

Caracterització geogràfica de les sequeres a la conca del riu Muga (1950-2001)¹

Carles Bayés Bruñol

Unitat de Geografia de la UdG

Universitat de Girona

carles.bayes@udg.es

Resum

Aquest article té per objectiu analitzar els factors que intervenen en els episodis de sequera a la conca del riu Muga, a partir del reconeixement d'unes característiques pluviomètriques pròpies d'entorns mediterranis, i del paper fonamental de l'organització dels usos i els aprofitaments de l'aigua sobre el territori. Es planteja un reconeixement territorial de la sequera durant la segona meitat del segle XX, amb una descripció de les manifestacions espacials i temporals dels episodis crítics amb dèficits d'aigua, segons la sensibilitat de la conca a la reducció de la pluja i els ajustaments socials decidits al llarg del temps per adaptar-se a aquests dèficits de l'aigua. El plantejament d'una cronologia de les repercussions territorials per la insuficiència hídrica ens demostrarà que la conca és avui més sensible a reduccions menors de la precipitació per començar a detectar problemàtiques socials, econòmiques i ambientals.

Paraules clau: conca del riu Muga, sequera, usos de l'aigua, escassetat hídrica

1. L'article és una síntesi del treball de recerca "Caracterització geogràfica de les sequeres a la conca del riu Muga (1950-2001)", presentat dins el programa de *Doctorat en Medi Ambient. Itinerari de Geografia en Ordenació del Territori i Gestió del Medi Ambient*, de la Universitat de Girona, l'any 2002.

Resumen

Este artículo tiene por objeto analizar los factores que intervienen en los episodios de sequía en la cuenca del río Muga, a través del reconocimiento de unas características pluviométricas propias de entornos mediterráneos, y del papel fundamental de la organización de los usos y los aprovechamientos del agua sobre el territorio. Se plantea un reconocimiento territorial de la sequía durante la segunda mitad del siglo XX, con una descripción de las manifestaciones espaciales y temporales de los episodios críticos de déficit de agua, según la sensibilidad de la cuenca a la reducción de la lluvia i a los ajustes sociales decididos a lo largo del tiempo para adaptarse a la escasez de agua. El planteamiento de una cronología de las repercusiones territoriales por la insuficiencia hídrica nos demostrará que la cuenca es hoy más sensible a reducciones menores de la precipitación para empezar a detectar problemáticas sociales, económicas y ambientales.

Palabras clave: cuenca del río Muga, sequía, usos del agua, escasez hídrica

Abstract

Recognizing the characteristics of the Mediterranean distribution of precipitation and the role of land and water uses, the purpose of this paper is analyze the factors that cause droughts episodes on the basin of the river Muga. We analyze here the spatial and time distribution of droughts during the second half of the twentieth century and the social impact of these changes and the forms by which the different communities adapted their consumption of water. The chronological analysis allows us to conclude that the river basin communities are today much more sensible to smaller variations in the amount of water in order to define social, economic and environmental consequences.

Key words: river Muga basin, water uses, water scarcity

1. Presentació

El tercer informe d'avaluació de l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)² de l'any 2001 constata clares modificacions climàtiques observades a escala planetària, però també moltes incerteses en el coneixement dels seus orígens. D'aquest informe també es desprèn que la recerca futura ha de centrar-se en aspectes com la magnitud i caràcter de la variabilitat natural del clima, els forçaments del clima produïts pels factors naturals i aerosols antròpics, i la relació entre les tendèn-

2. Neix per decisió de l'Organització Meteorològica Mundial i el programa de Nacions Unides per al Medi Ambient amb l'objectiu de valorar la informació científica, tècnica i econòmica rellevant per entendre els riscos de canvis en el clima que tinguin el seu origen en les activitats humanes.

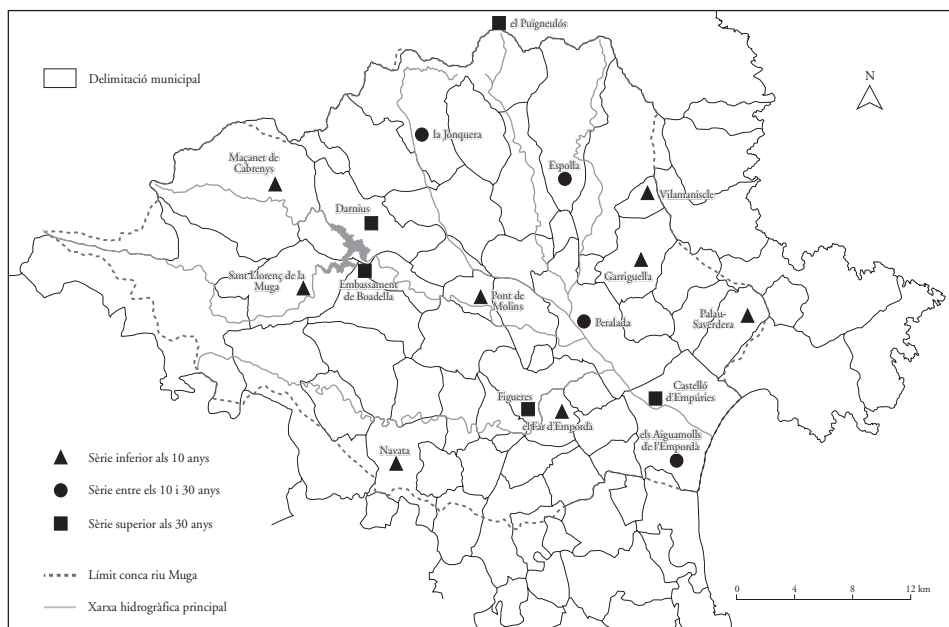
de la conca, exposada a un règim de pluges irregulars i torrencials, posarà en evidència episodis intermitents de sequera.

En les següents pàgines es pretén realitzar un estudi de les sequeres a la conca del riu Muga des d'una perspectiva geogràfica, on s'incorpori una anàlisi física i humana integrada de la conca que ajudi a avaluar les repercussions de l'escassetat hídrica sobre el territori i defineixi la seva vulnerabilitat als dèficits d'aigua a l'hora de satisfer el conjunt de les seves necessitats ambientals, socials i econòmiques. El terme sequera prendrà, doncs, un significat plenament geogràfic, "que implica absència o disminució important de les precipitacions durant un període de temps suficientment llarg per causar impactes adversos a la societat que els pateix" (Cuadrat Prats, 2001).

S'han desenvolupat diferents recursos metodològics per aconseguir aquests objectius. Primer s'han obtingut les sèries instrumentals de precipitació disponibles de la conca (vegeu mapa 2), corregides i depurades oportunament per identificar tots els períodes climàtics secs de la regió des de l'any 1950 fins avui a partir de càlculs numèrics específics. D'aquesta manera s'han localitzat les sequeres pluviomètriques i esbrinat les seves propietats, la seva intensitat i durada, que serveixen per caracteritzar l'esdeveniment natural i la seva incidència sobre el territori.

També la consulta de la premsa local ha permès reconstruir una sèrie temporal històrica des de la segona meitat del segle XX de tots els episodis amb escassetat d'aigua a la conca de la Muga, de les problemàtiques, conflictivitats

Mapa 2 Localització i amplitud temporal de les sèries climàtiques



Font cartogràfica: Institut Cartogràfic de Catalunya, 1:50.000, 1995. Elaboració pròpia.

i incerteses derivades en els usos de l'aigua. En concret, s'ha consultat el setmanari *L'Empordà* de la comarca de l'Alt Empordà, un dels pocs recursos existents a la regió on es constaten els impactes territorials i les respostes, percepcions, reaccions i opinions instantànies dels implicats en les conseqüències que han derivat d'una reducció de les disponibilitats hídriques.

El contingut de l'article s'estructura en cinc parts. Primer de tot s'explica l'organització territorial dels usos de l'aigua a la conca, els aprofitaments hídrics i les dependències regionals en els abastaments d'aigua. Després es proposa un recull de la tipologia de sequeres identificades durant els anys d'estudi a la conca, i també una aproximació climàtica de la regió, especialment de les seves característiques pluviomètriques. A continuació s'identifica l'abast espacial i temporal de les seqüències seques a la conca des de l'any 1950, les seves propietats físiques i estimacions d'ocurrència segons càlculs de probabilitats. El següent apartat concreta els episodis de sequera hidrològica, que s'entendran com una resposta a les anomalies pluviomètriques i com a indicadors del ritme dels consums d'aigua, i s'interpreten, a partir de la llista d'anomalies pluviomètriques i del buidatge periodístic, els orígens i les repercussions dels episodis amb dèficit d'aigua a la conca del riu Muga.

Un conjunt d'indicadors territorials, constantment referenciats a la premsa, (mesures d'intervenció estructural i conjuntural davant el dèficit d'aigua, necessitat de noves connexions i ampliacions dels sistemes d'abastament d'aigua, insuficiència tècnica de les xarxes d'abastament d'aigua, disminució dels nivells del pantà de Boadella-Darnius, dessecació de zones humides, tensions i conflictivitat social pel control de les disponibilitats escasses, alertes i restriccions d'aigua, riscos d'incendis forestals, construcció de noves captacions d'aigua, pèrdues econòmiques per rendibilitats agràries baixes, ajuts econòmics per a cobrir els danys, etc.) ens explicaran la localització i la intensitat dels impactes de la sequera sobre la societat i la sensació de pertinença de cada sector social a una sequera segons l'abast d'aquesta anomalia hídrica sobre les seves necessitats. Aquests indicadors concretaran la responsabilitat física i/o antròpica en el retall de les disponibilitats hídriques i la consideració de pertinença a una situació amb sequera, ja sigui per la manca de pluges instantànies *in situ*, la persistència del dèficit de pluges, la permanència de la sequera hidrològica, la deficiència en la distribució de l'aigua, la insuficiència dels sistemes d'abastament d'aigua, el creixement de les demandes hídriques, els canvis en el paisatge o la feblesa en la gestió de l'aigua.

2. Organització territorial dels usos i aprofitaments de l'aigua a la conca del riu Muga

La vulnerabilitat d'un territori va estretament lligada a l'estructura social i a l'organització econòmica de l'espai, i sempre està sotmesa als canvis que expe-

rimenten les construccions econòmiques (Stern i Easterling, 1999). D'aquesta manera, la capacitat de resposta de la conca del riu Muga als impactes de l'escassetat de l'aigua vindrà determinada per la susceptibilitat de les xarxes socials i econòmiques a aquestes realitats, sovint persistents, de dèficit hídric. La intervenció humana sobre la conca condicionarà la disponibilitat hídrica, l'abundància o escassetat de l'aigua, segons la intensitat de les actuacions i, simultàniament, al caràcter restrictiu de l'esdeveniment físic, que sovint és favorable amb aportacions pluviomètriques d'enorme eficiència hidrològica.

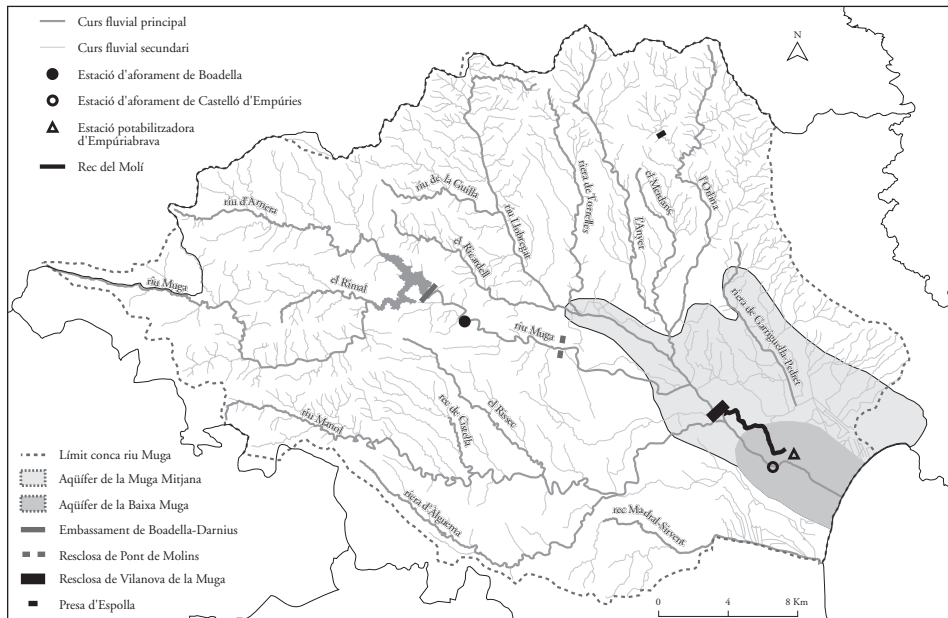
Per a satisfer el conjunt de les necessitats hídriques de la conca, s'aprofiten els recursos convencionals d'explotació de les aigües superficials i subterrànies i, tanmateix, els recursos no convencionals de reutilització directa de les aigües residuals depurades i el complement en la gestió amb el foment de programes d'estalvi hídric.

A la conca del riu Muga, els usos de l'aigua predominants, per ordre de volum total requerit, són els agraris, els urbanoturístics, els industrials, els energètics, els mediambientals i els recreatius. Tots ells s'organitzen dins una xarxa espacial i temporal molt variable, distribuïts irregularment durant tot l'any amb puntes acusades i freqüents durant l'estiu, quan creixen significativament les demandes urbanoturístiques, agràries i ambientals. El major percentatge de les demandes d'aigua es concentra als trams baixos de la conca, a la plana i al litoral, on històricament s'han explotat múltiples fonts d'aigua subterrània per a cobrir les necessitats creixents de l'activitat costanera, però que des dels anys setanta l'abastament principal depèn del pantà de Boadella-Darnius (62 hm³ de capacitat). Per tant, el gruix més important de les demandes coincideixen en l'espai i en el temps i, alhora, amb les limitacions pluviomètriques de cicle anual inherents del clima mediterrani.

L'entrada en funcionament de l'embassament de Boadella-Darnius el 1968 va trencar l'estreta dependència de la societat de la conca al comportament de les precipitacions, ja que ha implicat una major flexibilitat de l'oferta per la seva major capacitat de regulació dels recursos hídrics acumulats. Els usos i aprofitaments de la conca (vegeu mapa 3) s'han organitzat gradualment sota unes independències espacials i temporals creixents respecte a les pluges locals. La majoria dels consums d'aigua depenen de les disponibilitats hidrològiques del pantà de Boadella-Darnius i, per tant, del ritme de les pluges a la capçalera del riu Muga. El règim de pluges al tram alt del riu condicionarà les dotacions hídriques del pantà i, aquest, els usos de la plana i litoral on, a la vegada, les pluges recollides *in situ* recarregaran les reserves subterrànies –que poden cobrir dèficits afegits superiors a les possibilitats del pantà– i regaran els camps i, per tant, poden alleugerir notablement les demandes previstes a l'embassament (sobretot per al reg de parcs i jardins urbans i del reg agrícola).

Per altra banda, avançats els anys noranta, els aqüífers de la Muga mitjana comencen a centralitzar les ofertes d'aigua per a usos urbans (municipis de l'Albera i peu de mont d'aquest massís) i recreatius (camp de golf de

Mapa 3 Principals fonts de subministrament d'aigua a la conca del riu Muga



Font: Elaboració pròpia.

Peralada). L'esgotament de cycle anual de les reserves d'aigua en els municipis de l'Albera va obligar la presa de mesures definitives (connexió de la xarxa d'abastament d'aigua potable dels municipis de l'Albera a l'aquífer de Peralada) per cobrir unes demandes urbanes i industrials superiors a les ofertes pels pous municipals, molt sensibles als déficits de pluja de l'estiu, i també als períodes intermitents amb manca continuada de recàrrega dels aquífers.

A la conca, els usos consumptius de l'aigua obtinguts de la presa de Boadella-Darnius, la principal font de subministrament d'aigua del territori, es distribueixen de la següent manera: un 58% van destinats als usos agraris, el 22% als usos urbanoturístics, el 8% als usos industrials, i el 12% restant, com a usos no consumptius, es destinen als requeriments ambientals.

Aquestes demandes responen a unes realitats socials i econòmiques específiques, basades en un poblament creixent en nuclis urbans, preferentment l'àrea urbana de Figueres i els sectors costaners, i en l'orientació de l'activitat econòmica al sector serveis, que implica l'estacionalitat d'uniques demandes molt exigents, especialment vinculades al turisme residencial i hotelier. Les demandes també responen a l'extensió de l'agroindústria i la intensificació de l'engreix del bestiar. Dins el sector industrial, la importància de les activitats agropecuàries es complementa amb el creixement de l'activitat industrial a la Jonquera i Vilamalla.

3. Tipus de sequera a la conca del riu Muga

Existeixen moltes maneres d'entendre les sequeres i són moltes les apreciacions que poden plantejar-se des de tots els sectors socioeconòmics de la conca de la Muga vinculats en l'ús de l'aigua i la seva disponibilitat. Es considerarà una sequera quan des de cada col·lectiu social i econòmic es percebi la manca d'aigua com una amenaça per al desenvolupament normal de les seves activitats.

A grans trets, i generalitzat a la conca de la Muga, la sequera sol començar com un fenomen atmosfèric i va manifestant els seus efectes de manera gradual amb una reducció significativa dels recursos hídrics disponibles, un retrocés en els rendiments de les terres agrícoles i una davallada en el subministrament d'aigua potable als espais urbans. S'encadenen una sèrie de sequeres que seran específiques de cada regió de la conca i que, en molts casos, no coincidiran ni en l'espai ni en el temps (segons diferents realitats climàtiques i de paisatge, desenvolupament econòmic i sistemes d'aprofitament de l'aigua). El sistema d'organització del territori, lligat a la distribució i funcionament de les xarxes d'abastament d'aigua, determina diferències entre els impactes experimentats en regions i nuclis de població molt propers entre si.

Del buidatge de les notícies de premsa del setmanari *L'Empordà* durant el període 1950-2001, podem constatar que el 27,4% de les notícies fan referència a les sequeres hidrològiques (reserves d'aigua escasses), el 20,3% a les sequeres meteorològiques (per manca de precipitacions, temperatures càlides i vent), el 15,9% a situacions de dèficit tècnic, el 14,4% a les sequeres agrícoles, l'11,5% a les sequeres edàfiques i el 10,5% a les sequeres urbanes. És sabut que el volum de notícies recollides serà un reflex de la freqüència de l'esdeveniment natural i, per tant, un indicador de la vulnerabilitat de la conca a l'escassetat d'aigua.

La freqüència de les notícies referides als diferents orígens dels problemes lligats a la manca d'aigua no es manté uniforme durant tot el període estudiat, ja que les noves necessitats i usos de l'aigua han canviat en correspondència amb els nous models de societat. Donat que les societats són evolutives i canviants –i cada vegada a un ritme més accelerat– és lògic pensar que també ho serà la seva vulnerabilitat als fenòmens extrems, ja que tot canvi socioeconòmic repercuteix en les relacions que el grup humà estableix amb el seu medi (Pita López, 1989). Per tant, mentre a les dècades dels anys cinquanta i seixanta les principals preocupacions eren la *sequera pluviomètrica* (plena dependència de la societat del ritme de les pluges) i la consegüent *sequera edàfica* i *agrícola* (extremes condicions d'estrès hídric en els cultius), a les dècades posteriors dominen els noticiaris referits a les *deficients disponibilitats hidrològiques* dels rius, aqüífers i, sobretot, de l'embassament de Boadella-Darnius. L'entrada en funcionament del Pla de Regadius de la Muga (1969) modifica el paisatge agrari i afavoreix una major independència entre el camp i les pluges per la major flexibilitat en l'oferta d'aigua que ofereix la construcció del

panrà de Boadella-Darnius. Aquesta obra eleva els llinars de seguretat per afrontar els dèficits pluviomètrics prolongats però, alhora, semblava legitimar socialment majors expectatives d'ús de l'aigua i, per tant, noves i més demandes. En un primer moment el panrà estava destinat a cobrir les demandes del nou regadiu, de l'activitat hidroelèctrica i de la ciutat de Figueres, espai on costarà garantir els consums creixents i obligarà a prendre la decisió, a finals dels anys setanta, de realitzar ajustaments diversos com l'ampliació de la planta potabilitzadora i la connexió d'una segona canonada a l'embassament.

A principis de la segona meitat del segle XX, la voluntat a una recuperació econòmica de la regió dins el delicat context social i econòmic de l'època, exigia nous esforços als municipis per respondre a l'augment de les demandes d'aigua per la gradual extensió del turisme litoral i el creixement de la població, sobretot en els principals nuclis urbans i costaners. En aquest sentit, es detecten molts problemes d'escassetat d'aigua per un *dèficit tècnic*, d'infraestructura insuficient per cobrir el conjunt de les creixents demandes d'aigua potable (als anys cinquanta i seixanta, Figueres havia d'afrontar el creixement urbanístic i demogràfic de la ciutat amb problemes endèmics de subministrament d'aigua per dèficits intermitents del cabal subterrani i l'estat caòtic de la xarxa de distribució d'aigua potable). Són sequeres que s'allunyen més de les responsabilitats climàtiques, tot i que en molts casos la seva coincidència ha provocat greus problemes de disponibilitat d'aigua, sobretot a l'estiu. És durant aquesta estació climàtica que es detecten la majoria de situacions amb *restriccions urbanes d'aigua* a la conca (entre el 1985 i el 1995 s'identifiquen anualment situacions crítiques de sequera urbana als municipis de l'Albera, a les poblacions costaneres fins al moment de la seva connexió a la potabilitzadora d'Empúriabrava, i a nuclis i urbanitzacions de ràpid creixement demogràfic com Vilafant i Avinyonet de Puigventós), que han aparegut durant tota la sèrie d'anàlisi. Però s'han generalitzat, sobretot entre la segona meitat dels anys vuitanta i la primera dels anys noranta, quan s'intensifica el creixement desproporcionat de demandes d'aigua respecte els recursos hídrics disponibles, lligat a dèficits tècnics que no optimitzen els aprofitaments (als anys setanta a Figueres s'evidencien limitacions i insuficiències dels sistemes de captació i distribució urbana de l'aigua), i a esgotaments periòdics de les fonts de subministrament (molt freqüents a tot el territori, més sensible als municipis de l'Albera, als sectors costaners i a les proximitats urbanes de la ciutat de Figueres), que són en general motivats per majors demandes d'aigua. A grans trets, perquè coincideixen les deficiències naturals d'aigua per una reducció de les pluges i un augment simultani de les demandes agrícoles, urbanes, turístiques i ambientals. A finals dels anys noranta, concretament els 1998, 1999 i 2000, es decreten des de l'administració catalana restriccions d'aigua a l'embassament de Boadella-Darnius per als usos agrícoles i hidroelèctrics, més estrictes durant la campanya de reg de l'any 1999 quan les dotacions d'aigua van ser nul·les.

Seguint aquesta cronologia (vegeu taula 1) podem adonar-nos que les últimes definicions de la sequera prenen gradualment un significat urbà, reflex de percepcions socials urbanes molt sensibles a qualsevol anomalia hídrica.

Taula 1
Origen de les sequeres a la conca del riu Muga i àmbit d'afectació

Any	Sector afectat	Origen
1950	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Aigües superficials	Sequera hidrològica
1952	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
1953	Aigües superficials	Sequera hidrològica
	Figueres	Sequera pluviomètrica
		Dèficit tècnic
	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
1954	Figueres	Sequera pluviomètrica
		Dèficit tècnic
	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
1955	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Vilafant	Sequera hidrològica
1958	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
1959	Agricultura	Sequera edàfica (vent) → Sequera agrícola
1960	Castelló d'Empúries	Dèficit tècnic
		Sequera urbana
1961	Figueres	Sequera pluviomètrica
		Dèficit tècnic
		Sequera urbana
1962	Castelló d'Empúries	Sequera pluviomètrica
		Dèficit tècnic
		Sequera urbana
1965	Figueres	Dèficit tècnic
1967	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Aigües superficials	Sequera hidrològica
1968	Figueres	Dèficit tècnic
	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Embassament	Sequera hidrològica
1970	Aigües superficials	Sequera hidrològica
1973	Figueres	Sequera pluviomètrica (estiu molt càlid)
		Dèficit tècnic
		Sequera urbana
1974	Vilanova de la Muga	Sequera pluviomètrica
	Vilabertran	Sequera pluviomètrica
1975	Figueres	Dèficit tècnic

continua

Any	Sector afectat	Origen
1977	Figueres	Dèficit tècnic Sequera urbana
1978	Aqüífer Baixa Muga	Sequera hidrològica (menor disponibilitat per contaminació)
	Figueres	Sequera pluviomètrica (estiu molt càlid) Dèficit tècnic Sequera urbana
	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica (vent) → Sequera agrícola
1979	Aqüífer Baixa Muga	Sequera hidrològica Sequera urbana
1980	Figueres	Sequera urbana
1981	Embassament	Sequera hidrològica
	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Aigües superficials	Sequera hidrològica
1983	Embassament	Sequera hidrològica
	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Aigües superficials	Sequera hidrològica
1984	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica (vent) → Sequera agrícola
	Costa Brava Nord	Sequera urbana
	Aqüífer Baixa Muga	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
	Sequera urbana	
1985	Costa Brava Nord	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
	La Jonquera	Sequera urbana
	Agricultura	Sequera hidrològica (per contaminació de pous aqüífer Baixa Muga)
1986	La Jonquera	Sequera pluviomètrica (estiu molt càlid) → Sequera hidrològica → Sequera urbana
1987	Costa Brava Nord	Sequera hidrològica Sequera urbana
	Figueres	Dèficit tècnic
1988	La Jonquera (els Límits)	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
1989	Aigües superficials	Sequera hidrològica
	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Llançà	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
	Sant Climent Sescebes	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	La Jonquera	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	Capmany	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	Roses	Sequera hidrològica (Rec del Molí)
	Sequera urbana	
	Aiguamolls	Sequera pluviomètrica (dessecació estanys de Vilaüt)
1990	Sant Climent Sescebes	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
1994	Aigües superficials	Sequera hidrològica
	Aiguamolls	Sequera pluviomètrica
	La Jonquera	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana

continua

Any	Sector afectat	Origen
	Sant Climent Sescebes	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	Espolla	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	Capmany	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	Masarac	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	La Vajol	Sequera hidrològica
1995	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	El Far d'Empordà	Sequera hidrològica
	Avinyonet de Puigventós	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
	Lladó	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	Sant Climent Sescebes	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica → Sequera urbana
	Castelló d'Empúries	Dèficit tècnic
	Sequera urbana	
1997	Roses	Sequera urbana
	Agricultura	Sequera pluviomètrica
1998	Embassament	Sequera hidrològica
	Aiguamolls	Sequera pluviomètrica
	Lladó	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
	Aigües superficials	Sequera hidrològica
	Agricultura	Sequera hidrològica
		Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Aiguamolls	Sequera pluviomètrica
	Figueres	Sequera hidrològica
	Cabanes	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
	Vilasacra	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
	Llers	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
	Aiguamolls	Sequera pluviomètrica
1999	Figueres	Dèficit tècnic
		Sequera hidrològica
	Embassament	Sequera hidrològica
	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera hidrològica
2000	Agricultura	Sequera pluviomètrica
		Sequera hidrològica
	Embassament	Sequera hidrològica
2001	Agricultura	Sequera pluviomètrica → Sequera edàfica → Sequera agrícola
	Aiguamolls	Sequera pluviomètrica
	Embassament	Sequera hidrològica

Font: Elaboració pròpia.

Per tant, ja no és la mateixa base del principi del període la que es commocionarà davant els dèficits hídrics. En aquests moments la premsa dedica més informació a les incomoditats derivades de l'escassetat d'aigua en els nuclis urbans i rurals (l'accés a les xarxes d'abastament d'aigua potable es generalitza a la majoria d'àmbits rurals) que als problemes productius que aquesta genera, com les

repercussions en el rendiment industrial, tot i que no s'abandona l'interès per els impactes de les sequeres al sector agrícola, molt susceptible en períodes llargs d'indigència pluviomètrica. També es denota molta sensibilitat amb el sector mediambiental i les problemàtiques en els ecosistemes hídrics associades al dèficit d'aigua, com la dessecació de zones humides per un dèficit permanent de pluges o la mort d'aus i espècies aquàtiques per cabals anormalment baixos dels rius i rieres.

4. Aproximació climàtica de la conca. Anàlisi regional de la precipitació

Des de la capçalera del riu Muga fins a la seva desembocadura es reconeix a la conca l'alternança d'un clima mediterrani marítim subhúmit i sec de terra baixa. En general, presenta la singularitat climàtica mediterrània d'estius càlids i secs i hiverns moderadament freds i força humits. Les variacions climàtiques regionals i locals s'expliquen per les diferències altitudinals i la distància a les influències marítimes.

En general, les pluges i les temperatures disminueixen de SE a NO amb l'altitud, un factor geogràfic que explica bona part de les característiques termopluriomètriques de la conca, sobretot la precipitació, quan els entorns pirinencs recullen les majors quantitats anuals d'aigua. La conca mitjana mesura les amplituds diàries de temperatura més altes per les diferències més grans entre els valors màxims i les mínims. Les temperatures màximes i mínimes moderades als sectors alts i baixos de la conca respectivament, condicionen diferències mitjanes diàries més petites. A la conca alta, als sectors més estrictes de muntanya, aquestes diferències se situen entre els 8 i 9°C, a la costa i influències directes entre els 10 i 11°C, i a les zones de la conca mitjana d'altitud modesta (entre 100 i 200 m), els contrastos superen els 13°C. Si observem els valors mitjans anuals, a Castelló d'Empúries es mesuren 16,3°C, a Figueres no s'allunyen dels 15,8°C, a Peralada la mitjana anual se situa en els 15,5°C, i a Darnius s'enregistren de mitjana els 14,5°C. Es compleix la transició entre les característiques tèrmiques pròpies dels entorns costaners i de muntanya.

Un dels elements més explicatius del clima de la conca és el vent, la tramuntana i les seves desviacions locals i regionals. Generalment és un vent sec, fred, impetuós, ocasionalment sostingut, que eixuga la humitat ambiental, sovint allunya la possibilitat de pluges i normalment anul·la l'efectivitat de les precipitacions frontals precedents. La tramuntana contribueix a la sequedat del clima de la conca, sobretot a l'hivern i primavera, quan és més notable la seva presència i, alhora, la freqüència de pluges especialment variable.

Així, la permanència dels períodes climàtics secs habituals de l'estiu mediterrani, la persistència de vents secs del nord, la reducció variable de les pluges anuals, i el dèficit higromètric del sòl, determinen les aportacions climàtiques al risc de sequeres a la conca del riu Muga, i delimiten estrictament les reserves d'aigua per cobrir les necessitats socials, econòmiques i ambientals de la regió.

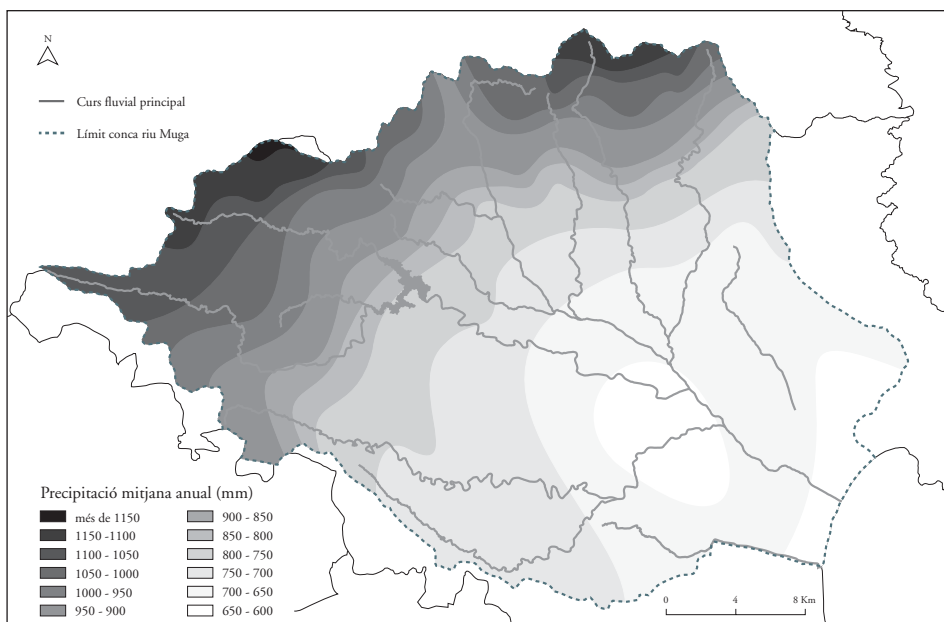
De tots aquests elements climàtics, tot seguit es fa una diagnosi de la precipitació i les seves característiques a la conca de la Muga, de major interès per ser el paràmetre més variable de tot el cicle de l'aigua. Dins el context climàtic mediterrani, la conca se sotmet a les pulsacions latitudinals entre els dominis temperats i els subtropicals, que condicionen l'alternança de les propietats ambientals pròpies de cada domini, amb estius secs i càlids per l'extensió de la influència de l'anticicló subtropical, i hiverns més humits i freds per influències de les depressions generalment frontals, de tipus zonal, que afavoreixen adveccions d'aire procedent de latituds fredes. La manca d'un ritme estacional fix d'aquesta dinàmica atmosfèrica explica la incertesa dels resultats pluviomètrics anuals, sotmesos a anomalies que l'allunyen dels comportaments habituals.

Les característiques que pren la precipitació en el conjunt de la conca de la Muga es resumeixen en quantitats modestes, elevades variabilitat i disparitat consecutiva, gran irregularitat diària, alta intensitat diària i horària, existència de llargs períodes secs prolongats, règims estacionals molt contrastats i mal repartiment estacional, una sèrie de singularitats pròpies de la pluviometria mediterrània (Martín-Vide, 1996).

Si concretem, la pluja *mitjana anual* augmenta (vegeu mapa 4), seguint les disposicions orogràfiques, de sud a nord i d'oest a est.

Les diferències en els totals de la precipitació entre les zones més plujoses i les més seques de la conca (un rang aproximat de 525 mm) són molt signifi-

Mapa 4
Precipitació mitjana anual a la conca del riu Muga



Font: Elaboració pròpia.

catives en unes distàncies considerablement curtes (46 km en línia recta). Els extrems plujosos del nord i nord-oest de la regió contrasten amb les zones més seques de la costa meridional i sectors de la plana altempordanesa més oberts i molt propers al mar. Aquesta irregularitat espacial en la distribució de la pluja explica les intencions de l'organització territorial de l'aigua a la conca per part de les societats humanes que, davant aquestes possibilitats pluviomètriques, es plantegen l'ordenació dels recursos i els aprofitaments hidrològics amb criteris de compensació hídrica i dependència espacial.

La major variabilitat dels valors anuals de precipitació (vegeu taula 2) es concentra al litoral i principals àrees d'influència de la plana al·luvial, exposades a contrastos extrems entre totals anuals propis de climes humits i d'altres propers a ambients àrids –a Figueres, el 1971, es recullen fins a 1290 mm, i al 1973 només 266 mm–. A la Jonquera es mesura un coeficient de variació del 27,87% sense haver superat en cap cas el mínim dels 600 mm, el llinar que per sota abandona els caràcters subhumits i entra als dominis secs.

Taula 2
Coeficients de variació anual a la conca del riu Muga, en %

Estació meteorològica	Coeficient de variació	Estació meteorològica	Coeficient de variació
Agullana	22,6	Espolla	26,6
Aiguamolls de l'Empordà	29,4	Figueres	33,7
Castelló d'Empúries	31,2	la Jonquera	26,7
Darnius	26,4	Peralada	26,0
Embassament Boadella	24,6	Puig Neulós	30,3

Font: Elaboració pròpia.

En general, les variacions interanuals de la precipitació són prou significatives a tota la conca, inclosa la seva capçalera, que condicionen altes inseguretats en el total de la pluja esperada. Aquestes incerteses s'accentuen, sobretot a la costa i conca mitjana, si tenim en compte que les disparitats consecutives entre dos anys seguits són molt altes. Es repeteixen amb freqüència seqüències variables entre un any plujós seguit d'un any sec o d'un altre de plujós i després un altre de sec o plujós. A mesura que ens apropem als sectors de muntanya, les oscil·lacions anuals consecutives se suavitzen, tot i que en general són molt notables en el conjunt de la conca.

Per conèixer amb rigor el comportament real de la precipitació a la conca, ha de detallar-se el ritme mensual i estacional de les pluges intranuals i les variacions anuals d'aquests valors mensuals i estacionals, que demostraran l'enorme variabilitat d'ocurrència dels episodis pluviomètrics. Per al conjunt de la conca, segons les diferències espacials per factors altitudinals i d'exposició a la circulació atmosfèrica regional, es presenta una marcada irregularitat en les precipitacions mensuals, també en els mesos més plujosos.

L'octubre és el mes més plujós de Castelló d'Empúries –concentra de mitjana el 17% de la pluja total anual– i, per tant, una deficiència pluviomètrica d'aquest mes pot ressentir les aportacions anuals de pluja i determinar el caràcter sec d'un any, sobretot quan en les principals influències costaneres, el règim de precipitacions va molt lligat als episodis mediterranis de pluja intensa, més freqüents a l'octubre. A una altra escala, la variació estacional és molt alta a la tardor, l'època normalment més plujosa i, alhora, la més vulnerable als dèficits periòdics de pluja, sobretot a la costa i plana, encara que també pot generalitzar-se als sectors de muntanya, tot i que a aquí les compensacions estacionals poden suavitzar la reducció significativa de les precipitacions. No obstant, s'ha observat durant la dècada dels anys noranta, en els trams alts de la conca, una major dependència del volum total anual de pluja als episodis amb pluja intensa. Aquests sectors mantenen una bona correlació amb les depressions mediterrànies i, per tant, s'assimilen moderadament amb la torrencialitat pròpia de les zones estrictament costaneres.

Als trams alts de la conca de la Muga –a destacar la subconca del Llobregat– l'absència de pluges intenses determina el caràcter sec d'un any en, aproximadament, el 45% dels casos (el 44% al Puigneulós i el 68% a Darnius). A l'embassament de Boadella-Darnius (vegeu taula 3), el 67% dels anys secs o molt secs van associats a la manca d'aquests episodis, els quals no garanteixen sempre el caràcter no sec d'un any a diferència dels trams baixos de la conca.

Taula 3
Aportació de la precipitació intensa al total de la pluja anual a l'embassament de Boadella-Darnius, en mm

Any	P total anual	P intensa* >100 mm	% P intensa / P total	Caràcter any
1990	594,6	0	0	<i>Sec</i>
1991	896,9	167,9	18,72	Molt plujós
1992	970,9	233,0	24,00	Molt plujós
1993	870,1	0	0	Plujós
1994	749,4	136,5	18,21	Normal
1995	688,7	0	0	Normal
1996	1015,1	378,4	37,28	Molt plujós
1997	746,1	115,5	15,48	Normal
1998	548,6	0	0	<i>Molt sec</i>
1999	687,3	164,3	23,91	<i>Sec</i>
2000	642,0	192,5	29,98	<i>Sec</i>
2001	541,1	0	0	<i>Molt sec</i>

* Fa referència a episodis de precipitació d'1 a 4 dies amb pluges acumulades superiors als 100 mm.

Font: Elaboració pròpia.

A les zones costaneres i de la plana baixa, el 85% dels anys secs o molt secs coincideixen amb l'absència d'episodis molt plujosos, preferentment concen-

trats als mesos de la tardor. Les característiques d'aquests episodis mediterranis són el caràcter extremat i torrencial, d'alta intensitat diària i horària, i d'enorme pes pluviomètric sobre el total anual, és a dir, d'una acusada irregularitat diària perquè pocs dies molt plujosos concentren un alt percentatge del total de la precipitació anual.

La dependència global de la conca respecte a les pertorbacions mediterrànies ens insinua un règim pluviomètric estacional on la tardor és normalment el màxim principal, seguit d'un secundari mitjà a la primavera o l'hivern segons les regions (vegeu taula 4).

Taula 4
Règim estacional a la conca del riu Muga, en %

Estacions meteorològiques	Règim estacional	P	E	T	H
Aiguamolls de l'Empordà	TPHE	23,02	16,69	38,55	21,73
Castelló d'Empúries	TPHE	25,42	18,58	35,45	20,55
Darnius	TPHE	26,39	19,11	28,31	26,19
Embassament de Boadella	THPE	24,74	20,46	29,05	25,75
Empolla	THPE	19,18	16,70	37,63	26,49
Figueres	TPHE	25,47	18,03	33,78	22,72
Garriguella	THPE	19,62	14,53	39,88	26,00
La Jonquera	THPE	22,66	18,32	33,60	25,41
Maçanet de Cabrenys	THPE	22,63	18,08	29,74	29,61
Peralada	THPE	20,86	18,20	36,53	24,42
Puigneulós	THPE	22,48	13,41	35,31	28,81
Mitjana	THPE	22,95	17,46	34,35	25,24

Font: Elaboració pròpia.

L'estreta dependència a la massa d'aire mediterrània i a la seva periòdica inestabilitat, més sensible a la tardor per unes particularitats locals capaces de modificar les dinàmiques atmosfèriques que imposa la circulació general, afavoreix els règims estacionals habituals TPHE i THPE a la conca. El Mediterrani, explicat en apartats anteriors, regula les temperatures, el règim local de vents i la possibilitat de pluges, sobretot a la conca baixa, però no deixa d'influenciar els sectors de muntanya, per proximitat, a través dels passos naturals de les valls fluvials. Es detecta en els darrers anys que la major concentració estacional de les pluges als sectors de muntanya es mesura a l'hivern, mentre que a la resta comparteixen simultàniament aquest màxim entre la tardor i també l'hivern (sembla prolongar-se durant el mes de desembre la inèrcia tèrmica del mediterrani pròpia de la tardor). Si considerem tots els anys de les sèries disponibles podem notar que de les 24 permutacions possibles en l'estacionalitat de les pluges, no s'han manifestat mai els ritmes HEPT i HETP.

5. Detecció dels períodes climàtics secs a la conca de la Muga

Per conèixer el balanç hídric de la conca és imprescindible mesurar la precipitació i la seva efectivitat dins un cicle hidrològic antropitzat. S'han aplicat dos mètodes diferenciats per identificar els diferents períodes secs. El primer respon a una anàlisi estadística segons observacions empíriques, un mètode estàtic que utilitza el càlcul dels percentils. Pel conjunt de la conca, a escala anual, poden diferenciar-se els anys 1952 i 1973 com a molt secs, i els anys 1961, 1966, 1970, 1974, 1975, 1983, 1985, 1990, 1998 i 2001 com a secs amb reduccions pluviomètriques generals, en alguns casos persistents i intenses.

El mètode més precís per un càlcul rigorós de les seqüències seques és el que proposava Pita López el 1987, modificat de McKee *et al.*, i modificat per la mateixa autora el 2001, basat en la mesura d'un Índex Estandarditzat de Sequera Pluviomètrica, que pretén detectar l'acumulació dels dèficits mensuals de pluja i, així, especificar les propietats naturals de durada i intensitat dels períodes secs:

$$ZAPA_i = (APA_i - \overline{APA}) / \sigma APA \quad \text{on,}$$

$ZAPA$ = anomalia pluviomètrica acumulada estandarditzada del mes

\overline{APA} = valor mig de les anomalies pluviomètriques acumulades de tots els mesos

σAPA = desviació típica de les anomalies pluviomètriques acumulades de tots els mesos

Segons la magnitud d'aquestes persistents anomalies en les pluges podran explicar-se les implicacions de l'esdeveniment físic en els episodis d'escassetat d'aigua i les seves repercussions sobre el territori.

Si tenim en compte el conjunt de la conca, per al període 1950-2001, un 42% del total de mesos de la sèrie estan implicats en les seqüències seques de durada superior a l'any. Assumint un règim de regulació hídrica hiperanual de l'embassament de Boadella-Darnius, generalment adaptat als dèficits pluviomètrics que no superen els dotze mesos, només es consideraran les seqüències superiors a l'any i, d'aquesta manera, el 18% dels mesos s'inclouran en aquests períodes secs més significatius.

Tot seguit (vegeu taula 5) concretem una cronologia i diferenciació espacial de les seqüències seques a la conca per zonificar els comportaments singulars dels dèficits pluviomètrics i les seves propietats característiques, la freqüència, durada i intensitat.

A Castelló d'Empúries, el 39% del total de mesos de la sèrie analitzada s'inclouen a les seqüències seques superiors a l'any. Si no es consideren els dotze primers mesos d'aquests períodes secs, el nombre de mesos implicats suposen el 19% del total de la sèrie.

Taula 5
Propietats de les seqüències seques a la conca del riu Muga (1950-2001)

Castelló d'Empúries

Seqüències seques	Durada (mesos)	Intensitat màxima	Seqüències > 12 mesos
Abril 1952- Febrer 1954	23	-1,74	11
Agost 1954- Juliol 1955	12	-1,59	0
Novembre 1965- Octubre 1968	36	-1,07	24
Novembre 1972- Agost 1975	34	-2,21	22
Febrer 1979- Abril 1980	15	-1,43	3
Desembre 1982- Abril 1985	29	-1,71	17
Juny 1988- Desembre 1991	43	-2,48	31
Novembre 1994- Novembre 1995	13	-1,33	1
Maig 1998- Agost 1999	16	-1,64	4
Desembre 1999- Desembre 2000	13	-2,60	1
Total	234	Mitjana, -1,78	114

Figueres

Febrer 1945- Març 1946	14	-1,97	2
Novembre 1946- Gener 1948	15	-1,62	3
Març 1948- Setembre 1950	31	-1,40	19
Novembre 1951- Novembre 1958	85	-2,25	73
Novembre 1959- Setembre 1962	35	-2,46	23
Novembre 1965- Gener 1967	15	-1,03	3
Abril 1967- Novembre 1968	20	-1,71	8
Desembre 1969- Juny 1971	19	-1,58	7
Febrer 1973- Abril 1977	51	-1,78	39
Febrer 1979- Maig 1980	16	-1,27	4
Abril 1983- Abril 1984	13	-1,55	1
Juny 1988- Juny 1990	25	-2,86	13
Total	339	Mitjana, -1,79	195

Darnius

Novembre 1969- Febrer 1971	16	-1,86	4
Octubre 1972- Juny 1977	57	-2,18	45
Agost 1977- Desembre 1978	17	-1,86	5
Febrer 1979- Gener 1980	12	-1,55	0
Gener 1983- Octubre 1984	22	-1,84	10
Desembre 1984- Gener 1986	14	-1,56	2
Maig 1986- Juny 1987	14	-1,70	2
Juliol 1988- Octubre 1989	16	-1,41	4
Novembre 1994- Novembre 1995	13	-1,54	1
Gener 1998- Desembre 1998	12	-1,12	0
Desembre 1999- Novembre 2000	12	-1,49	0
Total	205	Mitjana, -1,65	73

Font: Elaboració pròpia.

Per a la plana, citarem l'exemple de Figueres, on el 44% dels mesos de la sèrie analitzada estan implicats en els períodes secs de durada superior a l'any, que es redueix fins el 27% quan només es consideren els mesos posteriors als primers mesos de la seqüència seca completa.

A l'altura del pantà de Boadella-Darnius, proper a la capçalera del riu Muga, seleccionem l'estació de Darnius, on el 51% dels mesos de la sèrie pertanyen a les seqüències seques superiors a l'any, i el 18% del total discriminen els dotze primers mesos.

La lectura d'aquestes taules permet interpretar diferències espacials de les sequeres pluviomètriques a la conca. A Darnius s'han detectat moltes seqüències seques lleugerament superiors a l'any, mentre a Castelló d'Empúries els períodes secs són més llargs i habitualment més intensos, tot i que als sectors de muntanya es donen reduccions intermitents més intenses dins una mateixa seqüència seca. A les zones de la plana més properes a la costa, la durada de les sequeres pluviomètriques és la més alta, però amb intensitats mitjanes inferiors respecte els dominis litorals. En general, per a tota la conca, l'hivern és l'estació climàtica que més participa en les seqüències climàtiques seques, sobretot al quadrant nord-est de la regió, mentre la majoria d'aquestes seqüències solen començar durant la tardor avançada a la plana i litoral de la conca, i a l'hivern a les zones de muntanya.

Conèixer la durada de les seqüències seques suposa concretar parcialment l'abast de l'esdeveniment, perquè així es consideren els dèficit acumulats i pot arribar a entendre's la magnitud de les seves respostes sobre el territori. Per al conjunt de la conca, la probabilitat d'ocurrència d'un any molt sec és més alta que la possibilitat d'un any sec.

Els sectors de muntanya de l'Albera i les Salines-Bassegoda –capçalera dels principals rius i rieres de la conca– presenten les majors probabilitats d'anys secs o molt secs després d'anys secs o molt secs (pantà de Boadella-Darnius, 41,6% i el Puig Neulós, 42,8% dels casos). La probabilitat d'anys consecutius extremadament secs es manifesta amb més rigor al pantà i al Puig Neulós (16,6 i 20% respectivament).

6. Els impactes territorials de l'escassetat d'aigua a la conca. Adaptacions i ajustaments a la sequera

La disponibilitat dels recursos hídrics, l'estat hidrològic del pantà de Boadella-Darnius, dels rius i rieres, i dels aqüífers de la conca és un reflex dels dèficits i els excessos periòdics de pluja. Les realitats pluviomètriques de la capçalera del riu Muga regeixen les disponibilitats hidrològiques del pantà i, directament, les possibilitats de satisfer la majoria dels abastaments hídrics de la conca. De la mateixa manera, l'estat hidrològic de la xarxa de tributaris principals de la Muga en el sector de l'Albera (el Llobregat d'Empordà, riera de Torrelles, el Ricardell) condiona les disponibilitats subterrànies dels aqüífers de la Muga mitjana.

D'aquesta manera, la conca és molt sensible a la variabilitat de les pluges a la capçalera de la conca i, alhora, a la regulació humana del pantà i a les captacions subterrànies segons el ritme de les demandes d'aigua dels sectors socials, econòmics i ambientals de la conca. Així, les sequeres hidrològiques són un indicador de la vulnerabilitat de la conca als episodis d'escassetat d'aigua.

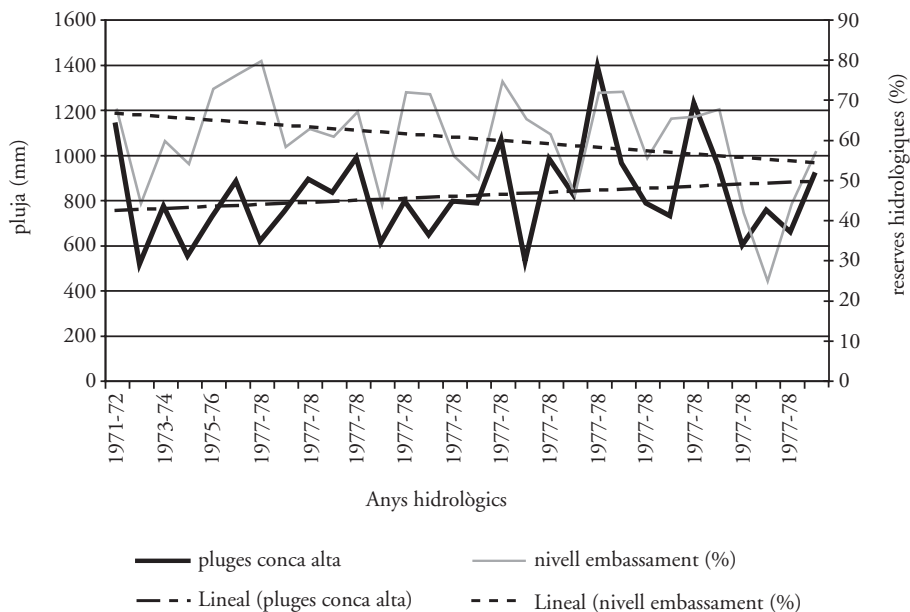
Entre els anys cinquanta i seixanta es recull el major nombre de notícies relacionades amb la sequera edàfica i la sequera agrícola, que eren els impactes directes del dèficit pluviomètric a la conca. La magnitud dels problemes al camp, dominat per conreus de secà, es correspon amb la intensitat de les anomalies físiques. Per tant, durant els primers anys del període es reconeix un lligam directe entre les notícies de premsa referides a les sequeres i les indigències pluviomètriques, i un vincle estret entre les propietats de la sequera física i els impactes territorials, en aquells anys d'ordre especialment agrícola. En canvi, a partir dels anys setanta, aquesta correlació és més difusa perquè els impactes sobre l'agricultura (es generalitzen els regadius) depenen més de l'estat de les reserves d'aigua de l'embassament. D'aquesta manera el pantà suposa una major regularitat de les disponibilitats hidrològiques, però també una major dependència envers els dèficits extrems de les precipitacions i al creixement poc controlat de les demandes. Als anys noranta, es redueix la flexibilitat de l'oferta d'aigua del pantà i un episodi de pluges no necessàriament intens posa en evidència les possibilitats d'abastament d'aquesta font principal d'aigua. El ritme creixent de les demandes d'aigua a la conca limiten la capacitat de la societat per absorbir els impactes de l'escassetat d'aigua per la seva estreta dependència a unes reserves hidrològiques que pateixen esgotaments més ràpids, insuficients per cobrir la totalitat de les noves exigències dels consums hídrics. Per tant, la vulnerabilitat de la conca a les situacions amb dèficit hídric caracteritzarà la severitat dels períodes climàtics secs i la intensitat dels impactes originats. D'aquesta manera, el protagonisme de les responsabilitats humanes serà creixent en la definició de les sequeres a la conca.

A la figura 1 pot observar-se com mentre les pluges a la conca alta de la Muga tendeixen a augmentar (4.4),³ les reserves del pantà disminueixen en un ordre diferenciat (0.4) És una aproximació a les noves relacions entre les ofertes naturals d'aigua, el ritme de la regulació superficial de les reserves hídriques i les característiques dels usos de l'aigua. Han existit seqüències seques de precipitació⁴ més llargues i més intenses (1982/83-1986/87) que la de 1997/98-2000/01, i amb resultats hidrològics menys restrictius. La mitjana dels dèficits pluviomètrics a la primera seqüència és un 4% superior a la segona, però el nivell de l'aigua emmagatzemada al pantà és un 18% inferior. Evidentment, les repercussions territorials també van ser àmpliament descompensades.

3. Segons el pendent que descriu la recta de regressió.

4. Segons diferències respecte les mitjanes. Igual amb el cas de les reserves hidrològiques del pantà.

Figura 1
Precipitació mitjana anual a la capçalera del riu Muga i mitjana anual del nivell hidrològic de l'embassament de Boadella-Darnius



Font: Elaboració pròpia.

A tall d'exemple, a partir de l'any 1968 (any de construcció del pantà), els episodis de sequera pluviomètrica més intensos es concentren als anys vuitanta, quan destacaven pel conjunt de la conca els períodes secs del gener del 1983 a l'octubre de 1984 (22 mesos) i del juliol de 1988 a l'octubre de 1989 (16 mesos), d'intensitats mitjanes de $-1,6$.⁵ Els corresponents impactes sobre el territori estan contemplats a la premsa amb un total de 13 i 10 notícies respectivament, inferiors al nombre de notícies que tracten les conseqüències de les sequeres pluviomètriques del període comprès entre el novembre de 1994 i el desembre del 1995 (13 mesos), i el període del gener de 1998 a l'agost de 1999 (20 mesos), amb 11 i 29 notícies respectivament, dedicades a unes seqüències d'intensitats mitjanes de $-1,3$ en la primera seqüència i de $-1,7$ en la segona, menys acusat a la capçalera estricta de la conca.

Aquest segon cas mereix una atenció especial. Les reduccions extremes i persistents de la precipitació entre el gener de 1998 i l'agost de 1999 van agreujar els impactes ocasionats per la manca de reserves del pantà, que arrossegava dèficits molt lleus de la tardor de 1997⁶ –pluviomètricament normal i amb reserves properes al 49%– i per tant s'acumulava un risc menor a l'hora de satis-

5. Segons el càlcul de l'Índex Estandaritzat de Sequera Pluviomètrica, proposat a l'apartat 5.

6. Després d'una sortida molt notable d'aigua durant el mes de març, extraordinàriament sec a tota la conca.

fer el conjunt de les demandes sectorials. Però el ritme accelerat de les sortides d'aigua del pantà i la severitat de l'esdeveniment físic van provocar, per primera vegada des de l'extensió dels regadius a la conca, una restricció total d'aigua per a usos agrícoles durant l'any 1999. És un exemple de responsabilitat compartida entre els components físics i humans en la definició de sequera, condicionada per les exigències dels consums hídrics de la conca i les persistències periòdiques dels dèficits de pluges. Per tant, la conca de la Muga, cada vegada més antropitzada i pendent d'usos i demandes creixents d'aigua, també és més vulnerable a les sequeres pluviomètriques, amb conseqüències greus quan les anomalies en la precipitació són de llarga durada i intenses, com a l'any 1999.

Directament relacionat amb l'augment creixent dels usos de l'aigua a la conca, i el ritme accelerat de l'esgotament de les reserves hidrològiques en els darrers anys, són les tensions i els conflictes que apareixen entre els diferents usuaris de l'aigua per al domini del recurs. Per tant, els conflictes i les tensions socials són un reflex més de la vulnerabilitat de la conca als episodis de sequera. Repetidament, les situacions amb escassetat d'aigua s'han resolt amb actuacions provisionals que amaguen eventualment, sense fer-lo desaparèixer, el risc de sequera, que es recupera anualment a l'estiu quan creixen sobretot les demandes agràries i urbanoturístiques, i periòdicament quan s'intensifica la sequera hidrològica que arrossega dèficits acumulats de precipitació, sovint amb orígens en èpoques habitualment plujoses. Les mesures d'ajustament de la conca a aquestes anomalies en els aprofitaments hídrics s'han decidit i pres simultàniament a la situació de dèficit amb mesures provisionals, que només aporten solucions transitòries però suficients per afrontar les crisis puntuals. Els municipis de l'Albera han completat cada estiu la seva oferta d'aigua fins el 1998 amb mesures restrictives i d'adhesió a recursos hídrics externs al municipi —portada d'aigua d'altres municipis mitjançant camions cisterna—. Aquesta zona, abans de la seva connexió a la xarxa d'abastament d'aigua potable de l'aqüífer de la Muga mitjana el 1998, era molt sensible a les reduccions de les seves reserves subterrànies d'aigua en èpoques seques, insuficients per a cobrir unes necessitats urbanes i industrials —sobretot la Jonquera— creixents. Tanmateix, a partir dels anys setanta, els municipis litorals havien d'afrontar l'augment significatiu de les demandes turístiques amb noves recerques d'oferta d'aigua, basades en l'obertura de nous pous i més captacions d'aigua que, a banda de prorrogar la problemàtica, provocaven severes complicacions ambientals. La insuficiència d'aquestes respostes obligava les administracions locals a buscar solucions “definitives”.

Les millores constants en els ajustaments i adaptacions a l'escassetat d'aigua al llarg dels anys del període d'anàlisi, han comportat un règim més flexible de les ofertes d'aigua i una major elasticitat de les demandes. Però per contra, aquestes oportunitats de la conca s'han traduït en amenaces serioses per una concentració de les dotacions d'aigua a unes mateixes fonts de subministrament, i a un creixement de les demandes que no s'adapta a les limitacions de

les ofertes d'aigua. Entre les adaptacions a l'oferta hídrica s'han repetit les recerques de noves captacions d'aigua subterrània, connexions a la xarxa d'abastament de la presa de Boadella-Darnius i de les reserves subterrànies, ampliacions dels sistemes de subministrament, l'adhesió a recursos externs i la construcció de petites preses. Entre les adaptacions a les demandes s'han considerat millores de la xarxa d'abastament d'aigua potable, campanyes de sensibilització, canvis en el tipus de conreu, revisió de les tarifes de l'aigua potable, programes d'optimització de l'ús de l'aigua, construcció de depuradores per adequar la qualitat i l'ús de l'aigua, i restriccions obligades d'aigua.

La centralització creixent de les fonts de subministrament d'aigua de la conca al pantà de Boadella-Darnius i a les reserves subterrànies de la Muga mitjana, ha despertat la desconfiança dels usuaris originaris d'aquests punts d'oferta d'aigua cap a les noves demandes per al risc reconegut de la insuficiència dels recursos acumulats i, per tant, la pèrdua de garanties per a satisfer les pròpies necessitats hídriques. N'és un exemple l'oposició del sector agrícola a la connexió de les demandes urbanes del litoral al sistema d'abastament del pantà, que li han suposat durant els anys 1998, 1999 i 2000 crítiques restriccions d'aigua per al reg, per la prioritat de les dotacions d'aigua del pantà als consums de boca.

7. Reflexions finals

Les sequeres, en relació a altres fenòmens amb origen climàtic, presenten una expansió espacial i temporal molt difusa, sense una delimitació precisa del moment i el lloc d'inici de l'esdeveniment, molt variable en l'espai i el temps, segons el funcionament i dependències dels aprofitaments de l'aigua, i la severitat del règim canviant de les precipitacions.

Podem reconèixer la sequera com una expressió territorial de la insuficiència de les disponibilitats hídriques, definida per unes components climàtiques i humanes complexes, ambdues responsables de la seva caracterització i de les possibilitats d'avenç d'aquestes situacions de crisi hidrològica. Es defineix en relació a les condicions habituals de les aportacions d'aigua i a l'alteració de les demandes de les societats de la conca, que tendeixen a adequar les seves necessitats a les disponibilitats habituals de l'abastament. En els darrers anys, la intensitat de la intervenció humana sobre el medi, l'ocupació del sòl i l'organització territorial de les activitats i els usos de l'aigua, han determinat les propietats de l'esdeveniment físic i la dimensió dels impactes, que seran els qui situaran el llindar de sequera a l'escala variable de les precipitacions. Per tant, podem considerar la sequera com un risc natural de creixent responsabilitat social. La relació entre les característiques naturals de les sequeres i els seus impactes a la societat depèn més de l'element antròpic que del natural, almenys en les societats més avançades (Pérez Cueva, 2001).

Les característiques climàtiques de la conca del riu Muga, sobretot el règim variable i irregular de les precipitacions, condicionen les limitacions naturals

de les disponibilitats hídriques i la inseguretat de les aportacions esperades, que repercutiran en les creixents i més exigents demandes socials, econòmiques i ambientals de la conca. La vulnerabilitat de la conca als episodis amb dèficit d'aigua ha evolucionat segons els nous escenaris territorials, les preferències en els usos de l'aigua i les decisions en l'ordenació dels aprofitaments de l'aigua. Mentre en els anys cinquanta i seixanta la societat altempordanesa, preferentment rural, havia d'afrontar la irregularitat anual de les pluges –que repercutia directament el desenvolupament del secà i dels conreus de cereals d'hivern, i els sectors urbans no podien regular les reserves d'aigua–, a partir del 1968, –quan entra en funcionament el pantà de Boadella-Darnius, que canvia la interpretació de la sequera–, creix significativament la capacitat de regulació superficial de l'aigua, suficient en un primer moment per a satisfer el conjunt de les demandes, però més fràgil a partir dels anys noranta quan augmenten els consums d'aigua, els usuaris i es modifiquen els hàbits de consum.

La responsabilitat física en les sequeres és conjuntural, mentre les decisions humanes de gestió i domini de l'aigua comença a ser estructural i pren una creixent determinació en les sequeres. Les recents coincidències crítiques d'ambdues realitats generen problemàtiques severes sobre el territori i provoquen la ruptura del consens social en els usos de l'aigua. A més, la centralització progressiva de les demandes hídriques envers el pantà de Boadella-Darnius fa més vulnerable la conca a retrocessos pluviomètrics llargs i intensos a la capçalera del riu Muga –igualment exposada a l'alta variabilitat anual de les precipitacions– i, per tant, més sensibles a una generalització dels impactes per escassetat d'aigua, motivats per aquesta dependència i la pèrdua de flexibilitat de l'oferta, que era més significativa durant els anys setanta i vuitanta.

En els entorns mediterranis, la mateixa variabilitat pluviomètrica que afavoreix la presència de períodes secs, també intervé en la seva desaparició. Sembla que l'espera d'aquestes solucions naturals amaguen l'interès de polítiques d'incidència en les demandes. La necessitat d'adequar els consums a l'oferta de l'aigua podria evitar la conversió d'aquestes situacions conjunturals de sequera a insuficiències hídriques permanents en el temps i en l'espai. És ben cert que la sequera presenta una interpretació constantment variable segons com la societat determina quins aspectes considera com a beneficis i quins com a resistències, és a dir, que evoluciona al ritme de la societat i de les seves intervencions sobre el medi. A l'actualitat són els aspectes humans els que tenen un pes major en la valoració de les sequeres fins el punt de motivar la seva pròpia aparició perquè la demanda agrària, urbana o hidroelèctrica d'aigua ha provocat una alteració del llinar de sequera (Olcina Cantos, 2001).

En aquesta línia, la recerca sectorial de posicions preferents en els usos de l'aigua demostra el caràcter escàs de l'aigua a la conca, i també la manca d'una planificació hidrològica que contempli les inquietuds i preocupacions dels diferents agents socials de l'aigua en el territori, que obligui una gestió integrada del conjunt dels aprofitaments de l'aigua. Les preferències socials per a l'ús de l'aigua han de conviure dins un context de constant alternança entre períodes

climàtics secs i de dèficit hídric, ja sigui per una major responsabilitat de les anomalies físiques o usos desmesurats que han de cobrir consums superiors i molt sovint prescindibles.

D'aquesta manera, la societat de la conca ha de saber conviure amb el risc de sequera segons mesures racionals que puguin absorbir els impactes que se'n deriven. Primer de tot cal aproximar-se a la realitat de la sequera a la conca del riu Muga, i reconèixer un escenari complex on es reuneixen unes condicions climàtiques mediterrànies, de constants incerteses pluviomètriques, i un context socioeconòmic transformat, amb voluntats clares de creixement demogràfic i econòmic, reflectit amb un ritme moderadament estable de les demandes inadaptat a les anomalies físiques i als balanços negatius del cicle hidrològic. Aquest escenari només pot admetre preocupacions i inquietuds creixents d'una societat vulnerable, gradualment menys adaptada a les crisis hídriques, i condicionades potser per unes futures modificacions climàtiques regionals que semblen evidents, i que alteraran la contribució natural al fenomen de les seques. El tercer informe de l'IPCC ja assenyalava la necessitat de conèixer àmpliament, amb investigacions integrades, la perillosa interferència antropogènica amb el sistema climàtic.

8. Bibliografia

- BAYÉS BRUÑOL, Carles (2002). *Caracterització geogràfica de les seques a la conca del riu Muga (1950-2001)*. Girona, memòria de recerca del programa de Doctorat en Medi Ambient de la Universitat de Girona.
- CANAL DE ISABEL II (1999). *Manual de gestión de sequías*. Madrid. Departamento de Tecnologías Aplicadas.
- CHARRE, Jean-Pierre (1977). "A propos de la sécheresse". *Revue Géographique de Lyon* [Lió], n° 52, p. 215-226.
- COMPTE, Albert (1963). "El Alto Ampurdán". *Pirineos* [Saragossa], 66-67. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 405 p.
- COMPTE, Albert (1968). "Tipus de temps a l'Empordà". *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos* [Figueres], 7, p. 135-167.
- CUADRAT, José María (2001). "Percepción de la sequía en la fachada cantábrica". A: GIL OLCINA, J.; MORALES GIL, A. [eds]. *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Alacant. Caja de Ahorros del Mediterráneo i Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante), p. 277-301.
- GENÍS, Narcís (1987). *L'aigua a la badia de Roses*. Girona. Consorci de la Costa Brava.
- GIL OLCINA, Antonio; MORALES, Alfredo [coord] (2001). *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Alacant. Caja de Ahorros del Mediterráneo i Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante).
- GRUP INTERGOVERNAMENTAL D'EXPERTS SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC (IPCC) (2001). *Tercer Informe de Evaluación del Cambio Climático 2001*. Programa

- de Naciones Unidas per al Medi Ambient i Organització Mundial de Meteorologia.
- MARTÍN-VIDE, Javier (1996). “Decálogo de la pluviometría española”. A: MARZOL, DORTA, VALLADARES [eds.]. *Clima y agua. La gestión de un recurso climático*. Madrid. Tabapress, p. 15-24.
- OLCINA CANTOS, Jorge (2001). “Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural”. A: GIL OLCINA, J.; MORALES GIL, A. [eds.]. *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Alacant. Caja de Ahorros del Mediterráneo i Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante), p. 49-109.
- PÉREZ CUEVA, Alejandro (2001). “Las sequías en tierras valencianas”. A: GIL OLCINA, J.; MORALES GIL, A. [eds.]. *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Alacant. Caja de Ahorros del Mediterráneo i Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante), p. 131-159.
- PITA LÓPEZ, María Fernanda (1989). “La sequía como desastre natural. Su incidencia en el ámbito español”. *Norba* [Universidad de Extremadura], 6-7, p. 31-61.
- PITA LÓPEZ, María Fernanda (2001). “Un nouvel indice de sécheresse pour les domaines méditerranées. Application au bassin du Guadalquivir (Sud-ouest de l’Espagne)”. *Publications de l’Association Internationale de Climatologie*, p. 225-233.
- SÁNCHEZ MUNIOSGUREN, Luís (1991). “Definición de sequía. Clima y sequía. La predicción de sequías. Sequías en la Península Ibérica”. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* [Madrid], vol. 85, 2-3, p. 433-453.
- STERN, Paul; EASTERLING, William [eds.] 1999. *Making Climate Forecasts Matter, Panel on the Human Dimensions of Seasonal-to-Interannual Climate Variability*, National Research Council, National Academy Press, Washington, D. C.
- WILHITE, Donald [ed.] (2000). *Drought. A Global Assessment*. Londres. Routledge.