

L'aigua al terme de Xert: factors de localització i tipologia d'entitats hídriques

Francesca Segura Beltran¹

Anna Beltran Segura²

(1) Departament de Geografia. Universitat de València

(2) Lycée Belsunce. Marseille. França

Data de presentació: setembre/2016.

Data d'acceptació: 22/09/2016

RESUM

LES NOMBRESES MANIFESTACIONS HÍDRiques DEL TERME DE XERT, APROFITEN ELS RECURSOS SUBTERRANIS, COM SOL OCÓRRER EN TERRENYS CALCARIS. LES BASSES, LES FONTS, ELS POUS, LES SÉNIES O ELS MOLINS EXPLOTEN ELS AQÜÍFERS CRETÀCICS, TOT APROFITANT L'ALTERNANÇA D'ESTRATS PERMEABLES I IMPERMEABLES I APAREIXEN SOBRETOT A LES LITOLOGIES CALCAREOMARGOSES O MARGOCALCÀRIES. TANMATEIX, LES FONTS MÉS CABALLOSES S'ASSOCIEN ALS AQÜÍFERS JURÀSSICS FORTAMENT CARSTIFICATS.

PARAULES CLAU: AQÜÍFERS, FONTS, BASSES, POUS, SÉNIES, LITOLOGIA, CALCÀRIES, MARGUES.

RESUMEN

LAS NUMEROSAS MANIFESTACIONES HÍDRICAS DEL TÉRMINO DE XERT, APROVECHAN LOS RECURSOS SUBTERRÁNEOS, COMO SUELE OCURRIR EN TERRENOS CALIZOS. LAS BALSAS, LAS FUENTES, LOS POZOS, LAS CENIAS O LOS MOLINOS EXPLOTAN LOS ACUÍFEROS CRETÁCICOS, APROVECHAN LA ALTERNANCIA DE ESTRATOS PERMEABLES E IMPERMEABLES Y APARECEN SOBRE TODO EN LAS LITOLOGÍAS CALIZAS-MARGOSAS O EN MARGO-CALIZAS. SIN EMBARGO, LAS FUENTES MÁS CAUDALOSAS SE ASOCIAN A LOS ACUÍFEROS JURÁSICOS FUERTEMENTE CARSTIFICADOS.

PALABRAS CLAVE: ACUÍFEROS, FUENTES, BALSAS, POZOS, LOTOLOGÍA, ALIZAS, MARGAS.

ABSTRACT

THE NUMEROUS WATER ELEMENTS OF XERT MUNICIPALITY DEPEND ON GROUNDWATER RESOURCES, AS IT USUALLY HAPPENS IN LIMESTONE TERRAINS. PONDS, SPRINGS, WELLS, WATER-LIFTING WHEELS OR MILLS EXPLOIT THE CRETACEOUS AQUIFERS, DRAWN UPON PERMEABLE AND IMPERMEABLE STRATA, AND APPEAR MAINLY IN THE MARLY LIMESTONES OR CALCAREOUS MARLS MATERIALS. HOWEVER, THE MOST ABUNDANT SPRINGS ARE ASSOCIATED WITH HEAVILY KARSTIFIED JURASSIC AQUIFERS.

KEYWORDS: AQUIFERS, SPRINGS, PONDS, WELLS, WATERLIFTING WHEELS, LITHOLOGY, LIMESTONES, MARIS.

1. INTRODUCCIÓ

En el món mediterrani, l'aigua esdevé un problema, de vegades per manca i altres per excés (Rosselló, 1988). A les fortes revingudes típiques de la tardor o de la primavera es contraposa l'escassetat ordinària deguda a les magres precipitacions i al predomini de la litologia calcària. La conca mediterrània està envoltada per materials calcaris, dipositats en l'antic Tethys, i posteriorment plegats durant l'orogènia alpina. Aquestes roques calcàries envolten tota la Mediterrània, d'on van sorgir durant la orogènia alpina, però són un problema per als seus habitants (Braudel, 1998), perquè l'aigua desapareix de la superfície, engolida pel carst, i la població acaba depenent dels aqüífers, que de vegades es troben a gran profunditat. Tanmateix, la població s'instal·la sempre prop dels rius o de les deus que li garanteixen el subministrament d'aigua, encara que siga temporal, i en combaten la manca buidant els aqüífers amb tota classe d'enginyers (Yannopoulos, 2015).

Les comarques del Nord de Castelló en són un bon exemple. Sense rius permanents, la població s'abasteix dels aqüífers: a les muntanyes de l'interior, es recarreguen i s'aprofiten els aqüífers calcaris del Mesozoic, mentre que a les planes costaneres, s'exploten els detrítics del Quaternari (IGME, 1981). El terme de Xert, pertany al primer grup i degut a les seues característiques geològiques, té nombrosos afloraments naturals d'aigua generats fonamentalment a les serres de la part septentrional. Alhora, els xertolins han utilitzat diferents sistemes tradicionals de d'explotació dels aqüífers. L'objectiu del present treball és caracteritzar-los d'acord amb la seua tipologia i explicar-ne la distribució en relació a la litologia i l'estructura tectònica.

2. ÀREA D'ESTUDI : CARACTERÍSTIQUES FÍSiques DEL TERME DE XERT

Amb una extensió de 82,58 km², el terme de Xert gaudeix d'un clima mediterrani, amb unes precipitacions anuals de 580,4 mm i unes temperatures mitjanes al voltant dels 15°C (Pérez Cueva, 1994). Està travessat d'oest a est per dos sistemes fluvials importants: al nord discorre el barranc de la Barcella (afluent del Cervol) i al sud, la rambla de Cervera, amb les Moles com a divisòria entre ambdues conques. Des del punt de vista geològic, el terme pertany al Sistema Ibèric, graderia de serres que travessa la Península en direcció NNW-SSE des del Cantàbric fins al Mediterrani. Plegat durant l'orogènia alpina, conforma una serralada afectada, en el sector d'estudi, per falles de direcció catalànide (NNE-SSW), que fragmenten el territori formant un relleu germànic de fosses i horsts. Durant el Pliocè i el Plistocè, els corredors es van reblir de dipòsits continentals de tipus fluvial (ventalls al·luvials als de l'interior) i de transició (marjals i albuferes, als costaners).

Seguint Canerot (1974), al terme de Xert, es poden distingir les següents unitats tectòniques (figura 1):

- a) La part septentrional del terme (zona A), està formada per una sèrie de serres plegades que donen continuïtat al sistema Ibèric (Turmell, Penyablanca) i que connecten per una banda amb els Ports de Morella i per l'altra amb els Ports de Tortosa i Besseit.
- b) A continuació (zona B), el conjunt de les moles (Mas d'En Rei, Llarga, Gran, Murada, del Grau, de la Font de l'Albi i Moleta Rodona) integren un espai de transició entre els plecs del nord i la zona fracturada del sud. Formen part d'un conjunt més ampli, que inclou les moles d'Ares i del Forcall, amb estrats quasi horitzontals, encara que en el cas que ens ocupa són sinclinals penjats d'ampli radi de curvatura, tot indicant un relleu invertit més complex. Tanmateix, la disposició quasi tabular dels estrats justifica l'apel·latiu de moles.
- c) Al sud d'aquest sector se situa la zona fracturada, formada per un conjunt de fosses i de pilars tectònics de direcció catalànide. El terme de Xert, forma part del horst de la Valldàngel Occidental (zona C) i de la fossa Vilafamés-Sant Mateu-Tortosa (zona D), que és l'única zona quasi plana del terme.

La major part del territori està formada per materials calcaris i margosos del Cretàcic (sectors B i C), encara que al sector plegat dominen el calcari i les dolomies del Juràssic (zona A). Pel que fa al sector fracturat, a les fosses predominen sediments fluvials (conglomerats, graves, arenas i argiles), dipositats durant el Terciari i el Quaternari (zona D). Són materials transportats pels rius i per tant, constitueixen les zones amb sòls més fèrtils i lògicament ocupades per l'agricultura.

El calcari i la dolomia són impermeables quan són compactes, però solubles en contacte amb l'aigua àcida. La pluja, en caure, es carrega de CO₂, i es converteix en aigua àcida que dissol el calcari, sobretot quan està fracturat, i dóna lloc al carst. Amb aquest nom es denomina un paisatge esquitxat de coves, avencs, lenars, dolines, pòlies o conductes subterranis. Poc a poc, l'aigua va desapareixent de la superfície i es forma una xarxa subterrània de galeries que configuren els aqüífers càrstics.

En major o menor mesura, al terme de Xert, estan representades totes les formes càrstiques esmentades (Arenós, 2001). L'avenc de Coma Negra o la Cova Bonica són bons exemples de cavitats càrstiques subterranies. La superfície «ronyosa» de les moles, entapissada de roques foradades capriciosament, és un exemple de lenar. Tanmateix, els més importants per al poble, esdevé el complex càrstic del Molinar.

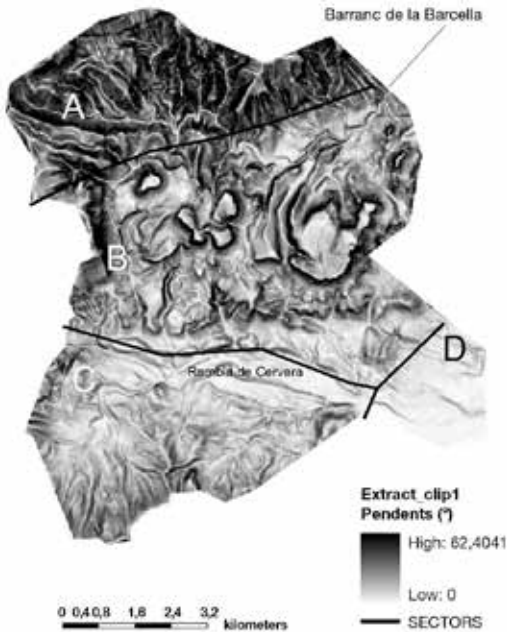


Figura 1. Mapa de pendents (°) del terme de Xert i sectors estructurals. A) zona plegada, B) zona sub-tabular, C) zona fracturada, horst de la Valldàngel Occidental i D) zona fracturada, fossa de Vilafamés-Sant Mateu-Tortosa.

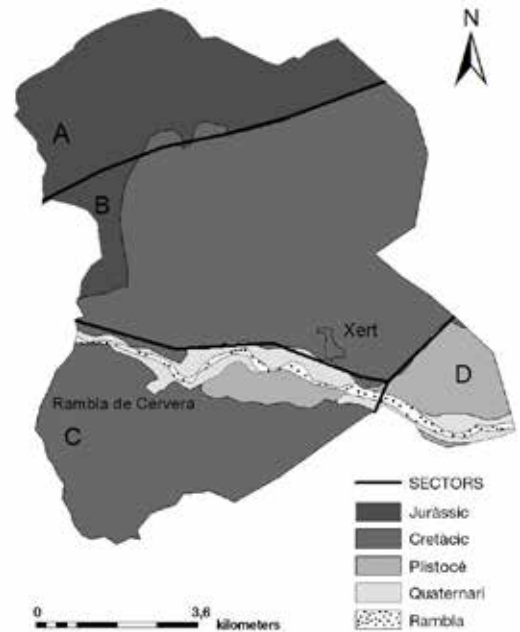


Figura 2. Estratigrafia segons els períodes geològics i unitats tectòniques del terme de Xert. Font: Canerot i Esnaola (1973), Canerot, *et al.* 1973, a, b i c.

3. ELS AQÜÍFERS

Les aigües de pluja que no s'escorren per la superfície s'infiltra a les capes sub-superficials del sòl. Part d'eixes aigües percolen cap a les capes profundes formant els aqüífers, estrats de roques o sediments que inclouen una o més formacions geològiques, que contenen aigua i són capaces de transmetre-la. La paraula aqüítard es reserva per a descriure una formació de permeabilitat baixa, que pot transmetre aigua, però que en pot subministrar poca (Hiscock i Bense, 2014).

D'acord amb la nomenclatura de l'IGME (1981), el nord de Castelló forma part del sistema aqüífer del Maestrat, que s'estén també per Terol i Tarragona, i té tres unitats hidrogeològiques o subsistemes principals localitzats a les formacions permeables del Terciari-Quaternari, Cretàcic i Juràssic (fig. 2):

- 1) La unitat cretàcica té dos aqüífers: a) el superior –localitzat fonamentalment a Terol– conformat pel calcari i les dolomies cenomanianes, i b) l'inferior, al calcari aptià, que està representat al nord de Castelló, i en concret a l'àrea d'estudi, sempre en zones molt elevades. Aquesta unitat no consti-

tueix un bon aqüífer per a ser explotat de forma massiva i només pot aportar cabals escassos. Els materials cretàtics que afloren a Xert pertanyen a l'Aptià inferior i mitjà i són: a) calcàries massives del Gargasià, b) calcàries massives, calcàries margoses i margocalcàries del Bedoulià, i c) calcàries i margocalcàries del Barremià-Hauterivià. Aquesta mescla de litologies permeables i impermeables no facilita la formació de bons aqüífers (taula 1).

- 2) La unitat juràssica, formada per calcàries i dolomies, constitueix el principal aqüífer del sistema, amb elevades transmissivitats (1000 a 4000 m²/dia). L'IGME (1981) estima uns recursos totals de 555 hm³/any, dels quals 150 hm³/any alimenten les unitats dels aqüífers calcaris de les planes de Castelló, Orpesa-Torreblanca i Vinaròs-Peníscola. A més, 175 hm³/any s'aboquen al mar, a la Serra d'Irta. L'aqüífer es difícil d'explotar per situar-se a gran profunditat i a més a més, és càrstic. De fet, a la part septentrional de la depressió Sant Mateu-Les Coves, l'aigua està a més de 400 m (IGME, 1981), precisament per tractar-se d'una fossa. A Xert aflora al sector plegat i alimenta la font del Molinar, la més cabalosa del poble.
- 3) La unitat Terciària-Quaternària, descansa sobre el Juràssic, reblint les planes litorals i les fosses de l'interior. Com a aqüífer té uns rendiments molt baixos, encara que té un cert interès a la Plana de Vinaròs-Peníscola i Orpesa-Torreblanca. En el primer cas, s'alimenta lateralment de l'aqüífer Juràssic i de la percolació de la pluja a la pròpia plana. A Xert està representat al sector C i D, a la vora de la rambla de Cervera.

D'altra banda, la disposició alterna de materials permeables i impermeables, conforma una seqüència d'aqüífers i aqüítards (taula 1), que condiciona el funcionament hidrogeològic i els rendiments dels aqüífers.

TAULA 1
ESQUEMA LITOLÒGIC I RELACIÓ AMB ELS AQÜÍFERS DE LA PROVÍNCIA DE CASTELLÓ
(modificat de l'IGME, 1981)

LITOLOGIA		UNITATS HIDROGEOLÒGIQUES
Aqüífer	Terciari-Quaternari. Detrític	Unitat Terciària-Quaternària
Aqüítard		
Aqüífer	200-300 m. Calcàries. Cenomanià	Unitat Cretàtica
Aqüítard	250 m	
Aqüífer	100-300 m. Calcàries. Aptià	
Aqüítard	200-300 m	
Aqüífer	Calcàries i dolomies. Juràssic	Unitat Juràssica
Aqüítard	Argiles triàssiques	

4. METODOLOGIA

Per analitzar la distribució i característiques dels elements hídrics del terme s'ha utilitzat el mapa de Xert a escala 1/20.000 (Ajuntament de Xert, 2014), una font molt valuosa d'informació per la gran quantitat d'hidrònims que inclou. El mapa s'ha georeferenciat i s'han digitalitzat nou tipus d'entitats hídriques: 1) fonts, 2) basses i tolls, 3) molins, 4) pous, 5) sénies, 6) ullals, 7) cocons, 8) conductes càrstics i 9) aqüeductes i altres. La informació digitalitzada s'ha introduït en un Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) i s'ha creuat amb els mapes geològics (www.igme.es), fulles, 545 (Canerot *et al.*, 1973 a), 546 (Canerot *et al.*, 1973 b), 570 (Canerot i Esnaola, 1973) i 571 (Canerot *et al.*, 1973 c). A partir d'aquests fulls s'ha creat un mapa litològic, tot distingint set tipus de materials seguint la llegenda dels mapes originals. Hi ha litologies calcàries (calcaris i dolomies), margoses (margocalcàries, calcareomargoses, margues i argiles) i detrítiques. A més, de l'Institut Geogràfic Nacional (www.ign.es) s'ha obtingut la ortofotografia de 2012 i s'ha descarregat el model digital d'elevacions (MDE), creat a partir de dades lidar, amb resolució de 5 m, que ha servit per fer un mapa de pendents. Aquestes capes s'han creuat amb la capa d'elements hídrics per tal de caracteritzar-los.

5. RESULTATS

Les relacions entre les diferents capes del SIG permeten establir les característiques de les entitats hídriques del terme, la seua distribució i freqüència, tot relacionant-les amb la litologia i la estructura.

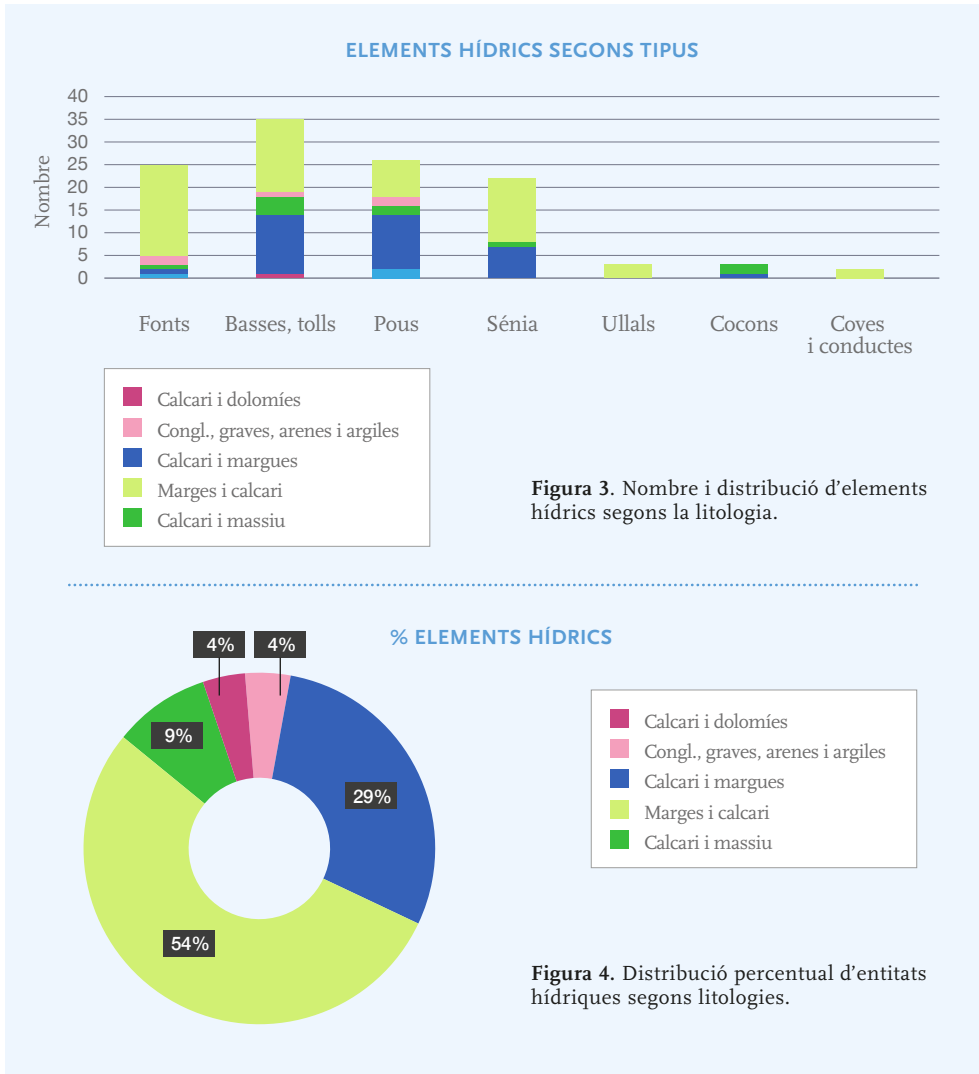
5.1. Freqüència i tipus de les entitats hídriques

En total s'han cartografiat 116 elements (figura 3), destacant-ne per l'abundància, les basses i els tolls, amb un total de 35. El següent element en importància són els pous, amb 26 topònims, seguit de les fonts, amb 25. Les sénies són 22 i la resta d'entitats, mostren una freqüència baixa, amb 3 ullals, 3 cocons i 2 coves i conductes càrstics.

Pel que fa a la proporció d'entitats hídriques que se localitzen en cada litologia (figura 4), val a dir que el 54% es troben en materials margosos i calcaris, que sumades a un 29% que es localitzen en calcari i margues, suposen un 83% del total.

Per contra, el calcari massiu i les calcàries i dolomies a prou penes apleguen un 13% d'entitats i els materials detrítics un 4%. Aquestes proporcions ens suggereixen que els materials margosos són els que actuen de nivell impermeable i faciliten l'aflorament de les aigües subterrànies o la retenció de l'escolament superficial.

Com es pot veure a la figura 5, la distribució per sectors i per litologies és planera. Malgrat que hi ha manifestacions hídriques per tot el terme, la majoria



es localitzen als sectors B i C. Per contra, els sector plegat (zona A), format per calcàries i dolomies juràsiques i la fossa oriental (zona D) format per conglomerats, margues i argiles terciàries i quaternàries no tenen a penes entitats hídriques.

5.2. Les basses i tolls

Una bassa és una depressió que reté les aigües pluvials o d'altra procedència. Pot ser natural o artificial, voltada de material d'obra o simplement limitat per la terra. Un toll és un clot natural o artificial, fet a terra, dins el qual hi ha aigua

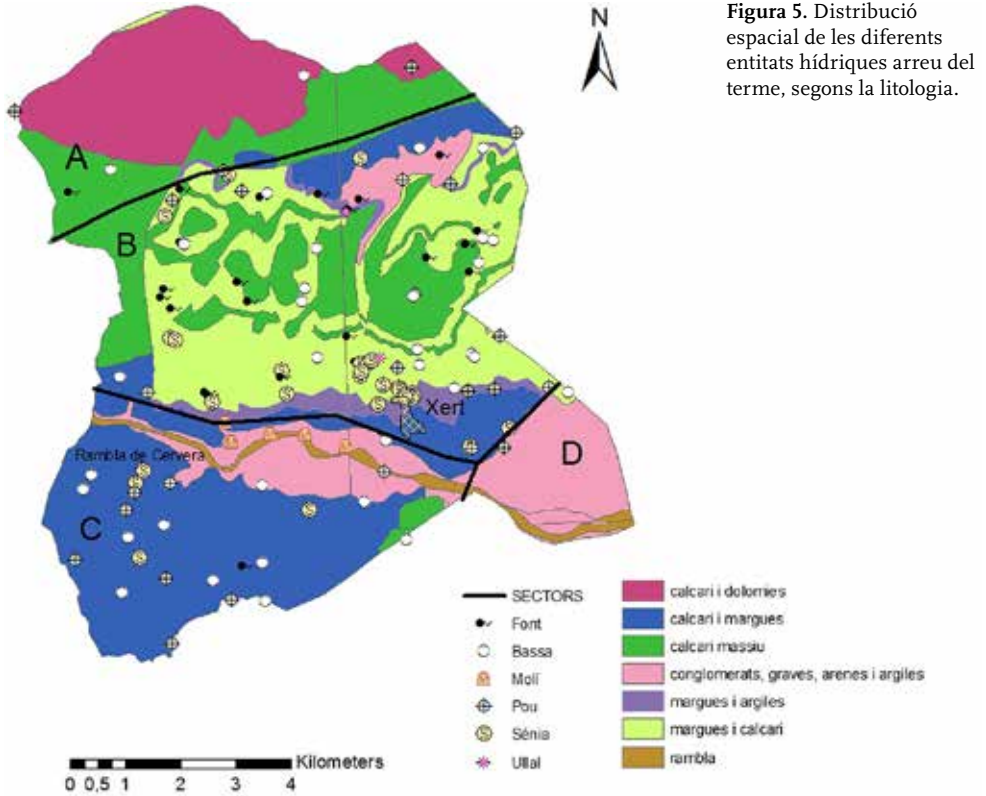


Figura 5. Distribució espacial de les diferents entitats hídriques arreu del terme, segons la litologia.

de pluja o d'altra procedència (DCVB, 2001-2002). Ambdós topònims s'utilitzen com a sinònims, encara que normalment un toll té menor entitat que una bassa.

Aquests elements hídrics es localitzen als sectors de margues-calcàries (46%) o calcàries-margoses (37%) (segons hi predominen els materials carbonatats o margosos) (taula 2). Això fa que es repartisquen de forma similar al sector de les moles (B) i al sud del terme (C) (figura 6).

TAULA 2
TIPUS I PERCENTATGE D'ENTITATS HÍDRIQUES DISTRIBUÏDES SEGONS LA LITOLOGIA

TIPUS	Fonts	%	Basses, tolls	%	Pous	%	Sénia	%
Calcari i dolomies	1	4	1	3	2	8	—	—
Calcari i margues	1	4	13	37	12	46	7	32
Calcari massiu	1	4	4	11	2	8	1	5
Conglomerats, graves, arenes i argiles	2	8	1	3	2	8	—	—
Margues i calcari	20	80	16	46	8	31	14	64
Total	25		35		26		22	

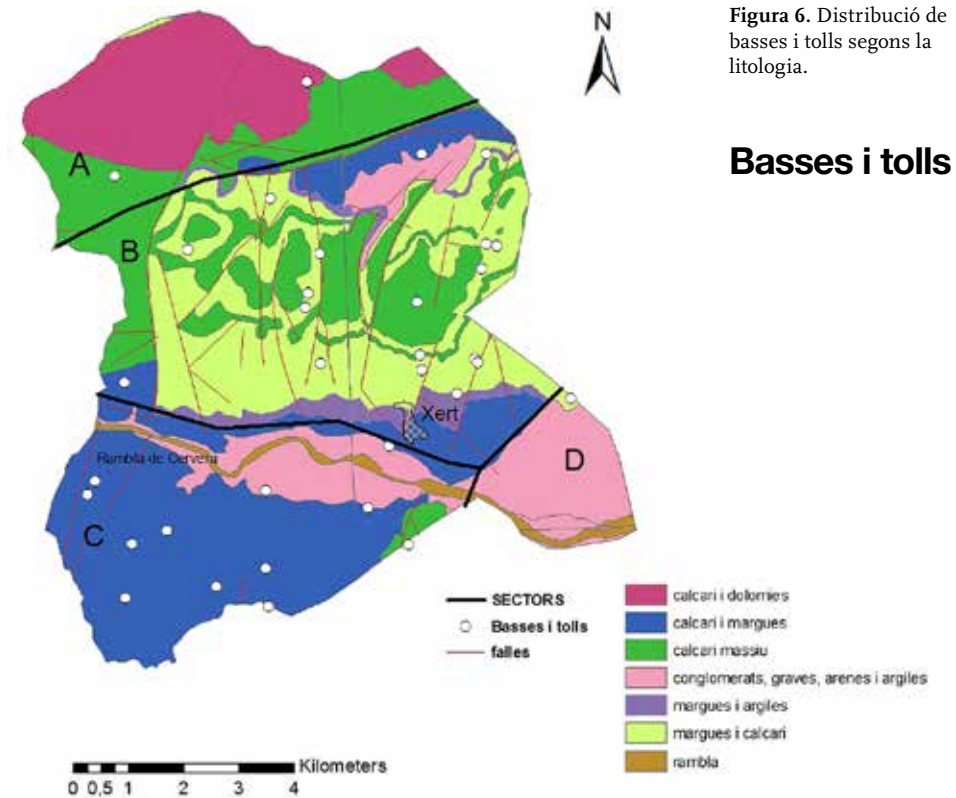


Figura 6. Distribució de basses i tolls segons la litologia.

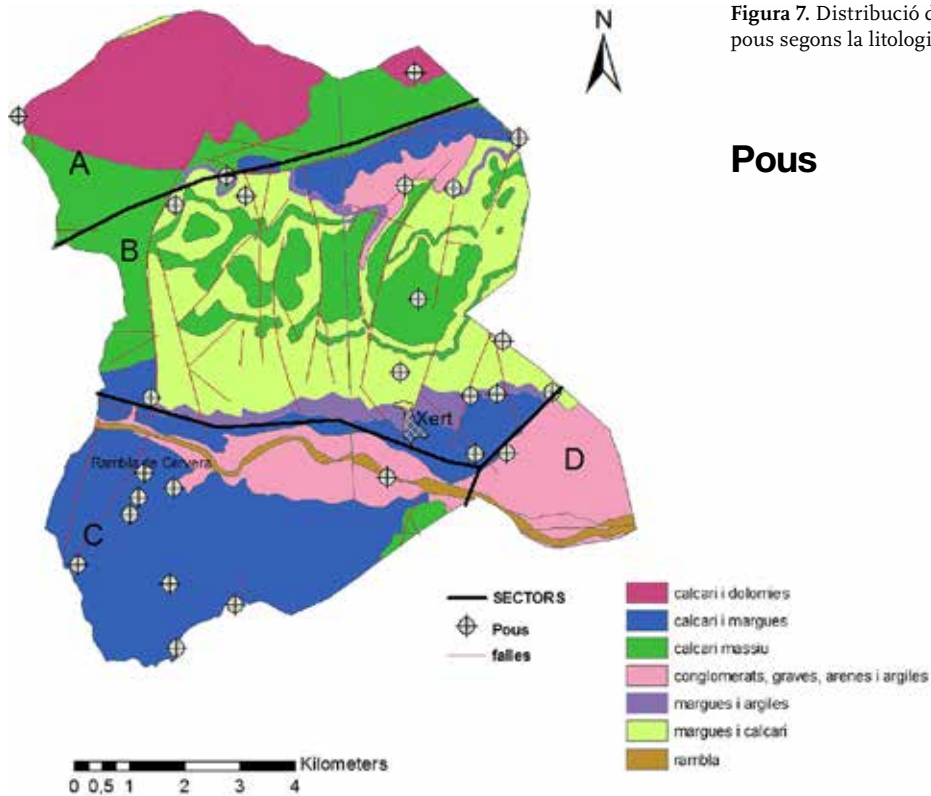
Basses i tolls

Aquestes formes, s'associen per tant, a materials impermeables que permeten l'emmagatzematge de l'aigua de pluja o de l'escolament subsuperficial, que es concentren en cavitats somes. Normalment aquestes basses s'utilitzaven com a abeuradors del ramat, però en l'actualitat serveixen per a mantenir la població de *Capra hispànica* i la caça.

Menció a part mereixen els Tolls, al costat de la carretera que ix del poble cap a Morella. En aquest punt l'aigua brollava de forma natural, encara que en dècades passades es van impermeabilitzar i actualment s'hi manté el nivell, perquè es vessa l'aigua de les piscines i s'utilitza per a sulfatar.

5.3. Els pous

Excavats per la ma de l'home, constitueixen un sistema de descàrrega artificial de l'aqüífer, i seran més o menys productius i duradors en funció de la transmissivitat de l'aqüífer. Es troben fonamentalment a les zones B i C, i, al contrari que les basses, es localitzen en terrenys calcari-margosos (46%), mentre que la proporció disminueix quan predominen les margues sobre el calcari (31%) (tau-



la 2). Novament la combinació d'estrats impermeables i permeables, permet la formació d'aqüífers locals explotats per aquests sistemes d'extracció (figura 7).

Tradicionalment s'han utilitzat per abeurar el ramat i alguns es troben vora els camins i assegadors. Per exemple, el pou de les Argiles, se situa al costat del camí homònim i segons notícies orals, en aquest pou podien abeurar els de Cervera, que tenien concessió de la devesa del Turmell. Un altre exemple és el *pouet* dels Quatre Camins, localitzat en una cruïlla de camins (un d'ells, el camí de Canet) i que possiblement també complia la mateixa funció.

5.4. Les fonts

Les fonts representen el final del sistema de drenatge subterrani i marquen el punt on comencen a dominar els processos fluvials. La posició altitudinal de les fonts representa l'elevació del nivell freàtic o l'elevació mínima de la superfície piezomètrica en el punt de descàrrega de l'aqüífer (Hiscock i Bense, 2014).

Les fonts s'han classificat de diferents maneres, depenent del criteri utilitzat. D'acord amb Ford i Williams (2007), segons el tipus de drenatge, les fonts

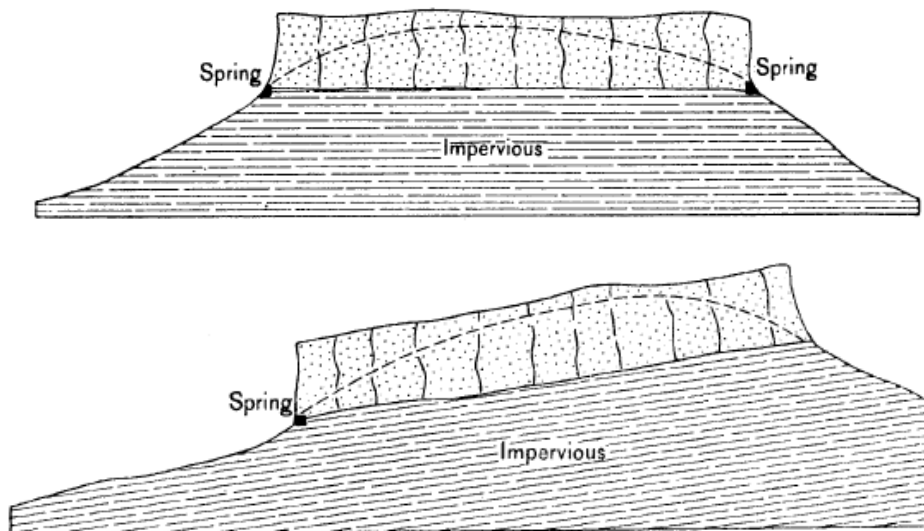


Figura 8: a) Fonts de mesa (o de mola, en el nostre cas) i b) Fonts de costa. Font: Bryan (1919).

—especialment les càrstiques— es poden classificar en tres tipus: drenatge lliure, embassat o confinat. El drenatge lliure suposa que la descàrrega de l'aqüífer es fa per gravetat i està dominada per la zona no saturada. Les fonts represades es produeixen com a resultat de la presència d'un obstacle important en el camí del drenatge. La barrera pot ser una altra litologia, una falla, un contacte discordant, o bé dipòsits sedimentaris que han reblert la vall i han tapat la font. Les fonts confinades es produeixen on hi ha flux de tipus artesià, és a dir on l'aqüífer té un estrat impermeable per damunt.

Per la seua part, Kressic (2010) distingeix dos tipus de fonts a base de la relació que existeix entre la pressió hidrostàtica de l'aqüífer i el punt de sortida: a) fonts de gravetat, que flueixen en condicions no confinades, quan la superfície talla l'aqüífer, i b) fonts artesianes, quan la descàrrega es fa a pressió, degut a les condicions confinades de l'aqüífer. S'anomenen també fonts ascendents.

D'altra banda, d'acord amb la relació entre la superfície del terreny i l'aqüífer es poden definir també diferents tipus de fonts: a) les fonts de depressió, es creen quan la topografia talla l'aqüífer, formant ullals o deus; b) les fonts de contacte, creades quan la topografia talla estrats permeables i impermeables alterns; c) les fonts de barrera que es formen quan hi ha un contacte lateral entre un aqüífer i un estrat poc permeable, provocat generalment per falles o plegaments i, d) fonts de flux i reflux, de tipus periòdic, que es troben normalment en terrenys calcaris carstificats; la seua descàrrega és periòdica i s'explica per la presència d'un sífó que s'ompli i es buida amb regularitat en funció de la

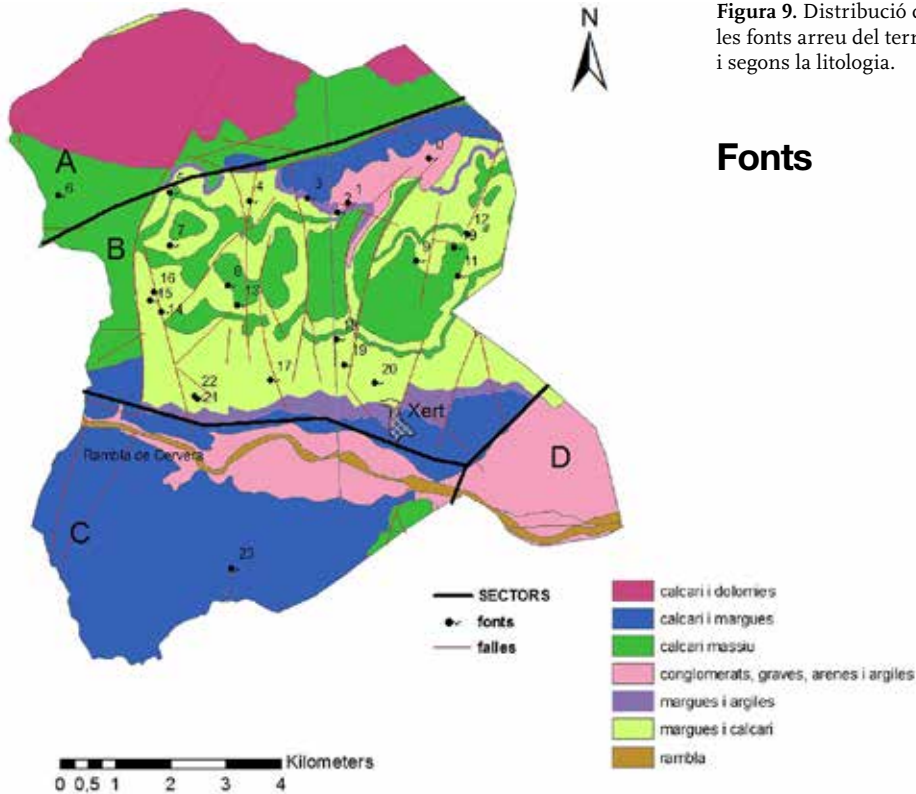


Figura 9. Distribució de les fonts arreu del terme i segons la litologia.

pluja (Kressic, 2010). Són les fonts també anomenades com a vauclusianes (de Vaucluse, prop d'Avinyó, França), surgències càrstiques on aflora l'aigua que ha percolat per les formes de dissolució.

Bryan (1919), a les acaballes del segle XX, va fer una classificació mixta, tot barrejant el tipus de drenatge i la disposició de la superfície topogràfica respecte de l'aquífer. Classifica les fonts en quatre grans categories: a) drenatge lliure, b) drenatge represat, c) drenatge artesià i d) drenatge en roques impermeables, que inclou les fonts tubulars, generades per les galeries càrstiques. Malgrat que és molt antiga, aporta alguns elements que s'adapten perfectament a les característiques de les fonts de Xert. En particular, dins de les fonts de drenatge represat o impedit, inclou les fonts de contacte de tipus *mesa* (l'equivalent en aquest cas seria mola) si els estrats són totalment horitzontals, o de costa, si tenen una lleugera inclinació (fig. 8 a i b), com seria el cas de la majoria de les moles, que en realitat són sinclinals penjats d'ampli radi de curvatura.

Al terme de Xert hi ha representats diferents tipus de fonts. Apareixen en materials margosos calcaris (80%), mentre que un 8% es troben en materials detrítics (taula 2). Pel que fa a la localització espacial, abunden al peu de les moles.

Els seus capells són d'un calcari massiu (Canerot *et al.*, 1973), que actua de aquífer, mentre que els nivells margosos inferiors, són la capa basal impermeable. La disposició quasi horitzontal dels estrats alternants fa que aflori l'aigua a diferents altituds. D'aquest tipus serien les fonts representades a la figura 9: d'En Saloni (10), la Font dels Masets (5), del Mas de Bel (11), la font de l'Albi (8) i la Font del Cantalar (13). La seqüència es repeteix diverses vegades, la qual cosa possibilita que continuïn aflorant fonts a cotes més baixes, com la font del Regall (17) i la font de l'Albelló (20). D'acord amb les classificacions que s'han donat dalt, es tractaria de fonts lliures, de contacte, creades perquè la superfície topogràfica talla estrats quasi horitzontals i alterns de capes permeables i impermeables.

Esment a part mereix la font del Molinar (22), que malgrat la seua localització en la zona de margo-calcàries, es una font càrstica alimentada per galeries que s'estenen al llarg d'un quilòmetre (explorat) en materials juràssics.

5.4.1. El complex hidràulic de la font del Molinar

Es tracta d'una font alimentada per galeries càrstiques, explorades fins als 1100 m (1010 en planta) que aflora mitjançant una cova al barranc del Molinar. El sistema es compon de dos conductes de 397,7 m de longitud real (en planta, 344,3 m), dividits en una zona d'entrada (51,7 m), una galeria principal (175 m) i una superior (171 m) (real). El màxim desnivell positiu és de 10,3 m i el negatiu de -9,07 m (Espeleo Club Castelló, 1991). Les dues galeries es connecten mitjançant un sífó, de gran profunditat (15 m) i l'aigua se situa a 5,34 m respecte a l'exterior (Arenós, 2001). Com a trets geomorfològics més importants, cal destacar la presència de sífons, de galeries de pressió, amb una secció quasi circular, l'abundància d'argiles (be de dissolució o de les pròpies margues que alternen amb el calcari) i la formació de *pendants*. Aquestes formes es creen al sostre de les galeries calcàries on la dissolució ha creat cavitats ondulades que s'han dissolt per l'acció de l'aigua, deixant un model de canals anastomosats. Alguns autors opinen que es formen al sostre perquè les galeries estan reblertes de sediments, la qual cosa força a l'aigua circular per damunt (Bögli, 2012).

Pel que fa al funcionament hidrològic, hi ha sectors que romanen inundats durant tot l'any, però la major part dels conductes només porten aigua després de fortes precipitacions. Fins a 1980, l'aigua brollava de forma contínua per la boca de la font, però es va perforar un pou a uns 30 m cap al sud-est de la boca de la cova, i van trobar aigua a 32 m de fondària. Al 1981 es va foradar un altre pou, a un vessant situat 100 m cap al NW de la boca, arribant a 82 m de profunditat, per a trobar aigua pràcticament a la mateixa fondària. El cabal aforat va ser de 65.000 l/hora, utilitzats per abastir Xert (Espeleo Club Castelló, 1991). Tanmateix, aquestes extraccions massives van fer baixar el nivell freàtic deixant en sec els molins (ja en desús), però sobretot el sistema d'horts que es regaven d'aquesta font.

Des del punt de vista de la seua gènesi, es considera un aflorament de falla en contacte amb un nivell de base margós (Espeleo Club Castelló, 1991). Es pot classificar per tant, com a font de barrera (Kressic, 2010), de conductes (Bryan, 1919) o de flux i reflux (Kressic, 2010). El sistema de funcionament, consisteix en l'ascens de l'aigua a partir del sifó terminal, que connecta les dues galeries i quan els conductes s'omplin d'aigua després de fortes pluges, comença a sobre-eixir (Espeleo Club Castelló, 1991). De vegades, el nivell de l'aigua no ompli tota la boca de la cova, però en altres ocasions vessa a rebentar.

L'explotació del brollador deu ser molt antiga, atès que el Molinar apareix citat com a lloc habitat en documents històrics entre el segle XIV i XVI. A més, en un document de 1316, on Martí Peris d'Orós, castellà d'Amposta, concedeix la devesa del Turmell a Sant Mateu i altres pobles del terme de Cervera, apareix la dita font com a abeurador del ramat que pasturava a la devesa del Turmell (Meseguer, 2002) i també es menciona a l'establiment número 1 de 1689: «emperò volem e ordenam que en lo abeurador del molinar no puguen carnexar» (Ferrerres, 1999). Tanmateix l'aprofitament més important de l'aigua de la font ha estat un altre: d'una banda regava un conjunt d'horts situats a vora del barranc i d'altra, abastia d'aigua cinc molins situats de les ribes del barranc del Molinar i la rambla de Cervera (fig. 10).

El sistema d'explotació és complex i estava format per diferents estructures:

- La font de la cova, que brollava de forma continua fins als anys 80 al barranc del Molinar (fig. 9, nº 22; fig. 11)
- Una presa i una peixera situades aigües avall al mateix barranc, que emmagatzemaven l'aigua de la font per a abastir els molins que hi ha més avall. La presa està formada per varies filades de carreus de grans dimensions, mentre que la peixera està totalment reblerta de sediments (figura 12).
- Una altra font, situada a la terrassa del marge dreta del barranc (fig. 9, nº 21), alimentada per una galeria o mina que arriba al costat de la cova, amb un partidor que la divideix en dos braços, que alimenten les dos séquies situades a les dos ribes del barranc. El braç de la dreta, discorre soterrat per baix de la zona d'esbarjo –situada a la terrassa del marge dreta– construïda als anys 50-60 del segle XX. La séquia del marge esquerre, discorre parcialment soterrada per la llera del barranc, travessant la cua de la peixera. Avui en dia aquest conjunt hidràulic es posa en funcionament quan revenen les aigües i al mig del barranc, a la cua de la peixera, brolla l'aigua de la séquia esmentada.

Aquesta estructura complexa fa pensar en dos moments diferents d'explotació. El conjunt de la presa-peixera es nodreix directament de la font del Molinar i devia ser el més antic. Per contra, la font de la galeria degué construir-se posteriorment, en reblir-se la peixera o en baixar el nivell de l'aqüífer.

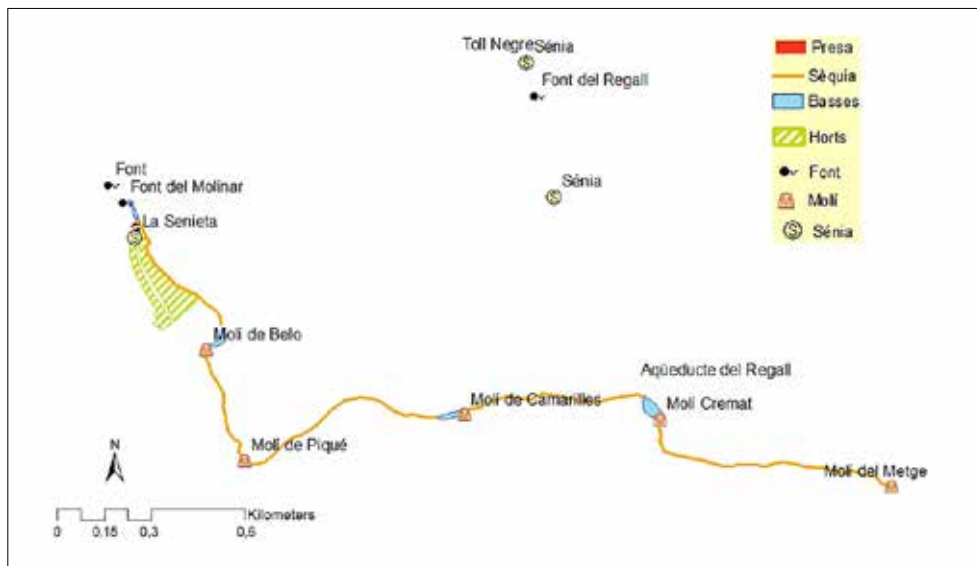


Figura 10. Complex hidràulic del Molinar. Consta de dos fonts, una presa, una sènia i cinc molins.

D'altra banda, desconeixem l'antiguitat del sistema, encara que els molins apareixen documentats des del segle XIV. També l'existència d'un pont tancat, de traces medievals, amb una sènia adossada (la Senieta, figura 10), aconsella datar el complex a l'Edat Mitjana, però sense poder precisar més, de moment. Atribuir el regadiu al període andalusí, és una temptació que no té base científica ara per ara, encara que n'hi ha diversos estudis que document regadius amb sènies de sang a l'Alt Maestrat (Poveda, 2004 i 2012).

El complex està clarament jerarquitzat: els molins es localitzen avall dels horts. Sembla per tant, que el regadiu tenia prioritat per a utilitzar l'aigua, encara que la superposició dels dos sistemes hidràulics, pot fer pensar que la galeria es va construir per a augmentar el cabal, atès que la presa estava reblerta. La discussió habitual respecte als drets d'ús de llauradors i moliners tampoc roman clara en aquest cas. Poveda (2012) en un estudi de Benassal afirma que en el territori de al-Andalus, la moltura era subsidiària del reg, però que amb la conquesta feudal, les prioritats s'inverteixen.

Aquesta qüestió apareix reflectida en el Llibre del Establiments de Xert (nº 15), on sembla que el sequier dóna el permís per a regar sense perjudicar els molins. També a l'establiment 39 de 1689 especifica que «ya mal horde en la aygya del molinar; per so establiren y hordenaren que quan ayxen de regar los formens escomencen a regar a un cap, y que acabe al altre, y en lo altre ayn que es comence al costat de aon acaba, y consecutivament com dit es» (Ferreres, 1999).



Figura 11. Font de la Cova del Molinar vessant per la boca en un episodi de revinguda. **Figura 12.** Presa i peixera reblerta del barranc del Molinar vistes des de la finestra del pont. En la zona dels arbres es troba la font de la galeria.

Desconeixem si la duplicitat de funcions té a veure amb la doble estructura hidràulica del complex. Tanmateix, sembla més probable que responga a una manca de cabal i/o a la pèrdua de funcionalitat de la presa per enrunament, tal com s'observa en l'actualitat. Potser l'objectiu fonamental era abastir d'aigua els horts en moments en que minvava el cabal de la font de la cova, però de moment només és una especulació. Es podria albirar la possibilitat que les oscil·lacions climàtiques, lligades a la petita edat del glaç, feren minvar el cabal de la cova. Alguns autors (Barriendos i Martín Vide, 1998) han detectat a diverses conques fluvials mediterrànies, nombroses anomalies climàtiques negatives (sequeres) als segles XIV-XV, a la primera meitat del segle XVI, a la segona meitat del segle XVII, i en les primeres i darreres dècades del segle XIX, que han donat lloc a males collites (Alberola, 2011). Els episodis de sequera haurien impedit que l'aigua brollara de forma habitual per la boca de la cova, la qual cosa hauria forçat a augmentar o regularitzar el cabal mitjançant una mina. Tanmateix, de moment només són especulacions i caldria un estudi multidisciplinari per tal d'aclarir totes les incògnites que planteja el sistema i aclarir quina és la causa de la superposició dels dos sistemes hidràulics.

5.4.2. Les fonts dels encontorns del poble

La font de l'Albelló és especialment important per al poble i probablement és una de les causes del seu emplaçament. El topònim albelló deriva de l'àrab, *al-ba-*

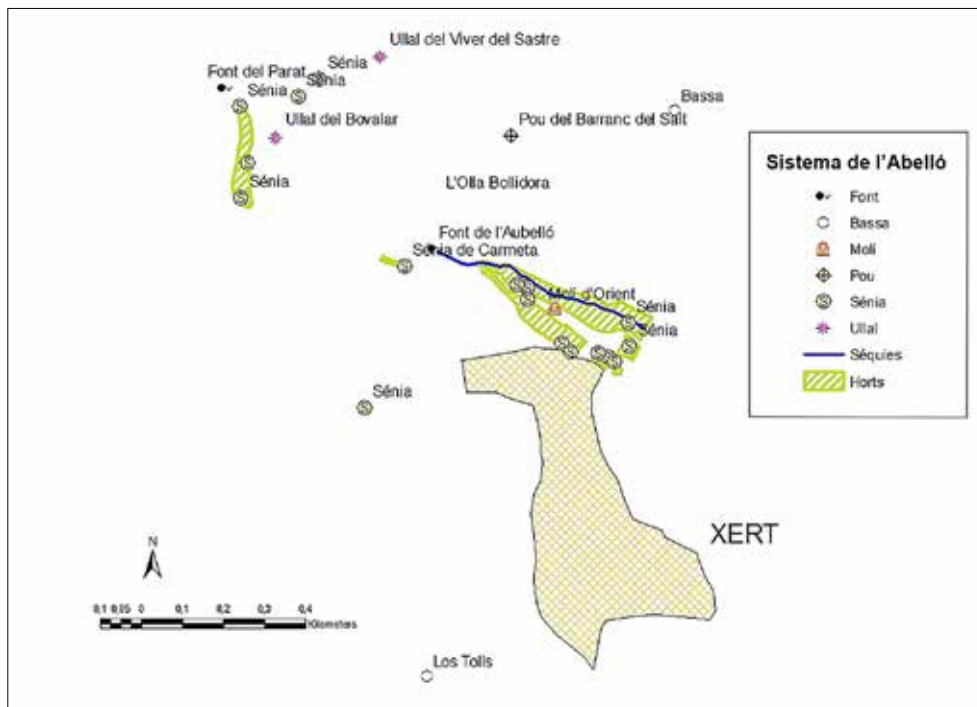


Figura 13. Sistema hidràulic de l'Abelló, format per la font, una séquia, un molí i nombroses sènies i pous.

lló. De les moltes accepcions que pot tenir el terme, la que millor s'adapta al cas és la d'una séquia «que fan en els camps de conreu, revestida de pedres grosses i reblida de terra, de manera que vaja per davall la terra, i que serveix per recollir l'aigua de pluja i evitar que hi haja moll (Mall.)» (DCVB, 2001-2002). En efecte, la font es nodreix d'un abelló, avui en dia enrunat, que capta l'aigua dels estrats calcaris de les costes de la Mola Gran. La font abasteix un llavador i l'aigua sobrant, un sistema de reg de xicotetes hortes que hi ha a les terrasses del barranc de la Font. Tanmateix, segurament degut al magre cabal que hi brolla, molts d'hortos tenen també una sènia i en algun cas un pou.

La séquia que porta l'aigua als horts i al molí, encara es conserva (figura 13), regant els horts del marge esquerre del barranc de la Font, però les parcel·les més pròximes al caixer tenen una sènia, atès l'escàs cabal de la font.

A l'altura de la font, un centenar de metres més amunt, en el mateix vessant, després de pluges molt intenses i cabaloses, vessa de vegades l'Olla Bullidora. Es tracta d'un brollador de caràcter càrstic, amb tres forats que deuen comunicar amb conductes de recorregut escàs o poc productius.

L'aprofitament de la font és antic, atès que ja figura als establiments de Xert de 1689 (Ferrerres, 1999). En l'establiment número 15 es parla dels «hortets de

l'albelló» quan es regulen les normes per a regar i en el 41 s'especifica que no es pot pasturar a la séquia de l'Albelló ni als seus encontorns.

A banda d'aquestes fonts, n'hi havia una altra, al pla de la Font, a les afores del poble i al costat de la Raval de Santa Llúcia, desapareguda als anys 20 del segle passat, quan es va construir damunt uns llavadors. D'acord amb les notícies aportades per Ferreres (2009), al segle XVI en aquesta part del poble hi havia dos molins, un de farina i un d'oli. Encara que no saben la seua antiguitat, consta que l'orde de Montesa va donar la concessió del molí d'oli l'any 1570 i es possible que el molí de farina estiguera ja explotat pels sarraïns, atesa la seua proximitat al poble (Ferreres, 2009). No queda clar si el molí de farina era el d'Orient (situat a uns 200 m del poble) (fig. 13), però encara hi ha memòria al poble de l'existència del molí d'oli al costat de la font dels llavadors. Val a dir també, que al casc antic la majoria de les cases tenien cisternes per arreplegar l'aigua de pluja, i en algunes hi brollava l'aigua, emmagatzemada a les margues i margocalcàries, del turó del Bedoulià inferior, on s'assenta el poble. Aquest material nomenat popularment sauló, s'usava tradicionalment per a escurar, degut al caràcter abrasiu que li confereix una certa proporció de sorra.

Un sistema semblant, que combina l'aigua de font i les sènies el trobem a la font del Regall (fig. 9, nº 17), encara que els pocs horts regats ocupen les terrasses del barranc i són prou estrets. Es tracta també en aquest cas d'una font que naix al peu de les Moles, aprofitant l'alternança de materials permeables i impermeables de l'aptià.

5.4.3. Altres fonts

Encara que no tenen tanta importància per al poble pel seu escàs cabal, hi ha altres fonts que han estat importants per al poblament del terme. La font de n'Aguilona (fig. 9, nº 23) és molt apreciada pels xertolins i altres habitants de la comarca, per la qualitat de les seues aigües i la pervivència del seu cabal, que brolla gran part de l'any. Malgrat que no és oficialment potable, la gent s'abasteix d'aigua tot fugint de la cloració.

A la font de l'Albi (fig. 9, nº 8) també s'abasteixen els xertolins encara que l'aigua és de menor qualitat, atès que les argiles procedents dels estrats margosos deixen un solatge quan l'aigua queda en repòs durant un cert temps. És una font de cabal escàs, que es pot aprofitar gràcies a un dipòsit on s'emmagatzema l'aigua.

De cabal igualment magre són les fonts de Sant Marc i de la Barcella, situades al peu de l'ermita homònima (fig. 9, nº 1 i 2), però que probablement han donat servei al poblament d'aquesta partida, que és ben antic, com testifiquen les restes de pintures rupestres neolítiques del mas dels Ous (Meseguer, 2002), la presència d'àmfores romanes del s. II-I a.C. (Arasa, 2001) o la carta de poblament de la Barcella on s'especifica que el lloc estava poblat per sarraïns al 1192.

Cal pensar que aquestes fonts, les cisternes dels masos i l'aljub medieval del costat de l'ermita abastien d'aigua la població del lloc. La font de les Piques (fig. 9, nº 1), per contra tenia un ús fonamentalment ramader, com ho testimonien els receptacles que li donen nom.

5.5. Els molins

En tot el terme s'han catalogat sis molins, cinc dels quals s'abastien de l'aigua del Molinar i un sisè, de la font de l'Albelló (figura 13). L'aprofitament de l'aigua de la font del Molinar és molt antic, tal i com mostren les nombroses referències a la font que n'apareixen en documents antics (Ferrerres, 1999; Meseguer, 2002). Alimentats per la font queden restes de cinc molins (Barberá, 2002):

- Molí de Belo. Situat al Molinar de Baix, es localitza al costat d'una torre de defensa. Va funcionar fins als anys 1980 i es conserva parcialment l'enginy, incloent dos jocs de moles franceses i catalanes, una de les quals gravada amb la data de 1795.
- Molí de Manxorí o de Piqué, situat a la marge esquerra del barranc del Molinar. Es conserva el cup, encara que l'edifici està enderrocat.
- Molí de Camarilles, localitzat a l'aiguabarreig del barranc del Molinar i de la rambla de Cervera. Es conserva el cup rodó –encara que transformat—i queden algunes moles.
- Molí Cremat, situat a una terrassa del marge esquerre de rambla de Cervera i totalment en ruïnes. Alimentat des de la font del Molinar, la séquia travessa el barranc del Regall mitjançant un petit aqüeducte que es conserva en bon estat i que alguns estudis han datat com a medieval (Fernández *et al.*, 1985).
- Molí del Metge. Situat aigües avall, a la mateixa terrassa de la rambla de Cervera i a uns 3 km de la font del Molinar. El casal es conserva però només resten trossos de moles dispersos per la propietat.

D'acord amb algunes notícies històriques, alguns dels molins esmentats apareixen en documents de l'Edat Mitjana. D'acord amb Ferreres (2009), al 1345 hi havia tres molins al Molinar i pagaven el delme a l'ardiaca de Tortosa; al 1471, n'hi havia tres que pertanyien a membres de la família Ferreres de Xert, mentre que al segle XVI encara en funcionaven dos. A més, a l'establiment número 15 de 1689 (Ferrerres, 1999), es posen penes per a aquells que reguen sense tanda en perjudici «dels quatre molins que molen de laygua que ix de la font del molinar».

D'altra banda, el Molí d'Orient s'abastia de la font de l'Albelló. La seua proximitat al poble fa pensar que devia ser molt utilitzat, però no hi ha quasi restes del seu enginy i no hi ha record del seu funcionament (Barberá, 2002).

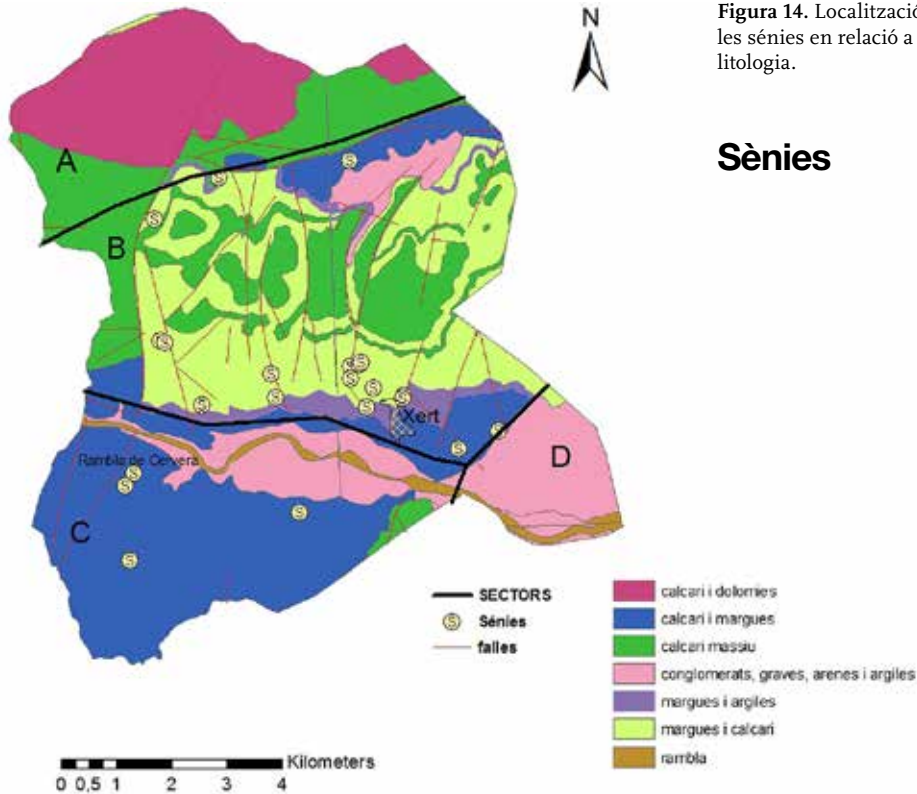


Figura 14. Localització de les sènies en relació a la litologia.

Sènies

5.6. Les sènies

Constitueixen un altre sistema artificial de descàrrega de l'aquífer. La localització en aquest cas és molt clara: un 64% en materials margo-calcari i un 32% en calcàries margoses (taula 1). Per contra, són quasi inexistentes en materials calcàris massius. Per les seues característiques exploten aquífers superficials i degut al seu ús per a regadiu, es localitzen a la part baixa de la zona B (al peu de les moles) i a la zona C (figura 14). Pel que fa a la seua alimentació, n'hi ha de dos tipus: les que extrauen tota l'aigua del subsòl i les que tenen una alimentació mixta (superficial i subterrània). La majoria són del primer tipus, però les segones predominen a les sènies pròximes a la font de l'Albelló, que voregen el barranc de la Font. En aquest cas, el pou de la sènia té un forat tapat amb fustes, que es pot destapar a voluntat per ajudar a omplir la cavitat amb les aportacions fluvials durant les revingudes. Aquest conjunt de sènies rega els horts més propers al poble i cal suposar que deuen ser molt antigues.

També en el Molinar hi ha una sènia ben particular. Adossada al pont medieval (?) que dóna accés al mas, la seua disposició impedeix que un animal

puga rodar un cercle complet. Aquest fet fa pensar en una «senieta» –com es coneix popularment—de tracció animal però diferent de les habituals. Probablement, d'acord amb les notícies orals respecte alguna altra sènia del poble, l'animal estirava d'un artefacte que buidava l'aigua a una séquia i després tornava enrere. Seria semblant als *cerd*, *sanya* o *sanija* indis, que consistien en un odre de pell, lligada a una corda i guiada per una politja, que es buidava en arribar a la superfície. L'animal caminava en línia recta i després tornava enrere (Schioler, 1973). A la vora del poble, al pla de la Font hi ha un conjunt de sènies, seguint el barranc que reguen horts menuts i que podrien ser ben antigues, lligades als inicis del poblament al actual nucli urbà. No seria cap barbaritat pensar en un reg andalusí, atesa la proximitat del poble i les reduïdes e irregulars dimensions de les parcel·les, situades al costat del pla de la Font i al costat de la raval de Santa Llúcia.

5.7. Altres elements hídrics

També hi ha altres elements hídrics, encara que estan poc representats. Ullals n'hi ha un prop del poble, el de Cardona, que només brolla durant hores o dies després de precipitacions molt abundants. A banda d'aquesta deu, també hi ha gran quantitat de cocons i altres formes de dissolució càrstiques (coves, lenars, etc.) que es localitzen per tot el terme. Es troben en materials calcaris i tenen una forta representació per tot arreu, encara que des del punt de vista hidrològic no tenen gaire significat.

CONCLUSIONS

Al terme de Xert hi ha tot un conjunt d'elements hídrics, repartits de manera irregular pel territori. La seua abundància té a veure amb el tipus de litologia i l'estructura del territori. La concentració de fonts a la zona de les moles (sector B) s'explica per l'alternança de materials cretàtics calcaris permeables i materials margosos impermeables, disposats de forma quasi horitzontal, que fa que l'aigua brolli en arribar a la capa impermeable, quan els talla la superfície del terreny. Tanmateix, aquestes fonts són poc cabaloses perquè exploten aquífers cretàtics locals penjats, de poca extensió. La font més cabalosa del terme, el Molinar, es de tipus vaclusià però s'alimenta de l'aquífer juràssic, que és el més important de tot el sistema i el més productiu.

Les basses, pous i sènies es distribueixen de manera més uniforme als sectors B i C, aprofitant les alternances de margues i calcari, típiques de l'aquífer cretàtic. Els cabals que se n'obtenen són minsos i serveixen per a regar petits horts als encontorns del poble i en el cas dels pous, per a abeurar el ramat, que

en altre temps tenia una gran pes en l'economia del poble, tal i com ho testimonien els establiments de l'època moderna (Ferrerres, 1999).

També cal constatar l'escassa presència d'elements hídrics en el calcari juràssic, atès que és un material molt carstificat i per aquest motiu, que propicia la desaparició de l'aigua superficial. Val a dir també, que aquesta litologia es troba a la zona de serres plegades i malgrat que és un bon aquífer, la zona no està habitada i en conseqüència tampoc ha estat explotada mitjançant pous i sènies. A més els aquífers càrstics són molt complicats d'explotar, atesa la complexa circulació de l'aigua (IGME, 1981)

Per últim, també cal senyalar que l'abundància i la localització de determinades fonts estan clarament relacionades amb el poblament prehistòric i la gran quantitat de llocs d'interès arqueològic que del terme (Meseguer, 2002). L'estudi d'aquestes relacions sobrepassa els objectius d'aquest article, encara que indubtablement té molt d'interès.

Bibliografia

- AJUNTAMENT DE XERT (2014): *Mapa i guia excursionista de Xert. Escala 1/20.000*. El Tossal Cartografies, Picanya.
- ALBEROLA ROMÁ, A. (2011): *Quan la pluja no sap ploure: sequeres i riuades al País Valencià en l'Edat Moderna*. Universitat de València, 227 p.
- ARASA I GIL, F. (2001): *La romanització a les comarques septentrionals del litoral valencià. Poblament ibèric i importacions itàliques en els segles II-I aC*. Valencia, Servei d'Investigació prehistòrica, Diputació de València, 291 p.
- ARENÓS DOMÍNGUEZ, J. (2001): Espeleología en el término municipal de Xert (Baix Maestrat). *Berig*, nº 5, desembre, p. 46-54.
- BARBERÀ I MIRALLES, B. (2002): *Catàleg de molins fariners d'aigua de la Província de Castelló*. Editorial Antinea, Vinaròs, 483 p.
- BARRIENDOS, M., & MARTIN-VIDE, J. (1998): Secular climatic oscillations as indicated by catastrophic floods in the Spanish Mediterranean coastal area (14th–19th centuries). *Climatic change*, 38(4), p. 473-491.
- BÖGLI, A. (2012): *Karst hydrology and physical speleology*. Springer Science and Business Media, 284 p.
- BRAUDEL, F. (1998): *Memorias del Mediterráneo. La Prehistoria y la Antigüedad*. Roselyne Ayala y Paule Braudel (eds.). Ed. Cátedra, Madrid, 272 p.
- BRYAN, K. (1919): *Classification Of Springs*. USGS Staff – Published Research. Paper 493. <http://digitalcommons.unl.edu/usgsstaffpub/493>.
- CANEROT, J.; ESNAOLA, J. M. (1973): *Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. Hoja 570, Albocàsser*. Mapa y memòria. IGME, Madrid, 15 p.
- CANEROT, J.; MARTÍN GARCÍA, L., LEYVA CABELLO, F. (1973) (a): *Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. Hoja 545, Morella*. Mapa y memòria. IGME, Madrid, 17 p.
- CANEROT, J.; MARTÍN GARCÍA, L., LEYVA CABELLO, F. (1973) (b): *Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. Hoja 546, Ulldesona*. Mapa y memòria. IGME, Madrid, 20 p.
- CANEROT, J.; MARTÍN GARCÍA, L., LEYVA CABELLO, F. (1973) (c): *Mapa Geológico de España. Escala 1/50.000. Hoja 571, Vinaròs*. Mapa y memòria. IGME, Madrid, 19 p.
- CANEROT, J. (1974): *Recherches géologiques aux confins des chaînes ibérique et catalane (Espagne)*. Madrid, ENA-DIMSA, 517 p.
- DICCIONARI CATALÀ-VALENCIÀ-BALEAR (DCVB) D'A. M. ALCOVER I F. DE B. MOLL. Edició electrònica (2001-2002): <http://dcvb.iec.cat/>
- ESPELEO CLUB CASTELLÓ (1991): *La font del Molinar*. Lapiaz, 20, juliol, p. 3-40

- FERNÁNDEZ ORDÓÑEZ, J. A.; ABAD BALBOA, T.; ALONSO COLMENARES, M. J.; CHÍAS NAVARRO, P.; OTAOLA UBIETA, P.; SUANCES ARGUINZONIZ, J. (1985): Catálogo-Inventario de los puentes de Castellón anteriores a 1936. Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. Cátedra de Estética de la Ingeniería. COPUT. Generalitat Valenciana. Trabajo inédito.
- FERRERES NOS, J. (1999): Patrimoni toponímic i jurídic de Xert. *Llibre dels Establiments de Xert 1689-1762*. Centre d'Estudis del Maestrat, Benicarló, 111 p.
- FERRERES NOS, J. (2009): *Territori, població i economia de la Batllia de Cervera a l'Edat Mitjana*. Centre d'Estudis del Maestrat, Sant Carles de la Ràpita, 539 p.
- FORD, D.D.; WILLIAMS, P.W. (2007): *Karst geomorphology and hydrology*. Chichester: John Wiley and sons, 562 p.
- KRESIC, N. (2010): *Types and classifications of springs*, In Kresic, N., and Stevanovic, Z. (Eds.): *Groundwater hydrology of springs: Engineering, theory, management and sustainability*. Boston, 2010, cf. Pp. 31-85, 573 p.
- HISCOCK, KEVIN M., AND BENSE, VICTOR F. (2014): *Hydrogeology: Principles and Practice*. Somerset, GB. Wiley-Blackwell, 311 p.
- IGME (1981): *Problemática de las aguas subterráneas en la provincia de Castellón*. Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 57 p.
- MESEGUER FOLCH, V. (2002): *Xert y la Barcella*. Cooperativa Agrícola de Sant Marc de Xert, 181 p.
- PÉREZ CUEVA, A. J. (ed.) (1994): *Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana, 1961-1990*. Generalitat Valenciana, Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, 205 p.
- POVEDA SÁNCHEZ, A. (2004): *Un estudio sobre las norias de sangre de origen andalusí: el caso de la alquería de Benassal (Castellón)*. *Historia Agraria*, 32, Abril, p. 37-58.
- POVEDA SÁNCHEZ, A. (2012): Estudio de dos casos de hidraulismo andalusí localizados en el Alto Maestrazgo (Castellón). *Areas. Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (17), p. 13-29.
- ROSSELLÓ I VERGER, V.M. (1988): La Mediterrània dels geògrafs: a la recerca de connotacions explícites. *La Mediterrània. Antropologia i Història*. VII Jornades d'Estudis Històrics Locals, Mallorca, 105.
- SCHIOLER, T. (1973): *Roman and Islamic water-lifting wheels*. Odense University Press, Odense, 201 p.
- YANNOPOULOS, S.I., LYBERATOS, G., THEODOSSIOU, N., LI, W., VALIPOUR, M., TAMBURRINO, A., AND ANGELAKIS, A.N. (2015): *Evolution of water lifting devices (pumps) over the centuries worldwide*. *Water*, 7(9), p. 5031-5060.

Fulls web

Institut Cartogràfic Valencià: <http://terrasit.gva.es>

Institut Geogràfic Nacional: <http://www.ign.es/>

Instituto Geológico y Minero de España: <http://www.igme.es>

