahulagoa da gaur egun bizi dituen antzeko gertakari klimatikoen aurrean. Oro har, intentsitate handiko prezipitazioek eta muturreko ekaitzek areagotu egiten dute bide- eta trenbide-

azpiegiturei eragiten dieten lur-irristatzeen eta luizien arriskua. Gainera, azpiegitura horietako asko urpean gera daitezkeen edo kostaldetik oso gertu dauden zonetan daude edo zona horiek zeharkatzen dituzte. Itsas maila handitzeak eta olatuak areagotzeak kaltetu ditzakete kostaldeko garraioaren azpiegiturak, portuak, aireportua eta errepideak barne. Oro har, garraio-sareak arrisku moderatua du, gaur egungoaren antzekoa, klima-aldaketaren mehatxuen aurrean.

SISTEMA	AZPIEGITURA	ORGANO TITULARRA	ERAKUNDEA/ OPERADOREA	BALIZKO KLIMA-MEHATXUA	INPAKTUAK
<b>BIDE-SISTEMA</b>	<b>ERREPIDEEN SARE OROKORRA</b>	<b>GFA</b>	<b>ERABILTZAILEREN GARRAIO ZERBITZU PUBLIKOAREN EMAKIDADUNA/EMAILEA</b>	<b>PREZIPITAZIOAK ETA EKAITZAK AREAGOTZEA</b>	UHOLDEAK ERREPIDEETAN UR-PUTZUAK SORTZEA ZUTABEAK, ZUBIAK ETA EUSKARRI-EGITURAK KALTETZEA ZOLADURAKO GERUZA DESBERDINAK KALTETZEA LERRADUREN ETA LUIZIEN IGOERARI LOTUTAKO KALTEAK DRAINATZE-SISTEMEN GAINKARGA ALDAKETAK GAINAZALEKO JARIATZE-UREN PATROIETAN ISTRIPUEN MAIZTASUNA HANDITZEA ELURTEAK ETA IZOZTEAK GUTXITZEAK MODU POSITIBOAN ERAGINGO DIO SAREAREN MANTENTZEARI
				<b>HAIZE BORTITZAK</b>	ZUHAITZAK, EKIPAMENDUA EDO BESTE ELEMENTU BATZUK GALTZADAREN GAINERA ERORTZEA IBILGAILUEN EZEGONKORTASUNA ERREPIDEETAN ETA ZUBIETAN EZPONDETAN ETA LUBETETAN HIGADURA AREAGOTZEA ZUBIEN EGITURAZKO KALTEAK TAMAINA HANDIKO SEINALE BERTIKALEN HAUSTURA ISTRIPUEN MAIZTASUNA HANDITZEA
				<b>LEHORTEAK ETA SUTEAK</b>	LANDARE-ESTALKIA GALTZEA BAZTERRETAN SUTE-GEHIKUNTZAREN ONDORIOZKO AZPIEGITURAZKO KALTEAK, LANDARE-GERUZAK GALTZEAREN ONDORIOZ HIGADURA ETA LERRADURAK AREAGOTZEAGATIK
				<b>BERO-BOLADAK</b>	KALTEAK ZOLADURAN (ILDASKAK, BIGUNDURA, EXUDAZIOA, ETAB.)
<b>TRENBI-DE-SISTEMA</b>	<b>EUROPA BARNEKO SAREA PENINTSULA BARNEKO SAREA</b>	<b>ESTATUA</b>	<b>ADIF ETA RENFE</b>	<b>BERO-BOLADAK</b>	<b>AZPIEGITURAK:</b> ERRAILAK SIGI-SAGAN DEFORMATZEA, KATENARIEN DEFORMAZIOA, LANGILEAK TENPERATURA ALTUEN ERAGINPEAN, BASO-SUTEAK, AKATS ELEKTRIKO ETA ELEKTRONIKOAK <b>GELTOKIAK:</b> KONFORT-BALDINTZEN ALTERAZIOA <b>TRENAK:</b> AKATS ELEKTRIKO ETA ELEKTRONIKOAK ETA BIDAIARIEN KONFORT-BALDINTZEN ALTERAZIOAK
	<b>SARE METRIKOA</b>	<b>EAE</b>	<b>ETS ETA EUSKOTREN</b>	<b>HOTZ-BOLADAK</b>	<b>AZPIEGITURAK:</b> LANGILEAK TENPERATURA BAXUEN ERAGINPEAN, ERRAIETAKO HAUSKORTASUN HANDIAGOA, ORRATZ-ALDAKETEN BLOKEOAK ETA KATENARIK IZOZTEA <b>GELTOKIAK:</b> KONFORT-BALDINTZEN ALTERAZIOA ETA NASA IRRISTAKORRAGOAK <b>TRENAK:</b> ATEEN HUTSEGITEAK, LEIHOEN HAUSTURA, ABIARAZTEKO ARAZOAK ETA BALAZTEN EFIZIENTZIA TXIKIAGOA
<b>PORTU-SISTEMA ETA AIRE-SISTEMA</b>	<b>INTERES OROKORREKO PORTUAK</b>	<b>ESTATUA</b>	<b>PORTUKO AGINTARITZA</b>	<b>UDAKO TENPERATURAREN IGOERA</b>	ERRENDIMENDUAREN ERAGINA, KARGA-MURRIZKETAK, ATZERAPENAK EDO EZEZTAPENAK AZPIEGITURARI ETA EKIPAMENDUEI ERAGINDAKO KALTEAK SALGAIK HOZTEKO ENERGIA-KONTSUMOA HANDITZEA
	<b>PORTU AUTONOMIKOAK</b>	<b>EAE</b>	<b>EUSKO JAURLARITZA</b>	<b>PREZIPITAZIOA HANDITZEA</b>	LURREKO AZPIEGITUREN UHOLDEA EKIPAMENDUEN ETA SALGAIEN KALTEAK
	<b>INTERES OROKORREKO AIREPORTUA</b>	<b>ESTATUA</b>	<b>AENA</b>	<b>ITSAS MAILAREN IGOERA</b>	KOTA BAXUETAN KOKATUTAKO AIREPORTUEN UHOLDEA DIKEAK HUTS EGITEKO ETA APURTZEKO ARRISKU HANDIAGOA. DIKEAK GAINDITZEKO MAIZTASUNA HANDITZEA MANTENTZE-KOSTUAK HANDITZEA
				<b>MUTURREKO GERTAKARIEN MAIZTASUN HANDIAGOA</b>	HEGALDIEN ATZERAPENAK/EZEZTAPENAK AREAGOTZEA AZPIEGITURA OROKORREI ERAGINDAKO KALTEAK



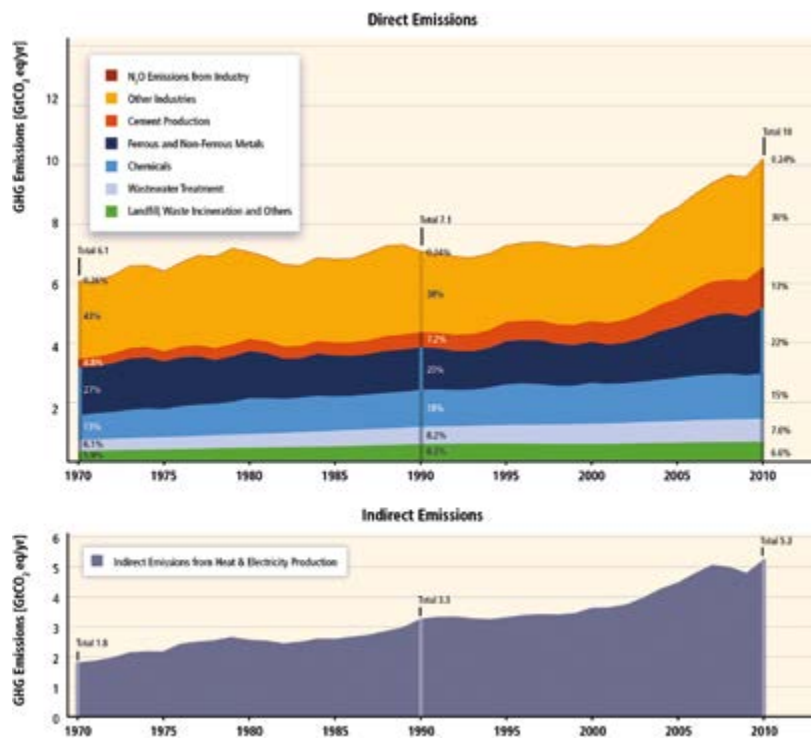
SS-3-482

## 14.1 SARRERA

**K**lima-aldaketaren eta industriaren arteko harremana, jarduera ekonomikoko beste sektore batzuekin gertatzen den bezala, arintzearen ikuspegitik aztertu izan da tradizioz. Horren arrazoia baliabideen kontsumo handia da, batez ere lehengaiak, ura eta energia, eta berotegi-efektuko gasen guztizko isuriei egiten dien ekarpena. Industriak isuri globalen % 6 inguru sortu zituen 2017an (Climate Watch<sup>7</sup>, World Resources Institute); 2018an % 8,8ra iritsi zen EBren kasua (EEA, 2020) eta % 18,3koa

Gipuzkoan 2018an bertan (Gipuzkoako BEG isuri inbentarioa, 2019).

Klima-aldaketak, aldi berean, arriskua dakar industria-sektore desberdinentzat. Horregatik, sektore horiek gero eta maizago ari dira inplementatzen, enpresa-estrategiaren barruko gako-elementu gisa, klima-aldaketa arintzeko/klima-aldaketara moldatzeko planak.



14.1. ird. Mundu osoko industria-sektoreen zuzeneko eta zeharkako isuriak. Iturria: IPCC (2014).

Testuinguru horren barruan, bai Klima-aldaketaren aurkako 2050erako Euskal Autonomia Erkidegoko Estrategia KLIMA 2050ek eta bai Gipuzkoako Klima Aldaketaren Aurkako Borroka Estrategiak (GKAABE) isuriak

murrizteko helburuak jarri dituzte datozen urteetarako. Horrek eskatzen du industria-sektoreak bere energia-eskaria murriztea eta baliabideak gehiago aprobetxatzea ekonomia zirkularren esparruan.

<sup>7</sup> <https://www.climatewatchdata.org/>

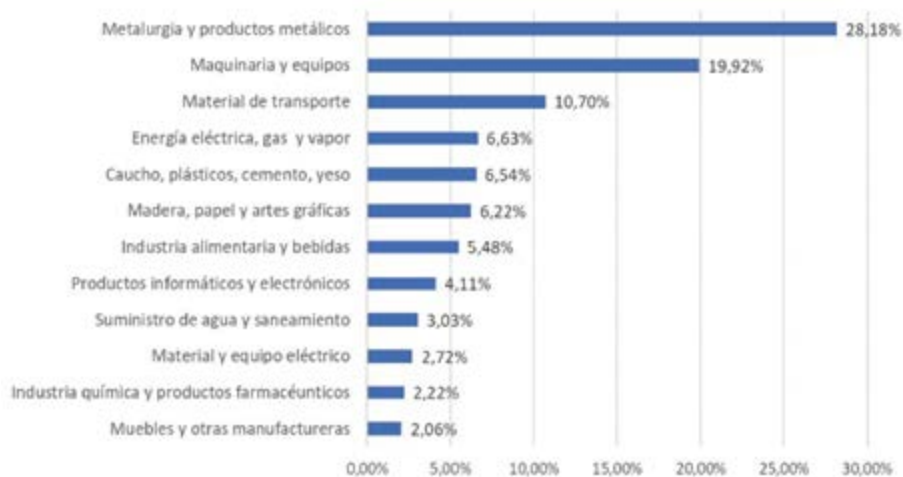
## 14.2 INDUSTRIA GIPUZKOAN

**N**ahiz eta Gipuzkoako ekonomiaren sektorerik garrantzitsuena, bai balio erantsian duen pisuagatik (% 65), bai enpleguan (% 70), zerbitzuen sektorea izan, industriaren sektorea garrantzitsua da oraindik ere Lurralde Historikoaren ekonomian, balio erantsi gordinaren % 27,7 sortzen duenez. Gipuzkoako industria-jarduera manufacturan oinarritzen da nagusiki, industria-jarduera guztiaren % 88 inguru hartzen duena.

Kanpoaldeko salmentak BPGd-aren % 30 dira, eta esportazio-bolumen oso garrantzitsua hartzen dute. 2019an Gipuzkoako Lurralde Historikoan esportatutako muga-zergen partida nagusiak trenbide eta tranbia autopropultsatuetarako automotorrak izan ziren (% 12,5),

ibilgailu automobilen zati eta osagarriak (% 9,0) eta aleatu gabeko burdinazko edo altzairuzko profilak (% 5,4). Inportazio nagusiak produktu mineralen (% 24,0), tarteko produktu metalikoen eta makineriaren ingurukoak dira (% 17,1).

Karbonoak ekonomian duen intentsitateari esker, lehen ondorioa lortuko da ekonomiaren kalteberatasun globalari dagokionez, isuri gutxiko ekoizpen-sistema batera moldatzearen aurrean. Gipuzkoan adierazle hori pixkanaka murriztu da, 2005eko BPGd unitate bakoitzeko 0,44 tona CO<sub>2</sub>-tik 2018ko 0,25 tonara; horrek esan nahi du % 43,7ko hobeakunza egon dela 2005en aldean. Horiek efizientzia handiagoa iradokitzen dute energiaren erabileran.



14.2. ird. Sortutako BEGd, industria-motaren arabera (industriaren gaineko %). 2018. urtea. Iturria: Eustat.

## 14.3 KLIMA-ALDAKETAREN ARRISKU ETA AUKERA NAGUSIAK GIPUZKOAKO ENPRESENTZAT

**K**lima-aldaketak sektore desberdinetan duen efektuaren analisia konplexua da, sektore eta konpainia bakoitzaren baldintza espezifikoaren mende baitago; izan ere, ekonomiaren globalizazioaren fenomeno delata-eta, sektore eta eskualde geografikoen arteko hedapen- eta transmisio-efektua du (tokiko, eskualdeko eta munduko aldaketen inpaktuekin). Arriskuarekin gauza bera gertatzen da: konpainia bakoitzaren sentikortasun-mailaren eta moldatze-gaitasunaren arabera izango da. Hala ere, sektore batzuek efektu handiagoa jasango dute klima-baldintzen zuzeneko mendekotasuna dutelako (lehen mailako jarduerak, nekazaritzako elikagaien sektorea, turismoa, etab.) edo klima-aldaketa arintzeko nahiz klima-aldaketara moldatzeko politiketan funtsezko sektoretzat hartzen direlako (garraioa, automozioa, energia, etab.).

Klima-aldaketak industria-sektoreetan izango dituen inpaktuak zuzenekoak izan daitezke (azpiegituran kalteak eragitea, garraioa eta hornidura-kateak etetea, zenbait baliabide edo lehengai gutxiago erabili ahal izatea) nahiz zeharkakoak (araudiaren aldaketak edo merkatuko aldaketak). Bestalde, garrantzitsua da azpimarratzea inpaktuak ez direla beti negatiboak soilik: klima-aldaketak aukera eta eskaera berriak planteatzen ditu klima-aldaketa arintzeko eta klima-aldaketaren inpaktuetara moldatzeko edo ingurumenaren aldetik ekoefizienteak diren eta ingurumena zaintzen duten produktu eta zerbitzu berriak ekoizteko.

Taula honetan jasotzen dira industria-sektoreari klima-aldaketak planteatutako arrisku, mehatxu eta aukera nagusiak.

14.1. taula. Klima-aldaketak industria-sektorean eragindako arrisku eta inpaktu nagusiak.

ARRISKUAK	INPAKTU/AUKERA NAGUSIAK
<b>TEMPERATUREN IGOERA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GIRO IREKIAN EGITEN DIREN EDO ERRENDIMENDUA OPTIMIZATZEKO EGONKORTASUN TERMIKOA MANTENDU BEHAR DUTEN EKOIZPEN-PROZESUEN GAINEKO ERAGINA.</li> <li>HOTZA BEHAR DUTEN INDUSTRIA-PROZESUAK HOZTEAREKIN LOTUTAKO ELEKTRIZITATE-KONTSUMO HANDIAGOAK.</li> <li>ARROETAKO EBAPOTRANSPIRAZIO HANDIAGOA ETA IBAIETAKO EMARIAK MURRIZTEA ETA, ONDORIOZ, UR-HORNIDURARAKO ESKURAGARRITASUNA MURRIZTEA.</li> <li>ERREGAI FOSILAK KONTSUMITZEN DITUZTEN MOTOR INDUSTRIALEN EFIZIENTZIA MURRIZTEA.</li> </ul>
<b>PREZIPITAZIOEN MURRIZKETA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UR-BALIABIDEEN MURRIZKETAK INPAKTUA IZANGO DU BEREZIKI UR-KONTSUMOA DUTEN INDUSTRIA-JARDUERA INTENTSIBOETAN (ADIBIDEZ, HOZTE-JARDUERETAN). URAREN ESKATZAILE NAGUSIAK: SIDERURGIA, PASTA ETA PAPEREA, KIMIKA ETA ELIKADURA.</li> </ul>
<b>MUTURREKO GERTAKARIAK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>INTENTSITATE HANDIKO EURITEEK UHOLDEAK ERAGIN DITZAKETE IBAI-HARANEN HONDOETAN ETA ALDATUTAKO ARROETAN KOKATUTAKO INDUSTRIA-INSTALAZIOETAN HALAKOETAN UHOLDEAK MAIZ GERTATZEN DIRENEAN.</li> <li>BERO-BOLADEK, HOTZ-BOLADEK ETA LEHORTEEK GERO ETA ENERGIA-ESKARI GARRANTZITSUAGOAK ERAGINGO DITUZTE.</li> <li>ERAGINA LANGILEEN SEGURTASUNEAN ETA OSASUNEAN (LAN-ORDUTEGIEN ALDAKETA).</li> </ul>
<b>ITSAS MAILAREN IGOERA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KOSTALDEAN KOKATUTAKO INDUSTRIA-AZPIEGITUREI ERAGINDAKO KALTEAK.</li> </ul>

ARRISKUAK	INPAKTU/AUKERA NAGUSIAK
<b>ALDAKETAK ARAUDIAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ARAUDIAK APLIKATZEAREN ONDORIOZKO KOSTUAK NAZIOARTEKOTZEA (KARBONO-ESKUBIDEEN MERKATUA).</li> <li>• KOSTU HANDIAGOAK ERREGAI FOSILEN ERABILERAKO SEKTORE INTENTSIBOETAN. LEHIAKORTASUNA GALTZEA.</li> <li>• ZIURGABETASUNA KONPROMISO POLITIKOEN IRISMENARI DAGOKIONEZ.</li> <li>• ZIURGABETASUNA FINANTZA-MERKATUETAN SARTZERAKOAN.</li> <li>• DESLOKALIZAZIOA LEHIAKORTASUN-ARRAZOIAK DIRELA-ETA.</li> </ul>
<b>ALDAKETAK BALIABIDEEN ESKURAGARRITASUNEAN ETA ESKARIAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IRISGARRITASUN GERO ETA MUGATUAGOA LEHENGAIETARA, URETARA EDO ENERGIA-BALIABIDEETARA. KOSTUEN GEHIKUNTZAK. KOSTUEN GEHIKUNTZA.</li> <li>• PROZESUAK BERREGOKITZEA ETA ERREGAIKAK EDO LEHENGAIKAK BESTE BATZUEKIN ORDEZTEKO BEHARRA.</li> <li>• PRODUKTUAK ETA ZERBITZUAK DESAGERTZEA/MURRIZTEA GAUR EGUNGO ERABILERAREN ALDEAN.</li> <li>• PRODUKTUAK ETA ZERBITZUAK ESKAINTZA BERRITZAILA JASANGARRIAGOEN AURREAN (PRODUKTU BERRIEN GARAPENA) DESPLAZATZEA.</li> <li>• MATERIAL JASANGARRI BERRIEN, ENERGIA-EFIZIENTZIAREN EDO CO<sub>2</sub> ATZEMATEKO ETA BILTEGIRATZEKO TEKNOLOGIEN SEKTOREARI BULTZATZEA.</li> </ul>

Gipuzkoa mailan, arrisku handieneko eremuak uholdeen esposiziopean daudenak dira. Uholde-arriskuaren Kudeaketa Planean (URA - Uraren Euskal Agentzia) ur-ibilguetatik gertu dauden eremu industrial ugari jaso dira (Irun, Eibar, Soralue, Bergara, Oñati, Arrasate, Eskoriatza...). Era berean, lurraldean gerta daitezkeen inpaktuekin batera, munduko gainerako eskualdeetako klima-gertakariak gehitu behar dira, negozio-bolumenaren zati handi bat nazioartekotuta baitago. Alde horretatik, hainbat azterketak adierazten dute klima-aldaketaren mugaz gaindiko efektuek eragina

izan dezaketela Europako barne-produktu gordinaren % 40an (Ciscar et al., 2018).

Lurralde historikoko industria-sektore jakin batzuetan –batez ere kalteberenetan: energia, turismoa, aseguruen jarduera...– aurreikusten diren inpaktu espezifikoak 2020ko uztailen argitaratutako ‘Klima-aldaketaren inpaktua eta harekiko kalteberatasuna Gipuzkoan: txostena’ txostenean xehetasun handiagoz aztertu dira.

## 14.4 ONDORIOAK

**K**lima-aldaketak enpresetan izango dituen inpaktu fisikoak zuzenak nahiz zeharkakoak izan daitezke. Lehenengoak beren kokapen espezifikoari lotuta egongo dira, eta garrantzitsuenak izango dira magnitude aldetik, kalte fisikoak eragingo dituztelako eta azpiegiturretan eta instalazioetan prezipitazio-gertakarien (uholdeen) edo muturreko beste gertakari batzuen (olatuen, ziklogenesien) ondorioz.

Zeharkako inpaktuak etorriko dira langileen osasunerako eta segurtasunerako arriskuetatik, logistika

eta hornidura-katetik eta energia-kontsumoa handitzearen ondoriozkoetatik nahiz muturreko gertakarietan industria-prozesuen efizientzia murriztearen ondoriozkoetatik. Zeharkako beste inpaktu batzuk arau eta araudi berrien ondoriozkoak izango dira, bereziki berotegi-efektuko gasuriei eta energia-kontsumoari dagokienez, nazioarteko merkatuetako aldaketei dagokionez eta produktuen eskarian edo kontsumo-irizpideetan izandako aldaketei dagokienez; hau da, enpresaren lehiakortasunari eragiten dioten aldaketei dagokionez. Enpresa gehienetan



zuzeneko nahiz zeharkako inpaktuetara moldatzeak prozesuak, produktuak, logistika eta abar aldatu beharra ekarriko du, eta horrek inbertsioak egitera behartuko du, lehiakortasunari zuzenean nahiz zeharka eraginez.

Muturreko gertaeren maiztasuna handitzeak –arriku handieneko azpiegituren gaineko inpaktuaz gain-garraio- eta banaketa-sareei eragingo die, kate logistikoa larri kaltetuz. Horrenbestez, nazioarteko merkataritza (inportazioak eta esportazioak) aldatu egin daiteke planeta osoan gertatzen diren tokiko eta eskualdeko gertakarien ondorioz. Garraio-mota guztiek (itsasokoak, lehorrekoak edo airekoak) jasango dute eragina, eta, horrela, garraio-kostuak handituko dira, eta produktuen edo lehengaien inportazioa eta/edo esportazioa eteteagatiko edo atzeratzeagatiko hornidura-denborei eragingo diete.

Azkenik, ezin da ahaztu klima-aldaketak aukera teknologiko berriak eta produktu nahiz negozio-eredu berriak ere sortuko dituela, baita lehiakortasuna hobetzekoak ere. Beraz, funtsezkoa izango da karbono gutxiko ekonomiaranzko trantsizioak eskaintzen dituen aukerak baliatzea produktu jasangarriagoak garatzeko edo merkatu berrietara hedatzeko. Gainera, kontsumo-ohiturak aldatuz gero, produktu, zerbitzu eta/edo negozio berrien aukerak sortuko dituzten behar berriak azalduko dira. Erabiltzaileen eta kontsumitzaileen ingurumen-kontzientzia handiagoaren testuinguruan, konpainien kudeaketa-sistema eta gizarte- eta klima-konpromisoa inbertsiogileentzat, erabiltzaileentzat eta bezeroentzat gero eta garrantzitsuagoak diren faktoreak dira.



SS-3-482



## 15.1 SARRERA

**T**urismoa, aisiarekin zerikusia duten jarduerekin batera, Gipuzkoan garrantzi handia duen sektorea da, eta azken urteotan pisu eta garrantzi handiagoa hartu du, turismoaren eskaintza eta jarduera horrekin zerikusia duen enpleguaren hazkundera erakutsiz. 2020ko sarreren eta ostatu-gauen ia % 60ko beherakada egon da

2020an, COVID-19ak eragindako pandemiaren inpaktuen ondorioz. Txosten honetan ez da kontuan hartu pandemiak turismoaren sektorean duen eragina, baina garrantzitsua izango da etorkizunean klima-aldaketaren inpaktuak sektore hori berreskuratzearekin eta eraldatzearekin nola lot daitezkeen aztertzea.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>SARRERAK</b>				1.194.470	1.204.395	1.293.239	1.365.778	591.902
<b>OSTATU-GAUAK</b>				2.471.121	2.475.575	2.736.196	2.878.528	1.212.166
<b>TURISMOAK EKONOMIARI EGINDAKO EKARPENAK</b>	7,3	7,4	7,6	7,7	7,6	7,6		
<b>GSKO LANEKO ALTEN AFILIAZIOAK</b>	30.034	30.827	31.927	33.397	34.572	35.377	36.469	34.512

15.1. taula. Sarrerak eta ostatu-gauak hoteletan, landa-ostatuetan eta apartamentu turistikoetan. Turismoak Gipuzkoako ekonomiari egindako ekarpenen bilakaera (BPGd-aren gaineko %) eta turismoarekin lotutako jardueretan gizarte-segurantzan alta emandako afiliazioen bilakaera. Iturria: Eustat eta Euskadiko Turismo Behatokia.

Turismo-helmuga aukeratzeko faktore ugari daude; besteak beste, turismo-helmugaren edertasuna, kultura-edo paisaia-interesa, zerbitzuak edo beste batzuk, hala nola segurtasun-baldintzak eta klima-baldintzak. Beraz, berotze globalak turismo-helmugei eragingo die, klima-baldintzak aldatzean eta muturreko gertakarien maiztasuna handitzean. Kantauriko kostaldean, oro har, klima-agertokiek turismoarentzat eta aisialdiarentzat onuragarriak diren baldintza klimatikoak proiektatzen dituzte udako, udaberriko eta udazkeneko urtaroen, tenperatura igo eta prezipitazioa gutxitzen baita,

turismo-denboraldia edo aire zabaleko praktikak luzatzea ahalbidetuz.

Klima-aldaketak turismoan duen ondorio nagusiak turismo-fluxuen birbanaketak dira, eta gehien kaltetuko diren turismo-modalitateak izango dira eguzkiarekin, hondartzarekin, elurrarekin eta naturaguneen gozamenarekin lotutakoak (AR4-IPCC, 2007). Era berean, inpaktuak aurreikusten dira turismo-baliabideetan (naturalak, kulturalak edo azpiegiturak) eta turismo-azpiegituretan (ostatuak, garraioa, turismo-azpiegitura espezifikokoak).

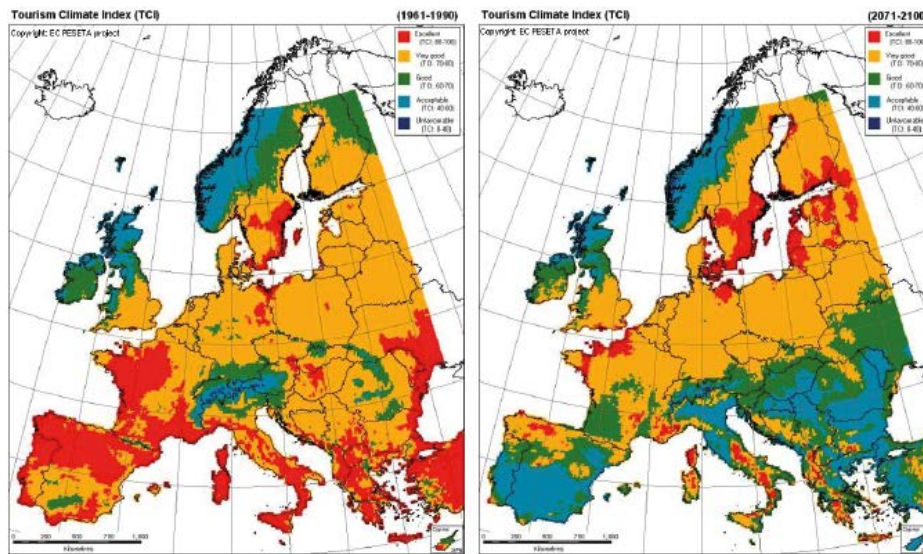
<b>TENPERATUREN IGOERA</b>	ALDAKETAK URTAROKOTASUNEAN, ALDAKETAK LANDAREEN ETA ANIMALIEN POPULAZIOETAN ETA BANAKETAN
<b>ITSAS MAILAREN IGOERA</b>	KOSTALDEKO LEHEN LERROKO BALIABIDEEN UHOLDEA ETA NARRIADURA, KOSTALDEKO HIGADURA, HONDARTZAREN AZALERAREN GALERA, BALIABIDEAK BABESTEKO ETA MANTENTZEKO KOSTU HANDIAGOAK
<b>PREZIPITAZIOA MURRITZEA ETA EBAPOTRANSPIRAZIOA HANDITZEA</b>	UR-BALIABIDEEN ESKASIA, SEKTOREEN ARTEKO URAREN ERABILERAREN INGURUKO GATAZKAK, BASO-SUTEEN GORAKADA
<b>EKAITZEN MAIZTASUNA ETA INTENSITATEA HANDITZEA</b>	AZPIEGITURA ETA BALIABIDE TURISTIKOETARAKO ARRISKUA, KOSTU/GALERA HANDIAGOAK ASEGURUETAN, ERAGIKETA TURISTIKOAK ETETEAREKIN LOTUTAKO KOSTUAK, KALTEAK ONDARE ARKITEKTONIKO, KULTURAL ETA NATURALEAN, ONDORIOAK URTAROKOTASUNEAN
<b>BASO-SUTEEN MAIZTASUN ETA INTENSITATE HANDIAGOAK</b>	ERAKARGARRI NATURALAK ETA ESPEZIEAK GALTZEA, UHOLDE-ARRISKUA HANDITZEA, TURISMO-AZPIEGITURAK KALTETZEA
<b>LURREKO ETA ITSASOKO BIODIBERTSITATEAREN ALDAKETAK</b>	ERAKARGARRITASUN NATURALEN ETA ESPEZIEEN GALERA, BESTE LATITUDE ETA INGURUMEN-BALDINTZA BATZUEKIN LOTUTAKO GAIXOTASUN BATZUEN AGERPENA AREAGOTZEA
<b>ALDAKETAK LURZORUAN (ADIBIDEZ, HIGADURA ETA IDORTASUNA)</b>	ARKEOLOGIA- ETA NATURA-BALIABIDEEN KALTEAK ETA GALERA, HELMUGEN ERAKARGARRITASUNEAN INPAKTUAK ERAGINEZ

15.2. taula. Klima-aldaketari lotutako inpaktu nagusien eta horiek turismoan dituzten ondorioen laburpena. Iturria: Becken-en egokitzapena (2010)

## 15.2 KLIMA-PROIEKZIOEK TURISMO-ETA AISIA-AHALMENEAN DUTEN EFEKTUA

**G**aur egun Gipuzkoa bisitatzeko duten turista gehienak udako hilabeteetan etortzen dira, baina azken urteotan bisitarien etengabeko igoera ikusten ari da udaberrian eta udazkenean. Gaur egungo udarako datu klimatologikoak erabiltzen badira turismorako egokia den tenperatura-tartearekin batera (20–27 °C) egutegi turistikoaren iraupena ezartzeko, ikusten da proiektatutako agertokietan uda-garaiaren bi muturretan pixkanaka handitzea, udazkenean zehar bereziki. Horrek, klimaren ikuspegitik behintzat, turismo-jardueraren aldia luzatzea lagun lezake, baita aire zabaleko aisialdiko jarduerak ere.

Udaberrirako, udarako eta udazkenerako RCP 8.5 agertokirako proiektatutako tenperaturek ez dute erakusten gehiegizko beroagatik klima-konfortaren galerarik ez eguneko orduetan, tenperatura maximoa 33 °C-tik gorakoa den egunen kopuru murriztagatik, ez gaueko orduetan ere ( $T > 20$  °C). Turismo-jardueretarako konfort termikoaren aldaketak aurreikusten dituen azterketa baten arabera, Mediterraneoeko edo Europako hegoaldeko beste eskualde batzuetako klima-konfortaren galerak Europako iparraldeko edo Kantauriko zonei mesede egin liezaieke, besteak beste, Gipuzkoari, bertan konfort termikoaren maila handia mantenduko baita (JRC, 2009).



15.1. ird. Udako konfort klimatikoan aurreikusitako aldaketak Europan, turismo-jarduerari dagokionez. 2071-2100 proiektzioa 1961-1990 aldiarekiko. Iturria: JRC, PESETA proiektua.

Aldaketa globalaren ondorioek ez diete berdin eragingo turismo mota desberdinei. Eguzki eta hondartzako turismoak, mendiko turismoak, naturako turismoak edo ekoturismoak eragin handiagoei egin

beharko diete aurre, beste zenbait turismo-motak bano, esaterako hiriko turismoak, kultura-turismoak edo ekitaldi eta konbentzioen turismoak.

## 15.2.1 EGUZKI ETA HONDARTZAKO TURISMOA

**U** dan eta udazkenean batez besteko eta gehieneko tenperaturetarako proiektatutako igoerek, prezipitazio-egunen kopurua murriztearekin batera, kostaldeko espazioak gehiago erabiltzea ekar lezakete. Hala ere, itsas mailaren igoerak eta kostaldeko higadurak mugatuko dituzte jarduera horiek, eta horrek esan nahi du hondartzen azalera murriztu egingo dela aisialdirako. Galera sedimentario horrek eta aisialdiaren intentsitatea areagotzeko eskaera horrek, epe luzean erabiltzaileen gogobetetasuna murriztea ekar lezakete, espazio

txikiagoak eta masifikazio handiagokoak sortuz. Azkenik, itsas mailaren igoerak, gainera, kostaldeko azpiegiturak kaltetzen dituzten muturreko gertakariak eta uholde iraunkorrak eragingo ditu, eta horrek galera handiak eragin diezazkioke itsasertzeko turismo-sektoreari. Beste faktore batzuek –esaterako, itsas intrusioek edo itsasoaren berotzeak– hezeguneak eta kostaldeko beste ekosistema batzuk kaltetu ditzakete, naturagune horiekin lotutako aisialdiko edo zientziako turismo-jarduerari eraginez.

## 15.2.2 HIRI-, KULTURA- ETA LANDA-TURISMOA

**L** itekeena da prezipitazioaren jaitsiera eta tenperaturen igoera era horretako turismorako estimulu bat izatea urteko garai jakin batzuetan. Eraikin historikoak eta ondare historikoa, oro har, kalteberagoak dira klima-aldaketarekiko,

uraren edo muturreko tenperaturen eraginez higadura eta korrosioa errazten duten materialak dituztelako, besteak beste.

## 15.2.3 NATURAKO TURISMOA

---

**P**aisaiaren eta naturaren edertasuna lurraldearen erakargarritasun nagusietako bat da. Gune babestuak paisaia eta aberastasun honi laguntzen dioten faktore nagusietako bat dira. Klima-aldaketa globalak eta horren ondoriozko berotzeak espazio horien balioa

alda lezake, klima-aldagaiak aldatu direlako, espazioak degradatu direlako eta, ondorioz, espezieen banaketa aldatu edo desagertu delako. Beraz, espazio horietan egiten diren jarduera ludikoek eragina izango lukete, baita horien natura-balioan ere.

## 15.3 INTENTSITATE TURISTIKO HANDIAGOAREN ONDORIOAK

---

**E**skariaren ikuspegitik, klima-aldaketak turismoan eta aisialdian izango duen eragin nagusia tenperaturaren batez besteko igoeraren ondoriozko ur-kontsumoaren igoera, eta, beraz, hidratazio-premia handiagoa. Ur-eskariaren igoera horren arrazoiak kontsumo zuzena, higiene pertsonala, lorategiak eta berdeguneak ureztatzea eta igerilekuak betetzea izango dira. Ur-eskariaren igoera hori udatik harago zabal daiteke,

turismorako eta aisialdirako epe optimoaren zabalkundeak eraginda. Eskariaren igoera horrekin batera –nahiz eta proiektzioen arabera ziurgabetasun-maila handia izan–, prezipitazioaren murrizketa egongo da, batez ere udan, eta uraren kalitateak okerrera egin dezake. Sektore honen etorkizuneko garapenean eta moldatzean kontuan hartu beharreko faktoreak izango dira.

## 15.4 ONDORIOAK

---

**T**urismoa, aisialdia eta aisia sektore ekonomiko garrantzitsu eta dinamiko gisa konfiguratzeko dira gaur egun; beraz, klima-baldintzen edozein aldaketak eragin handia izango du jardueraren hazkunde honetan. Turismoari eta klima-aldaketari dagozkion faktore ugari (ekonomikoak, soziologikoak, ingurumenekoak, politikoak, etab.) dagoenez, zaila da elkarren arteko erlazioa aztertzea, eta ezinezkoa da segurtasunez proiektatzea sisteman parte hartzen duten elementuetako batzuen portaera (demanda, eskaintza, eragileak eta merkatuko operadoreak).

Gipuzkoan, urteko tenperaturen batez besteko igoerak lurraldearen erakargarritasun turistikoa areagotu

lezake, beste helmuga ohikoagoen aldean baldintza oso onuragarriak eskaintzen dituelako. Hala ere, turismoaren eta harekin lotutako zenbait jardueraren hazkunde horrek presio handiagoa dakar ekosistema-zerbitzu batzuentzat, eta alderdi hori kontuan hartu behar da klima-aldaketara moldatzeko planak egiterakoan.

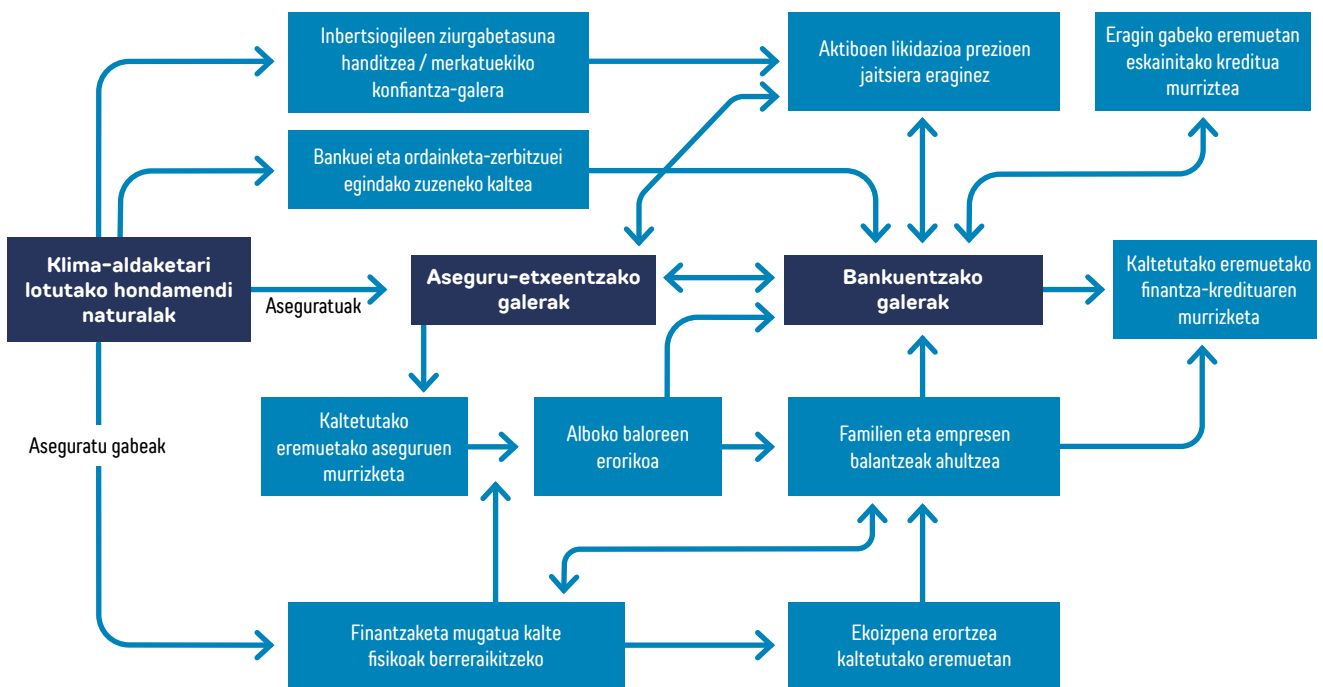
Halaber, COVID-19ak sortutako pandemiaren ondorioz sektoreak jasandako kolpe handiak (Gipuzkoako ostaturgaitan soilik % 50etik beherako jaitsierak) agerian utzi du egungo egitura ekonomiko birplanteatzeko beharra, lehiakortasuna hobetzeko eredu ekologikoagoen bidez, eta ez soilik osasun-larrialdi berrien aurrean, bai eta klima-aldaketaren mehatxuaren aurrean ere.



## 16.1 FINANTZA-ZERBITZUAK

**F**inantza-merkatuetan ere izango du eragina klima-aldaketak. Efektu kaltegarriek hainbat sektoreen hazkunde ekonomikoan dute eragina, industriakoen eta higiezinetakoen hazkunderan, besteak beste, haien aktiboek kalte egiten dietelako eta enpresen balioari eta kotizazioari eragiten dietelako. IPCCren bosgarren txostenak –eta bereziki, inpaktuei, moldatzeari eta

kalteberatasunari buruzko II. lantaldearen txostenak (Arent et al., 2014)– aipatzen du klima-aldaketak hainbat inpaktu izan ditzakeela aseguruaren sektorean. Jardueraren berezko arriskuei, hala nola aseguratuak egindako kalteen konpentsazioari, batu behar zaizkie erregulazio-esparruari, eraldaketa teknologikoei edo enpresen izen onarekin edo marka-irudiarekin lotutako arriskuak eta aukerak.



16.1. ird. Klima-aldaketak ekonomian eta aseguru-sektorean dituen inpaktuen eskema. Iturria: BBVA (2018).

Klima-aldaketak finantza-sektorean eta aseguruaren sektorean duen inpaktua arrisku hauetan laburbil daiteke:

- Arrisku fisikoak: fenomeno meteorologikoekin zuzenean erlazionatutako arriskuak, hala nola uholdeak edo bero-boladak. Fenomeno horien zuzeneko inpaktuak zein ondasunei eta pertsoneri eragindako kalteak hartzen ditu barnean, bai eta zeharkako inpaktuak ere, baliabideen eskasiaren ondorioz edo ekoizpen-katea etetearen ondorioz mozkinak galtzeagatik, esate baterako. Osasunarekin lotutako arrisku guztiak ere barne hartzen dituzte.
- Trantsizio-arriskuak: karbono gutxiko ekonomia bateranzko trantsizioaren ondoriozko finantza-arriskuak, sektore jakin batzuetako inbertsioetan balio-galera eraginez. Aseguru-etxeen kasuan, karbono-sektore intentsiboetako aseguru-primengatiko diru-sarrerak murrizteak izan ditzakeen inpaktuetara egokitu beharko dira.
- Erantzukizun-arriskuak: klima-aldaketak kaltetutako alderdiek egin ditzaketen erreklamazioen emaitza, kalte horien erantzulezotasunak jotzen dituzten beste batzuen aldetik konpentsazioa lortu nahi badute.

Klima-aldaketak aukera berriak ere badakartza finantza-sektorearentzat. Tenperaturaren igoera 1,5 °C mugatzeko helburuak BPGd globalaren % 2,5 inguruko inbertsioa beharko du hurrengo 15 urteetan, energia-sektorea soilik kontuan hartuz (IPCC, 2018). Era berean, Parisko Akordioan ezarritako isuriak murrizteko helburuak betetzeko, energia-azpiegiturak egokitu behar dira, erregai fosilen mendekotasuna murriztu, industria eta teknologia berriak sortu, eta moldatzerako azpiegiturretan eta sistemetan inbertitu behar da. Horrek guztiak negozio-aukera berriak eskatzen ditu. Parisko Akordioak aitortzen du "finantza-sistemaren garrantzia, ekonomia eredu jasangarri bihurtzeko beharrezko baliabideak modu efizientean bideratzeko". 2018ko martxoan, Europar Batasunak Batzordearen Ekintza Plana aurkeztu zuen ekonomia ekologikoago eta garbiago baterako. Plan horretan, bere estrategia sartzen zen finantza-sistemak klimari eta garapen jasangarriari buruzko EBko agenda babes zezan. Maileguen emakidari eta jarraipenari buruzko zuzentarauen bidez (Europako Banku Agintaritza, 2020) –2021eko ekainaren 30ean indarrean sartutakoak–, lortu nahi da banku-erakundeek IGG faktoreak (ingurumena, gizartea eta gobernu korporatiboa) arriskuaren joera- eta kudeaketa-politiketan eta kreditua emateko prozedurretan sartzea.

Azkenik, COVID-19ak sortutako pandemiaren ondorengo susperraldi ekonomikoa ekonomia jasangarriago baterantz bideratzeko aukera bat da, klima-aldaketa arintzearekin eta klima-aldaketara moldatzearekin bat.

## 16.2 ASEGURUEN SEKTOREA

**K**lima-arriskuak inpaktu handia sortzen dute gizartean, eta, beraz, aseguruaren sektorean; izan ere, arrisku horiekin lotutako gertakariak hainbat izaeratako eta, oro har, inpaktu ekonomiko handiko ezbeharrak sor ditzakete.

Espanian, klima-arrisku katastrofikoak ezohiko arrisku delakoen zati bat dira, neurri handi batean Aseguruaren Konpentsazio Partzuergoak (AKPk) estaltzen dituenak, baina baita aseguru-erakunde pribatuak ere, eta horiek arrisku horien estaldura eman dezakete AKPk halakorik eskaintzen ez duen arloetan. Gipuzkoan, ezohiko uholdeak eta ekaitz ziklonikoak dira inpaktu ekonomiko handiena eragiten duten gertakariak.

Litekeena da klima-aldaketak zenbait arrisku hidrometeorologikoren arriskugarritasuna aldatzea, hala nola haize gogorrak, ibaietako eta kostaldeko uholdeak eta edo itsas enbatak. Arrisku horietako batzuk gaur egun Aseguruaren Konpentsazio Partzuergoak<sup>8</sup> kudeatzen dituen Ezohiko Arriskuen Sistemaren sartuta daude. Hala ere, arriskugarritasunak gora egin arren, eta klima-aldaketaren eragina baztertu gabe, etorkizunean proiektatutako galera gehienak aseguratutako ondasunen kontzentrazio handiagoak arrisku-eremuetan eta horien balio ekonomiko handiagoak eragindakoak dira.

<sup>8</sup> Nahitaezko berme horrek estaltzen dituen fenomeno naturalak hauek dira: ezohiko uholdeak, lurrikarak eta itsasikarak, sumendien erupzioak, ezohiko ekaitz ziklonikoa (120 km/h-tik gorako ezohiko haize-boladak eta tornadoak barne) eta gorputz sideralak eta aerolitoak erortzea. Partzuergoak aseguru pribatuaren gizarte-mekanismo osagarri gisa jarduten du, hondamen-arriskuak estaltzean, gertakari horiek sor ditzaketen galera-potentzial handia kontuan hartuta.



ARRISKU KLIMATIKOAK		INPAKTUAK			ESTALDURA		
		ONDASUNAK	PERTSONAK	NEKAZARITZA / ABELTZAINITZA	MERKATARITZA	ASEGURU-ETXE PRIBATUAK	EKAZARITZA-SEGURUA
<b>APARTEKO KLIMA-ARRISKUAK</b>	UHOLDEAK	✓	✓	✓	✓		✓
	ITSAS-ENBATEA	✓	✓		✓		
	HAIZE BORTITZAK (> 120 KM/H)	✓	✓	✓	✓		✓
	TORNADOAK	✓	✓	✓	✓		✓
<b>ARRISKU NATURAL KLIMATIKOAK</b>	BASO-SUTEAK	✓	✓	✓		✓	✓
	PREZIPITAZIOA	✓	✓	✓		✓	✓
	ELURRA	✓	✓	✓		✓	✓
	TXINGORRA	✓	✓	✓		✓	✓
	LUIZIAK	✓	✓			✓	✓
	LURREN IRRISTATZEAK	✓	✓			✓	
	HAIZE BORTITZAK (< 120 KM/H)	✓	✓	✓		✓	✓
	LEHORTEA			✓			✓
	IZOZTEAK			✓			✓
<b>ARRISKU BERRIAK</b>	BERO-BOLADAK	✓	✓	✓		✓	✓
	HOTZ-BOLADAK	✓	✓	✓		✓	✓
	PANDEMIA	✓	✓	✓		✓	✓
	BESTE BATZUK	✓	✓	✓			

16.1. taula. Estatu mailako klima-arrisku nagusien eta aseguruaren sektorearen arteko harremana. Iturria: Hidalgo Pérez (2020).

\* Aseguru-etxeek aparteko arrisku batzuk izan ditzakee CCSk askaintzen ez dituen lekuetan.

Baina klima-arriskuak ezohikoak baino harago doaz, eta garrantzitsua da arrisku horiek identifikatzea eta aseguruaren sektorean eragin ditzaketen inpaktuak

ezagutzea, klima-agertoki berrien eta aseguruaren zenbait arrisku eta arloren estalduran izan ditzaketen inplikazioen arteko harremanak finkatzeko asmoz.

ARLOA	KLIMA-ALDAKETAK ARRISKU-ARLO ARRUNTETAN IZAN DITZAKEEN ERAGINAK
<b>BIZITZA</b>	BERO-BOLADEN ETA TENPERATURAREN IGOERAREN ONDORIOZKO HERIOTZAK IGOTZEA, , GAIXOTASUN BEKTORIALAK, ETAB.
<b>ISTRIPUAK</b>	FENOMENO METEOROLOGIKO KALTEGARRIEK ERAGINDAKO ISTRIPUAK AREAGOTZEA: TXINGORRA, EKAITZAK, INTENSITATE HANDIKO EURIAK, HAIZEA, ETAB.
<b>GAIXOTASUNA</b>	GAIXOTASUNAK UGALTZEA TENPERATURA-IGOERAREN ONDORIOZ ETA BEKTOREEK TRANSMITITUAK
<b>ETXEA</b>	EKAITZ ELEKTRIKOEK, TXINGORRAK, EURITE IRAUNKORREK ETA ABARREK ERAGINDAKO KALTEAK HANDITZEA.
<b>AUTOA</b>	TENPERATURA ALTUEK ETA BERO-BOLADEK ERAGINDAKO MATXUREN IGOERA; TXINGORRAK, HAIZEAK ETA ABARREK ERAGINDAKO KALTEAK.
<b>BIDAIA-LAGUNTZA</b>	MUTURREKO KLIMA-GERTAKARIEK, ELUR-JAUSIEK, UHOLDEEK ETA ABARREK ERAGINDAKO EZBEHARREN IGOERA.
<b>GARRAIOA</b>	EZBEHARRAK UGALTZEA KLIMA-BALDINTZAK OKERTU EGIN DIRELAKO, ERREPIDEEN MOZKETAK, AZPIEGITURETAKO KALTEAK, ETAB.

16.2. taula. Klima-aldaketaren eragin nagusiak kalte- eta bizitza-aseguruaren arloan. Iturria: Hidalgo Pérez (2020).

Aseguruaren Konpentsazio Partzuergoaren gaineko inpaktua uholdeen eta muturreko haizeen fenomeno bilakaeraren arabera izango da; seguruaren, maiztasuna ez da igoko mendean zehar, baina agian intentsitatea bai.

Aseguruaren Konpentsazio Partzuergoaren egoteak klima-aldaketaren inpaktuak arindu ahal izango ditu epe laburrean aseguruak gehiegi garestitu gabe. Aseguruaren Konpentsazio Partzuergoak adierazi duenez, aseguruaren txertaketak gora egin duen aseguru-merkatuan baldintza berak mantentzen badira, hau da, polizen kopurua eta aseguraturako ondasunen balio handiagoa, Ezohiko Arriskuen Sistemak bere gain har dezake 2050era arte, aldaketarik gabe, ezbehar-tasa % 15-20 igotzea klima-aldaketaren zuzeneko arriskuen ondorioz (Alvarez et al., 2016). Hala ere, arrisku berriak ezagutu behar dira – bero-boladek osasunean duten eragina, pandemiak...-, sistema moldatzeko eta arrisku berrietarako estaldurak eskaintzeko.

Aurreikusten da aseguru-etxeek ezbehar-tasa handiagoa izango dutela bizitza-, osasun- eta istripu-aseguruaren arloan, nagusiki tenperatura-igoerarekin, lehorteeekin, bero-boladekin, harri-erauntsiekin eta

gaixotasunekin zerikusia duten fenomenoengatik. Ildo horretan, beharrezkoa da ikerketa-arloko baliabideak handitzea, mendean zehar agertoki desberdinetarako aurreikusitako eragin-maila zehatzago ezagutzeko.

Epidemiak eta pandemiak aseguruaren estalduretatik kanpo egon ohi dira, aurreikusi ezinako arriskua direlako, baina aurreikusten da halakoen intzidentziak –bizitzarekin eta osasunarekin zuzenean lotuta daudenez– osasunaren, bizitzaren eta osasun-laguntzaren arloetako ezbehar-tasaren igoera eragin dezakeela.

Hala ere, aurreikuspen negatibo horien aurrean, aseguruaren sektoreak zeregin garrantzitsua du klima-aldaketara moldatzeko prozesuan klima-arriskuak kudeatzeko tresna gisa, eta horrek aukera emango dio gizarteari muturreko klima-gertakarien ondorioz sortutako galerak arintzeko. Gainera, sektore horrek arriskua murrizteko neurriak ezartzea ere bultzatzen du. Aseguru-etxeen beste tresna potentzial bat karbono gutxiko sektoreetan inbertitzea da, kontuan hartuz sektoreko inbertsio-zorrotza 30 bilioi dolar estatubatuarrean baloratuta dagoela.





# AIIV

**Itsasoko eta kostaldeko  
adierazleen bilakaerari  
buruzko txostena. Gipuzkoako  
Itsasertzeko Behatokia**



**Naturklima**

Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa

**Gipuzkoako  
Foru Aldundia**  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



**ETORKIZUNA ORAIN**  
Es futuro





## SARRERA

**O**zeanoak zerbitzu ugari eskaintzen ditu: klima globalaren erregulazioa, energia eta mantenu gaiak, garraioa, aisialdi-jarduerak eta itsasertzeko komunitateetarako baliabideak. Horren ondorioz, eremu bereziki erakargarriak dira ozeanoak, munduko biztanle gehienak biltzen dituztenak. Gipuzkoako itsasertzean ere bai, bertan lurraldeko biztanleriaren % 37,6 biltzen baita. Hala ere, aurreikusten da klima-aldaketak aldaketa garrantzitsuak eragitea ozeanoen propietateetan eta horrek inpaktu ugari sortuko dituela, itsasoko ekosistemen eta kostaldeko komunitateen kalteberatasuna handituz.

Ozeanoen klima erregulatzeko eta klima-aldaketa modulatzeko funtzioa CO<sub>2</sub> eta beroa atzitzeko eta birbanatzeko duten gaitasunari zor zaizkio. Kalkulatu da berotegi-efektuko gasek Lurrean harrapatutako gehiegizko beroaren % 93 inguru ozeanoetan metatzen dela (Church et al., 2011; Levitus et al., 2012; Cheng et al., 2019). Atmosferara askatutako CO<sub>2</sub> biltegitratzeko eta banatzeko ahalmenaren ondorioz, ozeanoa Lurreko bigarren karbono-hustulekua da (jatorri antropogenikoko CO<sub>2</sub>-aren % 20-30 inguruko xurgapena) (AR5-IPCC, 2013). Hala ere, xurgapen horiek eragiten dituzte, besteak beste, berotzea, itsas mailaren igoera, kostaldeko ekaitzak eta oreka kimikoen aldaketak, hala nola azidotzea; horiek guztiak klima-aldaketak itsasoko ekosistemetan duen inpaktuaren adierazleak dira. Hauek dira klima-aldaketak kostaldeko eremuetan eragiten dituen efektu nagusiak:

- Itsas mailaren igoera: agertoki guztiek itsas mailaren igoera bizkortzea proiektatzen dute mendearen amaieran, maila globaleko igoerekin: 0,43 m (0,29 – 0,59 m) RCP2.6 agertokirako eta 0,84 m (0,61 – 1,10 m) agertoki txarreneko (RCP8.5) 2100en, 1986-2005 aldiarekiko (IPCC, 2019).
- Ekaitzak: tenperaturaren igoerak, prezipitazioen, olatuen eta haizearen patroian izandako aldaketekin batera, ekaitz gogorragoak eragin ditzakete kostaldean. Horrek kostaldeko uholde-arriskua areagotu eta higadura-erritmoa bizkortu dezake, kostaldeko ekosistemak degradatuz.
- Berotzea eta azidotzea: ozeanoak berotzen jarraituko du XXI. mendean zehar, eta baliteke tenperatura 2-4 (RCP2.6) eta 5-7 (RCP8.5) artean igoetzea 1970arekiko (IPCC, 2019). Aldaketa horiek eragina izango dute ozeanoko zirkulazioan, izotz-bolumenak murriztuko dituzte, eta itsas mailaren igoera bizkortuko dute. Itsas espezieen tamainari, banaketari eta metabolismoari ere eragingo die.

Dagoeneko ikusten ari diren aldaketa horiek datozen hamarkadetan aurrera jarraituko dute. Horregatik, beharrezkoa da klima-aldaketaren ondorioz ozeanoak zer-nolako bilakaera izango duen hobeto ulertzea eta klima-aldaketak gure kostaldean zein inpaktu izango dituen jakitea. Informazio horri esker, aldaketa horietara moldatu ahal izango gara.

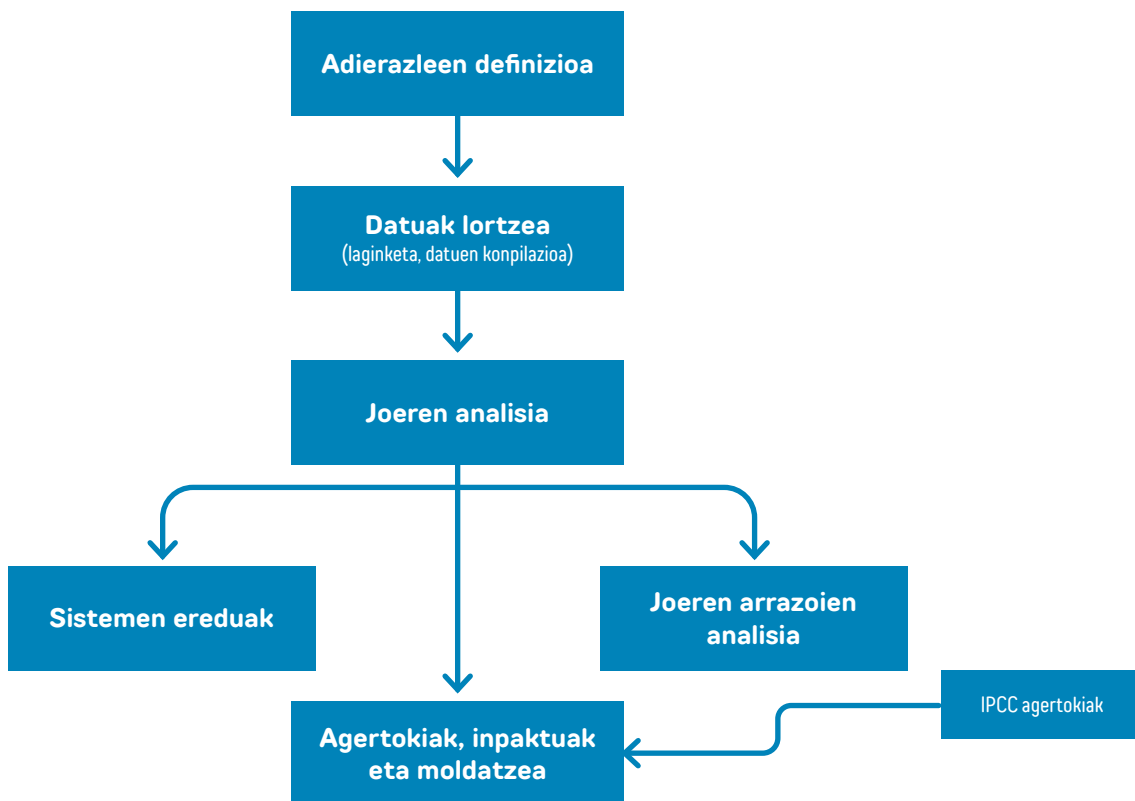
Gipuzkoako Itsasertzeko Behatokiaren azken helburua da denbora-serie luzeak lortzea klima-aldaketaren agertokiak hobetzeko eta sistema horrek zer-nolako bilakaera izango duen jakiteko, hartara etorkizuneko arrisku posibleei aurrea hartu ahal izateko eta arrisku horiek minimizatzeke moldatze-neurriak erabaki ahal izateko.

Tokiko eta eskualdeko mailan, aipatutako prozesu horietako askok dinamika eta inpaktu bakarrak dituzte, bereiziak. Horregatik, beharrezkoak dira epe luzeko eta integratutako monitorizazio- eta jarraipen-programa jarraituak, funtsezko aldagai ozeanografiko desberdinen behaketa-serie luzeak lortzeko. Gerora, serie horiek ozeanoaren egoera, aldakortasuna eta funtzionamendua ezagutzen lagunduko digute, eta presio antropikoen eta klima-aldaketaren ondorioz ozeanoan eta itsasertzean gertatzen diren aldaketak eta inpaktuak detektatzen eta aurreikusten.

Zehazki, hauek dira Gipuzkoako Itsasertzeko Behatokiaren helburuak:

- Gipuzkoako kostaldean baldintza fisiko-kimiko nahiz biologikoetan eta ingurumen-baldintzetan izandako aldaketak hobeto ezagutzea.
- Behatutako aldaketen arrazoiak ulertu ahal izatea, joerak eta aldaketa-patroiak aztertzea eta behatutako aldaketak kausa desberdinei egotzea, hala nola sistemaren aldakortasun naturalari edo klima-aldaketak eragindakoei.
- Klima-aldaketak itsasoko ekosistemetan izan ditzakeen inpaktuak eta bestelako presio batzuk aurreikustea.

Helburu horiek behatokiaren jarduera-eskema honetan islatzen dira:



1. ird. Gipuzkoako Itsasertzeko Behatokiaren lan-eskema.



Lehen fase batean Gipuzkoako itsasertzeko klima-aldaketaren adierazle fisiko-kimikoak eta biologikoak definitu dira; denbora-serieak aztertzeke metodologia ezarri da; eta serie horiek bildu eta aldaketa-joerak aztertu dira. Zenbait kasutan, gainera, aldaketa horien arrazoiak zehaztu ahal izan dira (Chust et al., 2020), eta hurrengo urteetan azterketa horretan sakonduko da.

Horri guztiari esker, arriskuei aurrea hartu ahal izango diegu, eta itsasertzean beharrezkoak diren moldatze-irizpideak baliatu. Horrekin, Gipuzkoako Klima Aldaketaren Aurkako Borroka Estrategia (GKAABE) 2050en hiru jomugari lagundu nahi zaie:

- 3. jomuga: Lurraldearen efizientzia eta erresilientzia areagotzea. Zehazki, jarduketa-lerro honi: 3.3 “Klima-aldaketa integratzea hondartzen, estuarioen eta dunen kudeaketan”.
- 4. jomuga: Natura-ingurunearen erresilientzia handitzea.
- 7. jomuga: Arriskuei aurrea hartzea. 7.2 ekintza (“Arriskuen kartografia, modelizazioa eta monitorizazioa eguneratzea eta hobetzea”) eta 7.3 ekintza (“Klima-aldaketak lurraldean dituen inpaktuen monitorizazioa eta jarraipena”).

## METODOLOGIA

---

**K**lima-aldaketaren adierazle batzuk identifikatu dira Gipuzkoako kostalderako, klima-aldaketaren ondorioz alda daitezkeen aldagai fisiko-kimikoak, geomorfologikoak eta biologikoak barne.

Adierazle desberdinak hautatzeko, Estatu Batuetako ingurumena babesteko agentziak (U.S. Environmental Protection Agency, EPA, 2016) eta Klima Behatzeko Munduko Sistemak (GCOS) erabilitako irizpideak baliatu dira. Adierazle horiek ezaugarri hauek betetzen dituzte:

1. Joerak erakutsi behar dituzte denboran zehar.
2. Datuek uneko behaketetatik etorri behar dute.
3. Datuek eskualdearen adierazgarri izan behar dute.
4. Datuek sinesgarriak, fidagarriak, kalitatezkoak eta argitaratuak izan behar dute.
5. Ziurgabetasunaren informazioak eskuragarri egon behar du. Aldakortasuna eta mugak aztertu egin behar dira.
6. Adierazleak nazio-mailako eta giza sistemetarako edo sistema naturaletarako garrantzitsuak diren alderdiei buruzko informazioa eman behar du.

7. Konexioa klima-aldaketarekin. Adierazlearen eta klima-aldaketaren arteko harremanak argitaratutako eta berrikusitako datuetan oinarrituta egon behar du.
8. Datu eta metodo gardenak, erreproduzigarriak eta objektiboak.

19 adierazle definitu dira guztira, klimaren adierazleak nahiz klima-aldaketaren ondorioz alda daitezkeen aldagaiak estaltzen dituztenak. Emandako informazioaren eta lotutako sistemaren arabera, datu horiek adierazte hauetan sailkatu dira: (7) itsasoko adierazle fisiko-kimiko; (5) adierazle atmosferiko eta hidrológico; (2) kostaldeko higaduraren adierazle geomorfologiko; eta (5) adierazle biologiko eta itsas ekosistemakoak. Adierazle horiek, halaber, honela taldekatu dira: klima-aldaketari berari buruzkoak; klima-aldaketa horren inpaktuari buruzkoak; eta lurraldearen erresilientziari buruzkoak.

**Klima-aldaketaren adierazleak**

- Itsasoko temperatura
- Gazitasuna
- Neguko nahasketa-geruza, termoklina eta estratifikazioa
- Oxigeno disolbatua
- Mantenugaiak
- Itsas maila
- Olatuak
- Airearen temperatura
- Intsolazioa
- Haizea
- Prezipitazioa
- Ibai-emariak estuarioetan

**Klima-aldaketaren inpaktuaren adierazleak**

- Kosta-lerroa
- Hondartzen morfologia
- Bakteria
- Fitoplanktona
- Makroalga komunitateak
- Makroornogabe bentikoak
- Arrainak

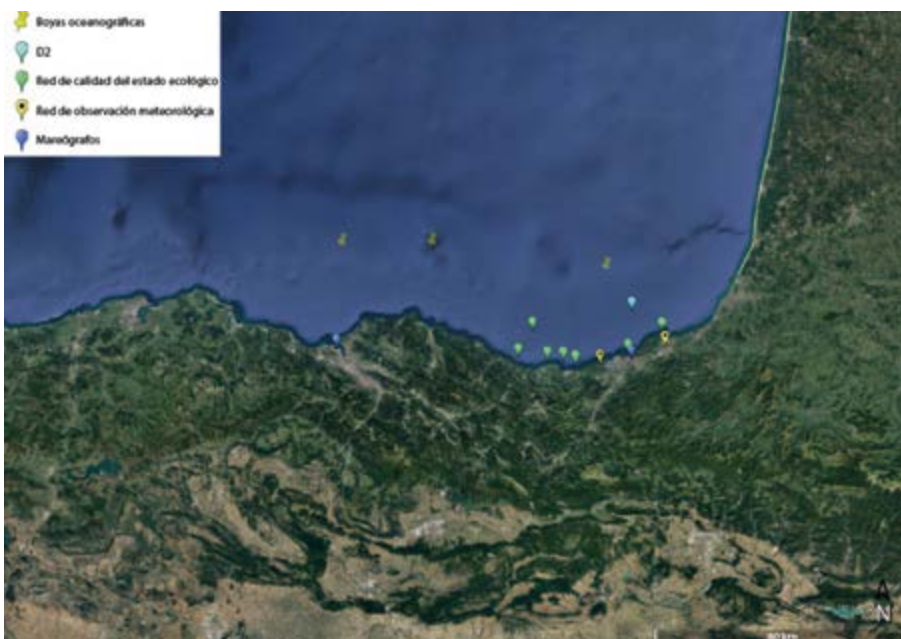
**Klima-aldaketaren erresilientziaren adierazleak**

- Kosta-lerroa
- Hondartzen morfologia
- Makroalga komunitateak
- Makroornogabe bentikoak
- Arrainak

2. ird. Definitutako adierazleen zerrenda ematen duten informazioaren arabera.

Adierazle desberdinak eta adierazleetan behatutako joerak kalkulatzeko, plataforma kontinentalari buruz egindako behaketa-multzo zabal bat erabili da, hala nola Estatuko Portuek, Ozeanografiaren Espainiako Institutuak, Eusko Jaurlaritzaren Larrialdiei Aurre Egiteko eta Meteorologiako Zuzendaritzak eta BIMEP-EVEK jasotako denbora errealeko neurketak. Denbora errealeko behaketen multzo hori *in-situ* egindako neurketekin osatzen da: AZTIren “Aldakuntzak” proiektuari lotutako kanpainetan, arrantza-stocken ebaluazio-kanpainetan (antxoak, berdela eta txitxarroa) edo EAEko Egoera Ekologikoaren Kalitate Sarearen bitartez egindakoekin, hain zuzen.

Gainera, Gipuzkoako kostalderako datu gehigarriak eta eskuragarriak erabiltzen dira, hala nola AEMETen azaleko behaketa meteorologikoen sarea; Ingurumena eta Obra Hidraulikoak Departamentuaren Ingurumen Zuzendaritza Nagusiko Itsasertzeko Bideometria Foru Sarea; Ingurumena eta Obra Hidraulikoak Departamentuaren Ingurumen Zuzendaritza Nagusiko estazio iraunkorren sarea; satelite-irudiak (hainbat sentsore eta orbita polarreko satelite, NOAA-AVHRR, MODIS-AQUA, MODIS-TERRA, VIIRS, AMSRE, ESA/NASA) eta berranalisi-datuak (NOAA OI SST V2 High Resolution, OISSTV2; Estatuko Portuetako SIMAR, IBI-MFC de CMEMS, GOW - IHCantabria).



3. ird. Aldagai fisiko-kimiko eta biologikoen jarraipen-programa nagusiak; bertan biltzen diren datuetatik eratorzen dira klima-aldaketaren adierazleak.

Adierazle desberdinetarako denbora- eta/edo espazio-serieak identifikatu eta hautatu ondoren, analisi-metodo desberdinak erabili dira, aldagai bakoitzerako espezifikoak eta datuen eskuragarritasunaren arabera, adierazlearen aldi baterako aldakuntzak eta aldakuntza horien eta gure eremuari dagokion klima-aldaketaren arteko harremana ezartzeko helburuarekin. Klima-aldaketak, oro har, aurrerapen oso graduala du denboran (SROCC, 2019). Esate baterako, urtaroko aldakortasunarekin alderatuz gero, adierazlearen aldakuntzaren eta klima-aldaketaren arteko harremana joera lineal gisa ezarri da denboran, eta/edo adierazlearen eta klima-aldagaiaren arteko harreman bat klima-aldaketarekin zuzenago lotuta (adibidez, espezie baten latitudeko desplazamendua tenperaturaren igoeraren ondorioz). Horretarako, aldi baterako serie guztietan joeraren osagai ziklikoa (eguneroko, urtaroko, urtearteko edo hamarkaden arteko aldakuntzak) bereizten saiatu da, eta azken hori da aldagaiaren batez besteko

balioan epe luzera izandako bilakaeraren berri ematen duen osagai interesgarria. Hainbat analisi-teknika aplikatu dira: maiztasun handia ezabatzeko eta epe luzeko aldakortasuna harrapatzeko iragazkien aplikazioa; maiztasun jakin batzuen aldakortasuna ezabatzeko analisi harmonikoa; erregresio linealaren edo eredu gehigarri orokorraren (GAM) bidezko joera-analisirako metodoak; edo muturreko erregimenak aztertze metodoak, hala nola urteko maximoen metodoa edo atalase baten gaineko eszedentzien metodoa.

GAMak tresna erabilgarriak dira autokorrelazioa duten denbora-serieak aztertze, laginketa irregularra eta urtaro-ziklo konplexuak edo argi definitu gabeak dituztenak (Simpson, 2018). Ezaugarri horiek direla-eta, aldagai fisiko-kimikoen joerak, urtarokotasun-joera (fenologia), muturreko gertakarien joera edo komunitatearen osaeraren aldaketen analisia egiteko txosten honetan erabili den tresna nagusia da.



# KLIMA-ALDAKETAREN ADIERAZLEEN DENBORA-SERIEEN ANALISIA

## ITSASOKO ADIERAZLE FISIKO-KIMIKOAK

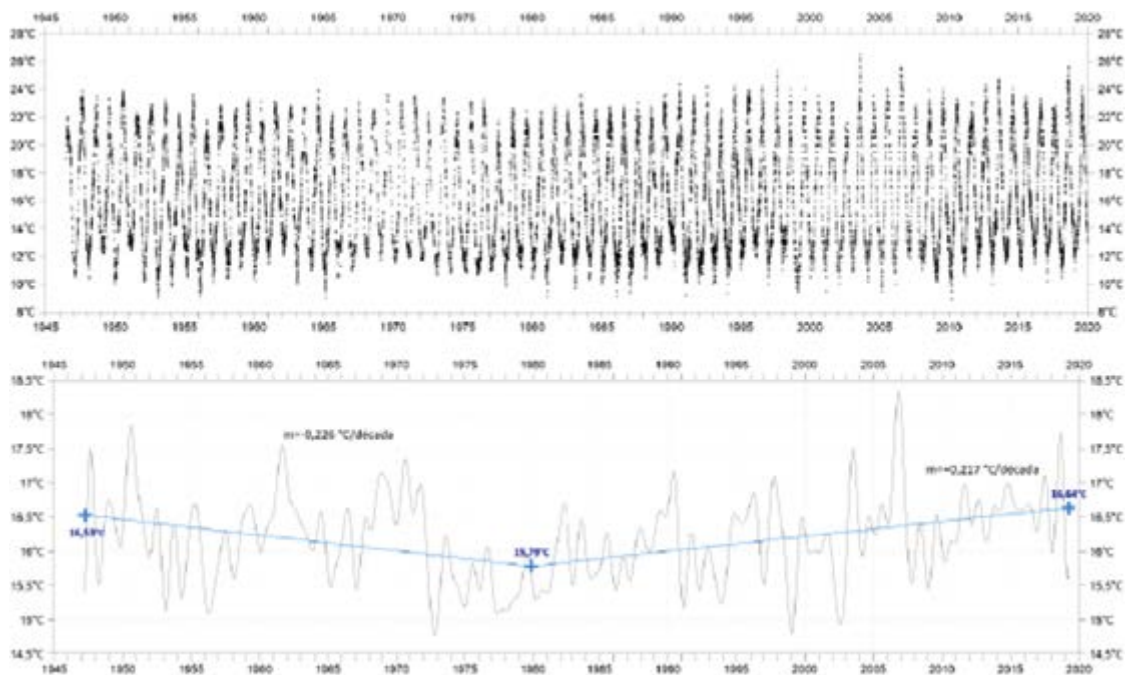
### ITSASOKO TENPERATURA

**T**emperatura da klima-sistemakomplexuaren funtsezko aldagaietako bat. Ur-zutabeen integratutako temperatura ozeanoaren bero-edukiaren adierazle bat da; izan ere, ozeanoak atmosferarenak baino askoz bero-kantitate handiagoak xurgatzen eta biltegitzen ditu, eta sistemaren “oroimena” irudikatzen du, ozeanoko aldaketen denbora-eskala handia dela-eta.

Azken hamarkadetan planetan metatutako beroaren % 90 inguru ozeanoan biltegitratu da nagusiki, eta, beraz, ozeanoko bero-edukia berotze globalaren adierazle ona

da. Gainera, tenperaturak baldintzatzen ditu, besteak beste, espezieen biziraupena, banaketa eta metabolismoa; ozeanoko korronteak; eta gasen trukea atmosferarekin (uren azidotzea eta oxigenazioa kontrolatzen dute). Horren guztiaren ondorioz, itsasoko tenperaturaren denbora-serieen analisia funtsezko klima-adierazlea da.

Uren tenperaturaren aldagaiak informazio historikoa du Gipuzkoako kostaldean, batez ere gainazaleko tenperaturari dagokionak, 1946az geroztik Donostiako Aquariumean erregistroak egiten baitira egunero.



4. ird. Donostiako Aquariumaren gainazaleko temperatura denbora-seriearen hasieratik gaur egunera arte (1946–2019). Goian: denbora-seriea. Behean: iragazitako datuak ( $T < 1$  urte gabe), joera-aldaketaren analisia.

Aquariumeko tenperaturaren denbora-seriearen analisiak bi aldi desberdin erakusten ditu: lehenengoa, 1946tik 1980ra bitartean, hozteko joerarekin; eta bigarrena, 1980tik 2019ra bitartean, tenperatura igotzeko joerarekin ( $0,23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$ -koa hamarkada bakoitzeko).

Tokian bertan hartutako gainazaleko datu horiek konbinatuz sateliteen, berranalisiaren eta ur-zutabe

datuekin, baita eskualde horretako aurreko azterketekin ere, ondorioztatu daiteke Bizkaiko golkoko hego-ekialdean itsasoaren berotzea gertatu dela. 1980tik aurrera, berotze-tasa  $0,10$ tik  $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra bitartekoa da hamarkada bakoitzeko, hainbat tasarekin hainbat alditarako (1980–2019, 1986–2019, 2003–2019) eta berotze-tasa altuagoekin gainazalean 0 eta 100 m arteko zutabearekin alderatuta.

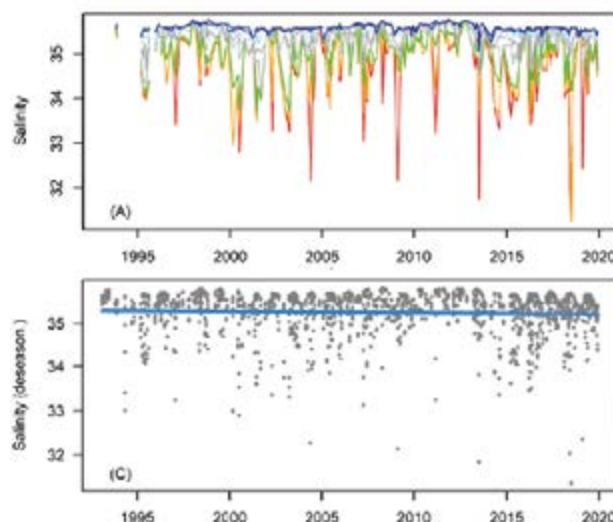
## Kantauri itsasoan berotzea gertatu da azken hamarkadetan (1992–2009) ur-zutabe osoan.

Oro har, Kantauri itsasoan berotzea gertatu da ur-zutabe osoan azken hamarkadetan (1992–2009), gainazaletik 1000 m-ra arte,  $0,20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada<sup>-1</sup> ingurukoa, klima-aldaketari lotutako ozeanoa/atmosfera interakzio-patroiei lotuta (González-Pola et al., 2012). Azkenik, azpimarratu behar da

joera horien magnitudea eta beren zeinua oso aldakorrak direla eta hainbat faktoreren mendekoak: aztergai diren aldia eta eremua, sakontasun-maila, erabilitako neurketa-sistema eta guztizko erregistroaren barruan kontrako zeinu-joerarik ote dagoen ala ez.

## GAZITASUNA

**G**azitasuna aldaketa globalaren zeharkako aldagaia da. Aipatu behar da gatz-kantitatea ia konstante mantentzen dela maila globalean, eta, beraz, balitekeela horren aldakuntzak glaziarren eta izotz kontinentalaren desizozteak gehitutako ur gezaren aldaketetatik etortzea nagusiki. Izotzaren azalera osoa eta elur-estaldura berotze globalarekin murriztu ahala, ozeanoei ur geza gehitzen zaie; horrek aldaketak eragiten ditu itsasoko gazitasunean (IPCC-AR5, 2013). Eskualde mailan, gazitasun-aldaketak itsaslasterrengatik gatz birbanatzeari lotuta daude, eta, toki mailan, ibaietako ur gezaren ekarpenak aldatzeari lotuta. Tenperaturak bezala, gazitasunak eragina du itsasoko espezie eta ekosistema jakin batzuen biziraupenean.



5. ird. Gazitasuna D2 estazioko sakonera desberdinetan Pasaia parean. Goian: denbora-serieko jatorrizko datuak sakonera desberdinetan (gainazala: gorriak, 100 m: urdinak). Behean: Denbora-serieko hondakin partzialak joera linealaren osagairako (lerro urdina). Hondakin partzialak kalkulatzeko, serie osoko gazitasunaren batezbestekoa batu da.

Gipuzkoako kostaldean, lehen 100 m-ko sakonerako gazitasunak joera negatiboa du; 1993–2019 aldian  $-0,029$  hamarkada<sup>-1</sup>-ko aldaketa-tasarekin jaitsi da. Gazitasun txikiko anomaliak zabaltzeak eta gehiegizko prezipitazioak beheranzko joera azaldu lezakete. Ur-zutabearen lehen 100 metroak bakarrik aztertzen direla kontuan hartuta, prezipitazioaren efektua garrantzitsuagoa izan daiteke.

Azpigainazaleko datuak bakarrik ditugunez, zaila da gazitasunaren murrizketa klima-aldaketarekin lotutako eskala globaleko prozesuekin lotzea, hala nola Ipar Atlantikoko latitude altuetako gazitasunaren murrizketa eta Artikoko arroa (Bindoff et al., 2019).

## NEGUKO NAHASKETA-GERUZA, TERMOKLINA ETA ESTRATIFIKAZIOAN

**A**dierazle horiek ez dira aldagaiak zentzu hertsian, temperatura- eta gazitasun-neurketetatik eratorritako indizeak baizik. Neguko nahasketa-geruzak atmosferaren eta ozeanoaren arteko interakziorik sakonena adierazten du. Itsasoko berotzeak ur-zutabearen estratifikazio handiagoa ekar dezake, gainazaleko uren eta geruza sakonagoen arteko nahasketa murriztuz. Horrek eragin negatiboa izan dezake itsasoko fitoplanktona hazteko mantengaien eskuragarritasunari dagokionez (Steinacher et al., 2010; Bopp et al., 2013; Chust et al., 2014).

Bizkaiko golkoan, ordea, nahasketa-geruzaren sakontzea ikusi da 2000ko erdialdetik; horrek esan nahi du aurrez gainazalean metatutako anomalia termiko eta hidrikoak atmosferaren efektutik isolatuta egon ohi diren sakontasun-mailetan integratu direla (Somavilla et al., 2017; Valencia et al., 2019). Beraz, estratifikazioak ez du nahitaez handitu behar klima-aldaketaren agertoki batean. Neguan nahasketa-geruzaren lodiera handiagoaren beste inplikazioetako bat da geruza sakonen mantengaien ekarpen handiagoa eremu fotikoari, eta horrek laguntzen dio udaberriko “bloom”ari (González-Gil et al., 2018).

Klima-aldaketaren ondoriozko itsasoko berotzeak  
14 °C-ko isoterma sakontzea ekarriko luke.

Gipuzkoako kostaldean, termoklinaren sakonerak  $-14$  °C-ko isotermaren sakonera gisa neurtuta– hiru aldi desberdin ditu urtean zehar. Urtarriletik apirilera bitartean, sakonera zerokoa edo zerotik gertukoa da, isoterma hori ez baitago presente. Urritik maiatzera bitartean, isoterma pixkanaka sakontzen da berotzearen ondorioz (ez hain sakon ere bihur daiteke isoterma, azalera ahuleko gertakarien ondorioz); eta, azkenik, azarotik abendura bitartean, isoterma sakontzen da hondoratze-gertakarien eta nahasketa bertikalaren ondorioz.

Termoklinaren sakonera aztertzeo, bi aldagai aztertu dira: (1) 14 °C-ko isotermaren sakonera urte osoan zehar eta (2) 14 °C-ko isotermaren sakonera presente dagoen hilabeteetan (apiriletik abenduaren erdialdera bitartean). Joera-analisiek erakusten dutenez, isoterma –urte osoa kontuan hartuta–  $5,04 \pm 2,09$  m hamarkada<sup>-1</sup>-ko tasan sakontzen da. Apiriletik abendura bitartean ez da aldaketa nabarmenik ikusten.

1 Fitoplanktonezko loraketak

Estratifikazio termikoaren eta termohalinoaren graduari dagokionez, analisiaren emaitzek erakusten dute joerak ez direla adierazgarriak. Estratifikazioaren urtearteko aldakortasun handia dela-eta, ezin da joera sendorik ezarri aldagai honetarako (González-Pola et al., 2012).

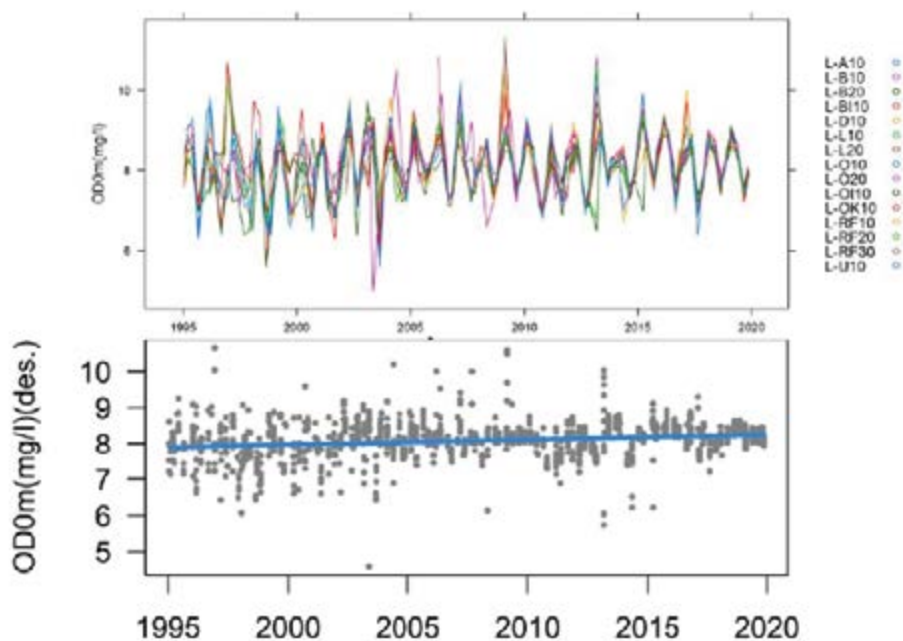
Neguko nahasketa-geruzaren sakoneraren denbora-seriea aztertuz gero, joera negatibo nabarmena ikusten da:  $-21,39 \pm 9,94$  m-ko tasa du hamarkada bakoitzeko 1986az

geroztik. 1986tik, neguko nahasketa-geruza oso sakoneko sei gertakari egon dira, denak azken hamarkadetan (2005, 2006, 2009, 2010, 2016 eta 2018), negu hotzekin eta hondoratze-gertakariekin bat etorritik. Kantauri Itsasoan egindako lan batek iradokitzen du azken hamarkadetako ur-zutabearen azpigainazaleko mailen berotzeak nahasketa-geruza sakonagoak garatzea eragin lezakeela negu oso hotzetan (Somavilla et al., 2011).

## OXIGENO DISOLBATUA

Oxigenoaren azpigainazaleko kontzentrazioak ekarpenaren -zirkulazioaren eta aireztapenaren bidez- eta arnasketa-prozesuetako kontsumoaren arteko balantzea islatzen du. Prozesu horietako edozeinetako aldaketek aldaketak eragin ditzakete oxigeno-kontzentrazioan. Ozeano globaleko oxigeno disolbagarria % 1-2 murriztu da XX. mendearen erdialdetik (Laffoley, 2019). Murrizketa horren arrazoia da, neurri batean, klima-aldaketaren ondorioz ozeanoko uren berotzea

(gasen disolbagarritasuna jaitsi delako eta estratifikazio handiagoa sortu delako, ur-zutabearen eta atmosferaren arteko nahasketa murriztuz), baina eutrofizazioan<sup>2</sup> ere bai, kostaldean mantenugaiak deskargatzearen eta erregai fosilak erretzearen ondoriozko nitrogeno-jalkitzearen ondorioz. Oxigeno disolbagarria murrizteak ondorioak izan ditzake hainbat itsas espezieetan, hala nola ekosistemaren funtzionaltasuna eta dibertsitatea galtzea oxigeno gutxiko eremuetan.



6. ird. Oxigeno disolbatuaren denbora-seriea 2002-2019 aldian. Goian: denbora-serieko jatorrizko datuak EAeko Egoera Ekologikoaren Kalitate Sareko neurketa-puntu desberdinetan. Behean: Denbora-serieko hondakin partzialak joera linealaren osagairako (lerro urdina).

2 Eutrofizazioak erreferentzia egiten dio ur-sistema bateko mantenugai ez-organiko gehiegi ekartzeari (giza jardueren ondorioz), alga fitoplantonikoak kontrolik gabe ugartzea eraginez, uretan dauden organismoen orekan eta uraren kalitatean nahasmendu kaltegarriak eraginez, hipoxia edo anoxia esate baterako.



Joera-analisiek erakusten dutenez, bai gainazaleko disolbatutako oxigeno-kontzentrazioa eta bai 25 m-ko kontzentrazioa nabarmen igo da 1995–2019 aldian,  $0,144 \pm 0,021$  mg/l eta  $0,090 \pm 0,022$  mg/l-ko tasan hamarkada bakoitzeko, hurrenez hurren. 100 m-ko sakoneran, berriz, oxigeno disolbatuaren kontzentrazioak behera egin du

$-0,253 \pm 0,062$  mg/l hamarkada bakoitzeko. Oraindik ez dira ezarri joera horien arrazoiak, baina baliteke neguko nahasketa-prozesuekin, ibaien ekarpenekin edota fitoplanktonaren kontsumoarekin/arnasketarekin lotuta egotea.

## MANTENUGAIK

**M**antenugaiak funtsezkoak dira ozeanoetako bizitzarako. Mantenugaien erabilgarritasunari buruzko informazioak aukera ematen du baldintza fisikoen aldakortasuna ekosistemen aldakortasunarekin lotzeko. Klima-aldaketaren ondoriozko kostaldeko mantenugaien kopuruaren aldakuntzak lotura izan dezake (1) prezipitazio-erregimenaren aldaketarekin; izan ere, aldaketa horrek, aldi berean, ibaien emaria alda dezake eta, horrekin batera, kostaldera iristen diren lehorreko mantenugaien kopurua; eta (2) ur-zutabearen estratifikazioa tenperaturaren igoeratik handitzearekin; eremu tropikaletan, estratifikazioa handitzeak mantenugaien ekarpena mugatzen du eremu fotikoan; nahasketa handia duten eskualdeetan –esaterako, eremu azpiartikoetan–, berriz, estratifikazioa handitzeak lehen mailako ekoizpenari lagun diezaioke.

Euskal itsasertzean, mantenugai ez-organiko disolbatuek –nitritoa izan ezik– zertxobait gehitu dute kontzentrazioa 1995–2019 aldian. Handitze arin horren arrazoiak baldintza ozeanografikoetan izandako aldaketekin lotu litezke, hala nola nahasketa-geruza gehiago sakontzearekin eta olatuen muturreko gertakariak handitzearekin. Datozen azterketetan kausa ozeanografiko horien analisisian sakondu beharko da, mantenugaien igoera klima-aldaketaren ondorioekin erlazionatu ahal izateko.

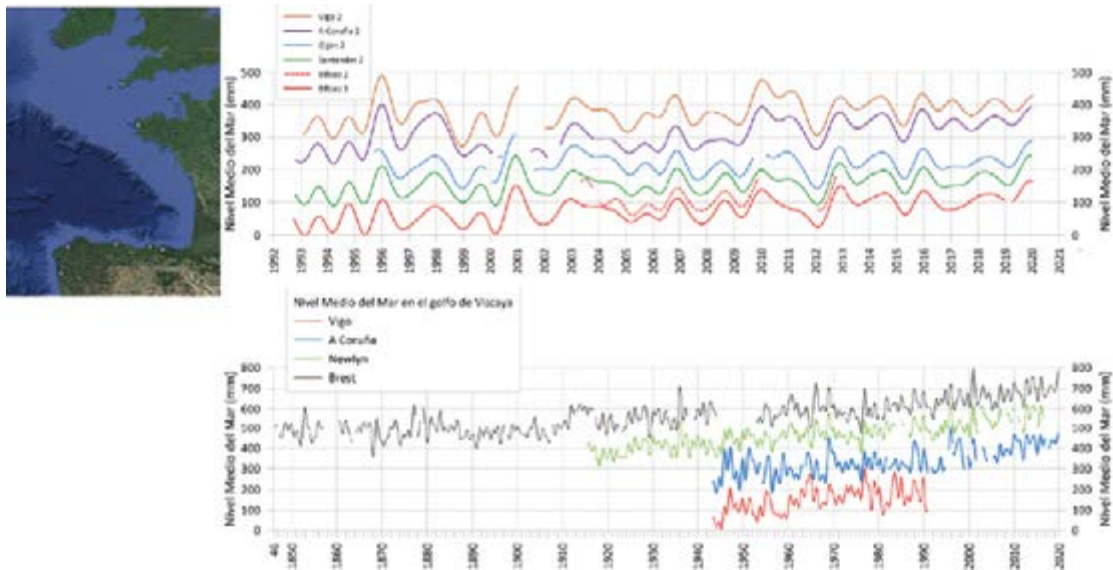
## ITSAS MAILA

**I**tsas maila da klima-aldaketaren adierazle nagusietako bat. Berotze globala lur osoko itsas mailaren igoera eragiten ari da; hori glaziarretako eta kasko polarretako izotza urtzeari zor zaio maila globalean, eta ozeanoen hedapen termikoari neurri txikiagoan. Tokiko mailan, itsas maila atmosferako zirkulazioaren, presio atmosferikoaren eta haizeen ondorioz ere aldatzen da, baina hiru arrazoi horietako bakar batek ere ezin du batezbesteko globala aldatu.

Itsas maila igotzeak eta horren ondorioz kosta-lerroa atzeratzeak, hondartzen aire-azalera murriztea edo desagertzea eta itsas ekaitzek eragindako uholdeak areagotzea eragin ditzakete. Horregatik datozen urteetan monitorizatu beharreko aldagaia da.

Maila globalean, itsas mailaren igoera bizkortu egin da azken bi hamarkadetan: 1900tik 2010era bitartean 1,5 eta 1,9 mm urte<sup>-1</sup> eta 2,8 eta 3,6 mm urte<sup>-1</sup> artean 1993tik 2010era bitartean (IPCC-AR5, 2013). 1993–2020 aldian, gehikuntza-tasa globala  $3,1 \pm 0,4$  mm/urte izan da; hau da, 8 cm inguru igo da guztira. XX. mendearen hasieratik behatutako igoeraren % 45ek, gutxienez, jatorri antropogenikoa duela estimatu da.

Itsas mailaren *in situ* datuak mareografoen erregistroetatik datoz. Bizkaiko golkoko 9 mareografoen batez besteko itsas mailaren denbora-serieak aztertu dira. Bizkaiko golkoko itsasoaren batez besteko maila ere aztertu da, sateliteko bidezko sentsoreen bidez.



7. irud. Irudia: Bizkaiko golkoan aztertutako mareografoen kokapena eta aztertutako itsasoaren batez besteko mailaren denbora-serieak erakusten dituen irudia.

Itsasoaren batez besteko maila nabarmen igotzen ari da Bizkaiko golkoko mareografo guztietan, Gijónen izan ezik (bertako joera positiboa ez da adierazgarria). 8 serie adierazgarrietako igoera-tasak  $1,25 \pm 0,05$  cm (Bresten, 1846–2019) eta  $2,97 \pm 0,33$  cm artekoak dira hamarkada bakoitzeko Bilbon (1992–2019). Era berean, 90eko hamarkadatik aurrera hazkunde-tasa igo dela ikusten

da 1992tik 2019ra bitarteko Bresteko serie bera aztertuz gero ( $2,48 \pm 0,44$  cm hamarkada<sup>-1</sup>), bertako igoera-tasa seriearen aldi osokoaren bikoitza baita. Satellite bidez neurtutako Bizkaiko golkoko batez besteko mailak igoera adierazgarria erakusten du 1993tik:  $2,42 \pm 0,43$  cm hamarkada bakoitzeko.

Bizkaiko golkoko itsasoaren batez besteko maila 1,5 eta 3,5 cm/hamarkada arteko tasarekin igotzen ari da 90eko hamarkadaz geroztik. Igoera hori bizkortzen ari da.

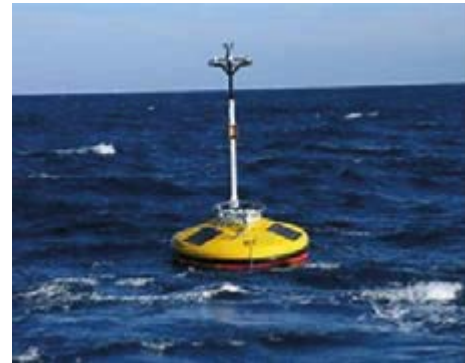
Bizkaiko golkoko kostaldean eta itsasoan detektatutako igoera bat dator maila globaleko igoerarekin. Serieen analisiak ere berresten du itsas mailaren igoera bizkortzen

ari dela, aldi luzeagoak aztertzen dituzten ikerketekin koherentzian (Woppelmann et al., 2006; Dangendorf et al., 2019).

## OLATUAK

**O**latuen maila globaleko joera-analisirako egin berri diren azterketek identifikatu dute olatu-altuera adierazgarria zertxobait igo dela batez besteko baldintzetan (Hs) (0,3 cm/urte) eta igoera handiagoa gertatu dela muturreko baldintzetan 1985etik Ipar Atlantikoan (Young & Ribal, 2019). Olatuen potentziari (Pw) dagokionez, urtean % 0,4ko gehikuntza globala identifikatu da 1948tik 2008ra bitartean (Reguero et al., 2019), eta ozeanoko gainazala berotzearekin lotu daiteke.

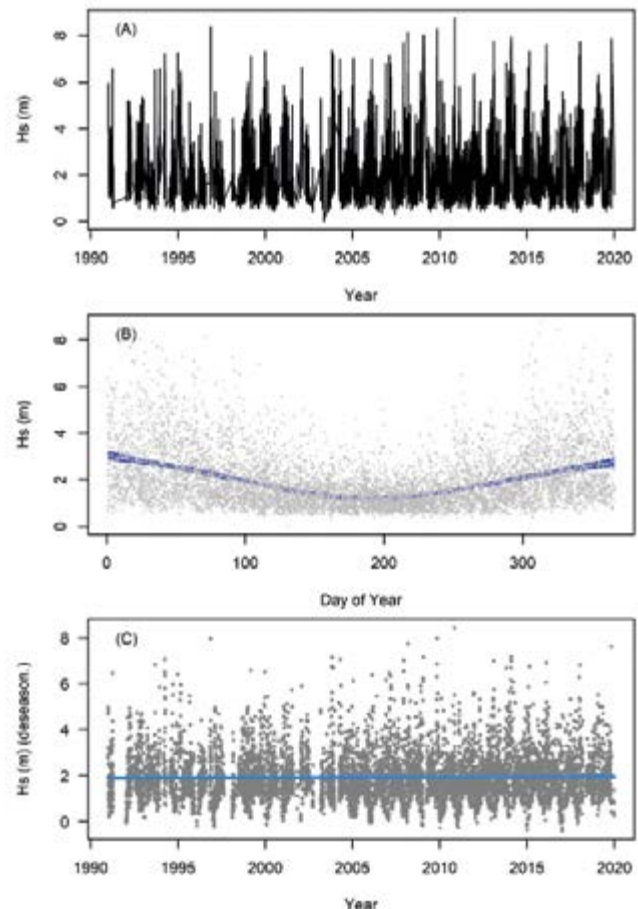
Bizkaiko golkoan ere Hs eta Pw-ren igoera detektatu da 1900az geroztik. Zehazki, Bilboko buiatik gertuko puntu batean Hs-ren 0,4 cm/urte eta 0,3 cm/urte-ko batez besteko igoera detektatu da (Ulazia et al., 2017). Paris et al.-ek (2014); 1970–2000 aldirako, Hs-ren igoera handiagoa identifikatu dute (0,5 cm/urte). Bizkaiko golkoko Hs-ren joerak lotuta daude atmosferako zirkulazioaren aldakortasunaren adierazleekin eta, bereziki, Ipar Atlantikoko Oszilazioaren (NAO) klima-adierazleekin eta Mendebaldeko Europaren gaineko Presio Anomalian (WEPA) oinarritutako adierazleekin (Castelle et al., 2017b).



8. ird. Estatuko portuen buia

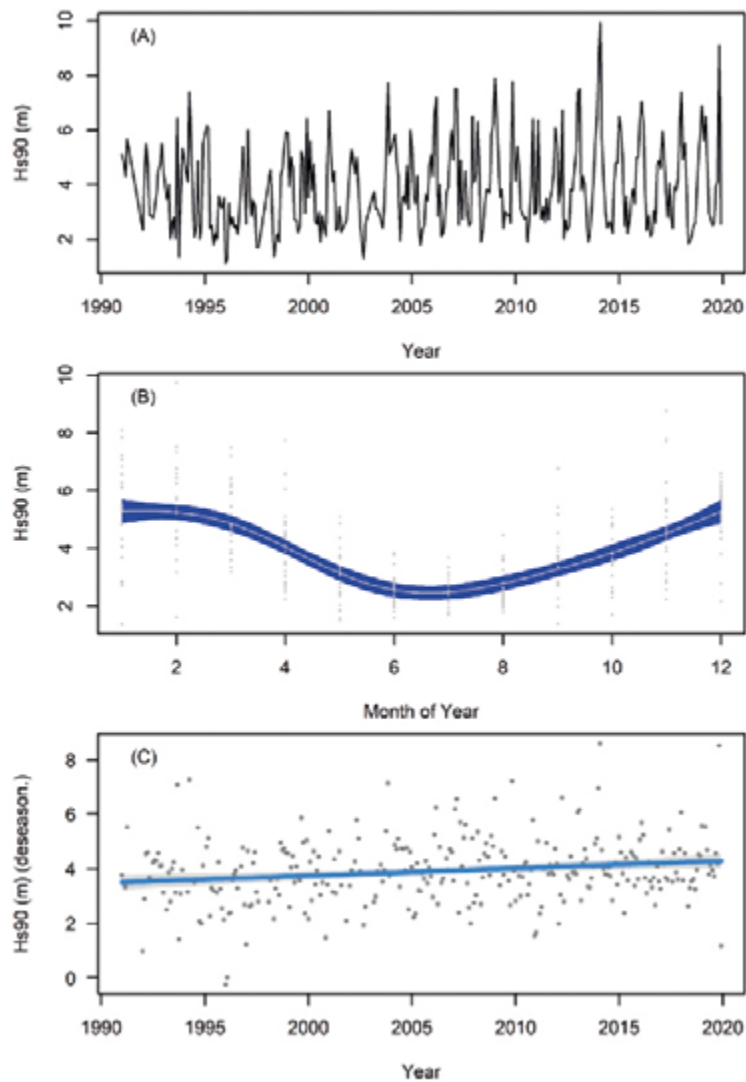
Olatuen aldaketa nagusiak muturreko baldintzetan ikusten dira, igoera adierazgarriekin olatu-altuera adierazgarriko 90. pertzentilean eta 100 urteko errepikatze-denborarekin lotutako olatu-altuerarekin. Oraingoz ez da zehaztu aldaketa horiek klima-aldaketaren efektua ote diren.

9. ird. Bilbo-Bizkaiko buiaren Hs (m) olatu-altuera adierazgarria 1991–2019 aldian (eguneko batezbestekoa): (A) Denbora-serieko jatorrizko datuak; (B) Urteko hondakin partzialak (puntuak) eta ereduaren urtaroko osagai partziala (marra grisa, konfiantza-tartea urdinez); (C) Denbora-serieko hondakin partzialak joera-osagairako (marra urdina).



Azken 30 urteotan, Hs-ren igoera ikusi da,  $1,791 \pm 3,160$  cm hamarkada bakoitzeko (Bilbo-Bizkaia), baina joera ez da adierazgarria. Era berean, olatu-potentzia  $0,504 \pm 1,107$

kW/m handitu da hamarkada bakoitzeko (% 1,8ko igoera hamarkada bakoitzeko), baina joera ez da adierazgarria.



10. ir. Bilbo-Bizkaiko buiaren hileko Hs90 (m) olatu-altuera adierazgarria 1991-2019 aldian. A) Denbora-seriearen jatorrizko datuak; B) Hondakin partzialak urtean zehar (puntuak) eta urtaroko osagai partziala (marra grisa, konfiantza-tartea urdinez). C) Hs90-en denbora-serieko hondakin partzialak joera-osagairako (marra urdina). Hondakin partzialak serie osoko Hs90en batezbestekoa batuz eskalatu dira.

Muturreko olatuen baldintzek aldaketa handiagoak erakusten dituzte. Azken 30 urteotan (1991-2019), Hs90 (Hs-ren 90 pertzentila)  $27,165 \pm 8,566$  cm igo da hamarkada bakoitzeko (hamarkada bakoitzeko % 7,7ko igoera Bilbo-

Bizkaiko buian) eta Hs100 (100 urteko errepikatze-denborako Hs)  $167,129 \pm 40,658$  cm igo da hamarkada bakoitzeko (hamarkada bakoitzeko % 13,4ko igoera).

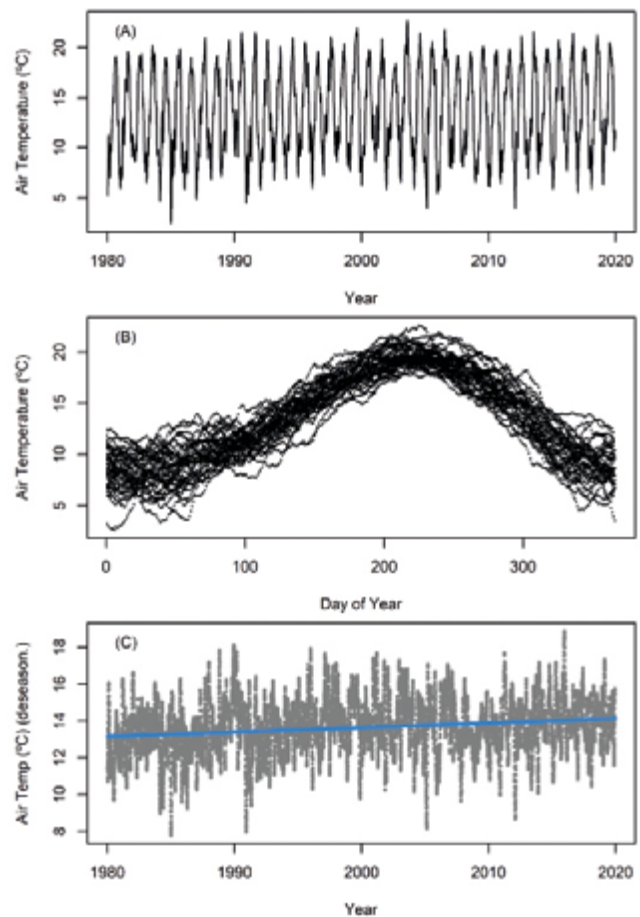
## ADIERAZLE ATMOSFERIKO ETA HIDROLOGIKOAK

### AIREAREN TENPERATURA

**A**irearen tenperatura klima-aldaketaren adierazle nagusia da: igotzen denean, giza jarduerak eragindako berotegi-efektuko gasen kontzentrazioa igo delako da (IPCC-AR5, 2013).

Egindako azterketaren emaitzak adierazten du airearen tenperatura igotzen ari dela. 1928az geroztik igoera adierazgarria da Igeldoko estazioan ( $0,1947 \pm 0,0466$  °C hamarkada bakoitzeko). 1980tik, igoera-tasa  $0,3057 \pm 0,1601$  °C-ra igo da (ez da adierazgarria), eta  $0,2480 \pm 0,0588$  °C Hondarribian; hor bada aldaketa adierazgarria.

11. ird. Igeldoko estazio meteorologikoko airearen tenperaturaren denbora-seriea 1980–2019 aldian: (A) Denbora-serieko jatorrizko datuak; (B) urtean zeharreko hondakin partzialak (puntuak) eta ereduaren urtaroko osagai partziala (marra beltza, konfiantza-tartea gris lausotuan); (C) Denbora-serieko hondakin partzialak joera-osagairako (marra urdina).



### INTSOLAZIOA

**E**guneko eguzki-orduen kopuruaren igoera aztertu da 1947–2019 eta 1980–2019 aldiatarako. Bi aldi horietan igoera nabarmena ikusten da:  $0,0462 \pm 0,0156$  ordukoa hamarkada bakoitzeko eta  $0,2615 \pm 0,0387$  orduko

tasa altuagoa hamarkada bakoitzeko 1947–2019 eta 1980–1947 aldiatarako, hurrenez hurren. Azkena hamarkada bakoitzeko egunean 15 bat minutu inguru gehiagoko eguzkia izatearen baliokidea da.

## HAIZEA

Itsasoko gainazaleko haizeak atmosferaren eta ozeanoaren arteko mugimendu-kantitatearen trukea baldintzatzen du, olatuak sortuz, eta ozeanoan beroa eta gasak garraiatzeaz arduratzen den ozeanoko zirkulazioan funtsezko behartzea eragiten du.

1990az geroztik itsasoko gainazaleko haizearen intentsitatea handitu egin dela ikusi da, salbuespen gutxirekin maila globalean (Young et al., 2011). Bestalde, lurrazalean haizearen abiadura nabarmen jaitsi dela ikusi da ("global terrestrial stilling") 1960tik (Vicente-Serrano et

al., 2017). Hala ere, berriki egindako azterketek adierazten dute joera hori 2010etik aurrera alderantzikatu dela (Zeng et al., 2019). Oraindik eztabaidatzen ari dira bi joera horien arrazoiak (Blunden & Arndt, 2019).

Igeldon, 1980–2019 aldirako, haizearen abiadura nabarmen jaitsi da  $-0,2875 \pm 0,0304$  m/s tasan hamarkada bakoitzeko. Aldiz, Hondarribian, 1995–2019 aldirako, haizea nabarmen igo da  $(0,4558 \pm 0,0275$  m/s hamarkada bakoitzeko).

## PREZIPITAZIOA

Klima-aldaketak prezipitazioan dituen inpaktu nagusiak hauek dira: denborazkotasuna aldatzea prezipitazioen banaketan, muturreko erregimenaren aldaketa edo urteko prezipitazioaren murrizketa. Kostaldeko eremuetan, lotutako prezipitazio-erregimenaren aldaketak ibaien emaria alda dezake, mantenugaien edo gazitasunaren ekarpenei eraginez.

Igeldon eta Hondarribian metatutako urteko prezipitazioak, 1980–2019 aldirako, ez du aldaketa adierazgarrikerik erakusten.

Muturreko prezipitazioaren kasuan –serieko 75 pertzentiletik gorako prezipitazioa duten urteko egun-kopuru gisa definitua–, gorakada nabarmena ikusten da Hondarribian (5,415 egun hamarkada bakoitzeko); Igeldon, berriz, ez da aldaketa adierazgarrikerik ikusten.

1980az geroztik, Gipuzkoako kostaldeko aire-berotzearen tasa  $0,25-0,31$  °C-koa da hamarkada bakoitzeko. Eguzki-orduen kopurua ere handitu egin da. Ez da joerarik ikusten urteko prezipitazio metatuan; aldiz, muturreko prezipitaziorako joera positiboa ikusten da Hondarribian. Gipuzkoako ibaien emarrietan ez da joera adierazgarrikerik ikusten, Oiartzunen izan ezik; baina ez dago lotuta prezipitazioen aldakortasunaren joera positiboarekin. Aldiz, joera positibo adierazgarria ikusten da 90 pertzentiletik gorako emari-gertakarietarako.

## IBAI-EMARIAK ESTUARIOETAN

**K**ostaldekoko eremuetan, klima-aldaketari lotutako prezipitazio-erregimenaren aldaketak ibaien emaria alda dezake. Emariaren aldaketa horrek, bokaletik hurbil, aldaketak eragin ditzake kostaldetik gertu behatutako gainazaleko gazitasunaren aldakuntzetan.

Gipuzkoako 5 ibaietako emariaren denbora-serieak aztertu dira, 90eko hamarkadatik 2019ra bitartean.

Aztertutako lau ibaietan (Deba, Urola, Oria eta Urumea) ez da joera nabarmenik ikusten. 1997etik Oiartzun ibaiaren kasuan bakarrik ikusten da joera positiboa:  $0,155 \pm 0,057 \text{ m}^3/\text{s}$  hamarkada bakoitzeko. Joera hau ezin da azaldu prezipitazioen joeragatik, aldagai honen analisek ez baitute joera adierazgarririk adierazten.

1. taula. Gipuzkoako 5 ibaietako emariaren muturreko gertakarien agerraldiaren azterketa

IBAIA	P90	JOERA (NB. EGUN>P90)	ADIERAZGARRITASUNA	P10	JOERA (NB. EGUN<P10)	ADIERAZGARRITASUNA
<b>DEBA</b>	26,0	8,4/HAMARKADA	EZ-ADIERAZGARRIA	1,4		EZ-ADIERAZGARRIA
<b>UROLA</b>	16,9	9,1/HAMARKADA	ADIERAZGARRIA	1,3		EZ-ADIERAZGARRIA
<b>ORIA</b>	53,8	14,3/HAMARKADA	ADIERAZGARRIA	3,7	-27,6/HAMARKADA	ADIERAZGARRIA
<b>URUMEA</b>	18,4	12,8/HAMARKADA	ADIERAZGARRIA	1,6		EZ-ADIERAZGARRIA
<b>OIARTZUN</b>	5,33	15,8/HAMARKADA	ADIERAZGARRIA	0,4		EZ-ADIERAZGARRIA

Muturreko gertakarien analisiak joera positiboa adierazten du soilik 90 pertzentiletik gorako emari-gertakarietarako, eta ez da adierazgarria 10 pertzentiletik beherako emarien kasuan. Igoerarako joera hori lotuta

egon daiteke Hondarribian behatutako 75 pertzentiletik gorako prezipitazio-gertakarien joera positiboarekin; izan ere, Gipuzkoako ibaien euri-erregimenean euri formako prezipitazioak nagusitzen dira.

## KOSTALDEKO HIGADURAREN ADIERAZLE GEOMORFOLOGIKOAK

Itsas mailaren igoerak arriskua dakar kostaldeko eskualdeetarako, eta gero eta uholde handiagoak izateko arriskupean egongo dira, muturreko itsas mailako gertakarien maiztasuna handitzearen ondorioz. Itsas mailaren eta olatuen igoeren konbinazioaren ondorioz, kosta-lerroa atzeratu egin da. Munduko hareazko hondartzen % 70 gutxienez atzeraldian dago (Bird, 1985). Eskualde mailan, proiektzioek adierazten dute euskal hondartzen zabalaren atzerakada % 25etik % 40ra bitartekoa izan daitezkeela mende-amaierarako (Chust et al., 2010).

Adierazle geomorfologikoen joerak zehazteko, Gipuzkoako Itsasertzeko Bideometria Foru Sareak hartutako irudiak erabiltzen dira. Sarea Gipuzkoako hareatzak epe labur, ertain eta luzera monitorizatzeko zerbitzu bat da, eta Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko eta Obra Hidraulikoetako Departamentuaren mendekoa da. Sarea 10 estaziok osatzen dute (Zarautz, Santiago, Hondarribia, Saturrarán, Itzurun, Santiago, Gaztetape, Malkorbe, Antilla, Ondarbeltz) Gipuzkoako kostalde osoan zehar banatuta ([www.gipuzkoa.eus/eu/web/ingurumena/hondartzak/bideometria-foru-sarea](http://www.gipuzkoa.eus/eu/web/ingurumena/hondartzak/bideometria-foru-sarea)).

Denbora-serie gehienak ez dira 16 hilabetetik gorakoak, eta epe luzerako joerak zehaztea eragozten dute, baina hondartzetako bakoitzaren portaera orokorra deskribatzeko aukera eman du. Hareatzen bilakaera morfologikoaren laburpen-txostenak eskuragarri daude (<https://www.gipuzkoa.eus/documents/3767975/3808245/Informe+s%C3%ADntesis+morfolog%C3%ADa+playas+2020.pdf/78cdbcdf-9083-ce6f-9c08-7bea1cf97449>).

Zarautzen kasuan (Udalaren jabetzakoa eta AZTI Fundazioak kudeatua), 9 urtetik gorako datu-seriearekin, hiru aldagaien denbora-seriea aztertzeke aukera eman du: mareaz gaindiko eremua, marearteko eremua eta hondartzaren batez besteko zabalera.



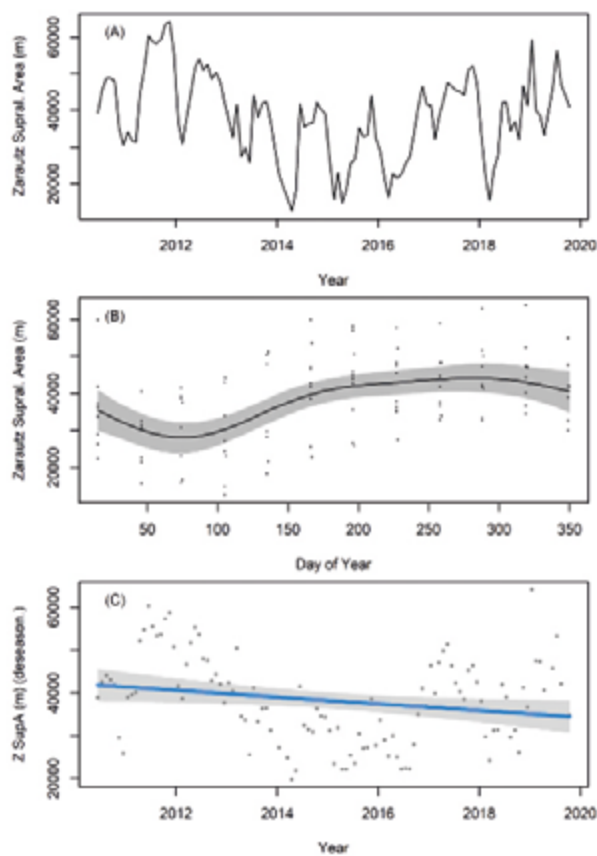
12. ir. Saturrarango hondartzako itsasertzeko bideometria-estazioaren instalazioa



## MAREAZ GAINDIKO EREMUA

**M**areaz gaindiko eremua da batez besteko itsasgoraren kotaren gainetik dagoen hondartza-eremua, eta irudien bidez eta erreferentzia-lerro baten bidez lortutako kostaleroak definitutako inguruneak

mugatzen du. Denbora-seriearen analisiak  $-1.535,1 \pm 7.765,6 \text{ m}^2$ -ko joera erakusten du, baina ez dago joera adierazgarririk.

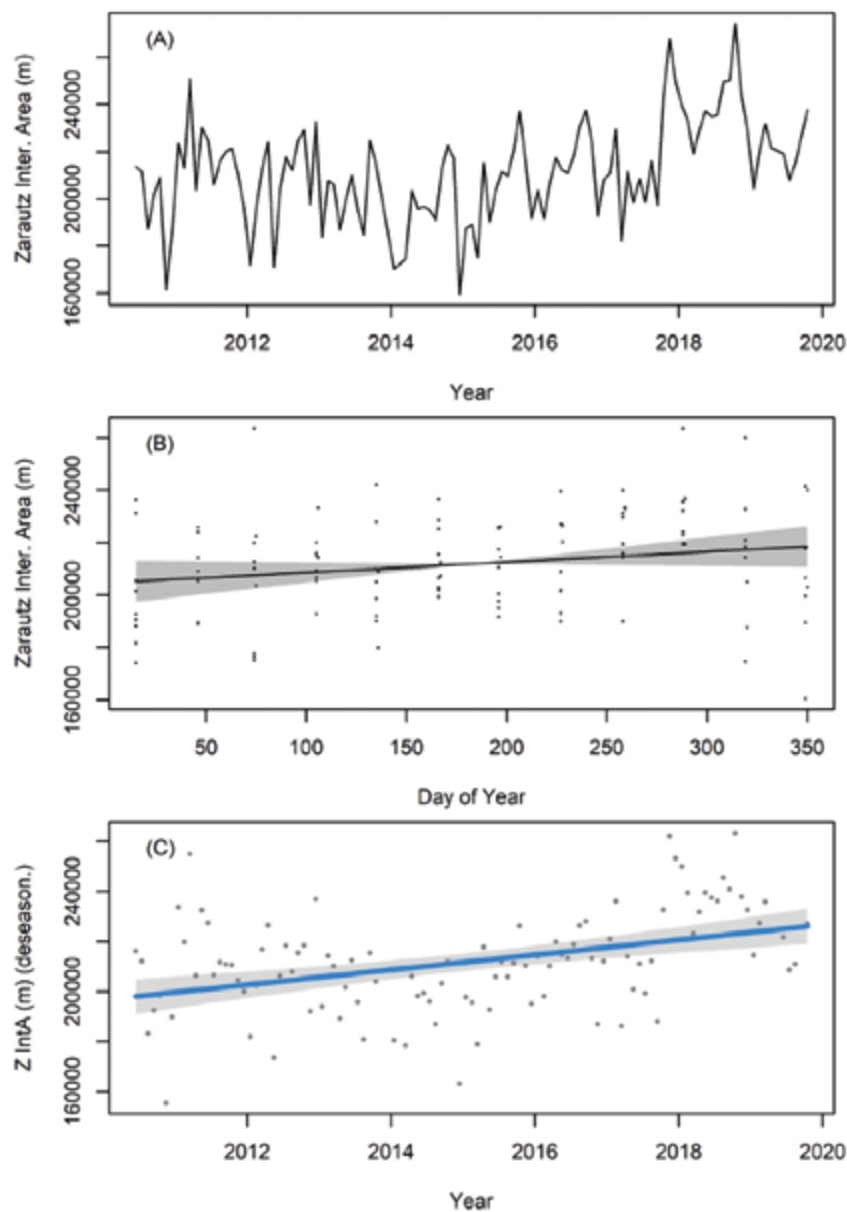


13. ird. Zarauzko mareaz gaindiko eremua 2010–2019 aldian: (A) Denbora-serieko jatorrizko datuak; (B) urtean zeharreko hondakin partzialak (puntuak) eta ereduaren urtaroko osagai partziala (marra beltza, konfiantza-tartea gris lausotuan); (C) Denbora-serieko hondakin partzialak joera-osagairako (marra urdina).

## MAREARTEKO EREMUA

**M**arearteko eremua da batez besteko itsasgora- eta itsasbehera-koten artean dagoen hondartza-eremua. Marearteko eremuaren denbora-serieak

hazkunde nabarmena erakusten du,  $30.544,1 \pm 9.793,8$  m<sup>2</sup>-ko joerarekin hamarkada bakoitzeko.



14. ir. Zarauzko marearteko eremua 2010–2019 aldian: (A) Denbora-serieko jatorrizko datuak; (B) urtean zeharreko hondakin partzialak (puntuak) eta ereduaren urtaroko osagai partziala (marra beltza, konfiantza-tartea gris lausotuan); (C) Denbora-serieko hondakin partzialak joera-osagairako (marra urdina).

## HONDARTZAREN BATEZ BESTEKO ZABALERA

---

**Z** arauzko hondartzak kontrako joerak erakusten ditu mendebaldeko eta ekialdeko muturretan. Hondartzaren mendebaldean eta erdialdean, itsasbeherako hondartzaren zabalera 2-3 metro igotzen ari da urtean, eta ez da nabarmen aldatzen itsasgoran. Hondartzaren zati horretako balantze garbia marearteko eremua itsasorantz handitzea da. Aitzitik, hondartzaren ekialdeko eremuan metro bateko atzerapen nabarmena gertatzen da urtean.

Batez besteko analisiak adierazten du itsasgora itsasorantz hazten dela urteko 1,72 m-ko tasan, eta

itsasgora barnealderantz higitzen ari dela urteko 0,45 m-ko tasan. Beraz, balantze garbia da hondartza lehorraren galera (0,45 m/urte) eta marearteko hondartzaren igoera (2,17 m/urte). Hori koherentea da hondartzaren profil disipatiboagoranzko joerarekin, eta ez hainbeste hondartzaren higadura garbiarekin bolumen-galeragatik edo batez besteko itsas mailaren igoerari lotutako atzerakadagatik. Aztertutako seriea laburra da klima-aldaketaren efektuari eslelitutako eskala handiagoko joerak adierazteko.

## ADIERAZLE BIOLOGIKOAK ETA ITSAS EKOSISTEMARENAK

**K**lima-aldaketak itsas espezieetan dituen inpaktuak identifikatzeko lau adierazle definitu dira:

- Banaketa (grabitate-zentroa edo banaketaren mugak) eta Tokiko ugaritasuna (biomasa edo indibiduo-kopurua). Itsasoaren berotzea populazioen banaketa poloetara desplazatzen ari da, eta etorkizunean hala egitea aurreikusten da (Cheung et al., 2013, Poloczanska et al., 2013). Berotzeari emandako erantzunik eratorritako populazioen latitude-mugimenduen ondorioz, latitudeko zerrenda bakoitzaren (zehazkiago, zerrenda termal bakoitzaren) ugaritasuna alda daiteke. Kontuan hartu behar da arrantzak eta espeziearen elikagai-eskuragarritasunak eragin handia izan dezaketela espezie komertzialen ugaritasunean. Beraz, hobe da adierazle hori espezie multzo baterako (komunitaterako) erabiltzea, haien nitxo termala kontuan hartuta (Villarino et al., 2020).
- Fenologia (urtaro-ziklo baten gertakaria, adib.: migrazioa, errunaldia), eremuaren arabera. Itsasoaren berotzeak zenbait urtaro-zikloren (errunaldia, migrazioa) hasiera aurreratu dezake, eta amaiera atzeratu (Poloczanska et al., 2016). Gertakari fenologikoa gertatzen den urteko unea latitudearen arabera denez, kontuan hartu behar da.
- Sakoneko desplazamendua. Adierazle hau berotzearekin lotuta dago, espezieak bere nitxo termala mantendu nahi duelako (Perry et al., 2005).
- Banakoen tamaina (edo pisua), eremuaren arabera. Itsasoaren berotzearekin alderantziz lotuta dago (Pauly & Cheung, 2018). Hala ere, espezie komertzialetan, arrantzak eta espeziearen elikagai-eskuragarritasunak eragin handia izan dezakete.

## FITOPLANKTONA

**F**itoplankton-biomasaren aldaketa adierazle bat izan daiteke ingurumen-aldaketek (atmosfera-koek barne) itsas ekosistemetan duten eragina ezaugarritzeko.

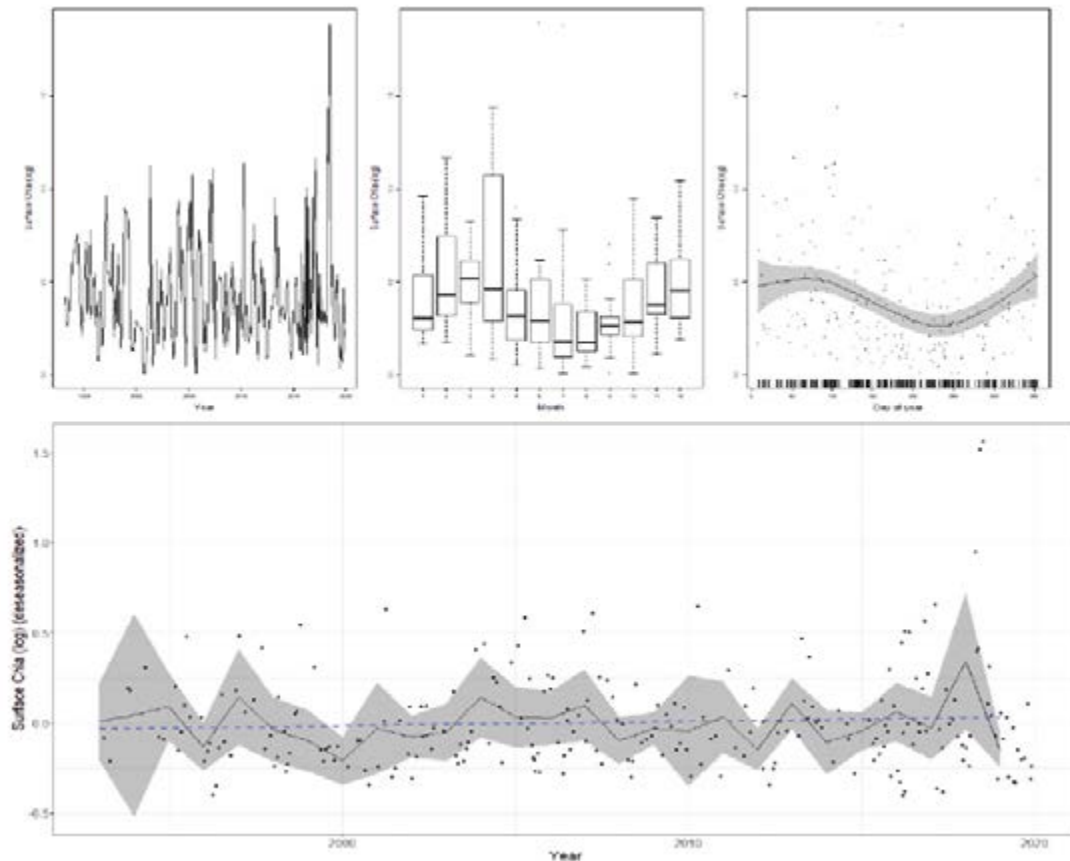
Fitoplankton-komunitateak oso sentiberak dira ingurumen-aldagaiekiko, hala nola argiarekiko eta mantenugaiekiko; eta faktore horiek, aldi berean, tenperaturarekin, haizearekin, hodeiekin, prezipitazioarekin eta abarrekin lotutako prozesuen mendekoak dira, eta, beraz, klima-aldaketak eragin diezaieke. Bloomen fenologia eta fitoplankton-komunitatearen egitura alda ditzake, eta horrek sare trofikoei eta ekosistema-zerbitzuei eragingo lieke (Staudinger et al., 2019; Trombetta et al., 2019).

Fitoplankton-biomasari dagokionez, klorofila-kontzentrazioaren bidez neurtuta, ozeanoko jaitiera orokorra iradoki da azken hamarkadetan, gainazaleko tenperaturaren igoeraren eta estratifikazioa eta haren ondoriozko gainazaleko geruzako mantenugaiek eragindako mugaketa direla-eta (IPCC-AR5, 2013; Siegel et al., 2013). Baina gainazaleko tenperaturaren eta klorofilaren arteko harremana konplexua da eta zaila eskala globalean erlazionatzen (Behrenfeld et al., 2016; Dave & Lozier, 2013).

### Klorofila-kontzentrazioa gainazalean eta zutabean

“a” klorofila biomasa fitoplanktonikorako baliozko hurbilketatzat jotzen da, betiere argiak mugatutako ingurunea ez bada. Nolanahi ere, adierazi behar da “a”

klorofila-kontzentrazioa, fitoplankton-biomasa eta zelula-aniztasuna fitoplanktonaren atributu desberdinak direla (Domingues et al., 2008).



15. ir. D2 estazioko gainazaleko klorofila-kontzentrazioaren denbora-seriea 1993-2019 aldian.

Gipuzkoako kostaldearen parean (D2 estazioa), 1993-2019 aldirako joeraren analisiak –urtaro-zikloa kontuan hartuta– adierazten du gainazaleko klorofila-kontzentrazioak ez duela joera linealik erakusten.

Halaber, 50 m arteko kontzentrazio integratuak ere ez du aldaketa nabarmenik izan analisi-aldi berean. Behaketa guztiak sakontasunen arabera aztertuz gero, klorofila-kontzentrazioa nabarmen igo dela ikusten da.

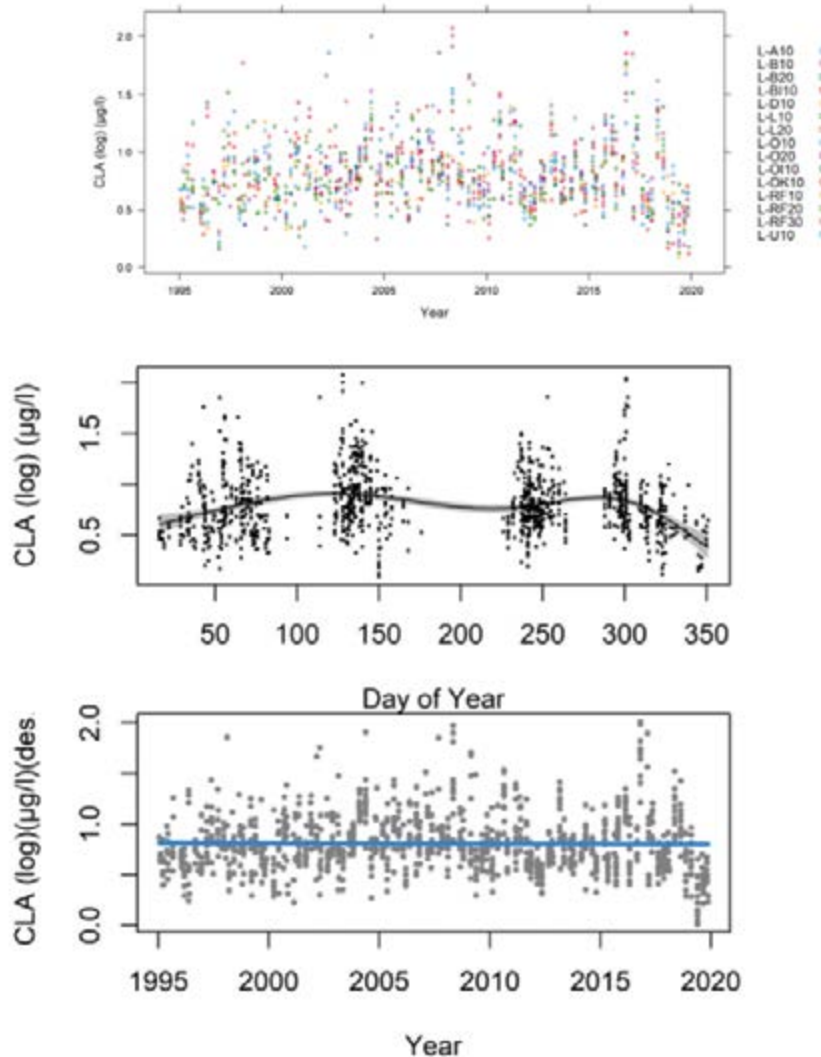
### Klorofila-maximoaren sakonera

Denbora-seriea aztertuz gero, ikusten da klorofila-maximoaren sakonerak ez duela joera adierazgarririk erakusten aztertutako azken 22 urteetan.

### Klorofila-kontzentrazioa kostaldeko estazioetan

Kalitate-sarearen kostaldeko estazioetako 25 m-ko gainazaleko datuen analisiak ez du aldaketa nabarmenik

erakusten kostaldetik gertuko klorofila-kontzentrazioan 1995–2019 aldian.



16. ird. Klorofila-kontzentrazioaren denbora-seriea (log-ean) kalitate-sareko estazioetan 1995–2019 aldian.

### Klorofila-kontzentrazioa gainazalean satelite bidez

Gainazaleko klorofila-kontzentrazioaren analisiak –Bizkaiko Golko osorako satelite bidezko datuetan oinarrituta kalkulatuak–  $0,054 \pm 0,012$  mg-m-3-ko goranzko joera nabarmena erakusten du hamarkada bakoitzeko

2003–2019 aldirako. Igoera honek klima-aldaketarekin duen harremana oraindik ere aztertzeko dago. Datu horiek Donostiatik gertuko estazio batean azertzeak ez du joera nabarmenik erakusten.

### Gainazaleko klorofilaren fenologia satelite bidez

Analisi honen helburua da kalkulatzeko ea gainazaleko klorofila-kontzentrazioaren udaberriko bloomaren zikloa satelite bidez (hasiera, gailurra eta amaiera) aurreratzen, atzeratzen edo patroiz aldatzen ote den.

Azterketaren emaitzek adierazten dute bloomaren hasierak, gailurak eta amaierak ez dutela joera adierazgarririk, baina guztiek tasa negatiboa dutela, eta horrek urtean aurrerapen txiki bat iradoki dezake.

NEURRIA	DESKRIBAPENA	ESTAZIOA	EREMUA	UNITATEA	ALDIA	JOERA (/HAMARKADA)	STD. ERROR (/HAMARKADA)	P-BALIOA
KOMUNITATEA	CTI	REDCAL	EUSKAL KOSTALDEA	°C	2002-2019	-0,1523	0,2812	0,5883
UGARITASUN OSOA	UGAR. GUZTIRA	REDCAL	EUSKAL KOSTALDEA	n	2002-2019	45.309,3	82.416,0	0,5828
CHLA ZUTABEAN	GAINAZALEKO CHLA	D2	GIPUZKOAKO KOSTALDEA	µg/l	1993-2019	0,0632	0,0733	0,3892
	CHLA 0-50 M	D2	GIPUZKOAKO KOSTALDEA	µg/l	1993-2019	0,0207	0,0411	0,6156
	<b>SAKONERAKO CHLA</b>	<b>D2</b>	<b>GIPUZKOAKO KOSTALDEA</b>	<b>µg/l</b>	<b>1993-2019</b>	<b>0,0362</b>	<b>0,0103</b>	<b>0,0004</b>
	GEHIENENAKO SAKONERAKO CHLA	D2	GIPUZKOAKO KOSTALDEA	m	1993-2019	0,2595	1,6202	0,8729
KOSTAKO CHLA	CHLA (0 M+25 M)	REDCAL	EUSKAL KOSTALDEA	µg/l	1995-2019	0,0226	0,0345	0,5133
<b>CHLA SAT GAINAZALEAN</b>	<b>GAINAZ. CHLA SAT</b>	<b>SAT</b>	<b>BIZKAIKO GOLKOA</b>	<b>mg-m<sup>3</sup></b>	<b>2003-2019</b>	<b>0,0543</b>	<b>0,0126</b>	<b>&lt;0,001</b>
GAINAZALEKO CHLA SAT	GAINAZ. CHLA SAT DONOSTIAREN PAREAN	SAT	DONOSTIAREN PAREAN	mg-m <sup>3</sup>	2003-2019	0,0834	0,0635	0,1894
CHLA SAT FENOLOGIA	FENOLOGIA (GAILURRA) GAINAZ. CHLA SAT	SAT	BIZKAIKO GOLKOA	mg-m <sup>3</sup>	2003-2019	-0,5245	0,6455	0,4290

2. taula. Fitoplankton-adierazleen joerak. Letra lodiz adierazi dira joera adierazgarriak (p-balioa <0,05).

### Komunitatea

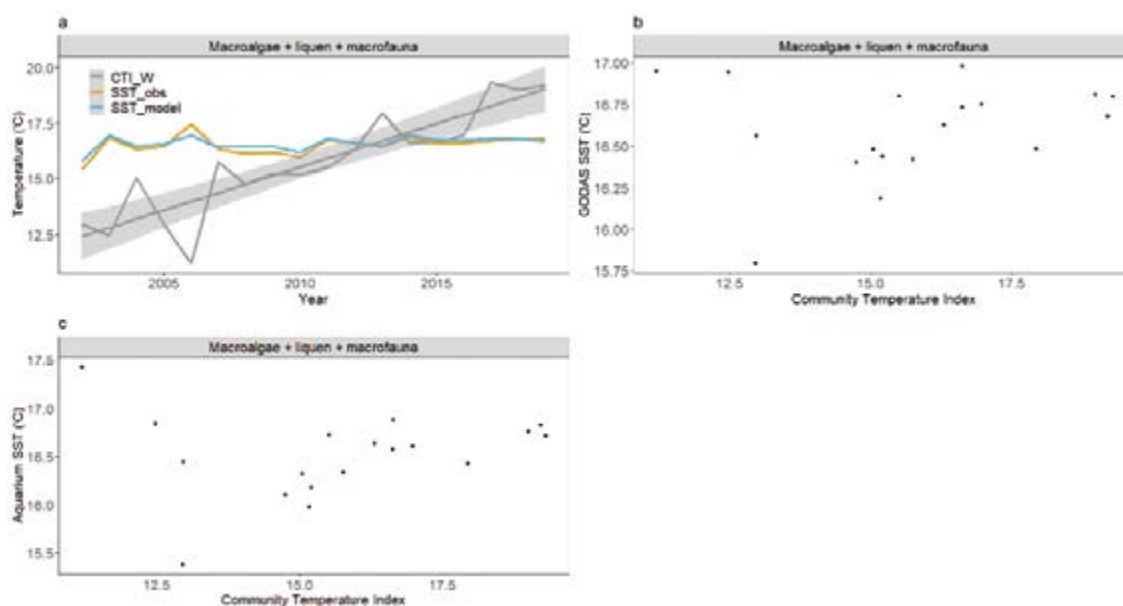
Fitoplanktonaren komunitatearen tenperatura-indizearen (CTI) joera aztertu da, 2002tik 2019ra bitartean,

kostaldeko 6 estaziori dagokienez. Emaitzek adierazten dute ez dagoela joera nabarmenik denboran.

## MAKROALGAK ETA SUBSTRATU GOGORREKO BESTE KOMUNITATE BATZUK

Azterketa batzuek harremanetan jartzen dituzte klima-aldaketaren ondorioz alda daitezkeen hainbat ingurumen-aldagaitako aldaketak –temperatura, intsolazioa, olatuen energia...– makroalga-estaldurako eta biomasako aldaketekin, bai euskal kostaldean (Díez et al., 2012, Borja et al., 2018, Borja et al., 2013, Díez et al., 2014, Muguerza et al., 2017), bai Kantauriko kostaldean (Voerman et al., 2013, Duarte et al., 2013, Martínez et al., 2015, Casado-Amezúa et al., 2019, Ramos et al., 2020) nahiz Bizkaiko golko osoan (Alcock, 2003).

Substratu gogorraren komunitatea aztertu da –makroalgak, likenak eta makroornogabeak integratzen ditu–, euskal kostaldean zeharreko marearteko eremuko 26 trantsektutan zehar. Zehazki, Komunitateko indize termala aztertu da 154 espezieetarako, eta horrek komunitatearen lehentasun termikoa adierazten du 2002–2019 aldirako.



17. ir. Harri-substratuko komunitate bentikoaren komunitatearen indize termalaren (CTI) joera 2002–2019 aldiran. (a) Behatutako eta modelizatutako urteko batez besteko tenperatura, eta urteko CTI estimatua; (b) CTIren eta itsasoko gainazaleko tenperaturaren arteko harremana, Ozeanoko Datu Globalen Asimilazio Sistemaren (GODAS) arabera; (c) CTIren eta Donostiako Aquariumean neurtutako itsasoko gainazaleko tenperaturaren arteko harremana.

Emaitzek erakusten dutenez, substratu gogorreko komunitatearen kasuan indize hori nabarmen eta modu adierazgarrian igo da aztertutako aldirako. Indizearen lehentasun termikoaren aldaketa-tasa  $0,27\text{ }^{\circ}\text{C}$ -koa da hamarkada bakoitzeko. Aldaketa hori eremuko itsasoko tenperaturaren berotze-tasaren  $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada bakoitzeko– ordena berekoa da, baita airearenarena ere  $-0,25$ – $0,31\text{ }^{\circ}\text{C}$  hamarkada bakoitzeko–.

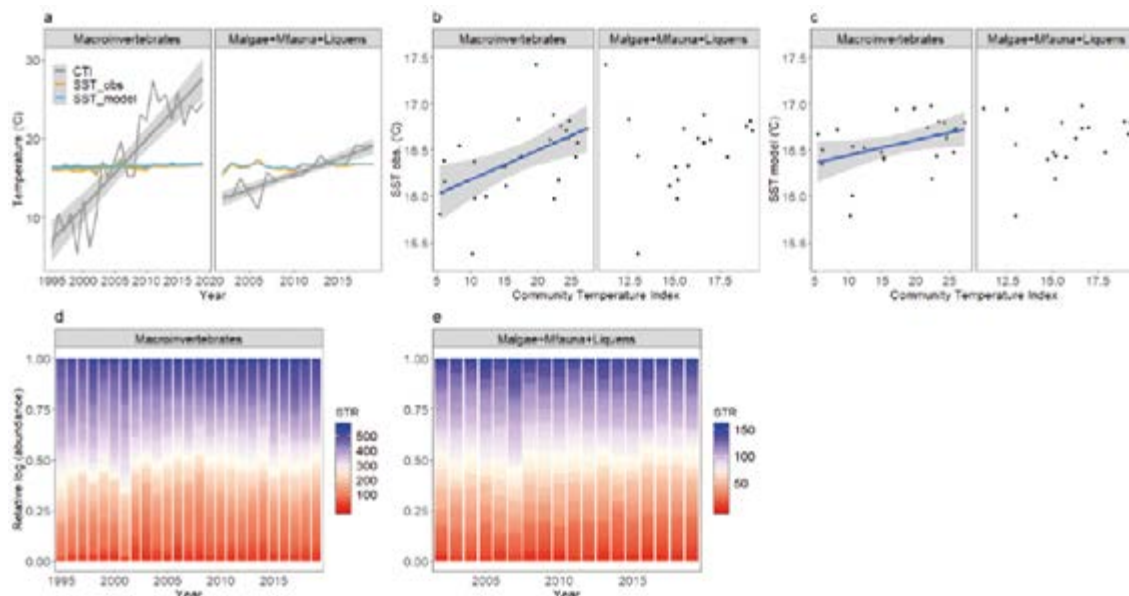
Gipuzkoako kostaldeko itsasoaren eta airearen berotzeak neurri batean azal lezake harri-substratuko bentosaren hazkundera. Adierazle horren hazkundera iradokitzen du bentoseko komunitatea birbanatzen ari dela eta berotzeak ur beroetako espezieei laguntzen diela.



## SUBSTRATU BIGUNEKO MAKROORNOGABE BENTIKOAK

**A** Azterketa batzuek harremanetan jartzen dituzte ingurumen-aldagaitako –temperatura, ibai-emaria, prezipitazioa, NAO eta East Atlantic Oscillation– aldaketak makroornogabeen ugaritasunaren eta biomasaren aldaketekin, bai euskal kostaldean (Garmendia et al., 2008, Borja et al., 2016, Pérez et al., 2009), bai Kantauriko kostaldean (Fernández, 2016), nahiz Bizkaiko golko osoan (Alcock, 2003).

Makroornogabeak integratzen dituen substratu biguneko komunitatea aztertu da euskal kostaldean zehar kokatutako 16 estaziotan 1995–2016 aldirako. Temperatura-optimoa aztertu da 559 espezierentzat.



18. ird. Substratu biguneko komunitate bentikoaren komunitatearen indize termalaren (CTI) joera 1995–2019 aldiran.

Emaitzek adierazten dute komunitatearen indize termalaren igoera nabarmena dagoela, hamarkada bakoitzeko 0,16 °C-ko aldaketa-tasarekin. Horrek esan nahi du komunitatea aldatzen ari dela eta ur beroetako espezieak igo egin direla ur hotzagoak nahiago dituzten espezieen aldean. Harri-substratuko kasuan bezala, substratu biguneko komunitatearen indize termalaren aldaketa eremuko itsasoko eta aireko temperaturaren berotze-tasaren ordena berekoa da. Gainera, korrelazio adierazgarria dago CTIren eta Aquariumeko neurrietan erregistratutako gainazaleko temperaturaren igoeraren

artean, eta horrek adierazten du komunitateak urtez urte erantzuten diola itsasoko temperaturaren aldakuntzari.

Substratu gogorreko komunitateen kasuan bezala, ondorioztatu da eremuko itsasoko eta aireko berotzeak neurri batean azaldu lezakeela substratu biguneko komunitatearen indize termalaren igoera. Bentoseko komunitatea birbanatzen ari da, eta berotzea ur beroetako espezieak bultzatzen ari da.

## ARRAINAK

---

### **Berdela**

Berdelaren errunaldia iparralderantz mugitu da  $15,9 \pm 0,9$  km-ko abiaduran hamarkada bakoitzeko 1992tik 2013ra bitartean (Bruge et al., 2016). Nitxo termikoa ere iparralderantz mugitu da.

Berdelaren fenologia ere aldatu egin dela dirudi, 29 egun aurreratu baita Kantauri itsasoan 2000tik 2006ra bitartean (Punzón & Villamor, 2009).

### **Antxoa**

Antxoa nitxo termal zabala duen espeziea da, eremu tropikaletatik epeletara banatzen dena; beraz, itsasoaren berotzearekiko tolerantzia handiagoa du. Bizkaiko golkoko errunaldiari dagokionez, iparralderantz zabaldu dela ikusi da, ingurumen-baldintzen aldaketei aurre egiteko agian (Bellier et al., 2010). Errunaldiaren gainaren aurrerapena ere ikusi da, 5,5 egun/hamarkadakoa 1987–2015 aldian (Erauskin-Extramiana et al., 2019).

Antxoaren adinaren araberako pisuaren analisiak adierazten du 1987tik 2019ra bitartean jaitsi egin dela aldiaren azken urteetan. Ez dago argi beherakada 2005ean hasi ote zen –orduan arinagoa zen, eta 1 eta 2 urteen adinerako– edo 2011n –hortik aurrera murrizketa nabarmenagoa den eta orokorra adin guztietarako–.

Murrizketa horren arrazoiaren analisiaren arabera, neurri batean lotuta dago kumeen ugaritasunaren, errekrutamenduaren eta stockaren biomassaren hazkundearekin. Beste faktore potentzial batzuek, arrantzak eta elikadurak esaterako, ez dute erakusten antxoaren pisuaren jaitsieraren ebidentziarik. Bizkaiko golkoko itsasoaren berotzea ezin da baztertu pisuak gutxitzearen eragile gisa, eta 2 urteko adinean gehiago ikusten den bigarren mailako edo zeharkako rola izan dezake.

### **Hegaluze-kumeak**

Bizkaiko golkoan tunidoen harrapaketen analisisien emaitzek erakusten dute tunidoak lehenago iristen direla orain. Hegaluzearen kasuan, orain 8 egun lehenago iristen da duela 40 urte baino (1967–2005 analisi-aldia), eta hegalaburra, berriz, 14 egun lehenago duela 25 urte baino (1981–2005 analisi-aldia).

1981–2017 aldiko harrapaketak aztertzen dituen azterketa berri batean (Chust et al., 2019) ondorioztatzen da hegaluze-kumeen iritsiera 2,3 eguneko tasan aurreratu dela hamarkada bakoitzeko, itsasoaren berotzeari lotuta. Era berean, ikusi da hegaluzearen habitata pixka bat lekualdatu dela iparralderantz.

## ONDORIOAK

---

Ondorio nagusiak hauek dira:

- Kantauri itsasoan berotzea ikusten da 80ko hamarkadaz geroztik, hamarkada bakoitzeko 0,10–0,20 °C ingurukoa ur-zutabe osoan, gainazaletik 1.000 m-ra arte, eta handiagoa da gainazalean eta Gipuzkoako kostaldetik gertu lehenengo 100 metroetan baino eta Bizkaiko golko osoa kontuan hartuta. Behatutako Bizkaiko golkoaren mailako itsasoaren berotzea lotuta egongo litzateke Ipar-ekialdeko Atlantikoaren berotzearekin, klima-aldaketari lotutako ozeano/atmosfera interakzio-patroiekin bat. Euskal kostaldeko itsasoaren berotzea nabarmenagoa izatea azal liteke lurraren eta plataforma kontinentalaren eraginarengatik, eta, beraz, airearen berotzearengatik, klima-aldaketaren adierazle nagusia baita.
- Ur-zutabearen lehen 100 metroetan, Pasaiaren pareko estazioan, gazitasuna murrizteko joera ikusten da (0,029 hamarkada bakoitzeko 1993–2019 aldian). Hala ere, zaila da beherakada hori klima-aldaketarekin lotutako eskala orokorreko prozesuekin lotzea.
- Itsasoaren berotzeak nahasketa-geruza sakontzea dakar, hamarkada bakoitzeko 21 m-ko tasan 1986az geroztik. Halaber, 14 °C-ko isoterma ere sakontzen ari da.
- Bizkaiko golkoko itsasoaren batez besteko maila 1,5 eta 3,5 cm-ko tasan igotzen ari da hamarkada bakoitzeko 90eko hamarkadaz geroztik, eta, gainera, bizkortzen ari da, maila globaleko igoerarekin bat etorritz.
- Azken 30 urteotan, olatu-altuera adierazgarria igo egin dela ikusi da, gutxienez 1,8 cm hamarkada bakoitzeko (Bilbo–Bizkaiko buian), baina estatistikoki ez da adierazgarria. Muturreko baldintzetan bai ikusi dira aldaketa garrantzitsuak: olatu-altuera adierazgarriaren hileko 90 pertzentilaren igoera adierazgarriak (% 7,7 hamarkada bakoitzeko) eta 100 urteko errepikatze-denborari lotutako olatu-altuera (% 13,4 hamarkada bakoitzeko). Nolanahi ere, joera horiek ezin zaizkio zuzenean klima-aldaketari egotzi.
- Baliteke olatuen igoeraren ondorioz –eta, bereziki, muturreko gertakari batzuen ondorioz– itsasgoraren kosta-lerroaren higadura eta mareaz gaindiko azalera murriztea, 2010–2019 aldian Zarauzko hondartzan ikusten den bezala. Hala ere, aztertutako seriea laburra da klima-aldaketaren efektuari esleitutako eskala handiagoko joerak adierazteko.
- Klorofila-kontzentrazioaren aldakortasun handiak ez du lagundu klorofila-kontzentrazioan joera argi bat identifikatzen Gipuzkoako kostaldearen parean. Hala ere, Bizkaiko golkoko eskalan, satellite-datuekin, gorakada bat detektatu da 2003–2019 aldian, baina oraindik ez da zehaztu klima-aldaketarekiko harreman posiblea. Ez da aldaketarik ikusi fitoplankton-espezieen osieran haien tenperatura-tarterik onenekin lotuta, komunitate bentikoetan ez bezala.
- Itsasoko eta aireko berotzeak, neurri batean, harri-substratuko eta substratu biguneko bentoseko komunitatearen indize termala igotzea ekar lezake, hau da, baldintza hobek ur beroetako espezieentzat.
- Itsasoaren berotzeak antxoaren errunaldiaren aurrerapena eta hegaluze-kumeen etorrera ere areagotzen omen ditu migrazio trofikoan zehar, baita berdelaren errunaldiaren latitude-banaketa ere.

Adierazleetan behatutako joerak

Adierazlea	Deskribapena	Estazioa/ Eremua	Unitatea	Aldia	Joera (/hamarkada)	p-balioa
<b>ITSASOKO TEMPERATURA</b>	SST AQUARIUM	AQUARIUM	°C	1946-1980	-0,216 ± 0,055	<b>0,0001</b>
	SST AQUARIUM	AQUARIUM	°C	1980-2019	0,232 ± 0,035	<b>0,0000</b>
	SST SATELITEA	BIZKAIKO GOLKOA	°C	2003-2019	0,106 ± 0,041	<b>0,0092</b>
	SST BERRANALISIA	BIZKAIKO GOLKOA	°C	1986-2019	0,252 ± 0,049	<b>0,0000</b>
	T SAK. 0-100 M	D2	°C	1986-2019	0,154 ± 0,041	<b>0,0002</b>
<b>GAZITASUNA</b>	S 0-100 M	D2		1986-2019	-0,022 ± 0,015	0,1620
	S 0-100 M	D2		1993-2019	-0,015 ± 0,021	0,4810
	S 0-100 M SAK.	D2		1993-2020	-0,030 ± 0,012	<b>0,0095</b>
<b>NAHASKE- TA-GERUZA ETA ESTRATIFIKAZIOA</b>	ISOTERMA-SAK. 14 °C	D2	m	1993-2019	-5,038 ± 2,092	<b>0,0167</b>
	ISOTERMA-SAK. 14 °C (APIRILA-ABENDUA)	D2	m	1993-2019	-2,426 ± 2,414	0,3165
	ESTRAT. TERMIKOA	D2	°C/m	1993-2019	-0,011 ± 0,030	0,7240
	ESTRAT. TERMOHALINOA	D2	Kg m <sup>-3</sup> / m	1993-2019	0,015 ± 0,016	0,3528
	NEGUKO NAHASKE- TA-GERUZAREN SAK.	D2	m	1986-2019	-21,390 ± 9,940	<b>0,0391</b>
<b>OXIGENO DISOLBATUA</b>	GAINAZALEKO DO	KALITATE-SAREA	mg/l	1995-2019	0,144 ± 0,021	<b>0,0000</b>
	DO 25 M	KALITATE-SAREA	mg/l	1995-2019	0,090 ± 0,022	<b>0,0000</b>
	DO 100 M	KALITATE-SAREA	mg/l	1995-2019	-0,253 ± 0,062	<b>0,0001</b>
<b>MANTENUGAIK</b>	NH <sub>4</sub>	KALITATE-SAREA	µmol/l	1995-2019	0,171 ± 0,075	<b>0,0227</b>
	PO <sub>4</sub>	KALITATE-SAREA	µmol/l	1995-2019	0,013 ± 0,005	<b>0,0080</b>
	NO <sub>2</sub>	KALITATE-SAREA	µmol/l	1995-2019	-0,005 ± 0,004	0,1998
	NO <sub>3</sub>	KALITATE-SAREA	µmol/l	1995-2019	0,279 ± 0,096	<b>0,0038</b>
	SIO <sub>4</sub>	KALITATE-SAREA	µmol/l	1995-2019	0,447 ± 0,103	<b>0,0000</b>
<b>ITSAS MAILA</b>	IBBM VIGO 2	VIGO2	cm	1992-2019	1,534 ± 0,711	<b>0,0407</b>
	IBBM VIGO	VIGO	cm	1943-1990	2,481 ± 0,429	<b>0,0000</b>
	IBBM GIJON 2	GIJON 2	cm	1995-2019	0,375 ± 0,555	0,5053
	IBBM SANTANDER 2	SANTANDER2	cm	1992-2019	1,800 ± 0,325	<b>0,0000</b>

Adierazlea	Deskribapena	Estazioa/ Eremua	Unitatea	Aldia	Joera (/hamarkada)	p-balioa	
<b>ITSAS MAILA</b>	IBBM NEWLYN	NEWLYN	cm	1915-2016	1,860 ± 0,088	<b>0,0000</b>	
	IBBM BREST	BREST	cm	1846-2019	1,253 ± 0,054	<b>0,0000</b>	
	IBBM BREST	BREST	cm	1992-2019	2,481 ± 0,442	<b>0,0000</b>	
	IBBM CORUÑA2	CORUÑA 2	cm	1992-2019	3,532 ± 0,647	<b>0,0000</b>	
	IBBM CORUÑA	CORUÑA	cm	1943-2019	1,968 ± 0,194	<b>0,0000</b>	
	IBBM BILBO3	BILBO3	cm	1992-2019	2,965 ± 0,328	<b>0,0000</b>	
	IBBM PASAIA	PASAIA	cm	2007-2019	4,2	<b>0,0001</b>	
	IBBM SATELITEA	BIZKAIKO GOLKOA	cm	1993-2019	2,418 ± 0,438	<b>0,0000</b>	
<b>OLATUAK</b>	HS BUIA	BILBO-BIZKAIKO BUIA	cm	1991-2019	1,791 ± 3,160	0,5709	
	HS BUIA	DONOSTIAKO BUIA	cm	2007-2019	2,674 ± 10,041	0,7900	
	PW BUIA	BILBO-BIZKAIA	kW/m	1991-2019	0,504 ± 1,107	0,6492	
	PW BUIA	DONOSTIA	kW/m	2007-2019	0,735 ± 3,582	0,8373	
	HS90 BUIA	BILBO-BIZKAIA	cm	1991-2019	27,165 ± 8,566	<b>0,0017</b>	
	HS90 BUIA	DONOSTIA	cm	2007-2019	14,111 ± 26,746	0,5988	
	HS100 BUIA	BILBO-BIZKAIA	cm	2001-2019	167,129 ± 40,658	<b>0,0007</b>	
	HS100 BUIA	DONOSTIA	cm	2017-2019	116,078 ± 31,148	0,1669	
	GOW HS BILBO-BIZKAIKO BUIA			cm	1979-2019	-0,218 ± 1,815	0,9044
	GOW HS BILBO-BIZKAIKO BUIA			cm	1991-2019	2,732 ± 2,958	0,3558
	SIMAR HS BILBO-BIZKAIKO BUIA			cm	1958-2019	4,011 ± 0,929	<b>0,0000</b>
	SIMAR HS BILBO-BIZKAIKO BUIA			cm	1979-2019	5,169 ± 1,706	<b>0,0024</b>
	SIMAR HS BILBO-BIZKAIKO BUIA			cm	1991-2019	8,333 ± 2,768	<b>0,0026</b>
	GOW HS DONOSTIAKO BUIA			cm	1979-2019	-0,257 ± 1,815	0,8875
	GOW HS DONOSTIAKO BUIA			cm	2007-2019	12,870 ± 9,952	0,1960
	GOW PW BILBO-BIZKAIKO BUIA			kW/m	1979-2019	-0,421 ± 0,747	0,5730
	GOW PW BILBO-BIZKAIKO BUIA			kW/m	1991-2019	1,255 ± 1,172	0,2843
	SIMAR PW BILBO-BIZKAIKO BUIA			kW/m	1958-2019	1,196 ± 0,293	<b>0,0000</b>
	SIMAR PW BILBO-BIZKAIKO BUIA			kW/m	1979-2019	1,625 ± 0,544	<b>0,0028</b>
	SIMAR PW BILBO-BIZKAIKO BUIA			kW/m	1991-2019	3,212 ± 0,884	<b>0,0003</b>
	GOW HS90 BOYA BILBAO-VIZCAYA			cm	1979-2019	-0,636 ± 3,920	0,8711
	GOW HS90 BOYA BILBAO-VIZCAYA			cm	1991-2019	6,116 ± 6,494	0,3470
	SIMAR HS90 BOYA BILBAO-VIZCAYA			cm	1958-2019	3,969 ± 1,954	<b>0,0426</b>
SIMAR HS90 BOYA BILBAO-VIZCAYA			cm	1979-2019	5,276 ± 3,641	0,1481	

Adierazlea	Deskribapena	Estazioa/ Eremua	Unitatea	Aldia	Joera (/hamarkada)	p-balioa
<b>OLATUAK</b>	SIMAR HS90 BILBO-BIZKAIKO BUIA		cm	1991-2019	11,274 ± 6,435	0,0807
	GOW HS90 DONOSTIAKO BUIA		cm	2007-2019	24,424 ± 23,192	0,2940
	GOW HS100 BILBO-BIZKAIKO BUIA		cm	1989-2019	10,615 ± 17,959	0,5591
	GOW HS100 BILBO-BIZKAIKO BUIA		cm	2001-2019	-15,391 ± 30,29	0,6180
	SIMAR HS100 BILBO-BIZKAIKO BUIA		cm	1968-2019	45,192 ± 9,404	<b>0,0000</b>
	SIMAR HS100 BILBO-BIZKAIKO BUIA		cm	2001-2019	182,736 ± 34,2	<b>0,0001</b>
<b>AIREAREN TEMPERATURA</b>	T AIREA	IGELDO	°C	1928-2019	0,1947 ± 0,0466	<b>0,0000</b>
	T AIREA	IGELDO	°C	1980-2019	0,3057 ± 0,1601	0,0562
	T AIREA	HONDARRIBIA	°C	1971-2017	0,3693 ± 0,0424	<b>0,0000</b>
	T AIREA	HONDARRIBIA	°C	1980-2017	0,2480 ± 0,0588	<b>0,0000</b>
<b>EGUZKI-ORDUAK</b>	EGUNEKO ORDUAK	IGELDO	h	1947-2019	0,0462 ± 0,0156	<b>0,0031</b>
	EGUNEKO ORDUAK	HONDARRIBIA	h	1980-2019	0,2615 ± 0,0387	<b>0,0000</b>
<b>HAIZEA</b>	BATEZ BESTEKO ABIADURA	IGELDO	m/s	1980-2019	-0,2875 ± 0,030	<b>0,0000</b>
	BATEZ BESTEKO ABIADURA	HONDARRIBIA	m/s	1995-2019	0,4558 ± 0,0275	<b>0,0000</b>
	BATEZ BESTEKO ABIADURA	BOYA GASCOGNE	m/s	1998-2019	0,2431 ± 0,0873	<b>0,0054</b>
	EGUNEKO GEH. AB.	BOYA GASCOGNE	m/s	1998-2019	0,3504 ± 0,1126	<b>0,0019</b>
	EGUNEKO BAT. AB.	BOYA GASCOGNE	m/s	1998-2019	-0,0623 ± 0,212	0,7691
	EGUNEKO BAT. AB.	BOYA GASCOGNE	m/s	1998-2019	-0,0623 ± 0,212	0,7691
<b>PREZIPITAZIOA</b>	URTEKO PREZ. MET.	IGELDO	mm	1980-2019	34,530 ± 30,410	0,2630
	URTEKO PREZ. MET.	HONDARRIBIA	mm	1980-2019	78,650 ± 41,660	0,0667
	URTEKO MUT. PREZ.	IGELDO	día	1980-2019	0,2140 ± 0,1600	0,1870
	URTEKO MUT. PREZ.	HONDARRIBIA	día	1980-2019	0,5420 ± 0,2020	<b>0,0108</b>
<b>EMARIA</b>		OIARTZUN	m <sup>3</sup> /s	1997-2019	0,1550 ± 0,057	<b>0,0065</b>
		URUMEA	m <sup>3</sup> /s	1992-2019	0,086 ± 0,048	0,0738
		ORIA	m <sup>3</sup> /s	1999-2019	0,115 ± 0,065	0,0741
		UROLA	m <sup>3</sup> /s	1996-2019	0,033 ± 0,051	0,5242
		DEBA	m <sup>3</sup> /s	1995-2019	0,024 ± 0,049	0,6177
		ATURRI	m <sup>3</sup> /s	1967-2019	-0,066 ± 0,016	<b>0,0001</b>

Adierazlea	Deskribapena	Estazioa/ Eremua	Unitatea	Aldia	Joera (/hamarkada)	p-balioa
<b>KOSTA-LERROA</b>	ITSASBEHERA	ZARAUTZ	m	2010-2019	17,180	
	ITSASGORA	ZARAUTZ	m	2010-2019	-4,490	
<b>HONDARTZEN HIGADURA</b>	MAREAZ GAINDIKO EREMUA	ZARAUTZ	m <sup>2</sup>	2010-2019	-1535,1 ± 7765,6	0,8437
	MAREARTEKO EREMUA	ZARAUTZ	m <sup>2</sup>	2010-2019	30544,1 ± 9793,9	<b>0,0023</b>
<b>FITOPLANKTONA</b>	KOMUNITATEA	KALITATE-SAREA	°C	2002-2019	-0,1523 ± 0,281	0,5883
	UGARITASUN TOTALA	KALITATE-SAREA		2002-2019	45309,339 ± 82416,0366	0,5828
	GAINAZALEKO CHLA	D2	µg/l	1993-2019	0,0632 ± 0,0733	0,3892
	CHLA 0-50 M	D2	µg/l	1993-2019	0,0207 ± 0,0411	0,6156
	CHLA SAK.	D2	µg/l	1993-2019	0,0362 ± 0,0103	<b>0,0004</b>
	CHLA-REN GEH. SAK.	D2	m	1993-2019	0,2595 ± 1,6202	0,8729
	CHLA (0 M + 25 M)	KALITATE-SAREA	µg/l	1995-2019	0,0226 ± 0,0345	0,5133
	GAINAZ. CHLA SATELITEA	BIZKAIKO GOLKOA	mg-m <sup>3</sup>	2003-2019	0,0543 ± 0,0126	<b>&lt;0,001</b>
	GAINAZ. CHLA SAT	DONOSTIAREN PAREAN	mg-m <sup>3</sup>	2003-2019	0,0834 ± 0,0635	0,1894
	CHLA SAT FENOLOGIA	BIZKAIKO GOLKOA	mg-m <sup>3</sup>	2003-2019	-0,5245 ± 0,645	0,4290
<b>HARRI-SUBSTRATUKO BENTOSA</b>	HARRI-SUBSTRATUKO KOM. CTI	KALITATE-SAREA	°C	2002-2019	0,2700	<b>0,0030</b>
<b>SUBSTRATU BIGUNEKO BENTOSA</b>	SUBSTRATU BIGUNE- KO KOM. CTI	KALITATE-SAREA	°C	1995-2019	0,1600	<b>0,0032</b>
<b>ARRAINAK</b>	2 ADINEKO AN- TXOA-PISUA	BIOMAN	g	1987-2019	-3,300	<b>&lt;0,001</b>

## ERREFERENTZIAK

- Alcock, R. (2003) The effects of climate change on rocky shore communities in the Bay of Biscay, 1895–2050. PhD. Thesis, University of Southampton, 296.
- Behrenfeld, M.J., O'Malley, R.T., Boss, E.S., Westberry, T.K., Graff, J.R., Halsey, K.H., Milligan, A.J., Siegel, D.A. and Brown, M.B. (2016) Revaluating ocean warming impacts on global phytoplankton. *Nature Climate Change*, 6, 323–330.
- Bindoff, N.L., Cheung, W.W.L., Kairo, J.G., Arístegui, J., Gunder, V.A., Hallberg, R., Hilmi, N., Jiao, N., Karim, M.S., Levin, L., O'Donoghue, S., Cuicapusa, S.R.P., Rinkevich, B., Suga, T., Tagliabue, A. and Williamson, P. (2019) Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
- Blunden, J. and Arndt, D.S. (2019) State of the Climate in 2018. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100 (9): Si-S305, doi:10.1175/2019BAMSStateoftheClimate.1.
- Bopp, L., Resplandy, L., Orr, J.C., Doney, S.C., Dunne, J.P., Gehlen, M., Halloran, P., Heinze, C., Ilyina, T., Séférian, R., Tjiputra, J. and Vichi, M. (2013) Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: projections with CMIP5 models. *Biogeosciences*, 10, 6225–6245.
- Borja, A., Chust, G., Fontán, A., Garmendia, J.M. and Uyarra, M.C. (2018) Long-term decline of the canopy-forming algae *Gelidium corneum*, associated to extreme wave events and reduced sunlight hours, in the southeastern Bay of Biscay. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 205, 152–160.
- Borja, Á., Chust, G., Rodríguez, J.G., Bald, J., Belzunce-Segarra, M.J., Franco, J., Garmendia, J.M., Larreta, J., Menchaca, I., Muxika, I., Solaun, O., Revilla, M., Uriarte, A., Valencia, V. and Zorita, I. (2016) 'The past is the future of the present': Learning from long-time series of marine monitoring. *Sci. Total Environ.*, 566–567, 698–711.
- Borja, Á., Fontán, A. and Muxika, I. (2013) Interactions between climatic variables and human pressures upon a macroalgae population: Implications for management. *Ocean Coast. Manage.*, 76, 85–95.
- Bruge, A., Alvarez, P., Fontán, A., Cotano, U. and Chust, G. (2016) Thermal Niche Tracking and Future Distribution of Atlantic Mackerel Spawning in response to Ocean Warming. *Frontiers in Marine Science*, 3, 86.
- Casado-Amezúa, P., Araújo, R., Bárbara, I., Bermejo, R., Borja, Á., Díez, I., Fernández, C., Gorostiaga, J.M., Guinda, X., Hernández, I., Juanes, J.A., Peña, V., Peteiro, C., Puente, A., Quintana, I., Tuya, F., Viejo, R.M., Altamirano, M., Gallardo, T. and Martínez, B. (2019) Distributional shifts of canopy-forming seaweeds from the Atlantic coast of Southern Europe. *Biodivers. Conserv.*, 28, 1151–1172.
- Cheung, W.W.L., Watson, R. and Pauly, D. (2013) Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*, 497, 365–368.
- Chust, G., Allen, J.I., Bopp, L., Schrum, C., Holt, J., Tsiaras, K., Zavatarelli, M., Chifflet, M., Cannaby, H., Dadou, I., Daewel, U., Wakelin, S.L., Machu, E., Pushpadas, D., Butenschon, M., Artioli, Y., Petihakis, G., Smith, C., Garçon, V., Goubanova, K., Le Vu, B., Fach, B.A., Salihoglu, B., Clementi, E. and Irigoien, X. (2014) Biomass changes and trophic amplification of plankton in a warmer ocean. *Global Change Biol.*, 20, 2124–2139.
- Chust, G., Goikoetxea, N., Ibaibarriaga, L., Sagarmínaga, Y., Arregui, I., Fontán, A., Irigoien, X. and Arrizabalaga, H. (2019) Earlier migration and distribution changes of albacore in the Northeast Atlantic. *Fish. Oceanogr.*, 28, 505–516.
- Chust, G., M. González, A. Fontán, M. Revilla, P. Alvarez, M. Santos, U. Cotano, M. Chifflet, A. Borja, I. Muxika, Y. Sagarmínaga, A. Caballero, I. De Santiago, I. Epelde, P. Liria, A. Lanzén, L. Alonso, L. Ibaibarriaga, R. Garnier, E. Ramírez, J. Franco, Ernesto Villarino (2020). Gipuzkoako itsasertzean klima aldaketaren adierazle fisiko-kimikoak eta biologikoak jarraitzea eta aztertzea, adierazle horien bilakaera ezagutzeko eta etorkizuneko egoerak, inpaktuak eta beharrezko egokitzapenak aurreikusitako ahal izateko laguntza teknikoak. AZTIk Naturklimarako egindako azken inbentarioa. 163 or.
- Dave, A.C. and Lozier, M.S. (2013) Examining the global record of interannual variability in stratification and marine productivity in the low-latitude and mid-latitude ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118, 3114–3127.
- Díez, I., Muguerza, N., Santolaria, A., Ganzedo, U. and Gorostiaga, J.M. (2012) Seaweed assemblage changes in the eastern Cantabrian Sea and their potential relationship to climate change. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 99, 108–120.
- Díez, I., Santolaria, A., Muguerza, N. and Gorostiaga, J.M. (2014) Capacity for recovery of rocky subtidal assemblages following pollution abatement in a scenario of global change. *Mar. Pollut. Bull.*, 86, 197–209.



Domingues, C.M., Church, J.A., White, N.J., Gleckler, P.J., Wijffels, S.E., Barker, P.M. and Dunn, J.R. (2008) Improved estimates of upper-ocean warming and multi-decadal sea-level rise. *Nature*, 453, 1090–1093.

Duarte, L., Viejo, R.M., Martínez, B., deCastro, M., Gómez-Gesteira, M. and Gallardo, T. (2013) Recent and historical range shifts of two canopy-forming seaweeds in North Spain and the link with trends in sea surface temperature. *Acta Oecol.*, 51, 1–10.

EPA (2016) Climate Change Indicators in the United States. Technical Documentation Overview. US Environmental Protection Agency. 15pp.

Erauskin-Extramiana, M., Alvarez, P., Arrizabalaga, H., Ibaibariaga, L., Uriarte, A., Cotano, U., Santos, M., Ferrer, L., Cabré, A., Irigoien, X. and Chust, G. (2019a) Historical trends and future distribution of anchovy spawning in the Bay of Biscay. *Deep Sea Res. (II Top. Stud. Oceanogr.)*, 159, 169–182.

Fernández, C. (2016) Current status and multidecadal biogeographical changes in rocky intertidal algal assemblages: The northern Spanish coast. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 171, 35–40.

Garmendia, M., Borja, A. and Muxika, I. (2008) Long-term environmental, climatic and anthropogenic factors affecting subtidal soft-bottom benthic communities, within the Basque coast. *Revista de Investigación Marina, AZTI-Tecnalia*, 2, 1–28.

GCOS (2017) Indicators of Climate Change. Outcome of a meeting. Technical Report, 206. WMO, Geneva, Switzerland, 3 February 2017. Eskuragarri hemen: [https://library.wmo.int/opac/doc\\_num.php?explnum\\_id=3418](https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3418).

GonzálezGil, R., González Taboada, F., Cáceres, C., Largier, J.L. and Anadón, R. (2018), Wintermixing preconditioning of the spring phytoplankton bloom in the Bay of Biscay. *Limnol. Oceanogr.*, 63, 1264–1282. <https://doi.org/10.1002/lno.10769>.

González-Pola, C., Lavín, A., Díaz del Rio, G., Cabanas, J.M., Ruiz-Villarreal, M., Somavilla, R., Rodríguez, C., González-Nuevo, G. and Nogueira, E. (2012) Hidrografía y circulación. In: *Cambio climático y oceanográfico en el Atlántico del norte de España*. Inst. Español de Oceanografía. 69–98 pp.

IPCC-AR5 (2013) The Physical Science Basis. Working Group I. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press. 1535pp.

IPCC (2019) Technical Summary [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing*

*Climate* [H.- O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.

Laffoley, D.B., J.M. (eds.) (2019) Ocean deoxygenation: Everyone's problem - Causes, impacts, consequences and solutions. Full report. Gland, Switzerland: IUCN. 580pp.

Martínez, B., Afonso-Carrillo, J., Anadón, R., Araújo, R., Arenas, F., Arrontes, J., Borja, A., Díez, I., Duarte, L., Fernández, C., Tasende, M.G., Gorostiaga, J.M., Peteiro, C., Puente, A., Rico, J.M., Sangil, C., Sansón, M., Tuya, F., Bárbara, I., Juanes, J.A. and Viejo, R.M. (2015) Regresión de las algas marinas en la costa atlántica de la Península ibérica y en las Islas Canarias por efecto del cambio climático. *ALGAS, Boletín Informativo de la Sociedad Española de Ficología*, 49, 5–12.

Muguerza, N., Díez, I., Quintano, E., Bustamante, M. and Gorostiaga, J.M. (2017) Structural impoverishment of the subtidal vegetation of southeastern Bay of Biscay from 1991 to 2013 in the context of climate change. *J. Sea Res.*, 130, 166–179.

Pauly, D. and Cheung, W.W.L. (2018) Sound physiological knowledge and principles in modeling shrinking of fishes under climate change. *Global Change Biol.*, 24, e15–e26.

Pérez, L., Borja, A., Rodríguez, J.G. and Muxika, I. (2009) Long-term environmental, anthropogenic and climatic factors explaining spatial and temporal distribution of soft-bottom benthic communities within the Basque estuaries. *Revista de Investigación Marina*, 14, 1–22.

Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R. and Reynolds, J.D. (2005) Climate Change and Distribution Shifts in Marine Fishes. *Science*, 308, 1912–1915.

Poloczanska, E.S., Brown, C.J., Sydeman, W.J., Kiessling, W., Schoeman, D.S., Moore, P.J., Brander, K., Bruno, J.F., Buckley, L.B., Burrows, M.T., Duarte, C.M., Halpern, B.S., Holding, J., Kappel, C.V., O'Connor, M.I., Pandolfi, J.M., Parmesan, C., Schwing, F., Thompson, S.A. and Richardson, A.J. (2013) Global imprint of climate change on marine life. *Nature Clim. Change*, 3, 919–925.

Poloczanska, E.S., Burrows, M.T., Brown, C.J., Garcia Molinos, J., Halpern, B.S., Hoegh-Guldberg, O., Kappel, C.V., Moore, P.J., Richardson, A.J., Schoeman, D.S. and Sydeman, W.J. (2016) Responses of marine organisms to climate change across oceans. *Frontiers in Marine Science*, 3.

Punzón, A. and Villamor, B. (2009) Does the timing of the spawning migration change for the southern component of the Northeast Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*, L. 1758)? An approximation using fishery analyses. *Cont. Shelf Res.*, 29, 1195–1204.

Ramos, E., Guinda, X., Puente, A., de la Hoz, C.F. and Juanes, J.A. (2020) Changes in the distribution of intertidal macroalgae along a longitudinal gradient in the northern coast of Spain. *Mar. Environ. Res.*, 157, 104930.

Reguero, B.G., Losada, I.J. and Méndez, F.J. (2019) A recent increase in global wave power as a consequence of oceanic warming. *Nature Communications*, 10, 205.

Siegel, D.A., Maritorea, S., Nelson, N.B., Behrenfeld, M.J. and McClain, C.R. (2005) Colored dissolved organic matter and its influence on the satellite-based characterization of the ocean biosphere. *Geophys. Res. Lett.*, 32.

Staudinger, M.D., Mills, K.E., Stamieszkin, K., Record, N.R., Hudak, C.A., Allyn, A., Diamond, A., Friedland, K.D., Golet, W., Henderson, M.E., Hernandez, C.M., Huntington, T.G., Ji, R., Johnson, C.L., Johnson, D.S., Jordaan, A., Kocik, J., Li, Y., Liebman, M., Nichols, O.C., Pendleton, D., Richards, R.A., Robben, T., Thomas, A.C., Walsh, H.J. and Yakola, K. (2019) It's about time: A synthesis of changing phenology in the Gulf of Maine ecosystem. *Fish. Oceanogr.*, 28, 532–566.

Steinacher, M., Joos, F., Frölicher, T.L., Bopp, L., Cadule, P., Cocco, V., Doney, S.C., Gehlen, M., Lindsay, K., Moore, J.K., Schneider, B. and Segschneider, J. (2010) Projected 21st century decrease in marine productivity: a multi-model analysis. *Biogeosciences*, 7, 979–1005.

Trombetta, T., Vidussi, F., Mas, S., Parin, D., Simier, M. and Mostajir, B. (2019) Water temperature drives phytoplankton blooms in coastal waters. *Plos One*, 14.

Ulazia, A., Penalba, M., Ibarra-Berastegui, G., Ringwood, J. and Saénz, J. (2017) Wave energy trends over the Bay of Biscay and the consequences for wave energy converters. *Energy*, 141, 624–634.

Vicente-Serrano, S.M., Rodríguez-Camino, E., Domínguez-Castro, F., Kenawy, A.E. and Azorin-Molina, C. (2017) An updated review on recent trends in observational surface atmospheric variables and their extremes over Spain. *Cuadernos de Investigación Geográfica*. 49: 209–232.

Villarino, E., Irigoien, X., Villate, F., Iriarte, A., Uriarte, I., Zervoudaki, S., Carstensen, J., O'Brien, T.D. and Chust, G. (2020) Response of copepod communities to ocean warming in three time-series across the North Atlantic and Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 636, 47–61.

Voerman, S.E., Llera, E. and Rico, J.M. (2013) Climate driven changes in subtidal kelp forest communities in NW Spain. *Mar. Environ. Res.*, 90, 119–127.

Young, I.R., Zieger, S., and Babanin, V. (2011). Global trends in wind speed and wave height. *Science*, 22, 451–455.

Zeng, Z., Ziegler, A.D., Searchinger, T., Yang, L., Chen, A., Ju, K., Piao, S., Li, L.Z.X., Ciais, P., Chen, D., Liu, J., Azorin-Molina, C., Chappell, A., Medvigy, D. and Wood, E.F. (2019) A reversal in global terrestrial stilling and its implications for wind energy production. *Nature Climate Change*, 9, 979–985.





# Eranskina Glosarioa Erreferentziak



Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



**ETORKIZUNA ORAIN**  
Es futuro



**K**lima-aldaketak Gipuzkoan dituen efektuen egoera eta bilakaera eta ezarritako moldatze-neurrien efektua monitorizatzeko, jarraipena egiteko eta ebaluatzeko aginte-koadroa diseinatzeko helburuarekin, adierazle-sistema bat definitu da. Adierazle-multzo horrek, sektoreen inguruan egituratuta (ur-baliabideak, nekazaritza eta basogintza, energia, azpiegiturak eta lurralde-antolamendua eta osasuna), erabakiak hartzea erraztuko du; hori guztia klima-aldaketaren aurrean lurraldearen erresilientzia hobetzeri eta handitzera bideratuta.

Adierazle horien helburuak hau dira:

- Lurraldearen sistema natural eta sozioekonomikoetan klima-aldaketak eragindako arrisku nagusiak identifikatzea, kuantifikatzea eta monitorizatzea.
- Klima-aldaketaren inpaktuak murrizteko moldatze-ekintzak eta -politikak identifikatzen eta onartzen laguntzea.
- Eragile nagusiak sentibilizatzea klima-aldaketara moldatzeko inplikazio aktiboa lortzeko, batez ere informazioa zabalduz.

Ematen duten informazioaren arabera, adierazleak honela sailkatzen dira: (M) moldatzea, (E) esposizioa, (I) inpaktua, (A) arriskua eta (K) kalteberatasuna.

<sup>1</sup> Kostaldeko itsas sistemaren egoeraren eta bilakaeraren jarraipenaren adierazleak IV. atalean aurkeztu dira: Itsasoko eta kostaldeko adierazleen bilakaerari buruzko txostena.



KLIMA-ALDAGAIAK																
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Urteko batez besteko tenperatura (°C)	P	12,4	13,6	12,5	12,5	13,0	12,3	14,0	13,1	14,1	13,7	13,6	13,5	13,5	13,3	13,9
Eguneko tenperatura minimoen batez bestekoa (°C)	P	8,2	9,3	8,6	8,6	9,0	8,2	9,9	8,9	10,0	9,6	9,5	9,3	9,6	9,1	9,9
Eguneko tenperatura maximoen batez bestekoa (°C)	P	17,4	18,5	17,3	17,4	18,0	17,1	18,8	18,2	19,0	18,7	18,5	18,6	18,0	18,7	19,0
Eguneko tenperatura minimoen minimoa (°C)	P	-7,7	-4,2	-5,3	-2,2	-4,4	-4,9	-3,0	-5,2	-2,6	-3,8	-1,7	-4,7	-5,7	-2,8	-1,1
Eguneko tenperatura maximoen maximoa (°C)	P	36,7	36,1	35,8	34,7	37,1	36,4	38,4	39,6	37,6	37,4	38,2	37,0	34,9	38,9	38,9
Egun hotzen kopurua (egunak)	P							173,0	202,0	203,0	181,0	194,0	196,0	190,0	216,0	183,0
Egun beroen kopurua (egunak)	P							8,0	15,0	7,6	12,0	14,0	12,0	6,0	10,0	10,0
Bero-boladen kopurua (egunak)	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1 (3 DIAS)	0,0	0,0	1 (4 DIAS)	0,0	0,0	1 (5 DIAS)	
Izozte-egunen kopurua (egunak)	P	39,0	26,0	20,0	11,0	20,0	32,0	11,0	21,0	12,0	12,0	6,0	20,0	14,0	9,0	6,0
Urteko batez besteko prezipitazioa (mm)	P	1.486,3	1.061,3	1.460,8	1.729,9	1.432,8	1.296,9	1.277,0	1.327,5	2.049,7	1.503,2	1.447,8	1.477,5	1.597,1	1.651,6	1.424,1
Gau tropikalen kopurua (egunak)	P							1,2	3,6	4,4	2,9	1,8	2,7	1,9	1,9	2,9
Euri-egunen kopurura (egunak)	P	180,0	171,0	189,0	205,0	183,0	191,0	165,0	188,0	210,0	185,8	198,0	185,0	211,0	143,0	187,0
Eguzkitako/atzitutako egunen kopurua (egunak)	P	42,0	34,0	33,0	25,0	33,0	23,0	45,0	38,0	33,0	38,0	33,0	47,0	29,0	44,0	42,0
Prezipitazio maximoa 24 ordutan (mm)	P	56,6	60,8	72,0	62,6	86,4	73,5	114,3	54,1	73,5	88,5	78,0	71,3	81,6	64,9	56,3
Hezetasun erlatiboa (%)	P	80,0	80,2	84,2	85,0	83,6	81,5	80,8	82,2	83,3	81,1	81,7	81,8	84,4	80,2	79,4
Haizearen batez besteko abiadura (km/h)	P	10,7	10,9	9,9	10,9	10,3	9,7	10,0	9,6	10,7	10,5	10,6	10,2	10,1	9,1	
Alerta meteorologikoen kopurura	P	9,0	9,0	7,0	11,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0	7,0	12,0	9,0	7,0	9,0
Hozte-egunak (°C)	I							131,4	164,2	128,3	150,3	145,0	148,7	118,9	134,0	146,5
Berokuntza-egunak (°C)	I							872,4	1.059,3	1.045,4	833,9	905,1	1.009,4	1.017,2	936,2	871,8



<b>UR-BALIABIDEAK</b>		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Urteko batez besteko emaria (m<sup>3</sup>/s)</b>	I																
Endara		0,2				0,3		0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	
Oiartzun					2,8		2,1	0,5	4,0		2,8	2,0	2,2	3,6	2,0	2,7	
Añarbe				2,3	2,9	2,2	2,2	2,2	3,3	3,1	3,2	2,3	2,1	3,8	2,2	2,5	
Ereñozu			8,5	8,5	10,8	7,3	8,1	8,8	14,1	12,4	12,0	8,5	7,2	14,4	7,9	8,7	
Arriaran		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	
Estanda		0,9	0,9	0,9	1,4	1,1	0,6	0,7	2,1	1,1	1,5	0,9	0,6	1,5	0,7	0,8	
Agautza		1,6	1,7	1,5	2,3	1,8	1,4	1,7	3,3	2,0	2,5	1,7	1,4	2,8	1,4	1,5	
Amundarain		0,9	1,0	0,8	1,2	0,9	0,8	0,9	1,5	1,1	1,2	0,8	0,7	1,5	0,8	0,8	
Ibiur							0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	
Alegia		6,6	6,6	6,0	9,7	6,7	4,8	6,3	13,4	7,7	11,3	7,5	5,2	12,7	5,9	6,6	
Araxes								3,5	6,6	4,3	4,9	3,7	3,0	6,2	3,3	3,5	
Belauntza		1,0	1,1	1,0	1,3	1,0	1,2	1,3	1,9	1,3	1,7	1,2	1,0	2,0	1,1	1,1	
Leitzarain		4,3	4,8	4,4	5,3	4,0	4,2	4,4	7,5	6,0	6,3	4,6	3,8	7,7	4,1	4,6	
Lasarte		19,8	21,0	19,0	28,7	20,2	19,0	22,2	40,6	25,8	29,3	24,1	17,5	36,9	18,2	19,7	
Barrendiola		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	
Aitzu			1,4	1,2	2,1	1,5	1,2	1,3	2,6	1,7	2,1	1,5	0,9	2,4	1,2	1,4	
Ibaieder		1,4	1,2	1,1	2,1	1,2	1,0	1,4	2,9	1,5	1,9	1,3	0,9	2,2	0,9	1,0	
Matxinbenta		0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aizarnazabal	6,5	6,1	5,5	9,6	6,3	5,8	7,4	13,0	7,7	9,4	6,7	5,4	11,1	5,3	6,2	
San Prudentzio	2,3	2,3	2,2	3,4	2,2	1,6	2,0	4,7	2,9	3,9	2,6	1,6	4,0	2,1	2,4	
Oñati	2,6	3,0	2,6	4,0	2,9	2,4	2,6	5,3	3,3	4,1	2,9	2,0	4,6	2,3	2,5	
Urkulu		0,2	0,2				0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	
Aixola	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Altzola	9,9	10,4	9,4	14,6	10,4	8,3	9,4	19,0	12,0	15,4	10,4	6,8	16,5	7,6	9,7	
<b>Uraren urteko batez besteko maila (m)</b>																
Oiartzun	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
Añarbe	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4	0,4
Ereñozu	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
Arriaran																
Estanda	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Agautza	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6	0,3	0,3	0,2
Amundarain	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Alegia	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
Araxes								0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	369,0	0,4	0,4	0,3
Belauntza	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,25	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
Lasarte	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6
Aitzu	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Ibaieder	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Matxinbenta	0,5	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Aizarnazabal	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
San Prudentzio	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
Oñati	0,3		0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
Urkulu	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Aixola	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Altzola	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5
<b>Uholde gertakarien kopurura</b>	I	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	3,0		
<b>Itsas enbaten gertaera -kopurura</b>	I	1,0	0,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	4,0	1,0	4,0	3,0	1,0	4,0	5,0
<b>Maila piezometrikoa (m)</b>	P															
Elduaen-3						24,6	21,8	19,8	10,7	17,9	17,6	23,9	23,5	15,7	20,3	
Kilimon-3						6,1	6,2	6,0	5,6	6,4	6,0	6,2	6,0	5,7	6,0	
Hernani-C						3,3	3,5	3,6	3,3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,5	
Legorreta-5						-62,9	-62,9		-64,5	-63,0					-31,2	
Aralar-P4						-37,7	-39,2	-5,0	-55,5	-46,5	-48,7	-47,9	-48,1	-58,2	-48,7	
DTH-1						109,1	109,9	110,0	106,6	107,7	24,2	107,8	108,1	105,4	105,7	
Jaizkibel-5								38,2	37,6	36,3	35,7	35,9	38,8	36,1	36,2	
Makinetxe						1,8	5,3	1,5	1,5	2,4	2,6	15,2	22,9	1,5	2,8	
Inurritza-2						2,4	2,0	2,0	1,9	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	
<b>Uraren kalitatea. Egoera edo potentzial ekologiko ona edo oso ona duten ur-masen ehunekoa.</b>	V			0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Trantsizio-uren eta kostaldeko uren egoera ekologikoa. Egoera edo potentzial ekologiko ona edo oso onaren duden ur-ma-sen ehunekoa.	I			0,6	0,4	0,6	0,6	0,6	0,3	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	
Biztanleko ur-eskari osoa (l/biz./egun)	A						1792	1774		175,5	170,2	172,5	172,4	168,1	171,0	
Urpean gerra daitezkeen eremuren barruan eragina jasan dezaketen biztanleen kopurura (Biz./urte)											2.444,0					
Urpean gerra daitezkeen eremuetan sor daitezkeen ETAP. Kop.	E											1,0				
<b>NEKAZARITZA ETA BASOGINTZA</b>																
Basoa (ha)	V	45.931					46.825					47.981		47.721	48.299	47.928
Landatzeko basoa (ha)	V	77.645					76.558					74.865		72.231	72.359	72.827
Galeria-basoa (ha)	V						956					944		921	921	921
Babes-figuraren azpiko lurraldearen azalera (ha)	A											44.776	44.776	44.776	44.776	
Baso-azalera ordenatuaren ehunekoa (ha)	V	124.645					124.339					123.790		120.873	121.579	121.676
Baso-suteek erretako urteko azalera (ha)	I	275,4	18,1	33,8	26,8	612,3	77,4	87,3	97,8	87,3	294,0	10,6	37,5	10,8	51,2	
Nekazaritza ekologikoaren azalera (ha)	E										627,0	666,0	750,0	848,0	1.224,0	
Baso izurriteek eragindako azalera (ha)	I											2.466	1.354	19.208	8.541	
Erreferentziako ebapotranspirazioa (mm)	I	2,0	2,1	1,9	1,9	1,9	2,1	2,0	1,9	2,1	2,2	2,1	2,1	2,0	2,1	
Hazkunde-estazioaren iraupena edo luzera (egunak)	I						330,0	310,0	298,0	350,0	325,0	347,0	323,0	308,0	344,0	357,0

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>ENERGIA</b>																
<b>Energiaren azken kontsumoa (ktep)</b>	I	2.094,4	2.086,0	2.141,3	2.196,9	2.048,7	2.137,0	1.978,3	1.950,2	1.887,7	1.852,8	1.868,1	1.860,4	1.981,1	1.933,8	1.912,2
<b>Azken energia-intentsitatea (%)</b>	A	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>AZPIGITUAK ETA LURRALDE-ANTOLAMENDUA</b>																
<b>Lurzoruaren erabilera (ha)</b>																
Sastrakadia	V	10.189,0					8.023,0					7.497,0		10.252,0	9.722,0	9.592,0
Belardia	V	4.100,0					2.957,0					3.472,0		3.572,0	3.523,0	3.509,0
Goialdeko land. Gabeko mendia	V	1.185,0					2.827,0					2.672,0		2.672,0	2.670,0	2.669,0
Nekazaritza	V	1.478,0					1.876,0					2.454,0		2.454,0	2.447,0	2.440,0
Artifiziala	V	9.909,0					10.024,0					10.612,0		10.610,0	10.609,0	10.624,0
Ura	V	1.098,0					1.144,0					1.097,0		1.098,0	1.093,0	1.093,0
Autobideak eta autobiak	I	941,0					2.140,0					2.288,0		2.288,0	2.294,0	2.293,0
Meatzaritza-hondakindegia-zabortegiak	I	658,0					589,0					575,0		575,0	575,0	580,0
Belardia heskaiekin	V	1.453,0					523,0					487,0		487,0	517,0	517,0
Belardia heskaiekin	V	35.104,0					37.217,0					36.887,0		36.916,0	36.878,0	36.844,0
Larrea-sastrakadia	V	3.569,0					5.848,0					5.748,0		5.778,0	5.672,0	5.743,0
<b>65 urtetik gorako biztanleriaren ehunekoa (%)</b>	V	18,1	18,2	18,3	18,4	18,6	19,0	19,4	19,8	20,1	20,6	21,0	21,3	21,9	22,2	22,4
<b>4 urtetik beherako biztanleen ehunekoa (%)</b>	V	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	4,9	4,8	4,7	4,5	4,3	3,1
<b>Uholdeek ondasunetan eragindako kalteak (€)</b>	I											3.655.389,7	276.189,9	423.235,8		



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Espazio librean azalera (parkeak, lorategiak eta hirigune berdeak) biztanleko (m<sup>2</sup>/biz.)</b>	V	12,4	12,6	17,1	16,3	18,2										
<b>Itsas enbatek ondasunetan eragindako kalteak (€)</b>	I										19.132,1	2.137.306,8	22.715,2			
<b>Populazio-dentsitatea (biz./m<sup>2</sup>)</b>	V	350,4	346,6	347,1	350,3	352,6	353,6	354,9	356,3	357,8	358,9	359,3	360,3	361,0	362,5	364,2
<b>Lurzoru artifizializatuaren ehunekoa (%)</b>	V			6,4	6,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
<b>Hondamendi naturalengatiko kalte-ordainak (aseguruen konpentsaziorako partzuergoa)</b>	I		1.663,82	4.734.399,0	19.340.590,0	16.078.371,0	9.587.889,0	52.099.637,0	20.749,0	13.427.633,0	3.859.124,0	2.444.604,0	6.791.072,0	933.910,0	1.339.764,0	
<b>Klima-aldaetaren estrategia duten udalerrriak</b>	A										3,0	3,0	6,0	6,0	6,0	6,0
<b>OSASUNA</b>																
<b>Paludismoaren, Mendebaldeko Niloko birusaren, Lyme-ren gaixotasunaren eta abarren kasu autoktonoak eta inportatuak</b>	I											88,0	64,0			
<b>Bakarrik bizi diren &gt; 80 urteko pertsonen ehunekoa (%)</b>	V														0,3	
<b>Temperatura altuko alerta-kopurua</b>	P	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	3,0	0,0	1,0	2,0	1,0	0,0	2,0	1,0
<b>Bero naturalarekiko esposizioagatiko heriotza-tasa</b>	I							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<b>Universal Thermal Climate Index (UTCI) (°C)</b>	I	6,0	7,2	6,3	5,4	6,2	4,5	7,1	6,2	4,9	6,0	6,4	6,9			



**Adierazle:** fenomeno jakin baten adierazgarri den balio behatua. Oro har, adierazleek informazioa kuantifikatzen dute, datu ugari eta desberdinak gehituta. Ateratzen den informazioa laburbilduta dago, beraz. Laburbilduz, adierazleek fenomeno konplexuak ezagutarazten lagun dezakeen informazioa soilten dute.

**Aldaketa global:** sistemen eskala globaleko aldaketak deskribatzen dituen termino orokorra, klima-sistema, ekosistemak eta sistema sozioekologikoak barnean hartzen dituena. Aldaketa globalaren motor gisa hartzen dira tokiko eremuan egindako jarduerak izan arren tokiko edo eskualdeko eremua gainditzen duten ondorioak dituzten jarduera guztiak, planetaren funtzionamendu globalari eragin diezaioketenak.

**Antropogeno:** gizakien jardueraren ondorioz sortua edo hartatik eratorritakoa.

**Arintze:** atmosferan berotegi-efektuko gasen metaketa murriztuz klima-aldaketaren prozesua geldiaraztera bideratutako giza esku-hartzeen multzoa.

**Arrisku:** gertakari jakin bat gertatzeko probabilitatearen eta haren ondorioen magnitudearen konbinazioa. Arriskuak kontuan hartzen ditu zenbait egoera edo gertakarien maiztasuna eta egoera edo gertakari horien eraginpean egotearen ondorio probabileen magnitudea.

**Balantze energetikoa:** sartzan den eta irteten den energiaren guztizko balioen arteko aldea. Balantzea positiboa bada, berotu egiten da; negatiboa bada, hoztu egiten da. Batez besteko maila globalean eta denboratarte luzeetan, balantze horrek zero izan behar du. Klima sistemak bere energia guztia Eguzkitik birtualki lortzen duenez, balantze baliogabe batek, maila globalean, xurgatutako eguzki erradiazio kopurua, hau da, sartzan den eguzki erradiazioak, batez beste, atmosferaren goialdean islatutako eguzki erradiazioaren gehi klima sistemak igorritako uhin luzeko erradiazio irtenaren batura izan behar duela esan nahi du.

**Bero-bolada:** ohiz kanpoko berotasuna nagusi den denbora-tartea

**Berotegi-efektua:** lurraren gainazalak eta atmosferako edozein puntuk igorritako erradiazioa efektu erradiatiboko gasek, hodeiek eta, neurri txikiagoan, aerosolek xurgatzen dute. Ondorioz, espaziora igorritako energia kopuru garbia, oro har, xurgatzaile gabe isuritakoa baino txikiagoa da. Emisio antropogenikoen ondoriozko berotegi-efektuko gasen kontzentrazioa aldatzeak espaziora igorritako energia murrizten laguntzen du, planetaren temperatura globala handituz.

**Berotegi-efektuko gasak:** atmosfera osatzen duten gasak, jatorri naturalekoak edo antropogenikoak, Lurraren azalerak, atmosferak eta hodeiek igortzen dituzten uhinen luzera jakin batzuetan erradiazioa xurgatzen eta igortzen dutenak. Propietate horrek berotegi-efektua eragiten du. Ur-lurruna, karbono dioxidoa, oxido nitrosoa, metanoa eta ozonoa dira berotegi-efektuko gas nagusiak, baita gizakiak erabat sortutako gasak ere, hala nola halokarbonatuak eta kloroa eta bromuroa duten beste substantzia batzuk.

**Bortxaketa erradiatiboa:** lurak xurgatutako intsolazioaren (eguzkitik jasotako argia) eta espaziora itzultzean irradiatutako energiaren arteko diferentzia. Lurraren sistema klimatikoan gertatzen diren aldaketek oreka erradiatiboa aldatzen dute, tenperaturak gora edo behera egitera behartzen dute, eta "behartutako klimatikoak" sortzen dituzte. Bortxaketa erradiatibo positibo batek esan nahi du Lurak eguzkiarengandik energia gehiago jasotzen duela espaziora irradiatzen duena baino. Energia irabazi garbi horrek beroketa globala eragingo du. Aitzitik, bortxaketa erradiatibo negatiboak, Lurak, eguzkitik jasotzen duena baino energia gehiago igortzen duela esan nahi du, termino globaletan hoztea ekarriko lukeena.

**Downscaling:** eskala murriztea, tokiko eskalara (10 eta 100 km artean) eskala handiko ereduetatik informazioa eratortzen duen metodoa. Estatistikoa edo dinamikoa izan daiteke. Downscaling estatistikoaren oinarria da erlazioak aurkitzea klima-ereduek ondoen doitutako aldagaien (presioa, geopotenziala, temperatura edo parametro eratorriak) eta aztertutako eremuko aldagai interesgarrien artean. Downscaling dinamikoa azterketa-eremua dagoen eremuan eredu bereizmena handitzean oinarritzen da. Hori egin daiteke eremu horretako ebazpena zuzenean areagotuz edo bereizmen txikiko klima-ereduan bereizmen handiko eremu mugatuko eredu bati helduz.

**Ebapotranspirazio:** Lurraren gainazaleko lurruntzearen eta landarediaren transpirazioaren prozesu konbinatua.

**Eragin erradiatibo:** erradiazio-fluxuaren edo berotze-indizearen gaineko eragina (oro har, atmosferaren goialdeko beheranzko fluxuan), elementu jakin batek erradiazio infragorriaren edo eguzki-erradiazioaren eremuekin izandako elkarrekintzak eragindakoa xurgapen, sakabanatze eta igorpen bidez, elementu hori ez duen atmosfera-zati berdinekin alderatuta. Elementu horrek klima-sisteman duen eragina kuantifikatzen du. Eragin horren adibide dira aerosolerradiazioa elkarrekintzak, hodei-efektu erradiatiboa eta berotegi-efektua.



**Errepikatze-denbora:** definitutako tamaina edo intentsitatea (edo handiagoa/txikiagoa) duten episodio baten (esate baterako, uholde edo muturreko euriaren) gertakari desberdinen artean igarotako batez besteko denbora-tartearen estimazioa.

**Erresilientzia:** gizarte-, ekonomia- eta ingurumen-sistemek gertakari, joera edo asaldura arriskutsu bati aurre egiteko duten gaitasuna, beren funtsezko funtzioari, nortasunari eta egiturari eusteko eta, aldi berean, egokitzeko, ikasteko eta eraldatzeko gaitasunari eusteko.

**Esposizio:** gertakari edo joera klimatiko batek kalte egin diezaiekeen pertsonak, bizi-baliabideak, ekosistemak, ingurumen-baliabideak eta -zerbitzuak, azpiegiturak eta aktibo ekonomikoak, sozialak edo kulturalak egotea.

**Fenologia:** aldizka errepikatzen diren fenomeno biologikoen (adibidez, garapen-etapak eta migrazioa) eta klima-aldaketen eta urtaroen arteko erlazioa.

**Hedapen termikoa:** itsas mailari dagokionez, bolumena handitzea (eta dentsitatea gutxitzea), uraren berotzearen ondorioz. Ozeanoaren berotzeak bolumena handitzea dakar eta, ondorioz, itsas maila handitzea.

**Hiriko bero-uharte (HBU):** hiri batek inguruko landa-eremuekiko duen bero erlatiboa, maiz jariatze-aldaketekin, beroa atxikitze efektuekin eta gainazaleko albedoaren aldaketekin lotuta egoten dena.

**Inpaktuak (klimatikoak):** klima-aldaketari gutxienez parte batean egotz dakizkiokeen edozein ondorio espezifiko eta kuantifikagarri, positiboa edo negatiboa, sistema naturaletan eta giza sistemetan.

**Isuri-agertoki:** erradiazioari dagokionez aktiboak izan daitezkeen substantzien (adibidez, berotegi-efektuko gasen, aerosolen) isuriaren etorkizuneko bilakaeraren irudikapen onargarria, horiek zehazten dituzten indarretan (adibidez, garapen demografiko eta sozioekonomikoan eta eboluzio teknologikoan) eta horien arteko harreman nagusietan oinarritua. Isurketa-agertokietatik ateratako kontzentrazio-agertokiak klima-eredu batean sartzen dira klima-proiekzioak lortzeko.

**Itsas mailaren aldaketa:** itsas maila alda daiteke, maila globaletan zein lokalean, honako hauen ondorioz: 1) ozeanoaroen osaera-aldaketak, 2) ozeanoaren bolumenaren aldaketak, ozeanoko ur-masa aldatzearen ondorioz, eta 3) ozeanoaren bolumenaren aldaketak, ozeanoko uraren dentsitatean izandako aldaketen ondorioz (aldaketa esterikoak).

**Joera:** txosten honetan, joera terminoak normalean denboran zehar uniformea izaten den aldagai baten balio-aldaketa deskribatzen du.

**Kalteberatasun:** lurraldearen balorazioari egiten dio erreferentzia, bai eta haren sistema edo sektore eta elementu edo espezieei ere, klima-mehatxu batek eragina izateko joera edo jarrera kontuan hartuta. Kaltearekiko sentikortasunaren edo suszeptibilitatearen bidez azaltzen da, eta baita efektuei aurre egiteko eta horiek gainditzeko gaitasuna edo moldatze-gaitasunaren bidez ere (kalteberatasuna=arriskua-moldatzea).

**Klima:** eguraldiaren batez besteko egoera gisa definitu ohi da klima zentzu murriztuan eta, zehatzago, eguraldiaren deskribapen estatistiko gisa, batez besteko balioei eta dagozkien magnitudeen aldakortasunari dagokienez, hilabeteetatik hasi eta milaka edo milioika urte arteko aldietan. Ohiko batez besteko aldia 30 urtekoa da, Munduko Meteorologia Erakundeak emandako definizioaren arabera. Magnitudeak gainazaleko aldagaiak dira ia beti (adibidez, tenperatura, prezipitazioa edo haizea). Zentzu zabalagoan, klima klima-sistemaren egoera da, zentzu klasikoan zein estatistikoan.

**Klima-aldaketa:** kliman izandako aldaketa, identifika daitekeena (adibidez, teknika estatistikoak erabiliz) batez besteko balioen aldaketengatik edo propietateen aldakortasunarengatik; aldakortasun horrek epe jakin batean irauten du, normalean zenbait hamarkadatan zehar edo epe luzeagoan zehar. Klima-aldaketa barneko prozesu naturalen ondoriozkoa izan daiteke, edo kanpotik gertatzen diren behartzeen ondoriozkoa, hala nola eguzki-zikloak, sumendien erupzioak eta atmosferaren osaeran edo lurzoruaren erabileran irauten duten aldaketa antropogenikoak. Definizio hori ez dator bat Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Hitzarmenak (CMNUCC) erabilitakoarekin. Hitzarmen horrek klima-aldaketa honela definitzen du: "Atmosfera globalaren osaera aldatzen duen giza jarduerari zuzenean edo zeharka egotzen zaion klimaren aldaketa, denbora-tarte alderagarrietan behatutako klimaren aldakortasun naturalari gehitzen zaiona". Beraz, CMNUCCk bereizten ditu konposizio atmosferikoa aldatzen duten giza jardueren ondorioz gertatutako klimaren aldaketa eta kausa naturalei egotz dakiekeen aldakortasuna.

**Klima-aldaketara egokitze:** egungo klimara edo proiektatutakora eta haren inpaktuetara doitzeko prozesua, kalteak arintzeko edo saihesteko zein aukera onuragarriak baliatzeko.

**Klima-aldaketaren ebidentziak:** zenbait aldagai klimatiko edo geofisikoren erregistro historikoen analisiaren eta egungo bilakaeraren bidez, klima-aldaketaren ondorioekin lotutako bilakaera anomaloa agerian uzten duten azterlanak, eta, beraz, hori egiaztatzen dutenak.

**Klima-aldakortasuna:** batez besteko egoeraren aldaketak eta klimaren beste datu estatistiko batzuk, hala nola desbideratze tipikoak, muturreko fenomenoak gertatzea, etab., fenomeno meteorologiko jakin batzuetatik harago. Aldakortasuna klima-sistemaren barruko barne-prozesu naturalen edo kanpoko bortxaketa antropogenikoen aldaketen ondorio izan daiteke.

**Klima-eredu:** klima-sistemaren zenbakizko irudikapena, haren osagaien propietate fisiko, kimiko eta biologikoetan, elkarreraginetan eta atzeraelikatze-prozesuetan oinarritua.

**Klima-proiekzioak:** klimak XXI. menderako izan ditzakeen eboluzioak, Zirkulazioko Orokorreko Ereduetan sartzeko datu gisa berotegi-efektuko gasen isuriaren hainbat agertoki hartzen direnean.

**Klima-proiekzio erregionalizatuak:** klimak eskualde jakin batzuetan izan ditzakeen eboluzioak, proiektio globaletan oinarrituta eginak, eskualde-mailako bereizmen espaziala handituz. Proiekzio horiek inpaktuen analisisan erabiltzeko eta klima-aldaketara egokitze bereziki diseinatuta daude.

**Kontzentrazio-ibilbide adierazgarriak (RCP-Representative Concentration Pathways):** berotegi-efektuko gasen eta aerosol eta kimikoki aktiboak diren gasen guztizko emisioen eta kontzentrazioen denbora-serieak barne hartzen dituzten agertokiak, baita luraren erabilera/lurzoruaren estaldura ere. Ereduek sortutako lau RCP hautatu dira:

- **RCP2.6:** bortxaketa erradiatiboa 2100 baino lehen 3 W m<sup>-2</sup> inguruko mailarik gorenera iristen den eta gero gainbehera doan bidea.
- **RCP4.5 y RCP6.0:** itarteko egonkortze-bide bi, non bortxaketa erradiatiboa gutxi gorabehera 4,5 W m<sup>-2</sup> eta 6,0 W m<sup>-2</sup> mailan egonkortzen den, 2100en ondoren.
- **RCP8.5:** bide altu horretarako, bortxaketa erradiatiboa 8,5 W m<sup>-2</sup>tik gora iristen da 2100erako, eta gora egiten jarraitzen du denbora batez.

**Lurzoruaren erabilera eta lurzoruaren erabilera aldatzea:** lurzoruaren erabilera terminoak lur-estalki mota jakin baterako hartutako xedapen, jarduera eta input guztiak (giza jardueren multzoa) hartzen ditu. Termino hori lurzoruak kudeatzeko helburu sozial eta ekonomikoen zentzuan ere erabiltzen da (esaterako, artzaintzan, eta zura ateratzean zein kontserbatzean). Lurzoruaren erabilera aldatzea gizakien lurzoruaren erabileraren edo kudeaketaren aldaketa bat da, lurreko estalkia aldaraz dezakeena. Lurreko estalkiaren eta lurzoruaren erabileraren aldaketek eragina izan dezakete gainazalaren albedoan, ebatpotranspirazioan, berotegi-efektuko gasen iturrietan eta hustubideetan edo klimasistemaren beste propietate batzuetan. Beraz, erradiazio bidezko behartze bat eta/edo klimaren gaineko beste ondorio batzuk sor daitezke, maila lokalean edo globalean.

**Marea meteorologiko:** itsas altueraren igoera episodikoa leku jakin batean, muturreko baldintza meteorologikoen (presio atmosferiko baxuak eta/edo haize indartsuek) eragindakoa. Honela definitzen da: leku eta une jakin batean lortutako marearen mailaren eta espero zenaren arteko aldea.

**Mehatxua:** txosten honetan fenomeno klimatiko baten agerpen posibleak (muturreko gertaera bat edo aldaketa progresiboak) eragiten dituen arrisku potentzialak dira. Mehatxu bakoitzak bere kokapena, magnitudea edo intentsitatea, maiztasuna eta probabilitatea ditu ezaugarri.

**Moldatze-gaitasun:** sistemen, erakundeen eta organismoen trebetasuna klima-aldaketak izan ditzakeen ondorioak arintzeko, aukerak aprobetxatuz edo haien ondorioak gaindituz.

**Muturreko fenomeno meteorologiko:** gertakari meteorologiko arraroa leku jakin batean eta urteko garai batean. "Arraro"ren definizioak askotarikoak badira ere, muturreko fenomeno meteorologiko baten ohiko bitxitasuna behatutako probabilitate-dentsitatearen funtzioaren estimazioko 10<sup>o</sup>-ko edo 90<sup>o</sup>-ko perzentilen berdina edo handiagoa izango litzateke. Definizioz, muturreko fenomeno meteorologiko baten ezaugarriak leku batetik bestera alda daitezke zentzu absolutuan.

**Oinarri/erreferentzia:** aldaketa neurtzen den egoera. Erreferentziako epe: anomaliak konputatzen diren aldia

**Olatu-altuera adierazgarri:** olatuen (haizearen eraginez sortutako zein hondokoen) depresio-puntuaren eta heren altuenaren gailur-puntuaren batez besteko altuera, epe jakin batean.

**Ozeanoaren azidotze:** ozeanoaren pH-a murriztea epe luze batean, normalean zenbait hamarkadatan edo aldi luzeagoetan, atmosferako karbono dioxidoa sartzeak eragindakoa batez ere, baina baita ozeanoak beste konposatu kimiko batzuk hartzearen zein galtzearen eraginez ere. Ozeanoaren azidotze antropogenoak giza jarduerak eragindako pH-aren murrizketaren proportzioari egiten dio erreferentzia.

**Probabilitate:** gertaera jakin bat gertatzeko aukera, betiere probabilitate-metodoen bidez estimatzea posible bada.

**Sentikortasun:** klima-aldakortasunak edo muturreko gertakariak sistema, sektore, elementu edo espezie bati eragiten dioten maila, modu negatiboan edo positiboan.

**Ziurgabetasun:** arrisku bati lotutako gure ezagutzaren kalitatearen edo balio baten ezjakintasun-mailaren deskriptorea (adib., klima-sistemaren etorkizuneko egoerarena). Ziurgabetasuna informazio-faltaren edo desadostasunen ondorio izan daiteke, dakigunari dagokionez edo jakin daitekeenari dagokionez. Hainbat jatorri izan ditzake: datuetan kuantifika daitezkeen akatsak, anbiguitasunak kontzeptuen definizioan zein terminologian, edo segurtasunik eza giza portaeraren proiektioetan. Ziurgabetasuna, beraz, neurri kuantitatiboekin irudika daiteke (adibidez, eredu desberdinekin kalkulaturako balio-sorta batekin) edo adierazpen kualitatiboekin (adibidez, aditu-talde baten iritzia islatzeko).

- Agencia Ambiental Europea (EEA). (2014). Adaptation of transport to climate change in Europe. Challenges and options across transport modes and stakeholders. Luxembourg: EEA.
- Alfieri, L., Burek, P., Feyen, L., & Forzieri, G. (2015). Global warming increases the frequency of river floods in Europe. *Hydrological Earth System Science*, 19, 2247–2260.
- Álvarez, S., Nájera, A., & Espejo F. (2016). El impacto del cambio climático en el sector financiero y de seguros. *Economía y cambio climático. Reto y Oportunidad*, 892, pp. 70.
- Arent, D.J., Tol, R.S.J., Faust, E., Hella, J.P., Kumar, S., Strzepek, K.M., Tóth, F.L., & Yan, D. (2014). Key economic sectors and services. En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, y L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 659–708.
- Beare, D.J., & Reid, D.G. (2002). Investigating spatio-temporal change in spawning activity by Atlantic mackerel between 1977 and 1998 using generalized additive models. *ICES Journal of Marine Science*, 59, 711–724.
- Becken, S. (2010). The importance of climate and weather for tourism. Technical Report Lincoln University. Retrieved from <https://wuve.pw/pxhuwuloey.pdf>.
- Becker, A., Acciaro, M., Asariotis, R., Carera, E., Cretegnny, L., Crist, P., Esteban, M., Mather, A., Messner, S., Naruse, S., Ng, A.K.Y., Rahmstorf, S., Savonis, M., Song, D., Stenek, V., & Velegrakis, A.F. (2013). A Note on Climate change adaptation for seaports: A challenge for global ports, a challenge for global society. *Climatic Change*, 120, 4, 683–695.
- Bellier, E., Planque, B., & Petitgas, P. (2007). Historical fluctuations in spawning location of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in the Bay of Biscay during 1967–1973 and 2000–2004. *Fisheries Oceanography*, 16, 1–15.
- Blunden, J. & Arndt, D. S., Eds. (2020). State of the Climate in 2019. *Bulletin of American Meteorology*, 101 (8), Si–S429.
- Bruge, A., Alvarez, P., Fontán, A., Cotano, U., & Chust, G. (2016). Thermal Niche Tracking and Future Distribution of Atlantic Mackerel Spawning in response to Ocean Warming. *Frontiers in Marine Science*, 3, 86.
- C3S (Copernicus Climate Change Service). (2018). European State of the Climate 2019. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS), <https://climate.copernicus.eu/ESOTC>.
- C3S (Copernicus Climate Change Service). (2021). European State of the Climate 2020. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS), <https://climate.copernicus.eu/ESOTC>.
- C3S (Copernicus Climate Change Service). (2020). Monthly climate bulletins. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS), <https://climate.copernicus.eu/climate-bulletins>.
- Caballero, A., Pascual, A., Dibarboure, G., & Espino, M. (2008). Sea level and eddy kinetic energy variability in the Bay of Biscay, inferred from satellite altimeter data. *Journal of Marine Systems*, 72, 116–134.
- Castañares Hernández, G. (2018). La adaptación al cambio climático en el transporte ferroviario en España. *Revista Digital Del Cedex*, 191, 133–140.
- CEDEX. (2017). Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. Informe final. Tomo único. Clave: CEDEX 42–415–001.
- CEDEX. (2018). Secciones de la red estatal de infraestructura de transporte terrestre potencialmente más expuestas por razón de la variabilidad y cambio climáticos.
- Cheng, L., Abraham, J., Hausfather, Z., & Trenberth, K. (2019). How fast are the oceans warming? *Science*, 363, 128–129.
- Cheng, L., Abraham, J., Trenberth, K.E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wna, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., Mann, M.E., Reseghetti, F., Simoncelli, S., Gouretski, V., Chen, G., Mishonov, A., Reagan, J., & Zhu, J. (2021). Upper Ocean Temperatures Hit Record High in 2020. *Advances in Atmospheric Sciences*, 38, 523–530.
- Cheung, W.W.L., Watson, R., & Pauly, D. (2013). Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*, 497, 365–368.

- Church, J. A., White, N. J., Konikow, L. F., Domingues, C. M., Cogley, J. G., Rignot, E., Gregory, J. M., van den Broeke, M. R., Monaghan, A. J., & Velicogna, I. (2011). Revisiting the Earth's sealevel and energy budgets from 1961 to 2008. *Geophysical Research Letters*, 38, L18601.
- Chust G., Borja, Á., Liria, P., Galparsoro, I., Marcos, M., Caballero, A., & Castro, R. (2009). Human impacts overwhelm the effects of sea-level rise on Basque coastal habitats (N Spain) between 1954 and 2004. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84,453–462.
- Chust, G., Goikoetxea, N., Ibaibarriaga, L., Sagarminaga, Y., Arregui, I., Fontán, A., Irigoien, X., & Arrizabalaga, H. (2019). Earlier migration and distribution changes of albacore in the Northeast Atlantic. *Fisheries Oceanography*, 28, 505–516.
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Quéré, C. Le, Myneni, R. B., Piao, S., & Thornton, P. (2013). *Carbon and Other Biogeochemical Cycles*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 6, 465–570.
- Ciscar, J.C., Ibarreta, D., Soria, A., Dosio, A., Toreti, A., Ceglar, A., Fumagalli, D., Dentener, F., Lecerf, R., Zucchini, A., Panarello, L., Niemeyer, S., Pérez-Domínguez, I., Fellmann, T., Kitous, A., Després, J., Christodoulou, A., Demirel, H., Alfieri, L., Dottori, F., Voudoukas, M.I., Mentaschi, L., Voukouvalas, E., Cammalleri, C., Barbosa, P., Micale, F., Vogt, J.V., Barredo, J.I., Caudullo, G., Mauri, A., de Rigo, D., Libertà, G., Houston Durrant, T., Artés Vivancos, T., San-Miguel-Ayanz, J., Gosling, S.N., Zaherpour, J., De Roo, A., Bisselink, B., Bernhard, J., Bianchi, L., Rozsai, M., Szewczyk, W., Mongelli, I., & Feyen, L. (2018). *Climate impacts in Europe: Final report of the JRC PESETA III Project*. EUR 29427 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. (2021). *Mapa Forestal CAE 2020*.
- Departamento de Salud. (2006). *Plan de Prevención en Situación de Ola de Calor en la CAPV*. Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- de Santiado, I., Camus, P., González, M., Liria, P., Epelde, I., Chust, G., del Campo, A., Uriarte, A. (2021). Impact of climate change on beach erosion in the Basque Coast (NE Spain). *Coastal Engineering*, 167, 0378–3839.
- DGOH-DFG. (2017). *Estudio de actualización del análisis de las precipitaciones intensas y recomendaciones de cálculo de caudales de avenidas en pequeñas cuencas del territorio histórico de Gipuzkoa*.
- Erauskin-Extramiana, M., Alvarez, P., Arrizabalaga, H., Ibaibarriaga, L., Uriarte, A., Cotano, U., Santos, M., Ferrer, L., Cabré, A., Irigoien, X., & Chust, G. (2019). Historical trends and future distribution of anchovy spawning in the Bay of Biscay. *Deep Sea Research II: Topical Studies in Oceanography*, 159, 169–182.
- Erauskin-Extramiana, M., Arrizabalaga, H., Hobday, A.J., et al. (2019). Largescale distribution of tuna species in a warming ocean. *Glob Change Biology*, 25, 2043–2060.
- Estrada, F., Botzen, W.J.W., Tol, R.S.J. (2017). A global economic assessment of city policies to reduce climate change impacts. *Nature Climate Change*, 7, 403–406.
- EUSKALMET. (2021). *Características meteorológicas del año 2020*.
- Friedlingstein, P., Jones, M. W., O'Sullivan, M., Andrew, R. M., Hauck, J., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quéré, C., Bakker, D. C. E., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Anthoni, P., Barbero, L., Bastos, A., Bastrikov, V., Becker, M., Bopp, L., Buitenhuis, E., Chandra, N., Chevallier, F., Chini, L. P., Currie, K. I., Feely, R. A., Gehlen, M., Gilfillan, D., Gkritzalis, T., Goll, D. S., Gruber, N., Gutekunst, S., Harris, I., Haverd, V., Houghton, R. A., Hurtt, G., Ilyina, T., Jain, A. K., Joetzjer, E., Kaplan, J. O., Kato, E., Klein Goldewijk, K., Korsbakken, J. I., Landschützer, P., Lauvset, S. K., Lefèvre, N., Lenton, A., Lienert, S., Lombardozi, D., Marland, G., McGuire, P. C., Melton, J. R., Metzl, N., Munro, D. R., Nabel, J. E. M. S., Nakaoka, S.-I., Neill, C., Omar, A. M., Ono, T., Pregon, A., Pierrot, D., Poulter, B., Rehder, G., Resplandy, L., Robertson, E., Rödenbeck, C., Séférian, R., Schwinger, J., Smith, N., Tans, P. P., Tian, H., Tilbrook, B., Tubiello, F. N., van der Werf, G. R., Wiltshire, A. J., Zaehle, S. (2019). *Global Carbon Budget 2019*. *Earth System Science Data*, 11, 1783–1838.
- García-Soto, C., & Pingree, R.D. (2009). Spring and summer blooms of phytoplankton (SeaWiFS/MODIS) along a ferry line in the Bay of Biscay and western English Channel. *Continental Shelf Research*, 29, 1111–1122.
- Global resource challenges: Risks and opportunities for strategic management. The economist Intelligence Unit Limited (2016). Accesible en: <https://sealedair.com/sites/default/files/EIU-Sealed%20Air%20Global%20Resource%20Challenges%20Report.pdf>

- GonzálezPola, C., Lavín, A., Díaz del Rio, G., Cabanas, J.M., RuizVillarreal, M. et al. (2012). Hidrografía y circulación. En: Bode A, Lavín A, Valdés L (eds) Cambio climático y oceanográfico en el Atlántico del norte de España. Colección Temas de Oceanografía, núm. 5, Instituto Español de Oceanografía.
- Hansen, J., Nazarenko, L., Ruedy, R., Sato, M., Willis, J., Del Genio, A., Koch, D., Lacis, A., Lo, K., Menon, S., Novakov, T., Perlwitz, J., Russell, G., Schmidt, G. A., & Tausnev, N. (2005). Earth's Energy Imbalance: Confirmation and Implications. *Science*, 308, 1431-1435.
- Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., von Schuckmann, K., Beerling, D. J., Cao, J., Marcott, S., Masson-Delmotte, V., Prather, M. J., Rohling, E. J., Shakun, J., Smith, P., Lacis, A., Russell, G., & Ruedy, R. (2017). Young people's burden: requirement of negative CO<sub>2</sub> emissions. *Earth System Dynamics*, 8, 577-616.
- Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., & von Schuckmann, K. (2011). Earth's energy imbalance and implications. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11, 13421-13449.
- Hansen, J. Sato, M., Ruedy, R., Nazarenko, L., Lacis, A., Schmidt, G. A., Russell, G., Aleinov, I., Bauer, M., Bauer, S., Bell, N., Cairns, B., Canuto, V., Chandler, M., Cheng, Y., Del Genio, A., Faluvegi, G., Fleming, E., Friend, A., Hall, T., Jackman, C., Kelley, M., Kiang, N., Koch, D., Lean, J., Lerner, J., Lo, K., Menon, S., Miller, R., Minnis, P., Novakov, T., Oinas, V., Perlwitz, Ja., Perlwitz, Ju., Rind, D., Romanou, A., Shindell, D., Stone, P., Sun, S., Tausnev, N., Thresher, D., Wielicki, B., Wong, T., Yao, M., Zhang, S. (2005). Efficacy of climate forcings, *Journal of Geophysical Research*, 110, D18104.
- Helaouet, P., & Beaugrand, G. (2009). Physiology, Ecological Niches and Species Distribution. *Ecosystems*, 12, 1235-1245.
- Herrera García, S. (2018). Proyecciones regionales de Cambio Climático para vientos extremos en España para el s. XXI: Caracterización de valores de retorno y frecuencia de configuraciones atmosféricas de peligro.
- Hidalgo Pérez, A.I. (2020). Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la actividad aseguradora. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.
- Hughes, K., Dransfeld, L., & Johnson, M. (2014). Changes in the spatial distribution of spawning activity by north-east Atlantic mackerel in warming seas: 1977-2010. *Marine Biology*, 161, 2563-2576.
- Hutchinson, G.E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology*, 22 415-427.
- IHOBE. (2017). Vulnerabilidad hídrica: de las tendencias del pasado reciente a las del futuro.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente Gobierno Vasco (2017). Proyecto KLIMATEK II.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Departamento de Medio Ambiente, Planificación territorial y vivienda. Gobierno Vasco., 2019. Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- IPCC. (2013). *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., and Midgley, P. M., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC. (2018). Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- IPCC. (2019). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
- Jordà, G., Menéndez, M., Aznar, R., & Sanchez-arcilla, A. (2017). Regional marine climate projections over Spain. *Exchanges*, 73, 53-64.

- Lauvset, S. K., Carter, B. R., Perez, F. F., Jiang, L.Q., Feely, R. A., Velo, A., & Olsen, A. (2020). Processes driving global interior ocean pH distribution. *Global Biogeochemical Cycles*, 34, e2019GB006229.
- Lemmen, D., & Warren, F. (2010). Climate change impacts and adaptation: a Canadian perspective. Lemmen, D. & Warren F. eds. Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario. 174 pp.
- Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., Pickers, P. A., Korsbakken, J. I., Peters, G. P., Canadell, J. G., Arneeth, A., Arora, V. K., Barbero, L., Bastos, A., Bopp, L., Chevallier, F., Chini, L. P., Ciais, P., Doney, S. C., Gkritzalis, T., Goll, D. S., Harris, I., Haverd, V., Hoffman, F. M., Hoppema, M., Houghton, R. A., Hurtt, G., Ilyina, T., Jain, A. K., Johannessen, T., Jones, C. D., Kato, E., Keeling, R. F., Goldewijk, K. K., Landschützer, P., Lefèvre, N., Lienert, S., Liu, Z., Lombardozzi, D., Metzl, N., Munro, D. R., Nabel, J. E. M. S., Nakaoka, S., Neill, C., Olsen, A., Ono, T., Patra, P., Peregon, A., Peters, W., Peylin, P., Pfeil, B., Pierrot, D., Poulter, B., Rehder, G., Resplandy, L., Robertson, E., Rocher, M., Rödenbeck, C., Schuster, U., Schwinger, J., Séférian, R., Skjelvan, I., Steinhoff, T., Sutton, A., Tans, P. P., Tian, H., Tilbrook, B., Tubiello, F. N., van der Laan-Luijkx, I. T., van der Werf, G. R., Viovy, N., Walker, A. P., Wiltshire, A. J., Wright, R., Zaehle, S., & Zheng, B. (2018). Global Carbon Budget 2018. *Earth System Science Data*, 10, 2141–2194.
- Levitus, S., Antonov, J.I., Boyer, T.P., Baranova, O.K., Garcia, H.E., Locarnini, R.A., Mishonov, A.V., Reagan, J.R., Seidov, D., Yarosh, E.S., & Zweng, M.M. (2012). World ocean heat content and thermosteric sea level change (0–2000 m), 1955–2010. *Geophysical Research Letters*, 39.
- Marcos, M., Gomis, D., Monserrat, S., Álvarez-Fanjul, E., Pérez, B., & García-Lafuente, J. (2005). Consistency of long sea-level time series in the northern coast of Spain. *Journal of Geophysical Research*, 110, C03008.
- Marcos, M., Woepelmann, G., Bosch, W., & Savcenko, R. (2007). Decadal sea level trends in the Bay of Biscay from tide gauges, GPS and TOPEX. *Journal of Marine Systems*, 68, 529–536.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2014). Impactos del cambio climático en la salud. Estudios e Investigación 2013.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2018). Inundaciones y cambio climático. Madrid. 105 pp.
- Monioudi I. N., Asariotis R., Becker, A., Bhat, C., Dowding-Gooden, D., Esteban, M., Feyen, L., Mentaschi, L., Nikolaou, A., Nurse, L., Phillips, W., Smith, D. A-Y., Satoh, M., Trotz, U.O., Velegrakis, A., Voukouvalas, E., Vousdoukas, M., & Witkop, R. (2018). Climate change impacts on critical international transportation assets of Caribbean Small Island Developing States (SIDS): The case of Jamaica and Saint Lucia. *Regional Environmental Change*, 18 (8), 2211–2225.
- Mora C., Dousset B., Caldwell I.R., Powell, F.E., Geronimo, R.C., Bielecki, C.R., Counsell, C.W.W., Dietrich, B.S., Johnston, E.T., Louis, L.V., Lucas, M.P., McKenzie, M.M., Shea, A.G., Tseng, H., Giambelluca, T.W., Leon, L.R., Hawkings, E., & Trauernicht, C. (2017.) Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7, 501–507.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestvedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.-F., Lee, D., Mendoza, B., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T., & Zhang, H. (2013). Anthropogenic and natural radiative forcing. In *Climate Change 2013 the Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 9781107057, 659–740.
- NOAA National Centers for Environmental Information. (2021). State of the Climate: Global Climate Report for Annual 2020, published online January 2021, retrieved on February 9, 2021 from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202013>.
- Observatorio turístico de Gipuzkoa. (2018). Evolución del sector turístico en Gipuzkoa 2006–2017.
- Olazabal, M., Gopegui, M.R. de, Tompkins, E.L., Venner, K., & Smith, R. (2019). A cross-scale worldwide analysis of coastal adaptation planning. *Environmental Research Letters*, 14, 124056.
- OSATU. Olas de calor y salud: impactos y adaptación en Euskadi. Proyecto Klimatek 2016. Evaluación del impacto de las temperaturas extremas sobre la salud en el País Vasco bajo condiciones de cambio climático.
- O'Reilly, K.M., Auzenbergs, M., Jafari, Y., Liu, Y., Flasche, S., & Lowe, R. (2020). Effective transmission across the globe: the role of climate in COVID-19 mitigation strategies. *The Lancet Planetary Health*, 4 (5), E172.
- Palko. (2017). Synthesis. In K. Palko and D.S. Lemmen (Eds.). *Climate risks and adaptation practices for the Canadian transportation sector 2016* (pp. 12–25). Ottawa, ON: Government of Canada.

- Pan-European Thermal Atlas, Flensburg, Halmstad and Aalborg Universities 2018.
- Pejovic, T., Williams, V.A., Noland, R.B., & Toumi, R. (2009). Factors Affecting the Frequency and Severity of Airport Weather Delays and the Implications of Climate Change for Future Delays. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2139, 97–106.
- PESETA Project: Impact of climate change in Europe. Accesible en: <http://peseta.jrc.ec.europa.eu>
- Poloczanska, E.S., Brown, C.J., Sydeman, W.J., Kiessling, W., Schoeman, D.S., Moore, P.J., Brander, K., Bruno, J.F., Buckley, L.B., Burrows, M.T., Duarte, C.M., Halpern, B.S., Holding, J., Kappel, C.V., O'Connor, M.I., Pandolfi, J.M., Parmesan, C., Schwing, F., Thompson, S.A., & Richardson, A.J. (2013). Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change*, 3, 919–925.
- Poulard, J.-C., & Blanchard, F. (2005). The impact of climate change on the fish community structure of the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 1436–1443.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020). Informe sobre la brecha en las emisiones 2020. Resumen.
- Pulido-Velazquez, D., Collados-Lara, A. J., & Alcalá, F. J. (2018). Assessing impacts of future potential climate change scenarios on aquifer recharge in continental Spain. *Journal of Hydrology*, 567, 803–819.
- Punzón, A., & Villamor, B. (2009). Does the timing of the spawning migration change for the southern component of the Northeast Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*, L. 1758)? An approximation using fishery analyses. *Continental Shelf Research*, 29, 1195–1204.
- Qiu, L., & Nixon, W. A. (2008). Effects of Adverse Weather on Traffic Crashes: Systematic Review and Meta-Analysis. *Transportation Research Record*, 2055(1), 139–146.
- Ramírez, M. et al. (2019). Elaboración de la metodología y bases de datos para la proyección de impactos de cambio climático a lo largo de la costa española. Tarea 2: proyecciones de alta resolución de variables marinas en la costa española. MITECO, Madrid.
- RECC. (2015). Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano. Guía metodológica. Red Española de Ciudades por el Clima (RECC), sección de Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y la Oficina Española de Cambio Climático (Gobierno de España), Madrid, España.
- Revi, A., Satterthwaite, D.E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R.B.R., Pelling, M., Roberts, D.C., & Solecki, W. (2014). Urban areas, in: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535–612.
- Sainz de Murieta, E., Abadie, L., & Galarraga, I. (2018). Sea-level rise in the Basque coast, A probabilistic approach. *Ekonomiaz*, 94, 324–344.
- Sanz, M.J., & Galán, E. (editoras). (2020). Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.
- Rhein, M., Rintoul, S. R., Aoki, S., Campos, E., Chambers, D., Feely, R. A., Gulev, S., Johnson, G. C., Josey, S. A., Kostianoy, A., Mauritzen, C., Roemmich, D., Talley, L. D., & Wang, F.: Observations: Ocean, in: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by: Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., and Midgley, P. M., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 255–316.
- Slangen, A.B.A., Carson, M., Katsman, C.A. van del Wal, R.S.W., Köhl, A., Vermeersen, L.L.A., & Stammer, D. (2014). Projecting twenty-first century regional sea-level changes. *Climatic Change*, 124, 317–332.
- Sumaila, U.R., Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Pauly, D., & Herrick, S. (2011). Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries. *Nature Climate Change*, 1, 449–456.
- Sverdrup, H. (1953). On conditions for the vernal blooming of phytoplankton. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 18, 287–295.



- Ulazia, A., Penalba, M., Ibarra-Berastegui, G., Ringwood, J., & Saénz, J. (2017). Wave energy trends over the Bay of Biscay and the consequences for wave energy converters. *Energy*, 141, 624–634.
- UNCTAD. (2011). *The Review of Maritime Transport 2011*. Accesible en: [https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2011\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2011_en.pdf)
- United Nations Economic Commission for Europe [UNECE]. (2020). *Climate Change Impacts and Adaptation for International Transport Networks*. Geneva, 2020. <https://www.unece.org/trans/resources/publications/trends-and-economics/2020/climate-change-impacts-and-adaptation-for-international-transport-networks/doc.html>.
- von Schuckmann, K., Cheng, L., Palmer, M. D., Hansen, J., Tassone, C., Aich, V., Adusumilli, S., Beltrami, H., Boyer, T., Cuesta-Valero, F. J., Desbruyères, D., Domingues, C., García-García, A., Gentine, P., Gilson, J., Gorfer, M., Haimberger, L., Ishii, M., Johnson, G. C., Killick, R., King, B. A., Kirchengast, G., Kolodziejczyk, N., Lyman, J., Marzeion, B., Mayer, M., Monier, M., Monselesan, D. P., Purkey, S., Roemmich, D., Schweiger, A., Seneviratne, S. I., Shepherd, A., Slater, D. A., Steiner, A. K., Straneo, F., Timmermans, M.-L., Wijffels, S. E. (2020). Heat stored in the Earth system: where does the energy go? *Earth Syst. Sci. Data*, 12(3), 2013–2041. <https://doi.org/10.5194/essd-12-2013-2020>.
- Voukouvalas, E., Verlaan, M. & Feyen, L. (2017). Extreme sea levels on the rise along Europe's coasts. *Earth's Future*, 5, 304–323.
- Vousdoukas, M.I., Mentaschi, L., Voukouvalas, E., Verlaan, M., Jevrejeva, S., Jackson, L., & Feyen, L. (2018). Global probabilistic projections of extreme sea levels show intensification of coastal flood hazard. *Nature Communications*, 9, 2360.
- WMO. (2020). *WMO Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2019*.
- WMO. (2021). *WMO Statement on the State of the Global Climate in 2020*
- Woodby, B., Arnold, M.M., & Valacchi, G. (2020). SARS-CoV-2 infection, COVID-19 pathogenesis, and exposure to air pollution: What is the connection? *Annals of the New York Academy of sciences*, 1486, 15–38.
- Yilmaz, A.G., & Perera, B.J.C. (2015). Spatiotemporal Trend Analysis of Extreme Rainfall Events in Victoria, Australia. *Water Resource Management*, 29, 4465–4480.







Gipuzkoako  
Foru Aldundia  
Ingurumena eta Obra  
Hidraulikoetako Departamentua



ETORKIZUNA ORAIN  
Es futuro



Naturklima  
Aldaketa Klimatikoaren Gipuzkoako Fundazioa