

# **El canvi climàtic i els recursos hídrics**

**Gabriel Borràs Calvo**

**El canvi climàtic i la gestió de l'aigua al sector agrari**

**Col·legis d'Enginyers Agrònoms de Catalunya, Enginyers Industrials de  
Catalunya, Economistes de Catalunya i Enginyeria de Camins**

**Barcelona, 14 de juny de 2023**

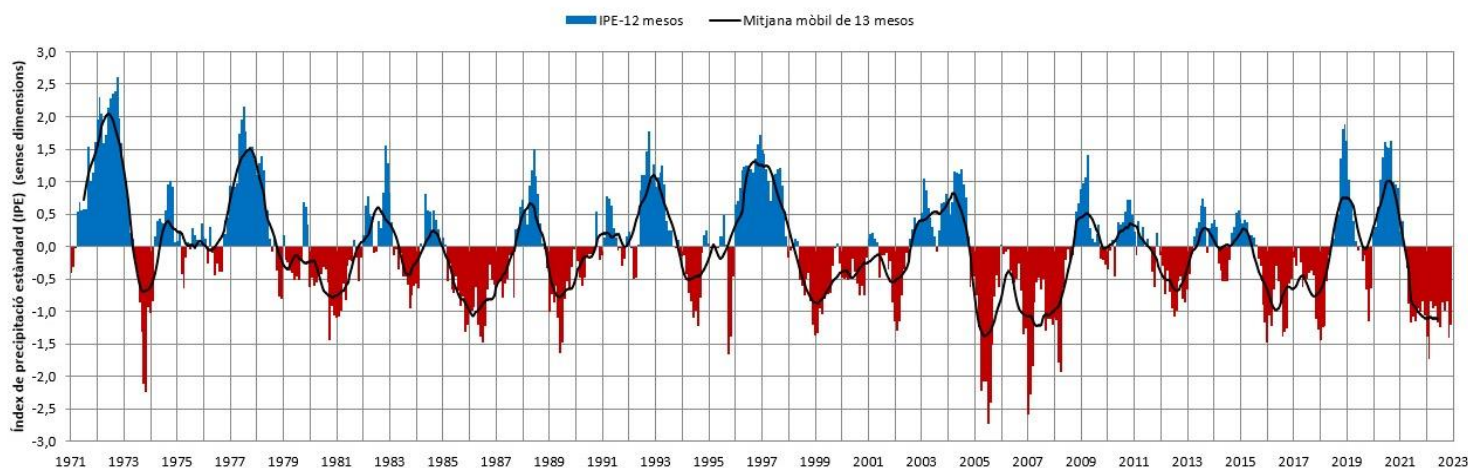
**(tenia una altra portada ...)**

# Aigua, Senyor, que de vi ja en venen;

(antiga jaculatòria\* catalana)

(\*) jaculatòria: oració fervent dels feligresos abans o després d'oïr missa  
(Joan Amades, Costumari Català)

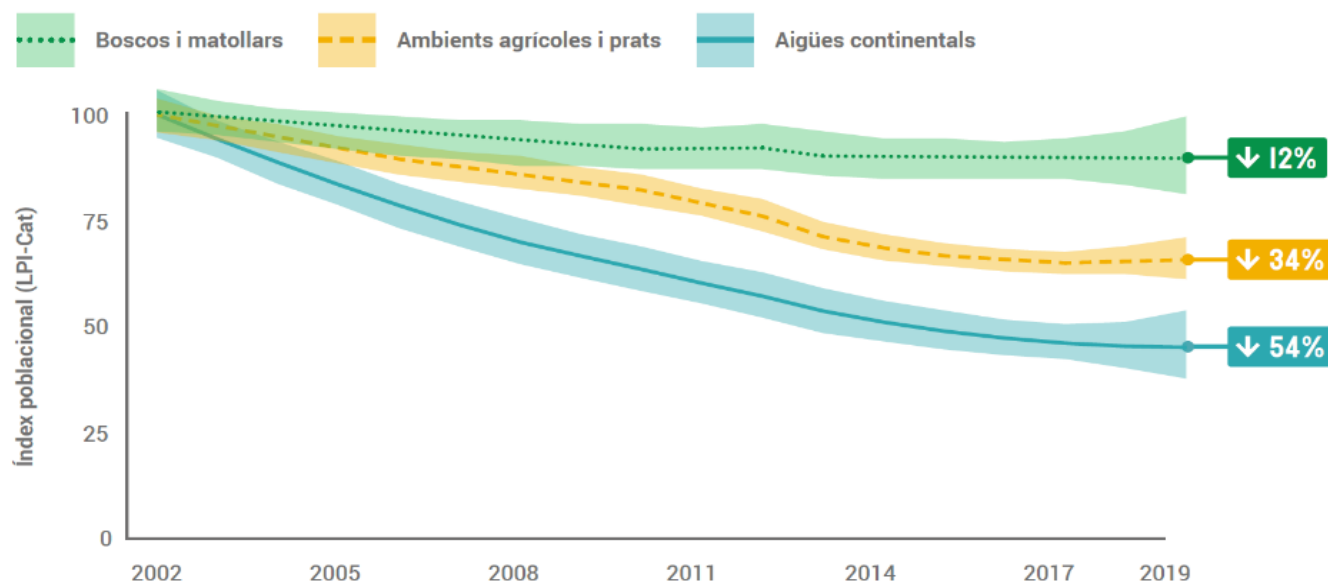
Evolució de l'IPE12 a Catalunya (des del gener de 1971 fins al desembre de 2022)



**Des del 1971, la intensitat i la durada de les sequeres ha augmentat a Catalunya, mentre que els períodes humits són menys intensos i de menys durada (SMC)**

## No només tenim un problema de quantitat ...

- Estat de la Natura a Catalunya 2020: **“la situació, de fet, és molt preocupant en ambients aquàtics (rius, llacs i aiguamolls), on la pèrdua de biodiversitat és superior al 50%.** Aquest fenomen també s'està produint a la resta del Mediterrani on, segons dades del MedECC, el 48% dels aiguamolls mediterranis es van perdre entre els anys 1970 i 2013 i el 36% dels animals dependents de les zones humides de la Mediterrània es van veure amenaçats d'extinció.”



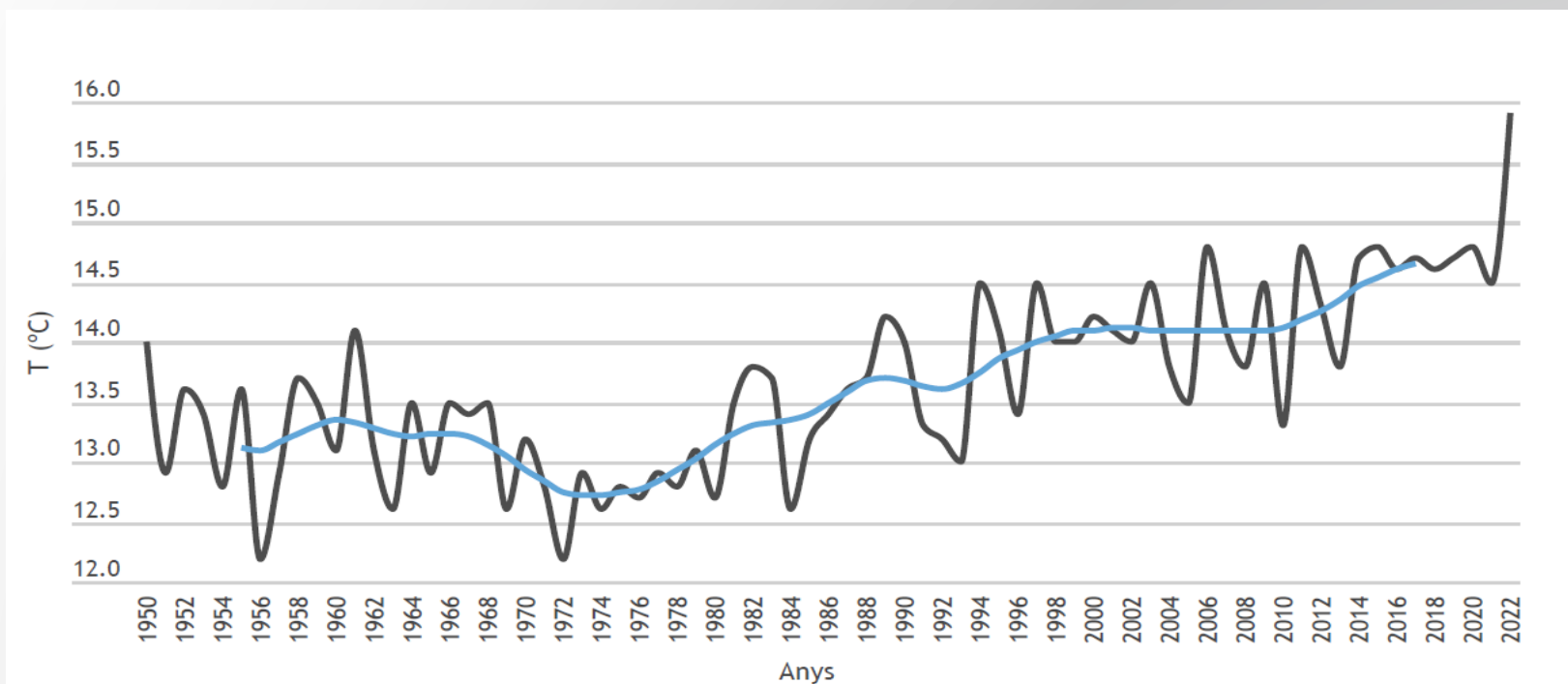
# Pàgina 5-6 memòria Estratègia Catalana d'Adaptació al Canvi Climàtic, horitzó 2030 (ESCACC30)

---

Des que l'any 2011 la Generalitat va impulsar l'adaptació als impactes del canvi climàtic, una conclusió és ben clara: **l'emergència climàtica no és res més que un altre dels indicadors globals d'una crisi de creixement que té altres greus conseqüències i que té el seu origen en un model de desenvolupament sobre el planeta que ha comportat la sobreexplotació dels recursos naturals sota la premissa –falsa– que són il·limitats i que, en tot cas, la tecnologia ens salvarà de tots els mals.** Si situem el canvi climàtic d'origen antropogènic en aquest context, **els impactes i les conseqüències de l'escalfament global no fan sinó destacar, engruixir, subratllar problemes endèmics del nostre model de desenvolupament basat en el creixement:** des dels canvis en els usos del sòl i de l'ocupació de la línia costanera o de les zones inundables, passant per la manca de sobirania alimentària, l'increment del risc d'incendis forestals i sequeres, la contaminació, el despoblament del rerepaís o la vulnerabilitat social al dret a la salut, a l'aigua i a l'habitatge, per esmentar-ne alguns.

# L'evolució del clima recent

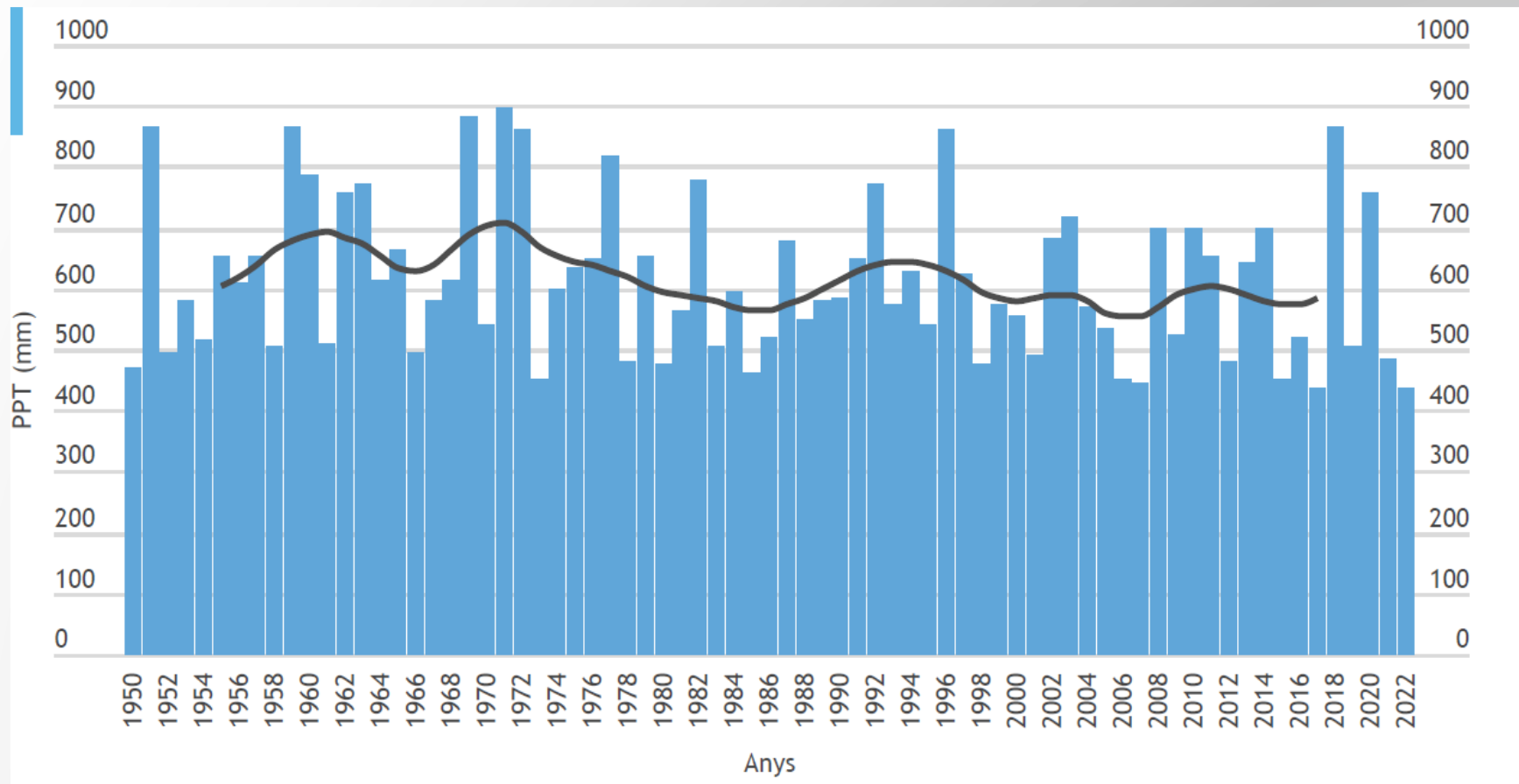
A l'acord de París, ratificat per la COP26 de Glasgow, s'establí un límit de l'augment de temperatura del planeta per sota dels 2°C i un llindar d'1,5°C com a màxim desitjable respecte l'època preindustrial (1850-1900) per a reduir els impactes del canvi climàtic. Tancat l'any 2022, **Catalunya ja és per sobre d'aquest límit segons el SMC: 2,4°C**. Tant és així que la temperatura mitjana anual és 1,8°C més elevada ara que a mitjan segle XX i manté un ritme de creixement de 0,25°C/decenni (de 0,40°C en els darrers dos decennis).



Anomalia de la temperatura mitjana anual al conjunt de Catalunya (període 1950-2022). Servei Meteorològic de Catalunya BAIC 2022.

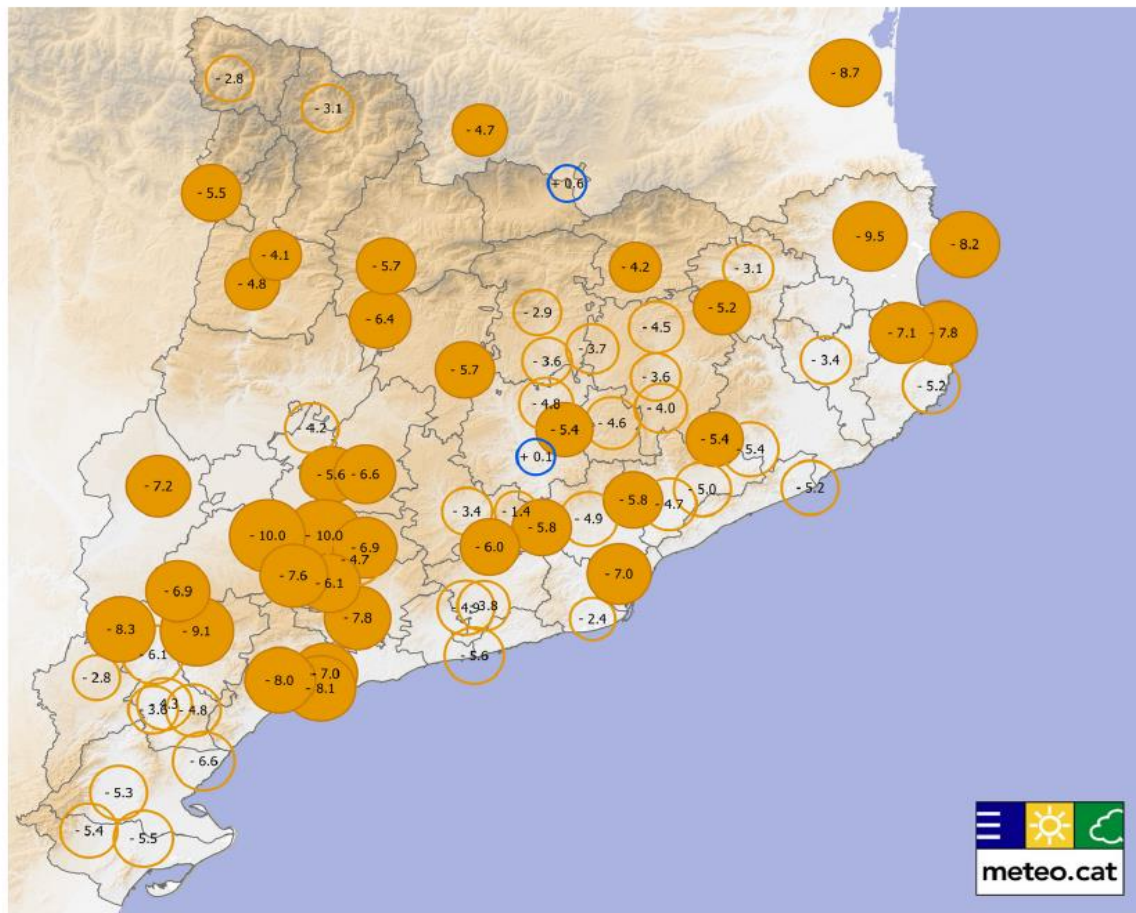
# L'evolució del clima recent

Hi ha una tendència no estadísticament significativa de la reducció de la precipitació mitjana anual: actualment s'ha reduït uns 90 mm respecte mitjan segle XX, a un ritme de l'1,9% menys de precipitació per decenni.



Anomalia de la precipitació mitjana anual al conjunt de Catalunya (període 1950-2022). Servei Meteorològic de Catalunya BAIC 2022.

# L'evolució del clima recent



L'estiu és l'única estació de l'any que mostra una variació estadísticament significativa, amb un descens de gairebé del 4,9% per decenni en els darrers 73 anys.

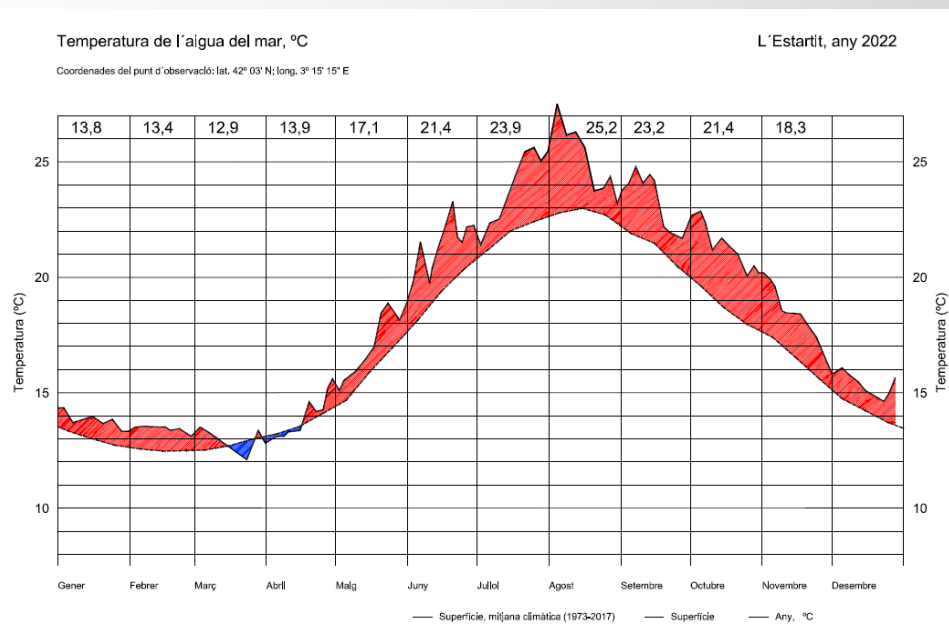
Dit d'una altra manera, a l'estiu hi ha zones del país on plou un 35% menys que fa setanta-tres anys.

Distribució territorial de la tendència (%) de precipitació a l'estiu.

Font: Butlletí anual d'indicadors climàtics, MeteoCAT, 2022.

# L'evolució del clima recent

I què ha passat enguany, l'any 2022, un any amb una anomalia brutal en la temperatura mitjana anual (**més de 2,5°C respecte la mitjana climàtica**)? Que el dia 4 d'agost, la temperatura superficial de l'aigua del mar a l'Estartit ha trencat el rècord del període 1974-2021: **27,51°C** **ii** I fixeiu-vos el 28/12/22, dia dels Sants Innocents: l'aigua és al voltant de 2°C més calenta respecte el període 1973-2017 **iii**



**28 de desembre de 2022** hora (T.U.) **11**

Observació de la temperatura de l'aigua del mar a una milla a llevant de les Illes Medes (lat. 42° 03' N - long. 3° 15' 15" E)

Fondària (metres)	°C	°F	(°C)
0,5	<b>15,65</b>	60,2	( <b>13,49</b> )
5	<b>15,67</b>	60,2	( <b>13,59</b> )
20	<b>15,65</b>	60,2	( <b>13,66</b> )
35	<b>15,65</b>	60,2	( <b>13,69</b> )
50	<b>15,54</b>	60,0	( <b>13,69</b> )
65	<b>15,48</b>	59,9	( <b>13,65</b> )
80	<b>15,37</b>	59,7	( <b>13,60</b> )

Transparència de l'aigua: **20** metres ( **14** )

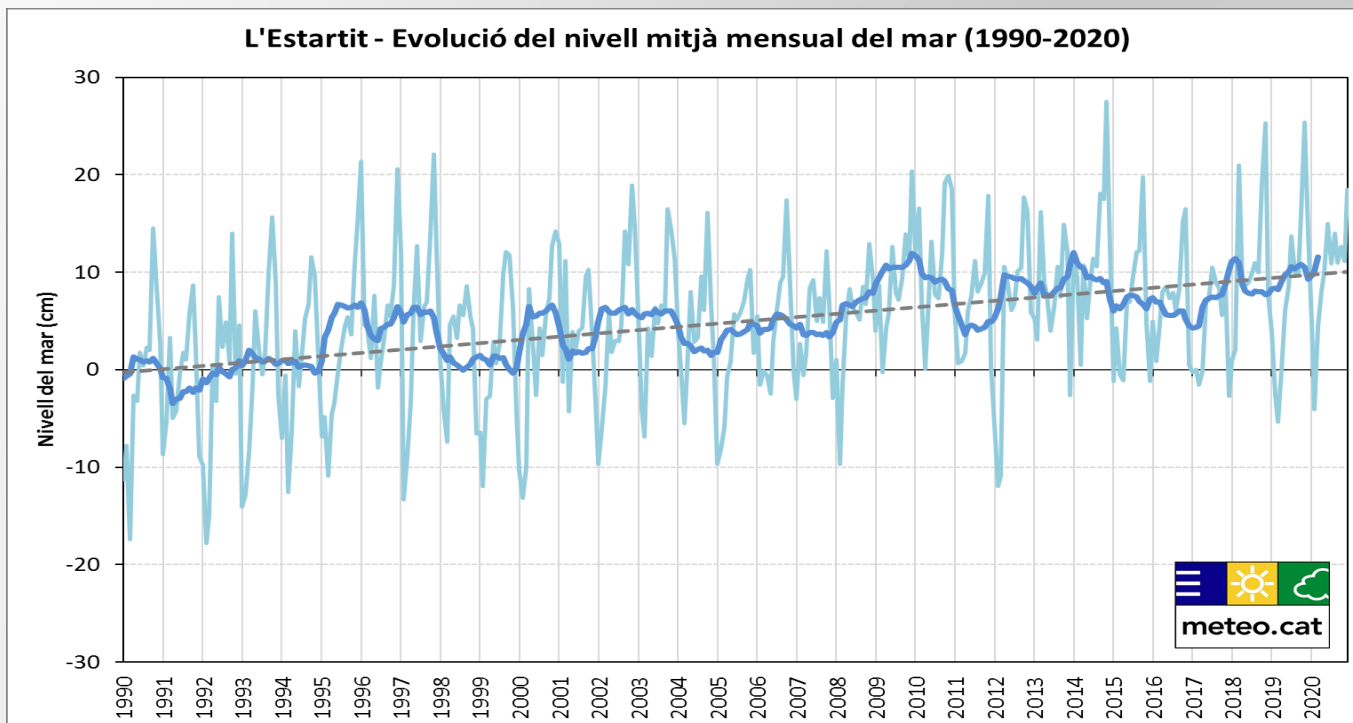
Dades setmanals de temperatura de l'aigua del mar a l'Estartit any 2022.

[Incendi a les aigües del Mediterrani \(Joaquim Gabarrou, ICM-CSIC\)](#)



# L'evolució del clima recent

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. S'eleva a un ritme de +3,2 cm/decenni en el període 1990-2020. Valor coherent amb el registrat a Europa (entre 2 i 4 cm/decenni) i al món (+3,1 cm/decenni).



Gràfica de l'evolució del nivell mitjà mensual del mar a l'Estartit (1990-2020). Josep Pascual, Servei Meteorològic de Catalunya BAIC 2020.

# Cabals mensuals aforats darrers decennis a la Muga i el Ter (Life MEDACC)

	1951-2013
<b>Cabal</b>	<b>EA Boadella</b>
Anual	-48.9%
Hivern	-54.4%
Primavera	-55.0%
Estiu	63.6%
Tardor	-95.2%
<b>Precipitació</b>	
Anual	-12.0%
Hivern	29.4%
Primavera	-7.4%
Estiu	-46.7%
Tardor	-11.0%
<b>ETo</b>	
Anual	9.4%
Hivern	10.4%
Primavera	8.3%
Estiu	10.9%
Tardor	7.5%

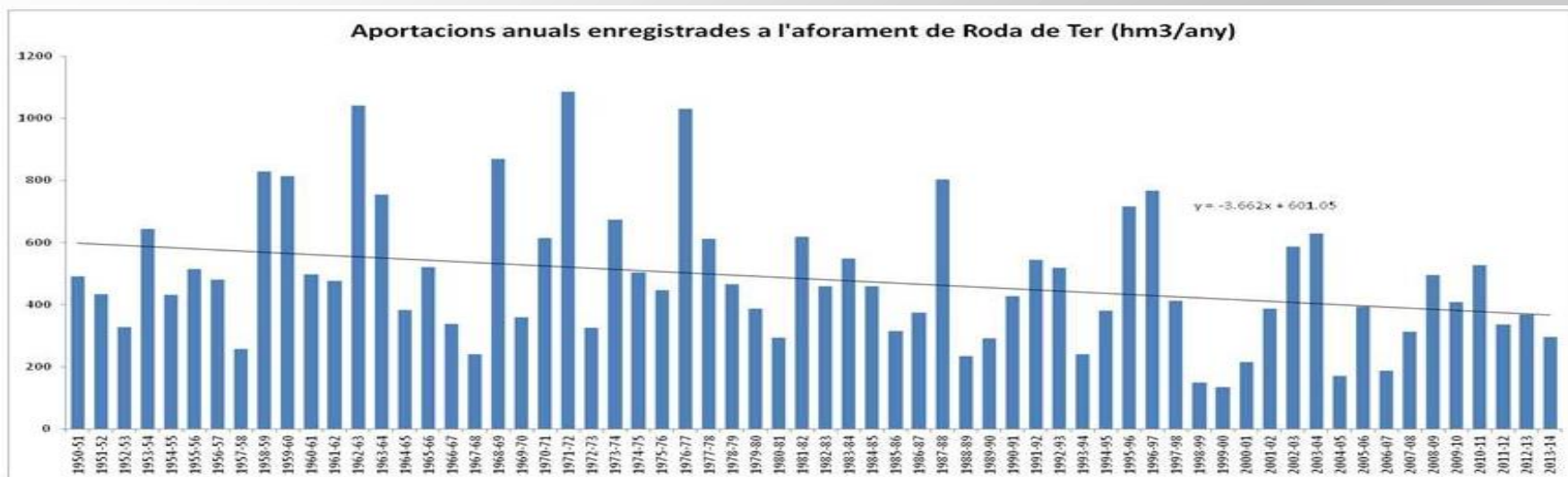
	1971-2013	Cabal	Precipitació	ETo
<b>Anual</b>				
Ripoll		-41,7	-37,5	19,7
Roda de Ter		-57,2	-31,8	16,3
Girona		-65,7	-23,8	15,2
<b>Hivern</b>				
Ripoll		-37,5	-22,6	15,8
Roda de Ter		-55,0	-10,1	13,2
Girona		-72,6	0,5	11,9
<b>Primavera</b>				
Ripoll		-22,2	-31,8	28,6
Roda de Ter		-46,5	-29,1	24,3
Girona		-51,3	-23,7	22,9
<b>Estiu</b>				
Ripoll		-63,3	-68,1	18,4
Roda de Ter		-76,0	-65,8	15,0
Girona		-62,6	-62,6	13,8
<b>Tardor</b>				
Ripoll		-40,9	5,2	13,9
Roda de Ter		-47,3	16,3	11,0
Girona		-75,9	27,1	10,4

# Cabals mensuals aforats darrers decennis al Segre (Life MEDACC)

1950-2013	Pont de Suert	La P. Segur	Pinyana	Puigcerdà	Organyà	Oliana	Seròs	Balaguer
gener	11.8	-15.3	<b>-75.6</b>	<b>-22.0</b>	-0.4	<b>-19.8</b>	<b>-51.1</b>	<b>-79.0</b>
febrer	0,4	-29.8	<b>-84.3</b>	<b>-44.2</b>	<b>-30.3</b>	<b>-38.0</b>	<b>-64.4</b>	<b>-92.0</b>
març	-22.6	-17.9	<b>-81.6</b>	-27.5	<b>-31.5</b>	<b>-39.5</b>	<b>-72.0</b>	<b>-97.7</b>
abril	-15.2	3.7	<b>-66.7</b>	-25.6	-23.6	<b>-36.5</b>	<b>-60.9</b>	<b>-98.0</b>
maig	<b>-15.4</b>	1.9	<b>-69.3</b>	-6.3	-6.7	-2.6	<b>-48.5</b>	<b>-72.8</b>
juny	<b>-38.5</b>	-15.3	<b>-63.4</b>	<b>-36.2</b>	<b>-31.9</b>	<b>-41.2</b>	<b>-69.0</b>	<b>-87.1</b>
juliol	<b>-50.3</b>	<b>-33.0</b>	<b>-49.3</b>	<b>-54.3</b>	<b>-53.1</b>	<b>-38.6</b>	<b>-73.6</b>	<b>-96.1</b>
agost	<b>-45.1</b>	<b>-28.8</b>	-26.4	<b>-50.1</b>	<b>-50.2</b>	<b>-33.0</b>	<b>-53.6</b>	<b>-95.3</b>
setembre	<b>-48.3</b>	<b>-33.3</b>	<b>-42.8</b>	<b>-63.7</b>	<b>-47.3</b>	<b>-57.0</b>	<b>-49.8</b>	<b>-98.2</b>
octubre	-41.8	-34.5	<b>-77.9</b>	<b>-53.4</b>	-35.7	<b>-63.5</b>	<b>-73.7</b>	<b>-97.8</b>
novembre	-33.9	-25.1	<b>-84.6</b>	<b>-39.9</b>	-26.9	<b>-34.6</b>	<b>-61.6</b>	<b>-82.6</b>
desembre	5.5	-23.9	<b>-87.1</b>	<b>-33.1</b>	<b>-23.2</b>	<b>-35.3</b>	<b>-60.9</b>	<b>-78.5</b>
<b>anual</b>	<b>-28.2</b>	<b>-16.7</b>	<b>-67.6</b>	<b>-32.8</b>	<b>-27.6</b>	<b>-34.6</b>	<b>-61.8</b>	<b>-91.3</b>

## Capítol 2.3.4 del Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya (ACA)

### Aportacions anuals mesurades al Ter els darrers 64 anys:



**1950-2014: 64 anys**

Aportació mitjana anual: 482 hm<sup>3</sup>

Pendent regressió: -3.662 hm<sup>3</sup>/any

Reducció de cabal **7 % per dècada**



Incrementarà encara més la temporalitat dels nostres rius?? Seran les basses els refugis climàtics de la biodiversitat, com ho són ara els edificis públics per a les persones vulnerables davant les onades de calor?

SEGUIMENT ANUAL D'ICTIOFAUNA  
I ANÀLISI COMPARATIU INTERANUAL  
DE LES SEVES POBLACIONS  
EN UN TRAM AMB RÈGIM HIDROLÒGIC  
MEDITERRANI ALTERAT AL RIU SIURANA



imatge 10. Exempler de barb cua-roig mostrejat. Font: Pere Josep Jiménez Mur.



imatge 11. Exempler de gubi ibèric mostrejat. Font: Pere Josep Jiménez Mur.



imatge 12. Exempler de madrilla mostrejat. Font: Pere Josep Jiménez Mur.



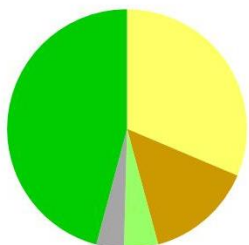
imatge 13. Exemplars d'anguillons mostrejats. Font: Pere Josep Jiménez Mur.

## Què passa amb el canvi en els usos del sòl?

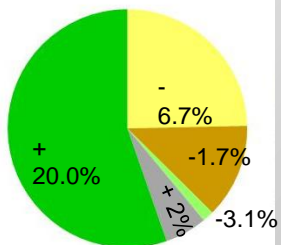
Els canvis observats en els usos del sòl entre 1970 i 2005 mostren processos **de reforestació, abandonament agrícola i expansió urbana**

### La Muga

MCA 1970

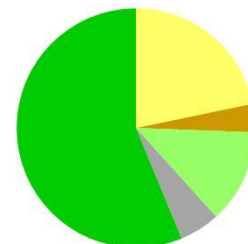


SIOSE 2005

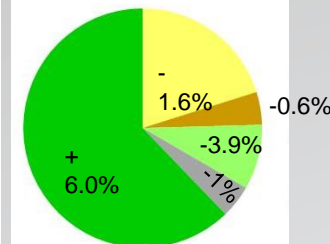


### El Ter

MCA 1970

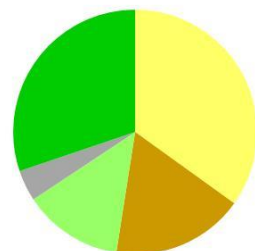


SIOSE 2005

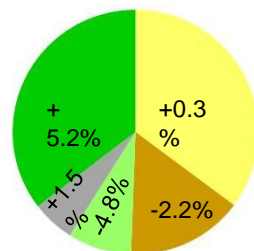


### El Segre

MCA 1970



SIOSE 2005



MCA, Mapa de Conreus i Aprofitaments  
SIOSE, Sistema d'Informació d'Ocupació  
del Sòl

## Què passa amb el canvi en els usos del sòl?



Revegetació, guany de masses boscoses (Ribes de Freser, inicis segle XX i estiu 2018, font ACA)

**Table 1. Changes in observed streamflows, expected streamflows according to climate evolution and runoff coefficient of the analysed hydro-climatic series.**

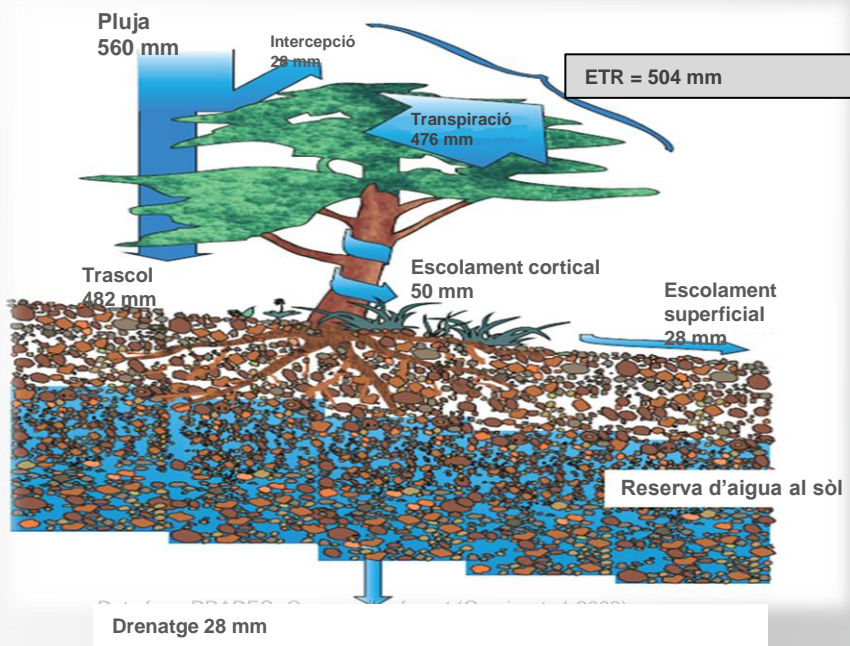
	% change in observed streamflow	% change in streamflow expected by climate evolution	% change in runoff coefficient (Q/P)
<b>Segre headwaters</b>			
Organyà	-26.4	-28.0	-3.9
La Seu d'Urgell	-25.1	-28.1	-2.7
<b>Ter headwaters</b>			
Roda de Ter	-35.3	-28.8	<b>-17.2</b>
<b>Muga headwaters</b>			
Boadella	-49.0	-30.7	<b>-41.3</b>



# Què passa amb el canvi en els usos del sòl?

## L'evapotranspiració al bosc mediterrani

L'evapotranspiració anual dels boscos mediterranis pot suposar fins a un **80-90% de la precipitació**



Font: Dades de l'alzinar de Prades (Gracia *et al.* 1999)

Evolució mensual i anual de la demanda d'aigua per part de l'atmosfera a la Península Ibèrica (1961-2011)

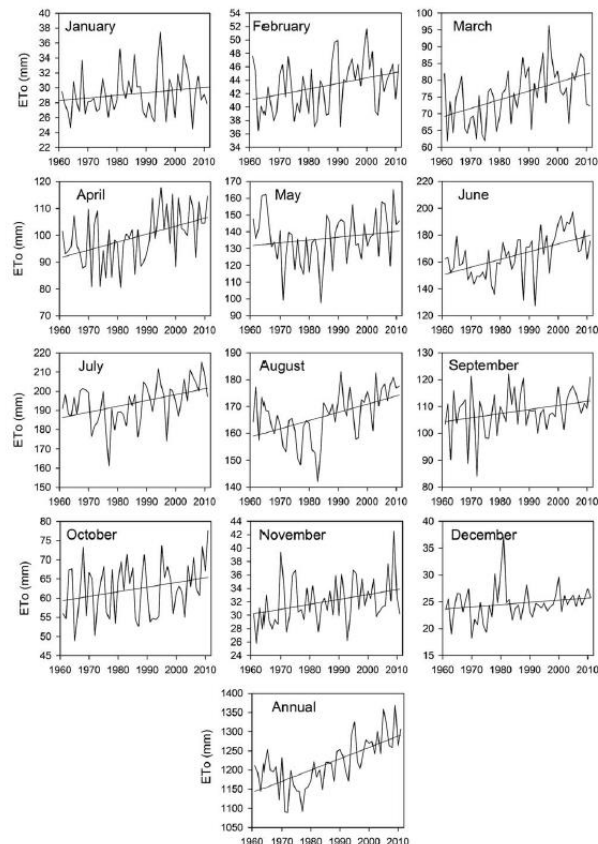
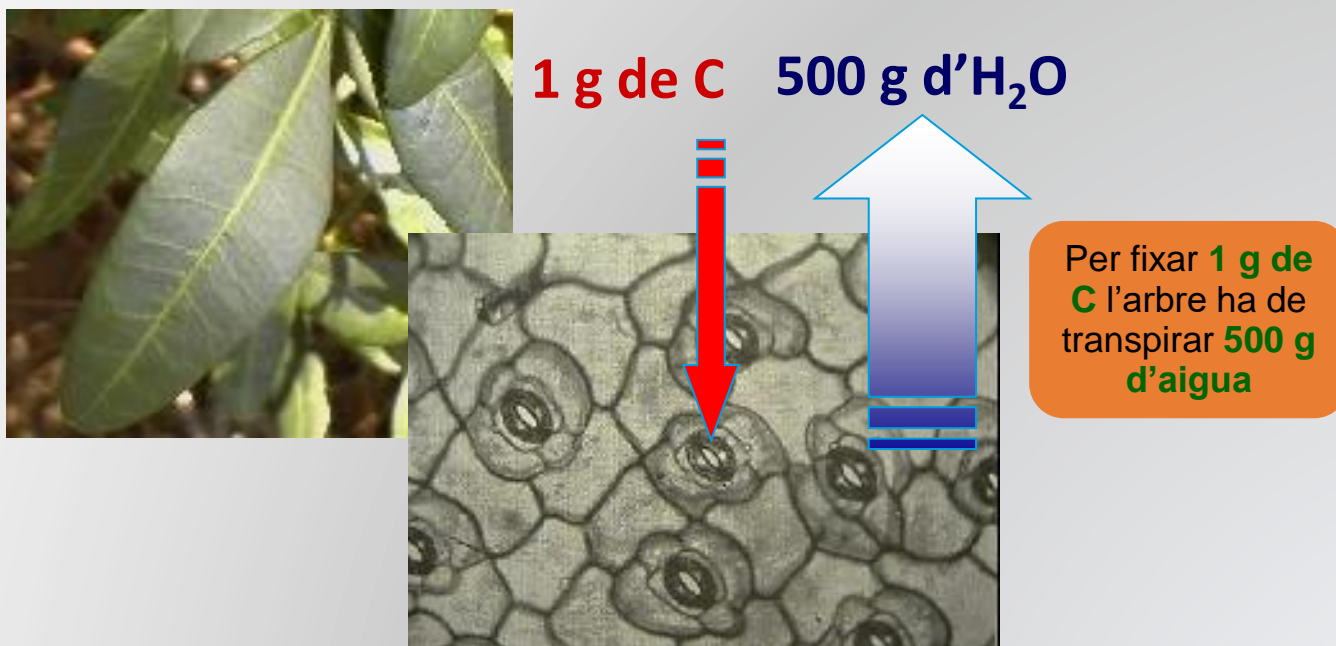


Figure 3. Evolution of monthly and annual ETo from the regional series of Spain from 1961 to 2011.

# Què passa amb el canvi en els usos del sòl?

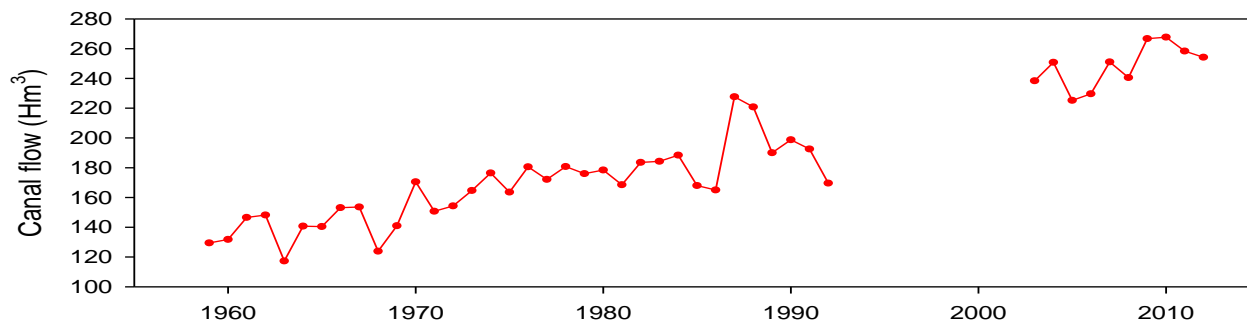
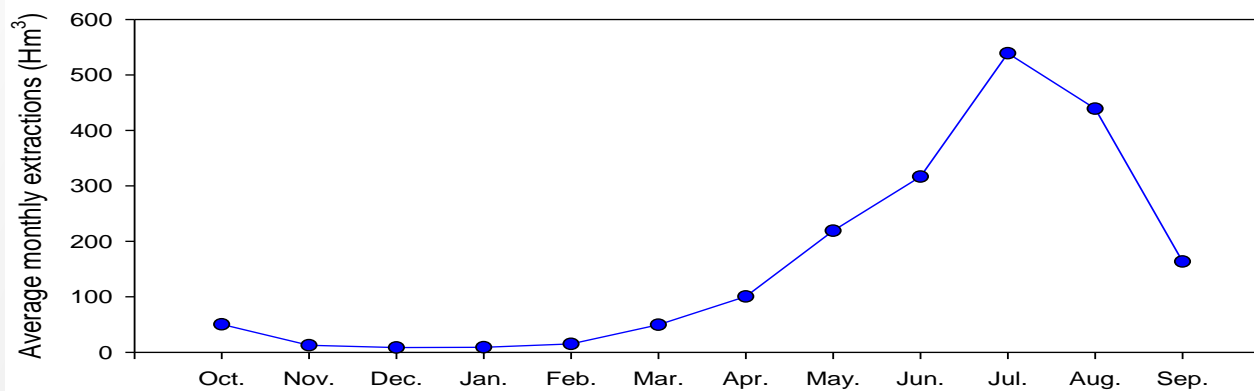
## Els fluxos d'aigua i carboni

Les plantes transpiren enormes quantitats d'aigua per fixar el carboni atmosfèric...



# Què passa amb el canvi en els usos del sòl?

## L'evapotranspiració al Canal d'Urgell



## Què passa amb el canvi en els usos del sòl?

### Ara que parlem del Canal d'Urgell ( ... i del Segarra-Garrigues)

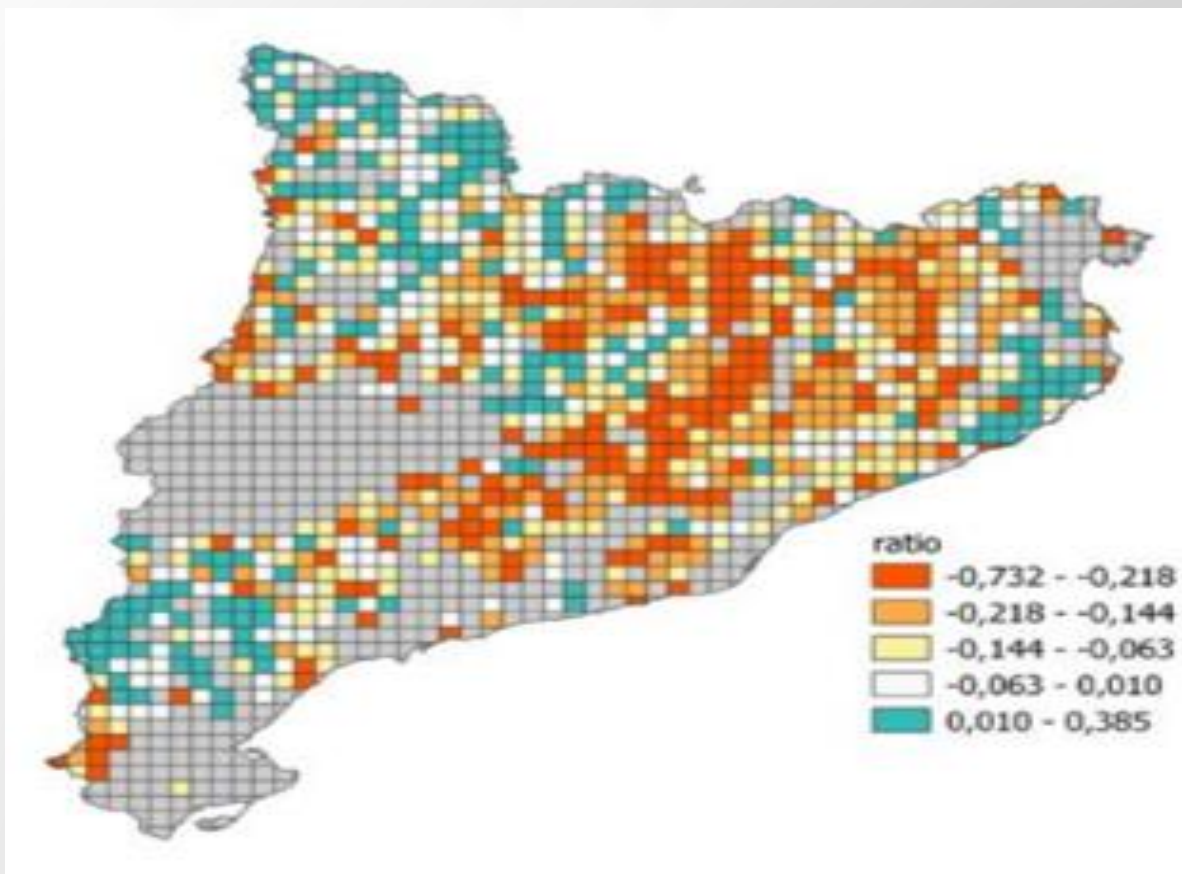
Resum dels resultats del Life MEDACC, Adaptant la Mediterrània al Canvi Climàtic a les conques de la Muga, el Segre i el Ter:

[http://medacc-life.eu/sites/medacc-life.eu/files/docuemnts/layman\\_medaccfinal\\_ca.pdf](http://medacc-life.eu/sites/medacc-life.eu/files/docuemnts/layman_medaccfinal_ca.pdf)

**"A la conca del Segre, la consolidació del Canal Segarra-Garrigues, amb una concessió hídrica de 342 hm<sup>3</sup>/any, afecta notablement l'evolució de l'aigua emmagatzemada a Camarassa i Rialb, especialment rellevant a Rialb on es preveu que, a partir del 2027, els episodis de buidatge complet de l'embassament es produeixin un mes cada any, pel cap baix."**

**LA CAMPANYA DE REG DE L'ANY 2022 FINALITZÀ AMB RIALB AL 4% (16 hm<sup>3</sup>) SENSE QUE, COM BÉ SABEU, EL SEGARRA-GARRIGUES HAGI CONSOLIDAT LA ZONA DE REG QUE HA DE SATISFER**

## Què passa amb el canvi en els usos del sòl?



Diferències d'aigua blava (en tant per u respecte la precipitació total corresponent) aproximadament entre l'inici i el final del període 1990-2014 (Font: Projecte ForesTIME. CREAM)

## Què passa amb el canvi en els usos del sòl?

# El ritme amb què els boscos de Catalunya capturen CO<sub>2</sub> disminueix un 17% en 25 anys

- L'informe FOREStime és el darrer d'un total de tres que elabora el CREAM per encàrrec de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic
- Els darrers 25 anys ha disminuït un 29% l'aigua d'escorrentiu, així com l'oferta de fusta i la producció de bolets, però disminueix l'erosió del sòl degut a l'augment de la superfície forestal i de la densitat d'arbres
- La gestió forestal és clau per millorar la capacitat dels boscos d'aportar-nos serveis ambientals

## Què cal fer (EP; NO ARREU, EH?)



**Resposta als tractaments d'aclarida en masses de pi blanc regenerades post incendi:** els tres pins de la foto (2018) van néixer després de l'incendi del 1986 a El Bruc. Tenen, per tant, la mateixa edat (any amunt, any avall):

- El més gran va néixer al marge d'un conreu, sol, sense competència. El mitjà i el petit en masses molt denses, de fins a 60.000 peus/ha.
- El més petit pertany a una massa de pi blanc on mai no s'hi ha fet cap actuació.
- El mitjà és d'un bosc restaurat amb aclarides, l'any 2005, per tal de reduir la densitat final a 1.000 peus/ha. Les restes de la tallada es deixen trossejades a 1m i arranades a terra.

## Què cal fer (EP<sub>i</sub>; NO ARREU, EH?)



Tall transversal del tronc d'un arbre de 107 anys, aproximadament, amb la diferència del creixement visible als anells (Font: US Forest)



## Què cal fer (EP; NO ARREU, EH?)



Finca de Mas Marés, febrer 2022, Parc Natural del Cap de Creus



# Què cal fer (EP; NO ARREU, EH?)

Català



## Life Climark

Més enllà del carboni

emissions de carboni

- ENTE
- SERVEIS ECOSISTÈMICS
- ACCIONS
- COMUNICACIÓ
- RESULTATS
- CRÈDIT CLIMÀTIC**
- MERCAT DE CRÈDITS CLIMÀTICS
- ACTUALITAT
- INTRANET

Entitat venedora, generadora de crèdits climàtics

Entitat compradora de crèdits climàtics

## Què s'aconsegueix amb la gestió forestal multifuncional?



### CARBONI

Fixació de carboni a les masses forestals i al sòl



### AIGUA

Optimització del consum d'aigua del bosc



### INCENDIS

Reducció del risc d'incendi



### BIODIVERSITAT

Conservació de la biodiversitat

## Què hi guanyen les empreses?



### RSC

Responsabilitat Social Corporativa



### IMATGE D'EMPRESA

Reputació i reconeixement



### ENTORN

Contribució econòmica a la millora de l'entorn local

# Què cal fer (EP<sub>i</sub>; NO ARREU, EH?)

02 Avanços del projecte: Modelització ecohidrològica: PRIMERS RESULTATS

Actual (2000-2020)

2041-2050

2091-2100

## BALANÇ HÍDRIC PER CONCA: increment d'aigua blava amb la gestió forestal

Aigua d'Ora		
Increment d'aigua blava (Hm³ i %)		
Data	Canvi climàtic RCP 8.5	Canvi climàtic RCP 4.5
2000	3,5 (+18,5%)	3,2 (+16,8%)
2010	2,9 (+18,0%)	2,7 (+16,6%)
2020	3 (+23,6%)	3,1 (+23,7%)
2030	6,6 (+36,7%)	4 (+33,1%)
2040	4,1 (+38,3%)	5,4 (+38,0%)
2050	6 (+45,8%)	6 (+43,8%)
2060	5,8 (+38,2%)	7,9 (+38,5%)
2070	8,1 (+61,4%)	10,5 (+79,5%)
2080	5,6 (+45,2%)	8,6 (+49,1%)
2090	4,4 (+60,3%)	6,5 (+65,7%)

Muga		
Increment d'aigua blava (Hm³ i %)		
Data	Canvi climàtic RCP 8.5	Canvi climàtic RCP 8.5
2000	5,0 (+25,3%)	4,8 (+24,6%)
2010	4,9 (+30,9%)	4,9 (+30,9%)
2020	3,9 (+26,8%)	5,9 (+25,2%)
2030	8,2 (+34,6%)	6,7 (+30,8%)
2040	5,6 (+30,0%)	7,6 (+27,6%)
2050	9,6 (+45,6%)	6,9 (+31,6%)
2060	6,5 (+29,5%)	9,0 (+35,1%)
2070	7,5 (+26,9%)	13,9 (+55,4%)
2080	4,9 (+30,2%)	9,0 (+39,4%)
2090	4,1 (+30,2%)	8,5 (+43,3%)

MUGA

↑25-30%

↑ 28-30%

↑ 30-43%

AIGUA D'ORA

↑16-18%

↑ 38%

↑ 60-65%

Ter		
Increment d'aigua blava (Hm³ i %)		
Data	Canvi climàtic RCP 8.5	Canvi climàtic RCP 4.5
2000	8,1 (+11,1%)	3,5 (+4,5%)
2010	8,0 (+15,1%)	4,4 (+7,8%)
2020	7,3 (+17,3%)	4,1 (+7,7%)
2030	9,6 (+20,2%)	5,0 (+12,7%)
2040	8,0 (+26,8%)	4,8 (+9,4%)
2050	9,0 (+23,9%)	6,1 (+14,9%)
2060	9,5 (+27,1%)	7,0 (+13,3%)
2070	11,1 (+36,2%)	10,3 (+27,4%)
2080	9,6 (+35,9%)	10,4 (+24,0%)
2090	6,7 (+31,1%)	10,1 (+32,1%)

TER

↑5-15%

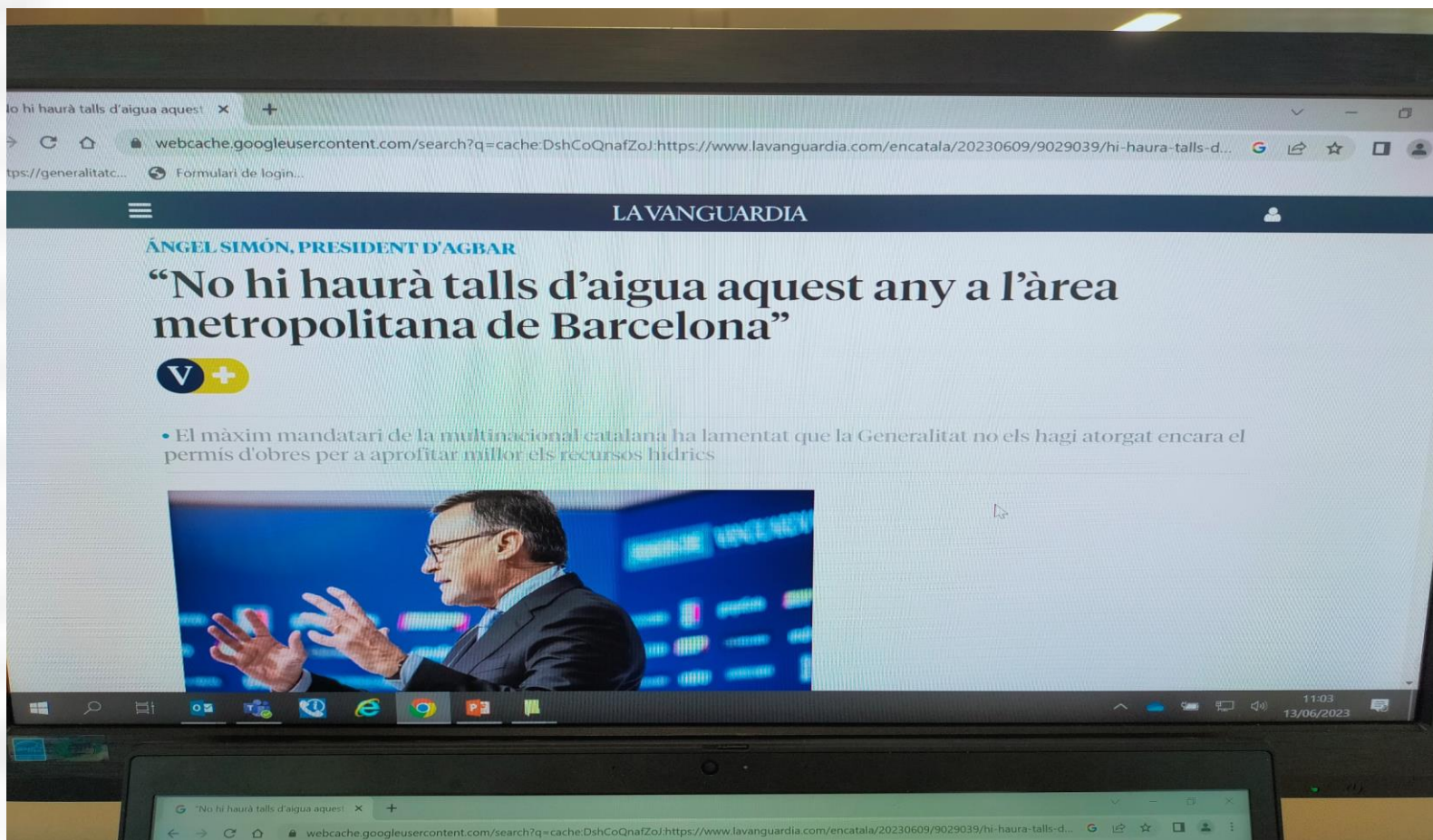
↑ 10-27%

↑ 31-32%

## **Pàgina 5-6 memòria Estratègia Catalana d'Adaptació al Canvi Climàtic, horitzó 2030 (ESCACC30)**

---

A Catalunya, l'èxit en les polítiques públiques d'adaptació als impactes del canvi climàtic ha de contemplar, necessàriament, la simbiosi entre les conurbacions costaneres amb el rerepaís que els subministra biodiversitat, aigua, energia, aliments, materials, lleure, cultura, i tants d'altres serveis, uns serveis que hom ha convingut en anomenar serveis ecosistèmics. Difícilment hi haurà ciutats intel·ligents si aquestes ciutats no cooperen amb el subministrament dels serveis que ofereix allò que els alemanys bategen amb el nom de "hinterland". Una simbiosi que els impulsors del Manifest de Vallbona, sota la premissa d'apostar per una Catalunya enxarxada hidrològicament, van batejar amb el nom de mutualitat catalana, i que es fonamentava en una relació d'igual a igual entre el rerepaís i el litoral.



**Moltes gràcies per escoltar-me**

<https://canviclimatic.gencat.cat/ca/inici/>