

Estudi dels Valors Extremes de Precipitació: Comparació entre Bases de Dades Interpolades i de Reanàlisi amb Base de Dades Observacionals a la Comarca del Montsià

Autora: Maria Pedraza Martínez

Supervisors: Dra. María del Carmen Llasat Botija, carmell@meteo.ub.edu, Dr. Raúl Marcos Matamoros, rmarcos@meteo.ub.edu

Facultat de Física, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès 1, 08028 Barcelona, Spain.*

Abstract: En un context d'escalfament global accelerat, avaluar la fiabilitat dels períodes de retorn de la precipitació extrema és essencial per a una gestió efectiva del risc hidrometeorològic. Aquest estudi examina la capacitat de diferents bases de dades interpolades i de reanàlisi (E-OBS v30.0e, SPAIN02 v2.1/v3.1/v5.0, IBERIA01 v1, MOPREDAS i ERA5) per reproduir els valors extrems observats a sis estacions pluviomètriques del Montsià (Terres de l'Ebre) durant el període 1950–2023. La hipòtesi de treball planteja fins a quin punt es conserva el caràcter extrem de la precipitació quan s'utilitzen fonts amb resolució espacial discretitzada, és a dir, si es manté l'extremicitat en el pas del món observacional al món del model. La metodologia es basa en l'anàlisi de màxims anuals (AMS) a resolució diària, el càlcul de la precipitació diària màxima estandarditzada (PME) per homogeneïtzar les diferències entre sèries, i l'ajust de distribucions Generalitzades de Valors Extrems (GEV) mitjançant L-moments per estimar quantils associats a períodes de retorn de 10, 20, 50 i 100 anys. Els resultats mostren una bona coherència espacial en la precipitació mitjana, amb màxims concentrats al massís del Parc Natural dels Ports, i evidencien una relació directa entre la resolució espacial de les dades i la intensitat dels valors extrems estimats. No obstant això, algunes bases (com SPAIN02 v3.1 i ERA5) presenten anomalies atribuïbles a processos d'interpolació o al tractament previ dels camps de precipitació. Així mateix, s'identifica una tendència a sobreestimar els extrems associats a períodes de retorn curts (10 anys) i a infraestimar els corresponents a períodes llargs (50–100 anys), respecte a les dades d'estació, a causa d'un efecte de suavització dels màxims locals.

I. INTRODUCCIÓ

L'impacte del canvi climàtic en les precipitacions és de gran interès per la societat, ateses les importants implicacions socio-econòmiques associades a les alteracions en la seva distribució espaciotemporal. Diversos estudis han teoritzat que l'augment de les temperatures globals pot afavorir una redistribució general de les precipitacions, amb una major freqüència i intensitat dels esdeveniments extrems, un augment de la variabilitat i períodes més prolongats de sequera (IPCC, 2023). Aquesta hipòtesi es veu recolzada per observacions i productes de reanàlisi del període recent (Gervais et al., 2014).

Des d'un enfocament climàtic i geogràfic, la precipitació a Catalunya es caracteritza per una elevada variabilitat espacial i temporal, malgrat la modesta extensió del territori (Martin Vide, 1995). Aquesta complexitat, típica del clima Mediterrani, es manifesta en patrons de precipitació marcadament heterogenis i en una freqüència notable d'episodis extrems. En aquest context, diversos estudis han identificat una tendència a l'increment dels extrems de precipitació a la regió mediterrània sota escenaris d'escalfament global (Cortés et al., 2019). Així doncs, l'anàlisi detallada del comportament dels valors extrems de precipitació a Catalunya esdevé especialment rellevant dins de l'actual paradigma climàtic.

Des del punt de vista metodològic, la cobertura espacial i temporal limitada de les dades observacionals fa que l'ús de reanàlisis o de productes interpolats a partir de xarxes d'observacions esdevingui una alternativa atractiva per a nombroses aplicacions. No obstant això, la resolució espacial d'aquests productes continua essent insuficient per a determinats anàlisis, especialment pel que fa a la caracterització de valors extrems a escala local. En aquest sentit, Peral et al. (2017) assenyalen que, malgrat els avenços recents, els camps de precipitació derivats de reanàlisis encara no assolixen el grau de detall necessari per a estudis climàtics o hidrològics centrats en

fenòmens extrems. A partir d'aquesta problemàtica, l'estudi que es presenta compara els valors extrems obtinguts a partir de dades d'estació amb els derivats de diversos productes de reanàlisi i de dades interpolades en malla. L'objectiu és avaluar fins a quin punt la representació de l'extremicitat en aquests productes difereix de la que proporcionen les observacions puntuals, tant per a períodes de retorn curts com llargs.

Com a mostra, dins del territori català s'ha delimitat l'àrea d'estudi a la comarca del Montsià perquè des del 2018 hi ha hagut una concentració d'episodis pluviomètrics extrems en aquesta zona, amb 3 esdeveniments de tipus catastròfic (Llasat et al., 2025).

Per al desenvolupament d'aquesta recerca, s'han establert dues línies de treball complementàries. En primer lloc, es caracteritzen diverses bases de dades interpolades i de reanàlisi disponibles (E-OBS, SPAIN02, IBERIA01, MOPREDAS i ERA5), amb l'objectiu d'analitzar com representen els valors extrems de precipitació. En segon lloc, s'estudien les sèries diàries de precipitació observada, recollides en una base de dades específica per a la comarca del Montsià. La comparació entre ambdues fonts de dades permet avaluar la seva idoneïtat per a l'estimació de períodes de retorn i detectar possibles biaixos sistemàtics (tant de sobreestimació com d'infraestimació) en la representació dels valors extrems. La hipòtesi principal que orienta l'estudi és que les bases de dades en malla poden conservar, almenys parcialment, el caràcter extrem de la precipitació observada.

Finalment, el treball s'estructura en diversos apartats. En primer lloc, es presenta l'àrea d'estudi, centrada en la comarca del Montsià. Tot seguit, s'exposa la metodologia emprada, on es descriuen els procediments i criteris d'anàlisi aplicats. A continuació, es detallen els resultats i la seva discussió, posant el focus en la interpretació dels valors obtinguts. Finalment, es recullen les conclusions, que sintetitzen els principals resultats i aportacions de la recerca.



Figura 1: Mapa de la comarca del Montsià realitzat a partir del servei WMS Ortofoto Territorial i dels shapefile de l'ICGC.

II. ÀREA D'ESTUDI

Catalunya, situada al nord-est de la Península Ibèrica, té una superfície de 31.930 km² i una orografia marcada per un fort contrast altitudinal. Al nord, limita amb la serralada dels Pirineus, amb cims que superen els 3.000 metres sobre el nivell del mar; a l'est, la Serralada Prelitoral (fins a 1.700 m) i la Serralada Litoral (fins a 700 m) s'estenen paral·leles a la costa mediterrània. Aquest relleu esdevé un factor clau en la formació i intensificació d'episodis extrems de precipitació a la regió (Llasat et al., 2014). Administrativament, el territori es divideix en 43 comarques i 947 municipis.

Aquest estudi se centra en la comarca del Montsià, situada a l'extrem sud de Catalunya. Limita al nord amb el riu Ebre i la comarca del Baix Ebre, i al sud amb el riu Sénia i la comarca del Baix Maestrat (Castelló, País Valencià). Amb una extensió de 708.73 km², el Montsià comprèn 12 municipis: Amposta, Alcanar, Freginals, la Galera, Godall, Mas de Barberans, Masdenverge, Sant Carles de la Ràpita (denominada La Ràpita a la Figura 1), Sant Jaume d'Enveja, Santa Bàrbara, la Sénia i Ulldecona. Des del punt de vista geogràfic, es tracta d'un territori predominantment sec, excepte a la seva part occidental, que coincideix amb el massís del Parc Natural dels Ports, amb altituds que superen els 1.000 metres. Aquesta orografia, combinada amb la Serra del Montsià (762 m) i la proximitat al mar Mediterrani, juga un paper decisiu en la distribució de la precipitació i en la intensitat dels episodis extrems. Pel que fa al règim pluviomètric, el Montsià presenta una marcada estacionalitat. A la tardor, i en menor mesura a l'estiu, són freqüents els episodis convectius intensos, sovint associats a situacions de llevant i a la presència de masses d'aire humides i inestables. Aquests episodis poden donar lloc a precipitacions torrencials i inundacions sobtades, tal com s'ha documentat en estudis recents sobre la regió mediterrània occidental, amb casos destacats com el d'Alcanar el setembre de 2021 (Llasat et al., 2025). En canvi, a la primavera i a l'hivern, les precipitacions solen ser menys intenses.

III. METODOLOGIA

a. Tractament inicial de les dades

Aquest treball se centra en l'anàlisi del caràcter extrem de la precipitació mitjançant indicadors estandarditzats, a partir de diverses fonts de dades tant observacionals com interpolades i de reanàlisi. La Taula 1 presenta les bases de dades utilitzades, que es poden agrupar en dues categories:

a) Dades interpolades i de reanàlisi: inclouen les bases E-OBS v30.0e i ERA5 (produïdes per Copernicus), Spain02 en les versions v2.1, v3.1 i v5.0 (realitzades per Grup de Meteorologia Santander), així com MOPREDAS (elaborades per Gonzalez Hidalgo et al. però l'Agència Estatal de Meteorologia, AEMET, l'ha ubicada al seu repositori) i Iberia01v1 (elaborada pel Consell Superior d'Investigacions Científiques, CSIC). Totes aquestes fonts proporcionen informació espacialment contínua i amb cobertura homogènia. La base MOPREDAS es complementa amb el fitxer Infogeo_Spain10, que conté la informació de latitud i longitud associada a cada punt de la malla, la qual és clau per a l'assignació espacial acurada de les sèries.

b) Dades observacionals: la base Montsià constitueix la font de dades observades i es considera la referència per a la validació dels resultats. Aquesta base s'ha creat a partir de les sèries de precipitació de la Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA) del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC). Està constituïda per les dades diàries acompanyades del fitxer Estacions_Montsià, que conté informació detallada sobre cada estació: nom, municipi, codi, latitud, longitud, altitud, data d'inici de la sèrie i estat de funcionament. Les estacions incloses en l'estudi són: les Cases d'Alcanar (US, Alcanar), Amposta (UU, Amposta), els Alfacs (UW, La Ràpita), Mas de Barberans (C9, Mas de Barberans), Illa de Buda (DL, Sant Jaume d'Enveja) i Ulldecona – els Valentins (UX, Ulldecona).

Taula I: Informació sobre les bases de dades utilitzades en aquest treball

EOBS 30.0e	Format: NETCDF4	Període temporal cobert: 1950-2024 (75 anys)
	Resolució espacial en (°) i (km): Malla 0,1° (10 km), 0,25° (25 km)	Resolució temporal: Diàries
	Regions disponibles: Països d'Europa	Tipus de dades: Observacionals (interpolades)
	Enllaç: https://surfobs.climate.copernicus.eu/dataaccess/access_eobs.php#datafiles	
Spain02_v2.1	Format: NETCDF	Període temporal cobert: 1950-2008 (59 anys)
	Resolució espacial en (°) i (km) : Malla 0,20° i 20 km	Resolució temporal: Diàries
	Regions disponibles:	Tipus de dades:

	Espanya peninsular i Balears	Observacionals (interpolades)
	Enllaç: https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/datos_diarios?w=2&w2=1	
Spain02_v3.1	Format: NETCDF	Període temporal cobert: 1950-2008 (59 anys)
	Resolució espacial en (°) i (km): Malla 0,20° i 20 km	Resolució temporal: Diàries
	Regions disponibles: Espanya peninsular i Balears	Tipus de dades: Observacionals (interpolades)
	Enllaç: https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/datos_diarios?w=2&w2=1	
Spain02_v5.0	Format: NETCDF	Període temporal cobert: 1971-2015 (45 anys)
	Resolució espacial en (°) i (km): Malla 0,1 ° i 10 km	Resolució temporal: Diàries
	Regions disponibles: Espanya peninsular i Balears	Tipus de dades: Observacionals (interpolades)
	Enllaç: https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/datos_diarios?w=2&w2=1	
Iberia01_v.1	Format: NETCDF	Període temporal cobert: 1971-2015 (45 anys)
	Resolució espacial en (°) i (km): Malla 0,1 ° i 10 km	Resolució temporal: Diàries
	Regions disponibles: Península ibèrica	Tipus de dades: Observacionals (interpolades)
	Enllaç: http://hdl.handle.net/10261/183071	
MOPREDAS	Format: CSV	Període temporal cobert: 1950-2010 (61 anys)
	Resolució espacial en (°) i (km): Malla 0,1 ° i 10 km	Resolució temporal: Mensuals
	Regions disponibles: Península ibèrica	Tipus de dades: Observacionals (interpolades)
	Enllaç: https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/9398 i https://digital.csic.es/handle/10261/341443?utm_source	
ERA5	Format: NETCDF	Període temporal cobert: 1940-2024 (85 anys)
	Resolució espacial en (°) i (km): Malla 0,25 ° i 25 km	Resolució temporal: Diàries
	Regions disponibles: Península ibèrica	Tipus de dades: Reanàlisi
	Enllaç: https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=download	
Montsià	Format: CSV	Període temporal cobert: Depenent de cada estació, dins de l'interval [1990-2023, 1999-2023]
	Resolució espacial: -	Resolució temporal: Diàries
	Regions disponibles: Montsià	Tipus de dades: Observacionals (puntuals)
	Enllaç: https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Medi-Ambient/Dades-meteorol-giques-de-la-XEMA/nzvn-apee/about_data	

D'altra banda, el pretractament de les dades ha requerit una sèrie de passos previs per garantir la coherència i la comparabilitat entre les diferents fonts. En primer lloc, s'ha procedit a unificar la nomenclatura de les variables, establint criteris comuns per al seu identificador en totes les bases. Alhora, s'ha homogeneïtzat la unitat de mesura, emprant els mil·límetres (mm) com a referència per a la precipitació. També s'ha delimitat l'àmbit espacial de l'estudi, centrant-lo en Catalunya dins dels límits geogràfics següents: 42.9°N, 40.5°S, 3.4°E i 0.10°W. Un cop completada aquesta harmonització, s'ha efectuat una anàlisi exploratòria del període disponible per a cada base de dades, i s'ha calculat la precipitació mitjana anual per píxel. Aquest valor s'obté a partir de la suma de la precipitació diària corresponent a cada any, i el càlcul de la mitjana interanual per a cada ubicació espacial. El procediment queda formalitzat a l'Equació 1, on $P_i^{(lat,lon)}$ és la precipitació total anual de l'any i para el píxel en la posició latitud i longitud (lat, lon) i n és el número d'anys disponibles de cada base:

$$\bar{P}(lat,lon) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i^{(lat,lon)} \quad (1)$$

En segon lloc, s'ha representat la precipitació mitjana anual en mapes de Catalunya, adaptats a la resolució espacial pròpia de cada base de dades. Amb l'objectiu de focalitzar l'anàlisi en la comarca del Montsià, s'ha aplicat una tècnica de buffer, que permet delimitar una franja al voltant d'un element geogràfic (en aquest cas, la pròpia comarca) per observar amb més precisió els píxels situats tant a l'interior com a la perifèria del seu contorn administratiu. En tercer lloc, aquesta visualització s'ha completat amb la informació procedent de la base Estacions_Montsià, que inclou la localització precisa de les estacions meteorològiques. A partir d'aquestes coordenades i utilitzant la precipitació mitjana de l'Equació 1, s'ha construït una figura que associa cada estació meteorològica amb els píxels més propers de la malla espacial de cadascuna de les bases de dades estudiades. Aquesta associació es fa en funció de la distància mínima entre les estacions i els píxels.

b. Aproximació dels períodes de retorn amb valors estandarditzats

L'anàlisi dels períodes de retorn es basa en l'estudi dels valors extrems de precipitació recollits a totes les bases de dades considerades. Els períodes de retorn representen la freqüència mitjana amb què es pot esperar que es repeteixi un fenomen extrem, i constitueixen una eina clau per a l'avaluació del risc hidrometeorològic. Per dur a terme aquest càlcul, s'utilitza la metodologia de la Sèrie de Màxims Anuals (AMS), consistent a seleccionar el valor màxim de precipitació registrat en cada any dins d'una sèrie temporal. Això fa que la mida de la mostra coincideixi amb el nombre d'anys disponibles per a cada sèrie (Begueria, 2002).

L'AMS s'ha generat per a cadascuna de les sis estacions meteorològiques del Montsià, utilitzant com a referència el píxel més proper de cada base interpolada. A partir d'aquesta sèrie s'ha calculat l'índex de la precipitació diària màxima anual estandarditzada (PME), que permet expressar el caràcter extrem dels valors anuals de manera comparativa entre ubicacions i períodes. Aquest índex s'obté a partir de la

fórmula:

$$PME = \frac{P_{max} - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

On (P_{max}) és el valor màxim anual de precipitació extret de la sèrie d'AMS per al píxel associat a l'estació, (μ) és la mitjana de la sèrie de AMS i (σ) és la desviació estàndard de la mateixa sèrie. El resultat és una sèrie de valors estandarditzats que permet comparar la intensitat relativa dels extrems entre estacions i bases de dades.

A partir dels valors estandarditzats obtinguts amb l'Equació 2 (PME), s'ha ajustat la Distribució Generalitzada de Valors Extrems (GEV) mitjançant el mètode dels L-moments, i s'han calculat els períodes de retorn corresponents als llinars de 10, 20, 50 i 100 anys. L'ajust de la distribució GEV es fonamenta en una formulació flexible que engloba tres tipus clàssics de distribucions de valors extrems segons el valor del paràmetre de forma ξ : Distribució de Gumbel $\xi = 0$ definida per $-\infty < x < \infty$ amb una cua moderada. Distribució de Fréchet $\xi > 0$ definida per $x > -\frac{1}{\xi}$, caracteritzada per una cua pesada on els valors extrems tenen alta probabilitat. Distribució de Weibull $\xi < 0$, definida per $x < -\frac{1}{\xi}$ amb una cua truncada, la qual limita els valors màxims possibles. Aquest comportament es resumeix a l'Equació 3, que expressa la funció de distribució acumulada (Palacios, 2018; Rodionov, 2018)

$$G_{\xi, \mu, \sigma} = \begin{cases} \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right)^{-\frac{1}{\xi}} \right] \right\} & \xi \neq 0 \text{ per } 1 + \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right)^{-\frac{1}{\xi}} > 0 \\ \exp \left(- \exp \left(- \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right) \right) & \xi = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Per a l'estimació d'aquests paràmetres s'ha optat pel mètode de les L-moments, ja que presenten avantatges clars respecte als moments convencionals. En particular, poden calcular-se directament a partir dels valors observats, sense necessitat d'assumir distribucions prèvies, i mostren una major robustesa davant la variabilitat de la mostra (Bílková, 2014). L'objectiu és estimar els valors de ξ , μ , σ a partir dels tres primers L-moments mostrament estimats, definits a les Equacions 4, 5 i 6. A partir d'aquests, s'obté el coeficient d'asimetria L o L-skewness, representat per τ_3 (Equació 7), que és clau per a l'estimació del paràmetre de forma ξ (Bílková, 2014).

$$L-1 \text{ (mitjana): } \lambda_1 = \text{mitjana de la mostra} \quad (4)$$

$$L-2 \text{ (dispersió absoluta): } \lambda_2 = \frac{1}{2} E[X_{(2)} - X_{(1)}] \quad (5)$$

$$L-3 \text{ (asimetria): } \lambda_3 = \frac{1}{3} E[X_{(3)} - 2X_{(2)} + X_{(1)}] \quad (6)$$

$$L\text{-skewness: } \tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2} \quad (7)$$

On (E) representa l'esperança teòrica (o valor mitjà) de la diferència entre el primer i el segon ordre estadístic. En el cas de la distribució GEV, existeix una relació empírica coneguda entre el coeficient d'asimetria L i el paràmetre de forma ξ . Aquesta relació no és analítica, sinó que s'aproxima mitjançant mètodes numèrics, com els proposats per Álvarez et al. (1999), i permet estimar ξ a partir del valor observat de τ_3 . Aquest procés es formalitza a l'Equació 8.

$$\tau_3(\xi) = \frac{1 - 3^{-\xi}}{1 - 2^{-\xi}} \quad (8)$$

Un cop obtingut ξ , s'han estimat els valors σ i μ . Aquest càlcul es basa en expressions que involucren la funció Gamma, Γ , tal com es detalla a les Equacions 9 i 10 (Álvarez et al., 1999).

$$\sigma = \frac{\lambda_2 \cdot \xi}{\Gamma(1 + \xi) - 1} \quad (9)$$

$$\mu = \lambda_1 - \frac{\sigma(1 - \Gamma(1 + \xi))}{\xi} \quad (10)$$

Per acabar es calculen els períodes de retorn de 10, 20, 50 i 100 anys amb els quantils de la distribució GEV que es donen en funció dels paràmetres esmentats anteriorment, de la probabilitat acumulada p (Equació 11) i la funció inversa (Equació 12):

$$p = 1 - \frac{1}{T} \quad (11)$$

$$\begin{cases} z_T = \mu + \frac{\sigma}{\xi} \left[(-\log(p))^{-\xi} - 1 \right] & \text{si } \xi \neq 0 \\ z_T = \mu - \sigma \log(-\log(p)) & \text{si } \xi = 0 \end{cases} \quad (12)$$

La fórmula permet obtenir els valors estandarditzats z_T associats als períodes de retorn $T=10, 20, 50$ i 100 anys, on z_T representa el llinar que, segons el model ajustat, s'espera superar un cop cada T anys (de mitjana). Els resultats d'aquest anàlisi s'han sintetitzat en una taula per a cadascuna de les bases de dades, tant per a les interpolades (E-OBS, Spain02, Iberia01, etc.) com per a la base observacional puntual (Montsià). A més, s'ha elaborat una gràfica per a cada estació meteorològica de la comarca, amb l'objectiu de visualitzar l'evolució dels valors associats als diferents períodes de retorn segons la base de dades emprada. Per últim, es mostra una taula resum per al període de retorn de 50 anys amb el càlcul de PME desestandarditzat per poder comparar millor els resultats. A partir de la següent fórmula (Equació 13):

$$PME_{desestandarditzat} = PME_{ajustat} \cdot \sigma + \mu \quad (13)$$

On ($PME_{ajustat}$) és el PME ajustat del període de retorn de 50 anys, (σ) és la desviació estàndard de cada estació a la base del Montsià i (μ) és la mitjana de cada estació a la base del Montsià.

IV. RESULTATS I DISCUSSIÓ

a. Tractament inicial de les bases de dades interpolades i de reanàlisi

Per tal d'avaluar de manera preliminar les diferents bases de dades interpolades i de reanàlisi, s'ha elaborat un conjunt de mapes de Catalunya (Figura 2), on s'hi representa la precipitació mitjana anual corresponent a tot el període disponible per a cadascuna. Aquesta visualització facilita la comparació directa de la resolució espacial entre les diverses fonts utilitzades en l'estudi.

D'una banda, la Figura 2 mostra un patró espacial coherent de la precipitació mitjana anual, independentment de la base de dades considerada. Els valors més baixos es registren a la Plana de Lleida, amb precipitacions compreses entre 200 i 400 mm anuals, seguits per les zones interiors, les comarques tarragonines i la costa mediterrània, amb valors que oscil·len entre els 400 i 600 mm. En canvi, es constata un

augment progressiu de la precipitació a mesura que s'avança cap al nord del territori, on es registren els valors més elevats. Les màximes precipitacions es localitzen als Pirineus i a la Vall d'Aran, amb valors mitjans al voltant dels 700 mm, i pics que poden assolir fins als 1600 mm anuals. Aquest patró coincideix amb els resultats de l'estudi de la pluviometria a Catalunya realitzat per Martin Vide (1995), que també divideix el territori en zones i estableix intervals de precipitació similars segons la seva localització geogràfica.

D'altra banda, s'han generat diverses representacions cartogràfiques que integren els resultats del càlcul de la precipitació mitjana amb la localització de les estacions meteorològiques, segons la informació disponible a la base Estacions_Montsià. En aquests mapes (Figura 3) es mostren els píxels veïns més propers a cada estació, identificats segons la resolució espacial de cada base interpolada. Aquestes representacions es complementen amb una taula per a cada base de dades, on es recullen les coordenades geogràfiques

(latitud i longitud) dels píxels corresponents a cada estació (Annex 1), fet que permet establir una correspondència precisa entre les dades observades i les estimades.

La Figura 3 mostra els píxels veïns més pròxims associats a cadascuna de les estacions meteorològiques, fet que també permet identificar amb claredat el patró espacial de la precipitació dins la comarca del Montsià. En termes generals, els valors mitjans anuals se situen entre 500 i 800 mm. En la majoria de les bases de dades analitzades (Spain02_v3.1, Spain02_v5.0, Iberia01_v.1 i ERA5) es detecten valors més elevats a l'oest del territori, especialment als municipis de la Sènia i Mas de Barberans. Aquest patró és coherent amb els resultats de Lemus (2016), que destaca la concentració dels màxims pluviomètrics en zones d'alta muntanya, fet que concorda amb la presència del Parc Natural dels Ports dins de l'àrea d'estudi.

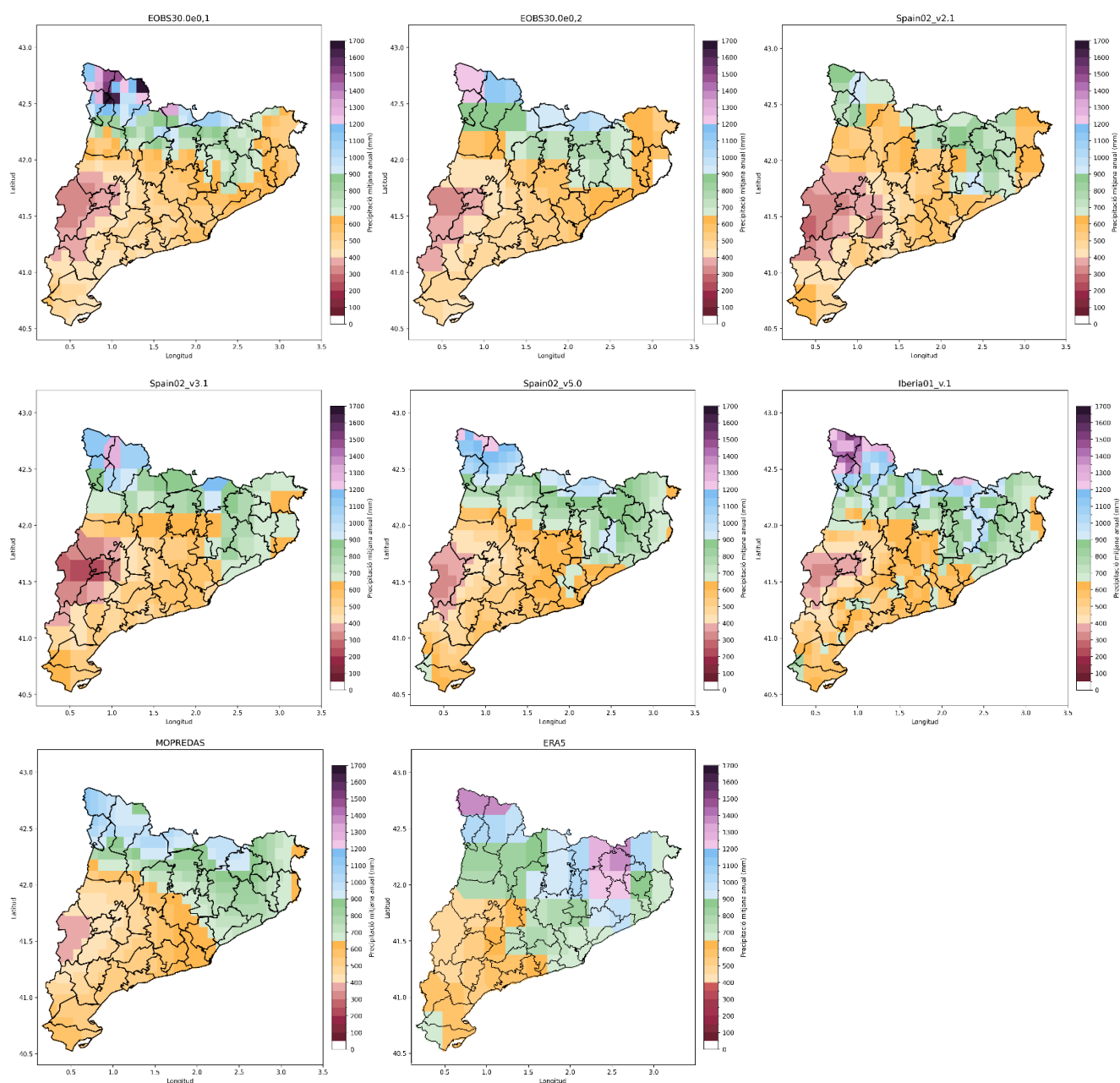


Figura 2: Resolució espacial de les bases de dades interpolades i de reanàlisi en els mapes de pluja de la mitjana anual

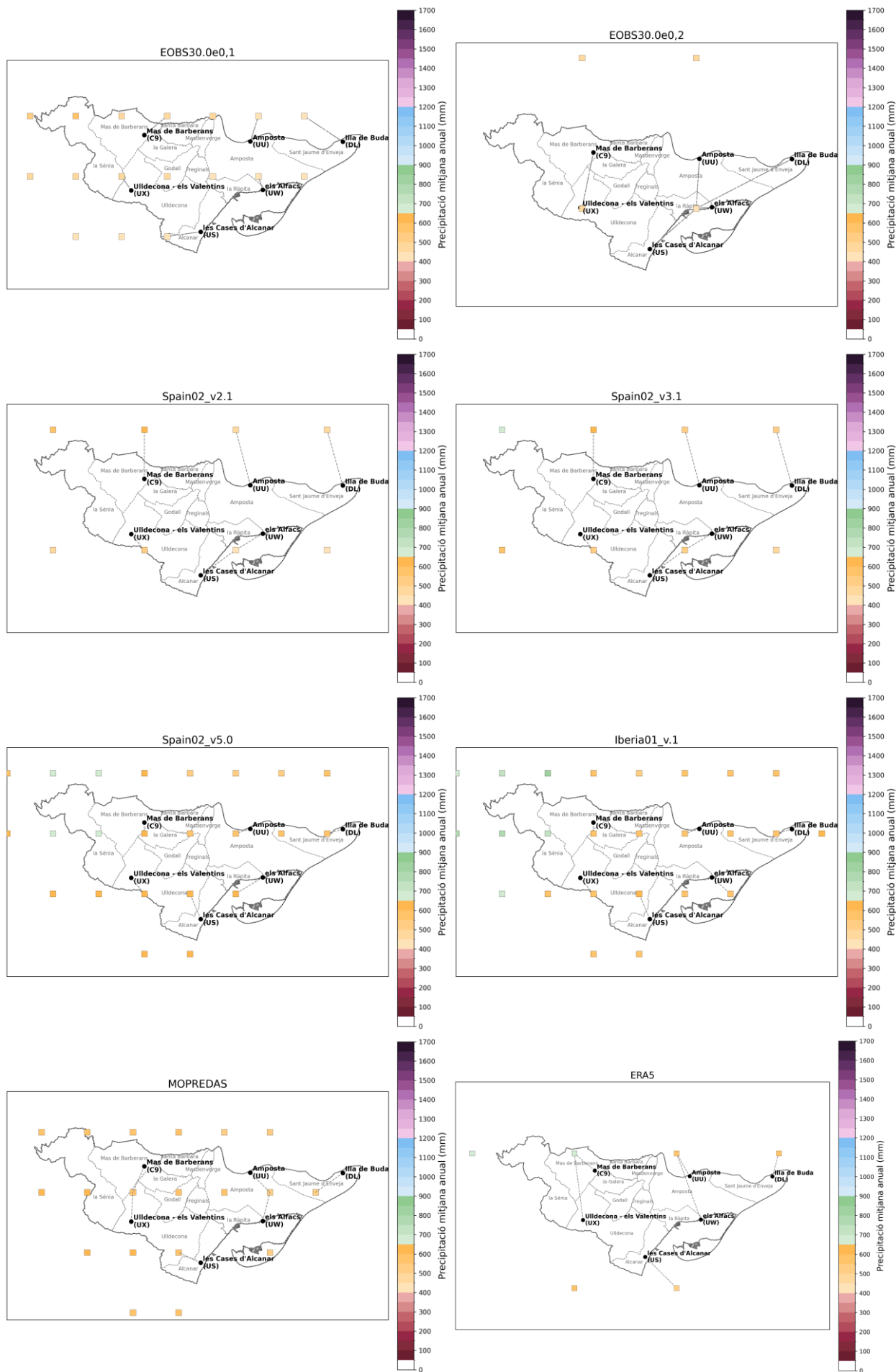


Figura 3: Píxels veïns més propers de les estacions meteorològiques del Montsià

b. Comparació dels valors extrems i els períodes de retorn entre bases de dades interpolades i reanàlisi

A partir de la informació proporcionada per la Figura 3 i la taula que l'acompanya, es pot procedir al càlcul dels períodes de retorn mitjançant valors extrems estandarditzats. Com a resultat, s'han elaborat tres taules per a cadascuna de les bases de dades interpolades i de reanàlisi tenint en compte els píxels veïns més propers, amb la informació següent:

i) una primera taula, on es recull per a cada estació meteorològica i el seu píxel veí més pròxim la Sèrie de Màxims Anuals (AMS) (Annex 2); ii) una segona taula, amb la sèrie de valors extrems estandarditzats de cada estació i segons els píxels veïns més propers, obtinguts a partir del PME calculat sobre l'AMS (Annex 3); iii) una tercera taula, amb els valors PME ajustats a la distribució GEV mitjançant L-moments, i els quantils corresponents als períodes de retorn de 10, 20, 50 i 100 anys, per als píxels més propers de les sis estacions meteorològiques de la comarca del Montsià (Annex 4).

Finalment, amb els valors de la tercera taula, s'han elaborat unes representacions gràfiques en què es mostren els valors extrems estandarditzats (PME ajustats) juntament amb els períodes de retorn de 10, 20, 50 i 100 anys per a cada estació meteorològica (Figura 4).

Com es pot observar a la Figura 4, els valors extrems estandarditzats obtinguts per a les diferents bases de dades es distribueixen en un rang comprès entre 1.25 i 4. Per al període de retorn de 10 anys, totes les bases presenten valors molt similars, al voltant de 1.25, mentre que per al període de 20 anys, aquests valors s'incrementen lleugerament, situant-se entre 1.75 i 2. A partir del període de 50 anys, les diferències entre bases comencen a ser més evidents, amb una dispersió creixent entre els valors estimats. En aquest cas, la base EOBS30.0e0,1 mostra el valor més elevat, amb un PME ajustat de 3.25, seguida per EOBS30.0e0,2 i Spain02_v3.1, amb valors de 3.00. Altres bases, com Spain02_v2.1, Spain02_v5.0, Iberia01_v.1, MOPREDAS i ERA5, presenten valors una mica més baixos, al voltant de 2.75. La divergència més acusada es produeix en el període de retorn de 100 anys. En aquest escenari, EOBS30.0e0,1 torna a registrar el valor més alt, amb un PME ajustat proper a 4.00. La segueixen Spain02_v3.1 amb 3.75, EOBS30.0e0,2 amb 3.65, i tant Iberia01_v.1 com ERA5 amb valors propers a 3.50. Finalment, Spain02_v2.1, Spain02_v5.0 i MOPREDAS se situen al voltant dels 3.25.

De manera similar, també s'observen diferències notables entre els valors màxims estandarditzats corresponents als píxels de les sis estacions meteorològiques del Montsià. L'estació de les Cases d'Alcanar presenta valors compresos entre 2.75 i 3.75, segons la base de dades considerada. A Amposta, els valors oscil·len entre 2.50 i 3.75, mentre que a els Alfacs se situen entre 3.00 i 3.75. L'estació de Mas de Barberans mostra un rang de 2.75 a 3.50, i la de l'Illa de Buda, entre 3.00 i 3.75. Finalment, l'estació d'Ulldecona – els Valentins presenta els valors més elevats, amb un interval que va de 3.00 fins a 4.00.

A més, segons les taules elaborades i els paràmetres estimats (el paràmetre de forma, ξ , el paràmetre de la mitjana, μ , i el paràmetre de la desviació típica, σ ,) també s'observen diferències significatives entre les bases de dades analitzades. Pel que fa al paràmetre de forma ξ , les bases EOBS30.0e0,1 i EOBS30.0e0,2 presenten valors positius, la qual cosa indica un ajust a una distribució de Fréchet,

caracteritzada per cues pesades i, per tant, una major probabilitat d'ocurrència de valors extrems molt intensos. En canvi, a Spain02_v2.1, Spain02_v3.1 i ERA5, el paràmetre de forma pren valors propers a zero o lleugerament negatius o positius, fet que reflecteix una transició entre comportaments de tipus Fréchet i Gumbel, segons el cas. Les bases Spain02_v5.0 i Iberia01_v.1 mostren valors clarament negatius de ξ , cosa que indica un ajust a una distribució de Weibull, amb cua acotada i, per tant, una probabilitat més baixa d'esdeveniments extrems molt intensos. Finalment, la base MOPREDAS presenta valors de ξ molt propers a zero, la qual cosa correspon a una distribució de Gumbel, associada a una dispersió moderada dels valors extrems, amb un comportament intermig entre les dues distribucions anteriors.

Pel que fa al segon paràmetre, la mitjana de la distribució (μ), totes les bases de dades presenten valors relativament similars, compresos entre 0.41 i 0.49. Tot i això, s'observen algunes diferències significatives: les bases Spain02_v2.1, Spain02_v5.0 i Iberia01_v.1 mostren una major dispersió de valors negatius en els extrems, mentre que la majoria dels valors se situen al voltant del centre de la distribució. En canvi, EOBS30.0e0,1 i EOBS30.0e0,2 presenten valors de μ molt similars entre si, fet que genera un contrast més marcat entre els valors centrals i els extrems, en comparació amb la resta de bases.

Pel que fa al tercer paràmetre, la desviació típica (σ), es constata que les bases Spain02_v2.1, Iberia01_v.1 i ERA5 mostren una dispersió més gran, la qual cosa indica una major variabilitat en la intensitat dels valors extrems. En canvi, EOBS30.0e0,1 i EOBS30.0e0,2 presenten valors de σ més baixos, fet que suggereix una distribució més compacta i, per tant, una menor diversitat d'esdeveniments extrems en aquestes sèries.

Els resultats obtinguts suggereixen l'existència d'una relació entre la resolució espacial de les bases de dades i la intensitat dels valors extrems estandarditzats, si bé amb algunes excepcions. Aquesta tendència és coherent amb l'estudi de Risser et al. (2019), en què s'observa que l'ús de productes de malla per representar extrems de precipitació comporta inevitablement un suavitzat espacial, que tendeix a atenuar els màxims locals. Analitzant els nostres resultats per al període de retorn de 100 anys, on els valors màxims oscil·len entre 4.00 i 3.25, es pot observar aquesta relació en diversos casos concrets. Per exemple, EOBS30.0e0,1 (resolució de 10 km) presenta el valor màxim de 4.00, mentre que EOBS30.0e0,2 (20 km) assoleix 3.65, Spain02_v2.1 (20 km) arriba a 3.25 i Iberia01_v1.0 (10 km) a 3.50. En aquests casos, s'aprecia una certa correspondència: a mesura que la resolució espacial augmenta (malla més fina), els valors extrems tendeixen a ser més elevats. Tanmateix, també es detecten excepcions notables. Per exemple, Spain02_v3.1 (20 km) presenta un valor relativament alt (3.75), malgrat la seva resolució espacial més gruixuda. Per contra, Spain02_v5.0 i MOPREDAS, amb resolucions de 10 km, mostren valors baixos (3.25), menys consistents amb la seva resolució elevada. En el cas d'ERA5 (25 km), s'obté un valor de 3.50, relativament alt tot i la seva resolució espacial més baixa. A més, la presència de valors baixos en malles fines podria reflectir una realitat local amb menor intensitat dels extrems, i no necessàriament una limitació de la resolució. En definitiva, tot i que la resolució espacial sembla influir en la intensitat dels valors extrems modelitzats, els resultats indiquen que hi ha altres factors que també hi juguen un paper rellevant, com ara el mètode d'interpolació, la densitat de dades

d'entrada, o les característiques pròpies del territori.

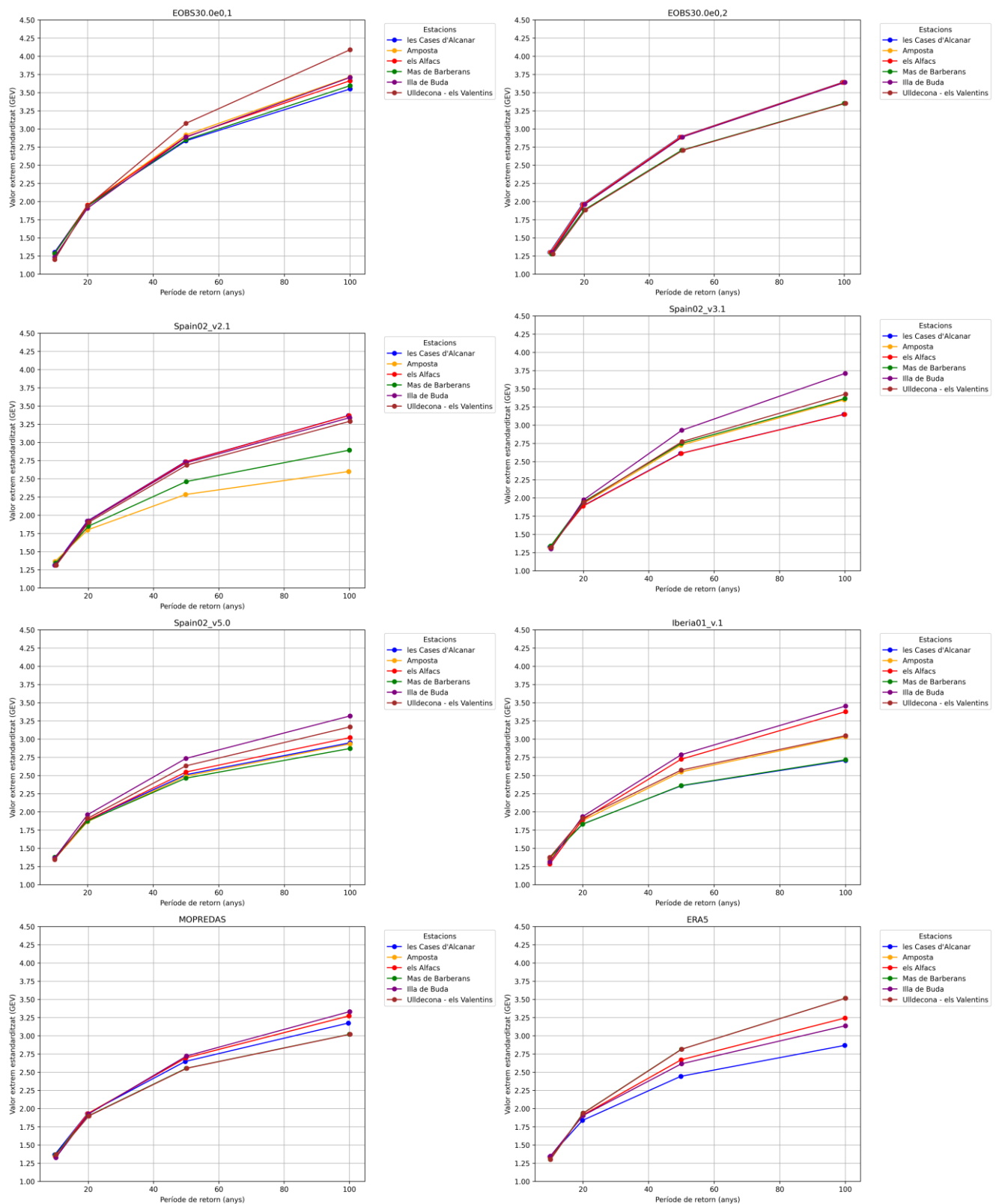


Figura 4: Valors estandarditzats ajustats segons els períodes de retorn de les bases interpolades i de reanàlisi

c. Comparació dels valors extrems i els períodes de retorn entre bases de dades interpolades i reanàlisi amb base de dades observacionals

La darrera part de l'estudi se centra en la comparació entre les bases de dades interpolades i la base observacional puntual del Montsià. En aquest cas, tal com es mostra a la Figura 5, s'ha aplicat el mateix procediment metodològic:

càlcul de la Sèrie de Màxims Anuals (AMS), estimació de l'índex de la precipitació diària màxima anual estandarditzada (PME) i ajust dels valors extrems a una distribució GEV. Finalment, s'ha elaborat un gràfic que representa els valors extrems estandarditzats per a diferents períodes de retorn, permetent així la comparació directa amb les bases interpolades.

La comparació entre la Figura 5 (base observacional del

Montsià) i les diferents bases de dades interpolades i de reanàlisi per als quatre períodes de retorn analitzats revela diferències de comportament significatives segons el període considerat.

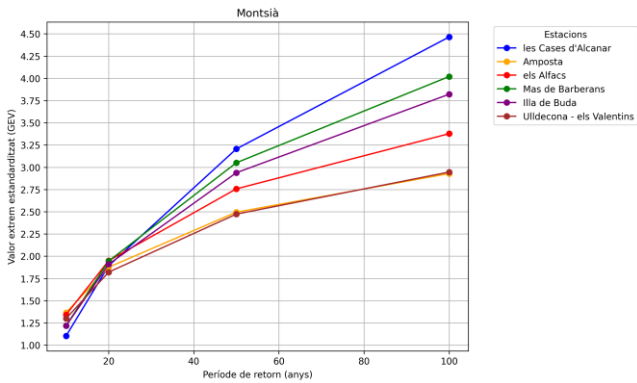


Figura 5: Valors estandarditzats ajustats segons els períodes de retorn a la base de dades observacionals Montsià

Per a períodes de retorn relativament curts, com el de 10 anys, les diferents bases de dades tendeixen a sobreestimar lleugerament els valors observats, amb rangs típics entre 1.25 i 1.50, en comparació amb els valors de referència (entre 1.00 i 1.25). En canvi, per a un període de retorn intermedi de 20 anys, la discrepància es redueix notablement, ja que les interpolades/modelitzades i les observades són gairebé

coincidents (entre 1.75 i 2.00). Tanmateix, per als períodes de retorn més llargs (50 i 100 anys), s'observa una inversió d'aquesta tendència: les bases interpolades i els reanàlisis passen a subestimar sistemàticament els valors màxims observats a les estacions. Aquesta suavització dels extrems més intensos posa de manifest les dificultats inherents d'aquest tipus de dades per reproduir adequadament episodis locals d'alta intensitat.

L'efecte és encara més evident en l'anàlisi d'estacions meteorològiques individuals. Per al període de retorn de 100 anys, estacions com les Cases d'Alcanar, Mas de Barberans i Illa de Buda registren valors elevats segons la base Montsià (entre 4.00 i 4.50), mentre que totes les bases interpolades i reanàlisis hi assignen valors significativament inferiors. Una situació més complexa s'observa a l'estació dels Alfacs, on el valor observat (3.40) contrasta amb una àmplia variabilitat entre bases: algunes (com EOBS30.0e0,1 i EOBS30.0e0,2) el superen, d'altres (com Spain02_v2.1 i Iberia01_v1) hi coincideixen, mentre que la resta (Spain02_v3.1, Spain02_v5.0, MOPREDAS i ERA5) n'ofereixen valors inferiors. Aquesta disparitat reflecteix les diferències metodològiques i estructurals entre bases. A l'estació d'Amposta, gairebé totes les bases de dades presenten valors superiors al valor observat (3.00), excepte Spain02_v2.1, que hi coincideix. A Ulldecona – els Valentins, les estimacions observacionals (3.00) són coincidents amb les bases Iberia01_v1 i MOPREDAS, mentre que la resta hi assignen valors més elevats.

Taula II: Comparació entre PME ajustat i desestandarditzat del període de retorn de 50 anys

	les Cases d'Alcanar		Amposta		els Alfacs		Mas de Barberans		Illa de Buda		Ulldecona- els valentins	
	PME ajustat	PME desestandarditzat (mm)	PME ajustat	PME desestandarditzat (mm)	PME ajustat	PME desestandarditzat (mm)	PME ajustat	PME desestandarditzat (mm)	PME ajustat	PME desestandarditzat (mm)	PME ajustat	PME desestandarditzat (mm)
EOBS 30.0e0,1	2.84	228.3	2.92	156.4	2.89	172.9	2.85	261.7	2.89	178.5	3.08	187
EOBS 30.0e0,2	2.89	230.9	2.89	155.6	2.89	172.8	2.71	254	2.89	178.6	2.71	174.1
Spain02_v2.1	2.73	223	2.28	138.7	2.73	167.6	2.46	240.8	2.72	171.1	2.69	173.5
Spain02_v3.1	2.61	216.7	2.72	151	2.61	163.3	2.75	256.3	2.93	180.2	2.77	176.5
Spain02_v5.0	2.51	211.5	2.49	144.5	2.55	161.1	2.46	240.9	2.73	172.6	2.63	171.6
Iberia01_v.1	2.36	203.6	2.55	146.1	2.72	167.2	2.36	235.5	2.78	174.6	2.57	169.5
MOPREDAS	2.65	218.5	2.70	150.2	2.70	166.2	2.55	245.7	2.72	172.1	2.55	168.8
ERA5	2.44	208	2.67	149.5	2.67	165.3	2.81	259.8	2.61	168	2.81	177.9
Montsià	3.21	247.4	2.50	144.6	2.76	168.4	3.05	271.4	2.94	180.6	2.47	166.1

Per últim, la Taula II es centra en el període de retorn de 50 anys i mostra la comparació dels PME entre les base interpolades i la base de referència Montsià. Així, per a les estacions de les Cases d'Alcanar, Mas de Barberans i Illa de Buda tots els valor de les bases interpolades són inferiors, per a l'estació d'Amposta són superiors menys a Spain02_v2.1 i Spain02_v5.0. Tanmateix, a els Alfacs tots els valors són inferiors menys a EOBS30.0e0,1 i EOBS30.0e0,2 que tenen valors superiors. Finalment per l'estació Ulldecona- els valentins tots els valors de les bases de dades interpolades i de reanàlisi són superiors.

Segons els resultats, la infraestimació o sobreestimació dels valors extrems no es pot atribuir exclusivament a la resolució espacial, sinó que està condicionada per altres factors. Tal com apunten Gervais et al. (2014), aquests factors inclouen la suavització dels valors extrems durant el processament previ de les bases interpolades i de reanàlisi (independentment de la seva resolució), l'escala temporal i espacial considerada, així com la densitat de la xarxa d'estacions, que pot limitar la capacitat de capturar fenòmens locals intensos.

V. CONCLUSIONS

Aquesta recerca s'ha centrat en comparar els valors extrems de precipitació entre bases de dades interpolades i observacionals, a partir de valors estandarditzats ajustats a la distribució GEV amb l'objectiu d'estimar els períodes de retorn d'aquests extrems a la comarca del Montsià.

La hipòtesi central del treball és que el caràcter extrem de la precipitació es conserva entre les bases de dades interpolades i de reanàlisi i les observacions reals. Aquesta hipòtesi es compleix, en termes generals, especialment per als períodes de retorn curts i mitjans (10 i 20 anys), mentre que per als períodes més llargs (50 i 100 anys) s'observen discrepàncies creixents a mesura que augmenta l'horitzó del retorn esperat.

D'aquesta manera, si comparem els períodes de retorn entre les diferents bases de dades analitzades podem afirmar també que existeix una relació general entre la resolució espacial i l'amplitud dels valors obtinguts. En aquest sentit, es constata que una resolució espacial més baixa (malla més gran) tendeix a produir valors estandarditzats més baixos, mentre que una resolució més alta (malla més petita) s'associa habitualment a valors estandarditzats més elevats (malgrat algunes excepcions probablement atribuïbles a factors com la densitat d'estacions d'entrada, els mètodes d'interpolació o la topografia interna dels models).

Des d'una perspectiva operativa, els resultats suggereixen que les bases de dades interpolades i de reanàlisi podrien ser útils per a tasques quotidianes de planificació hidrològica (com el dimensionament de xarxes de drenatge urbanes, la gestió del reg o l'actualització de protocols de Protecció Civil) sempre que l'horitzó temporal de disseny no superi els 20 anys. Tanmateix, per a infraestructures crítiques o inversions amb cicles de vida més llargs (ponts, embassaments, etc.), cal considerar que la concordança entre conjunts de dades es degrada progressivament amb l'increment del període de retorn. Tot i així, les discrepàncies observades per a períodes de retorn de 50 i 100 anys són moderades en alguns punts del domini analitzat. En aquests casos, els productes interpolats podrien emprar-se com a primeres aproximacions, sempre que s'hi incorporin coeficients de seguretat adequats en absència de sèries observacionals prou llargues. En aquest sentit, una línia de treball futura podria consistir en quantificar sistemàticament el rang de discrepàncies segons el producte climàtic emprat, de manera que els organismes responsables puguin ajustar els factors de seguretat dels models hidrològics o hidràulics. Aquesta pràctica contribuiria a evitar tant infra com sobredimensionaments, minimitzant els riscos econòmics i de seguretat associats a l'ús d'aquests productes.

VI. AGRAÏMENTS

En primer lloc, vull donar les gràcies als meus tutors Raül Marcos Matamoros i Maria del Carmen Llasat Botija per haver supervisat aquest estudi, per la cessió de certes dades i per tota l'ajuda i paciència que requeria aquest treball. A més, també vull agrair als meus familiars i amics pel suport en el desenvolupament del treball. Finalment, agrair a la meua companya geògrafa Clara Planas Mullor i al meu company físic Alejandro Pujante Pérez per l'ajuda tant en Python com en aspectes acadèmics dins l'estudi.

VII. REFERÈNCIES

- AEMET (2025). Base de dades Spain02_v2.1, Spain02_v3.1, Spain02_v5.0. Últim accés: 15 Maig de 2025. Disponible en: https://www.aemet.es/es/servicios-climaticos/cambio_climat/datos_diarios?w=2&w2=1.
- AEMET (2010). Article sobre la base de dades MOPREDAS. Últim accés: 15 Maig de 2025. Disponible en: <https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/9398>
- AEMET (2025). Base de dades MOPREDAS. Últim accés: 15 Maig de 2025. Disponible en: https://digital.csic.es/handle/10261/341443?utm_source
- Álvarez, M., Puertas Agudo, J., Soto, B., & Díaz-Fierros, F. (1999). Análisis regional de las precipitaciones máximas en Galicia mediante el método del índice de avenida. *Ingeniería del agua*, 6(4), 379-386.
- Beguiría, S. (2002). Revisión de métodos paramétricos para la estimación de la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos en Climatología e Hidrología: el uso de series de excedencias y su comparación con las series de máximos anuales.
- Bilková, D. (2014). L-moments and TL-moments as an alternative tool of statistical data analysis. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 2(10), 919-929.
- Cortès, M., Turco, M., Ward, P., Sánchez-Espigares, J. A., Alfieri, L., & Llasat, M. C. (2019). Changes in flood damage with global warming on the eastern coast of Spain. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(12), 2855-2877.
- Copernicus (2025). Base de dades EOBS. Últim accés: 15 Maig de 2025. Disponible en: https://surfobs.climate.copernicus.eu/dataaccess/access_eobs.php#datafiles
- Copernicus (2025). Base de dades ERA5. Últim accés: 15 Maig de 2025. Disponible en: <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=download>
- CSIC (2019). Base de dades Iberia01_v1. Últim accés: 15 Maig de 2025. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/183071>
- Gervais, M., Tremblay, L. B., Gyakum, J. R., & Atallah, E. (2014). Representing extremes in a daily gridded precipitation analysis over the United States: Impacts of station density, resolution, and gridding methods. *Journal of Climate*, 27(14), 5201-5218.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Summary for Policymakers.
- Lemus Cánovas, M. (2016). La variabilidad espacio-temporal de la precipitación al Camp de Tarragona i les Terres de l'Ebre.
- Llasat, M. C., Marcos-Matamoros, R., Pascual, R., Rigo, T., Insua-Costa, D., & Crespo-Otero, A. (2025). Western Mediterranean flash floods through the lens of Alcanar (NE Iberian Peninsula): Meteorological drivers and trends. *Atmospheric Research*, 326, Article 108266. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2025.108266>.
- Llasat, M. C., Marcos, R., Llasat-Botija, M., Gilabert, J.,

Turco, M., & Quintana-Seguí, P. (2014). Flash flood evolution in north-western Mediterranean. *Atmospheric research*, 149, 230-243.

Martins, E. S., & Stedinger, J. R. (2000). Generalized maximum-likelihood generalized extreme-value quantile estimators for hydrologic data. *Water Resources Research*, 36(3), 737-744.

Palacios, I. O. (2018). Quantile regression applied to the estimation of Value at Risk. An application to the Spanish market.

Peral García, M. C., Navascués, B., & Ramos Calzado, P. (2017). Serie de precipitación diaria en rejilla con fines climáticos.

Risser, M. D., Paciorek, C. J., Wehner, M. F., O'Brien, T. A., & Collins, W. D. (2019). A probabilistic gridded product for daily precipitation extremes over the United States. *Climate Dynamics*, 53(5), 2517-2538

Rodionov, I. V. (2018). On discrimination between classes of distribution tails. *Problems of Information Transmission*, 54, 124-138.

Sacasas, J. (2025). *Climatologia i meteorologia de les comarques catalanes*. Últim accés: 10 Juliol 2025. Disponible en: <https://www.meteotecadecatalunya.cat/Meteoteca/climatologia-de-les-comarques-catalanes/#comarquestarragona>.

Servei Meteorològic de Catalunya (2025). Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques (XEMA) per a la base del Montsià. Últim accés: 15 Maig de 2025. Disponible en: https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Medi-Ambient/Dades-meteorol-giques-de-la-XEMA/nzvn-apee/about_data.

Vide, J. M. (1995). La Pluviometria en Catalunya. *Butlletí de les Societats Catalanes de Física, Química, Matemàtiques i Tecnologia*, 15(1), 135-141.

ANNEX

Annex I: Taula d'exemple de la base de dades EOBS30.0e0.1 dels píxels veïns més pròxims de cada estació meteorològica

Codi: US	Estació: les Cases d'Alcanar	Municipi: Alcanar	Lat: 40.55786	Precip_mm: 423.5
	Lon: 0.52329	Pix_Lat: 40.54986	Pix_Lon: 0.44986	
Codi: UU	Estació: Amposta	Municipi: Amposta	Lat: 40.70776	Precip_mm: 426.7
	Lon: 0.63210	Pix_Lat: 40.74986	Pix_Lon: 0.64986	
Codi: UW	Estació: els Alfacs	Municipi: La Ràpita	Lat: 40.62725	Precip_mm: 415.1
	Lon: 0.65922	Pix_Lat: 40.64986	Pix_Lon: 0.64986	
Codi: C9	Estació: Mas de Barberans	Municipi: Mas de Barberans	Lat: 40.71825	Precip_mm: 467.9
	Lon: 0.39988	Pix_Lat: 40.74986	Pix_Lon: 0.44986	
	Estació: Illa de Buda	Municipi: Sant Jaume d'Enveja	Lat:	Precip mm:

Codi: DL	de Buda	Sant Jaume d'Enveja	40.70719	409.7
	Lon: 0.83449	Pix_Lat: 40.74986	Pix_Lon: 0.74986	
Codi: UX	Estació: Ulldecona-els valentins	Municipi: Ulldecona	Lat: 40.62652	Precip_mm: 454.8
	Lon: 0.37112	Pix_Lat: 40.64986	Pix_Lon: 0.34986	

Sent Lat i Lon la latitud i longitud de la ubicació des estacions meteorològiques, Pix_Lat la latitud del píxel veí, Pix_Lon la longitud del píxel veí i Precip_mm la precipitació mitjana anual en mil·límetres del píxel veí.

Annex II: Taula d'exemple del primer any disponible de la base de dades EOBS30.0e0.1 de la sèrie de màxims anuals

Any: 1950	Codi: US	Estació: les Cases d'Alcanar	Municipi: Alcanar
	Pix_Lat: 40.54986	Pix_Lon: 0.44986	precip: 46.5
Any: 1950	Codi: UU	Estació: Amposta	Municipi: Amposta
	Pix_Lat: 40.74986	Pix_Lon: 0.64986	precip: 48.4
Any: 1950	Codi: UW	Estació: els Alfacs	Municipi: La Ràpita
	Pix_Lat: 40.64986	Pix_Lon: 0.64986	precip: 44.6
Any: 1950	Codi: C9	Estació: Mas de Barberans	Estació: Mas de Barberans
	Pix_Lat: 40.74986	Pix_Lon: 0.44986	precip: 56.2
Any: 1950	Codi: DL	Estació: Illa de Buda	Municipi: Sant Jaume d'Enveja
	Pix_Lat: 40.74986	Pix_Lon: 0.74986	precip: 41.1
Any: 1950	Codi: UX	Estació: Ulldecona-Els Valentins	Municipi: Ulldecona
	Pix_Lat: 40.64986	Pix_Lon: 0.34986	precip: 48.7

On precip és el valor màxim de precipitació anual en mm.

Annex III: Taula d'exemple del primer any de la base de dades de EOBS30.0e0,1 amb els valors estandaritzats

Any: 1950	Codi: US	Estació: les Cases d'Alcanar	Municipi: Alcanar	Me-dia_e01: 45.593334	Precip_es tandard_e01: 0.044327
	Pix_Lat: 40.54986	Pix_Lon: 0.44986	precip: 46.5	Std_e01: 20.454052	
Any: 1950	Codi: UU	Estació: Amposta	Municipi: Amposta	Me-dia_e01: 49.616001	Precip_es tandard_e01: -

	Pix_Lat : 40.7498	Pix_Lon : 0.64986	precip : 48.4	Std_e01 : 21.72350	0.055976
Any:1950	Codi : UW	Estació : els Alfacs	Municipi : La Ràpita	Me-dia_e01 : 46.438667	Precip_es_tandard_e01 : -0.089986
	Pix_Lat : 40.64986	Pix_Lon : 0.64986	precip : 44.6	Std_e01 : 20.432796	
Any:1950	Codi : C9	Estació : Mas de Barberans	Estació : Mas de Barberans	Me-dia_e01 : 58.068001	Precip_es_tandard_e01 : -0.071421
	Pix_Lat : 40.74986	Pix_Lon : 0.44986	precip : 56.2	Std_e01 : 24.754646	
Any:1950	Codi : DL	Estació : Illa de Buda	Municipi : Sant Jaume d'Enveja	Me-dia_e01 : 45.740002	Precip_es_tandard_e01 : -0.226075
	Pix_Lat : 40.74986	Pix_Lon : 0.74986	precip : 41.1	Std_e01 : 20.524139	
Any:1950	Codi : UX	Estació : Ulldecona - els valentins	Municipi : Ulldecona	Me-dia_e01 : 51.153332	Precip_es_tandard_e01 : -0.091343
	Pix_Lat : 40.64986	Pix_Lon : 0.34986	precip : 48.7	Std_e01 : 26.858564	

On la Media_e01 és la mitjana de la sèrie de màxims anuals, Std_e01 és la desviació estàndard de la sèrie de màxims anuals i Precip_estandard_e01 és el valor extrem estandaritzat.

Annex IV: Taula d'exemple de la base de dades EOBS30.0e0.1 dels valors extrems estandaritzats amb la distribució GEV amb L-moments i quantils per a cada període de retorn de les sis estacions meteorològiques

Estació : les Cases d'Alcanar	$\xi_{\text{estand (forma)}}$		0.0826
	$\mu_{\text{estand (loc)}}$		-0.48
	$\sigma_{\text{estand (escalar)}}$		0.72
	Període de retorn	Valor extrem estandaritzat	
	10	1.30	
	20	1.94	
	50	2.84	
	100	3.55	
Estació : Amposta	$\xi_{\text{estand (forma)}}$		0.1217
	$\mu_{\text{estand (loc)}}$		-0.49
	$\sigma_{\text{estand (escalar)}}$		0.68
	Període de retorn	Valor extrem estandaritzat	
	10	1.28	

	20	1.95	
	50	2.92	
	100	3.71	
Estació: els Alfacs	$\xi_{\text{estand (forma)}}$		0.1098
	$\mu_{\text{estand (loc)}}$		-0.48
	$\sigma_{\text{estand (escalar)}}$		0.69
	Període de retorn	Valor extrem estandarditzat	
	10	1.28	
	20	1.95	
	50	2.89	
	100	3.66	
Estació: Mas de Barberans	$\xi_{\text{estand (forma)}}$		0.0996
	$\mu_{\text{estand (loc)}}$		-0.48
	$\sigma_{\text{estand (escalar)}}$		0.70
	Període de retorn	Valor extrem estandarditzat	
	10	1.28	
	20	1.93	
	50	2.85	
	100	3.59	
Estació: Illa de Buda	$\xi_{\text{estand (forma)}}$		0.1414
	$\mu_{\text{estand (loc)}}$		-0.48
	$\sigma_{\text{estand (escalar)}}$		0.65
	Període de retorn	Valor extrem estandarditzat	
	10	1.23	
	20	1.91	
	50	2.89	
	100	3.71	
Estació: Ulldecona - els valentins	$\xi_{\text{estand (forma)}}$		0.2132
	$\mu_{\text{estand (loc)}}$		-0.49
	$\sigma_{\text{estand (escalar)}}$		0.59
	Període de retorn	Valor extrem estandarditzat	
	10	1.20	
	20	1.94	
	50	3.08	
	100	4.09	