

Azken lau hamarkadetako prezipitazioaren eta tenperaturaren joera Kantauri isurialdean

Estibaliz Sáez de Cámara Oleaga

Ingeniaritza Kimikoa eta Ingurumenaren Ingeniaritza Saila.
Bilboko Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa
Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

estibaliz.saezdecamara@ehu.es

Jasoa: 2013-06-03

Onartua: 2013-07-10

Laburpena: Kantauri isurialdean azken lau hamarkadetan gertatutako prezipitazioak eta tenperaturak erakutsitako aldaketak aztertu dira lan honetan, muturreko gertaerei bereziki erreparatuz. Horretarako, batetik, NCDC-NOOA erakundearen hamalau behatokitako egunez eguneko serieak eta ehun urtetik gorako bi serie aztertu dira, eta bestetik, NCEP-Reanalysis-2 proiektuko datu saretu globalak. Joerarik ba ote den jakite aldera, berrogeita hemeretzi indize zenbatetsi ditugu. ETCCDMI aditu-taldeak gomendatzen dituen indize horiek, bi klima-aldagai horien ezaugarriak neurtzen dituzte. Horrez gain, joeren esangura estatistikoa balioetsi dugu, Mann-Kendallen testaren bidez. Emaitzetatik ondorioztatu dugu, alde batetik, prezipitazioa murriztu egin dela. Murrizketa hein berekoa izan da urtaro hezean eta urtaro lehorrean. Hain zuzen, isurialdeko mendebaldean gertaturiko intentsitatearen beherakadak eragin du joera hori; ekialdean, ordea, prezipitaziorik gabeko egun kopuruaren ugaltzeari lot dakiok. Isurialdeko erdialdean nabariki behera egin dute bai batak eta bai besteak (intentsitateak eta egun hezeen kopuruak) eta beraz, murrizketa esanguratsua da estatistikoki. Bestetik, batez besteko tenperaturak gora egin du. Beroketarik handiena tenperatura maximoan antzeman da (esanguratsua da behatoki guztietan), eta, batez ere udan. Prezipitazioaren kasuan bezala, tenperaturarenean ere joeren esangura aldakorra da eskualde batetik bestera; azken aldagaiaren kasuan aldaketarik nabarmenenak barnealdean ikusi dira. Horrez gain, bai gau beroen kopuruaren joera eta bai egun beroen kopuruaren joera positiboak dira. Muturreko uenean uneko gertaerak ez ezik, bero-boladak eta hotz-boladak ere gero eta ohikoagoak dira.

Hitz gakoak: Kantauri isurialdea, prezipitazioa, tenperatura, joerak, muturreko gertaerak, Mann-Kendall.

Abstract: Here we present the results of trends analysis of precipitation and temperature over Northern Iberia, with a primary focus on extreme events. The trend analysis is based on fourteen NCDC-NOAA daily records covering the last four decades plus two century-length time series and NCEP-Reanalysis-2 global gridded data. A suite of fifty nine indices recommended by the ETCCDMI expert team were computed and analyzed.

These indices measure many aspects of these two climatic parameters. The observed trends have been tested for their statistical significance by means of Mann-Kendall's test. Our results reveal a decline in precipitation totals in the whole Northern Iberia, that is, a widespread tendency to drier conditions. This evolution can be seen in both wet and dry seasons. In the western sub-region this tendency is due to the less intensive rainy days, whereas in the eastern sub-region is linked to the increasing trend of the number of dry days. In the central sub-region the decrease in both characteristics, the intensity and the frequency of the precipitation, results in a statistically significant decreasing trend of precipitation totals. Besides, we found that mean temperature has increased during the last four decades. This change is mainly associated to the positive shift in the daily maximum temperature, which is statistically significant in all observatories. On average summer has warmed more than winter. As precipitation, there are strong regional differences. The observatories showing the strongest warming were found inland. Additionally, the number of hot nights and hot days has increased recently. Apart from these short events, longer episodes such as cold waves and heat waves are more frequent.

Keywords: Northern Iberia, precipitation, temperature, trends, extreme events, Mann-Kendall.

1. SARRERA. KLIMA-ALDAKETA

Egungo eztabaida zientifiko zein politikorik nagusienetakoa da klima, batik bat, gizakiak bere jardueren bidez eragin lezakeen klima-aldaketa. Gure planeta duela 4500 miloi urte sortu zenetik, eten gabe aldatzen joan da klima, baina aldaketa inoiz baino erritmo biziagoan ari da gertatzen azkenaldion. Ikertzaile gehienek ontzat ematen dute abian den klima-aldaketa geuk eragin dugula, zehazki, industria-iraultzaren ondotik atmosferara isurtzen ditugun Berotegi Efektuko Gasen (BEG) eta aerosolen kontzentrazioaren handipenaren ondorioz. Iragarpenak larritzekoak dira. Klima Aldaketari buruzko Gobernu arteko Aditu Taldearen laugarren txostenak (IPCC AR-4) aditzera eman du temperatura globalak igotzen jarraituko duela lurra hartzen duen eguzki-energiaren eta igortzen duenaren arteko balantzearen aldaketen ondorioz, hots, berotegi-efektu artifizialaren ondorioz [1]. Nazioarteko komunitate zientifikoak aspaldi onartzen du, halaber, lurraren beroketak uraren zikloa biziagotuko duela: temperatura altuek eragingo dute lurrunketa tasaren handiagotzea, baita atmosferak hezetasuna biltegitartzeko gaitasuna handiagotzea ere. Hori gutxi balitz, ur-lurruna ere berotegi-gas bat da (beraren xurgapen-ahalmena CO₂-arena baino bizpahiru aldiz handiagoa da) eta horrek temperatura are gehiago igoarazten du, aurrekoa berrelikatuz.

Ziurrenik, asko eta askotarikoak izango dira beroketa horrek klimaren aldagai nagusietan (hots, temperatura eta prezipitazioan) eragingo dituen aldaketak. Beroketak temperaturaren igoera, negu hotzen desagertze graduala eta bero-boladak gertatzeko probabilitatea handituko du, eta prezipitazioari dagokionez, zonalde batzuetan euri-jasa eta uholdeak izateko probabilitate handiagoa gertatuko da (atmosfera metatuko den ur-lurrunaren handipena-

gatik) eta, berriz, beste zonalde batzuetan lehortek eragingo dira (lurrunketa tasaren igoeragatik) [2,3,4]. Efektu horien guztien artean garrantzia berezia dute muturreko gertaerei loturikoen, ingurumenean ez ezik eragin nabarmena baitute gizartearen zenbait alderditan ere: ur-hornikuntzan, giza osasunean, biodibertsitatean, nekazaritzan, basogintzan, arrantzan edota turismoan, besteak beste.

Hori dela eta, azken urteotan, klimatologo askok hausnartzen hasiak dira aldaketak jadanik gertatu ote diren. Aipatutako IPCC AR-4 txostenak ezagutzera eman du 1900-2005 bitartean prezipitazioak gorantz egin duela Ipar Amerikan eta Hego Amerikan, Europako Iparraldean eta Asiako Ipar eta Erdialdean; aitzitik, Sahel basamortuan, Mediterraneo itsasoaren inguruan, Afrikako Hegoaldean eta Hego Amerikako zenbait lurraldetan euria urritu dela dio txostenak. Muturreko gertaerei dagokionez, ikerkuntza gehienek ondorioztatu dute euri-jasak areagotu egin direla, bai eta prezipitazioa murriztu den lurraldeetan ere [5,6,7,8,9,10,11]. Horrez gain, XX. mendearen hasieratik planeta osoan batez besteko tenperaturak gora egin du 0.4-0.8 °C bitartean, 0.2-0.6 °C azken bost hamarkadotan. Tenperaturaren kasuan ere, nabaria da joeren tokian tokiko espazio-aldakortasuna nabaria da. Ipar hemisferioko erdialdeko latitudeetan kokaturiko zonaldeetan gertatu da igoerarik handiena [6,7,8,10,11,12,13]. Horrelakoetan, XX. mendearen erdialdeaz geroztik, izozte-egunen eta egun hotzen kopurua murriztu egin da, eta egun beroak eta bero-boladak ugari egin dira.

Gainera, eraginen zati txiki bat baino ez dugu nabaritzen orainoz; izan ere, meteorologia eta klimari lotutako prozesuen erreakzioa oso motela da giza jarduerekin konparatuta; hala gertatzen da ozeanoek eragindako inertzia termikoagatik batez ere. Klima-ereduek IPCC taldeak Special Report on Emissions Scenarios (SRES) txostenean deskribatutako proiektzioek iragartzen dute ezen aurrerantzean aipatutako joerak handiagotu egingo direla hainbat zonaldeetan. Europako kliman eragina izan dezaketen aldaketei dagokionez, ereduek ondokoa erakusten dute: Konbergentzia Zona Intertropikalaren eta erdialdeko latitudeetako zikloien bide nagusia iparralderantz joango da XXI. mendean zehar [14]. Horrela, Europako Hegoaldean, tenperaturak askoz ere beroagoak izango dira, eta are gehiago lehortuko dira Mediterraneo itsasoaren inguruko herrialdeak, basamortu bihurtu arte; Iparraldean, berriz, tenperaturek behera egingo dute, eta prezipitazioen maiztasunak zein intentsitateak gora egingo dute. Hortaz, etorkizunean, iparraldearen eta hegoaldearen arteko ezberdintasuna are nabarmenagoa izango da.

Esanak esan, Iberiar Penintsulan egindako ikerketa lan gehienek [15,16,17,18,19] zonalderik kalteberenean jarri dute arreta: Mediterraneo itsasoaren kostaldean. Epe ezberdinetako datu-baseetan oinarrituta, azterketek ondorioztatu dute Iberiar Penintsulako ekialde eta hegoaldean pila-tutako prezipitazioak behera egin duela; muturreko gertaerek aldiz, gora

egin dute (tanta hotzek eta ziklogenesiek eraginda). Ikusi dute tenperatura-
ren kasuan batetik, batezbestekoa igo egin dela, batez ere uda parteko ma-
ximoen handipenaren eraginez; bestetik, gero eta maizago gertatzen dira
unean uneko gertaera bero eta jarraituak. Emaiza horiek bat datoz Italiako
hegoaldean topatutakoekin [20]; lan horren arabera, goi presioko sistema
subtropikalaren maiztasunaren handipenak eraginda gertatu dira. Millán eta
egilekideek [18], joera horiek azaltzeko aldakuntza sinoptikoak ez ezik to-
kian tokiko aldaketak ere gogoan hartzekoak direla diote: airearen kutsa-
dura edota lurzoruen erabilera, zehazki.

Mediterraneo itsasoaren kostaldean aurkitutakoa ezin da penintsulako
gainerako zonaldeetara estrapolatu, bertan bi aldagai klimatiko horien al-
dakortasuna izugarria baita. Erliebeari eta penintsula inguratzen duten bi
ur masei edo hezetasun-iturri nagusiei zor zaizkie alde horiek [21]. Ozeano
Atlantikoa eta Mediterraneo itsasoa dira bi iturri horiek. Mendilerroek aire
masetan eragindako desbideratzearen ondorioz, erabat ezberdinak dira ten-
peratura eta prezipitazio balioak elkarrengandik hurbil dauden eskualdee-
tan ere. Hortaz, Iberiar penintsulako ekialdean eta hegoaldean ez ezik, ko-
menigarria da gainerako zonaldeetan antzeko ikerketak egitea.

Aurrekoak irakurri ostean gurera itzulita, pentsatzen has gaitzke Kan-
tauri isurialdean ere dagoeneko ez ote garen pairatzen ari klima-aldaketak
sortutako eraginak. Isurialde honen garrantzia ikaragarria da, aurretik aipa-
tutako bi zonaldeen artean (Europako Iparraldea eta Hegoaldea) kokatuta
baitago; hala ere, orain arte ez da ikerketa sakonik egin bertan. Penintsula
osoa ikertu duten zenbait lanek hemengo bizpahiru behatokitako datu-ba-
seak baino ez dituzte aztertu [22,23,24,25,26,27,28]; zer esanik ez, hain
behatoki gutxi oinarritzat erabiliz lortutako espazio-erresoluzioa eskasa da
hemen. Gainera, muturreko gertaerak aztertzeke, ezinbestez erabili behar
dira eguneko edo azpieguneko erresoluzioa duten kalitatezko datu-serieak;
hori ere, oraindik egiteke dago.

Beraz, ahalik eta behatoki gehieneguneko tenperatura eta prezipita-
zioen datu-serieetatik abiatuta, ondokoak dira lan honen helburu nagusiak:
(1) bi aldagai horien joeren zenbatespena, eta (2) muturreko gertaeren joe-
ren azterketa, esangura estatistikoa barne. Azken batean, iragan hurbilari
begiratzea da geroak ekar dezakeena zehaztasunez iragartzeko bide onena.

2. DATU-BASEAK ETA METODOLOGIA

2.1. Prezipitazio eta tenperaturaren datu-baseak

Ikerketa honetan Kantauri isurialdeko eguneko prezipitazio eta ten-
peraturaren serieak landu ditugu. Serie horiek, erakunde eta urte-luzera
ezberdinei dagozkie. Estatu Batuetako National Climatic Data Center-National

Oceanic and Atmospheric Administration (NCDC-NOAA) erakundeak azken lau hamarkadetako datuak biltzen ditu (1973. urteaz gerokoak) eta European Climate Assessment and Dataset (ECA&D) proiektuak eskainitakoak, berriz, azken bi mendeetakoak [29]. Bien webguneetan (<http://www.ncdc.noaa.gov> eta <http://eca.knmi.nl>) eskuragarri dauden serieen arteko luzeenak, homogeneousak, hutsune gutxien dutenak eta fidagarrienak hautatu ditugu. Guztira 15 serie izan dira: 14 NCDC-NOAA-koak eta bat ECA&D iturrikoa; hain zuzen, 1. taulan irakur daitezke behatokiaren ezaugarriak, eta 1. eta 2. irudietan haien kokapena. Aukeraturako behatokiak bai kostaldean bai barnealdean kokatzen dira, eta, geroago azalduko denez, Kantauri isurialdeko klima erregimen ezberdinen lagin adierazgarri bat dira. Aipatutakoez gain, hilabeteko bereizmena duen ehun urtetik gorako prezipitazio-serie bat landu dugu. Bilbon 1857. urtetik aurrera hileroko pilatutako prezipitazioa biltzen du azken honek.

1. taula. NCDC-NOAA estazioen kodea, izena eta kokalekua.

Kodea	Estazioa	Latitueda (°)	Longitueda (°)	Altitudea (m)
CO	A Coruña	43,30	-8,42	67
ST	Santiago/Labacolla	42,90	-8,43	367
VG	Vigo/Peinador	42,23	-8,63	255
AV	Avilés	43,55	-6,03	130
OV	Oviedo	43,35	-5,87	339
LE	León/Virgen del Camino	42,58	-5,65	914
PR	Santander/Parayas	43,43	-3,82	9
SD	Santander	43,48	-3,80	59
BI	Bilbo/Sondika	43,30	-2,90	39
VI	Gasteiz	42,88	-2,72	510
IG	Donostia/Igeldo	43,30	-2,03	259
HN	Hondarribia	43,30	-1,80	8
PA	Iruñea/Noain	42,77	-1,63	453
BU	Burgos/Villafría	42,35	-3,63	890
LO	Logroño/Agoncillo	42,45	-2,33	363

Behatokitako datuak ez ezik, ikerketa honetan datu saretu globalak ere erabili ditugu; National Centers for Environmental Predictions NCEP-DOE Reanalysis-2 datu-baseko sei orduroko presio, haize, temperatura eta prezipitazioaren datuak, hain zuzen ere (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/>)

eta <http://nomad3.ncep.noaa.gov/pub/reanalysis-2/6hr/pgb/>) [30,31]. Lehenengo hiru aldagaien erresoluzio horizontala 0.5×0.5 gradukoa da, eta lau-garrenarena, berriz, 0.3×0.3 gradukoa.

2.2. Indizeak eta joeren balioespena

Aipatutako datu-baseez baliatuz, 2. eta 3. tauletan zehazten diren indizeak zenbatetsi ditugu. Hautatutako indize gehienak Expert Team for Climate Change Detection Monitoring and Indices (ETCCDMI) taldeak gomendatzen ditu. Ondoko webgunean dago indize horien deskribapen xehatua: <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/>. Gainerako indizeak European and North Atlantic daily to MULTidecadal climate variability (EMULATE) proiektuan eta gure ikerketaren antzeko lanetan erabili dira [8,10,11,19,32]. Zabaldutako indize horien erabilpenak aukera ematen digu gure emaitzak eta beste ikertalde batzuek inguruko zonaldeetan lortutako emaitzak elkarrekin konparatzeko.

Berrogeita hemeretzi indize horiek, temperatura eta prezipitazioaren hainbat alderdi ezberdin balioesten dituzte: batzuk bi aldagai horien ezau-garri orokorreari lotuta daude: intentsitatea, egun hezeen kopurua, batez besteko temperatura, temperatura maximoa edota izozte-egunak, besteak beste; beste batzuek, muturreko gertaeren nolakotasuna neurtzen dute: euri-jasen maiztasuna eta ekarpena edota bero- eta hotz-boladak, esate baterako. Izan ere, garrantzitsua da batez besteko parametroen joera ezagutzea, baina gizartean duten eragina dela eta (kontuan har bitez uholdeak, lehorteak, bero-boladak, etab.), hori bezain garrantzitsua da muturreko egoeren joera ezagutzea. Gainera, hauen bilakaera ezberdina edo, areago, aurkakoa izan daiteke; esaterako, behatoki batean temperatura minimoaren joera beheranzkoa eta temperatura maximoaren joera goranzkoa gerta daitezke, baina, berdin gerta daiteke biak konpentsatu eta batez besteko tenperaturaren joera ia hutsala izatea.

Indizeak lau kategoriatan banatzen dira prezipitazioaren kasuan (balio absolutuzko indizeak, denborazko indizeak, atalase finkoetan oinarritutako indizeak eta pertzentiletan oinarritutako indizeak) eta hiru kategoriatan tenperaturaren kasuan (balio absolutuzko indizeak, pertzentiletan oinarritutako indizeak eta bero-boladak eta hotz-boladak). Pertzentilak estimatzeko iker-tutako epe osoa erabili da: 1973/74-2007/08 tartea prezipitazioaren kasuan, eta 1973/74-2011/12 tenperaturarenean.

Indizeen estimazioan urte hidrokologikoa hartu da oinarri gisa (urte baten urriaren 1a eta hurrengo urteko irailaren 30a bitartekoa). Gure zonaldearen urtarokotasuna dela eta, urte hidrokologikoa bi urtarotan zatikatu da, eta bi urtaro horien indizeak ere balioetsi dira. Oro har, urte hidrokologikoa urtaro heze batez eta urtaro lehor batez osatuta dago: hurrenez hurren urriaren 1etik apirilaren 30a artekoa eta maiatzaren 1etik irailaren 30a artekoa.

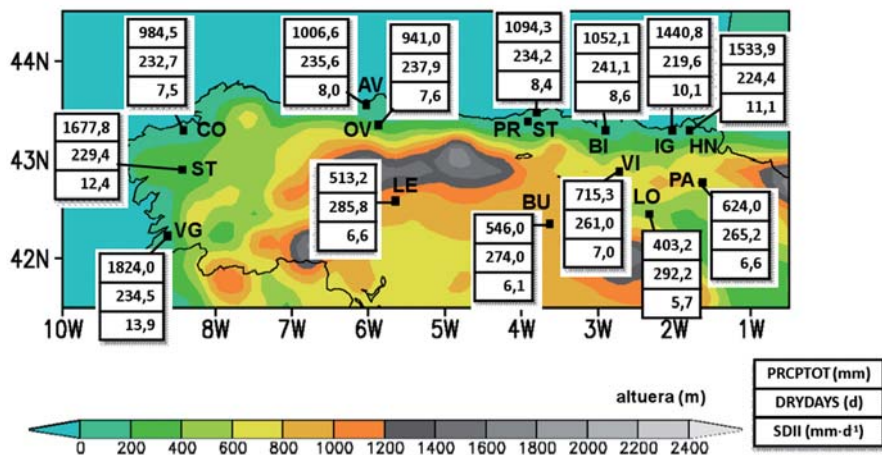
2. taula. Prezipitazioarekin loturiko klima indizeen kodea, deskribapena eta unitatea.

Kodea	Indizearen deskribapena	Unitatea
I. Balio absolutuzko indizeak		
PRCPTOT	Egun osoan pilatutako prezipitazioa	mm
SDII	Batez besteko intentsitatea egun bakoitzeko	mm·d ⁻¹
DRYDAYS	Egun lehorrak (< 1 mm)	d
WETDAYS	Egun hezeak (> 1 mm)	d
Rx1day	Egun bakar batean pilatutako prezipitazio maximoa	mm
Rx5day	Ondoz ondoko bost egunetan pilatutako prezipitazio maximoa	mm
II. Denborazko indizeak		
CDD	Ondoz ondoko egun lehorren kopuru maximoa	d
CWD	Ondoz ondoko egun hezeen kopuru maximoa	d
III. Atalase finkoetan oinarritutako indizeak		
R10 R20 R25 R30	Jasotako prezipitazioa 10, 20, 25 eta 30 mm baino handiagoa den egunen kopurua	d
IV. Pertzentiletan oinarritutako indizeak		
P90 P95 P99	Egun hezeen 90., 95. eta 99. Pertzentila	mm
R90N R95N R99N	90., 95. eta 99. pertzentila baino handiagoa den prezipitazioa jaso duten egunen kopurua	d
R90AM R95AM R99AM	P90., P95. eta 99. pertzentila baino handiagoak diren gertaeren ekarpena	mm
R90% R95% R99%	Gutzizko prezipitaziotik 90. , 95. eta 99. pertzentila gainditzen duten gertaerei dagokien frakzioa	%

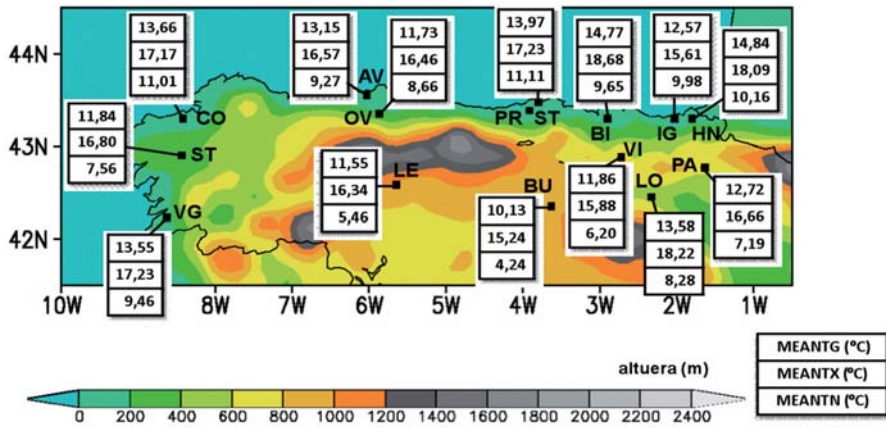
3. taula. Tenperaturarekin loturiko klima indizeen kodea, deskribapena eta unitatea.

Kodea	Indizea	Unitatea
I. Balio absolutuzko indizeak		
MEANTG	Eguneko batez besteko tenperatura	°C
MEANTN	Eguneko tenperatura minimoa	°C
MEANTX	Eguneko tenperatura maximoa	°C
DTR	Eguneko tenperatura tartea	°C
FD	Izozte-egunak	d
II. Pertzentiletan oinarritutako indizeak		
TN2P TN5P TN10P TN90P TN95P TN98P	Temperatura minimoaren 2. , 5., 10., 90., 95. eta 98. Pertzentila	°C
TX2P TX5P TX10P TX90P TX95P TX98P	Temperatura maximoaren 2. , 5. ,10., 90., 95. eta 98. Pertzentila	°C
TN2PN TN5PN TN10PN TN90PN TN95PN TN98PN	2. ,5., 10., 90., 95. eta 98. pertzentila baino txikiagoa den tenperatura minimoa jasan izan duten egunen kopurua	d
TX2PN TX5PN TX10PN TX90PN TX95PN TX98PN	2. , 5., 10., 90., 95. eta 98. pertzentila baino txikiagoa den tenperatura maximoa jasan izan duten egunen kopurua	d
III. Bero-boladak eta hotz-boladak		
WSDI	Bero-boladako egunen kopurua guztira	d
WSN	Bero-boladen kopurua	
WSML	Bero-boladen batez besteko iraupena	d
CSDI	Hotz-boladako egunen kopurua guztira	d
CSN	Hotz-boladen kopurua	
CSML	Hotz-boladen batez besteko iraupena	d

Urtaro hezea urrian hasten da, Bizkaiko Golkoa Azoreetako antizikloiaren eraginetik kanpo geratzen denean (ikus 3. irudia). Egoera horrek mendebaldeko haizeen eta Atlantikoko aire masa epel eta hezeen sarrera ahalbidetzen du, eta, horrekin batera, prezipitazioak izateko probabilitatea handitzen da, batez ere haizealdean (kostaldeko mendilerroetako iparraldeko aurpegietan). Aldi berean, haizebean, Gaztela iparraldeko lurretan, Araba eta Nafarroako Lautadetan eta Errioxan, ur tanta batzuk baino ez dira jasotzen, eta tenperaturak baxuagoak dira. Txandaka, ipar-ekialdeko haizeak mendebaldekoa ordezkutzen doa, kontinenteko aire masa polar hotz eta lehorrak gurera sartuz, eta hotz-boladei eta prezipitaziorik gabeko denboraldiei bide emanez. Bestalde, noizean behin, ozeanoko aire masak ipar-mendebaldetik gerturatu beharrean, hegoaldeetik datoz. Masa horiek Cadizeko Golkotik edota Portugaleko hego-mendebaldetik sartu eta Iberiar penintsula zeharkatzean mendiguneekin topo egitean, lehortu egiten dira. Horrelakoetan, Atlantikoko aire masak oso bestelako ezaugarriekin iristen dira hona, eta egoera hori nagusitzen den urtaro hezeetan aurkako prezipitazio eta temperatura banaketa eraginez (2010. urteko neguan, adibidez). Orduan, euri gertaeren maiztasuna handitu egiten da, eta tenperaturak leunagoak izango dira mendilerroetako hegoaldeko aurpegietan; iparraldean, berriz, aire masak jaisterakoan berotu egiten dira konpresioaren eraginagatik eta beraz, Föhn efektua gertatuko da. Hortaz, azpimarratzekoa da aire masen jatorriaren eta haizearen norabidearen eragina tenperatura eta prezipitazioaren banaketan.

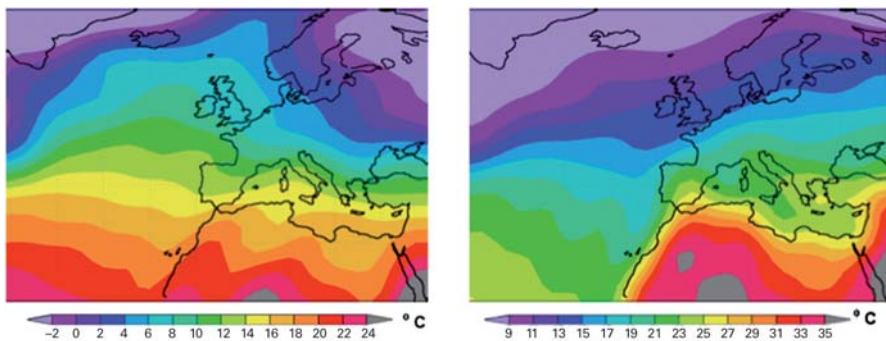


1. irudia. Urte osoan pilatutako prezipitazioaren, egun lehor kopuruaren (hots, 1 mm baino gutxiago pilatu diren egun kopurua) eta intentsitatearen batezbestekoak NCDC-NOAA behatokitian 1973-2007 bitartean. Santander/Parayas behatokitiko seriea baztertu egin dugu, % 4 baino gehiagoko hutsuneak baititu.



2. irudia. Urte osoko eguneko batez besteko temperaturaren, temperatura maximoaren eta temperatura minimoaren batezbestekoak (1973-2011) NCDC-NOAA behatokitian 1973-2011 bitartean, hutsuneen irizpidea kontuan hartuz gero.

Bestetik, apiril inguruan Eurasiako goi-presioaren ahultzeak eta Azoretako antizikloia iparralderantz eta ekialderantz hedatzeak ematen diote hasiera **urtaro lehorrari** (ikus 3. irudia). Bost hilabete horietan zehar, Kantauri isurialdea behe presioen eta fronteen bidetik at geratzen da, eta barealdi hau dagoela, eguraldi lehorra eta epela nagusitzen da. Aldizka, Bizkaiko Golkoan gertatzen den lurrunketak edota iparretik sartzen diren depresio iragankorrak euri-zaparradak eragiten dituzte itsasertzean.



Iturria: NCEP Reanalysis-2.

3. irudia. (Goitik behera) Batez besteko presioa eta haize-eremua, pilotutako prezipitazioa eta batez besteko temperatura urtaro hezean (ezkerreko paneletan) eta urtaro lehorrean (eskuinekoetan). Kasu bakoitzean Ozeano Atlantikoko hezetasunaren garraibide nagusienak adierazten dituzte geziek. Temperatura balioen konparazioa errazteko, eskala ezberdinak erabili dira urtaro bakoitzean, tartean gertatzen den aldakortasuna dela eta.

Gure zonaldean denbora-aldakortasuna (urtarokotasuna) ez ezik, espazio-aldakortasuna ere nabarmena da. Batetik, Ozeano Atlantikoaren eta Kantauri eta Mediterraneo itsasoek eragin egiten dute eta, bestetik, erliebeak, diferentziak eragiten ditu orografiaren aldetik desberdinak diren zonalde-tako parametro klimatikoen artean.

Kostaldeak, Kantauri itsasoaren eta Atlantikoaren isurialdeak, klima epel eta euritsua du. Urteko batez besteko prezipitazioa 950-1800 mm artekoa da, maximoak isurialdeko bi muturrei dagozkielarik: 1824 mm pila-tzen dira Vigon (VG) eta 1534 mm Hondarribian (HN). Egun bakoitzeko intentsitatearen eta egun hezeen kasuan ere, mendebaldeko eta ekialdeko bi mutur horiek dituzte markarik altuenak: Intentsitateak 13.9 mm, 12.6 mm eta 11.1 mm dira VG, Santiagon (ST) eta HN-n, hurrenez hurren; bestalde, STn urteko egunen % 37 baino gehiago hezeak dira, eta Igeldon (IG) ia % 40.

Itsasoaren eragina dela eta, temperaturak nahiko samurrak dira urte osoan zehar (13.3 °C-koa da kostaldeko behatokitako batez bestekoa, 9.7 °C-koa minimoa eta 17.1 °C-koa maximoa) eta leunak dira eguneko eta gaueko temperatura bitarteak eta urtaroen artekoak: hilabete epelenean eta hotzeneren arteko aldea 10.5 °C ingurukoa ohi da (ikusi 2. irudia).

Barnealdean, Mediterraneoaren eta Penintsularen eragina nabariagoa da, eta klima kontinentalagoa, beraz. Neguak luzeak, hotzak eta prezipitazio gutxikoak izaten dira, eta udak, berriz, nahiko beroak eta lehorrak. Kostaldearekin alderatuz, urteko prezipitazioa erdira murrizten da (400-700 mm-ra, minimoa Logroñori dagozkielarik) eta baxuagoak dira bai batez besteko temperatura (11.9 °C) baita temperatura minimo (6.3 °C) eta maximoa (16.5 °C) ere. Izozteak ohikoak dira udazkenean eta neguan, baina udaberrian ere maiz gerta daitezke. Bertan, hilabete beroenen eta hotzeneren arteko aldea 17.5 °C-ra hel daiteke, eta urtaroen trantsizioa bizkor-bizkor gertatzen da (maiatzean gora eta urrian behera).

Eskualdeen arteko kontraste hauek direla eta, atalase finkoetan oinarritutako indizeek ez dute informazio gehiegirik ematen gure kasuan. Esate baterako, HN-n edo Bilbon (BI) maiatzean izotza izatea bitxia den arren, gertaera hori ohikoa izan daiteke barnealdeko behatokitetan (VIn, LOn edo BUn); era berean, VGn egun hezeen prezipitazioaren batez besteko intentsitatea 14 mm·d-1-ekoa da, baina horrelako gertaera bat LOn ia euri-jasa bat izango litzateke. Hortaz, gure kasuan egokiagoa da pertzentilekin lan egitea.

Atal honen hasieran aipatutako jakitun-panelak gomendatu bezala, eta beste proiektu eta ikerlanetan egindakoa mantenduz [7,8,10,11], indizeen balioespena egitean baztertu egin ditugu % 4 baino gehiagoko hutsuneak (datu falta) dituzten epeak. Irizpide hori ezinbestekoa da, indize batzuek serieen osotasunarekiko menpekotasun handia dutelako.

Joeren esangura estatistikoa balioesteko ohikoa den Mann-Kendall test ezparametrikoa erabili dugu [33]. Balioespen hau urteko eta urtaroetako eskalan egin da behatoki bakoitzerako. Usu, % 5eko maila erabiltzen da joera esanguratsua ote den egiaztatzeko dela baieztatzeko edo ezeztatzeko. Horrez gain, azterketa honetan % 0.1, % 1, % 5 eta % 10 esangura-mailak ere estimatu ditugu.

3. EMAITZAK: PREZIPITAZIOAREN ETA TEMPERATURAREN JOERA

3.1. Prezipitazioaren joera

3.1.1. Guztizko prezipitazioa, intentsitatea eta maiztasuna

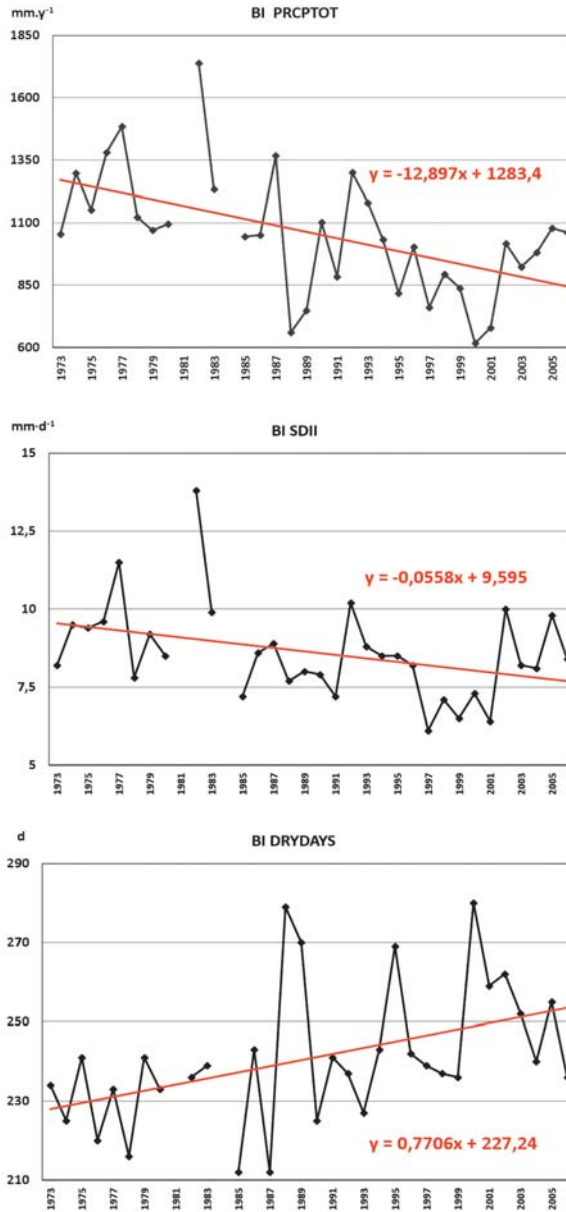
Azken hogeita hamabost urteotan, urtez urte pilatutako prezipitazioa nabarmen murriztu da Kantauri isurialdeko eskualde guztietan. Hain zuzen, 4. irudiko grafikoek Bilboko guztizko prezipitazioaren, intentsitatearen eta egun lehorren denbora serieak eta joerak adierazten dituzte, eta 5. irudiak, berriz, NCDC-NOAA datu-baseko hamalau behatokietan (Bilbo barne) indize berdinetan antzemandako aldaketak eta haien esangura estatistikoa. Gure azterketaren emaitzak ahalik eta argien eta era sinplifikatuenean adierazteko asmoz, azken horien joerak ehunekotan adierazi ditugu.

Ikus daitekeenez, 4. irudiko goiko grafikoaren maldari erreparatuta, Bilbon urtero ia 13 mm euri gutxiago jaso dela egiazta daiteke. Datu horrek % 1.3ko beheranzko joera jarraitua dagoela adierazten du (ikus 5. irudia). Joera hori, SD (– % 1.2), VI (– % 0.8) eta BUko (– % 0.6) jaitsieraren antzera, esanguratsua da estatistikoki. Gainerako behatokietan, CO eta LOn izan ezik, ikur berdineko joera sumatu da baina azken horietan (ST, VG, AV, OV eta LEn mendebaldean eta IG, HN eta PAn ekialdean) ez da esanguratsua estatistikoki.

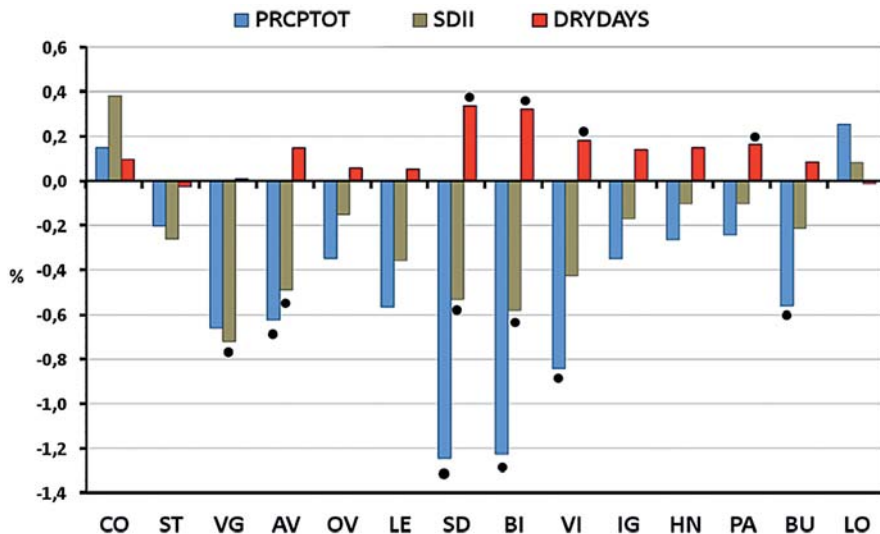
Prezipitazioaren ezaugarrietan gertatutako aldaketek azaltzen dute Kantauri isurialdean jasotako prezipitazioaren murrizketa, bai intentsitatearena bai maiztasunarena.

Batetik, batez besteko prezipitazioaren egun bakoitzeko intentsitatea – % 0.58 jaitsi da Bilbon urteko; hirurogeita hamarrekoko hamarkadako lehen urteetako prezipitazioa azken urteetakoa baino % 20 intentsuagoa zela esan nahi du horrek. Bilbon ez ezik, Kantauri isurialdeko erdialdeko eta mendebaldeko behatokietan antzeko joerak antzeman dira: – % 0.49koa AVn, – % 0.5koa SDn eta – % 0.36koa LEn. Beherakadarik nabarmenena, – % 0.72koa, VGri dagokio. Azken hau esanguratsua da, BIko, AVko eta SDko joeren antzera eta % 95 konfiantza tartea kontuan hartuz. Kantauri isurialdeko ekialdeko behatokietan, berriz, murrizpena ez da hain nabaria, edo ez da aldaketa argirik ikusi: – % 0.17 eta – % 0.10 artekoa da HN, IG eta PAn, eta + % 0.08koa LOn.

Azken lau hamarkadetako prezipitazioaren eta temperaturaren joera Kantauri isurialdean



4. irudia. Bilboko denborazko serieak: (Goitik behera) pitatutako prezipitazioa, intentsitatea eta egun lehoren kopurua (lerro beltzak) eta joera lineala (lerro gorriak). Balioespen hau egitean, baztertu egin dira % 4 baino gehiagoko hutsuneak dituzten urteak. 5. irudiak erakusten du joera horien esangura.

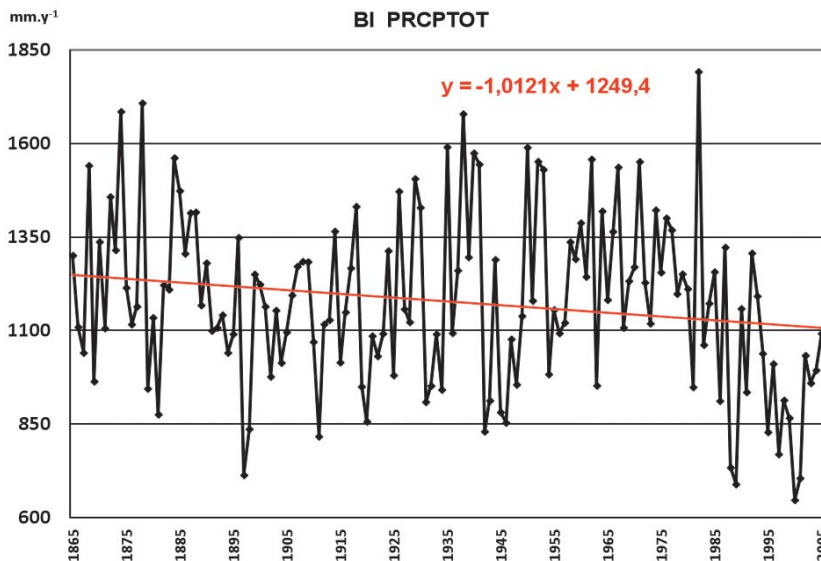


5. irudia. Urtero antzemandako portzentaje-aldaketak pilatutako prezipitazioan, intentsitatean eta egun lehorren kopuruan hamalau NCDC-NOAA behatokitik 1979tik 2007ra. Biribil beltzez adierazi dira Mann-Kendallen testaren arabera esanguratsuak diren joerak (% 90 esangura maila).

Bestetik, gero eta egun lehor (egun heze) gehiago (gutxiago) ditugu. Hain justu, 4. irudian ikus daitekeenez, Bilbon ia egun lehor bat gehiago daukagu urtero. Zehazki, 0.77 egun lehor gehiago urtero, eta horrek + % 0.32ko gorakada adierazten du. Esanguratsua da % 95 konfiantza tartea kontuan hartuz. Aurreko indizean bezala, beste behatoki batzuetan joera esanguratsuak ikusi dira, baina indize honen kasuan Kantauri isurialdeko erdialdean eta ekialdean kokatuta daudenetan bakarrik. Gorakadarik handienak SD (+ % 0.33), VI (+ % 0.18) eta PAri (+ % 0.17) dagozkie. Esanguratsuak dira % 99.9, % 95 eta % 90ko tartetean, hurrenez hurren. Mendebaldeko behatokitako joerak, aldiz, ia hutsalak (ST eta VG) edo arbuigarriak (OV eta LE) dira.

Joera horien espazio-aldakortasuna ikusita, honako bi ondorioak atera daitezke: (1) mendebaldeko ur ekarpenaren murrizketa intentsitatearen jaitzierari lotuta dago; ekialdekoa, berriz, egun lehorren gehikuntzarekin uzta daiteke, baina hala ere, pilatutako prezipitazioaren gertaera ez da esanguratsua; (2) erdialdean, intentsitatea eta egun hezeen kopurua aldi berean eta nabarmenki jaitsi direnez, urte batean pilatutako prezipitazioaren jaitziera esanguratsua da estatistikoki hurrengo ordenan: % 99.9ko konfiantza-mailarekin SDn, % 99koa BIn, % 95koa AVn eta % 90koa VIn.

Bilboko ehun urtetik gorako seriearen maldak egiaztatu egiten du denbora serie laburretatik abiatuta ondorioztatutakoa (ikus 6. irudia). Azken ehun eta

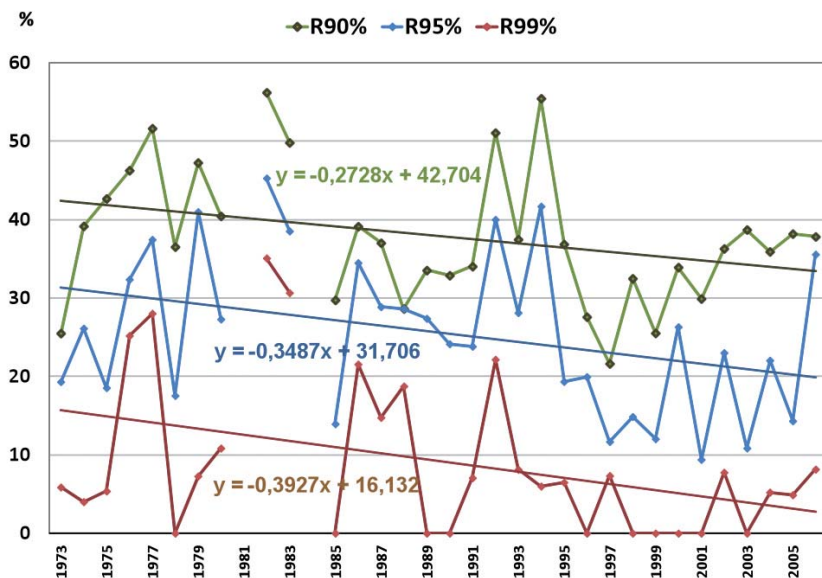


6. irudia. Urtero pilatutako prezipitazioaren denbora seriea (beltzez) eta joera lineala (gorriz) Bilboko behatokian azken ehun eta laurogei urteetan (1865-2005).

berrogei urteetan denboraldi lehorrak (1879-1881, 1920-1923, 1931-1934 eta 1942-1946) eta denboraldi hezeak tartekatu dira, baina laurogeiko hamarkadaz geroztik urte lehorrak eta gero ez dira urte hezeak etorri. Kasurako, 1988-89 urte lehorra eta gero beste bizpahiru urte lehor etorri ziren; lehorte honen ondorioz bizkaitar eta arabar askok urtebetez ur-murrizketak jasan zituzten. Honela, serie osoaren (1865-2007) batez besteko joera kalkulatu, hamarkada bakoitzeko 10.1 mm euri jaitsieraren balioa eskuratzen da; aldez, azken hogeiki urteotako (1987-2007) joera kalkulatu gero, aurrekoa halako hiru den hirukoizten duen balioa lortzen da: - 29.8 mm-koa. Patroi hori pareko neurrian nabaritu da urtaro hezean zein urtaro lehorrean. Donostiako serie luzean (1929. urteaz geroztik) antzeko emaitzak lortu ditugu: egun lehorren kopuruaren gehikuntza esanguratsua (zehazki, hamarkada bakoitzeko egun lehor bat gehiago) eta urtero eta urtaroko pilatutako prezipitazioaren jaitsiera (- 16.4 mm-koa urtekoaren kasuan). Azken hau, kontuan hartzeko bada ere, ez da esanguratsua estatistikoki, Bilbokoa ez bezala (% 95ko konfiantza-mailarekin).

3.1.2. *Muturreko gertaerak: euri-jasak*

7. irudian ikus daiteke Bilboko behatokiari dagokion guztizko prezipitazioarekiko 90., 95. eta 99. pertzentilen gorako gertaeren ekarpenaren bilakaera. 8. irudian laburbildu ditugu gainerako NCDC-NOAA behatokiei

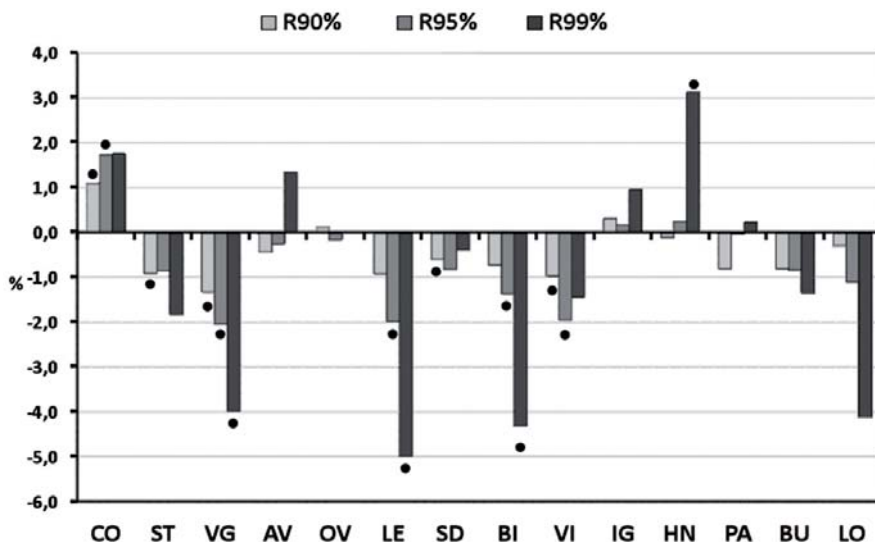


7. irudia. Bilbon, guztizko prezipitazioetik 90., 95. eta 99. pertzentila gaitzen duten gertaerei dagokien frakzioaren bilakaera 1973-2007 bitartean. Joera hauen esangura 8. irudiak erakusten du.

dagozkien portzentajezko joerak eta haien esangura estatistikoa. Ikus daitekeenez, Bilbon, beheranzko joera argia dute hiru gertaera hauen ondorioz pilatutako prezipitazio kantitateek. % 43, % 32 eta % 16a portzentajei dagozkie, eta % 2.7, % 3.5 eta % 0.40an murriztu dira, hurrenez hurren. Zorionez, gertaera larrienei dagozkie jaitsierarik handienak. Horrela, ikus daiteke muturreko gertaerak hauen maximoak 1982 urte hidrologikoan (1982ko urriaren 1. eta 1983ko irailaren azken eguna artekoa) ikusi zirela Bilbon. Hain zuzen, 1983ko abuztuko amaieran azken urteotako uholderik garrantzitsuena gertatu zen: abuztuaren 26an, hogeita lau ordutan 252 milimetro baino gehiago pilatu ziren Bilbon, eta kalte larriak eragin ziren orduan.

Gertaera larrien joerak, Bilbon ez ezik, Kantauri isurialdeko ia behatoki guztietan behera egin du (Ikus 8. irudia). Salbuespen batzuk kenduta (CO, IG eta HNn ez da horrelakorik igarri) azken hiruzpalau hamarkadetan intentsitate handiko gertaerak murriztu dira. Murrizpen horien esangura estatistikoa dagokionez hauxe esan daiteke: positiboa da R90% ren kasuan ST, VG eta SDn, eta R95% eta R99% indizearen kasuan VG, LE, BI eta VIn.

Ezin da alderaketa xehatua egin gure emaitzen eta antzeko azterlanetan lorturiko emaitzen artean, zeren ezberdinak baitira aukeratutako indizeak,



8. irudia. Guztizko prezipitaziotik 90., 95. eta 99. pertzentila gainditzen duten gertaerei dagokien frakzioa 1979 eta 2007. urteen artean NCDC-NOAA behatokitian neurtutako aldaketak (%). Biribil beltzak adierazten dituzte Mann-Kendallen testaren arabera esanguratsuak diren joerak.

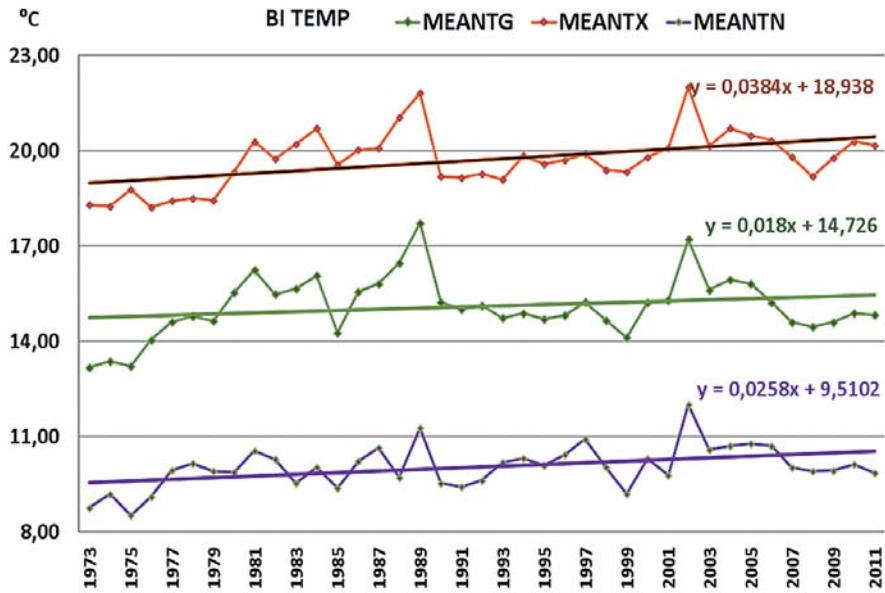
aplikatutako irizpideak edota hautatutako epeak eta urtaroak. Hala ere, esan dezakegu gure emaitzak oro har bat datozela beste ikertzaile batzuek Iberiar penintsulako erdialdean eta iparraldean lortutakoekin [22,23,24,25,26,27]: lehortasunerako joera orokorra, jaitsiera (bai prezipitazioaren maiztasunean bai intentsitatean) eta muturreko gertaeren murriztea. Mediterraneo itsasoko eskualdeko joera erabat desberdina da; bertan, udazkenean pilatutako prezipitazioa eta muturreko gertaeren maiztasuna handitu egin da azken hamarkadotan, ziklogenesien eta tanta hotzen eraginaren ondorioz. Gainera, Kantauri isurialdeko joerak erabat ezberdinak dira klima epeleko beste zonalde batzuetan neurtutako joerekin alderatuz (Europako Iparraldean, Estatu Batuetan, Kanadan edo Australian esate baterako); izan ere, horietan prezipitazioa % 10-15 baino gehiago ugartu da XX. mendeko bigarren zatian, batez ere neguan [5,6,8,9,10,11,12].

3.2. Temperaturaren joera

3.2.1. Batez bestekoa, maximoa, minimoa eta temperatura tartea

Temperaturek, batez bestekoak zein maximo eta minimoak, gora egin dute azken lau hamarkadotan. 9. irudian ikus daiteke Bilbon ikusitako gorakada; hurrenez hurren, temperatura maximoa, minimoa eta batez bestekoa

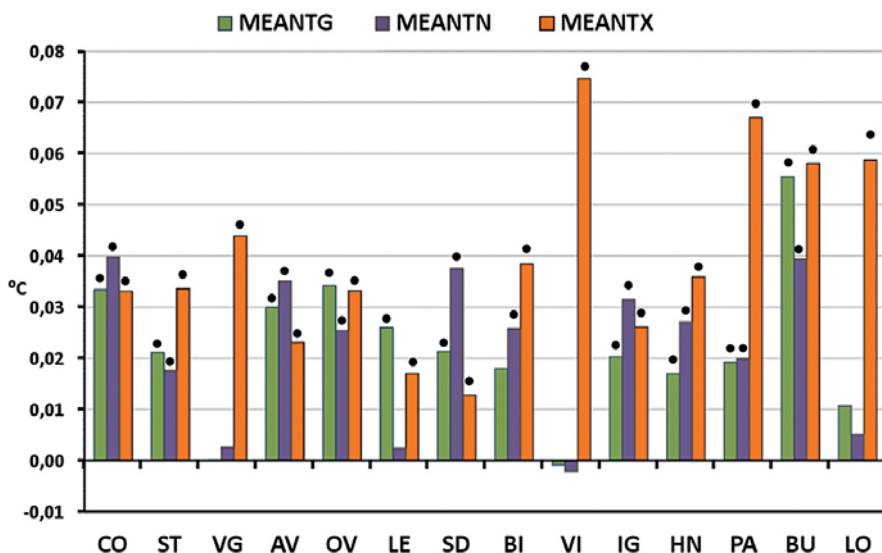
0.4 °C, 0.3 °C eta 0.2 °C epeldu dira hamarkada bakoitzeko. Gorakada hau, estatistikoki esanguratsua da eta urtaro hezean zein urtaro lehorrean gertatu da; hala ere, nabarmenagoa da uda partean. Serie horretako urterik beroenak dira laurogeiko hamarkadako azkenak (1988-89 eta 1989-90 aurreko atalean aipatutako lehortearekin bat etorrira) eta 2002-03 urte hidrologikoa (marka guztiak hautsi zituen).



9. irudia. Bilbon 1973-2011 bitartean neurtutako denbora serieak: batez besteko tenperatura, tenperatura maximoa eta minimoa (markatzaileak dituzten koloreetako lerroak) eta horien joera lineala (markatzailearik gabekoak).

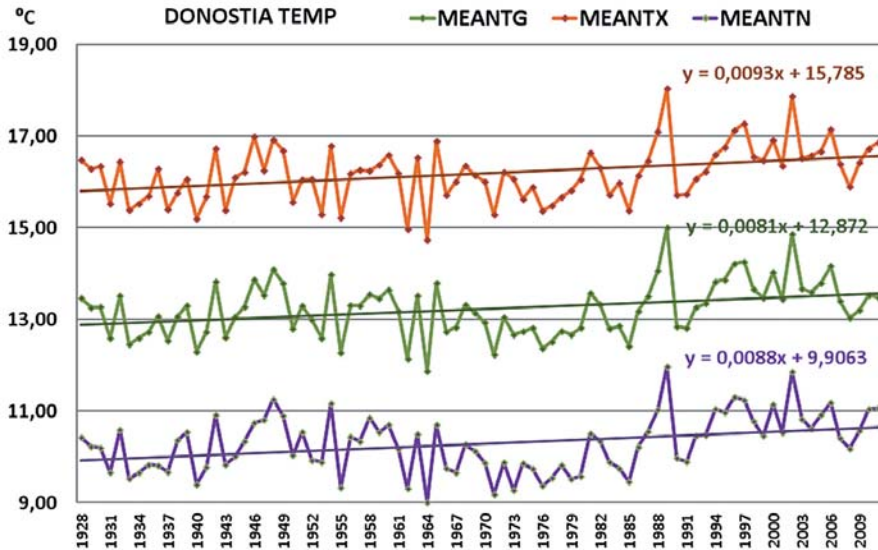
Kantauri isurialdeko gainerako behatokitako joerak berdintsuak dira, hots, positiboak. Hain zuzen, 10. irudiak erakusten ditu hiru indizeetan (MEANTG, MEANTN eta MEANTXn) antzemandako aldatetak eta haien esangura estatistikoa. Lehenik eta behin, aipatu beharra dago tenperatura maximoa behatoki orotan igo dela. Gainera, igoera hori esanguratsua da denetan: % 99.9 konfiantza tartea kontuan hartuz, hamalau behatokitatik zortzi behatokitan (VG, CO, OV, BI, VI, PA, LO eta BU): % 99ko tartearekin ST, AV, IG eta HNn, eta % 90koarekin SD eta LEn. Gasteiz eta Iruñeari dagozkio igoerarik handienak. Kantauri isurialdeko ekialdeko bi behatoki horietan, tenperatura maximoa 0.067-0.075 °C altuagoa da urtero, 1973 urteaz geroztik. Bigarrenik, aipagarria da hurrengo lurralde-desberdintasuna joere-

tan: eskuarki, isurialdeko mendebaldean (CO, ST, AV eta OV) eta ekialdean kostaldeko behatokitian (SD, BI, IG eta HN) temperatura maximo eta minimoaren gorakadak hein berekoak dira; halere, barnealdean (LE, VI, PA, BU eta LO) askoz ere handiagoa da temperatura maximoaren igoera, minimoarena baino. Esate baterako, Gasteizen, Iruñean edota Logroñon MEANTXen igoerak (0.06-0.07 °C urtero) hirukoiztu egiten du MEANTNrena (0.02 °C baino txikiagoa da). Horrela, hiru behatoki horietan, eguneko temperatura tartearen (DTR) igoera ere nabaria (0.055-0.074 °Ckoa) eta esanguratsua da.



10. irudia. Eguneko batez besteko tenperaturaren, tenperatura minimoan eta tenperatura maximoan hamalau NCDC-NOAA behatokitian 1979tik 2011ra antzemandako aldaketak. Biribil beltzekin adierazi dira Mann-Kendallen testaren arabera esanguratsuak diren joerak, % 90 esangura-maila kontuan hartuz.

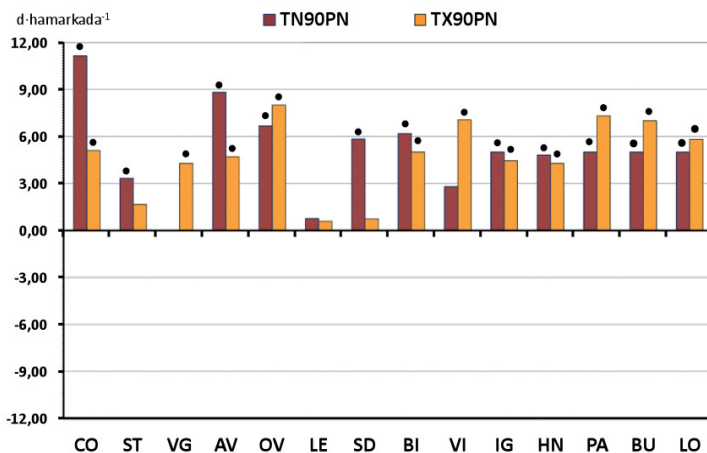
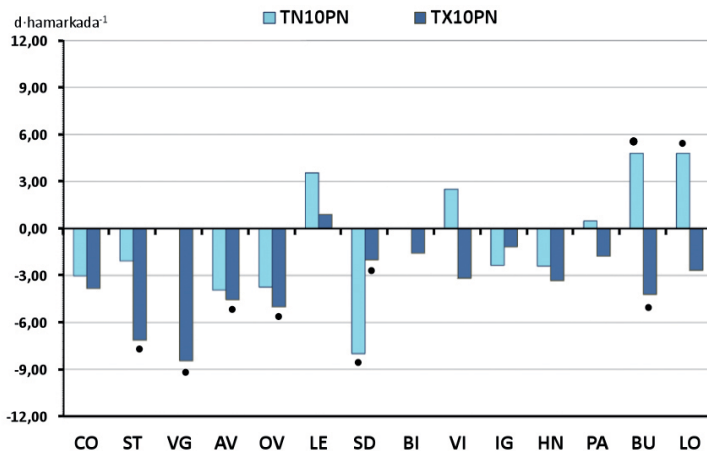
Donostiako denbora serie luzea aztertuz (ikusi 11. irudia), bistakoa da XX. mendean tenperatura etengabe igo dela, baina laurogeiko hamarkadaz geroztik erritmo biziagoan egin du. Urteko batez besteko tenperaturari (lerro berdea) erreparaturaz, hamar urte beroenen arteko zazpi azken hogeita hamar urteotan gertatu dira: 1989-90, 2002-03, 1997-98, 1996-95, 2006-07, 1988-89 eta 2000-01 urteak hain zuzen ere. Ostera, hamar urte hotzen arteko bat baino ez da azken hogeita hamar urteotan gertatu, 1985-86 urtean. Donostian urte hotzenak hirurogeiko eta hirurogeita hamarreko hamarkadei dagozkie: 1964-65, 1962-63, 1971-72, 1976-77 eta 1977-78, besteak beste.



11. irudia. Donostiako behatokia azken laurogeita hiru urteotan (1928-2011) hartutako batez besteko tenperaturaren, tenperatura maximoaren eta tenperatura minimoaren denbora serieak eta joera. Hiru indize horien goranzko joera esanguratsua da estatistikoki % 99ko konfiantza-mailarekin.

3.2.2. Muturreko gertaera puntualak eta hotz-boladak eta bero-boladak

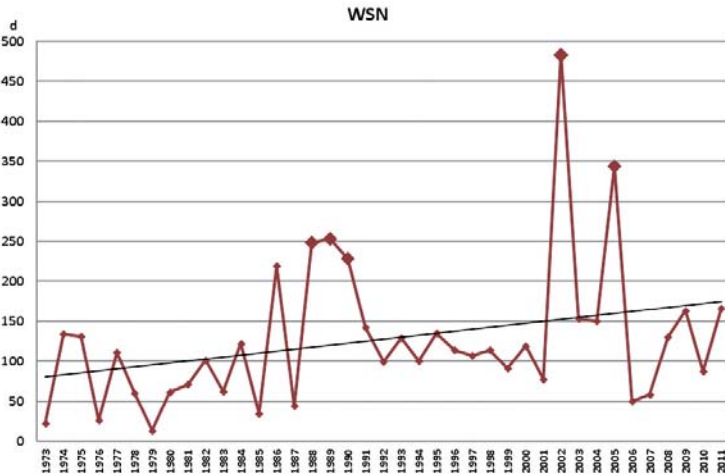
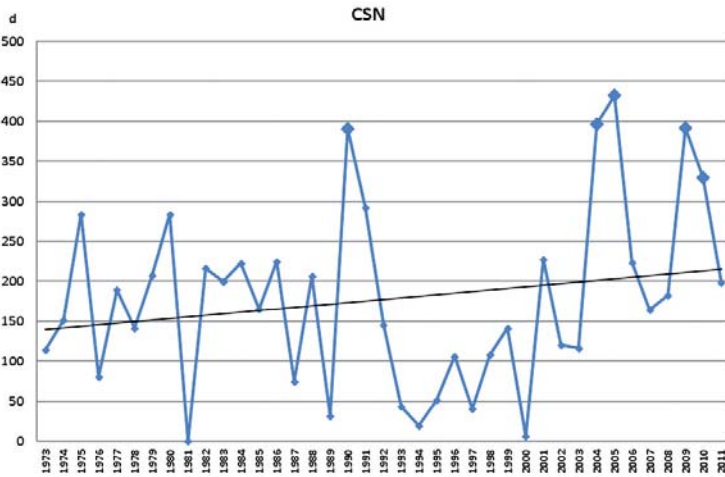
Batez besteko indizeen joera ez ezik, muturreko unean uneko gertaerak zein gertaera jarraituak (boladak) ere aztertu ditugu. Pertzentiletan oinarrituz, gau eta egun hotzen eta beroen kopuruan izandako aldaketak kalkulatu ditugu (ikusi 12. irudia). Lortutako joerak, espero bezala, elkarren kontra-koak dira: gero eta gau eta egun hotz gutxiago (goiko grafikoa) eta gero eta gau eta egun bero gehiago (beheko grafikoa); dena den, indize horien joeren magnitudea eta esangura ezberdinak dira. Gau eta egun beroen kopuruak gorantz egin du behatoki orotan; horrez gain, hamalau behatokietatik hamaika behatokietan igoera esanguratsua da gau beroen kasuan (CO, ST, AV, OV, SD, BI, IG, HN, PA, BU eta LO) zein egun beroen kasuan (CO, VG, AV, OV, BI, VI, IG, HN, PA, BU eta LO). Gau bero kopuruaren igoerarik handienak isurialdeko mendebaldeko behatokietan gertatu dira (hurrenez hurren, CO eta AVn 11 eta 6 gau bero gehiago daude hamarkadako) eta egun beroen kopuruaren kasuan ekialdean gertatu dira gehienbat (OV, VI eta PAK dauzkate markarik altuenak, 7-8 egun bero gehiago hamarkadako). Aldiz, egun hotzen beherakada estatistikoki esanguratsua da bakarrik Kantauri isurialdeko erdialde eta barnealdeko sei behatokietan (ST, VG, AV, OV, SD eta BU). Gau hotzen kasuan, beherakada SDn baino ez da



12. irudia. Goiko grafikoan, gau hotzen (TN10PN) eta egun hotzen (TX10PN) joera; beheko grafikoan, gau beroen (TN90N) eta egun beroen (TX90N) joera azken hiru hamarkadotan (1973-2011) Kantauri isurialdeko NCDC-NOAA behatokitian. Biribilek joera esanguratsuak adierazten dituzte.

esanguratsua; areago, indize honen (TN10PN) joeraren ikurra positiboa da barnealdeko lautadetako behatokitian: LE, VI, PA, BU eta LO. Beraz, tenperatura minimoa igo ez bada ere, muturreko unean uneko gertaera hotz ugaritu egin dira barnealdean. Era berean, izozte-egunak nabarmen igo dira VI, LE, LO eta PAN. Tenperatura baxuek eta izozteek laboreetan duten eragina kontuan hartuta, gomendagarria litzateke indize horien jarraipen xeheagoa egitea.

Prezipitazioaren kasuan ez bezala, tenperaturaren kasuan muturreko gertaeren maiztasunak eta iraupenak gorantz jo dute. 13. irudian adierazten dira Kantauri isurialdeko hotz-boladun egun kopuru eta bero-boladako egun kopuruaren denbora serieak eta joera. Hamalau behatokitian hotz-bolada eta bero-bolada egun kopurua identifikatuz, zenbatetsiz eta batuz osatu ditugu grafiko hauek. Biek gora egin dute. Bitxia da hotz-boladen joera: nahiz eta unean uneko gertaera hotzek behera egin duten, hotz-boladek gora



13. irudia. Kantauri isurialdeko hamalau NCDC-NOAA behatokitian jasandako hotz-bolada (CSN) eta bero-bolada (WSN) egun kopuruaren denbora serieak eta joera.

egin dute azken lau hamarkadotan. Hortaz, gure eskualdera hotza datorrenean denbora luzez mantentzen da. Bestetik, aurreko paragrafoetan ondorioztatuarekin bat etorriz, bero-boladako egun gehien biltzen dituzten hiru urteak azken hamarkadari dagozkio (2004-2005, 2005-06 eta 2009-10). Bero-boladen igoeran azpimarratzekoa da 2003-04 eta 2005-06 urteen ekarpena; Europa osoan ohiz kanpokoak izan zirenak.

Gure emaitzak eta beste ikerketa-talde batzuek Iberian lortutakoak alderatu eta gero ondorioztatu dugunez, temperaturaren joera parekoa izan da Kantauri isurialdean eta penintsulako beste eskualdeetan [19,24,28]. Beroketa asimetrikoa gertatzen ari da; temperatura biek (maximoak eta minimoak) gora egin duten arren, lehenengoak erritmo azkarragoan egin du, udan batik bat. Ikertalde horiek, geu bezala, gau beroen eta egun beroen kopuruen zein bero-boladen igoera esanguratsuz jabetu dira baita gau hotzen eta egun hotzen kopuruen beherakadaz; ez dute ordea aipatzen geuk antzeman dugun hotz-boladen ugaritzea. Europan ere maximoaren igoerak minimoarena goititzen du; halere, kontinentean igoera nabariagoa izan da neguan [8,11].

4. ONDORIOAK

Ikerketa honetako emaitzak eskuartean ditugula, honakoak ondoriozta ditzakegu azken laurogei urteotan Kantauri isurialdean gertaturikoak:

Prezipitazioa:

- Pilatutako prezipitazioak behera egin du isurialdeko eskualde guztietan.
- Joera hori urtaro hezean zein urtaro lehorrean nabaritu da, pareko neurrian gainera.
- Mendebaldean intentsitatearen jaitsierak azaltzen du prezipitazioaren beherakada; ekialdean, berriz, egun hezeen maiztasunean gertatutako beherapenak. Beherakada ez da esanguratsua ez batean ez bestean.
- Isurialdeko erdialdean intentsitateak eta egun hezeen kopuruak beherantz egin dutenez, aldi berean eta nabariki, pilatutako prezipitazioaren murrizketa esanguratsua da estatistikoki.
- Euri-jasak (hots, 90., 95. eta 99. pertzentilen gorako gertaerak) gero eta eskasagoak dira.

Temperatura:

- Batez besteko temperatura $0.022\text{ }^{\circ}\text{C}$ igo da, oro har, urtero eta isurialde osoan.

- Maximoak gora egin du isurialdeko behatoki guztietan; gorakada hori esanguratsua da estatistikoki behatoki guztietan.
- Kostaldean minimoaren eta maximoaren igoerak parekoak dira; barnealdean, aldiz, temperatura minimoa ia ez da igo.
- Aipatutako joerak askoz ere nabarmenagoak dira uda partean.
- Gau beroen eta egun beroen kopuruen joerak positiboak eta esanguratsuak dira isurialde osoan; alabaina, gau hotz eta egun hotzen kopuruen joera negatiboa da, eta mendebaldeko eta erdialdeko eskualde batzuetara mugatzen da.
- Barnealdeko behatokietan gau hotzen eta izozte-egunen kopuruak areagotu egin dira.
- Hotz-boladak zein bero-boladak gero eta ohikoagoak dira.

Egun sumatzen ditugun lehortasuna eta temperatura altuek iraganean gertatu zirenen antzeko aldaketa naturalen eraginez gertatu beharrean, giza jarduerak naturan duten eragin itzelaren ondorioz sortu dira, ziur asko. Emaiza horiek ikusmiran izanik, komenigarria litzateke eragile bakoitzari (aldaketa natural eta aldaketa antropogenikoei) egotzi dakioken frakzioa estimatzea. Horretarako, ezinbestekoa da aurrerapenak egitea klima baldintzatzen duten faktoreen dinamikaren ezagutzan (besteak beste ozeanoen zirkulazioan, atmosferako zirkulazio orokorrean, eguzki-zikloan, lurzoruen erabileran, landaredian) eta era berean hobeto ulertu beharko dira faktore horien arteko elkarrekintzak.

5. ESKER ONAK

Artikulu honen egileak eskerrak luzatu nahi dizkie ikerketa hau garatzeko laguntza eman diguten erakundeei. Hain zuzen, Europako Batzordearen XI Marko Programari eta Espainiako Zientzia eta Berrikuntza Ministerioari, CIRCE Climate Change and Impact Research: the Mediterranean Environment (Project No. 036961) eta GRACCIE Multidisciplinari Research Consortium on Gradual and Abrupt Climate Changes and their Impacts on the Environment (CONSOLIDER 2010, CSD 2007-0067) proiektuak finantzatzeagatik. Aurkeztutako emaitzak ECA&D (the European Climate Assessment & Dataset) eta NCAR (National Center for Atmospheric Research) proiektuek eta NOAA-ko klima-datuen zentroak utzitako datuei esker lortu dira; hortaz, eskerrak eurei ere.

Aldi berean, egileak Jon Izari eta Jose Ramon Etxebarriari eskertu nahi dizkie egindako irakurketa eta iradokizunak, horiek egindako lana nahiko dezente hobetu baitu idazlana.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] SOLOMON S.; QIN D.; MANNING M.; CHEN Z.; MARQUIS M.; AVERYT K.; TIGNOR M.; eta MILLER H.L. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press. Cambridge.
- [2] TRENBERTH K.E. 1998. «Atmospheric moisture residence times and cycling: Implications for rainfall rates with climate change». *Climate Change* **39**, 667-694.
- [3] TRENBERTH K.E. 1999. «Conceptual framework for changes of extremes of the hydrological cycle with climate change». *Climate Change* **42**, 327-339.
- [4] TRENBERTH, K.E.; DAI, A.; RASMUSSEN, R.M. eta PARSONS D.B. 2003. «The changing character of the precipitation». *Bulletin of American Meteorological Society* **84**, 1205-1217.
- [5] GROISMAN P.Y.; KARL T.R.; EASTERLING D.R.; KNIGHT P.F.; JAMASON K.J.; HENNESSY R.; SUPPIAH C.M.; PAGE J.; WIBIG K.; FORTUNIAK V.N.; RAZUVAEV A.; DOUGLAS A.; FORLAND E. eta ZHAI P.M. 1999. «Changes in the probability of heavy precipitation: important indicators of climatic change». *Climate Change* **42**, 243-283.
- [6] EASTERLING D.R.; EVANS J.L.; GROISMAN P.Y.; KARL T.R.; KUNKEL K.E. eta AMBENJE P. 2000. «Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review». *Bulletin of American Meteorological Society* **81**, 417-425.
- [7] FRICH P.; ALEXANDER L.V.; DELLA-MARTA P.; GLEASON B.; HAYLOCK M.; KLEIN TANK A.M.G. eta PETERSON T. 2002. «Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century». *Climate Research* **19**, 193-212.
- [8] KLEIN TANK, A.M.G. eta KONNEN, G.P. 2003. «Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe». 1946-99, *Journal of Climate* **16**, 2665-2680.
- [9] GROISMAN P.Y.; KNIGHT R.W.; EASTERLING D.R.; KARL T.R.; HEGGERL G.C. eta RAZUVAEV V.N. 2005. «Trends in intense precipitation in the climate record». *Journal of Climate* **18**, 1326-1350.
- [10] ALEXANDER L.V. eta egilekideak. 2006. «Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation». *Journal of Geophysical Research* **111**, doi:10.1029/2005JD006290.
- [11] MOBERG A. eta egilekideak. 2006. «Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901-2000». *Journal of Geophysical Research* **111**, doi:10.1029/2006JD007103.
- [12] EASTERLING D.R.; HORTON B.; JONES P.D.; PETERSON T.C.; KARL T.R.; PARKER D.E.; SALINGER M.J.; RAZUVAYEV V.; PLUMMER N.; JAMASON P. eta FOLLAND C.K. 1997. «Maximum and Minimum Temperature Trends for the Globe». *Science* **227**, doi:10.1126/science.227.5324.364.
- [13] DELLA-MARTA P.M.; LUTERBACHER J.; VON WEISSENFLUH H.; XOPLAKI E.; BRUNET M. eta WANNER H. 2007 «Summer heat waves

- over western Europe 1880-2003, their relationship to large-scale forcings and predictability». *Climate Dynamics* **29**, 251-275 doi:10.1007/s00382-007-0233-1.
- [14] PALMER T.N. eta RAISANEN, J. 2002. «Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate». *Nature* **415**, 512-514.
- [15] ROMERO R.; GUIJARRO J.A.; RAMIS C. eta ALONSO S. 1998. «A 30-year (1964-1993) daily rainfall data for the Spanish Mediterranean Regions: first exploratory study». *International Journal of Climatology* **18**, 541-560.
- [16] ESTRELA M.J.; PEÑARROCHA D. eta MILLÁN M.M. 2000. «Multi-annual drought episodes in the Mediterranean (Valencia region) from 1950-1996». A spatio-temporal analysis. *International Journal of Climatology* **20**, 1599-1618.
- [17] MILLÁN M.M.; ESTRELA M.J. eta MIRÓ J. 2005a. «Rainfall Components Variability and Spatial Distribution in a Mediterranean Area (Valencia Region)». *Journal of Climate* **18**, 2682-2705.
- [18] MILLÁN M.M.; ESTRELA M.J.; SANZ M.J.; MANTILLA E.; MARTÍN E.; PASTOR F.; SALVADOR R.; VALLEJO R.; ALONSO L.; GANGOITI G.; ILARDIA J.L.; NAVAZO M.; ALBIZURI A.; ARTIÑANO B.; CICCIOLO C.; KALLOS G.; CARVALHO A.; ANDRÉS D.; OF A.; WERHAHN J.; SEUFERT G. eta VERSINO B. 2005b. «Climatic feedbacks and Desertification: The Mediterranean Model». *Journal of Climate* **18**, 684-701.
- [19] EL KENAWY A.; LÓPEZ-MORENO J.I. eta VICENTE-SERRANO S.M. 2011 «Recent trends in daily temperature extremes over north-eastern Spain (1960-2006)». *Natural Hazards and Earth System Science* **11**: 2583-2603.
- [20] BRUNETTI M.; MAUGERI M.; MONTI F. eta NANNI T. 2004. «Changes in daily precipitation frequency and distribution in Italy over the last 120 years». *Journal of Geophysical Research* **109**, doi:10.1029/2003JD004296.
- [21] MARTIN-VIDE J. eta OLCINA J. 2001. *Climates and Weathers in Spain*. Ed. Alianza, Madrid.
- [22] GOODESS C.M. eta JONES P.D. 2002. «Links between circulation and changes in the characteristics of Iberian Rainfall». *International Journal of Climatology* **22**, 1593-1615.
- [23] GALLEGO M.C.; GARCÍA J.A.; VAQUERO J.M. eta MATEOS V.L. 2006. «Changes in frequency and intensity of daily precipitation over the Iberian Peninsula». *Journal of Geophysical Research* **111**, doi:10.1029/2006JD007280.
- [24] BRUNET M.; JONES P.D.; SIGRÓ J.; SALADIÉ O.; AGUILAR E.; MOBERG A.; DELLA-MARTA P.M.; LISTER D.; WALTHER A. eta LÓPEZ D. 2007. «Temporal and spatial temperature variability and change over Spain during 1850-2005». *Journal of Geophysical Research* **112**, doi:10.1029/2006JD008249.
- [25] GARCÍA J.A.; GALLEGO M.C.; SERRANO A. eta VAQUERO J.M. 2007. «Trends in block seasonal extreme rainfall over the Iberian Peninsula in the second half of the twentieth century». *Journal of Climate* **20**, 113-130.
- [26] RODRIGO F.S. eta TRIGO R.M. 2007. «Trends in daily rainfall in the Iberian Peninsula from 1951 to 2002». *International Journal of Climatology* **27**, 513-529.

- [27] RODRIGO F.S. 2010. «Changes in the probability of extreme daily precipitation observed from 1951 to 2002 in the Iberian Peninsula». *International Journal of Climatology* **30**, 1512-1525.
- [28] DEL RIO S.; CANO-ORTIZ A.; HERRERO L. eta PENAS A. 2012. «Recent trends in mean maximum and minimum air temperatures over Spain (1961-2006)». *Theoretical Applied Climatology* **109**, doi:10.1007/s00704-012-0593-2.
- [29] KLEIN TANK A.M.G. eta egilekideak. 2002. «Daily dataset of 20th century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment». *International Journal of Climatology* **22**, 1441-1453.
- [30] KANAMITSU M.; EBISUZAKI W.; WOOLLEN J.; YANG S.K.; HNILO J.J.; FIORINO M. eta POTTER G.L. 2002. «NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (R-2)». *Bulletin of American Meteorological Society* **83**, 1631-1643.
- [31] SAHA S. eta egilekideak. 2010. «The NCEP Climate Forecast System Reanalysis». *Bulletin of American Meteorological Society* **91(8)**, 1015-1057.
- [32] JONES P.D.; HORTON E.B.; FOLLAND C.K.; HULME M.; PARKER D.E. eta BASNETT T.A. 1999 «The use of indices to identify changes in climatic extremes ». *Climatic Change* **42**, 131-149.
- [33] KENDALL M.G. eta STUART A. 1967. *The Advance Theory of Statistics–Inference and Relationship*. Griffin C and Co., London.