



Intentsitate handiko prezipitazioak Precipitaciones intensas





-
- **1965–2021 aldiko datu plubiometriko historikoek adierazten dute intentsitate handiko prezipitazio-gertakarien maiztasuna eta intentsitatea handitzen ari dela Gipuzkoan, batez ere azken hamarkadan. Gertakari horien ondoriozko urteko prezipitazio osoaren proportzioa handitu egin dela ere ikusten da.**
 - **Klima-aldaketaren agertokiek datozen hamarkadetarako muturreko prezipitazio-gertakarien maiztasun txikiagoa adierazten dute. Hala ere, aurreikusten da horiek intentsitate handiagokoak izango direla XXI. mendean zehar berotze-mailak handitzen diren heinean.**
 - **Los datos pluviométricos históricos del periodo 1965–2021 indican que la frecuencia y la intensidad de eventos de precipitación intensa están aumentando en Gipuzkoa, especialmente durante la última década. También se observa un aumento de la proporción de la precipitación total anual debida a estos eventos.**
 - **Los escenarios de cambio climático indican para las próximas décadas una menor frecuencia de eventos de precipitación extrema. Sin embargo, se proyecta que estos serán de mayor intensidad a medida que aumenten los niveles de calentamiento a lo largo del siglo XXI.**
-

Intentsitate handiko prezipitazio-gertakariak

Prezipitazio-muturrak, hau da, intentsitate handiko prezipitazioak eta/edo oso iraunkorrak, lurraldeko klimari lotutako arrisku nagusien –hala nola uholde eta lerraduren– gidarietako bat dira. Biek kalte ekonomiko eta/edo sozial handiak eragin izan dituzte historikoki.

IPCCren seigarren txostenak (IPCC, 2021) zehazten du gutxienez 1880tik behatutako 1,1 °C-ko berotze globalak muturreko klima- eta meteorologia-fenomenoen maiztasuna eta intentsitatea handitzea eragin duela industriaurreko garaitik, hala nola planetako zenbait eskualdetako muturreko prezipitazioen kasuan. Txosten horretan adierazten da, halaber, litekeena dela giza jarduera, bereziki berotegi-efektuko gasen isuria, muturreko prezipitazio-gertakarietan behatutako areagotzearen arrazoia izatea. Gainera, klima-aldaketaren agertoki-berotze globalaren igoera handiagoak ziklo hidrológicoa areagotzea ekarriko duela aurreikusten da, muturreko prezipitazio-gertakarien maiztasuna handitzea eraginez. Kalkulatzen da intentsitate handiko gertakari horien ondoriozko prezipitazio totala bikoiztu egin daitekeela berotzearen gradu bakoitzeko, batez ere gertakarien maiztasun-aldaketen ondorioz (Myhre et al., 2019).

Muturreko prezipitazioak areagotzeko joera global hori behatu den arren, eskualdeen arteko aldeak daude. Europaren kasuan, intentsitate handiko prezipitazio-gertakariak ohikoagoak eta gogorragoak bilakatu dira. Adibidez, azterketa baten adierazten du kontinente honetako prezipitazio oso handiko egunen kopurua batez beste % 4 eta % 5 artean handitu dela 1981–2013 aldian (Fischer & Knutti, 2016). Hala ere, kontinentearen barruan desberdintasun espazialak ere badaude. Azterketek adierazten dute intentsitatearen areagotze hori Europako iparraldean eta ipar-ekialdean gertatu dela, baina joerak ez dira hain erabakigarriak Mediterraneoeko eskualderako eta Europako hegoalderako (Peña-Angulo et al., 2020).

Eventos de precipitación intensa

Los extremos de precipitación, es decir, las precipitaciones intensas y/o muy persistentes, son uno de los conductores de los principales peligros asociados al clima en el territorio, como son las inundaciones y deslizamientos. Ambos han generado históricamente importantes daños económicos y/o sociales.

El sexto informe del IPCC (IPCC, 2021) determina que el calentamiento global observado de 1,1 °C, desde al menos 1880, ya ha provocado el aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos y meteorológicos extremos desde la época preindustrial, como es el caso de las precipitaciones extremas en algunas regiones del planeta. En dicho informe se indica también que es probable que la actividad humana, en particular la emisión de gases de efecto invernadero, sea la causa de la intensificación observada en los eventos de precipitación extrema. Además, se prevé que mayores incrementos de calentamiento global en escenarios de cambio climático provoquen una intensificación del ciclo hidrológico, conllevando un incremento en la frecuencia de los eventos de precipitación extrema. Se estima que la precipitación total debida a estos eventos intensos puede duplicarse por cada grado de calentamiento, debido sobre todo a los cambios de frecuencia en los eventos (Myhre et al., 2019).

A pesar de esta tendencia global observada a la intensificación de las precipitaciones extremas, existen diferencias entre regiones. En el caso concreto de Europa, los eventos de precipitación intensa se han vuelto más frecuentes e intensos. Por ejemplo, un estudio indica que el número de días de precipitación muy intensa en este continente ha aumentado en promedio entre un 4% y 5% para el periodo 1981–2013 (Fischer & Knutti, 2016). Sin embargo, existen también diferencias espaciales dentro del continente. Mientras que los estudios indican que esta intensificación se ha producido en el norte y noreste de Europa, las tendencias no son tan concluyentes para la región mediterránea y el sur de Europa (Peña-Angulo et al., 2020).

Nola aztertzen dira muturreko gertakariak?

Muturreko gertakariak aztertzeko, kontuan hartu ohi da behaketen balioak –kasu honetan prezipitazioak– atalase jakin bat gainditzen duen (edo azpitik dagoen). Atalase horiek modu desberdinean defini daitezke, adibidez, muturreko gertakari-mota baten behaketa historiko guztiak txikitik handira ordenatuz eta gero seriea tartetan banatuz. Muturreko gertakariak definitzeko beste modu posible bat da denbora-tarte jakin batean gertatzeko probabilitatea deskribatzea. Gainera, muturreko gertakarien aldaketak ikuspegi bikoitz batetik azter daitezke: alde batetik, maiztasunaren aldaketa aztertuz, edo, bestetik, intentsitate-aldaketak aztertuz.

Informazio hori laburbiltzeko eta klima-aldaketaren joerak monitorizatzeko eta aztertzeko 'adierazleak' erabiltzen dira. Adierazleak honela defini daitezke: «*hainbat datu desberdin gehituz fenomeno jakin baten balioa edo egoera islatzen duen aldagai bat*».

Analisi horretan, Gipuzkoako eguneko prezipitazio-gertakarien maiztasunaren eta intentsitatearen aldaketa posiblea aztertzeko, hainbat adierazle aztertu dira, Munduko Meteorologia Erakundearen Klima Ikerketen Mundu Programaren Klima Aldaketaren Indizeen Detekzioari buruzko Adituen Talde Mistoak (ETCCDI) definitutakoak:

- Prezipitazio oso gogorrak dituzten egunen kopurua (R20 mm): Pr > 20 mm duten egunen kopurua
- Egun oso hezeen kopurua (r95p): Pr > eguneko prezipitazioen 95 pertzentila duten egunen kopurua
- Muturreko hezetasuna duten egunen kopurua (r99p): Pr > eguneko prezipitazioen 99 pertzentila duten egunen kopurua
- Egun oso hezeen ondoriozko prezipitazioaren proportzioa (R95pTOT): oso egun hezeei lotutako prezipitazio totalaren ehunekoa (> 95 pertzentila)

¿Cómo se estudian los eventos extremos?

Para el estudio de eventos extremos se suele considerar si el valor de las observaciones, en este caso la precipitación, excede (o está por debajo) de un determinado umbral. Estos umbrales se pueden definir de distinta manera, por ejemplo, ordenando todas las observaciones históricas de un tipo de evento extremo de menor a mayor y luego dividiendo la serie en rangos. Otra posible forma de definición de los eventos extremos es describiendo la probabilidad de ocurrencia en un lapso de tiempo dado. Además, los cambios en los eventos extremos se pueden analizar desde una doble perspectiva, por un lado, analizando el cambio en la frecuencia o por otro estudiando cambios en la intensidad.

Para sintetizar esta información y monitorizar y analizar las tendencias de cambio climático se utilizan 'indicadores'. Los indicadores se pueden definir como '*una variable que, mediante la agregación de múltiples y diferentes datos, reflejan el valor o estado de un fenómeno determinado*'.

En este análisis, para el estudio del posible cambio en la frecuencia e intensidad de los eventos de precipitación diaria en Gipuzkoa se han analizado distintos indicadores definidos por el Equipo Mixto de Expertos sobre Detección de Índices del Cambio Climático (ETCCDI) del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas de la Organización Meteorológica Mundial:

- Número de días con precipitaciones muy fuertes (R20mm): número de días con Pr > 20 mm
- Número de días muy húmedos (r95p): número de días con Pr > percentil 95 de las precipitaciones diarias
- Número de días extremadamente húmedos (r99p): número de días con Pr > percentil 99 de las precipitaciones diarias
- Proporción de la precipitación debida a días muy húmedos (R95pTOT): porcentaje de la precipitación total asociada a los días muy húmedos (> percentil 95)

Indizeak urteko egun guztiak kontuan hartuta sortu dira, prezipitazio metatua edozein dela ere. Indize bakoitza zehazteko erabilgaitako datuak 1965-2021 aldian Gipuzkoan eta inguruetan erabilgarri dauden estazio meteorologiko automatikoen eta eskuzkoen sareari dagozkie. Klima-serieei aurretiazko analisi-, hautaketa- eta orrazketa-prozesu bat egin zaie; horren ondoren, tratamendu estatistiko bat egin da, aztertutako serieetan falta diren datuak betetzeko helburuarekin. Indizeen urteko balioen aldaketa-tasa ebaluatzeko, joerak kalkulatu dira Senen malda (Sen, 1968) eta Mann-Kendall-en esangura (Mann, 1945) erabiliz, eta $\alpha = 0,05$ balioa esanguratsutat hartu da.

Lehenik eta behin, banakako azterketa bat egin da estazio bakoitzerako. Hala ere, intentsitate handiko prezipitazio-gertakariak oso baldintzatuta egon daitezke fenomeno puntual horiek ausazko izaera dutelako edo eskala oso txikietan gerta daitezkeelako, estazio meteorologikoetako datu partikularizatu horiei buruzko joerak identifikatzea zailduz. Espazio-eskala handiagoko sistemei buruzko emaitzak lortzeko, lurraldearen prezipitazio osoa aztertu da, banaketaren muturreko prezipitazioen baturaren portaera aztertuz. Horretarako, Oriak erabilgaitako metodologiari jarraituz (2021), erabilgarri dauden estazio meteorologiko guztietako eguneko prezipitazioaren baturari dagokion aldagai bat sortu da, eta 95 eta 99 pertzentilen inguruan duen portaera aztertu da.

Los índices se han creado considerando todos los días del año, independientemente de la precipitación acumulada. Los datos utilizados para la determinación de cada uno de los índices corresponden a la red de estaciones meteorológicas automáticas y manuales disponibles para Gipuzkoa y alrededores en el periodo 1965-2021. Las series climáticas han sido sometidas a un proceso de análisis previo, selección y depuración, tras el cual, se ha realizado un tratamiento estadístico con el objetivo de rellenar los datos faltantes en las series analizadas. Con el fin de evaluar la tasa de cambio de los valores anuales de los índices, se han calculado las tendencias utilizando la pendiente de Sen (Sen, 1968) y la significación de Mann-Kendall (Mann, 1945), considerando significativo un valor de $\alpha = 0.05$.

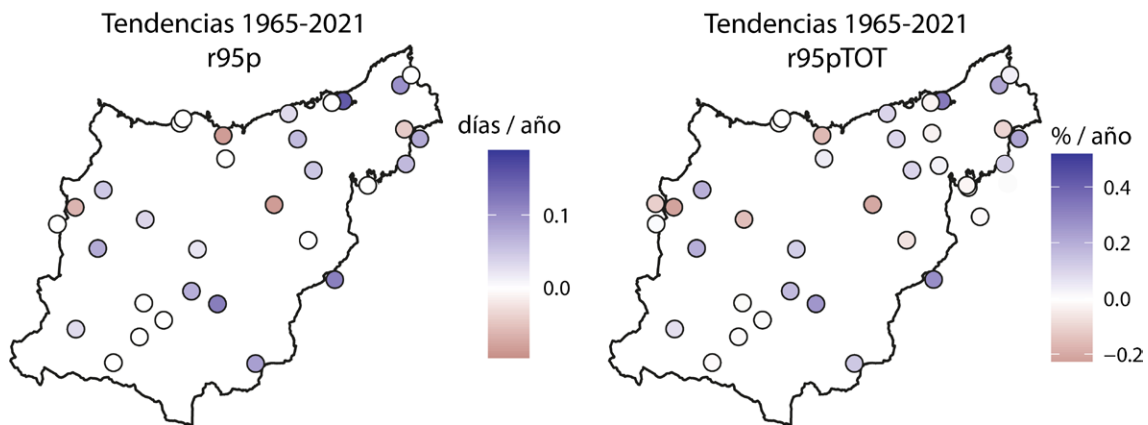
En un primer lugar se ha realizado un análisis individualizado para cada una de las estaciones. Sin embargo, los eventos de precipitación intensa pueden estar muy condicionados por la aleatoriedad de estos fenómenos puntuales o porque se pueden producir en escalas muy pequeñas, dificultando la identificación de tendencias sobre estos datos particularizados de las estaciones meteorológicas. Con el objetivo de conseguir resultados relativos a sistemas de mayor escala espacial se ha analizado la precipitación del territorio en su conjunto, explorando el comportamiento de la suma de las precipitaciones en el extremo de la distribución. Para ello, siguiendo la metodología en Oria (2021), se ha creado una variable correspondiente a la suma de la precipitación diaria en el conjunto de estaciones meteorológicas disponibles y se ha explorado su comportamiento en torno a los percentiles 95 y 99.

Egun gehiagotan dugu intentsitate handiko prezipitazioa? Intentsitate handiko prezipitazioko egun horietan are euri gehiago egiten du?

Banaka aztertutako estazio meteorologikoetan, 1965–2021 aldirako ez da ikusten, orokorrean, estatistikoki esanguratsuak diren aldaketarik, ez prezipitazio oso gogorrek dituzten egunen kopuruan (R20 mm) ez lurralde osorako egun oso hezeen kopuruan (r95p) ere. Estazio gehienetan goranzko joera ikusten dira, eta zenbaitetan joera neutroak edo pixka bat beheranzkoak ere behatzen dira. Oso egun hezeei (r95pTOT) lotutako urteko prezipitazio totalaren ehunekoak ere ez ditu joera estatistikoki esanguratsuak aztertutako estazio meteorologikoetan. Obra Hidraulikoetako Zuzendaritzak (OHZN-GFA, 2017) egindako eguneko prezipitazio maximoaren urteroko analisiak adierazten du udako ekaitzen zati bat udazkenara atzeratu dela 1990az geroztik. Ildo beretik, prezipitazio oso gogorrek dituzten egunen kopuruak (R20 mm) goranzko joera ditu udazkenean Gipuzkoako eskualde guztietarako, eta gainerrako urtaroeak, aldiz, beheranzko joera dute oro har. Udazkeneko joera gero eta handiagoen eraginez, joera positibo argienak dituzten eskualdeak Bidasoa Beherea, Debagoiena eta Goierri dira.

¿Tenemos más de días con precipitación intensa? ¿Estos días de precipitación intensa llueve todavía más?

En las estaciones meteorológicas analizadas individualmente, para el periodo 1965–2021 no se observa en general cambios estadísticamente significativos ni en el número de días con precipitaciones muy fuertes (R20mm) ni para número de días muy húmedos (r95p) para el conjunto del territorio. En la mayoría de estaciones se observan tendencias crecientes, con algunas estaciones también mostrando tendencias neutras o ligeramente decrecientes. El porcentaje de la precipitación total anual asociada con los días muy húmedos (r95pTOT) tampoco presenta en las estaciones meteorológicas estudiadas tendencias estadísticamente significativas. El análisis estacional de la máxima precipitación diaria anual elaborado por la Dirección de Obras Hidráulicas (DGOH-DFG, 2017) indica que se observa, desde 1990, un retraso en parte de las tormentas estivales al otoño. En este mismo sentido, por ejemplo, el número de días con precipitaciones muy fuertes (R20 mm) presenta tendencias crecientes en el otoño para todas las comarcas de Gipuzkoa, mientras que el resto de estaciones presentan en general tendencias decrecientes. Determinado por las tendencias crecientes en el otoño, las comarcas con tendencias positivas más claras son Bajo-Bidasoa, Alto Deba y Goierri.



1. ir. 1965–2021 aldirako joera aztertutako estazio meteorologikoetan (esk.) Egun hezeen kopuruaren urteko joera eta (ezk.) Egun oso hezeen ondoriozko prezipitazio-proporzioaren urteko joera. Kolore hotzetan igoera eta kolore beroetan jaitsiera.

Fig. 1. Tendencias para el periodo 1965–2021 en las estaciones meteorológicas analizadas (drcha.) Tendencia anual del número de días húmedos y (izq.) Tendencia anual de la proporción de la precipitación debida a los días muy húmedos. Aumento en colores fríos y descenso en colores cálidos.

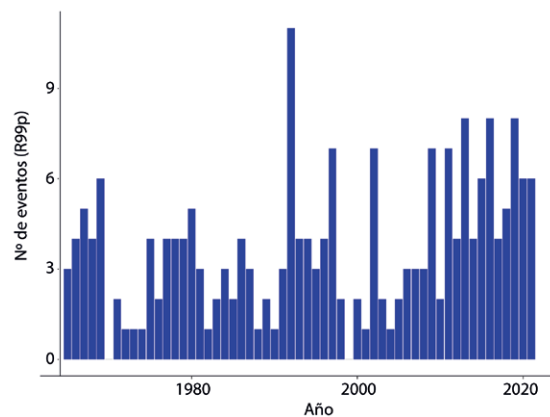
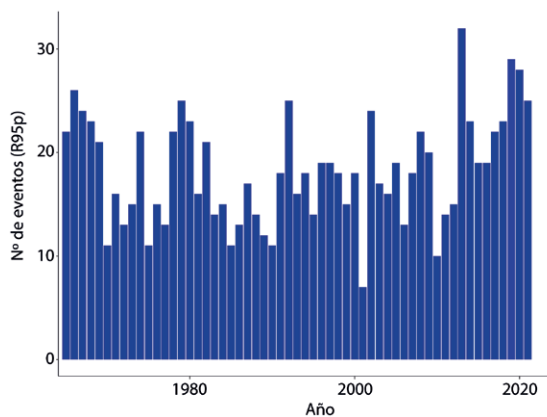
COMARCA	URTE OSOA ANUAL	NEGUA INVIERNO	UDABERRIA PRIMAVERA	UDA VERANO	UDAZKENA OTOÑO
BIDASOA BEHEREA / BAJO BIDASOA	0,12	-0,10	-0,11	-0,07	0,36
DEBABARRENA / BAJO DEBA	-0,74	-0,28	-0,31	-0,25	0,04
DEBAGOIENA / ALTO DEBA	0,14	-0,03	-0,16	-0,14	0,15
DONOSTIALDEA / DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN	-0,98	-0,30	-0,52	-0,21	0,60
GOIERRI	1,36	0,19	0,28	-0,01	0,61
TOLOSALDEA / TOLOSA	-0,39	-0,12	-0,32	-0,16	0,30
UROLA KOSTA / UROLA COSTA	-0,76	-0,32	-0,31	-0,26	0,20

1. taula. R20 mm intentsitate oso handiko euri-egunen hamarkadako joera (egunak/hamarkada) eskualde desberdinetarako. Datu-iturria: Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurlaritzarentzat egindako datu-serieak, programa hauen bitartez finantzatuak: Eusko Jaurlaritzaren KLIMATEK I+B+G eta LIFE-IP URBAN KLIMA 2050.

Tabla 1. Tendencia decadal de los días de lluvia muy intensa R20mm (días/década) para las distintas comarcas. Fuente de datos: escenarios climáticos en Euskadi y series de datos elaborados por Neiker, Grupo de Meteorología de Santander (Universidad de Cantabria) y Predictia, para Ihobe-Gobierno Vasco con financiación de los programas KLIMATEK I+B+G del Gobierno Vasco y LIFE-IP URBAN KLIMA 2050.

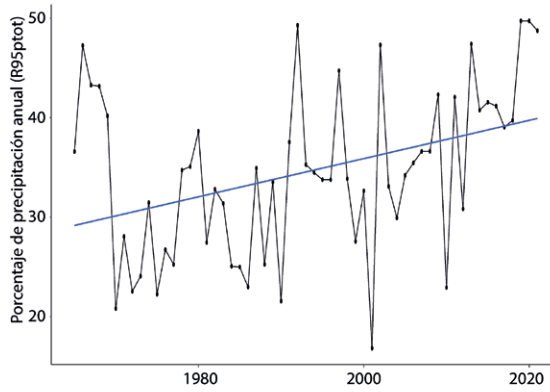
Estazioen analisi bateratuari dagokionez, ikusten da aztertutako urte gehienetan egun bat edo gehiago izan direla oso hezeak edo muturreko hezetasuna izan dutenak. Maiztasun hori bereziki areagotu da azken hamarkadan, lurraldean urte euritsuenetako batzuk erregistratu baitira. Muturreko gertakarien kopurua (R95p eta R99p) bi aldiran alderatzen badugu, 1965-1993 eta 1994-2021 aldirietan, bigarren aldirian muturreko gertakarien maiztasuna handiagoa dela ikusten da.

En cuanto al análisis agrupado de las estaciones, se observa que la mayoría de los años analizados registran más de uno o dos días muy húmedos o extremadamente húmedos. Esta frecuencia se intensifica especialmente durante la última década, cuando se han registrado algunos de los años más lluviosos en el territorio. Si comparamos el número de eventos extremos (R95p y R99p) en dos periodos, 1965-1993 y 1994-2021, se observa una mayor frecuencia de eventos extremos en el segundo periodo.



2. ird. Prezipitazio-histograma 95 pertzentiletik gora (ezk.) eta (esk.) 99 pertzentiletik gora estazioen multzoari dagokionez.

Fig. 2. Histograma de precipitación por encima del (izq.) percentil 95 y (drcha.) percentil 99 para la precipitación del conjunto de estaciones.



3. ird. Urteko prezipitazio osoaren ehunekoaren denbora-bilakaera (ezk.) 95 pertzentiletik eta (esk.) 99 pertzentiletik gorako prezipitazioak dituzten egunei dagokienez.

Estazioen banakako analisiak joera esanguratsurik erakusten ez bazuen ere, estazioen analisi elkartuak goranzko joerak adierazten ditu estatistikoki esanguratsuak diren egun oso hezeen kopuruan (r95p) eta muturreko hezetasuna duten egunen kopuruan (r99p), +0,7 egun eta +0,1 egun hamarkada bakoitzeko, hurrenez hurren. Analisi taldekatu horrek muturreko gertakari horietan metatutako prezipitazio-kantitate osoaren igoera ere adierazten du, baita gertakari horiek urteko prezipitazio totalari egindako ekarpena ere, azken hamarkadan igoera handia izan baitu.

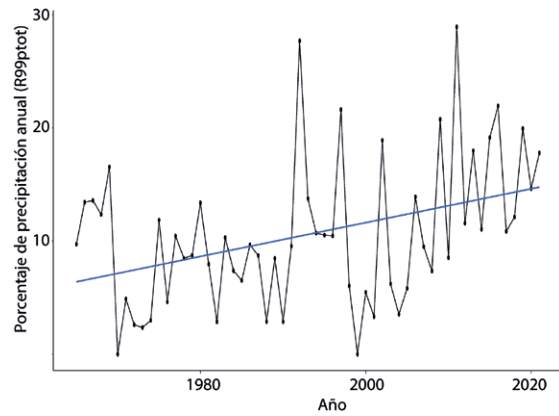


Fig. 3. Evolución temporal del porcentaje de la precipitación total anual asociada a los días con precipitaciones superiores al (izq.) percentil 95 y (drcha.) percentil 99.

A pesar de que el análisis individual de estaciones no mostraba tendencias significativas, el análisis agrupado de las estaciones sí señala tendencias crecientes estadísticamente significativas en el número de días muy húmedos (r95p) y extremadamente húmedos (r99p), +0,7 días y +0,1 días por década, respectivamente. Este análisis agrupado también indica el incremento en la cantidad total de precipitación acumulada en estos episodios extremos y la contribución de estos eventos a la precipitación total anual, con un fuerte incremento durante la última década.

Klima-aldaketaren agertokia

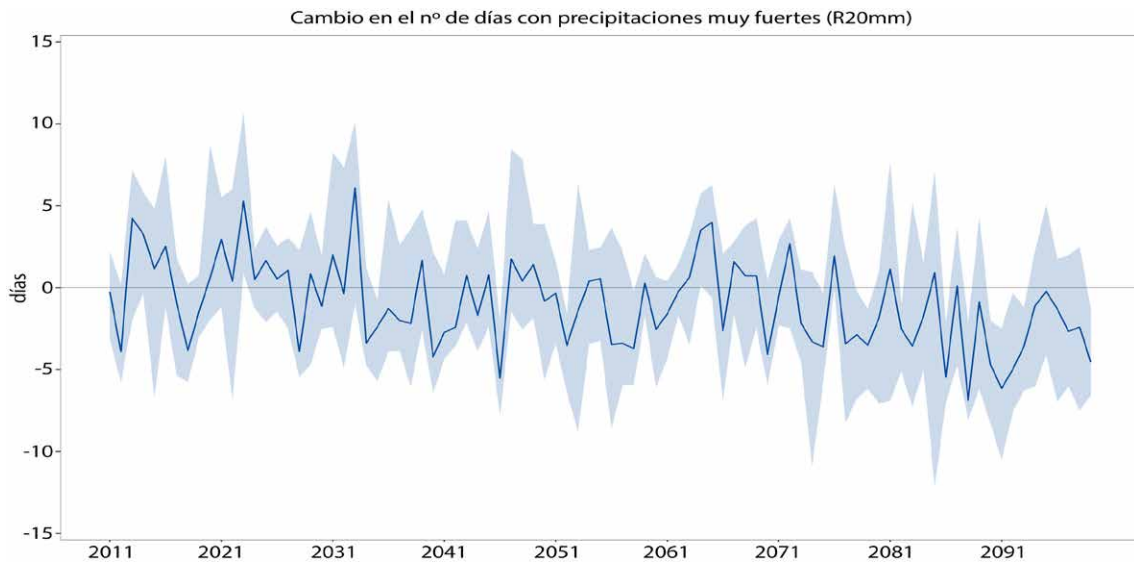
Proiekzioek adierazten dute eskala globaleko intentsitate handiko prezipitazioak ohikoagoak eta intentsitate handiagokoak bilakatuko direla berotze globalaren eraginez, baita 0,5 °C-ko batez besteko tenperaturaren igoera txikietarako ere, eta aldaketa handienak gertakari ezohikoenetarako proiektatzen dira (IPCC, 2021). Eskala globaleko proiektzio horiek gorabehera, eskualdeen arabera aldeak daude, eskualdeen berotzearen, atmosferako zirkulazioaren aldaketen edo ekaitzen dinamikaren arabera. Europako eskualderako, proiektzioek adierazten dute 2 °C-ko berotze-mailen gainera oso litekeena dela muturreko prezipitazio horiek indartzea. Aldiz, Europako hegoalderako, proiektzioek jaitsierak edo aldaketa ez-esanguratsua adierazten dituzte berotze handiagoko etorkizuneko agertokiatarako. Klima-aldaketak Espainiako prezipitazio maximoetan duen inpaktuari buruzko azterketak (CEDEX, 2021) adierazten duenez, klima-aldaketaren agertoki desberdinetarako ez da aldaketa nabarmenik espero Kantauriko isurialdeko ekialdean eguneko prezipitazio maximoan, ezta lotutako aldagaietan ere (hala nola intentsitate handiko prezipitazioa duten egunen kopuruan); aldiz, espero da muturrek ekarpen handiagoa egitea urteko prezipitazio-kantitateari.

Emaitza partikular horiek Gipuzkoarako aztertuz gero, prezipitazioari dagozkion eskualdeko klima-ereduek ziurgabetasun handia dute –aldaketa-seinalearen zeinuari dagokionez ereduaren artean dagoen koherentzia txikiagoarekin lotuta–, eta, beraz, zaila da emaitza erabakigarriak lortzea. Proiekzioek, dirudienek, adierazten dute prezipitazio oso gogorrak ($Pr > 20$ mm) eta oso egun hezeak (r95p) dituzten egunen kopuruaren jaitsiera txiki bat, XXI. mendeak aurrera egin ahala, klima-agertokirik ezko-rrenerako (RCP8.5); lurralderako proiektatutako tenperatura-igoera 4°C ingurukoa da agertoki horretan. Proiekzioek adierazten dute 2071–2100 al-dian prezipitazio oso handia duten egunen kopurua bi egunetan murriztuko litzatekeela 1971–2000 erreferentzia-aldiarekiko.

Escenario de cambio climático

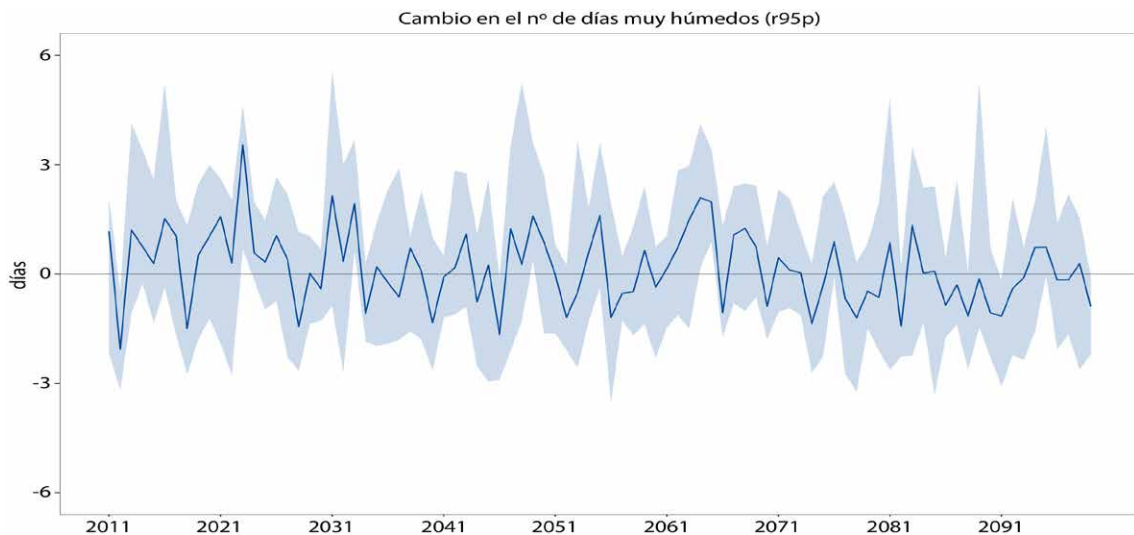
Las proyecciones indican que las precipitaciones intensas a escala global se harán más frecuentes y más intensas con el calentamiento global, incluso para pequeños incrementos de la temperatura media de 0,5°C, proyectando los mayores cambios para los eventos más infrecuentes (IPCC, 2021). A pesar de estas proyecciones a escala global, existen también diferencias para las distintas regiones, dependiendo del calentamiento regional, cambios en la circulación atmosférica o en la dinámica de las tormentas. Para la región europea, las proyecciones indican que, por encima de niveles de calentamiento de 2°C, es muy probable que se intensifiquen estas precipitaciones extremas. En cambio, para el sur de Europa, las proyecciones indican descensos o cambios no significativos para escenarios futuros de mayor calentamiento. El estudio sobre el impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España (CEDEX, 2021) señala que, para los distintos escenarios de cambio climático, para el este de la cornisa cantábrica no son esperables cambios significativos en la precipitación máxima diaria, ni tampoco para variables asociadas como el número de días de precipitación intensa, pero sí una mayor aportación de los extremos en la cantidad anual de precipitación.

Analizando estos resultados particulares para Gipuzkoa, los modelos climáticos regionalizados para la precipitación presentan una gran incertidumbre, asociada a una menor coherencia entre los modelos respecto al signo de la señal de cambio, de modo que dificulta obtener resultados concluyentes. Las proyecciones sí parecen indicar una pequeña disminución del número de días con precipitaciones muy fuertes ($Pr > 20$ mm) y de días muy húmedos (r95p) a medida que avanza el S. XXI para el escenario climático más pesimista (RCP8.5), en el que el incremento de temperatura proyectado para el territorio es de aproximadamente 4°C. Las proyecciones indican que en el periodo 2071–2100, el número de días con precipitación muy fuerte disminuirían en dos respecto al periodo de referencia 1971–2000.



4. ird. Prezipitazio oso gogorrak (R 20 mm) dituzten egunen kopuru-aldaketaren bilakaera Euskadiraiko eskualdeko proiektzioetatik abiatuta (lhobe,2019) 1971-2000 aldiarekin alderatuta, RCP8.5 isuri-agertokirako. Lerro lodiak mediana adierazten du (P50), eta eremu itzaltsuek, aldiz, eskura dauden eredu guztien P25-P75 balio-tartea.

Fig. 4. Evolución del cambio en el número de días con precipitaciones muy fuertes (R 20 mm) a partir de las proyecciones regionalizadas para Euskadi (lhobe,2019) respecto al periodo 1971-2000 para el escenario de emisión RCP8.5. La línea gruesa indica la mediana (P50) y la zona sombreada el rango P25-P75 del conjunto de modelos disponible.

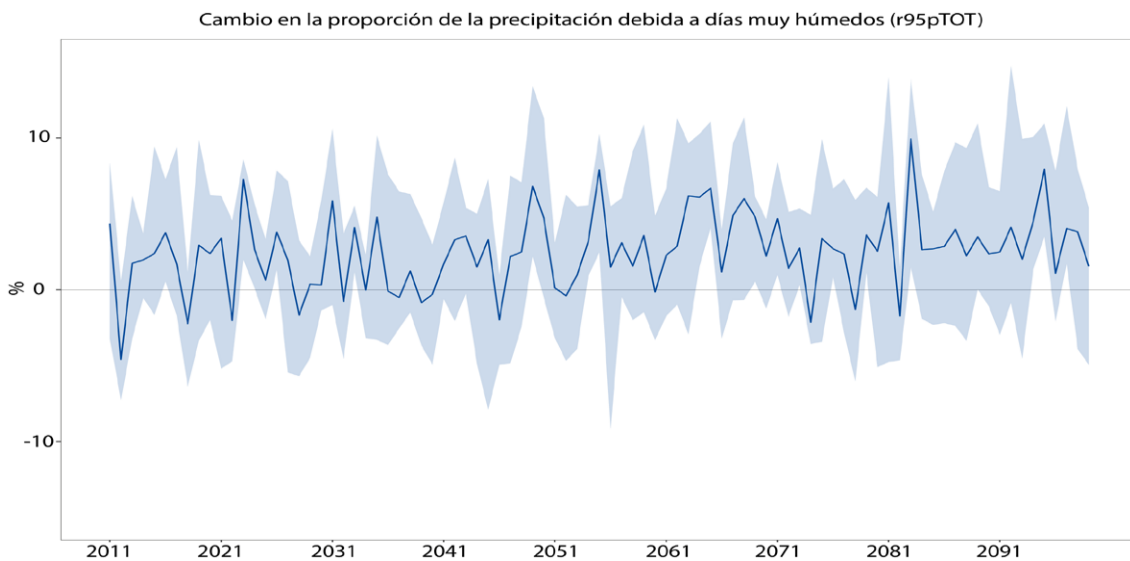


5. ird. Egun oso hezeen kopuruaren aldaketaren bilakaera (r95p) Euskadiraiko eskualdeko proiektzioetatik abiatuta (lhobe,2019) 1971-2000 aldiarekin alderatuta, RCP8.5 isuri-agertokirako. Lerro lodiak mediana adierazten du (P50), eta eremu itzaltsuek, aldiz, eskura dauden eredu guztien P25-P75 balio-tartea.

Fig. 5. Evolución del cambio en el número de días muy húmedos (r95p), a partir de las proyecciones regionalizadas para Euskadi (lhobe,2019) respecto al periodo 1971-2000 para el escenario de emisión RCP8.5. La línea gruesa indica la mediana (P50) y la zona sombreada el rango P25-P75 del conjunto de modelos disponible.

Egun oso hezeen kopuruan proiektatutako beharakada adierazgarri hori gorabehera, RCP8.5 agertoki horretarako egun oso hezeen ondoriozko prezipitazioaren urteko batez besteko frakzioaren proiektzioek (r95pTOT) joera positiboa adierazten dute 2011–2100 aldirako.

A pesar de este descenso significativo proyectado en el número de días muy húmedos, las proyecciones de la fracción media anual de precipitación debida a los días muy húmedos (r95pTOT) para dicho escenario RCP8.5 señalan una tendencia positiva para el periodo 2011–2100.



6. ird. Aldaketaren bilakaera oso egun hezeen ondoriozko prezipitazioaren proportzioan (r95pTOT), Euskadirako eskualdeko proiektzioetatik abiatuta (Ihobe,2019) 1971–2000 aldiarekin alderatuta, RCP8.5 isuri-agertokirako. Lerro lodiak mediana adierazten du (P50), eta eremu itzaltsuak, aldiz, eskura dauden eredu guztien P25–P75 balio-tartea.

Fig. 6. Evolución del cambio en la proporción de la precipitación debida a días muy húmedos (r95pTOT), a partir de las proyecciones regionalizadas para Euskadi (Ihobe,2019) respecto al periodo 1971–2000 para el escenario de emisión RCP8.5. La línea gruesa indica la mediana (P50) y la zona sombreada el rango P25–P75 del conjunto de modelos disponible.

Egun hezeen ondoriozko prezipitazio-proportzio handiago horrek, horiek murriztu arren, muturreko prezipitazio-gertakarien intentsitate handiagoa adierazten du klima-aldaketaren agertoki honetan. Horren ondorioz, etorkizunean euri-uren uholdeen maiztasuna eta magnitudea areagotuko dira, eta horrek egokitzeko neurriak hartzea eskatuko du klima-mehatxu horren aurrean (Ihobe, 2023).

Esta mayor proporción de la precipitación debida a los días húmedos, a pesar de la disminución de los mismos, indica una mayor intensidad de los eventos de precipitación extrema en este escenario de cambio climático. Esto puede traducirse en el futuro en un aumento en la frecuencia y magnitud de las inundaciones pluviales, lo que requerirá adoptar medidas de adaptación ante esta amenaza climática (Ihobe, 2023).

Erreferentziak

CEDEX. (2021). Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España. [Internet]. Eskuragarri hemen: https://ceh.cdex.es/web_ceh_2018/Imp_CClimatico_Pmax.htm.

DGOH-DFG. (2018). Gipuzkoako Lurralde Historikoko prezipitazio handien analisisa eguneratzeko azterketa eta arrotxikietan uholdeen emariak kalkulatzeko gomendioa. [Internet]. Eskuragarri hemen: Azterketak - Obra Hidraulikoak - Obra Hidraulikoak (gipuzkoa.eus)

Euskadiko klima-agertokiak eta Neiker-ek, Santanderreko Meteorologia Taldeak (Kantabriako Unibertsitatea) eta Predictia-k Ihobe-Eusko Jaurizarantzatzat egindako datu-serieak, honako programa hauek finantzatuta: Eusko Jaurizarantzaren KLIMATEK I+B+G (I+G, berrikuntza- eta erakustaldi-proiektuak, klima-aldaketara egokitzeko: "AGERTOKIAK" eta "AGERTOKIAK II") eta Europar Batasunaren LIFE (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").

Fischer, E., & Knutti, R. (2016). Observed heavy precipitation increase confirms theory and early models. *Nature Climate Change*, 6, 986–991.

Ihobe. (2023). Euskadiko klima aldaketaren egoeretan muturreko prezipitazio gertaerei lotutako euri uholdea.

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Mann, H.B. (1945). Non-parametric tests against trend. *Econometrica*, 13,163–171.

Referencias

CEDEX. (2021). Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España. [Internet]. Disponible en: https://ceh.cdex.es/web_ceh_2018/Imp_CClimatico_Pmax.htm.

DGOH-DFG. (2018). Estudio de actualización de las precipitaciones intensas y recomendaciones de cálculo de avenida en pequeñas cuencas del territorio histórico de Gipuzkoa. [Internet]. Disponible en: Estudios - Obras Hidráulicas - Obras Hidráulicas (gipuzkoa.eus)

Escenarios climáticos en Euskadi y series de datos elaborados por Neiker, Grupo de Meteorología de Santander (Universidad de Cantabria) y Predictia, para Ihobe-Gobierno Vasco, con financiación de los programas: KLIMATEK I+B+G del Gobierno Vasco (proyectos I+D, innovación y demostración en adaptación al cambio climático: "ESCENARIOS" y "ESCENARIOS II") y LIFE de la Unión Europea (LIFE18 IPC/ES/000001, "LIFE-IP URBAN KLIMA 2050").

Fischer, E., & Knutti, R. (2016). Observed heavy precipitation increase confirms theory and early models. *Nature Climate Change*, 6, 986–991.

Ihobe. (2023). Inundación pluvial asociada a eventos extremos de precipitación en escenarios de cambio climático en Euskadi.

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Mann, H.B. (1945). Non-parametric tests against trend. *Econometrica*, 13,163–171.

Myhre, G., Alterskjær, K., Stjern, C.W., et al. (2019). Frequency of extreme precipitation increases extensively with event rareness under global warming. *Scientific Reports*, 9, 16063.

Oria, P. (2021). ¿Se están volviendo más frecuentes o intensos los grandes temporales de precipitación en la Península Ibérica?. Aemetblog. [Internet]. Eskuragarri hemen: [¿Se están volviendo más frecuentes o intensos los grandes temporales de precipitación en la Península Ibérica? | Aemetblog](#)

Peña-Angulo, et al. (2020). Long-term precipitation in Southwestern Europe reveals no clear trend attributable to anthropogenic forcing. *Environmental Research Letters*, 15, 094070.

Sen, P.K. (1968), Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau, *Journal of the American Statistical Association*, 63, 1379–1389.

Myhre, G., Alterskjær, K., Stjern, C.W., et al. (2019). Frequency of extreme precipitation increases extensively with event rareness under global warming. *Scientific Reports*, 9, 16063.

Oria, P. (2021). ¿Se están volviendo más frecuentes o intensos los grandes temporales de precipitación en la Península Ibérica?. Aemetblog. [Internet]. Disponible en: [¿Se están volviendo más frecuentes o intensos los grandes temporales de precipitación en la Península Ibérica? | Aemetblog](#)

Peña-Angulo, et al. (2020). Long-term precipitation in Southwestern Europe reveals no clear trend attributable to anthropogenic forcing. *Environmental Research Letters*, 15, 094070.

Sen, P.K. (1968), Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau, *Journal of the American Statistical Association*, 63, 1379–1389.

