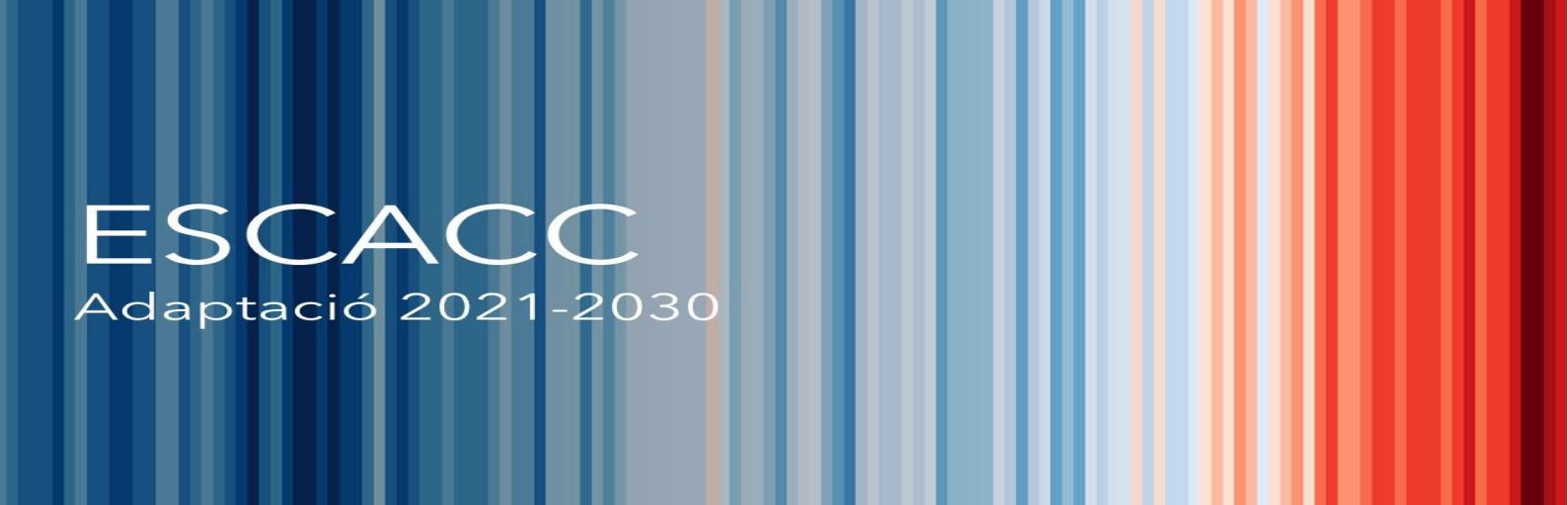




ESCACC
Adaptació 2021-2030

ESCACC30

**Marc Estratègic de Referència
d'Adaptació al Canvi Climàtic per
a l'horitzó 2030**

Annex 1

Índex

Annex 1. Diagnosi del canvi climàtic a Catalunya	3
1.- El canvi climàtic, una realitat inqüestionable	3
2.- Evolució de la climatologia a Catalunya	6
3.- Projeccions climàtiques regionalitzades: escenaris 2030 i 2050.....	31

Annex 1. Diagnosi del canvi climàtic a Catalunya

1.- El canvi climàtic, una realitat inqüestionable

El Grup Intergovernamental d'Experts en Canvi Climàtic (IPCC, per les sigles en anglès) ha publicat sis informes que evidencien els canvis en el clima i llur correlació directa amb l'activitat humana. L'últim informe conclou que el canvi climàtic i la seva manifestació més visible, l'escalfament global, ja inqüestionable, és fonamentalment antròpic, amb un nivell de probabilitat superior al 95%, i està causat, essencialment, per les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) provocades per l'ús de combustibles fòssils i el canvi en els usos del sòl.

El canvi climàtic i els impactes que en deriven és un dels reptes de caràcter global més importants que les societats humanes han afrontat mai. Encarar aquest repte exigeix una transformació profunda dels actuals models energètics i productius i un compromís mundial al més alt nivell. L'escalfament global no és exclusivament un problema ambiental. Incideix en molts àmbits i esdevé una qüestió cabdal que afecta la biodiversitat, el model econòmic, la mobilitat, el comerç, la sobirania alimentària, l'accés a l'aigua i als recursos naturals, les infraestructures i la salut. Per aquest motiu influirà cada vegada més en les polítiques mundials, nacionals i locals. L'alteració de les variables climàtiques –temperatura, precipitació, humitat, velocitat del vent i temperatura de l'aigua de la mar, entre d'altres– i l'augment en la freqüència i intensitat dels fenòmens climàtics extrems –sequeres, inundacions, onades de calor– ja comporten un risc per als ecosistemes, per a la preservació de la biodiversitat i per a les persones. Els danys i les pèrdues derivats de fenòmens naturals han passat dels 50.000 milions de dòlars en la dècada dels vuitanta als més de 200.000 milions de dòlars en la darrera dècada, dels quals tres quarts parts són conseqüència de fenòmens climàtics extrems.

A Catalunya, com a la resta del món, també s'ha produït un augment de la temperatura mitjana anual. D'acord amb el Butlletí Anual d'Indicadors Climàtics (BAIC) elaborat pel Servei Meteorològic de Catalunya (SMC), durant el període 1950-2020 la temperatura mitjana anual ha crescut a raó de 0,26 °C per dècada, el que suposa un increment de 1,8 °C des de mitjan segle XX. És molt, aquest increment? Recordar que el famós Acord de París de la COP21 establí un límit en l'augment de la temperatura mitjana anual del planeta per sota dels 2°C respecte a l'època preindustrial (anys 1850-1880), i un llindar de 1,5 °C com a màxim desitjable per a reduir els impactes del canvi climàtic. De fet, la temperatura mitjana anual de Catalunya respecte a l'època preindustrial ja és 1,6°C superior*ij*

Però hi ha molts altres indicadors que situen Catalunya en allò que els anglosaxons anomenen un “hot spot”, un punt calent: segons el BAIC, el nombre de dies amb temperatures màximes superiors a 25 °C augmenta entre +1,7 i +8 dies per decenni, mentre que el nombre de nits amb la temperatura mínima superior a 20 °C augmenta de +0,1 a +5,4 dies per decenni. Aquest escalfament no es circumscriu només a la temperatura de l'aire, sinó també a la de

l'aigua del mar mesurada a l'Estartit per en Josep Pascual; així, en el període 1974-2020, s'ha escalfat a un ritme de 0,3 °C/decenni en els primers 50 m de profunditat i de 0,2 °C/decenni als 80m de fondària. El 2020 ha estat l'any amb una temperatura mitjana de l'aigua superficial del mar més càlida, juntament amb el 2014 (17,9 °C). Gràcies, també, a les lectures d'en Josep Pascual, i degut a l'expansió de l'aigua salada com a conseqüència de l'increment tèrmic de la mar i el desgel generalitzat dels pols, sabem que el nivell del mar a l'Estartit en el període 1990-2019 ha augmentat a un ritme de 3,3 cm per decenni. Si es manté el ritme actual, des d'ara i fins al 2050 el nivell del mar augmentarà uns 10 cm més. Com a norma general, destacar que l'increment d'un centímetre del nivell del mar equival a una pèrdua d'un metre d'amplada en una platja sorrenca de poc pendent (1%). Per tant, des del 1990 fins al 2050 és probable que aquesta tipologia de platges perdin fins a 20 metres d'amplada.

Si bé el senyal tèrmic és ben clar, què està passant amb la precipitació? Seguint amb el BAIC, s'observa que hi ha una tendència no estadísticament significativa en la reducció de la precipitació mitjana anual de l'1,2% per decenni. Ara bé, si aquesta anàlisi es fa per estacions de l'any, resulta que a l'estiu la precipitació mitjana mostra una variació estadísticament significativa amb un descens de -5.3% per decenni. Dit d'una altra manera, actualment a l'estiu plou al voltant d'un 38% menys que ho feia a la meitat del segle XX. Val a dir que la distribució territorial d'aquesta reducció de la precipitació a l'estiu és especialment significativa a la fàbrica natural d'aigua de Catalunya, el Pirineu i el Prepirineu, allà on neixen la majoria dels rius catalans: -6,5% al Pallars Jussà, -6,5% a l'Alt Urgell, -5,2% a La Cerdanya, -7,9% a l'Alt Empordà o -6,3% al Solsonès. Indubtablement, això ha tingut repercussions en la reducció de cabals a les capçaleres dels rius.

Hi ha d'altres senyals de la realitat de l'escalfament global a Catalunya. Esmentar, per exemple, les observacions fenològiques: la fenologia és la branca de l'ecologia que descriu i estudia les relacions entre els factors climàtics i les manifestacions estacionals o periòdiques de les espècies (floració de les plantes, migració dels ocells, etc.). Així, cada cop sovintegen més treballs a Catalunya sobre els canvis fenològics associats al canvi climàtic en diversos grups d'organismes vegetals o animals. Els principals canvis observats de l'evolució del clima durant els darrers decennis mostren com ha modificat substancialment molts aspectes de la biologia dels ocells, i en general es pot parlar d'un avançament de l'arribada primaveral a les àrees de cria europees d'entre 10 i 12 dies en aquests tres darrers decennis. Aquesta resposta s'ha produït amb un augment de temperatura de l'ordre d'1°C, fet que posa de manifest l'enorme sensibilitat dels organismes fins i tot a les més petites variacions del clima i, per tant, la seva vàlua com a bioindicadors del canvi climàtic. Pel que fa als canvis observats en d'altres organismes com plantes o insectes, aquests indiquen l'avançament de diversos esdeveniments fenològics clau, com ara la brotada o la floració, com a conseqüència de l'augment de les temperatures. En papallones, diversos treballs basats en un seguiment continuat de les poblacions indiquen canvis en la fenologia i en la distribució de moltes espècies, relacionats també amb l'escalfament global i l'augment de la sequera. El BAIC 2018 mostra una sèrie d'observacions fenològiques de la Serra d'Almos (la Ribera d'Ebre) de 19 espècies vegetals i 5 d'ocells des de l'any 1971 fins l'actualitat, gràcies a la feina desenvolupada per en Josep Borrell, pagès. Les dades mostren que en els darrers 48 anys la data de la floració i de la maduració del fruit de diferents espècies vegetals ha avançat (28

dies en el cas de l'albercoquer o 37 dies en el cas de la perera), mentre que s'ha endarrerit la data de caiguda de les fulles (23 dies en la pomera, 12 dies en la vinya). L'oreneta vulgar ha avançat la seva arribada a la zona d'estudi uns 24 dies, i també ha avançat la seva migració uns 22 dies durant el mateix període.

Totes aquestes evidències empíriques menen a una conclusió inqüestionable: el canvi climàtic a Catalunya és una realitat. Així ho confirma també l'estratègia d'adaptació al canvi climàtic aprovada per la Comissió Europea l'any 2013, que identifica tota la conca mediterrània com una de les zones d'Europa més vulnerables als impactes del canvi climàtic; o l'informe [MEDECC](#) (Mediterranean Experts on Climate and environmental Change) sobre Canvi Climàtic i Ambiental a la Conca Mediterrània. Per si algú encara té algun dubte, l'ESCACC30 ha encarregat al Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) una anàlisi en detall de les variacions projectades de temperatura i precipitació (a escala mensual i estacional) respecte les dades observades durant el període 2001-2018. Cal recordar que l'Estratègia Catalana d'Adaptació al Canvi Climàtic, horitzó 2013-2020, encarregà al SMC, en col·laboració amb el Barcelona Supercomputing Centre-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), l'elaboració d'un conjunt de projeccions climàtiques regionalitzades a 10 km de resolució per al període 1971-2050. Aquest conjunt de simulacions van fer-se durant els anys 2011-2012, dins del projecte ESCAT (projecte intern del SMC sobre generació d'Escenaris climàtics amb alta resolució a Catalunya), i prenen l'any 2001 com a inici de les projeccions respecte el període de control 1971-2000. Després d'haver analitzat detalladament les simulacions regionalitzades a 10 km de resolució del projecte ESCAT per al període de solapament entre observacions i projeccions per al període 2001-2018, hom conclou que per a la temperatura mitjana les projeccions s'han quedat curtes a l'hora d'estimar tant l'augment observat de la temperatura, com els valors anuals d'anomalia per al període 2001-2018. Per tant, molt probablement també es quedin curtes en l'avaluació del seu augment i l'evolució de les seves anomalies projectades per als propers decennis, especialment si les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle continuen al ritme actual. Pel que fa a la precipitació, les projeccions estarien subestimant la seva reducció a escala anual així com el seu rang de variabilitat interanual. Per tant, la projecció de reducció de la precipitació anual per als propers decennis podria ser encara més important. Dit d'una altra manera, durant el període 2001-2018, la temperatura ha augmentat més i la precipitació ha disminuït més del que les projeccions indicaven.

I què passarà en els pròxims decennis? L'ESCACC30 ha encarregat també al Servei Meteorològic de Catalunya el treball "Escenaris climàtics regionalitzats a Catalunya: projeccions estadístiques regionalitzades a 1 km de resolució espacial (1971-2050)", altrament conegut amb l'acrònim ESCAT2020. La principal conclusió de l'ESCAT2020 és que l'any 2050, respecte el període 1971-2000, tindrem un país més càlid i eixut. Així, la temperatura mitjana anual seguirà augmentant a tot el país, independentment de l'escenari, del model considerat o de l'escala temporal. Tant és així que pot augmentar fins a 3°C l'any 2050 en l'escenari d'emissions de GEH més intensiu (RCP 8.5). L'augment per a la temperatura màxima seria major que el projectat per a la temperatura mínima: 4 °C respecte 3 °C. Geogràficament, els majors increments projectats es localitzarien al Pirineu, i els menors a la franja litoral. Aquests increments de la temperatura comportarien una extensió dels valors

estiuencs cap a finals de la primavera així com inici de la tardor. Les projeccions cap a finals de segle XXI configuren una acceleració evident en l'increment de la temperatura, que per a l'escenari més intensiu podria ser de fins a 6°C respecte de la mitjana climàtica 1971-2000. L'evolució projectada per a la precipitació presenta una gran variabilitat interanual, fet que fa difícil trobar una tendència clara i robusta en aquesta variable fins a mitjan segle XXI. Tot i aquesta incertesa, sembla que l'evolució assenyalava cap a una disminució general de la precipitació mitjana anual, especialment remarcable a l'estiu, com ha succeït els darrers decennis.

Així, doncs, és o no és el canvi climàtic una realitat inqüestionable al nostre país?

2.- Evolució de la climatologia a Catalunya

L'art. 12 de la Llei 16/2017, de l'1 d'agost, del canvi climàtic, preveu que el Servei Meteorològic de Catalunya ha d'elaborar i revisar les projeccions climàtiques de Catalunya. Les projeccions s'han de basar en els escenaris establerts pel Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic, comparant els resultats segons diversos escenaris. Així mateix, el Servei Meteorològic de Catalunya ha de proporcionar informació al públic, periòdicament, sobre:

- a) L'estat del clima a Catalunya, que inclou l'avaluació de l'evolució del clima passat.
- b) Les projeccions climàtiques i els canvis esperables en les variables meteorològiques de temperatura, precipitació, humitat relativa i velocitat del vent, entre d'altres.
- c) L'anàlisi tècnica comparativa respecte als resultats de projeccions anteriors, tant pel que fa als valors observats com als projectats.

També s'indica que la informació proveïda pel Servei Meteorològic de Catalunya és la base de coneixement en aquest àmbit per al desenvolupament del marc estratègic de referència d'adaptació i de les planificacions sectorials respectives.

Així doncs, d'acord amb les determinacions de la Llei de canvi climàtic, aquest apartat conté l'evolució de la climatologia a Catalunya a partir de les tendències climàtiques registrades al país i recollides en el [Butlletí Anual d'Indicadors Climàtics BAIC2020](#) que publica anualment el Servei Meteorològic de Catalunya. Així mateix, es completa amb dades i d'altres fonts d'informació que mostren l'evolució dels gruixos de neu i el clima al Pirineu, elaborats en el marc del projecte CLIMPY de l'Observatori Pirinenc del Canvi Climàtic (OPCC); l'evolució de les glaceres en base a les observacions de l'expert en glaciologia d'en Jordi Camins; les observacions fenològiques d'en Josep Borrell a la Serra d'Almós (Ribera d'Ebre) des de l'any 1971, els darrers episodis registrats de vent fort i temps violent dels anys recollits en el [Butlletí Climàtic Anual de 2021](#); l'evolució de la climatologia clou amb una comparativa entre els valors observats i els valors projectats per al període 2001-2018.

L'ESCACC30 presenta, doncs, les dades de les següents variables climàtiques essencials (ECV), així definides en el marc del [Sistema Mundial d'Observació del Clima \(GCOS\)](#):

- Temperatura.
- Precipitació.
- Nivell i temperatura del mar.

Així mateix, l'ESCACC30 també recull alguns índexs climàtics (termomètrics i pluviomètrics) ja que segons [l'Organització Meteorològica Mundial](#) aquests són una bona eina per a caracteritzar el clima, representar els patrons climàtics històrics i detectar-ne els canvis.

- Índexs climàtics termomètrics
 - DE30, Dies de Calor = dies amb TX (temperatura màxima) > 30 °C.
 - DGe0, Dies de Glaçada = dies amb TN (temperatura mínima) < 0 °C.
 - NT20, Nits Tropicals = dies amb TN (temperatura mínima) > 20 °C.
- Índexs climàtics pluviomètrics
 - LMRS, Longitud màxima de la ratxa seca = màxim de dies consecutius amb PPT (precipitació) < 1,0 mm.
 - DP50, Nombre de dies amb precipitació abundant = dies amb PPT (precipitació) > 50 mm.

Temperatura



- Anomalia de la temperatura mitjana anual al conjunt de Catalunya (període 1950-2020), Observatori de l'Ebre (1905-2021) i Observatori Fabra (1914-2021)

A continuació mostrem l'evolució de la temperatura i la precipitació des del 1950, així com les dades per aquestes variables als dos observatoris centenaris de Catalunya (observatori Fabra i de l'Ebre), els quals permeten obtenir una visió detallada de l'evolució climàtica en aquests dos punts gràcies a l'àmplia cobertura temporal disponible: l'Observatori Fabra inicia les seves mesures l'any 1914 i l'Observatori de l'Ebre l'any 1905.

Aquest indicador es basa en les dades diàries de la temperatura de l'aire, mitjana, màxima i mínima, registrada a 24 punts d'observació ben distribuïts pel territori, i que cobreixen el període 1950-2020. En una anàlisi del conjunt de Catalunya, el 2020 ha estat el setè any més càlid d'ençà que hi ha registres, amb una anomalia de + 1,04°C. La temperatura a Catalunya és actualment 1,8°C superior a la de mitjan segle XX, a un ritme de creixement de +0,26 °C/decenni (+0,40°C els darrers tres decennis), un valor estadísticament significatiu per a un nivell de confiança del 95%. L'estiu segueix essent l'època de l'any en què més s'ha

incrementat la temperatura, $+0,37\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{decenni}$, és a dir, actualment la temperatura a l'estiu és $2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ més alta que a mitjan segle XX i, geogràficament, l'increment tèrmic des de 1950 a Catalunya és força uniforme.

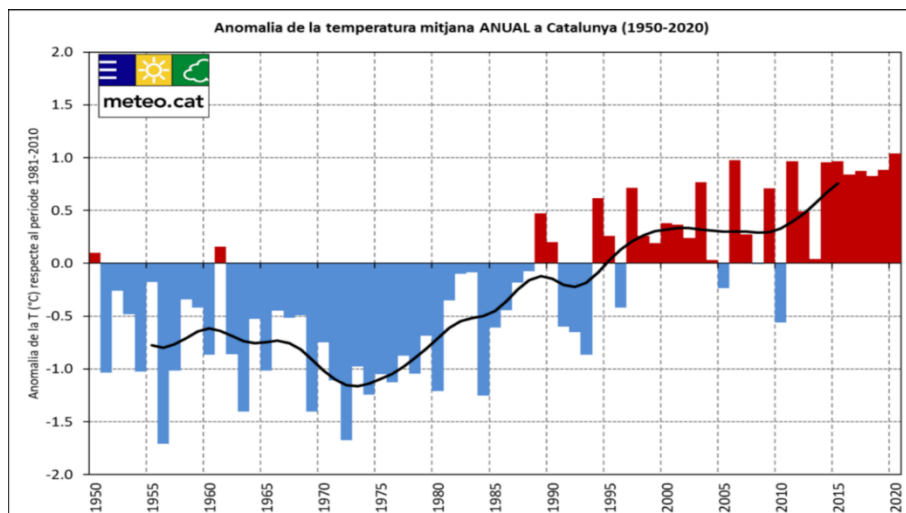


Figura 1: Gràfic de l'anomalia de la temperatura mitjana anual al conjunt de Catalunya (període 1950-2020). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (BAIC 2020).

A l'Observatori Fabra, la temperatura mitjana ha estat de $16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, el 6è valor més alt de la sèrie històrica. L'anomalia respecte de la mitjana climàtica 1961-1990 és de $+1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura màxima mitjana ha estat de $20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, la mateixa que els dos anys precedents 2020 i 2019, i la temperatura mínima mitjana de $12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, cinc dècimes inferior a la del 2020 i igual a la del 2019. Aquests valors suposen una anomalia de $+2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivament. Els mesos de l'any amb anomalia positiva més alta han estat de gener a març, el període de juny a octubre on destaca sobretot el juny amb una anomalia de $+3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

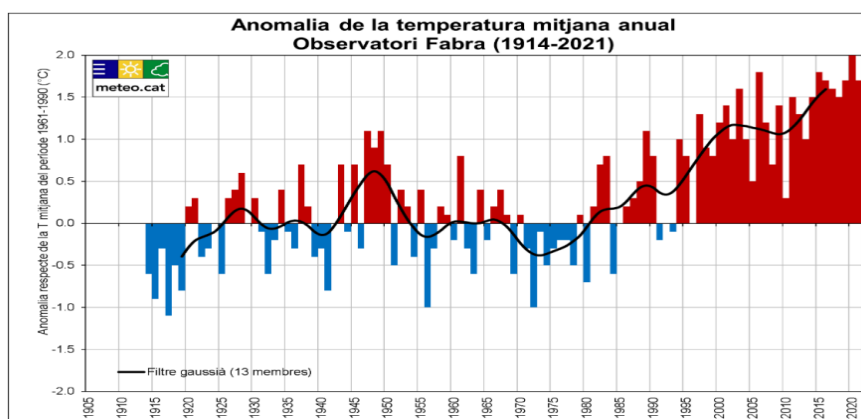


Figura 2: Gràfic de l'anomalia de la temperatura mitjana anual a l'Observatori Fabra (1914-2021). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (2022).

A l'Observatori de l'Ebre, la temperatura mitjana de l'any 2021 ha estat de $18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, i se situa com a 6è valor més alt de la sèrie històrica de 117 anys. L'any més càlid fins ara és el 2019

amb 18,9 °C de temperatura mitjana, seguit dels anys 2017, 2018 i també del 2020 amb 18,8 °C. El valor suposa una anomalia respecte de la mitjana climàtica 1961-1990 de +1,4 °C. La temperatura màxima mitjana del 2021 ha estat de 23,7 °C, vuit dècimes inferior a la del 2020, mentre que la temperatura mínima mitjana ha estat idèntica a la del 2020, de 13,0 °C, valors que suposen una anomalia de +1,4 °C i +1,5 °C respectivament respecte del mateix període de referència. Excepte abril, octubre i novembre tots els mesos han estat càlids, sobretot els del període de maig a setembre, i també desembre.

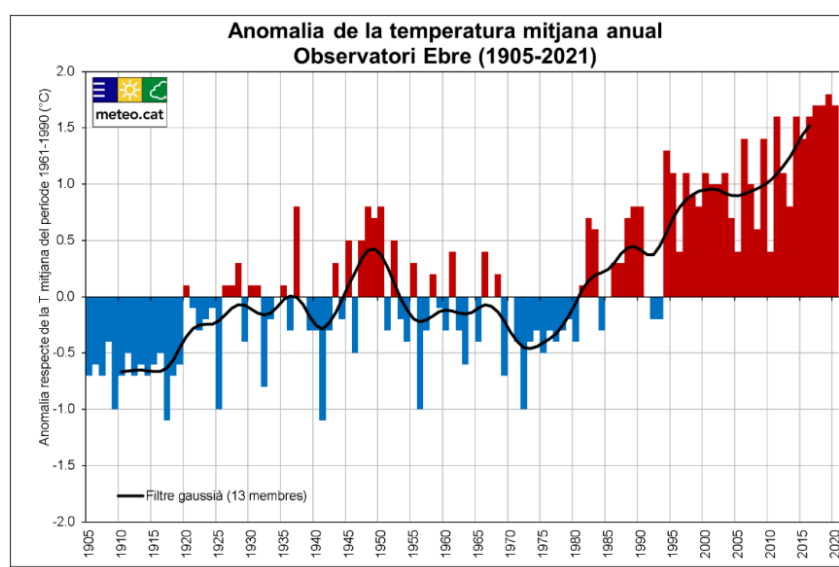


Figura 3: Gràfic de l'anomalia de la temperatura mitjana anual a l'Observatori de l'Ebre (1905-2021). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (2022).

Precipitació



- Anomalia de precipitació mitjana a l'estiu a Catalunya (1950-2020)

Aquest indicador es basa en les dades diàries de la precipitació registrada a 70 punts d'observació ben distribuïts pel territori, i que cobreixen el període 1950-2020.

L'any 2020 va ser un any plujós considerant tot Catalunya, amb una anomalia mitjana de +29,1 %. En valor mitjà, la precipitació anual a Catalunya actualment ha disminuït uns 50 mm respecte la precipitació anual de mitjan segle XX (ritme de decreixement de -1,2 %/decenni). El valor de la tendència mitjana de la precipitació d'estiu per als darrers 71 anys (1950-2020) és d'un -5,3%/decenni, i és un descens estadísticament significatiu (l'única estació de l'any que presenta aquest comportament per a la precipitació). Aquest valor equival a dir que la precipitació estival actualment a Catalunya, en valor mitjà, ha disminuït una mica més del 38 % respecte la de mitjan s. XX, percentatge que equival a una quantitat de precipitació propera als 45 mm. Es mantenen les dues zones concretes de Catalunya que donen un lleuger augment de la precipitació anual des de 1950: al litoral Nord i la zona entre la Conca de Barberà, l'Urgell i les Garrigues.

Tant pel que fa a l'Observatori Fabra com al de l'Ebre, no s'aprecia cap tendència conclouent en la precipitació anual o estacional als dos observatoris des de principis del segle XX.

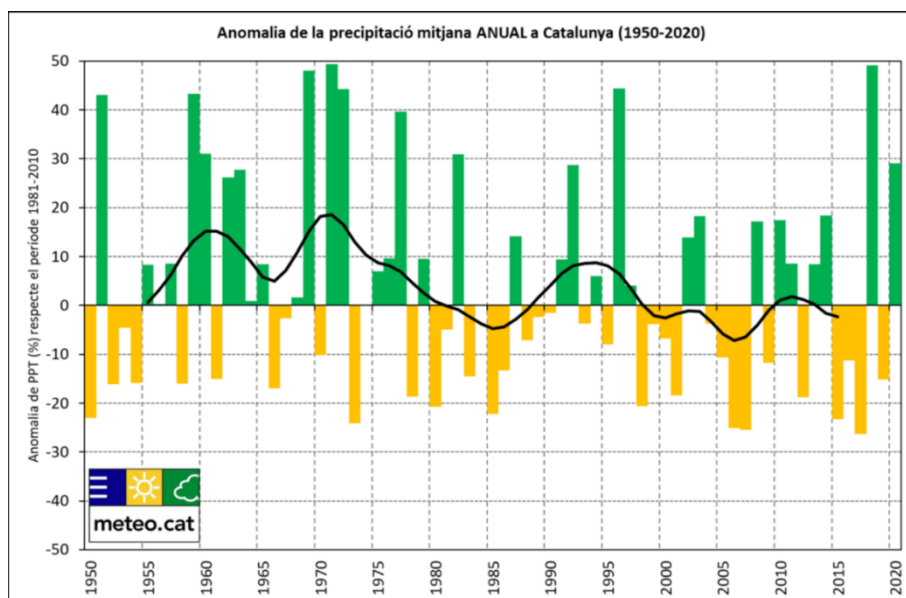


Figura 4: Gràfic de l'anomalia de la precipitació anual a Catalunya. Font: Servei Meteorològic de Catalunya (BAIC 2020).

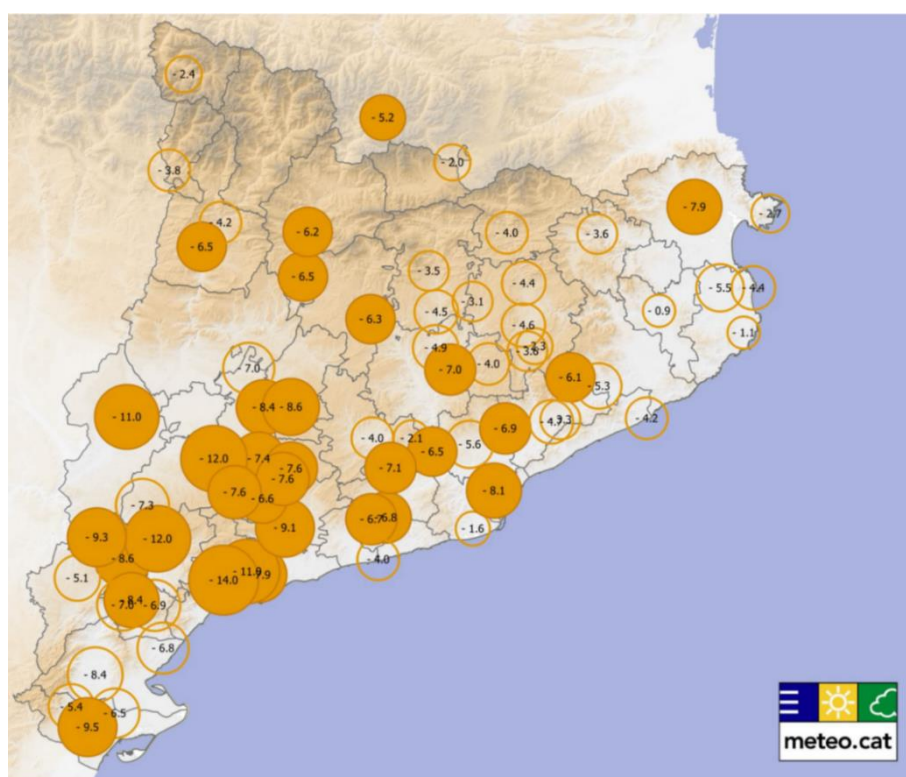


Figura 5: Mapa de distribució territorial de la tendència de la precipitació d'estiu per al període 1950-2020 (%/decenni). L'àrea dels cercles és proporcional al valor de la tendència decennal. El cercle sòlid indica que l'increment és estadísticament significatiu. Font: Servei Meteorològic de Catalunya (2020).

Temperatura i nivell de l'aigua del mar



- Temperatura i nivell de l'aigua del mar a l'Estartit des del 1974

Els mars i els oceans tenen un paper molt important en l'evolució i variabilitat del clima. D'una banda, per la seva interacció amb l'atmosfera i, de l'altra, perquè actualment absorbeixen al voltant del 25% del CO₂ que s'emet anualment a l'atmosfera com a conseqüència de l'activitat antropogènica. Les observacions de les diferents variables marines provenen de l'observatori de l'Estartit (el Baix Empordà), gràcies a la dedicació del Sr. Josep Pascual. La temperatura de l'aigua del mar es mesura a dues milles mar endins del port de l'Estartit i a poc més d'una milla de les Illes Medes (42° 03' N, 3° 15' 15" E). En aquest punt de 90 metres de fondària es prenen mesures de la temperatura de l'aigua en superfície i a 20, 50 i 80 m de profunditat. L'any d'inici de les observacions varia segons la profunditat, però la sèrie més llarga és la mesura en superfície (des de 1969). La mitjana climàtica de la temperatura de l'aigua del mar a l'Estartit pren com a referència el període 1981-2010.

La temperatura mitjana anual de l'aigua del mar s'ha incrementat de manera significativa a tots els nivells des de 1974. En el període 1974-2020, la temperatura de l'aigua del mar a l'Estartit augmenta a un ritme de +0,3 °C/decenni en els primers 50 m de profunditat, i a un ritme de +0,2 °C/decenni a 80 m de fondària. Estacionalment, són la tardor i l'estiu les èpoques de l'any que registren una tendència més evident cap a l'escalfament, especialment a 20 m i a 50 m de profunditat, amb valors que superen els +0,30 °C/decenni.

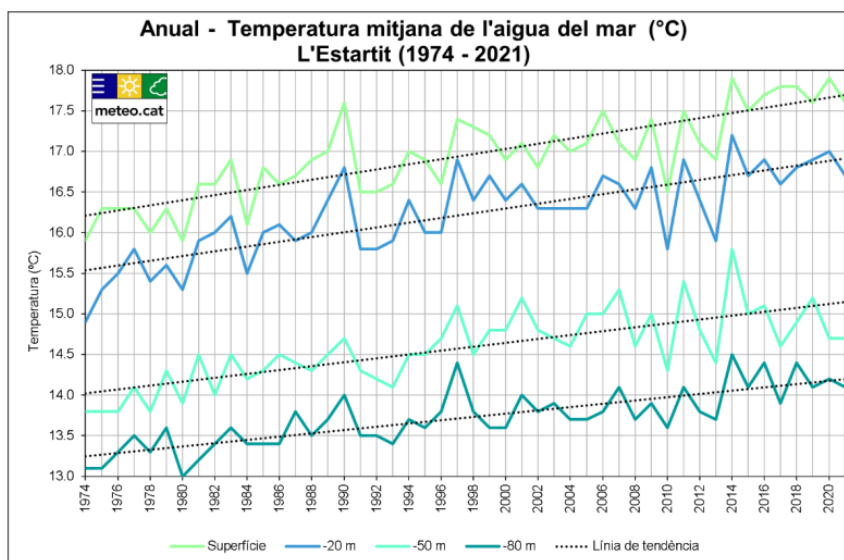


Figura 6: Gràfica de l'increment de la mitjana anual de temperatura de l'aigua del mar a l'Estartit a diferents fondàries (1974-2021). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (2022).

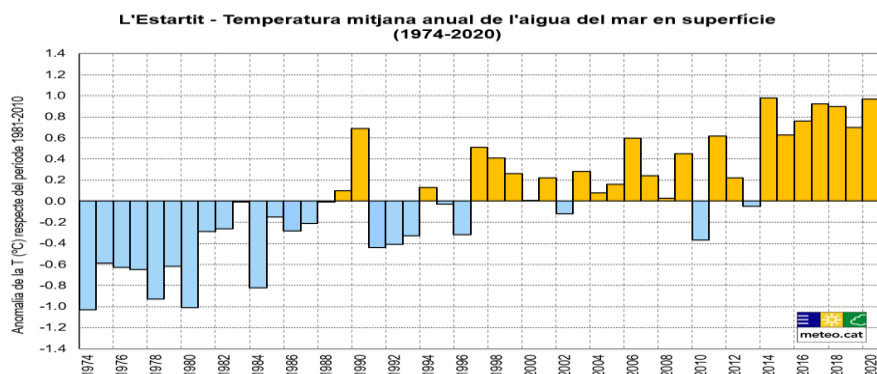


Figura 7: Gràfica de l'evolució de la temperatura mitjana de l'aigua del mar en superfície a l'Estartit (1974-2020).
Font: Servei Meteorològic de Catalunya (2020).

D'altra banda, la mesura del nivell del mar es realitza amb un mareògraf ubicat al port de l'Estartit. La sèrie d'observacions es va iniciar l'any 1990. En aquesta zona del Baix Empordà s'eleva a un ritme de +3,2 cm/decenni en el període 1990-2019. Aquest valor és coherent amb el registrat a Europa (entre 2 i 4 cm/decenni) i al món (+3,1 cm/decenni), tal com revela l'informe de l'estat del clima a Europa 2020 (Copernicus, 2021). L'augment de nivell del mar té efectes sobre les inundacions i l'erosió de la franja costanera. L'episodi més important relacionat amb el mar de l'any 2020 va ser el temporal Glòria o de Santa Agnès. L'estudi de l'evolució del nombre de temporals de mar a l'Estartit des de 1966 mostra una tendència positiva (augment) de +0,5 temporals per decenni, valor estadísticament significatiu. A més, l'alçada màxima de les onades del temporal més dur de cada any també presenta una tendència a l'augment estadísticament significativa per al període 1977-2020 que caldrà seguir.

El nivell mitjà del mar a l'Estartit és més elevat a la tardor, fet estretament relacionat amb el valor de la pressió atmosfèrica. El ritme d'augment del nivell del mar és màxim a la primavera, amb una tendència de +3,8 cm/dec.

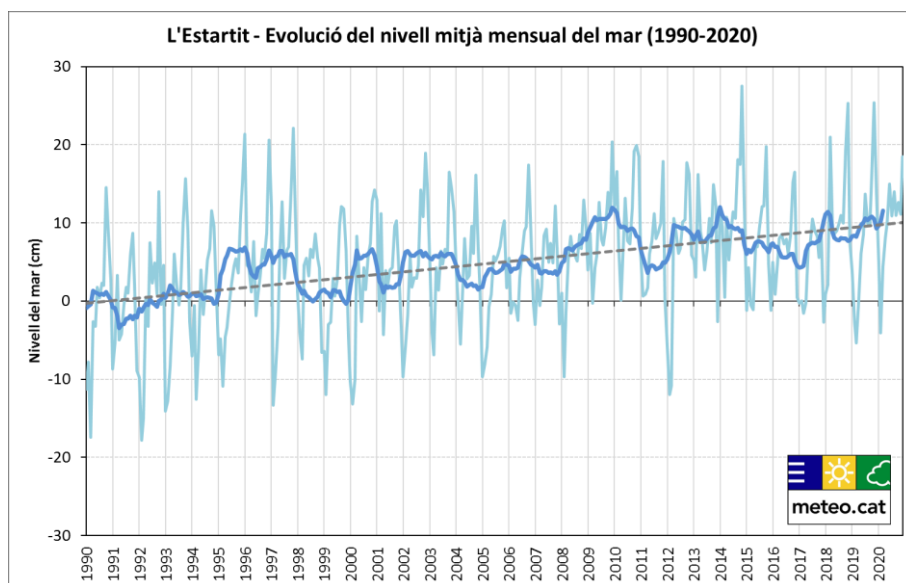


Figura 8: Gràfica de l'evolució del nivell mitjà mensual del mar a l'Estartit (1990-2020). Servei Meteorològic de Catalunya (BAIC 2020).

Índexs climàtics

A continuació, es reproduïen les dades dels índexs climàtics (termomètrics i pluviomètrics). Aquests índexs foren dissenyats per [l'Expert Team on Climate Change Detection and Indices \(ETCCDI\)](#) i tenen com a objectiu analitzar situacions climàtiques extremes.

Els índexs són calculats a partir de dades diàries de la temperatura de l'aire, tant màxima com mínima, i de la precipitació registrada a 24 punts d'observació ben distribuïts pel territori, i que cobreixen el període 1950-2020.



- Índexs climàtics termomètrics
 - DE30, Dies de Calor = dies amb TX (temperatura màxima) > 30 °C.
 - DGe0, Dies de Glaçada = dies amb TN (temperatura mínima) < 0 °C.
 - NT20, Nits Tropicals = dies amb TN (temperatura mínima) > 20 °C.

Els índexs d'extrems càlids de temperatura, tant diürns com nocturns, presenten una tendència estadísticament significativa a tot el país. Augmenten el nombre de dies càlids, d'estiu i de calor, el nombre de nits tropicals i càlides, així com l'amplitud tèrmica anual i la durada de ratxa càlida. Per una altra banda disminueixen els dies freds i les nits fredes.

DE30, Dies de Calor = dies amb TX (temperatura màxima) > 30 °C.

Totes les sèries presenten una tendència positiva estadísticament significativa tret de Ransol, però cal tenir en compte que en aquest punt hi ha pocs dies amb una TX superior als 30 °C.

DGe0, Dies de Glaçada = dies amb TN (temperatura mínima) < 0 °C.

A totes les sèries estudiades disminueixen els “Dies de glaçada” (dies amb temperatura mínima per sota de 0 °C, però la tendència és estadísticament significativa en el 80% de les sèries. La reducció més important s’obté, com és d’esperar, en indrets elevats i/o allunyats de la influència del mar, com per exemple Vielha i Ransol (amb una disminució de 5,6 dies de glaçada per decenni) o Tremp (–4,6 dies/dec).

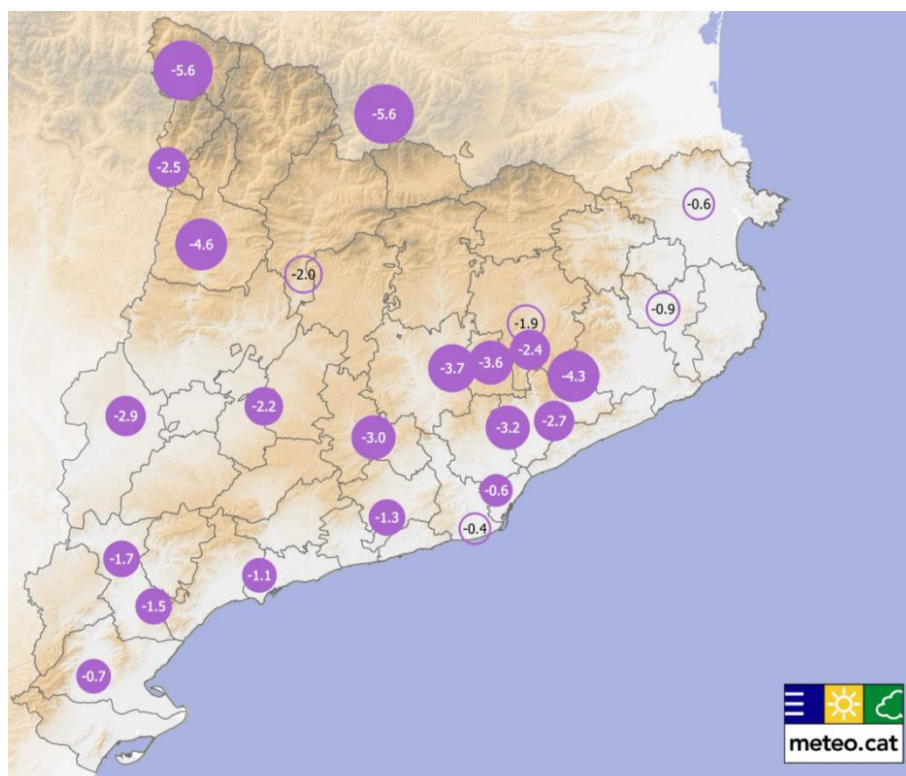


Figura 9: Mapa de l'index climàtic termomètric “Dies de glaçada (dies/decenni) 1950-2020”. Font: Servei Meteorològic de Catalunya (BAIC 2020).

NT20, Nits Tropicals = dies amb TN (temperatura mínima) > 20 °C.

El nombre de dies en què la temperatura mínima és superior als 20 °C tendeix a l'augment a tot Catalunya amb significació estadística tret de la sèrie del Puig Sesolles. Les tendències més importants són a la costa i al prelitoral: +5,4 dies per decenni a l'Aeroport del Prat, +5,2 dies/dec a l'Obs. de l'Ebre i +4,9 dies/dec a l'Aeroport de Reus.

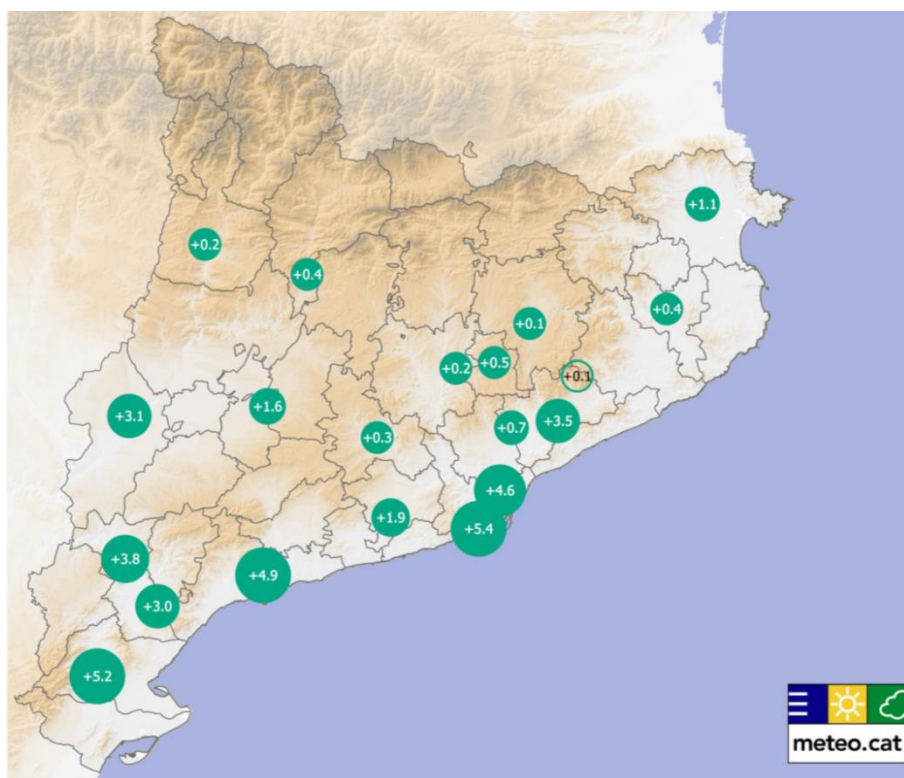


Figura 10: Mapa de l'índex climàtic termomètric "Nits tropicals (dies/decenni) 1950-2020". Font: Servei Meteorològic de Catalunya (BAIC 2020).



- Índexs climàtics pluviomètrics
 - LMRS, Longitud màxima de la ratxa seca = màxim de dies consecutius amb PPT (precipitació) < 1,0 mm.
 - DP50, Nombre de dies amb precipitació molt abundant = dies amb PPT > 50 mm.
 - Índex de precipitació estàndard (IPE) = Sequera pluviomètrica.

Els índexs extrems associats a la precipitació no mostren una tendència uniforme a tot el territori, així com una manca de significació estadística a la majoria de sèries analitzades.

Pel que fa a LMRS només té una tendència a l'augment estadísticament significativa a dues sèries: l'Observatori Fabra i l'Aeroport de Barcelona, amb valors entre +1,8 dies/dec. La resta de sèries presenten tendències positives excepte Vielha, però sense significació estadística.

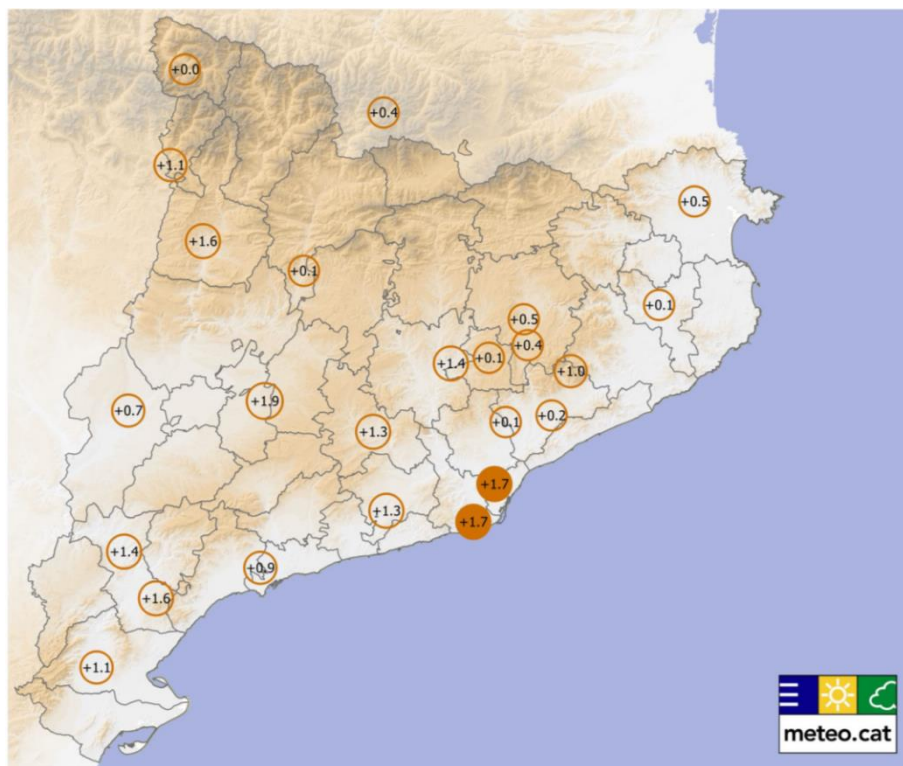


Figura 11: Mapa de l'índex climàtic pluviomètric "Longitud màxima de la ratxa seca" (dies/decenni). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (BAIC 2020).

DP50, Nombre de dies amb precipitació molt abundant = dies amb PPT (precipitació) > 50 mm

No hi ha tendències marcades en el nombre anual de dies amb una precipitació molt abundant (igual o superior a 50 mm).

Índex de precipitació estàndard (IPE) = Sequera pluviomètrica.

La intensitat i durada de les sequeres ha anat augmentat durant els últims decennis en el conjunt de Catalunya. En canvi, els períodes humits són menys extensos i intensos espacialment i temporal.

En els darrers tres decennis destaca la presència de tres períodes secs importants, tant en durada com intensitat: 1998-2000, 2004-2008 i 2015-2017. En canvi, a l'inici de les sèries dominaven els períodes humits. Ambdues evolucions mostren una certa tendència a l'augment tant en la freqüència com en la intensitat dels períodes secs, sobretot per als darrers dos decennis.

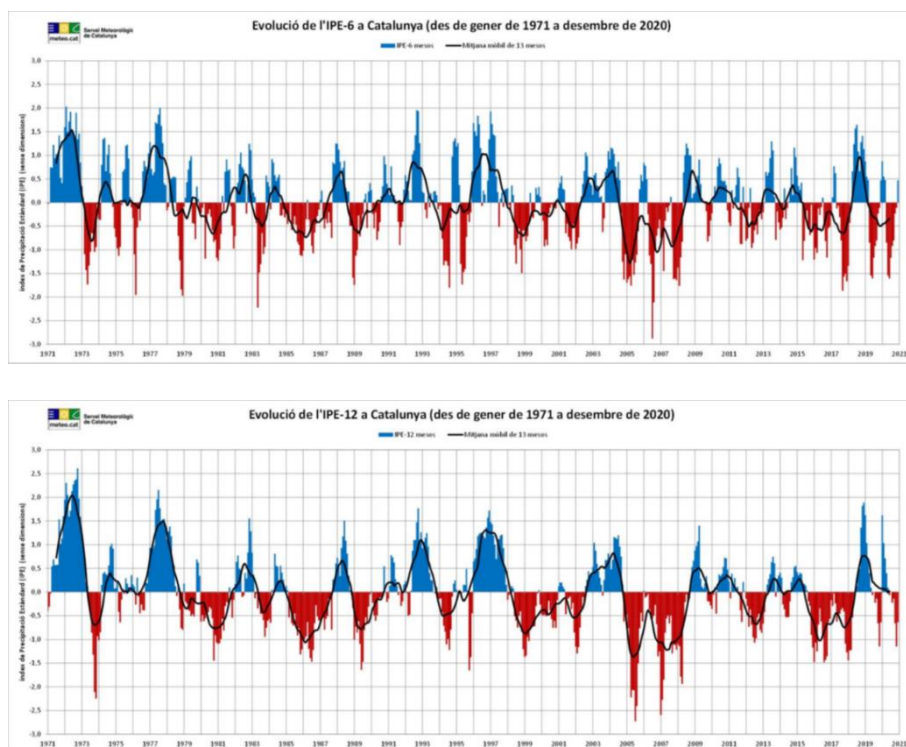


Figura 12: Evolució temporal mensual de l'Índex de Precipitació Estàndard a 6 mesos (IPE-6, a dalt) i a 12 mesos (IPE-12, a baix) per al conjunt de Catalunya durant el període de gener de 1971 fins a desembre de 2020. Les barres blaves representen valors de l'índex positius (superàvit de precipitació) i les barres vermelles corresponen a valors negatius (dèficit de precipitació). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (BAIC 2020).

Gruix de neu als Pirineus i estat de les glaceres



• Gruix de neu als Pirineus i estat de les glaceres

Les dades de cobertura de neu provenen de la informació instrumental existent i de l'obtinguda de les imatges dels satèl·lits MODIS, LANDSAT-8 i SENTINEL-2 en el marc del projecte [CLIMPY de l'Observatori Pirinenc del Canvi Climàtic](#), el qual té per objectiu conèixer l'evolució i les tendències del clima dels Pirineus en el context de canvi global. Aquest projecte ha estat cofinançat pel Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A Espanya-França-Andorra (POCTEFA 2014-2020).

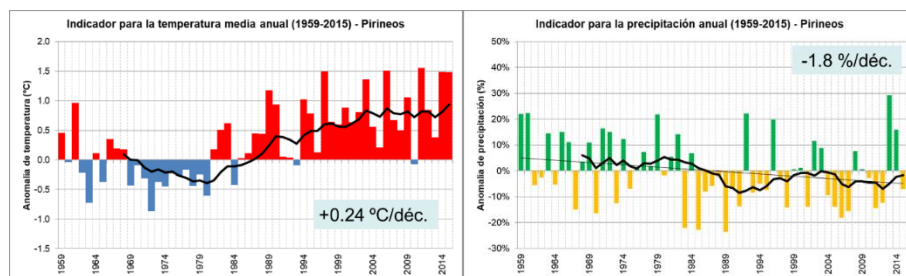


Figura 13: Gràfiques de l'evolució de la temperatura mitjana anual i la precipitació anual (1959-2015) als Pirineus. Font: Observatori Pirinenc del Canvi Climàtic (OPCC) (2018).

L'anàlisi de l'evolució del mantell de neu durant l'últim mig segle presenta algunes llacunes ja que no existeix una sèrie de dades històrica continua i robusta, conseqüència de la dificultat en la instal·lació i manteniment de l'instrumental a mesura que incrementa l'alçada. Tot i això, es presenten les dades obtingudes a partir del model Crocus (MétéoFrance) per estudiar l'evolució del gruix mitjà de neu i la durada mitjana de la neu a terra. Per ambdues variables, les dades mostren una tendència estadísticament significativa a una altitud de 2100 m ($p < 0.05$), però no a una altitud de 1500 m ($p > 0.05$).

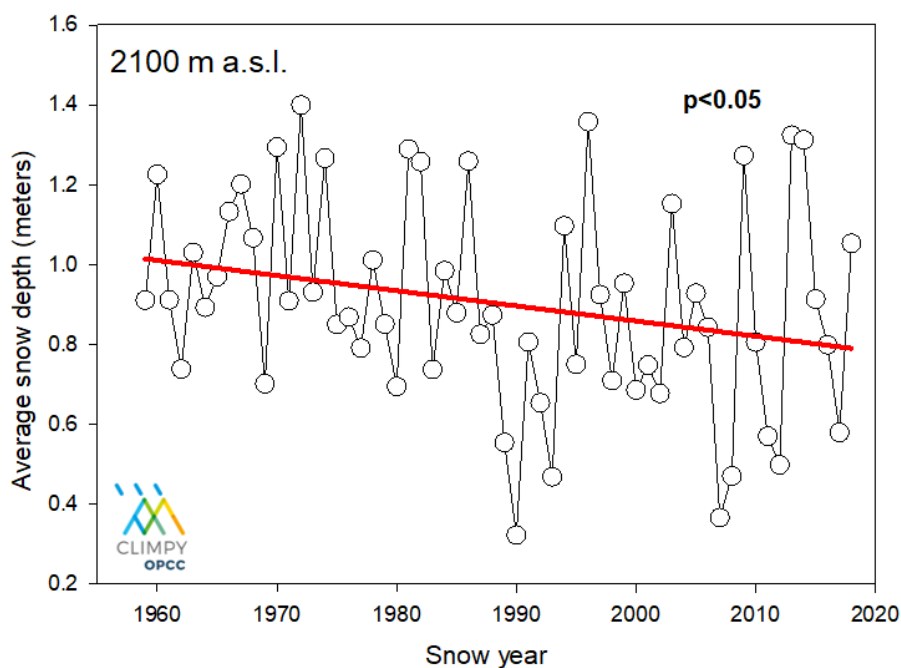


Figura 14: Evolució del gruix mitjà de neu (en metres) a 2100 metres als Pirineus durant els mesos entre desembre i abril per al període 1958-2017. Projecte CLIMPY. Observatori Pirinenc del Canvi Climàtic (OPCC).

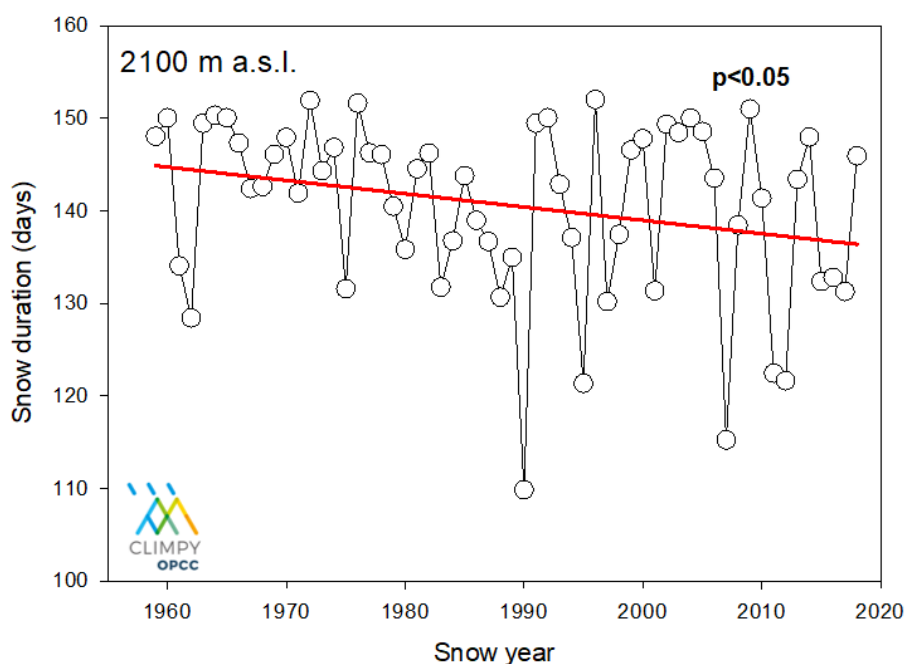


Figura 15: Evolució de la durada mitjana de la neu a terra (en nombre de dies) a 2100 metres als Pirineus durant els mesos entre desembre i abril per al període 1958-2017. Projecte CLIMPY. Observatori Pirinenc del Canvi Climàtic (OPCC).

Paral·lelament als registres instrumentals convencionals, també existeixen altres fonts d'informació indirectes que permeten copsar la influència i l'evolució del clima en els Pirineus. És el cas de les observacions de glaceres a les àrees més elevades del Pirineu occidental català, que han pogut ser analitzades en detall a partir d'imatges i fotografies preses des del decenni de 1980. El [Tercer Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya](#) alerta que ja no hi ha cap aparell glacial visible, i únicament s'intueix l'existència d'una glacera rocallosa al massís del Besiberri. Les pèrdues actuals de gruix de gel són d'1,5 cm/any i tripliquen les mitjanes del període 1985-2005, que se situaven entre els 0,45 i 0,60 cm/any segons els sectors. Quant a les pèrdues d'extensió, el retrocés continua en la línia dels darrers anys. Les imatges comparatives continuen evidenciant la ràpida fusió del gel. Les dades i observacions d'en Jordi Camins, expert en glaciologia i observador, mostren com la glacera oriental de la Maladeta, a tall d'exemple, ha retrocedit 127,5 metres entre el 2011 i el 2020 (14,2 metres/any). El retrocés d'aquesta glacera ha estat de 305,3 metres entre els anys 1992 i 2020.



Glacera oriental de la Maladeta, any 2005. Jordi Camins



Glacera oriental de la Maladeta, any 2020. Jordi Camins

Observacions fenològiques



- Observacions fenològiques a la Serra d'Almos (Ribera d'Ebre)

La fenologia és la branca de l'ecologia que descriu i estudia les relacions entre els factors climàtics i les manifestacions estacionals o periòdiques de les espècies (floració de les plantes, migració dels ocells, etc.). Són nombrosos els estudis a Catalunya sobre els canvis fenològics associats al canvi climàtic en diversos grups d'organismes vegetals o animals, posant de manifest l'enorme sensibilitat d'alguns d'aquests organismes fins i tot a les més petites variacions del clima i, per tant, la seva vàlua com a bioindicadors del canvi climàtic.

Els principals canvis observats de l'evolució del clima durant els darrers 30 anys mostren modificacions substancials en molts aspectes de la biologia dels ocells, i en general es pot

parlar d'un avançament de l'arribada primaveral a les àrees de cria europees d'entre 10 i 12 dies en aquests tres darrers decennis ([Guia bàsica d'observacions fenològiques FenoCat, SMC, 2013](#)). Aquesta resposta ha estat amb un augment de temperatura de l'ordre d'1°C, una magnitud inferior a les projeccions per a les properes dècades ([TICCC, 2016](#)), fet que posa de manifest l'enorme sensibilitat dels organismes fins i tot a les més petites variacions del clima i, per tant, la seva vàlua com a bioindicadors del canvi climàtic. Pel que fa als canvis observats en altres organismes com plantes o insectes, aquests indiquen l'avançament de diversos esdeveniments fenològics clau, com ara la brostada o la floració, com a conseqüència de l'augment de les temperatures. En papallones, diversos treballs basats en un seguiment continuat de les poblacions indiquen canvis en la fenologia i en la distribució de moltes espècies, relacionats també amb l'escalfament global i l'augment de la sequera.

L'ESCACC30 recull el seguiment fenològic a la Serra d'Almos (la Ribera d'Ebre), gràcies a la gran dedicació d'en Josep Borrell, qui disposa d'observacions de diferents estadis fenològics de 19 espècies vegetals i 5 d'ocells fetes des de l'any 1971 fins a l'actualitat. Les dades indiquen que en els darrers 48 anys, ha avançat la data de la floració i de la maduració del fruit de diferents espècies vegetals, mentre que s'ha endarrerit la data de caiguda de les fulles. En paral·lel, l'oreneta vulgar ha avançat la seva arribada a la zona d'estudi uns 24 dies de mitjana en els darrers gairebé 50 anys, i també ha avançat la seva migració uns 22 dies durant el mateix període. L'avanç o el retard en la data d'observació d'un determinat estadi fenològic estaria molt més correlacionat amb la temperatura que amb la precipitació.

Espècie	Fenofase	# anys	Tendència (avanç)	
			dies/dec.	dies
Oreneta vulgar	Arribada	47	-5,2	-24,4
	Migració	48	-4,5	-21,8
Albercoquer	Floració	47	-2,2	-10,2
	Maduració del fruit	47	-6,0	-28,0
Perera	Maduració del fruit	48	-7,8	-37,4
Pomera	Maduració del fruit	47	-4,0	-19,0
Presseguer	Floració	47	-1,8	-8,4
	Maduració del fruit	48	-4,4	-21,1
Olivera	Floració	45	-4,3	-19,4
	Recol·lecció	48	-3,5	-17,0
Vinya	Floració	48	-2,2	-10,6
	Maduració del fruit	48	-2,9	-14,0
Patates	Recol·lecció	48	-2,8	-13,3

Espècie	Fenofase	# anys	Tendència (retard)	
			dies/dec.	dies
Albercoquer	Caiguda de fulles	48	+3,5	+16,8
Cirerer	Caiguda de fulles	46	+2,5	+11,5
Perera	Caiguda de fulles	48	+4,2	+20,1
Pomera	Caiguda de fulles	48	+4,8	+22,8
Presseguer	Caiguda de fulles	47	+2,8	+13,2
Figuera	Caiguda de fulles	46	+2,8	+13,0
Noguera	Caiguda de fulles	46	+3,5	+16,3
Ametller "Llangueta"	Caiguda de fulles	45	+4,3	+19,1
Avellaner	Caiguda de fulles	44	+2,5	+10,8
Vinya	Caiguda de fulles	46	+2,7	+12,4
Faves	Sembra	48	+1,5	+7,2
Patates	Sembra	47	+1,9	+9,2

Figura 16 i figura 17: Taula d'observacions fenològiques de la Serra d'Almos (la Ribera d'Ebre) de 19 espècies vegetals i 5 d'ocells des de l'any 1971 fins a l'actualitat. Font: Servei Meteorològic de Catalunya (BAIC 2018).

A desembre de 2020, la Xarxa Fenològica de Catalunya ([FenoCat](#)) disposa de 54 punts d'observació operatius repartits per tot el país, aportant informació des de 28 comarques diferents. Les mesures definides a causa de la pandèmia per COVID-19 han afectat significativament 17 punts d'observació (reducció d'un 20% del nombre d'observacions) i han impedit la posada en marxa durant el 2020 d'altres 9 punts d'observació.

En els vuit anys d'existència de la FenoCat, es disposa de més de 920.000 observacions fenològiques, de les quals un 76,9 % són d'espècies vegetals i un 23,1 % són d'espècies

animals (ocells i papallones). La informació fenològica s'agrupa en l'evolució de les fenofases plantes silvestres, arbres fruiters i l'arribada d'ocells de primavera-estiu.

A partir de les observacions recollides encara no es poden donar resultats concloents sobre l'avanç o el retard en la data d'observació d'un determinat estadi fenològic, però sí que es pot fer una primera anàlisi de la relació clima - fenologia.

Episodis de vent fort i temps violent



Tot i no haver-hi sèrie històrica, el Servei Meteorològic disposa d'un registre d'episodis de vent fort i de temps violent (esclafit, tornado o mànega; vent convectiu; pedra de més de 2 cm de diàmetre, calamarsa) ocorreguts els darrers anys i recollits al [Butlletí Climàtic Anual](#).

Figura 32. Calendari dels dies de calamarsa, pedra i temps violent del 2021

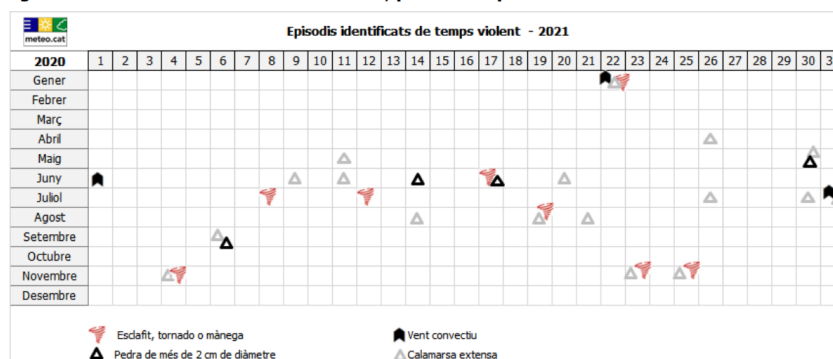


Figura 18: Calendari de dies identificats de temps violent (2021). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (Butlletí Climàtic Anual 2021).

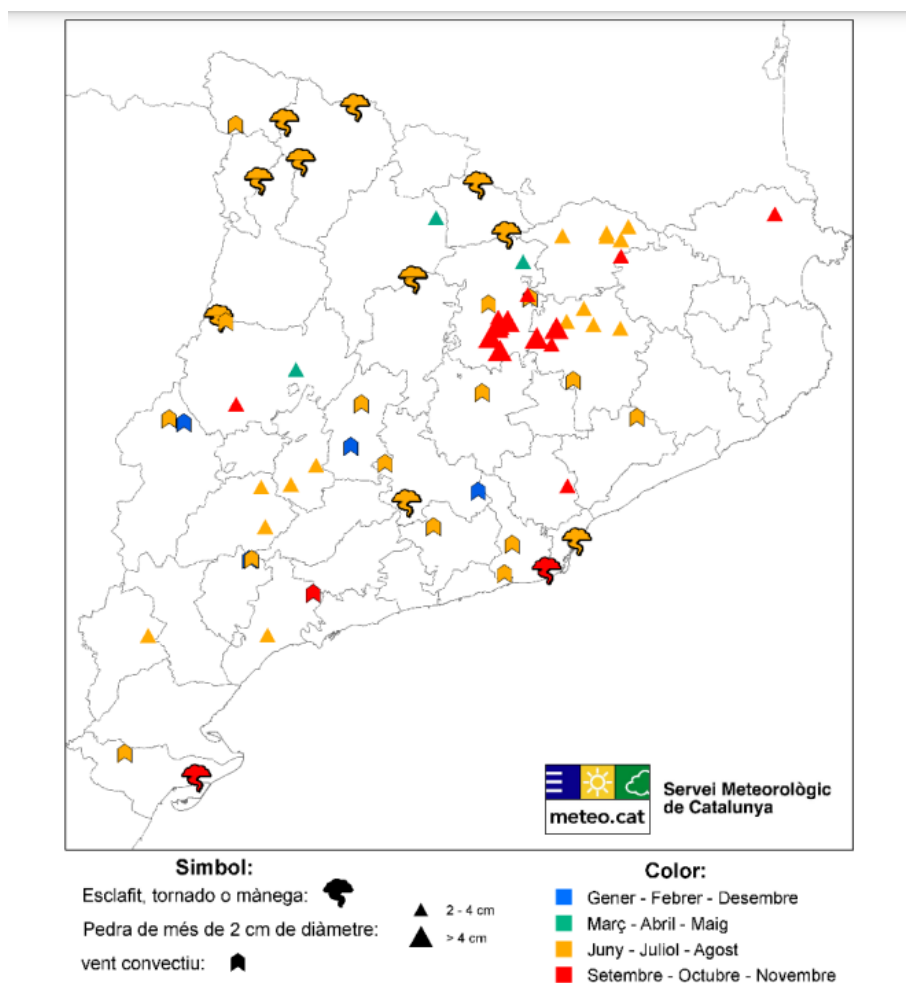


Figura 19: Mapa de distribució espacial i temporal temps violent (2021). Font: Servei Meteorològic de Catalunya, (Butlletí Climàtic Anual 2021).

En els últims anys hi ha hagut dos successos climatològics especialment rellevants i devastadors amb greus afectacions i pèrdues de vides humanes, materials i econòmiques:

- [Temporal de pluja del 22 d'octubre de 2019](#) (Baix Camp i la Conca de Barberà) amb quasi 300 mm de precipitació en 24h a la localitat de Prades, que ocasionà el desbordament del riu Francolí. El temporal provocà víctimes mortals, desapareguts, així com nombrosos danys materials.



Desbordament del riu Francolí al seu pas per l'Espluga de Francolí. Òscar Riera.

- [Temporal Glòria entre el 19 i el 23 de gener de 2020](#). La llevantada històrica del temporal Glòria va comportar registres de precipitació acumulada de més de 400 mm al Montseny i a punts de la Garrotxa; la nevada va deixar 50 cm al massís dels Ports i als pobles més elevats d'Osona, i acumulà 150 cm de neu nova als cims del Ripollès. Així mateix, el vent de gregal va bufar molt fort arreu del país, amb onades de fins a 7 m d'altura i danys generalitzats al litoral: en el cas del Delta de l'Ebre, el temporal inundà més de 2.300 hectàrees d'arrossars.

Els efectes del temporal Glòria han estat recollits en el [Report de resposta ràpida \(Miquel Canals i Jaume Miranda, Institut d'Estudis Catalans, agost 2020\)](#), el qual ofereix una anàlisi científica i tècnica del fenomen i les conseqüències i reflexions que cal fer per a instrumentar una via adaptativa a aquestes situacions dins la nostra societat. El capítol que aprofundeix sobre canvi climàtic i episodis extrems a Catalunya, conclou que *“el model de creixement i de planificació territorial ha incrementat el nostre grau d'exposició als episodis extrems i, per tant, la nostra vulnerabilitat. El temporal Gloria és un exemple del tipus de situacions que, d'acord amb les projeccions climàtiques, podrien augmentar en intensitat. Cal repensar què entenem per creixement i què entenem per planificació”*.

Així mateix, el treball elaborat per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya [El temporal Glòria. Els efectes dels processos geològics sobre el territori](#) (Col·lecció Monografies tècniques - 8. Any 2020), mostra els danys que es van produir sobre àrees urbanes, industrials, forestals, agrícoles, sobre el medi natural i sobre les infraestructures viàries i ferroviàries, la pèrdua de vides humanes... degut al desbordament de cursos fluvials i als processos d'erosió; a la variació de la línia de la costa (amb erosió i acumulació de sorres a les platges) i acumulacions de sorra a les desembocadures de cursos fluvials i als ports; el transport de flotants; la inundació marina...

La publicació fa referència a [l'informe de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic sobre l'impacte del temporal Glòria](#), el qual indica que les pèrdues econòmiques provocades per l'impacte del temporal ascendeixen a més de 518 milions d'€. Aquesta dada fou elaborada a partir del recull

de dades de premsa (nacional, comarcal, locals, xarxes socials, etc.) i d'altres fonts d'informació publicades.

Rest a clar, doncs, que els impactes del temporal Glòria foren més o menys greus en funció de la vulnerabilitat del territori afectat, és a dir, en funció del grau d'exposició, de la sensibilitat i de la capacitat adaptativa. A més sensibilitat i exposició, més vulnerabilitat. Això explicaria, per exemple, els estralls a la zona del Delta de l'Ebre en comparació al Baix Llobregat. En base als informes d'avaluació de danys realitzats per l'Ajuntament de Deltebre i pel Consell Comarcal del Baix Llobregat, l'import dels estralls fou de 10,1M€ i de 13,3M€, respectivament. Tot i això, el territori més vulnerable als impactes del Glòria va ser Deltebre, amb només 11.500 habitants i 107 Km², front als impactes a la comarca del Baix Llobregat, amb més de 800.000 habitants i 486 Km².



El Delta de la Tordera el dia 1 de febrer de 2020. Daniel Sierra.



Afectació del temporal Glòria al pont del Petrolí de Badalona. Lluís pf.



Afectació del temporal Glòria al Delta de l'Ebre. Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Evolució dels temporals de mar històrics a la costa catalana (1990-2020)

L'estudi, elaborat el 2021 pel Servei Meteorològic de Catalunya, en el marc del Projecte PIMA Adapta Costas, presenta les dades d'un total de 164 temporals registrats mitjançant les observacions de les boies oceanogràfiques del litoral i dades simulades amb un model d'onatge durant els darrers 30 anys.

Les dades mostren que tots els temporals tenen una alçada significativa màxima que oscil·la entre els 4 i els 9 metres. Aquesta alçada és més que suficient per causar danys personals i a les infraestructures portuàries, activitats pesqueres, vies de tren o carreteres. Pel que fa la durada dels temporals, alguns d'ells han tingut una durada de fins a 4 dies, amb danys molt rellevants per l'energia total acumulada dels mateixos.

Boia	Llindar baix (m)	Llindar alt (m)	Alçada màxima (m)	Durada màxima (h)	Número temporals
Barcelona	2,40	3,51	5.20	98	30
Begur	4,50	5,80	8.67	64	47
Llobregat	2,17	3,00	5.06	98	51
Palamós	2,70	3,90	7.90	84	46

Boia	Llindar baix (m)	Llindar alt (m)	Alçada màxima (m)	Durada màxima (h)	Número temporals
Roses	2,40	3,93	7.06	95	34
Tarragona exterior	2,81	3,99	7.60	78	38
Tarragona interior	1,70	2,20	4.10	72	91
Tordera	2,16	3,17	5.28	96	46
Tortosa	2,38	3,34	5.95	90	52
TOTAL					164

Figura 20: Taula dels llindars, alçades i durada màxima dels temporals registrats (Estudi de l'evolució dels temporals de mar històrics a la costa catalana (1990-2020). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (2021), Projecte PIMA Adapta Costas.

L'anàlisi de l'evolució de temporals observats per a totes les boies durant 30 anys presenta una ràtio d'uns 5 temporals marítims per any, amb especial referència a l'any 2003, amb un total d'11 episodis registrats.

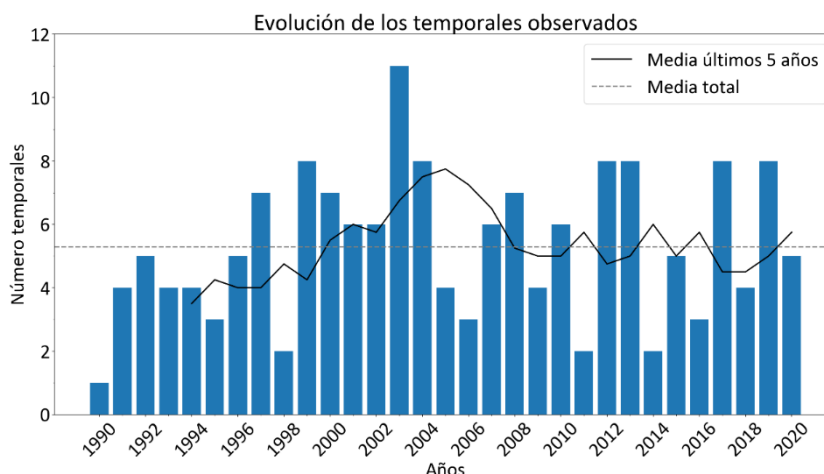


Figura 21: Gràfica del número de temporals registrats a la costa catalana 1990-2020 (Estudi de l'evolució dels temporals de mar històrics a la costa catalana (1990-2020). Font: Servei Meteorològic de Catalunya (2021), Projecte PIMA Adapta Costas.

Pel que fa a la tendència de l'alçada de l'onatge, duració i energia total, cap de les mateixes és estadísticament significativa.

L'estudi també realitza la classificació sinòptica dels temporals (cicló, advecció de l'est amb gota freda...) i realitza algunes simulacions amb els escenaris de canvi climàtic RCP8.5 i RCP4.5 per modelitzar el comportament d'aquestes situacions sinòptiques. Segons la modelització de l'onatge, l'estudi conclou que hi ha una tendència a l'augment de l'alçada de l'onatge a tot el litoral, i aplicant el nivell d'avís del SMC (onades > 2.5 m) s'han detectat 50 temporals a la costa nord i central. Aquests augmenten quan s'aplica el nivell d'alerta (onades > 4 m) amb 30 episodis a l'Empordà i 20 a les comarques de la Selva i el Maresme. A la meitat sud de Catalunya, el número d'episodis es redueix.

Per cloure aquest apartat sobre l'evolució de la climatologia a Catalunya, és menester fer una breu referència a les conclusions contingudes a [l'informe d'avaluació de les projeccions climàtiques emprades a l'ESCACC 2013-2020, per al període 2001-2018](#). Aquest informe, realitzat pel Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) per indicació de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic, compara la validesa de les projeccions climàtiques realitzades pel SMC amb les dades observades de temperatura i precipitació per al període comprès entre els anys 2001 a 2018. Les conclusions són les següents:

- 1.- Les tendències projectades per a la temperatura i la precipitació s'ajusten a les variacions a escala anual dels valors observats: augment de la temperatura mitjana anual i disminució de la precipitació mitjana anual.
- 2.- Reprodueixen acceptablement bé la probabilitat d'ocurrència d'algun any fred, d'algun any extremadament plujós o l'elevada ocurrència d'anys extremadament secs.
- 3.- Per a la temperatura mitjana anual les projeccions s'han quedat curtes a l'hora d'estimar tant l'augment de la temperatura observada com els valors anuals d'anomalia per al període

2001-2018. Per tant, molt probablement també es quedin curtes en l'avaluació del seu augment i l'evolució de les seves anomalies projectades per als propers decennis, especialment si les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle continuen al ritme actual.

4.- Per a la precipitació, en canvi, estarien subestimant la seva reducció a escala anual així com el seu rang de variabilitat interanual. Per tant, la projecció de reducció de la precipitació anual per als propers decennis podria ser encara més important que la projectada.

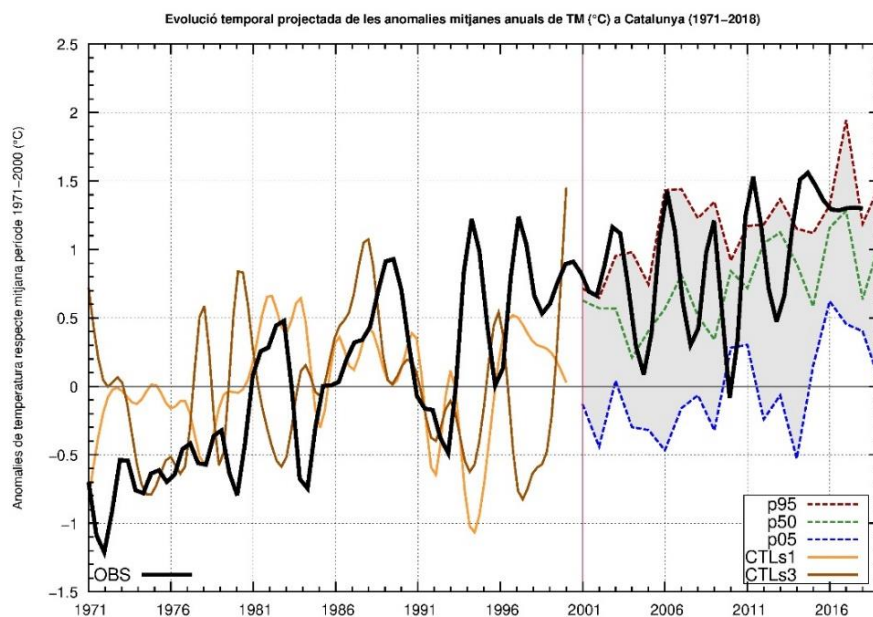


Figura 22: Evolució temporal (1971-2018) projectada i observada de les anomalies mitjanes anuals de temperatura (en °C) respecte dels seus valors mitjans (període de referència 1971-2000) per al conjunt de Catalunya.

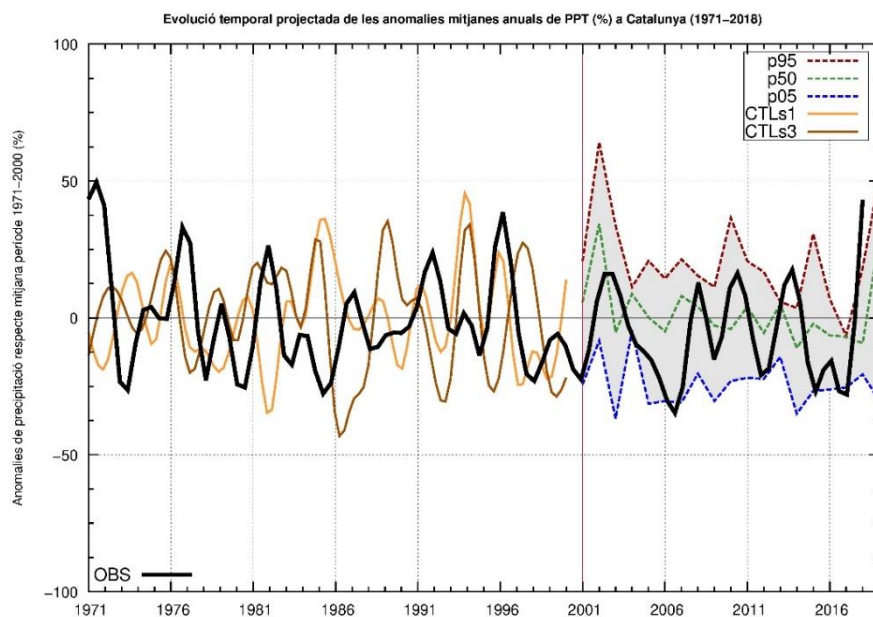


Figura 23: Evolució temporal (1971-2018) projectada i observada de les anomalies mitjanes anuals de precipitació (en %) respecte dels seus valors mitjans (període de referència 1971-2000) per al conjunt de Catalunya.



Imatge aèria des de Buda fins el Fangar. Parc Natural del Delta de l'Ebre. Generalitat de Catalunya.

3.- Projeccions climàtiques regionalitzades: escenaris 2030 i 2050

Aquest apartat sobre la diagnosi del canvi climàtic a Catalunya presenta els resultats i les conclusions de les últimes projeccions climàtiques a alta resolució (1km) en l'horitzó temporal 2030-2050 elaborades pel Servei Meteorològic de Catalunya, per encàrrec de l'OCCC, a partir dels escenaris globals d'emissions (RCP4.5 moderat i RCP8.5 intensiu) de gasos amb efecte d'hivernacle de l'informe (AR5) del Panell Intergovernamental d'Experts sobre Canvi Climàtic (IPCC). Les projeccions analitzen les variables temperatura mitjana, màxima i mínima, així com precipitació acumulada, tant a escala anual com estacional, i els índexs climàtics termomètrics i pluviomètrics ja definits a l'apartat anterior. El treball "[Escenaris climàtics regionalitzats a Catalunya: projeccions estadístiques regionalitzades a 1 km de resolució espacial \(1971-2050\)](#)", altrament conegut amb l'acrònim ESCAT2020, disposa d'un [resum executiu](#) i d'una [presentació](#) explicativa.

La principal conclusió de l'ESCAT2020 és que l'any 2050, respecte el període 1971-2000, tindrem un país més càlid i eixut. Així, la temperatura mitjana anual seguirà augmentant a tot el país, independentment de l'escenari, del model considerat o de l'escala temporal. Tant és així que pot augmentar fins a 3°C l'any 2050 en l'escenari d'emissions de GEH més intensiu (RCP 8.5). L'augment per a la temperatura màxima seria major que el projectat per a la temperatura mínima: 4 °C respecte 3 °C. Geogràficament, els majors increments projectats es localitzarien al Pirineu, i els menors a la franja litoral. Aquests increments de la temperatura comportarien una extensió dels valors estiuencs cap a finals de la primavera així com inici de la tardor. Les projeccions cap a finals de segle XXI configuren una acceleració evident en l'increment de la temperatura, que per a l'escenari més intensiu podria ser de fins a 6°C respecte de la mitjana climàtica 1971-2000.

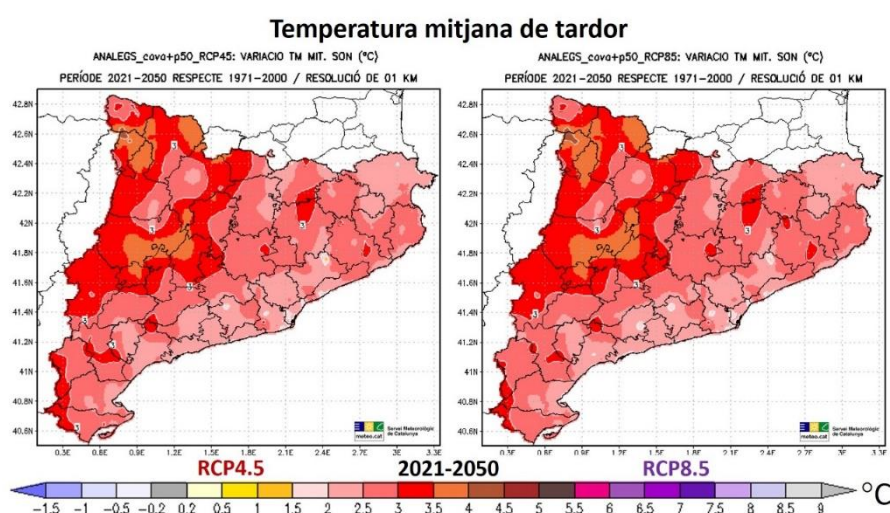


Figura 24: Variació de la temperatura mitjana a la tardor per al període 2021-2050 respecte el període 1971-2000 per als dos escenaris globals d'emissions. En tonalitats vermelloses, increments de temperatura (en °C).

Pel que fa als extrems climàtics tèrmics, els dies de calor (temperatura màxima superior o igual a 30°C), els dies tòrrids (temperatura màxima superior o igual a 35°C) i els dies lliures de glaçada es projecta que augmentin acusadament, i que per a l'escenari més intensiu podrien ser superiors als +50, +15 i +40 dies/any, respectivament. Les nits tropicals (temperatura mínima superior o igual a 20°C) podrien assolir increments a mitjan segle XXI de +25 dies/any a la façana litoral i sota el mateix escenari. Per contra, el nombre de dies de glaçada disminuirà de manera evident arreu, essent el Pirineu, amb una davallada de -60 dies/any, l'àrea més afectada.

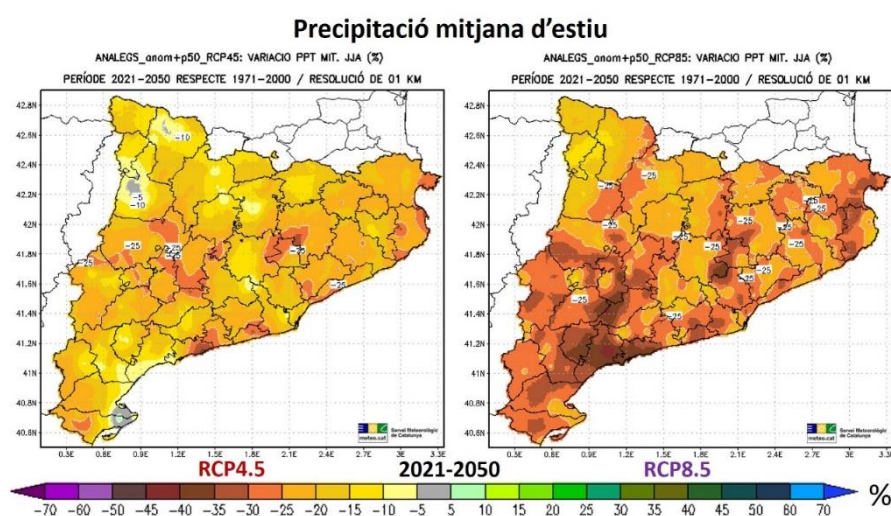


Figura 25: Variació de la precipitació mitjana a l'estiu per al període 2021-2050 respecte el període 1971-2000 per als dos escenaris globals d'emissions. En tonalitats marronoses, reduccions de precipitació (en %).

L'evolució projectada per a la precipitació presenta una gran variabilitat interanual, fet que fa difícil trobar una tendència clara i robusta en aquesta variable fins a mitjan segle XXI. Tot i aquesta incertesa, sembla que l'evolució assenyalava cap a una disminució general de la precipitació mitjana anual, especialment remarcable a l'estiu a tot el país. D'aquesta manera, podrien assolir-se valors de l'ordre del -40% per a tot el país i per a la precipitació mitjana anual, sent de l'ordre -45% a la primavera i del -75% a l'estiu. Geogràficament, les disminucions projectades en la precipitació cap al 2050 s'espera que siguin majors a l'extrem nord-est i al prelitoral tarragoní i, les menors, al Pirineu occidental.

Pel que fa als índexs d'extrems pluviomètrics, s'espera que la longitud màxima de la ratxa seca (dies consecutius amb una precipitació inferior a 1 mm) augmenti a tot el territori, especialment a la zona litoral-prelitoral i Terres de Ponent, on podria assolir-se un increment per damunt dels +20 dies cap al 2050.

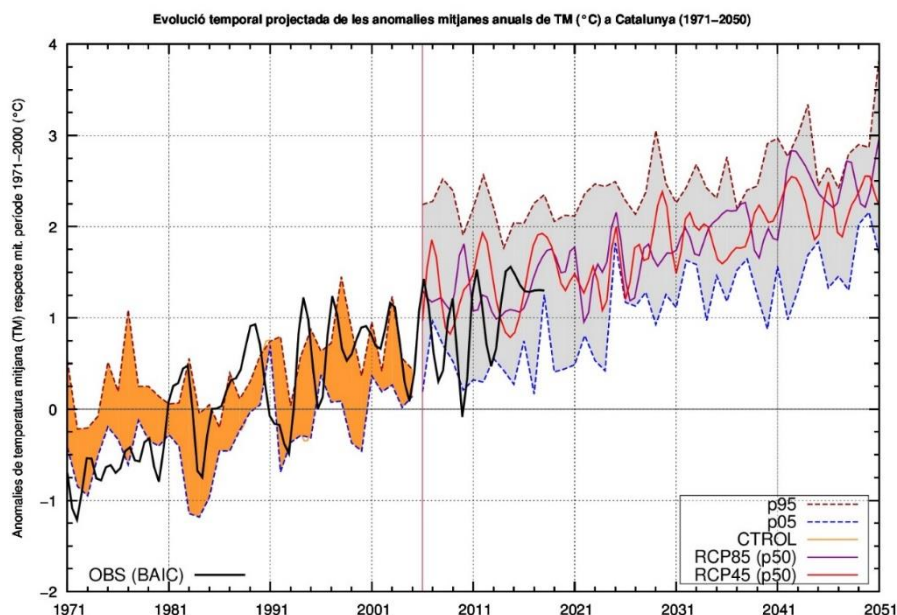


Figura 26: Evolució temporal projectada (1971-2050) de l'anomalia (en °C) de la temperatura mitjana anual respecte del valor mitjà del període de control (1971-2000) i per al conjunt de Catalunya.

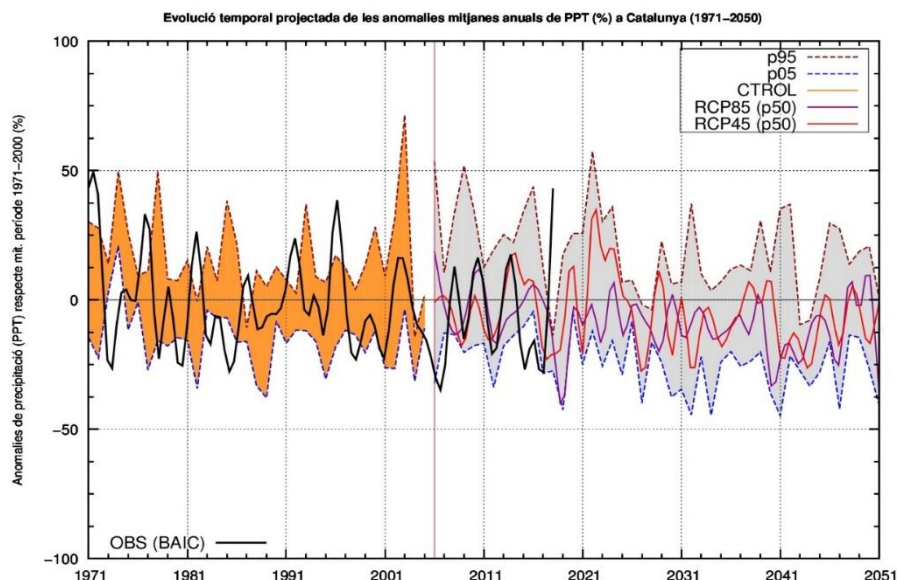


Figura 27: Evolució temporal projectada (1971-2050) de l'anomalia (en %) de la precipitació mitjana anual respecte del valor mitjà del període de control (1971-2000) i per al conjunt de Catalunya.

A la Taula 29 es resumeixen els valors de la variació projectada per als períodes 2021-2030 i 2021-2050 segons els escenaris RCP4.5 i RCP8.5 amitjanats per al conjunt de Catalunya i per a les diferents variables analitzades. També els valors mínims i màxims d'aquestes variacions dins de tot el territori català. Tots aquests valors s'han calculat a partir del percentil 50 de la variacions simulades pels tres models globals emprats (alemany, MPI-ESM; americà, GFDL-ESM2G i canadenc, CanESM2).

Catalunya		RCP4.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP8.5
		p50 [min ; max]	p50 [min ; max]	p50 [min ; max]	p50 [min ; max]
Variable (unitats)	Període	2021-2030	2021-2050	2021-2030	2021-2050
TM (°C)	Anual	+1,7 [+0,3 ; +3,5]	+2,1 [+0,7 ; +3,9]	+1,7 [+0,4 ; +3,6]	+2,1 [+0,9 ; +3,7]
TM (°C)	Hivern: DGF	+1,4 [-0,2 ; +3,5]	+1,5 [+0,0 ; +3,6]	+1,5 [+0,1 ; +3,7]	+1,7 [+0,1 ; +3,8]
TM (°C)	Primavera: MAM	+0,9 [-0,6 ; +2,9]	+1,6 [+0,1 ; +3,6]	+1,6 [+0,3 ; +3,4]	+1,7 [+0,1 ; +3,6]
TM (°C)	Estiu: JJA	+1,7 [+0,6 ; +3,7]	+2,0 [+0,8 ; +4,0]	+1,7 [+0,6 ; +3,5]	+2,0 [+0,8 ; +3,9]
TM (°C)	Tardor: SON	+2,7 [+1,2 ; +4,0]	+2,8 [+1,3 ; +4,1]	+2,3 [+0,8 ; +3,6]	+2,8 [+1,4 ; +4,2]
TX (°C)	Anual	+1,9 [+0,1 ; +4,0]	+2,2 [+0,5 ; +4,5]	+1,9 [+0,3 ; +4,1]	+2,4 [+0,7 ; +4,3]
TX (°C)	Hivern: DGF	+1,4 [-0,5 ; +3,9]	+1,5 [-0,2 ; +3,8]	+1,5 [-0,2 ; +4,0]	+1,7 [+0,0 ; +4,1]
TX (°C)	Primavera: MAM	+0,9 [-1,0 ; +3,1]	+1,6 [-0,2 ; +3,9]	+1,7 [-0,1 ; +3,7]	+1,7 [-0,2 ; +3,9]
TX (°C)	Estiu: JJA	+1,9 [-0,4 ; +4,5]	+2,3 [-0,2 ; +4,9]	+2,0 [-0,3 ; +4,5]	+2,3 [-0,2 ; +4,8]
TX (°C)	Tardor: SON	+3,1 [+0,8 ; +4,8]	+3,2 [+0,8 ; +4,9]	+2,5 [+0,7 ; +4,5]	+3,2 [+0,7 ; +5,1]
TN (°C)	Anual	+1,5 [-0,3 ; +3,1]	+1,9 [+0,7 ; +3,5]	+1,5 [+0,3 ; +3,1]	+1,9 [+0,8 ; +3,4]
TN (°C)	Hivern: DGF	+1,5 [+0,0 ; +3,5]	+1,5 [+0,0 ; +3,6]	+1,5 [-0,1 ; +3,6]	+1,7 [+0,3 ; +3,8]
TN (°C)	Primavera: MAM	+1,0 [-0,4 ; +2,8]	+1,6 [+0,2 ; +3,6]	+1,6 [+0,4 ; +3,5]	+1,6 [+0,2 ; +3,6]
TN (°C)	Estiu: JJA	+1,4 [+0,3 ; +2,9]	+1,8 [+0,6 ; +3,2]	+1,5 [+0,3 ; +2,9]	+1,7 [+0,6 ; +3,1]
TN (°C)	Tardor: SON	+2,2 [+0,8 ; +3,4]	+2,4 [+1,2 ; +3,6]	+2,0 [+0,9 ; +3,2]	+2,4 [+1,2 ; +3,7]
PPT (%)	Anual	-2,7 [-16,7 ; +17,6]	-5,3 [-16,0 ; +7,8]	-5,6 [-16,1 ; +5,9]	-9,4 [-20,3 ; -2,0]
PPT (%)	Hivern: DGF	-4,5 [-30,4 ; +23,0]	-5,9 [-23,3 ; +16,3]	-8,2 [-26,6 ; +22,9]	-3,9 [-18,0 ; +11,7]
PPT (%)	Primavera: MAM	+8,6 [-11,3 ; +35,3]	-2,8 [-16,5 ; +9,9]	+0,9 [-14,9 ; +24,2]	-2,1 [-10,7 ; +12,4]
PPT (%)	Estiu: JJA	-8,3 [-27,3 ; +19,7]	-18,7 [-37,8 ; +6,4]	-15,6 [-39,0 ; +12,9]	-25,8 [-46,2 ; -10,8]
PPT (%)	Tardor: SON	-9,7 [-33,8 ; +29,5]	-5,7 [-22,5 ; +9,7]	-10,2 [-28,2 ; +19,5]	-12,4 [-30,6 ; +9,4]
DG (dies)	Anual	-16,0 [-66,6 ; +9,6]	-17,6 [-74,2 ; +7,0]	-16,0 [-66,6 ; +9,6]	-18,0 [-72,8 ; +7,8]
DFR (dies)	Anual	-26,8 [-56,5 ; +3,2]	-31,7 [-63,9 ; +1,2]	-27,5 [-58,4 ; +4,0]	-33,3 [-63,3 ; +1,1]
DLG (dies)	Anual	+20,9 [-9,6 ; +61,6]	23,9 [-8,7 ; +69,4]	+21,5 [-9,8 ; +64,1]	+24,6 [-7,9 ; +67,4]
TR (dies)	Anual	+6,8 [-3,9 ; +50,3]	+8,9 [-1,9 ; +58,2]	+7,2 [-1,4 ; +53,6]	+9,6 [-1,2 ; +58,8]
TO (dies)	Anual	+0,1 [-1,0 ; +11,1]	+0,1 [-0,5 ; +13,2]	+0,1 [-0,4 ; +11,5]	+0,1 [-0,2 ; +14,1]
DC (dies)	Anual	+22,5 [-3,0 ; +49,6]	+27,0 [-1,5 ; +53,9]	+22,1 [-2,4 ; +47,4]	+28,6 [-0,1 ; +55,5]
DT (dies)	Anual	+4,6 [-1,1 ; +27,5]	+6,0 [-0,5 ; +31,6]	+4,7 [-0,5 ; +26,2]	+6,8 [-0,2 ; +33,0]
LMRS (dies)	Anual	+0,5 [-7,1 ; +12,9]	+1,3 [-6,0 ; +9,6]	+1,5 [-5,2 ; +13,2]	+2,7 [-4,3 ; +12,6]
n5PPT (dies)	Anual	-1,7 [-10,5 ; +6,0]	-3,5 [-8,9 ; +2,2]	-4,6 [-12,2 ; +4,7]	-6,1 [-11,8 ; +1,3]
n50PPT (dies)	Anual	+0,1 [-0,8 ; +1,4]	+0,0 [-0,8 ; +1,0]	+0,1 [-0,8 ; +1,1]	+0,0 [-0,7 ; +0,6]
p95PPT (%)	Anual	-3,9 [-22,1 ; +18,0]	-6,9 [-21,0 ; +6,3]	-7,8 [-27,4 ; +12,3]	-10,7 [-25,7 ; +0,9]

Taula 28: Valors de la variació projectada per als períodes 2021-2030 i 2021-2050 segons els escenaris RCP4.5 i RCP8.5 amitjanats per al conjunt de Catalunya i per a les diferents variables analitzades.

Les projeccions climàtiques regionalitzades per Catalunya són coincidents amb les projeccions per a la regió Mediterrània de l'últim informe [AR6 Sixth Assessment Report Climate Change \(IPCC. 2021\)](#). Aquestes projeccions preveuen un increment de temperatura superior al ja projectat per a la resta del territori europeu i mostren una disminució de la precipitació a l'estiu. També hi haurà episodis de precipitació extrema, que s'espera que augmentaran a tot Europa, però no ho fan al Mediterrani per a un nivell d'escalfament global superior a 1.5°C. Així, malgrat globalment s'espera un augment de la precipitació degut a l'escalfament global (virtually certain – pràcticament cert, 99-100%), al Mediterrani els models indiquen que hi haurà una disminució de la precipitació (high confidence – nivell de confiança elevat). Les tempestes també s'espera que siguin menys freqüents però més intenses.

L'augment de l'evapotranspiració degut a l'increment de la temperatura, disminuirà la humitat del sòl al Mediterrani (high confidence – nivell de confiança elevat) i l'àrea subjecta a un increment de la freqüència i intensitat de sequeres s'ampliarà (high confidence – nivell de confiança elevat). Això suposarà un increment en l'aridesa del territori superior al que s'ha vist en l'últim mil·lenni (high confidence – nivell de confiança elevat), segons dades paleoclimàtiques.

La regió Mediterrània és un dels considerats punts calents del planeta on l'escalfament s'espera que sigui superior a la mitjana global, tal i com ja està succeint en els darrers decennis. Juntament amb la possibilitat d'una disminució de precipitacions, les sequeres i les condicions propícies pels incendis forestals suposaran un gran desafiament, tant per a la gestió dels recursos hídrics com per a la gestió de riscos. També el fenomen de l'erosió costanera en un territori on el litoral és tan densament poblat, agreujarà problemes ja existents.

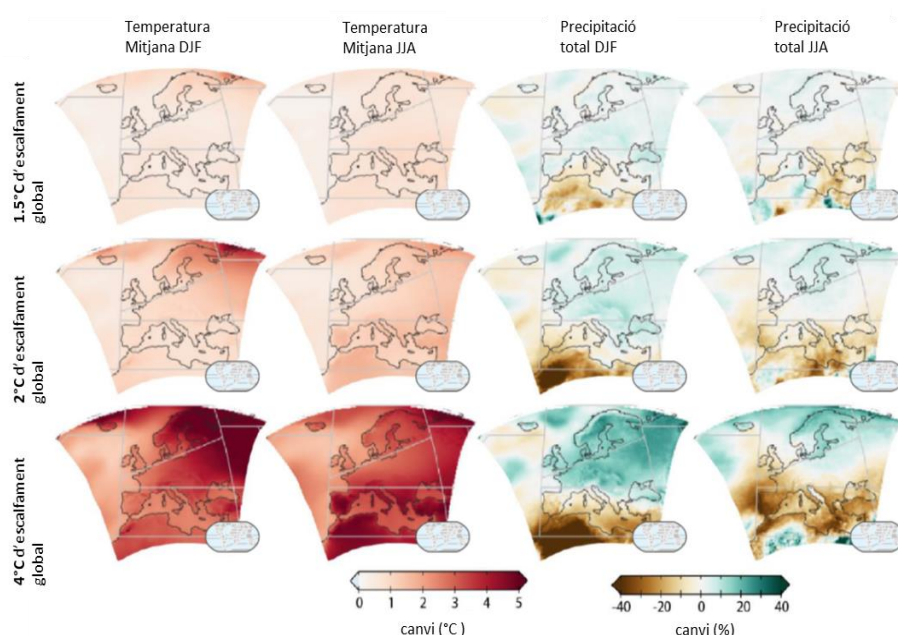


Figura 29: Canvis d'hivern (Desembre-Febrer, DJF) i estiu (Juny-Agost, JJA) projectats a la temperatura mitjana i la precipitació, segons escalfament global relatiu a 1995-2014 d'1.5°C, 2°C i 4°C. Els models utilitzats són els referents a l'EURO-CORDEX per a l'escenari de major emissions de GEH (SSP5-RCP8.5). Font: [Regional Fact Sheet - Europe](#).

Projeccions de la pujada del nivell del mar

Segons apunta el darrer informe de l'IPCC [AR6 Bases físiques i científiques](#) (IPCC, 2021), es preveu a escala global que el nivell mitjà del mar augmentarà entre 0,18 m (0,15-0,23m rang probable; escenari SSP1-1,9) i 0,23 m (0,20-0,30 m, rang probable; escenari SSP5-8,5) per l'any 2050. Per al 2100, l'augment previst és de 0,38 m (0,28–0,55 m, rang probable; escenari SSP1-1,9) i 0,77 m (0,63–1,01 m, rang probable; escenari SSP5-8,5).

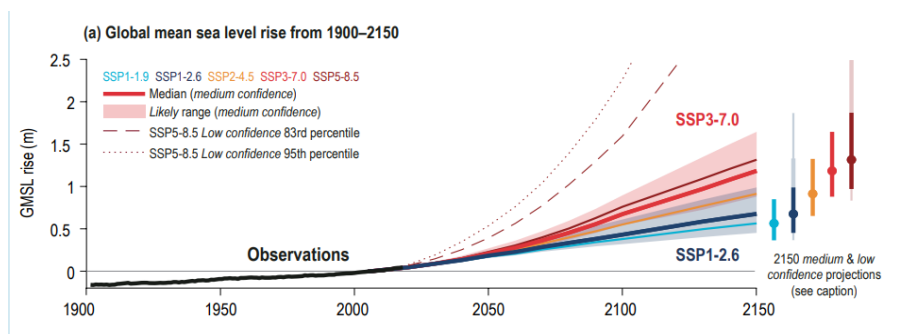


Figura 30: Projeccions de la pujada global del nivell del mar per diferents escenaris d'emissions Font: AR6 Bases físiques i científiques, IPCC (2021).

L'informe [Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future](#) (MedECC, 2020) indica que per a la regió Mediterrània, al 2100, segons l'escenari, el nivell mitjà de la mar serà probablement 37-90 cm més alt que el de final del segle XX, amb una petita probabilitat de superar els 110 cm (confiança mitjana).