

25 de març de 2023

Surgències de l'aqüífer fluviovolcànic del pla d'Olot

**Parc Natural de la Zona Volcànica
de la Garrotxa**



Guia de l'excursió

Olot, vall fresca i gemada,
de policromat vestit;
cada any apareix ornada
d'albors de fajol florit.
La volten prats delitosos,
l'ombregen arbres frondosos,
la ceneix el Fluvià...
Olot és com una vella
que escolta la cantarella
que fan les fonts en rajar.

Fragment de la *Balada d'Olot* (1922)
de Josep Maria de Garganta i Vila-Manyà

Aquesta guia ha estat elaborada per:

Joan Bach, Unitat de Geodinàmica Externa i d'Hidrogeologia. UAB.
Emili Bassols, responsable de l'Àrea de Patrimoni Natural del Parc Natural
de la Zona Volcànica de la Garrotxa.

Olot, 25 de març de 2023.

Organitzen:



Col·laboren:



Hidrogeodia

L'Hidrogeodia és una jornada de divulgació de la hidrogeologia i de la professió de l'hidrogeòleg, amb motiu de la celebració del Dia Mundial de l'Aigua (22 de març), promocionada pel Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE). La hidrogeologia és una branca de la geologia que estudia les aigües subterrànies, tenint en compte les seves propietats físiques, químiques i les seves interaccions amb el medi físic, biològic i l'acció de l'home.

Aquest any, l'hidrogeodia de les comarques gironines s'ha organitzat al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, per donar a conèixer algunes de les deus i zones humides procedents de l'aqüífer fluviovolcànic i les captacions d'abastament d'aigua de la ciutat d'Olot.

Per arribar al punt d'inici, que són les **Fonts de Sant Roc**, cal dirigir-se a la zona sud-oest del nucli d'Olot. Des del centre es pot anar pel Passeig de Barcelona, a continuació per la carretera de Santa Coloma fins arribar a la cruïlla amb el camí de la Teuleria que porta directament a les Fonts de Sant Roc. Si s'arriba per l'Avinguda Sant Jordi, cal anar fins l'extrem sud, enllaçar amb la carretera de Santa Coloma i anar a trobar el camí de la Teuleria.

1. Introducció

Fer visibles les aigües subterrànies no és una tasca fàcil, ja que estan amagades a l'interior de les formacions rocoses, el que anomenem aquífers. Això fa que necessitem buscar aquells llocs on les aigües surten a l'exterior, ja sigui de manera natural, com succeeix a les fonts o, de manera forçada, en els pous.

Amb aquesta premissa, la visita que hem preparat vol ajudar a fer visibles les aigües subterrànies i també a reconèixer la seva importància en un territori, on són pràcticament l'únic recurs hídric que s'utilitza per a tots els usos, també com a font de vida del seu paisatge. Els punts escollits, com es veurà, representen el passat i el present de l'abastament d'aigua a la ciutat d'Olot, des del segle XVII amb una població de menys de 3.000 habitants, fins a l'actualitat amb més de 36.000.

Començarem descobrint l'excavació i galeries històriques de les fonts de Sant Roc, passarem pel Parc Nou per conèixer l'actualitat de l'abastament d'Olot i acabarem als paratges de la Deu i la Moixina per admirar les moltes deus que hi brollen i els aiguamolls que s'hi estenen. Tornarem a Sant Roc seguint el curs del riu Fluvià i observarem altres deus de la seva riba. El recorregut aproximat de l'itinerari es mostra a la Figura 1. En total té uns 4,5 km, amb un desnivell pla.



Figura 1. Mapa esquemàtic del recorregut de la visita. Imatge Google Earth.

2. Context geogràfic-geològic

La ciutat d'Olot és la capital de la comarca de la Garrotxa, situada al nord-est de Catalunya. El seu terme municipal forma part del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, espai natural protegit des de l'any 1982 (Figura 2), que en total presenta una població de més de 40.000 habitants i una important activitat econòmica, industrial i agropecuària.

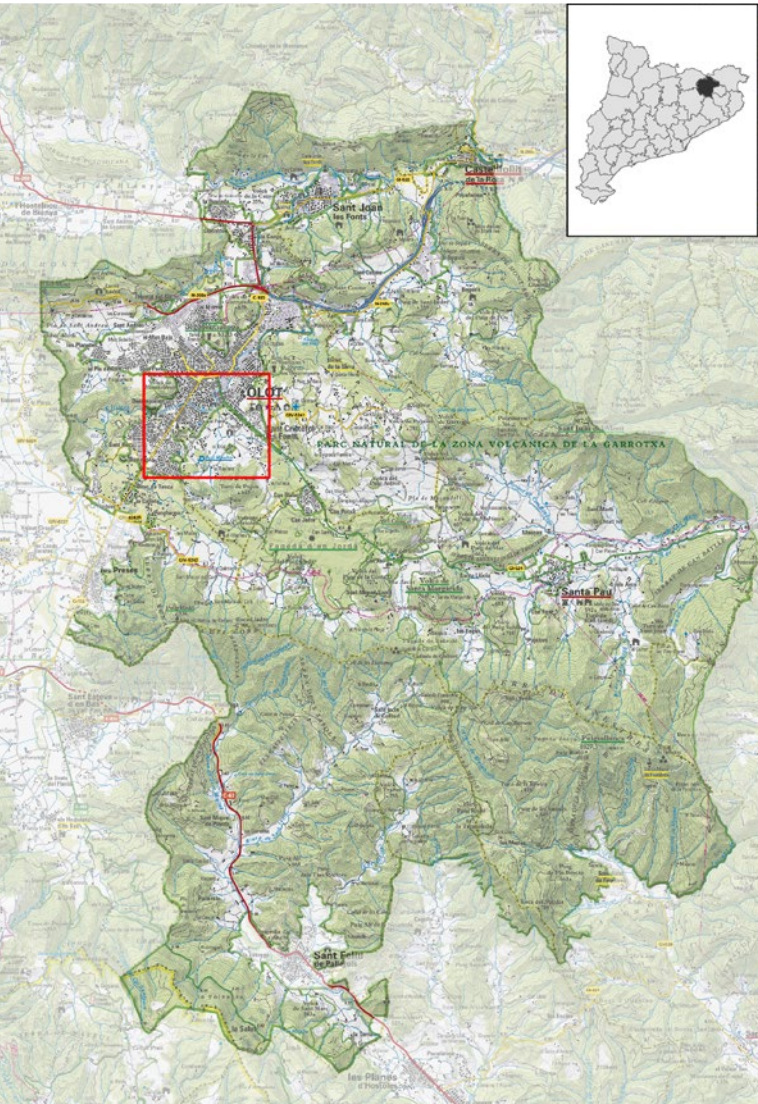


Figura 2. Situació de la zona en relació al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.

La major part del territori pertany a la conca del riu Fluvià que neix al sud de la comarca, als relleus del Collsacabra, travessa en direcció nord la plana d'en Bas i el pla d'Olot i, en arribar a Sant Joan les Fonts, segueix en direcció est fins a la seva desembocadura al golf de Roses. Per la banda est, el riu Ser drena la vall de Santa Pau i conflueix al Fluvià a l'alçada de Serinyà. Pel sud-est, el riu Brugent drena la vessant sud de la serra de Finestres cap al riu Ter.

Des d'un punt de vista geològic la zona del pla d'Olot està situada a la unitat morfològica anomenada serralada Transversal Catalana, que queda delimitada, al nord, pels relleus de l'Alta Garrotxa, al

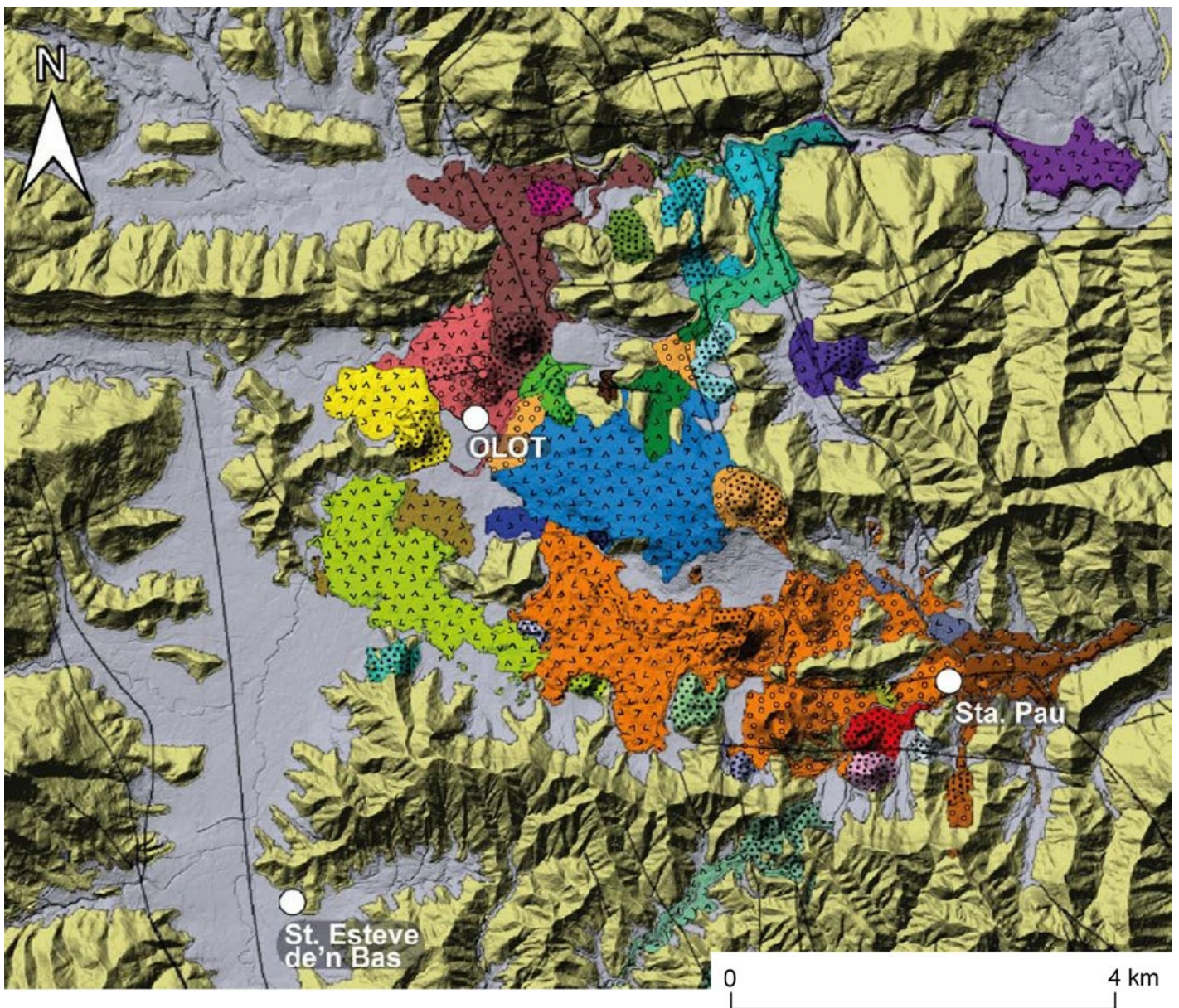
sud per l'extrem nord del massís de les Guilleries, a l'oest per la depressió de l'Ebre i a l'est per la depressió empordanesa. Des d'un punt de vista litològic està integrada per un conjunt de formacions d'origen sedimentari del paleogen que reposen damunt d'un sòcol paleozoic.

Des de l'inici del neogen es produeix una resposta distensiva com a reacció a la fase compressiva alpina, que té com a conseqüència la formació de sistemes de falles, responsables de la fracturació de la cobertura paleògena i de la formació d'un conjunt de blocs esglaonats. Les fractures que delimiten aquestes plataformes o blocs s'agrupen en dues famílies principals: les primeres NO-SE i les altres de direcció E-O. Morfològicament la serralada Transversal és, per tant, un conjunt de blocs aixecats i enfonsats que s'intercalen entre la depressió empordanesa i la depressió de l'Ebre.

Al llarg del quaternari aquesta zona es veu afectada per una activitat volcànica que es superposa als materials paleogènics i interacciona amb els processos fluvials. Aquesta interacció és remarcable en els fons de les valls on, donat el caràcter episòdic de les manifestacions volcàniques, té lloc una superposició entre els materials volcànics que lliscaven per les antigues valls fluvials i els dipòsits al·luvials que conformen els aports detrítics dels rius (Figura 3).

Al mapa vulcanològic (Bolós et al. 2014) de la figura 3, es representen en diversos colors els diferents episodis de l'activitat del Camp Volcànic de la Garrotxa al llarg del quaternari. A la llegenda del mapa, la numeració dels episodis dona una edat relativa a les erupcions, de manera que el nombre 1 correspon a l'erupció del volcà Rocanegra (Santa Pau) l'episodi més recent, d'aproximadament fa uns 10.000 anys, mentre que el 54, el volcà de la Canya, és relativament una de les activitats més antigues que es coneixen, en relació amb la colada de Sant Joan les Fonts datada de fa uns 590.000-700.000 anys.

L'interès de conèixer aquesta dinàmica eruptiva d'aquest camp volcànic rau a entendre que, entre els diferents episodis volcànics, l'activitat de les aigües superficials anava erosionant per una banda, per obrir-se pas quan les colades li estaven barrant i, per l'altra, sedimentant els materials al llit del seu curs. Aquest procés sabem que en alguns llocs va quedar enterrat per una nova erupció, de manera que els llits del riu han quedat fossilitzats entremig dels materials volcànics, el que anomenem paleocanals. Una prova d'aquesta dinàmica es pot observar molt bé a Sant Joan les Fonts, després del salt del Molí Fondo, on es pot veure un paleocanal enmig de dues colades de lava. Aquesta relació entre colades de lava i paleocanals deguts als sediments aportats pel riu, que podem veure en directe, ens permet imaginar-nos que el subsol del pla d'Olot i, en general, de tota la zona on hi ha hagut activitat volcànica, pot tenir aquesta alternança de materials d'origen volcànic amb els d'origen fluvial. Amb aquesta idea podem afrontar la pregunta que ens podem fer: a on hi ha aigües subterrànies al pla d'Olot?



QUATERNARY POST-VOLCANIC

Undifferentiated Quaternary Sediments

QUATERNARY VOLCANIC ERUPTIONS

- Rocanegra volcano (# 1).
- Croschat volcano (# 2).
- Montolivet volcano (# 3).
- Puig Jordà volcano (# 4) (Bosc de Tosca lava flow)
- Bisaroques and Ca l'Isidret volcanoes (# 5).
- Puig de la Costa volcano (# 7).
- Racó volcano (# 8).
- Simon volcano and Santa Pau lava flow (# 9).
- Traiter volcano (# 10).
- Sant Marc and Puig Roig volcanoes (# 11).
- Estany and Bellaire volcanoes (# 14).
- Cabriolers volcanoes (# 16).
- Puig de Granollers volcano (# 17).
- Puig Subià volcano (# 18).

- Comadega volcano (# 19).
- Moixina lava flow (# 20).
- Fontpobra, Can Tià and Coll Tort volcanoes (# 22).
- Pujalós volcano (# 23).
- Montsacopa volcano (# 24).
- Pla de Llacs Olot lava flow (# 25).
- Puig de les Medes and Puig Rodó volcanoes (# 28).
- Pla de les Tries St. Martí lava flow (# 30).
- Puig de Mar volcano (# 31).
- Garrinada volcano (# 35).
- Bac de les Tries volcano (# 36).
- Pla de Sa Rivera volcano (# 37).
- Riu Ser 2 lava flow (# 38).
- Vall dels Arcs phreatomagmatic deposits (# 39).
- Riu Ser 1 lava flow (# 40).
- Aiguanegra volcano (# 41).

- St. Cosme lava flow (# 42).
- Les Funoses lava flow (# 43).
- Cairat, Repàs and Claperols volcanoes (# 44).
- Castellfolit upper lava flow (# 46).
- Batet lava flows (# 47).
- Can Barraca volcano (# 50).
- Puig de l'Òs volcano (# 51).
- St. Jaume de Llerca lava flow (# 52).
- La Canya volcano (# 54).

VOLCANIC DEPOSITS

- Lava flows.
- Scorias, lapillis and ash fall.
- PDC's deposits.

EOCENE

Sedimentary pre-volcanic rocks.

PALEOZOIC

Metamorphic rocks.

Figura 3. Fragment del "Volcanic stratigraphy map" de la zona del Pla d'Olot, modificat de Bolós et al., 2014.

3. L'aquífer fluviovolcànic

Els aquífers són els magatzems de les aigües subterrànies. Es donen quan les formacions rocoses són poroses i permeables, o sigui, poden tenir aigua dins de l'espai porós i, a més, aquesta aigua pot circular, de manera que la podem captar mitjançant un pou. Als materials recents, formats al quaternari, els principals aquífers són de tipus al·luvial. Estan relacionats amb la sedimentació fluvial que ha donat lloc a nivells de paleocanals de graves i sorres que són permeables per estar formades per partícules. Es tracta de porositat intergranular. Per la seva banda, als nivells de roques volcàniques, com les formades degut a les colades de lava, la permeabilitat depèn del grau de fracturació o d'alteració de la roca. Es tracta de porositat per fracturació. Així, els nivells de paleocanals són els més interessants per la captació d'aigües subterrànies.

Des del punt de vista administratiu, l'Agència Catalana de l'Aigua per a la gestió de les aigües subterrànies defineix una sèrie de masses d'aigua subterrànies (MAS), la que correspon a les formacions quaternàries d'aquesta zona, la designa com a fluviovolcànic de la Garrotxa (MAS-09), en la qual s'hi diferencia un aquífer fluviovolcànic lliure (2023141) i un aquífer fluviovolcànic confinat (2023142).

Des d'un punt de vista dels materials que formen aquesta massa d'aigua, es poden distingir, per una banda, unes zones on es dona directament la interacció entre l'activitat volcànica i la dinàmica

fluviotorrencial, esmentada en el context geològic (Figura 4). Així, s'ha format un gruix de materials quaternaris que poden superar els 100 m, on s'hi han anat alternant nivells volcànics de piroclastos, sobretot, de mida greda o de colades de lava, amb sediments al·luvials o lacustres. Aquest conjunt de materials forma un aquífer multicapa amb nombroses surgències que donen lloc a aiguamolls i a una xarxa de rieres que conflueixen al riu Fluvià, la principal artèria fluvial del Parc Natural.

Per altra banda, a les parts altes de les valls del riu Fluvià i de les rieres de Bianya i de Riudaura, no hi ha dipòsits de materials volcànics, però la seva sedimentació fluvial ha estat afectada per l'activitat volcànica que va envair les seves valls i va ocasionar l'estancament de les aigües en zones lacustres que es van anar omplint per l'alternança de dipòsits al·luvials, lacustres i col·luvials a les zones de marge. Les planes d'aquests rius i rieres, abans d'entrar a la zona volcànica, es poden considerar aquífers de tipus al·luvial (Figura 4), formades per materials detrítics, des de graves i sorres a materials fins: llims, argiles i nivells lacustres amb matèria orgànica. Tot plegat forma aquest aquífer de tipus al·luvial que a la capçalera i als marges de la vall correspon a un aquífer lliure i a la zona central, amb gruixos de més de 50 m, els nivells permeables més fons estan confinats per nivells de materials poc permeables. Els nivells més fons poden actuar com a formacions menys permeables, anomenades aquífards.

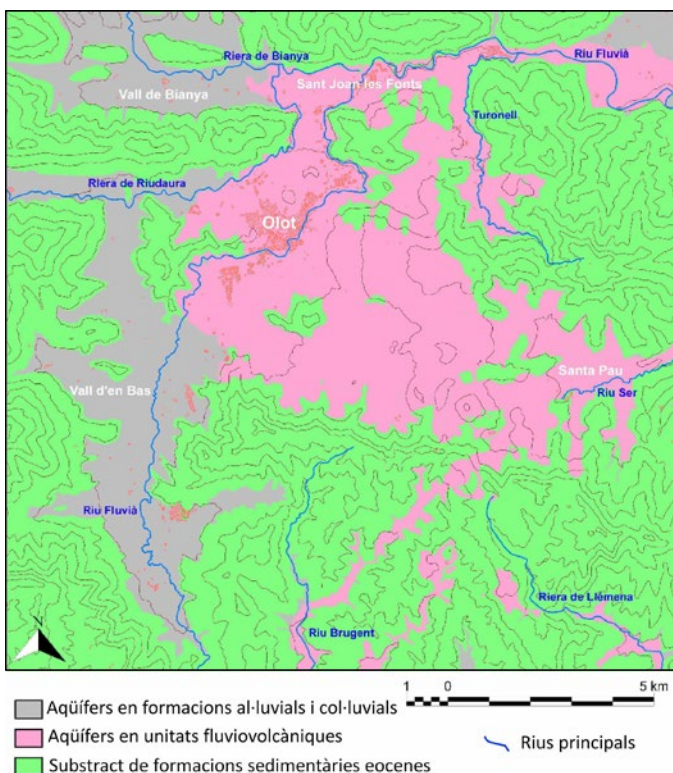


Figura 4. Mapa esquemàtic de la situació piezomètrica dels aquífers quaternaris, tardor de 2005 (Bach, 2005).

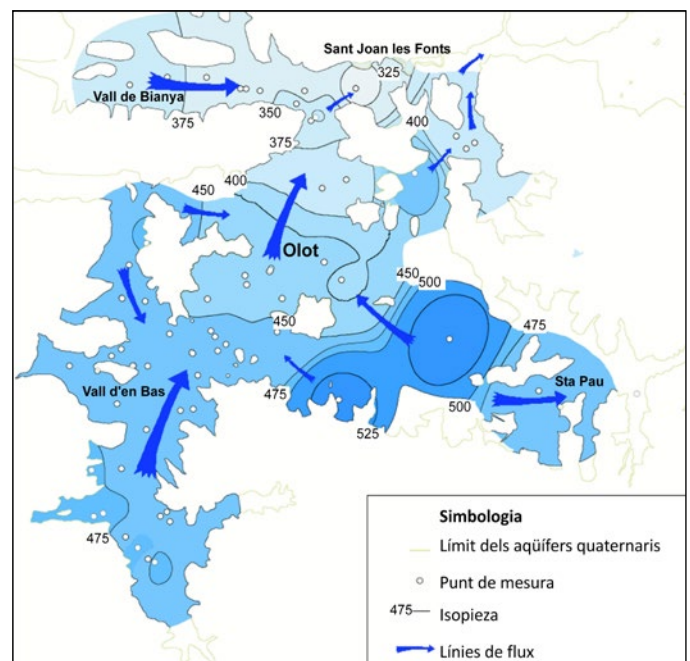


Figura 5. Mapa esquemàtic de la situació piezomètrica dels aquífers quaternaris, tardor de 2005 (Bach, 2005).

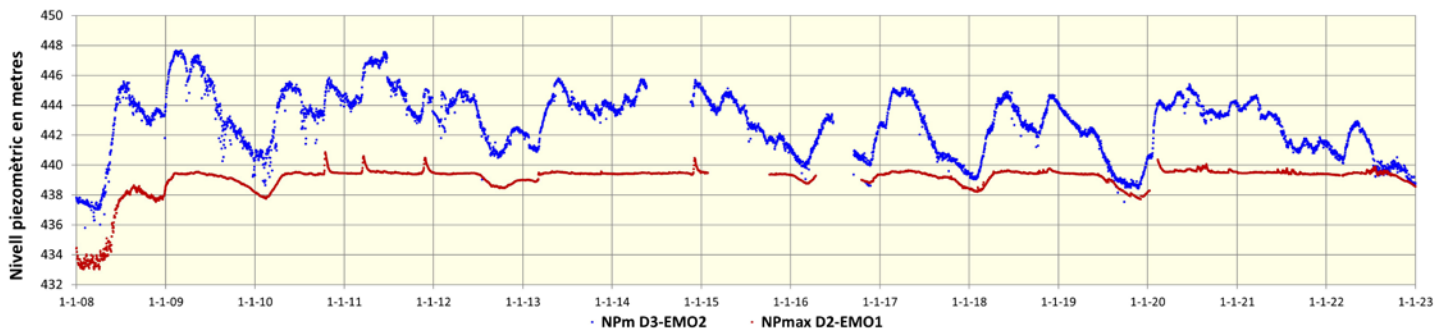


Figura 6. Oscil·lació piezomètrica dels nivells aqüífers del fluviovolcànic del Pla d'Olot.

Cal tenir present que les aigües subterrànies, dins dels aqüífers, circulen des de les zones de més càrrega hidràulica (alçada piezomètrica) cap a les zones de menor càrrega. Per conèixer aquesta càrrega es mesura l'alçada de l'aigua als piezòmetres o pous. En els estudis piezomètrics realitzats, a partir de campanyes de camp de mesures del nivell de l'aigua als pous, s'observen les direccions principals del flux subterrani (Figura 5), que indiquen que la circulació va descendant des de les cotes més altes de la vall d'en Bas, zona alta del Crosat i vall de Bianya, cap a Olot, la Canya, Sant Joan les Fonts i Castellfollit de la Roca.

La mesura del nivell piezomètric serveix per conèixer l'estat dels aqüífers des del punt de vista de la **quantitat**, o sigui, de l'aigua emmagatzemada. Si es fa un seguiment continuat en el temps es poden veure les tendències en l'oscil·lació del nivell de l'aqüífer en relació amb la recàrrega per les precipitacions i les extraccions pels diferents usos. Al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa des de l'any 2005 es fa un seguiment a partir de sensors que mesuren en continu el nivell piezomètric. Un exemple d'aquest seguiment el podem veure a la gràfica de la Figura 6, on s'observa el comportament estacional de l'aqüífer fluviovolcànic a la zona de Sant Roc, en blau l'oscil·lació piezometria de l'aqüífer profund i en vermell d'un nivell més superficial (Bach, 2022).

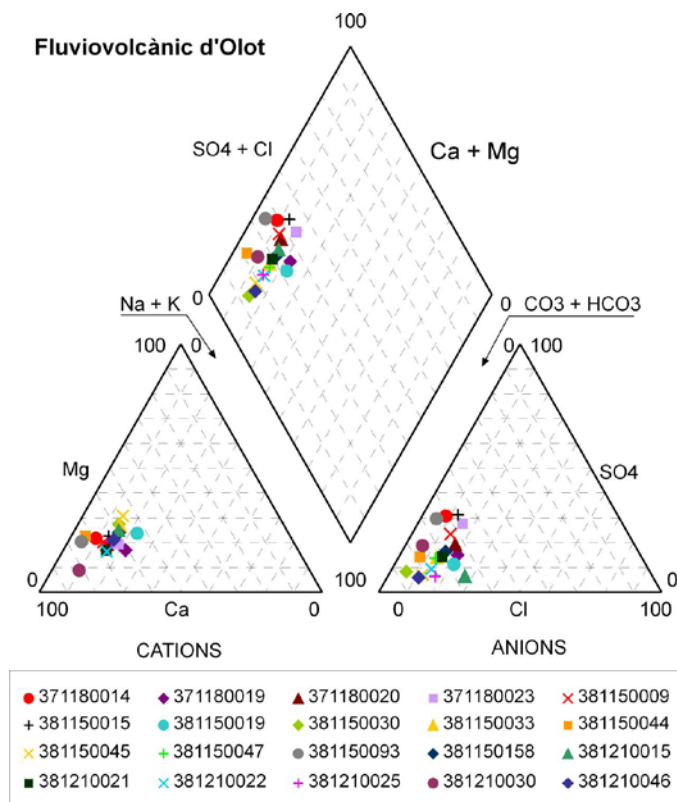


Figura 7. Diagrama Piper de la composició química de les aigües de l'aqüífer fluviovolcànic.

L'altre aspecte a tenir en compte de les aigües subterrànies és la seva **qualitat**. En els estudis d'hydroquímica realitzats s'ha posat en evidència que la composició química, pel que fa als ions majoritaris presents, és bicarbonatada càlcica, tal com ho reflecteix l'agrupació dels punts al voltant dels vèrtex de calci i bicarbonat, al diagrama de Piper realitzat a partir de 20 mostres d'aigua d'aquest aqüífer (Figura 7).

Ara bé, si s'agafen els nitrats com a indicador de potabilitat química de l'aigua, en els seguiments realitzat pel Parc Natural del 1994 fins al 2005 i els realitzat per l'Agència Catalana de l'Aigua i el Consorci SIGMA del 2005 fins a l'actualitat, s'ha trobat un increment de la seva concentració en els pous i fonts amb un origen de l'aigua més superficial. A la Figura 8 es pot veure com la concentració de nitrats en algunes de les fonts de pla d'Olot assoleix nivells propers al límit de potabilitat.

L'increment de la concentració de nitrats reflecteix el major ús de fertilitzants en les activitats agropecuàries. S'ha vist que la seva concentració en els nivells aqüífers més superficials depèn de l'acumulació al sòl dels fertilitzants i la seva posterior mobilització quan es donen episodis de precipitació importants. Per això s'observa l'oscil·lació de valors en la gràfica de la Figura 8.

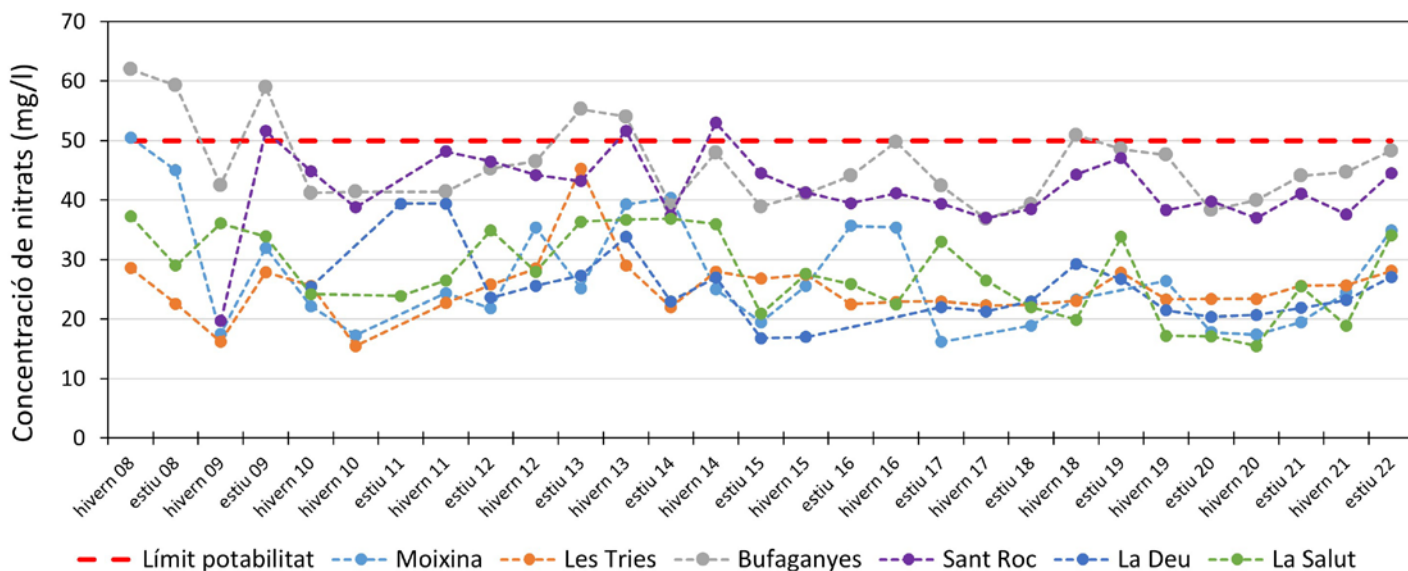


Figura 8. Concentració de nitrats a les principals fonts del Pla d'Olot, a partir de les dades del Consorci SIGMA.

4. Itinerari hidrogeològic

Parada 1: Les fonts de Sant Roc

Són una de les fonts més emblemàtiques i més importants de la ciutat d'Olot des d'un punt de vista històric. La urbanització de tot el paratge tal com el veiem avui (Figura 9) és obra de finals del segle XIX i començament del segle XX, segons Danés (1977), però les obres de la mina per obrir l'aiguaneix tenen una inscripció que posa 1619 (Figura 10), juntament amb una altra que diu 1837. Aquestes referències ens transporten a la utilització de l'aigua d'aquesta surgència per canalitzar-la cap a Olot. De fet, encara avui es pot veure la galeria que internament conduïa l'aigua fins la sortida prop del pont de Sant Roc (Figura 11). Sembla que les primeres conduccions

serien del segle XVII i feien arribar l'aigua al centre d'Olot. Aquesta utilització continuada en el temps fa que es disposi de dades del rendiment de la surgència. Danés (1977) fa referència a un aforament de Cordoní, l'any 1898, que donava un cabal d'un 14 l/s, corroborat per un altre de 1911 de Bascaló. A començament del segle XX, mossèn Josep Gelabert cita un cabal d'uns 21 l/s. Les diferències poden ser degudes a reformes i millores fetes a la mina, degut a l'augment de les necessitats d'aigua potable a Olot. En tot cas es pot acotar el cabal entre 10 i 20 l/s.

Les obres de la mina se situen al marge dret del riu Fluvià, a una cota d'uns 440 m, excavada en la colada basàltica del Bosc de Tosca, que actualment s'atribueix al volcà de Puig Jordà. Aquesta colada inicialment va barrar el pas al riu Fluvià, que poste-



Figura 9. Foto de la font de Sant Roc.



Figura 10. Mina de les fonts de Sant Roc.



Figura 11. Galeria de conducció de l'aigua a les fonts de Sant Roc.

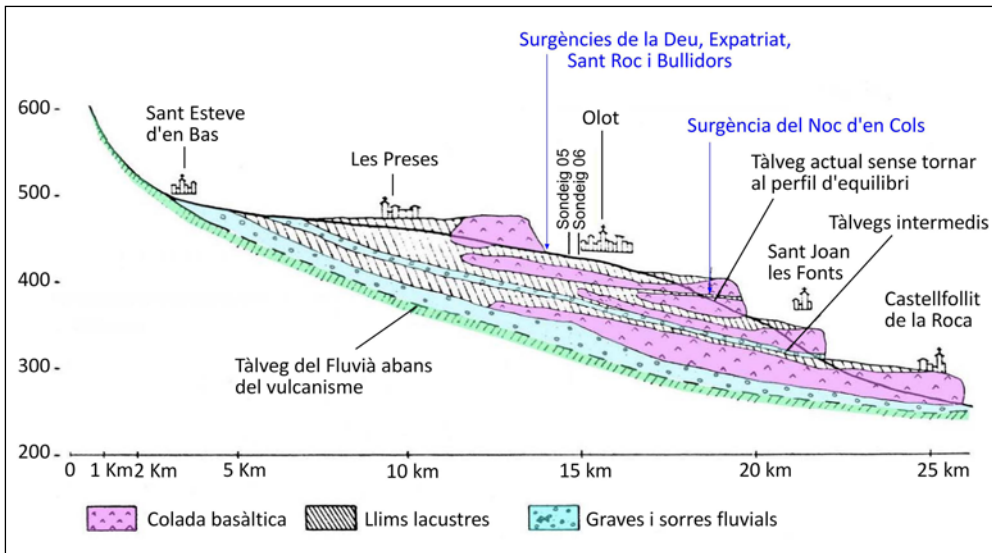


Figura 12. Esquema de l'ompliment quaternari del subsòl d'Olot, modificat de Fayas i Domenech, 1974.

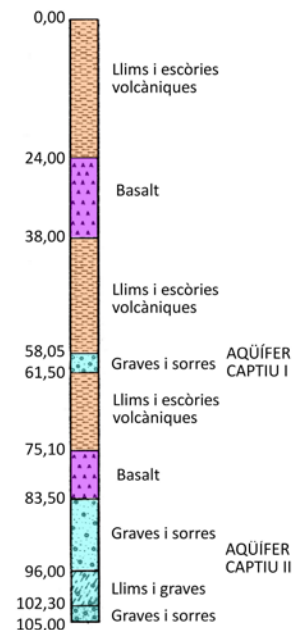


Figura 13. Columna litològica del pou experimental per l'abastament d'aigua a Olot, modificat de Fayas y Domenech (1974).

riorment es va obrir un nou camí, erosionant el límit entre els materials volcànics i el substrat sedimentari de l'eocè.

L'erosió del riu Fluvià deixa al descobert el gruix de la colada, que a la seva base pot tenir un paleosol o nivells de graves i sorres de paleocanals travessats en alguns pous, pels quals preferentment circula l'aigua.

Aquesta surgència fa de sobreeixidor del nivell aqüífer situat sota aquesta colada del Bosc de Tosca, de manera que en el seguiment piezomètric d'aquest nivell, en aquesta zona de Sant Roc, s'observa una resposta plana del nivell piezomètric a uns 439 m (Figura 6). Aquest nivell d'estabilització es dona quan el nivell de recàrrega és alt, mentre que en els moments de manca de recàrrega la pressió de l'aqüífer baixa i s'observa el descens del nivell que segurament també comporta un descens del cabal a la surgència.

En tractar-se de la surgència d'un nivell aqüífer relativament superficial, la qualitat de l'aigua es veu afectada més fàcilment per les activitats antròpiques que es desenvolupen al territori, tal com es posa de manifest la concentració de nitrats que se situa al voltant del 40 mg/l, amb alguns pics que arriben als 50 mg/l (Figura 8).

Parada 2: Pous d'abastament d'Olot

L'abastament d'aigua a la ciutat d'Olot va començar amb les conduccions fetes a les fonts de Sant Roc ja en el segle XVII, tal com s'ha exposat en l'apartat anterior. A mida que la població va anar augmentant es van anar afegint altres punts com la Deu dels Bullidors, que aportava uns 4 l/s més; la construcció del pou Malagrida, inaugurat l'any 1931, amb un rendiment mitjà d'uns 25 l/s, i també la surgència

de la Deu Grossa, que es va canalitzar cap al centre d'Olot l'any 1946, amb una aportació d'uns 28 l/s (Danés, 1977).

De totes maneres, la recuperació econòmica i l'arribada d'immigració a la segona meitat del segle XX van comportar un notable augment de la població, que incrementa la necessitat de recursos hídrics. Per això, malgrat les aportacions que s'havien anat incorporant, a començament dels anys 70 s'inicia la recerca d'aigües subterrànies a partir d'un estudi del Servicio Geológico de Obras Públicas. Es van realitzar un total de 6 sondeigs de reconeixement, amb fondàries entre els 26 i els 115m, a les zones del Parc Nou i de les surgències de la Deu i la Moixina, que van permetre tenir una primera visió objectiva de la constitució del subsòl d'Olot, reflectida en l'esquema (Figura 12) realitzat per Fayas i Domenech (1974), on es representa l'alternança dels episodis volcànics i fluvials observada en els sondeigs.

A partir d'aquest estudi, l'any 1972, es van construir un pou experimental de 105 m de fondària, per a l'abastament d'aigua potable a Olot. A la Figura 13 es presenta la columna dels materials travessats, en la qual destaquen els nivells de graves i sorres (paleocanals), el primer entre 58 i 61,5 m de fondària i l'altre per sota dels 83,5 m fins al final del pou, que té un tram més llimós entre 96 i 102,3 m. Aquests nivells de paleocanals són el que tenen una major permeabilitat i constitueixen els aqüífers, que, en trobar-se en profunditat sota materials poc permeables, estan confinats i són aqüífers que anomenem captius, que inicialment van ser surgents o artesianes. El nivell més profund de paleocanal és el que s'aprofita per a l'extracció de l'aigua.

A dia d'avui, la captació d'aigua per a la ciutat d'Olot consta de 4 pous situats en aquesta zona del Parc

Nou, dos situats dins del Parc, construïts als anys 70, de 105 m de fondària i dos més fora la tanca d'accés al Parc, de finals dels anys 80, de 107 m. Els cabals d'extracció oscil·len entre els 200 i els 240 m³/h, amb un volum d'entre 8.700 a 9.000 m³/dia. Això representa una mica més de 3 hm³/any.

Aquests importants cabals d'extracció provoquen un con de depressió al seu entorn molt considerable. El sensor instal·lat al Pou 1 reflecteix un descens del nivell de l'aigua de gairebé 6 m, en els moments d'extracció d'aigua (Figura 14), amb un règim d'exploració de més de 16 hores, en dos períodes diferents, aproximadament de 14 a 18h i de 22 a 10h del dia següent. A una distància d'uns 650 m, en un pou de control, s'observa una oscil·lació del nivell piezomètric amb el patró de l'extracció, de més de 2 m.

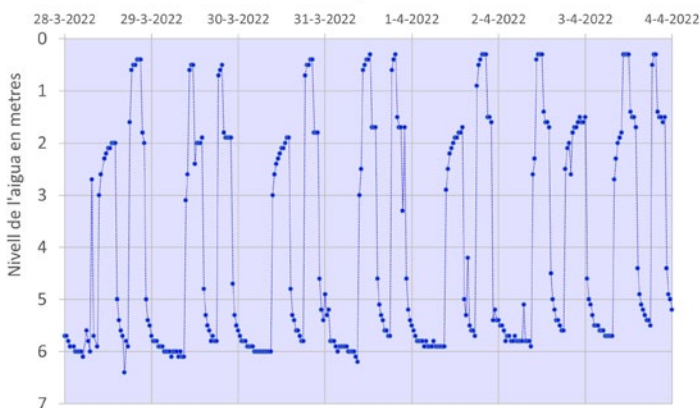


Figura 14. Oscil·lació del nivell de l'aigua al sensor del Pou 1 (Parc Nou) segons la dinàmica d'extracció per a satisfer la demanda d'aigua, a partir de dades facilitades per AGBAR.

Les anàlitzes recents fetes pel control de la qualitat de les aigües de consum, consultables al web del Consorci SIGMA i les dades històriques de la xarxa de qualitat del Parc Natural, mostren una constància i regularitat en els resultats dels principals ions. Per exemple, els nitrats són inferiors a 20 mg/l i la conductivitat elèctrica (a 20°C) que ens indica el totals de sals en dissolució oscil·la entre 550 i 590 µS/cm. Aquests resultats indiquen que l'aigua d'aquests nivells aquífers més profunds mantenen, de moment, una composició química d'origen natural sense contaminació antròpica important.

Parada 3: Fonts i aiguamolls dels paratges de la Deu i la Moixina

L'ambient d'aiguamoll al voltant de les surgències els dona un alt valor natural, amb importància biogeogràfica i paisatgística. També tenen un interès turístic per als amants de la naturalesa, la fotografia i la pintura. Recentment, el Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya 2022-2027 ha considerat aquesta zona humida com una Reserva Natural Subterrània de la Massa Subterrània 09-fluviovolcànic de la Garrotxa, amb la denominació

de "Basses d'en Broc i Aiguamolls de la Déu Vella (Massa Superficial H1040050)".

Aquestes surgències estan situades en una zona deprimida que rep el nom de pla dels Llacs, a una cota entre 442 i 430 m, limitada al nord i a l'oest pels relleus de la colada del Bosc de Tosca —que al barri de Bonavista assoleixen una cota d'uns 476 m—, a l'est, pel turó de Pujou de materials sedimentaris de l'eocè i, pel nord, queda oberta al curs del riu Fluvià.

Des d'un punt de vista geològic, la situació de les surgències és complexa per l'heterogeneïtat dels materials que hi conflueixen. Estan situades damunt de la colada basàltica del pla d'Olot, anomenada colada de la Moixina (Bolós, et al., 2014), que posteriorment fou recoberta per la colada del Bosc de Tosca (Figura 3). Entremig de les colades s'han travessat en alguns sondeigs gruixos de més de 20 m de llims, amb alguns nivells de graves i sorres. El flux de l'aigua dels nivells més permeables, d'acord amb la cartografia hidrogeològica (Figura 5), va del sud cap al nord, de manera que, per una banda,

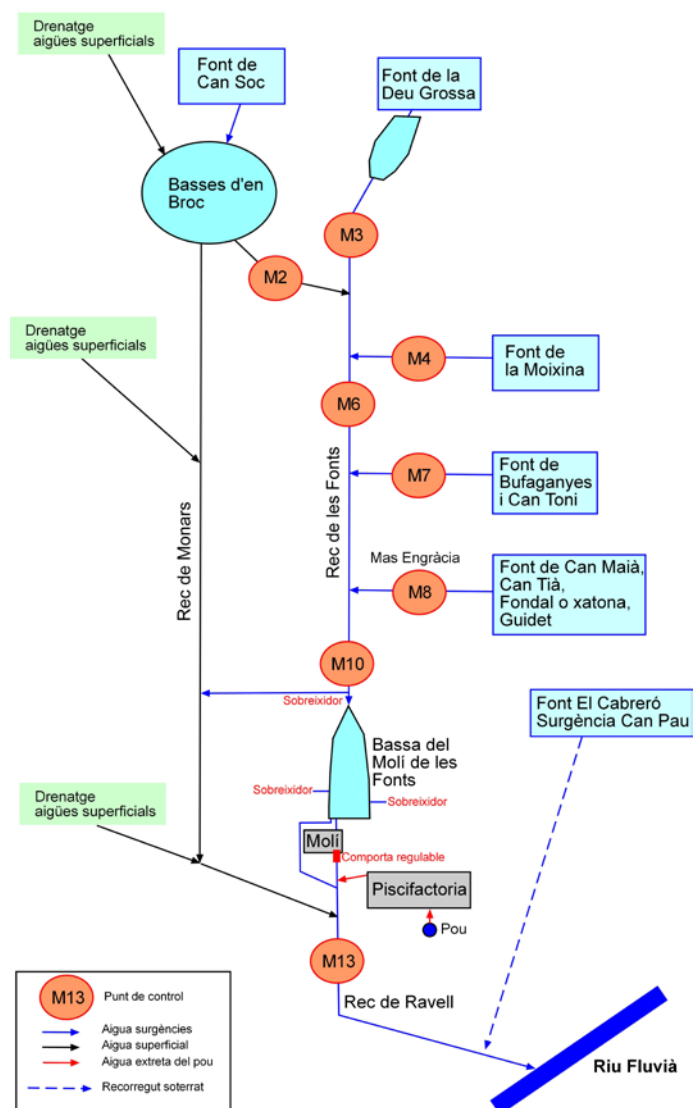


Figura 15. Esquema de la canalització de l'aigua de les surgències i dels punts de control establerts, zona de la Moixina.

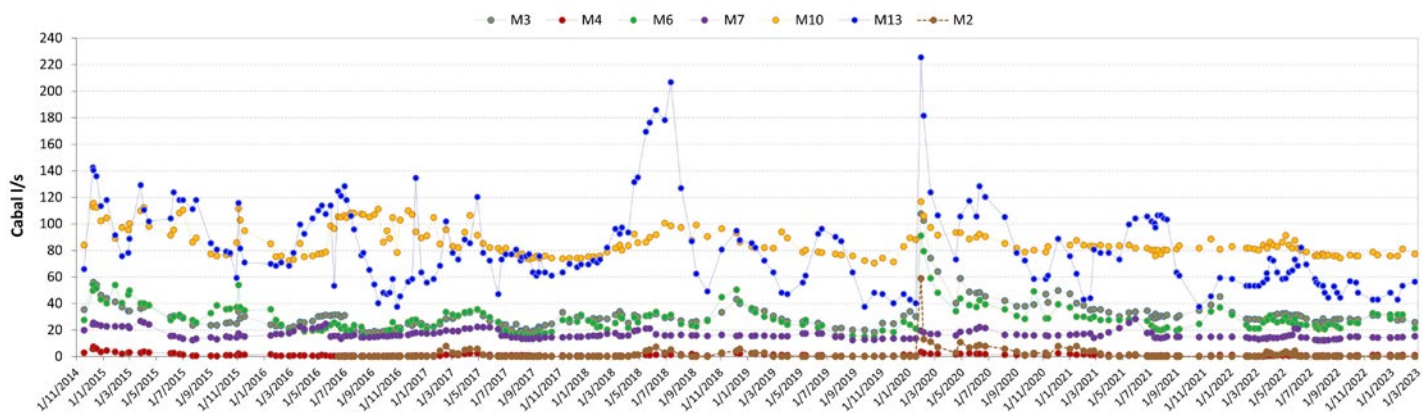


Figura 16. Evolució dels cabals a les surgències i recs de la zona de la Moixina des de l'inici al novembre de 2014 fins a finals del 2022. Les sigles corresponen a les següents estacions d'aforament: M3-Rec de la Deu Grossa, M4- Font de la Moixina, M6- Fonts Moixina + la Deu + cal Soc i Estanyes d'en Broc, M7-Fonts de la Bufaganya + Can Toni, M8-Fonts la Guidet + Fondal o Xatona i de can Maià, M10-Suma de M8+M6+M7 (abans de la bassa del molí de les Fonts), M13- Rec Ravell. Per a la seva ubicació veure Fig. 15.

aquests nivells queden per sota o a la part inferior de la colada del Bosc de Tosca i per l'altra, el gruix considerable de sediments fins impedeix la seva circulació i afavoreix la seva surgència a favor de plans de fracturació, que es posen en evidència en l'orientació de les deus en una direcció N-S. En total es coneixen més d'una dotzena de punts de surgència. Les fonts més conegudes són: la de la Deu Grossa, la Moixina, la de Bufaganyes, la de Can Soc, la de Can Toni, la de Can Rabeig, la de Can Tia, la de Can Maia, la del Fondal o Xatona, la de Guidet, la font del Cabreró i la de Can Pau. A finals del segle XIX es van portar a terme les obres de drenatge dels terrenys pantanosos i es va canalitzar l'aigua de les surgències cap el rec de les Fonts, que les va recollint i després de la bassa del Molí de les Fonts, les aboca al rec de Ravell, que les porta al riu Fluvià (Figura 15). L'any 1990 es va fer una restauració dels aiguamoixos de la Deu Vella i l'any 1991 es van remodelar les basses d'en Broc, que actualment formen part del Catàleg d'Espais d'Interès Preferent del Parc Natural i de l'Inventari de Zones Humides de Catalunya. El seu règim d'inundació amb aigües procedents de la font de Can Soc i dels escòrracs superficials del turó de Pujou possibilita la presència de diverses comunitats vegetals i animals associades a les zones humides.

L'interès del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa de quantificar els cabals de les surgències es va iniciar l'any 1995 amb el treball de Baserba (1996), gràcies a qual es van instal·lar unes estacions d'aforament en els recs que recullen l'aigua de les surgències. Posteriorment, dins del programa general d'estudi de la hidrogeologia del Parc Natural, l'any 2014 es va reprendre la mesura dels cabals en una sèrie d'estacions que estan representades a la Figura 15. En aquestes estacions s'ha regularitzat la secció de pas i s'ha instal·lat un regle limnimètric per registrar l'alçada de l'aigua. Paral·lelament es fan mesures de la velocitat de l'aigua per poder calcular el cabal mitjançant una corba de despesa.

El seguiment des de l'any 2014 fins a l'actualitat, dels cabals de les estacions d'aforament, es pot observar

a la Figura 16. Aquest control permet conèixer les oscil·lacions en les aportacions de les surgències d'aquesta zona i la seva relació amb els períodes de recàrrega (Bach, 2022). La surgència més cabalosa és la Deu Grossa, amb una mitjana en el període de seguiment de 31 l/s.

Cal destacar que la qualitat de les aigües no és exactament igual a totes les surgències. Si prenen com a indicador els nitrats, a la gràfica de la Figura 8 es poden observar les concentracions de tres de les principals deus: la Deu Grossa, Bufaganyes i la Moixina. Les diferències de valors entre elles són significatives i indiquen diferents circuits o línies de flux. Unes poden ser més superficials, com la de Bufaganyes, que presenta continguts més alts, i altres de circuits més fondos, que mantenen concentracions més baixes, com la font de la Deu Grossa. Aquesta casuística confirma la heterogeneïtat geològica dels punts de surgència.

Referències citades al text:

- Bach, J. (2005). *Tasques de control mediambiental de l'aqüífer del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, any 2005*. PNZVG informe intern, 146 pàg.+ vol. annexes i mapes.
- Bach, J. (2022). *Seguiment de l'oscil·lació piezomètrica. Aqüífers quaternaris PNZVG. Any 2022*. DAAC. PNZVG informe intern, 70 pàgs.
- Bach, J. (2022). *Treballs d'assessorament i seguiment del sistema hidrogeològic del PNZVG. Any 2022*. DAAC. PNZVG informe intern, 32 pàgs.
- Baserba, C. (1996). *Estudi Hidrològic i Limnològic de l'àmbit del Pla Especial La Moixina – Pla de Llacs*. Propostes de Gestió. PNZVG, 156 pag.
- Bolós, X.; Planagumà, Ll.; Martí, J. (2014). *Volcanic stratigraphy of the Quaternary La Garrotxa Volcanic Field (north-east Iberian Peninsula)*. Journal of Quaternary Science, 29 (6) 547-560.
- Dané i Torras, J. (1977) "Història d'Olot. Notes geogràfiques". Aubert-Impressor.
- Fayas, J.A.; Doménech J. (1974). *Morfologia volcànica de Olot y su interés hidrogeològic*. Revista Agua, julio-Agosto, 1974. núm. 85.

22 de març
Dia Mundial de l'Aigua
#DiaMundialAigua



#DocAmbCat



Per completar la visita de l'Hidrogeodia a Olot:

Treballs sobre Hidrogeologia de la Garrotxa,
sobre la Zona Volcànica de la Garrotxa,
consultables en digital i/o en paper
al Centre de Documentació del #PNGarrotxa
o als Punts de documentació:

https://bit.ly/BibDigital_Hidro_PNGarrotxa (digital)

https://bit.ly/BEG_HidrogeologiaGarrotxa

Altres sobre salut pública i biodiversitat:

<https://www.consorcisigma.org/documents-sigma-garrotxa/>

<http://biodiversitatmoixinaparcnou.consorcisigma.org/>

<https://bit.ly/2022BfiaMoixinaParcNou>

https://bit.ly/Links_BiodiversitatGarrotxa

Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa:

<https://parcsnaturals.gencat.cat/garrotxa>



**CENTRE de
DOCUMENTACIÓ**
DEL PARC NATURAL DE
LA ZONA VOLCÀNICA
DE LA GARROTXA

Centre de documentació del #PNGarrotxa

Visites concertades al 972 26 46 66 o al correu-e:

wgrabolo@gencat.cat (Montserrat Grabolosa @montsevolcanica)