

**SEGUIMENT DE L'OSCIL·LACIÓ PIEZOMÈTRICA
AQÜÍFERS QUATERNARIS
PARC NATURAL DE LA ZONA VOLCÀNICA DE LA GARROTXAANY
2022**



UAB

Universitat Autònoma de Barcelona
Unitat de Geodinàmica Externa i d'Hidrogeologia

AUTORIA	Joan Bach i Plaza Unitat de Geodinàmica Externa i d'Hidrogeologia. Universitat Autònoma de Barcelona.
TÍTOL	SEGUIMENT DE L'OSCIL·LACIÓ PIEZOMÈTRICA A AQUÍFERS QUATERNARIS PNZVG - ANY 2022
ÉS PART DE:	
PUBLICACIÓ (CIUTAT: EDITORIAL, ANY)	PNZVG, 2022
IDIOMA	Català
TIPUS DE SUPORT	En paper i en digital (pdf)
PARAULES CLAU	Hidrogeologia, aquífers quaternaris, zona volcànica de la Garrotxa, piezometria, registre continu, gestió recursos hídrics.
RESUM	<p>El seguiment de la piezometria amb registre continu té com a objectiu conèixer l'evolució al llarg de l'any de la quantitat d'aigua emmagatzemada en els aquífers al·luvial-volcànic del territori del Parc i de l'al·luvial de la Vall d'en Bas.</p> <p>En aquest any 2022 s'ha incorporat un nou sensor de nivell, que s'ha ubicat en un pou del barri de les Planotes (Olot). En total s'han utilitzat set sensors de la mesura del nivell de l'aigua i un sensor de pressió atmosfèrica.</p> <p>La precipitació total d'aquest any 2022, ha tornat a ser lleugerament inferior a la mitjana, amb 789,8 mm, a l'estació del Parc Nou d'Olot, que té una mitjana, del període 1990-2022, de 944,9 mm. Els períodes de recàrregues més abundants s'han donat a la primavera, mesos de març, abril i maig, i a finals d'estiu, mesos d'agost i setembre. Ha estat un any amb una quantia de recàrrega menor que les de l'any passat, per a la reserva útil de 30 mm, és de 246 mm, que representa un 33,5 % de la precipitació i per una reserva de 45 mm, de 192 mm, un 26 % de la precipitació.</p> <p>L'evolució de la piezometria dels aquífers en aquest any 2022, a partir de l'anàlisi de les dades dels sensors, reflecteix un comportament que obeeix a un patró general, exposat en anys anteriors. A grans trets, s'observa una recuperació dels nivells piezomètrics a partir de les recàrregues de primavera, que tot i que no són molt quantioses, comporten que s'assoleixin al mes de maig els nivells màxims d'aquest any. Seguidament, un descens ràpid durant l'estiu, que queda frenat per les recàrregues dels mesos d'agost i setembre, que comporten una molt petita recuperació dels nivells, que finalment tornen a descendir fins a finals d'any, per la manca de precipitacions.</p> <p>Aquest any 2022 s'ha tornat a donar un balanç negatiu, de manera que la recàrrega ha estat inferior a les sortides. Per exemple, a l'aquífer de la Vall d'en Bas, en aquest any 2022 s'ha donat un descens en tot l'any, de gairebé 3 m del NP en el nivell profund i d'un valor similar al superficial; i als aquífers del Pla d'Olot, de 2,85 m al nivell profund de la zona de Sant Roc i de 2,03 m a la zona nord, al Pla de Baix.</p> <p>En l'evolució del nivell piezomètric del període dels darrers 15 anys, el període del 2008 al 2022, (fig. 5.4) al nivell profund de l'aquífer del Pla d'Olot, els nivells piezomètrics alts dels períodes de recàrrega no es recuperen de la mateixa manera que ho fan a l'aquífer profund de la Vall d'en Bas. Fet que es confirma en la tendència lineal lleugerament negativa d'aquestes dades, que vol dir que es dona una disminució progressiva de la càrrega hidràulica d'aquest aquífer.</p>
ACCÉS AL DOCUMENT	
DOCUMENTS RELACIONATS	<p>Bach, J. (2005). Tasques de control de les aigües subterrànies al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, any 2005. PNZVG informe intern, (146 pàgs.+ vol. annexes i vol. mapes).</p> <p>Bach, J. (2021). Seguiment de l'oscil·lació piezomètrica amb registre continu. DAAC. Aquífers quaternaris PNZVG. Any</p>

**SEGUIMENT DE L'OSCIL·LACIÓ PIEZOMÈTRICA A AQÜÍFERS
QUATERNARIS PNZVG
ANY 2022**

Treball realitzat a la **Unitat de Geodinàmica Externa i d'Hidrogeologia** de la **Universitat Autònoma de Barcelona**. Realització:

Joan Bach i Plaza

PARC NATURAL DE LA ZONA VOLCÀNICA DE LA GARROTXA
Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural
GENERALITAT DE CATALUNYA

Índex de continguts

1. Introducció	1
2. Situació i tipologia dels limnígrafs.....	2
3. Precipitacions i recàrrega	7
4. Resultats de l’any 2022	12
4.1. Limnígraf D-1: Bas-Torre Curós (371240025).....	12
4.2. Limnígraf D-4: Bas-Estany d’en Mirà (371240048)	19
4.3. Limnígraf D-2: Olot-EMOL (371180090).....	25
4.4. Limnígraf D-3: Olot-EMOL-2 (371180014)	30
4.5. Limnígraf D-9: P1 Olot-Meats (381150214)	37
4.6. Limnígraf D-11: Planotes (371180005).....	43
4.7. Limnígraf D-10: Roquer (381150200).....	48
5. Valoració dels resultats a nivell d’aqüífers.....	53
5.1. Aqüífer al·luvial de la Vall d’en Bas	53
5.2. Aqüífer fluviovolcànic del Pla d’Olot	56
5.2. Aqüífer al·luvial i fluviovolcànic de la Vall de Bianya	61
6. Resum i conclusions	62
7. Recomanacions	64
7.1. Zones de control del nivell piezomètric (NP)	66
7.2. Control del cabal de les principals surgències	68
8. Agraïments	69
9. Referències bibliogràfiques.....	70

Índex de figures

Fig. 2. 1. Situació dels punts amb sondes de nivell instal·lades des de l'inici: D-1 (Bas-Torre Curós), D-2 (Olot-Emol), D-3 (Olot-Emol-2), D-4 (Estany d'en Mira), D-5 (Olot-MolíFonts), D-6 (Olot-Bufador), D-7(Baro-Diver), D-8 (Olot-Guardiola), D-9 (P1- OlotMeat, D10 (Roquer) i D11 (Planotes).....	2
Fig. 2. 2. A la part esquerra, imatges de les sondes MiniDiver (a l'esquerra) i LevelScout (a la dreta), amb el fil d'acer de subjecció. A la part dreta, imatges dels lectors, la sonda MiniDIVER dins del lector òptic (a l'esquerra) i el sensor levelScout amb el seu connector USB (a la dreta).	6
Fig. 3. 1. Precipitacions anuals, en mm a l'estació del Parc Nou d'Olot i mitjana del període 1990 al 2022.	7
Fig. 3. 2. Precipitacions anuals a les tres estacions principals utilitzades: Parc Nou (Olot), Automàtica d'Olot i W9- Vall d'en Bas, en el període 2005-2022.	8
Fig. 3. 3. Precipitacions mensuals dels anys 2021 i 2022, a l'estació meteorològica de la Vall d'en Bas	9
Fig. 3. 5. Recàrrega mensual dels anys 2021 i 2022, considerant una reserva d'aigua al sòl de 45 mm, amb dades de l'estació meteorològica de la Vall d'en Bas.....	10
Fig. 3. 4. Recàrrega mensual dels anys 2021 i 2022, considerant una reserva d'aigua al sòl de 30 mm, amb dades de l'estació meteorològica de la Vall d'en Bas.....	10
Fig. 3. 6. Precipitació i recàrrega diària dels anys 2021 i 2022, amb una reserva d'aigua al sòl de 30 mm, estació meteorològica de la Vall d'en Bas.....	11
Fig. 3. 7. Precipitació i recàrrega diària dels anys 2021 i 2022, amb una reserva d'aigua al sòl de 45 mm, estació meteorològica de la Vall d'en Bas.....	11
Fig. 4. 1. Fitxa de seguiment de les lectures del limnígraf D-1 - Torre Curós - Vall d'en Bas	12
Fig. 4. 2. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnígraf D-1 situat al pou 371240025 Torre Curos, durant la setmana del 13 al 20 de juny de 2022.	13
Fig. 4. 3. Variació dels nivells màxims mesurats a escala diària en el limnígraf D-1 - Torre Curos, als anys 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas.....	15
Fig. 4. 4. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnígraf D-1 - Torre Curos, anys 2008 al 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, estació Vall d'en Bas	17
Fig. 4. 5. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el limnígraf D-1 als anys 2021 i 2022.....	18
Fig. 4. 6. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnígraf D-4 situat al pou 371240048 – Estany d'en Mirà, a la Vall d'en Bas.....	19
Fig. 4. 7. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnígraf D-4 - Estany d'en Mirà, als anys 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas. La línia puntejada vermella és una interpolació de valors quan el sensor no mesurava correctament.	21
Fig. 4. 8. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnígraf D-4 - Estany d'en Mirà, anys 2008 al 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, a l'estació Vall d'en Bas.....	23

Fig. 4. 9. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el limnígraf D-4 - Estany d'en Mirà, als anys 2021 i 2022.....	24
Fig. 4. 10. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnígraf D-2 – Olot-Emol, al Pla d'Olot.....	25
Fig. 4. 11. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnígraf D-2 - Olot-Emol, als anys 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas. Les dades encerclades en vermell corresponen a la interferència amb la recàrrega artificial.	26
Fig. 4. 12. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnígraf D-2 - Olot-Emol, des de l'any 2008 al 2022 i recàrrega diària amb una RU d'aigua de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas.....	28
Fig. 4. 13. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el limnígraf D-2 - Olot-Emol als anys 2021 i 2022.....	29
Fig. 4. 14. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnígraf D-3 – Olot-Emol-2, al Pla d'Olot	30
Fig. 4. 15. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnígraf D-3 - Olot-Emol-2, a la setmana del 17 al 24 de gener de 2022.....	31
Fig. 4. 16. Variació dels nivells mesurats a escala diària, nivell més alt de les dades horàries, en el DIVER D-3 - Olot-Emol-2, als anys 2021 i 2022, i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas	33
Fig. 4. 17. Variació dels nivells mesurats a escala diària, nivell més alt de les dades horàries, en el DIVER D-3 - Olot-Emol-2, des de l'any 2008 al 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas	35
Fig. 4. 18. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el limnígraf D-3 - Olot-Emol-2, als anys 2021 i 2022	36
Fig. 4. 19. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnígraf D-9 – P-1 Olot-Meats al Pla d'Olot	37
Fig. 4. 20. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnígraf D-9, P-1 Olot-Meats, a la setmana del 21 al 28 de febrer de 2022.....	38
Fig. 4. 21. Variació dels nivells mesurats a escala diària, mitjana de les dades horàries, en el limnígraf D-9 – P-1 Olot-Meats al Pla d'Olot, de l'any 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas	39
Fig. 4. 22. Oscil·lació del nivell de l'aigua respecte al terra al sensor D-9 - P1-Olot-Meats, del 21/2/2022 al 21/3/2022, amb indicació dels dos assaigs fets.....	40
Fig. 4. 23. Variació dels nivells mesurats a escala diària, mitjana de les dades horàries, en el limnígraf D-9 – P-1 Olot-Meats al Pla d'Olot, dels anys 2019 al 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas	41
Fig. 4. 24. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el Limnígraf D-9 – P-1 Olot-Meats, anys 2021 i 2022	42
Fig. 4. 25. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnígraf D-11 – Planotes, al Pla d'Olot.....	43
Fig. 4. 26. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnígraf D-11 - Planotes, a la setmana del 11 al 18 de juliol de 2022.....	44

Fig. 4. 27. Variació dels nivells mesurats a escala diària, nivell més alt de les dades horàries, en el limnigraf D-11 – Planotes, de l’any 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l’estació Vall d’en Bas	45
Fig. 4. 28. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el Limnigraf D-11 – Planotes, any 2022.	47
Fig. 4. 29. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnigraf D-10 – Roquer, vall de Bianya.	48
Fig. 4. 30. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnigraf D-10 Roquer, a la setmana del 21 al 28 de febrer de 2022.....	49
Fig. 4. 31. Variació dels nivells mesurats a escala diària, nivell mínim diari, en el limnigraf D-10 – Roquer a la vall de Bianya, als anys 2021 i 2022, i precipitació diària de l’estació La Vall de Bianya.	50
Fig. 4. 32. Variació dels nivells i les temperatures a escala diària en el Limnigraf D-10 – Roquer a la vall de Bianya, als anys 2021 i 2022	52
Fig. 5. 1. Diferència dels nivells piezomètrics (NP) a escala diària, dels punts D-1 i D-4 de l’aqüífer al·luvial de la Vall d’en Bas, en el període 2008 al 2022.	54
Fig. 5. 2. Comparació dels nivells piezomètrics (NP) a escala diària, dels punts D-1 i D-4 de l’aqüífer al·luvial de la Vall d’en Bas, en el període 2008 al 2022.	54
Fig. 5. 3. Comparació dels nivells piezomètrics a escala diària, dels limnigras D-2 i D-3, de l’aqüífer fluviovolcànic del Pla d’Olot, en el període 2008 al 2022.	57
Fig. 5. 4. Comparació dels nivells piezomètrics a escala diària, dels punts dels limnigras D-1 de l’aqüífer al·luvial profund de la Vall d’en Bas i D-3, de l’aqüífer fluviovolcànic profund del Pla d’Olot, en el període 2008 al 2022. Les línies discontinües corresponen a la tendència lineal de les dades de cada aqüífer.	58
Fig. 5. 5. Comparació dels nivells piezomètrics a escala diària, dels punts dels limnigras D-8 (Guardiola), D-9 (P1 Olot-Meats) i D-11 (Planotes) de l’aqüífer fluviovolcànic del Pla d’Olot, en el període 2011 al 2022.	59
Fig. 5. 6. Comparació dels nivells piezomètrics a escala diària, dels punts dels limnigras D-2, D-3, D-5, D-8, D-9 i D-11 de l’aqüífer fluviovolcànic del Pla d’Olot, en el període 2008 al 2022.....	60
Fig. 5. 7. Evolució del nivell piezomètric a escala diària, del limnigraf D-10 Roquer, a la vall de Bianya, anys 2021-22.	61
Fig. 7. 1. Proposta de zones per a la instal·lació de sensors de control del NP i de control de cabals de surgències	65

Índex de taules

Taula 1. Tipus de sensors i incidències en aquest any 2022, dels limnigras instal·lats a cada lloc.....	4
---	---

1. Introducció

En aquesta memòria es detallen les tasques realitzades segons les directrius del Plec de Prescripcions tècniques i els seus annexos corresponents, en el marc de la contractació dels serveis de seguiment del sistema hidrogeològic del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG), durant l'any 2022, publicada el 30 de juny de 2022. Concretament aquí es presenten els resultats de l'any 2022, del seguiment que des del PNZVG es fa del nivell piezomètric dels aqüífers quaternaris, mitjançant uns sensors que actuen de limnígrafs electrònics pel registre automàtic del nivell d'aigua amb registre continu, aquesta tasca es va iniciar a l'any 2005 i continua fins l'actualitat.

A partir d'aquest seguiment es fa un control de les oscil·lacions del nivell piezomètric, en els aqüífers quaternaris del territori del Parc i la Vall d'en Bas, per millorar i augmentar la informació sobre l'estat i evolució de la quantitat d'aigua dels aqüífers del sistema hidrogeològic del PNZVG i de la seva àrea d'influència.

L'estructura d'aquesta memòria seguirà la realitzada en els anys anteriors, així, en primer lloc es presentarà la ubicació i característiques dels sensors utilitzats en aquest any, a continuació les dades de precipitacions i recàrrega de l'estació de la Vall d'en Bas que representa l'entrada d'aigua als sistemes aqüífers, després s'exposaran els resultats de les dades recollides de cadascun dels sensors operatius en aquest any 2022 i, finalment, es valoraran els resultats a nivell d'aqüífers. El marc geològic i hidrogeològic dels sistemes aqüífers quaternaris del territori del Parc i la Vall d'en Bas es pot consultar en anteriors memòries, per exemple la de l'any 2005 (Bach, 2005) o a l'any 2009 (Bach, 2009). També es pot consultar l'evolució de les mesures recollides al llarg dels diferents anys des de l'inici al 2005, per exemple a la memòria de l'any 2009, on es van presentar les dades del 2005 al 2009 (Bach, 2009), i a la del 2021, on es recullen les dades des del 2008 al 2021 (Bach, 2021).

2. Situació i tipologia dels limnífgrafs

En aquest any 2022 s'ha incorporat un nou sensor que s'ha ubicat a la urbanització de les Planotes (Fig. 2.1). Així, en total s'han utilitzat 7 limnífgrafs de registre automàtic de la mesura del nivell de l'aigua i un limnífgraf de registre automàtic de pressió atmosfèrica (baro-diver). A la Fig. 2.1 es presenta la situació de tots els sensors utilitzats des de l'inici, els que estan **actius** aquest any 2022 i els que s'han hagut de **desinstal·lar** per diversos motius que s'han exposat en les memòries corresponents.

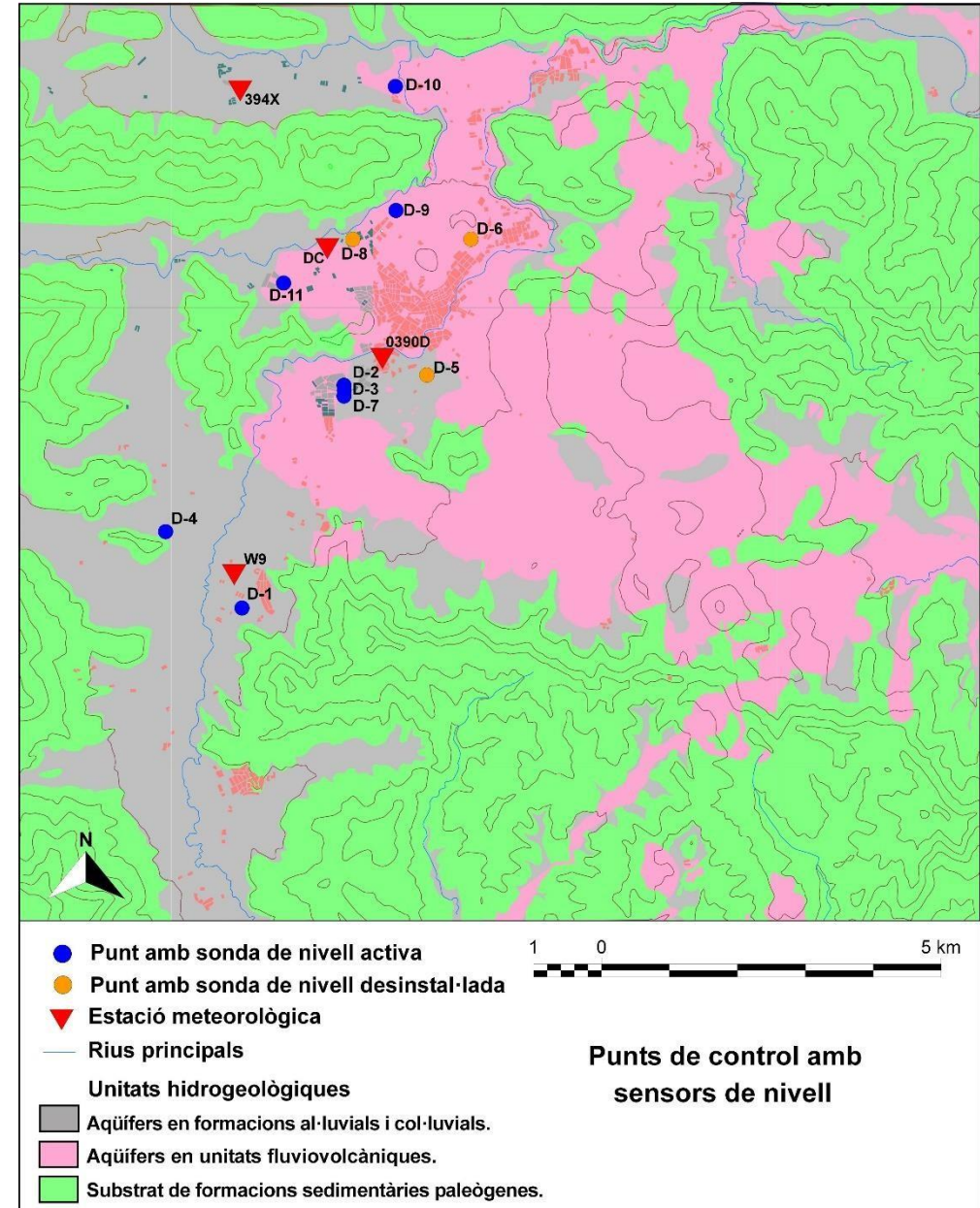


Fig. 2. 1. Situació dels punts amb sondes de nivell instal·lades des de l'inici: D-1 (Bas-Torre Curós), D-2 (Olot-Emol), D-3 (Olot-Emol-2), D-4 (Estany d'en Mira), D-5 (Olot-MolíFonts), D-6 (Olot-Bufador), D-7 (Baro-Diver), D-8 (Olot-Guardiola), D-9 (P1- OlotMeat, D10 (Roquer) i D11 (Planotes).

Els sensors actius en aquest any 2022 són:

- D-1**, a la vall d'en Bas, a la finca Torre Curós, al sector de les Preses, instal·lat el 23 de febrer de 2005, que permet observar l'oscil·lació piezomètrica de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas que és una àrea d'influència hídrica del parc natural, concretament, s'obté l'oscil·lació del nivell profund situat en el punt de mesura entre 48 i 50 metres.
- D-2**, al pla d'Olot, en concret a l'empresa EMOL, S.L., al carrer Lleida (sector barri de "Pequin" d'Olot), instal·lat el 17 de març de 2005, que permet controlar un dels nivells permeables de l'aqüífer al·luvial-volcànic de la zona del Parc, concretament un primer tram profund permeable fins a uns 44 metres.
- D-3**, al mateix indret que el D-2, a l'empresa EMOL, S.L. del carrer Lleida, instal·lat el 24 de maig de 2006, controla un dels nivells més profunds de l'aqüífer al·luvial-volcànic de la zona del Parc, en un pou d'uns 98 metres de fondària.
- D-4**, a la vall d'en Bas, al mas Estany d'en Mirà, situat al nord del turó del Mallol prop de la cruïlla que porta al Veinat Nou, es va instal·lar el 24 de maig de 2006 i controla el nivell més superficial de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas, en un pou d'uns 13 metres de fondària.
- D-7**, és un baro-Diver, mesura la pressió atmosfèrica, esta situat al mateix indret que el D-2 i D-3, a l'empresa EMOL, S.L., instal·lat per primera vegada el 14 d'octubre de 2008, s'ha substituït per un de nou l'11 de març de 2021.
- D-9**, està situat en un dels piezòmetres que ha obert Olot-Meats a instàncies de l'ACA, a la zona del polígon industrial del Pla de Baix, concretament a la plaça de la Unió Europea. Controla l'aqüífer d'un nivell detrític situat entre 17 i 26 m de fondària.
- D-10**, a la vall de Bianya, en un pou de l'Ajuntament que actualment no s'utilitza, situat a la urbanització Mas el Roquer. Controla un nivell al·luvial situat entre 17 i 27 m, sota d'un nivell de colada.

-D-11, al nord-oest del pla d'Olot, a la urbanització de les Planotes, al final del carrer de la Ferradura, en un pou de l'Ajuntament d'Olot, que s'havia utilitzat pel subministrament d'aigua a Olot i actualment serveix per donar aigua als horts de la zona. El pou té una fondària de 41 m segons la BDH de l'ACA. Segons el "Plan Hidrológico" (1984), té una fondària de 59 m i travessa una colada de lava. Controla el nivell piezomètric dels dos nivells de materials al·luvials, de 13 a 17 m i de 54 a 58 m de l'aqüífer fluvio-volcànic.

De manera sintètica es presenten a la taula 2.1. els tipus de sensors instal·lats a cada lloc i les incidències d'aquest darrer any.

Taula 1. Tipus de sensors i incidències en aquest any 2022, dels limnífers instal·lats a cada lloc.

Codi	Toponímia	Lloc	Tipus sonda	Data inici	Aqüífer	Nivell	Incidències
D-1	Torre Curós	Vall d'en Bas	MiniDiver i LevelScout	23/2/2005	Al·luvial Vall d'en Bas	Profund	En funcionament un MiniDiver i, a més, un LevelScout instal·lat el 17/10/2017 per tal d'assegurar la lectura d'aquest punt.
D-2	EMOL 1	Olot	LevelScout	17/3/2005	Fluviovolcànic Olot	Profund I	En funcionament un sensor LevelScout des del 18/10/2016. Canvi de la bateria al febrer de 2022.
D-3	EMOL 2	Olot	MiniDiver	24/5/2006	Fluviovolcànic Olot	Profund II	En funcionament una sonda MiniDiver des del 15/9/2016.
D-4	Estany Mirà	Vall d'en Bas	LevelScout	24/5/2006	Al·luvial Vall d'en Bas	Superficial	En funcionament un sensor LevelScout de del 18/10/2016. Canvi de la bateria al febrer de 2022.
D-7	Baro-diver	Olot	MiniDiver	14/10/2008	Mesura pressió atmosfèrica		Es va instal·lar un nou Baro-diver el 11/3/2021,
D-9	P1-OlotMeat	Olot	LevelScout	2/11/2019	Fluviovolcànic Olot	Profund I	El 2/11/2019 es va instal·lar el sensor actual.
D-10	Roquer	Bianya	LevelScout	1/4/2021	Fluviovolcànic Olot	Superficial	En funcionament un sensor LevelScout des del 1/4/2021
D-11	Planotes	Olot	LevelScout	16/4/2022	Fluviovolcànic Olot	Profund I	En funcionament un sensor LevelScout des del 16/4/2022

Al llarg d'aquests anys de seguiment, els primers sensors que es van utilitzar foren els *MiniDiver* (Van Essen Instruments, 2004) i posteriorment, degut als nombrosos problemes que van donar els *MiniDiver*, a partir de 2016, es va decidir anar canviant aquests sensors pels *LevelScout* de Instrumentation Northwest, Inc. (INW, 2016). Aquests últims utilitzen una tecnologia més actual i poden tenir una vida més llarga, perquè tenen la possibilitat de canviar la bateria quan s'acaba. Les característiques d'aquests dos tipus de sensors són:

-Els ***MiniDiver***, tenen 22 mm de diàmetre i 90 mm de llargada (Fig. 2.2), amb una capacitat per 24.000 dades per a cada paràmetre i mesuren dos paràmetres, les variacions de nivell de l'aigua i la temperatura. Per a la mesura de nivell de l'aigua s'ha escollit un rang d'oscil·lació màxima de 20 metres, amb una resolució de 0,4 cm. La temperatura té un rang de -20 a +80°C amb una precisió de 0,1°C.

-Els ***LevelSCOUT*** tenen 22,2 mm de diàmetre i 129 mm de llargada (Fig. 2.2), amb una capacitat per a 50.000 registres. El sensor de pressió (nivell) és un piezo-resistiu de silici amb una precisió de 0,1% FS i s'ha escollit el d'un rang d'oscil·lació màxima de 25 metres. El sensor de temperatura és un termistor, amb un rang de -20 a +60°C i una precisió de 0,1°C.

En els dos casos la instal·lació és similar, es submergeixen lligats amb un fil d'acer (Fig. 2.2) dins del piezòmetre a una fondària que sempre tingui una columna d'aigua al seu damunt, d'acord amb la previsió d'oscil·lació feta. Per a la lectura de les dades acumulades cal treure la sonda fora del piezòmetre i connectar-la mitjançant un lector amb un ordinador (Fig. 2.2). Tots els sensors es programen, des d'un inici, per fer una mesura cada hora i així tenir una visió detallada de les oscil·lacions que presenta el nivell piezomètric.

Dels sensors s'obtenen els valors del nivell de l'aigua, corresponen a mesures de la pressió que exerceix la columna d'aigua situada damunt de la sonda, a la que si suma la corresponent a la pressió atmosfèrica, que varia en funció de les condicions meteorològiques. Per tant, en primer lloc, cal compensar les variacions de la pressió atmosfèrica, a partir de les dades registrades de la pressió atmosfèrica d'una estació meteorològica propera o d'un *Baro-DIVER*. Una de les sondes adquirides a l'any 2008 fou un *BaroDiver*, que es va instal·lar al costat de les

sondes D-2 i D-3 (EMOL) de manera que les seves mesures horàries de pressió s'utilitzen per a compensar les mesures horàries obtingudes en les sondes. Finalment, la dada de pressió es transforma en profunditat de l'aigua a partir de la mesura inicial realitzada amb la sonda de nivell que serveix de referència. També es poden passar a cota d'aigua o nivell piezomètric, tal com es fa en les mesures de les campanyes de camp. Per avaluar la tendència general es pot calcular una mitjana de les 24 mesures diàries que es considera representativa d'aquell dia, o bé, quan es dona una oscil·lació diària molt gran per efectes de l'extracció local, s'escull la dada de nivell més alt del dia com a representativa del nivell regional.



Fig. 2. 2. A la part esquerra, imatges de les sondes MiniDiver (a l'esquerra) i LevelScout (a la dreta), amb el fil d'acer de subjecció. A la part dreta, imatges dels lectors, la sonda MiniDIVER dins del lector òptic (a l'esquerra) i el sensor levelScout amb el seu connector USB (a la dreta).

3. Precipitacions i recàrrega

Previ a l'anàlisi dels resultats de l'oscil·lació piezomètrica d'enguany, és presenten les dades de precipitacions i la simulació de la recàrrega, calculada a partir d'un balanç hidro-meteorològic diari, que ens donarà una visió de les característiques d'aquest any 2022 en relació a les entrades d'aigua als aqüífers. Les principals estacions meteorològiques situades dins la zona d'estudi són: la d'Olot (DC) i la de la Vall d'en Bas (W9), de la xarxa d'estacions automàtiques del Servei Meteorològic de Catalunya, i la del Parc Nou d'Olot (0390D) i la de la Vall de Bianya (0394X) de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET), la seva situació sobre el territori es pot veure a la Fig. 2.1.

L'estació meteorològica del Parc Nou s'ha agafat com a referència, perquè es la que disposa d'una sèrie recent més llarga de dades, des del 1990 fins a l'actualitat. A la Fig. 3.1 es pot observar la variabilitat de la quantia de les precipitacions, considerades en anys naturals de gener a desembre. A l'any 2022 s'han recollit 789,8 mm de precipitació, per sota de la mitjana, que per el període 1990-2022 és de 944,9 mm. Cal tenir present que l'any anterior també va ésser un any de precipitació inferior a la mitjana (Fig. 3.1), per tant, s'han encadenat dos anys de precipitacions relativament baixes.

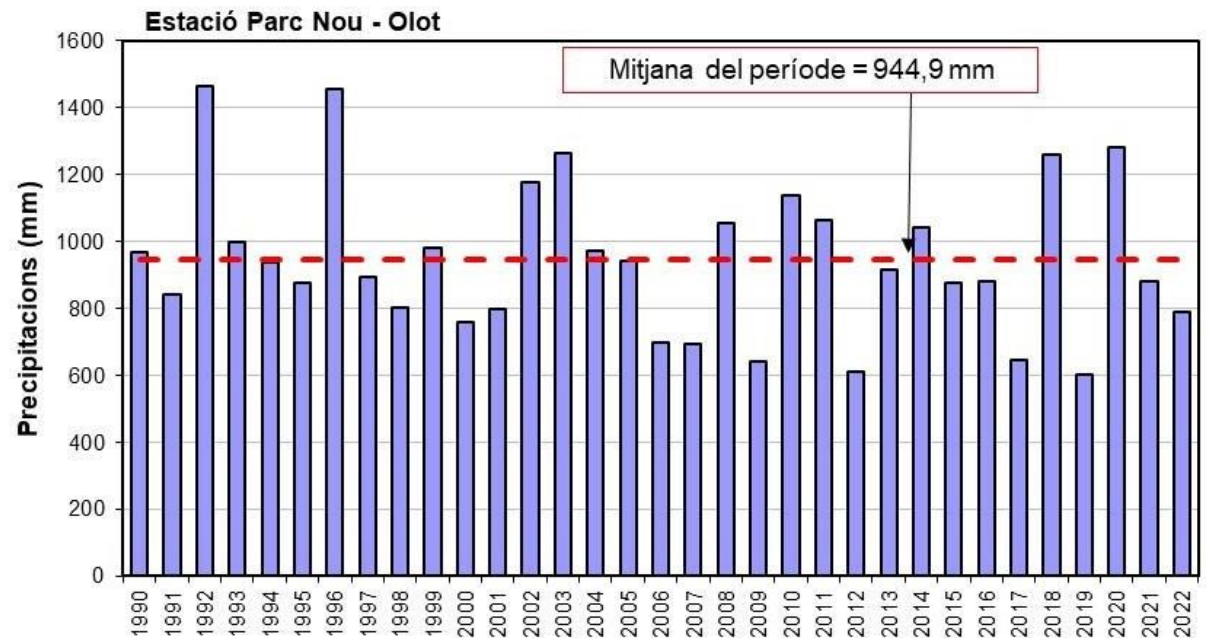


Fig. 3. 1. Precipitacions anuals, en mm a l'estació del Parc Nou d'Olot i mitjana del període 1990 al 2022.

A partir de les dades de les tres estacions principals, esmentades al principi, s'observa (Fig. 3.2) que hi ha similitud en els valors dels totals anuals de la zona d'Olot i de la Vall d'en Bas. En aquest any 2022 la precipitació més elevada ha estat la de l'estació del Parc Nou, amb el total esmentat (789,8 mm), mentre que a l'estació automàtica d'Olot s'han recollit 776 mm i a la de la Vall d'en Bas, 732,2 mm. Els valors d'aquest any 2022 són relativament baixos, tots inferiors a la mitjana, que per el període representat del 2005 al 2022, és entre els 885 i els 889 mm a les tres estacions. Els valors d'aquest any són una mica inferiors als del l'any passat, però més alts que els anys 2006, 2007, 2009, 2012, 2017 i 2019 (Fig. 3.2), tots ells amb valors inferiors als 700 mm.

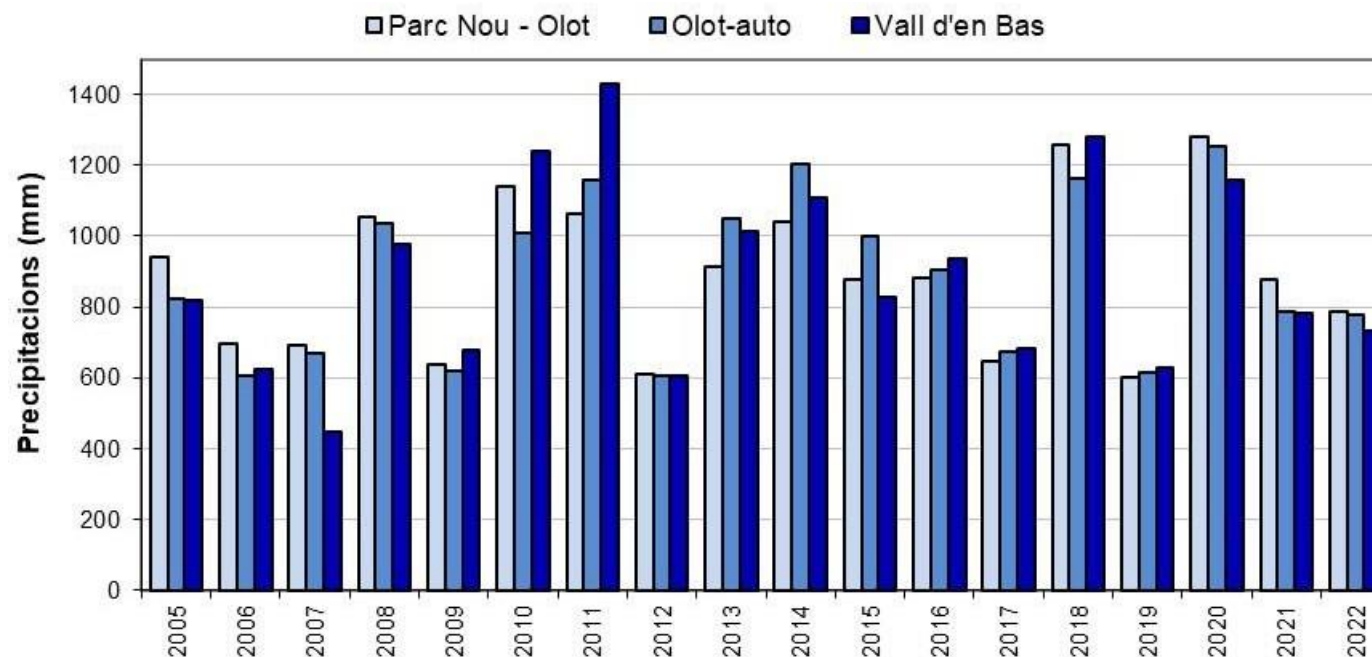
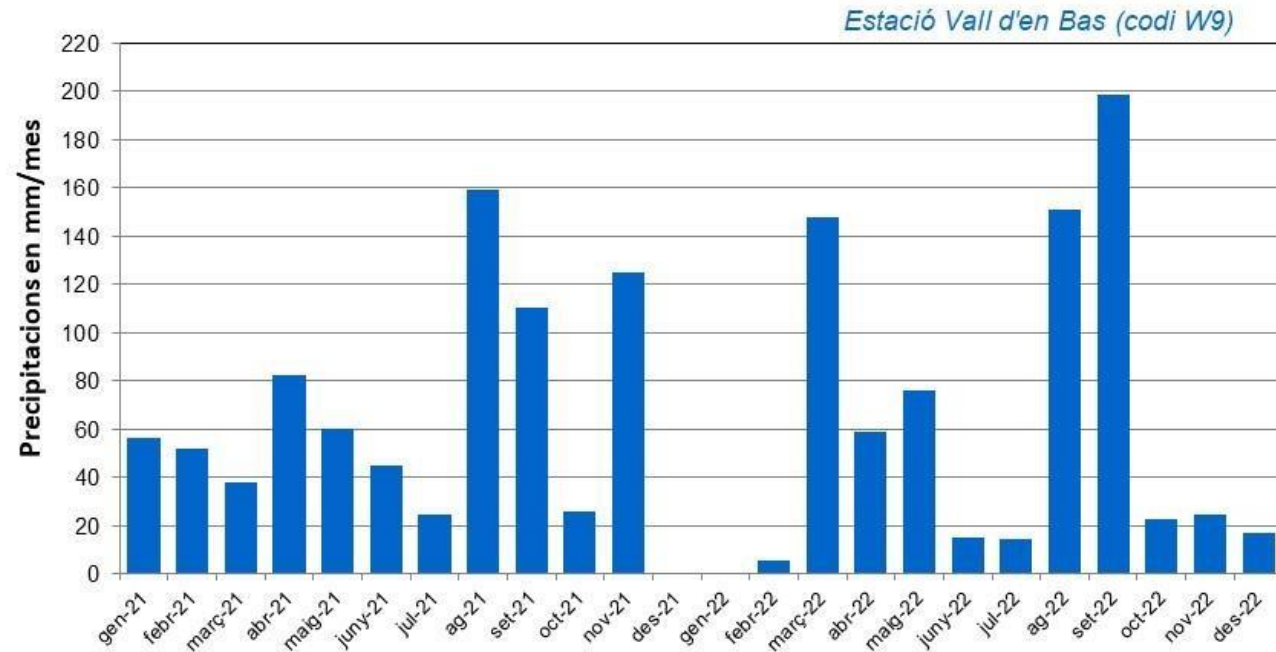


Fig. 3. 2. Precipitacions anuals a les tres estacions principals utilitzades: Parc Nou (Olot), Automàtica d'Olot i W9- Vall d'en Bas, en el període 2005-2022.

Si ens fixem ara a nivell mensual, s'observa com la quantia de les precipitacions ha estat molt irregular, tant en l'any 2021, com en aquest any 2022. A la Fig. 3.3 s'han representat els valors mensuals dels anys 2021 i 2022 a l'estació de la Vall d'en Bas. A l'any 2022 les precipitacions més abundants tenen lloc a la primavera, sobre tot al mes de març i a finals d'estiu, agost i setembre. El mes més plujós ha estat el setembre amb gairebé 200 mm, seguit de l'agost amb 151,2 mm i el març amb 147.8 mm a l'estació de la Vall d'en Bas (Fig. 3.3). Els mesos d'abril i maig han

tingut uns valors més baixos, de 59,1 mm i 75,8 mm respectivament. La resta de mesos han tingut precipitacions inferiors a 25 mm i cal destacar com a mesos més secs el gener i el febrer, pràcticament sense precipitació i juny i juliol, inferiors als 15 mm.

Fig. 3. 3. Precipitacions mensuals dels anys 2021 i 2022, a l'estació meteorològica de la Vall d'en Bas.



S'ha realitzat un balanç hidro-meteorològic diari amb les dades meteorològiques de l'estació de la Vall d'en Bas, per poder tenir una estimació de la recàrrega que s'ha donat en aquest període. S'ha utilitzat un llindar de laminació de 100 mm i una reserva d'aigua al sòl amb dos valors diferents: 30 mm i 45 mm. D'aquest dos escenaris, el corresponen a la reserva d'aigua de 30 mm es relaciona força bé amb els episodis que s'observen d'ascens del nivell piezomètric de l'aquífer, mentre que l'escenari d'una reserva de 45 mm, en alguns casos, es suficient per justificar les oscil·lacions piezomètriques majors observades, tot i que en altres casos no hi ha coincidència entre la recàrrega i l'oscil·lació piezomètrica.

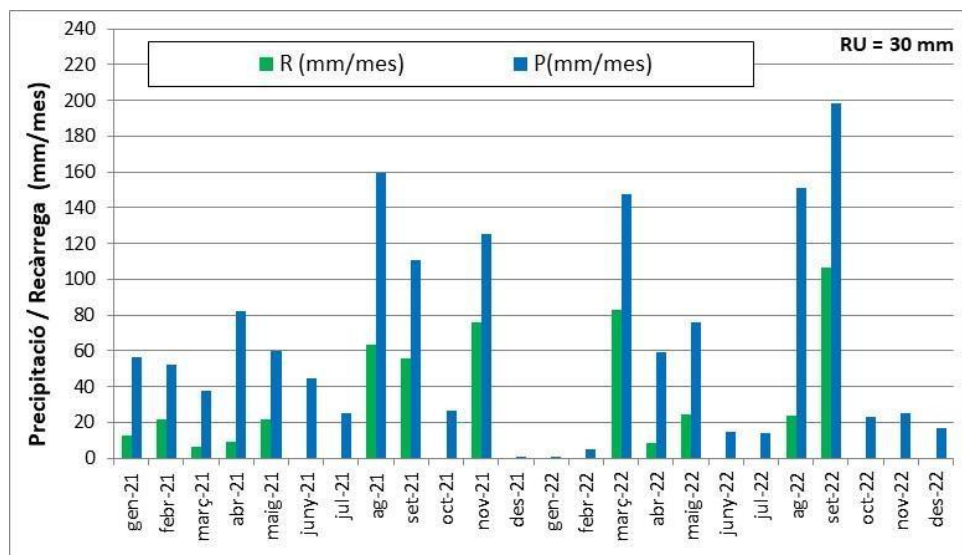


Fig. 3. 4. Recàrrega mensual dels anys 2021 i 2022, considerant una reserva d'aigua al sòl de 30 mm, amb dades de l'estació meteorològica de la Vall d'en Bas.

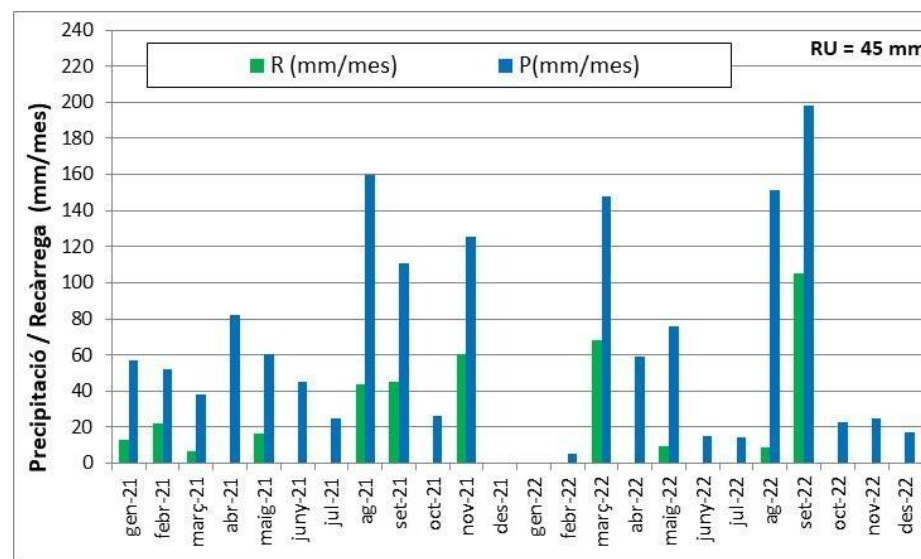


Fig. 3. 5. Recàrrega mensual dels anys 2021 i 2022, considerant una reserva d'aigua al sòl de 45 mm, amb dades de l'estació meteorològica de la Vall d'en Bas.

A les Figs. 3.4 i 3.5 es presenten les gràfiques de la recàrrega acumulada a nivell mensual amb una reserva d'aigua al sòl de 30 i de 45 mm, en relació a les precipitacions. A l'any 2022, s'observen les recàrregues més importants, superiors en general als 80 mm, als mesos de març i de setembre i unes recàrregues menors, de 8 a 20 mm, als mesos de maig i agost. També es dona una petita recàrrega al mes d'abril, solament en el cas de la reserva d'aigua al sòl de 30 mm (Fig. 3.4). Cal destacar que es donen tres períodes sense recàrrega, el primer va de desembre del 2021 al febrer, el segon, els mesos de juny i juliol i el tercer, d'octubre a desembre.

Les recàrregues calculades a nivell anual d'aquest any 2022 són lleugerament menors que les de l'any passat, per a la reserva útil de 30 mm, és de 246 mm, que representa un 33,5 % de la precipitació. Per una reserva de 45 mm, de 192 mm, un 26 % de la precipitació.

A les Figs. 3.6 i 3.7 es presenten les dades de precipitacions i de recàrregues diàries dels anys 2021 i 2022, considerant la reserva d'aigua de 30 i de 45 mm respectivament. S'observa que a l'any 2022 es donen pocs episodis de recàrrega diària superiors a 20 mm, sobre tot, en la simulació de la reserva d'aigua al sòl de 45 mm. Superiors als 40 mm, solament n'hi ha un al mes de setembre. Les dades de recàrrega diària amb reserva d'aigua al sòl de 30 mm són les que utilitzarem per comparar amb l'oscil·lació dels nivells piezomètrics, considerant que serien dades màximes i que en alguns casos potser hi haurà hagut menys recàrrega. En síntesis, l'any 2022 ha estat un any amb una precipitació per sota la mitjana del període de 33 anys de registre de l'estació del Parc Nou d'Olot (Fig. 3.1). A nivell mensual, les precipitacions i recàrregues més abundants s'han donat al mes de març i a finals d'estiu. El mes més plujós ha estat el setembre amb gairebé 200 mm, a l'estació de la vall d'en Bas (Fig. 3.3).

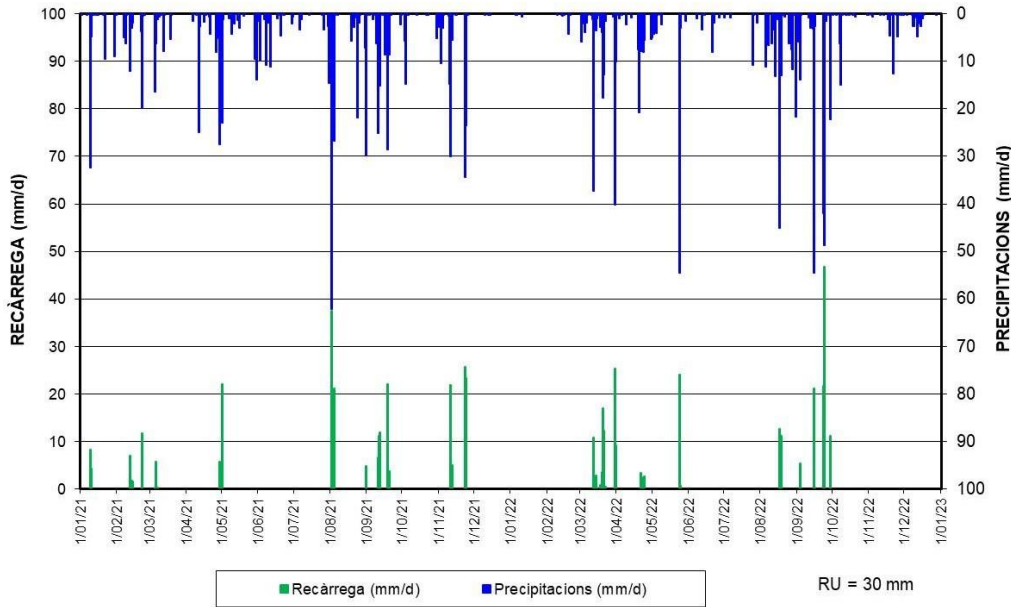


Fig. 3. 6. Precipitació i recàrrega diària dels anys 2021 i 2022, amb una reserva d'aigua al sòl de 30 mm, estació meteorològica de la Vall d'en Bas.

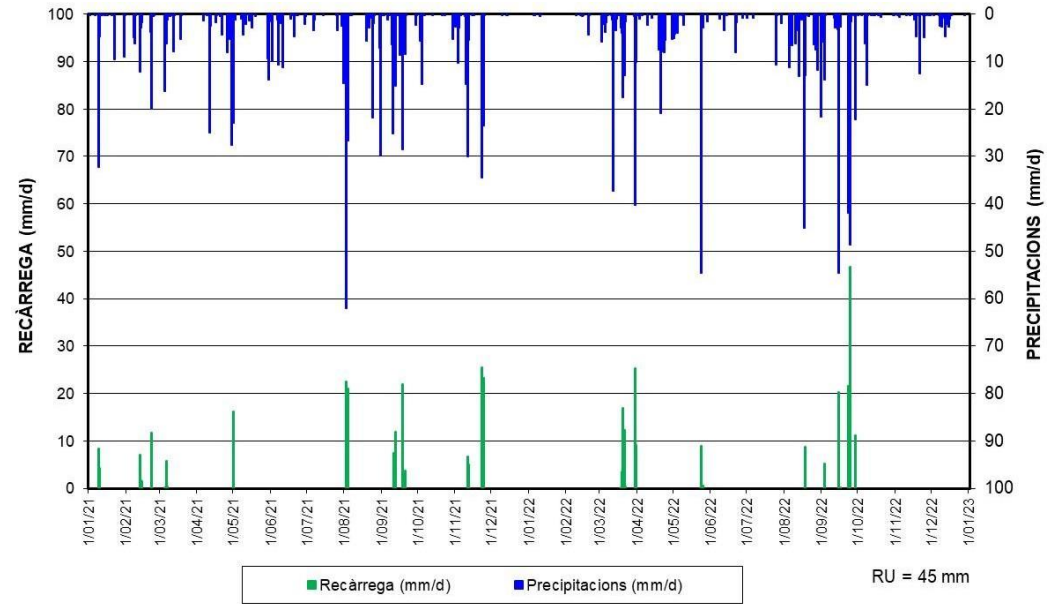


Fig. 3. 7. Precipitació i recàrrega diària dels anys 2021 i 2022, amb una reserva d'aigua al sòl de 45 mm, estació meteorològica de la Vall d'en Bas.

4. Resultats de l'any 2022

En la presentació i anàlisi dels resultats d'aquest any es segueix l'ordre de les anteriors memòries, d'acord amb la ubicació del punt d'observació, primer les sondes D-1 i D-4 instal·lades a la Vall d'en Bas, després les D-2, D-3, D-9 i D-11 de la zona d'Olot i, per últim, la D-10 de la zona de la Vall de Bianya. Per a la visualització de l'evolució de l'oscil·lació piezomètrica als diferents punts s'ha escollit el període que va de l'any 2008 fins a l'actualitat, perquè permet representar-ho amb detall en una sola gràfica i, a més, comença amb el nivell baix de l'any 2008 que permet visualitzar l'oscil·lació màxima enregistrada fins ara. Per veure la sèrie completa des del inici del registre d'alguns punts a l'any 2005 cal consultar els informes anuals, o bé, l'informe de l'any 2009 (Bach, 2009), on es van presentar les dades del 2005 al 2009. I si es vol tenir la informació detallada de cadascun dels anys entre el 2008 i el 2015, la memòria de l'any 2015 (Bach, 2015).

4.1. Limnigraf D-1: Bas-Torre Curós (371240025)

Les lectures directes del nivell piezomètric dels tres darrers anys, que s'utilitzen per a fer la compensació del sensor i passar les dades de pressió a profunditat de l'aigua s'han recollit en la fitxa de la Fig 4.1. Aquestes mesures serveixen, a més, per contrastar el bon funcionament del sensor.

FITXA LIMNÍGRAF DIVER		DIVER: D - 1 Bas-Torre Curós			
Tipus de sonda= MINI-DIVER		Coordenades (ETRS89)			
Localització = Bas-Torre Curós		UTM_X	UTM_Y		
nº inventari pou= 371240025		455027	4665816		
Toponímia= Torre Curós		Cota m = 463,6			
Mesures de camp dels dies de lectura del Diver					
Data	Hora	Nivell des de la referència (m)	Alçada referència (m)	Nivell des del terra (m)	Nivell piezomètric (m)
3/1/2020	16:05	8	0,58	7,42	456,18
11/2/2020	13:21	3,04	0,58	2,46	461,14
10/6/2020	10:37	2,37	0,58	1,79	461,81
4/9/2020	11:33	4,14	0,58	3,56	460,04
2/1/2021	15:30	3,7	0,58	3,12	460,48
11/3/2021	15:48	2,88	0,58	2,30	461,30
14/7/2021	18:45	4,55	0,58	3,97	459,63
30/11/2021	16:20	5,21	0,58	4,63	458,97
12/1/2022	15:46	5,73	0,58	5,15	458,45
30/5/2022	17:19	3,8	0,58	3,22	460,38
6/9/2022	18:35	7,015	0,58	6,44	457,17
30/11/2022	16:10	7,82	0,58	7,24	456,36
2/1/2023	13:43	8,48	0,58	7,90	455,70

Fig. 4. 1. Fitxa de seguiment de les lectures del limnigraf D-1 - TorreCurós - Vall d'en Bas.

-Dades del nivell de l'aigua de l'any 2022

El sensor D-1 - Torre Curós, està situat en un pou d'uns 50 m de fondària i permet controlar el nivell profund de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas. Està programat per fer una mesura cada hora, de manera que, si es representa l'oscil·lació horària al llarg d'una setmana, com a exemple la del 16 al 20 de juny de 2022, s'observen unes oscil·lacions que provoquen un descens del nivell entre 0,3 i 0,4 m, d'una hora aproximadament de durada i la seva recuperació, es tracta d'un nivell dinàmic fruit de l'extracció d'aigua al propi pou. També es distingeixen unes oscil·lacions diàries menors, d'uns 0,1 m d'amplitud, que s'atribueixen a extraccions de pous veïns (Fig. 4.2). L'extracció en aquest pou, en aquest any 2022, es va iniciar a finals d'abril fins a principis de novembre. En general, correspon solament a episodis de 1 a 2 hores (Fig. 4.2) més freqüents a l'estiu. En general, la curta durada del funcionament afecta poc l'observació de la tendència general del nivell piezomètric de l'aqüífer.

Per exemple, en aquesta setmana d'observació del mes de juny (Fig. 4.2), el nivell general al llarg de la setmana es descendeix des dels 3,65 m de fondària fins els 3,95 m. Aquesta tendència general de l'oscil·lació piezomètrica regional és l'interès d'aquest control piezomètric.

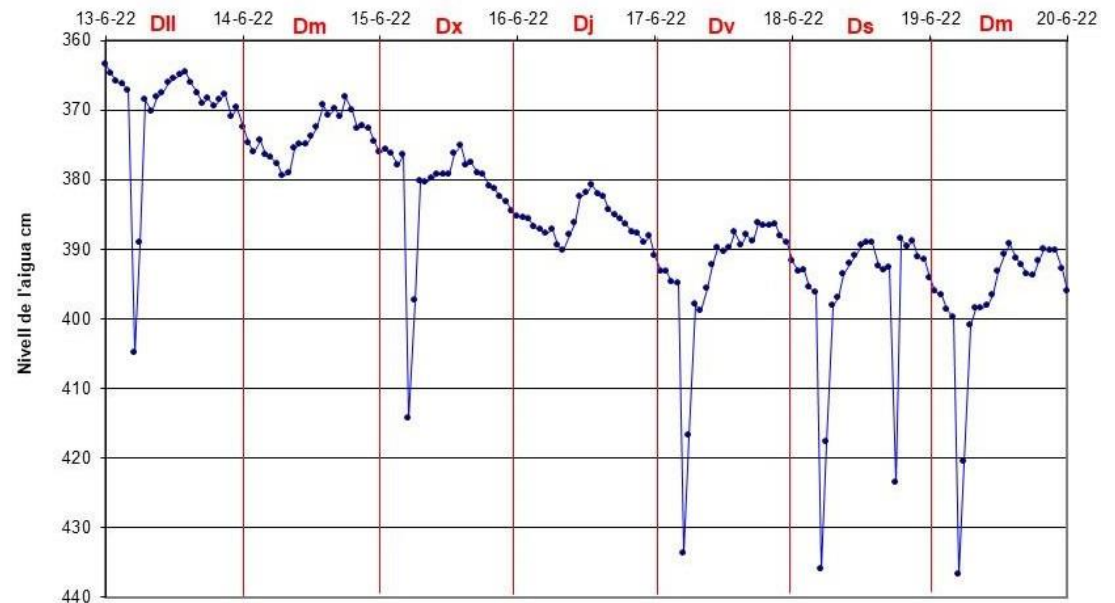


Fig. 4. 2. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnigraf D-1 situat al pou 371240025 Torre Curos, durant la setmana del 13 al 20 de juny de 2022.

Per visualitzar la tendència general de l'oscil·lació que es va establint al llarg de l'any entre els episodis de recàrrega, la demanda d'aigua per als diferents usos i el flux del propi aqüífer, s'han passat les observacions horàries a valors diaris. En aquest cas, per evitar els nivells dinàmics observats (Fig. 4.2), s'ha escollit a nivell diari el valor de nivell de menor fondària, que representa el nivell més alt d'aquell dia. Aquests valors de nivell de l'aigua a escala diària es presenten a la Fig. 4.3 juntament amb els de l'any anterior per tenir una perspectiva de la seva evolució en relació a la situació prèvia. També s'hi han representat en aquesta gràfica (Fig. 4.3) les quanties de la recàrrega, també a escala diària, calculades a partir de les dades meteorològiques de l'estació de la Vall d'en Bas, amb una reserva útil d'aigua de 30 mm. En l'evolució del nivell d'aquest any 2022 es poden distingir les següents parts (Fig. 4.3):

-A principis de gener continua el descens iniciat a principis de desembre del 2021, per la manca de recàrrega. Aquest tram de descens s'estén fins que comença la recàrrega per les precipitacions del mes de març, arribant a una fondària de 6,5 m respecte al terra. En els tres mesos sense recàrrega, desembre'21, gener i febrer, el descens total és d'uns 2 m i des de començaments de l'any d'1,6 m.

-Les precipitacions abundants, de més de 145 mm, repartides al llarg de tot el mes de març, donen lloc a una recàrrega considerable que comporta un ascens d'uns 3,5 m del nivell de l'aqüífer, assolint el nivell màxim d'aquest any 2022 a principis del mes de maig, a uns 2,98 m de fondària respecte al terra.

-Malgrat algun episodi de precipitació de finals de maig, el nivell de l'aqüífer comença a descendir progressivament, des del nivell màxim assolit. El descens és molt accentuat en els mesos de juny i juliol sense recàrrega i amb una demanda d'aigua per a reg considerable, fins que a principis del mes d'agost, les precipitacions aturen el descens, a una fondària d'uns 6,5 m (Fig. 4.3), el que comporta un descens total d'uns 3,5 m, una oscil·lació del mateix ordre que l'ascens que va causar la recàrrega del mes de març.

-Durant la resta del mes d'agost i fins a finals de setembre, el nivell es manté estabilitzat a una fondària al voltant dels 6,5 m, amb petites oscil·lacions degudes a precipitacions, però que no aconsegueixen generar un ascens notable del nivell. La pujada significativa arriba amb les

precipitacions dels dies 23 i 24 de setembre que fan que el nivell es recuperi i assoleixi un pic d'uns 6 m de fondària a principis del mes d'octubre.

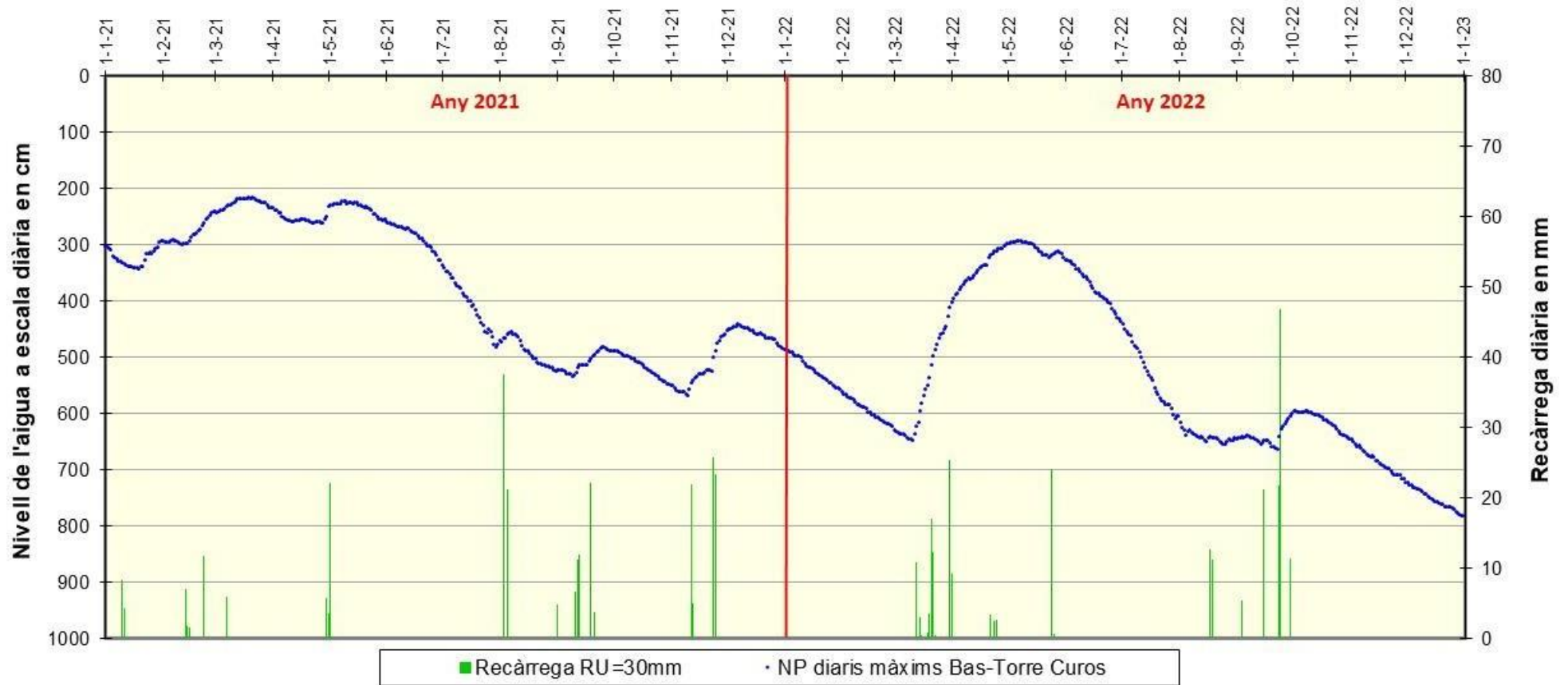


Fig. 4. 3. Variació dels nivells màxims mesurats a escala diària en el limnigraf D-1 - Torre Curos, als anys 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas.

-Finalment, s'observa un descens continu del nivell de l'aqüífer des de mitjans d'octubre fins a finals d'any, en que s'assoleix el nivell més baix de l'any 2022 a una fondària de 7,8 m respecte al terra, que representa un descens de gairebé 2 m respecte el pic del mes d'octubre. Cal recordar que les minses precipitacions dels mesos d'octubre a desembre, inferiors als 25 mm, es considera que no donen recàrrega a l'aqüífer.

Així, en aquest any 2022 la recàrrega de la primavera, sobre tot la del mes de març, ha recuperat i mantingut el nivell piezomètric de l'aqüífer a uns 3 m de fondària fins a mitjans de maig. A partir d'aquest moment, la manca de recàrrega i la forta demanda agrícola provoquen el descens del nivell, de manera similar a la d'anys anteriors. Malgrat, les recàrregues del mes d'agost i les de setembre, han frenat el descens i han provocant un petit ascens, la manca de recàrrega del darrer trimestre de l'any comporta un descens continu fins a finals d'any, a uns 7,8 m de fondària.

Aquest any 2022 presenta també un balanç negatiu com l'any passat, de manera que en el conjunt de l'any es dona un descens d'uns 3 m, es passa d'una fondària d'uns 4,8 m a l'inici d'any, als 7,8 m de final d'any (Fig. 4.3). En l'oscil·lació del nivell d'aquest any, s'observa un pic d'ascens d'uns 3,5 m, fruit de la recàrrega de la primavera, respecte a un descens total de 4,85 m, des del pic de la primavera al nivell més baix de final d'any. Això implica que la demanda ha estat superior a les entrades i es dona una pèrdua d'aigua emmagatzemada. Cal considerar que, en els anys de precipitacions menors, els volums d'extracció per a reg agrícola solen ser majors.

Per a situar l'oscil·lació piezomètrica d'aquest any 2022 en el context dels darrers anys, a la Fig. 4.4 es presenta l'evolució registrada des de l'any 2008, fins a finals d'aquest darrer any, 31 de desembre de 2022, l'evolució anterior, del 2005 al 2008 es pot consultar a la memòria de l'any 2009 (Bach, 2009). A més, s'hi han representat conjuntament les dades de recàrrega diària de l'estació de la Vall d'en Bas (W9), amb una reserva útil d'aigua de 30 mm.



Fig. 4. 4. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnigraf D-1 - Torre Curots, anys 2008 al 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, estació Vall d'en Bas.

L'observació d'aquests darrers 15 anys reflecteix una gran variabilitat en l'oscil·lació piezomètrica, d'acord amb la variabilitat de la recàrrega i amb una demanda al llarg de l'any per a ús urbà, industrial i ramader, que s'incrementa des de finals de primavera fins a la tardor pel reg agrícola. L'oscil·lació del nivell dels anys 2021 i 2022 presenta una similitud amb l'oscil·lació registrada al 2015 i 2016 (Fig. 4.4), en ambdós casos es tracta d'anys amb precipitacions inferiors a la mitjana, al voltant dels 700-800 mm, precedits d'anys humits, de manera que el nivell d'inici és relativament alt degut a les recàrregues de primavera, però una part de la recàrrega que té lloc a la tardor, no pot frenar el descens de la demanda del període estiuenc, de manera que a final d'any hi ha un descens de nivell respecte a l'inicial.

També cal destacar, que la disminució de les precipitacions dels anys 2021 i 2022, respecte al 2020, fan que el nivell piezomètric presenti una tendència al descens, tal com s'observa a la Fig. 4.4. Aquest any permet corroborar de nou que les precipitacions de primavera van molt bé per recuperar el nivell, recarregar l'aqüífer, i posar-lo a punt per la gran demanda que comença el mes de maig fins a finals d'estiu, que com s'observa en tots els anys del registre (Fig. 4.4) comporta un descens continuat del nivell, o sigui, de l'aigua emmagatzemada a l'aqüífer.

En el tots els anys registrats fins ara (Fig. 4.4) s'observa que l'aqüífer recupera els nivells alts quan hi ha una recàrrega considerable. Però també descendeix de manera ràpida quan no n'hi ha, a l'any 2008 va arribar a més de 14 m de fondària quan es van encadenar dos anys secs. Tot plegat posa en evidència una certa fragilitat de l'aqüífer al nivell de demanda actual.

-Dades de temperatura de l'aigua

Les temperatures de l'aigua d'aquest pou, mesurades amb el mateix sensor de nivell, es presenten com a mitjanes diàries dels valors mesurats a escala horària (Fig. 4.5). En aquest any 2022, s'observa una oscil·lació molt petita, entre 14,11 i 14,36 °C, amb una mitjana de 14,25 °C. La temperatura presenta molt poca variació al llarg de tot l'any, uns 0,25 °C. Els valors més baixos es donen a principis de maig, associats a la recàrrega de la primavera. Posteriorment van augmentant, de manera que a l'estiu mantenen els valors més alts de l'any, al voltant dels 14,34°C. Els darrers dos mesos de l'any es dona un petit descens . La recàrrega de

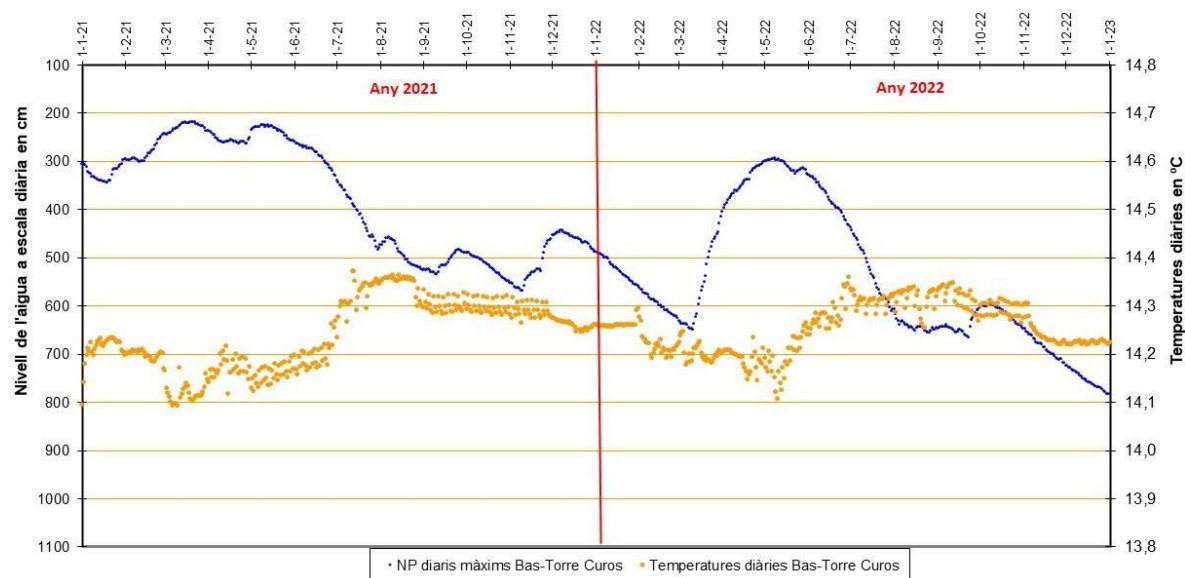


Fig. 4. 5. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el limnigraf D-1 als anys 2021 i 2022.

primavera, comporta un petit descens de la temperatura, mentre que a partir de l'estiu es manté la temperatura al nivell més alt, fins a finals d'any que tornar a baixar una mica. L'oscil·lació de valors que s'observa, és el resultat de l'increment de temperatura que es dona al posar la bomba del pou en funcionament, així quan està funcionant augmenta en 0,05°C la temperatura mitjana diària.

4.2. Limnigraf D-4: Bas-Estany d'en Mirà (371240048)

Les dades del sensor D-4 es presenten seguint la mateixa estructura que en la utilitzada per a les dades del sensor D-1. A la fig. 4.6 es reproduïx la fitxa corresponent a aquest limnigraf de les mesures manuals del nivell realitzades dels tres darrers anys. Aquesta sonda controla el nivell més superficial de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas, en un pou d'uns 13 metres de fondària.

El sensor actual instal·lat a l'any 2016 en aquest punt és un "LevelScout" que necessita canviar la bateria cada 5 anys aproximadament. Al mes de gener del 2022 es va detectar que la bateria s'havia esgotat i es va procedir a canviar-la, de manera que el 5 de març tornava a estar instal·lat amb la bateria nova.

FITXA LIMNÍGRAF DIVER			DIVER D - 4		
			Bas-EstanyMirà		
Tipus de sonda= LevelScout		Coordenades (ETRS89)			
Localització = Estany d'en Mirà		UTM_X	UTM_Y		
nº inventari pou= 371240048		453901	4666685		
Toponímia= Estany d'en Mirà		Cota (m) = 465			
Mesures de camp dels dies de lectura del Diver					
Data	Hora	Nivell des de la referència (m)	Alçada referència (m)	Nivell des del terra (m)	Nivell piezomètric (m)
3/1/2020	14:05	9,38	0	9,38	455,62
11/2/2020	15:49	5,35	0	5,35	459,65
10/6/2020	20:07	4,47	0	4,47	460,53
3/10/2020	19:48	6,17	0	6,17	458,83
2/1/2021	16:32	5,7	0	5,7	459,3
11/3/2021	16:34	4,95	0	4,95	460,05
14/7/2021	19:28	6,71	0	6,71	458,29
30/11/2021	16:46	6,58	0	6,58	458,42
12/1/2022	12:18	7,27	0	7,27	457,73
29/1/2022	16:50	7,6	0	7,6	457,4
5/3/2022	18:15	8,2	0	8,2	456,8
24/3/2022	15:32	7,39	0	7,39	457,61
30/5/2022	14:52	5,73	0	5,73	459,27
6/9/2022	13:51	8,5	0	8,5	456,5
30/11/2022	16:47	8,9	0	8,9	456,1
2/1/2023	14:20	9,47	0	9,47	455,53

Fig. 4. 6. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnigraf D-4 situat al pou 371240048 – Estany d'en Mirà, a la Vall d'en Bas.

-Dades del nivell de l'aigua de l'any 2022

En aquest cas, com que el pou on s'ubica el sensor no s'utilitza, o sigui, funciona com a un piezòmetre, les dades de nivells horaris que s'obtenen s'han passat a escala diària, calculant la seva mitjana diària. S'han representat (Fig. 4.7) els resultats obtinguts d'aquest any, juntament amb els de l'any passat, amb les quanties de la recàrrega, també a escala diària, calculades a partir de les precipitacions de l'estació de la Vall d'en Bas, amb una reserva útil d'aigua de 30 mm.

El primer que cal esmentar és que, a finals de l'any 2021, es va detectar que les mesures del sensor tenien una deriva i no eren correctes, tal com es va exposar a la memòria de l'any passat. Aquest fet està associat a que al mes de gener es va comprovar que la bateria s'havia esgotat i es va haver de canviar per una de nova. Així, des de 5 de desembre del 2021 fins el 5 de març del 2022, en que es va tornar a instal·lar al pou amb la bateria nova, no es tenen mesures correctes del sensor. Aquests dies sense informació de la mesura del nivell s'han interpretat a partir de les dades del sensor D-1 (Torre Curós), amb el té una evolució similar. També ha coincidit que ha estat un període de temps sense recàrrega, de manera que el nivell registrat al sensor D-1 presenta un descens continu en aquest període (Fig. 4.3). Aquesta tendència s'ha indicat a la gràfica de la Fig. 4.7, amb una línia puntejada de color vermell, que dona una idea de l'evolució aproximada del nivell en aquest sensor.

La resta dels valors dels nivells mesurats d'aquest punt de l'aqüífer superficial de la Vall d'en Bas, des de principis del mes de març fins a finals d'any, tenen una evolució molt similar, gairebé idèntica a la descrita per la sonda D-1 situada a l'aqüífer profund d'aquest mateix sistema aqüífer. En l'oscil·lació que presenta s'hi poden reconèixer perfectament els mateixos trets descrits per la sonda D-1 però amb unes petites diferències que s'exposen a continuació (Fig. 4.7).

Igual que en anys anteriors, s'observa que l'amplitud de les oscil·lacions són menors en aquest punt D-4 que en el punt D-1. Per exemple, el descens inicial, des del pic del desembre de 2021 fins el punt més baix de començaments del mes de març, és de 1,71 m en el D-4 i de 2 m en el D-1. L'ascens que representa la recàrrega de la primavera és de 2,88 m en el D-4 i de 3,52 m en el D-1. El descens estiuenc, des del màxim del mes de maig fins el mínim de principis d'agost, és de 3,2 m en el D-4 i de 3,42 m en el D-1. Cal dir però, que en aquest cas la diferència és menor i que s'observa com en l'aqüífer superficial (D-4) s'arriba a un nivell de descens superior (0,3 m) al del mes de març, mentre que en l'aqüífer profund (D-1) el nivell era similar. Com a diferència, s'observa com la recàrrega del mes d'agost i principis de setembre comporta un ascens més marcat que en el D-1. Finalment, si mirem el descens total, entre el màxim del mes de maig i el valor més baix del mes de desembre al D-4 (Estany d'en Mira) és de 3,9 m i en el D-1 (Torre Curós) és de 4,85 m, la diferència és de gairebé 1 m.

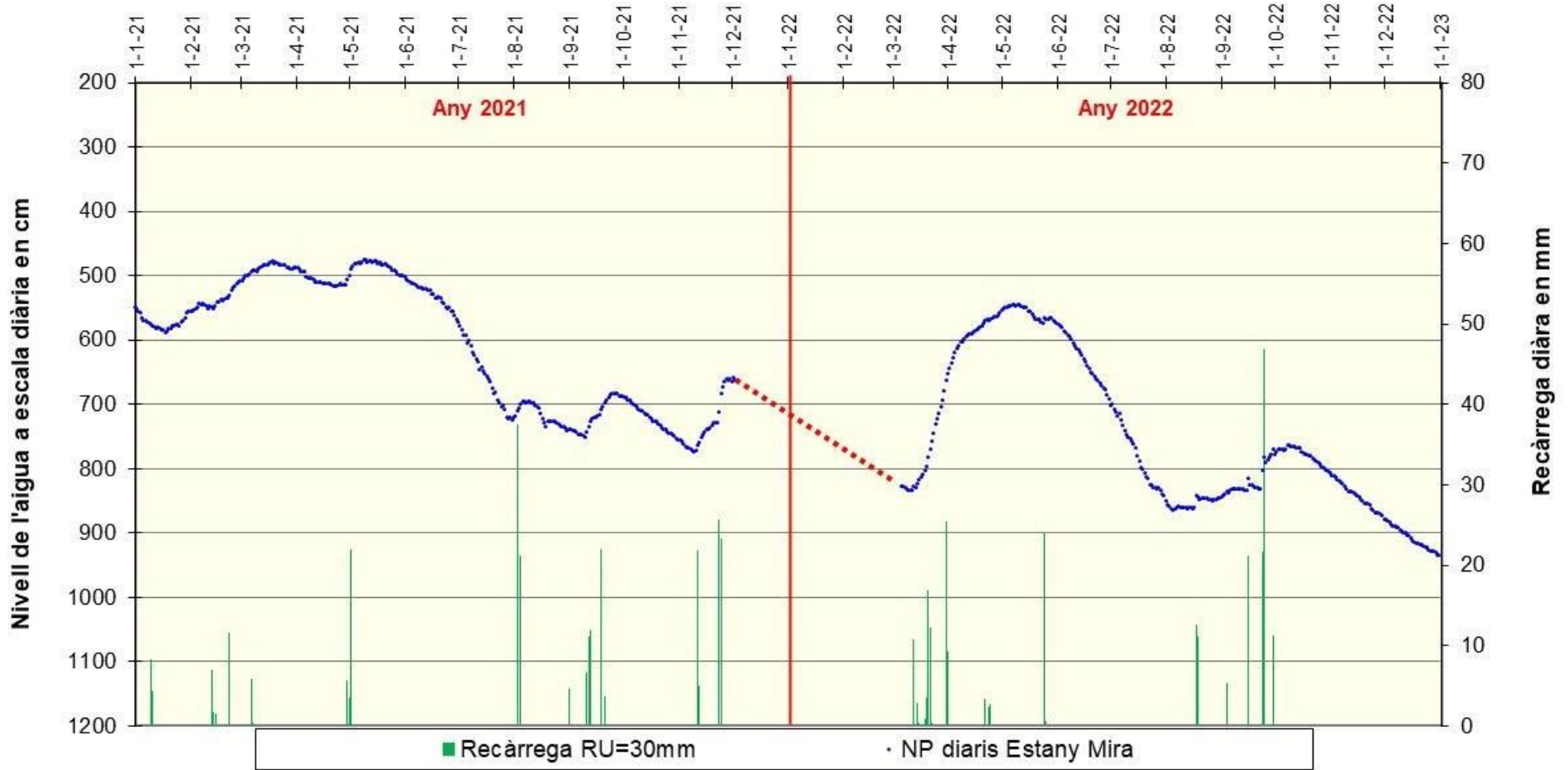


Fig. 4. 7. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnígraf D-4 - Estany d'en Mirà, als anys 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas. La línia puntejada vermella és una interpolació de valors quan el sensor no mesurava correctament.

Tal com s'ha comentat en anteriors memòries, aquestes característiques observades es poden interpretar tenint present que estem comparant dos nivells aqüífers diferents, un superficial i l'altre confinat. Així, quan els nivells de l'aqüífer superficial són alts, aquest participa en la

recàrrega de les aigües superficials (rius, rieres, surgències) de manera que l'aqüífer no arriba a assolir un nivell estabilitzat més alt perquè els nivells de base dels rius i rieres i el nivell de les surgències actuen de sobreeixidors impeding que s'arribi a valors relativament més alts. En el cas del descens, l'oscil·lació del nivell profund és major perquè ho és també l'extracció d'aigua i perquè el nivell piezomètric de partida de l'aqüífer superficial era més baix.

Malgrat aquestes petites diferències, si comparem les gràfiques de l'oscil·lació dels dos sensors D-1 (Fig. 4.3) i D-4 (fig. 4.7) s'observa que l'evolució piezomètrica presenta les mateixes tendències en els dos casos, de manera que els episodis de recàrrega condicionen de manera molt semblant als dos nivells aqüífers d'aquesta zona.

Igual que en el sensor D1, en aquest any 2022 també les dades d'aquest sensor D-4 mostren un balanç negatiu, de manera que en el conjunt de l'any es dona un descens de 2,2 m, menor que en el sensor del punt D-1, que és de 2,95 m.

Per situar l'oscil·lació piezomètrica d'aquest any 2022 en el context dels darrers anys, es presenta a la figura 4.8 l'evolució registrada des de l'any 2008, fins a finals d'aquest darrer any, 31 de desembre de 2022, l'evolució anterior, del 2005 al 2008 es pot consultar a la memòria de l'any 2009 (Bach, 2009). A més, s'hi han representat conjuntament les dades de recàrrega diària de l'estació de la Vall d'en Bas (W9), amb una reserva útil d'aigua de 10 mm.

Com s'ha exposat en anteriors memòries, no hi ha informació dels anys 2014 al 2016 per problemes de deriva del sensor anterior, en aquests anys s'han marcat al gràfic, amb cercles vermell, les dades de les mesures manuals preses. També s'ha marcat, en aquest cas, amb una línia discontinua vermella, el període sense mesures de principis del 2022. L'evolució de la piezometria que s'observa en el conjunt d'aquests 15 anys (Fig. 4.8), presenta la mateixa pauta que la que s'observa del sensor D-1 en tot el registre (Fig. 4.4), tal com ja s'ha comentat en anys anteriors. Cal ressaltar que, en tot el període de control, l'amplitud de l'oscil·lació és menor en aquest punt que en el D-1, però que la resposta als períodes de recàrrega i d'extracció sense recàrrega és idèntica.

La similitud de l'evolució piezomètrica de tot aquest període de registre obtinguda pels dos sensors D1 i D4, als nivells profund i superficial de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas, permet considerar que aquests punts són representatius per tenir una visió de l'evolució regional del nivell piezomètric d'aquest aqüífer.

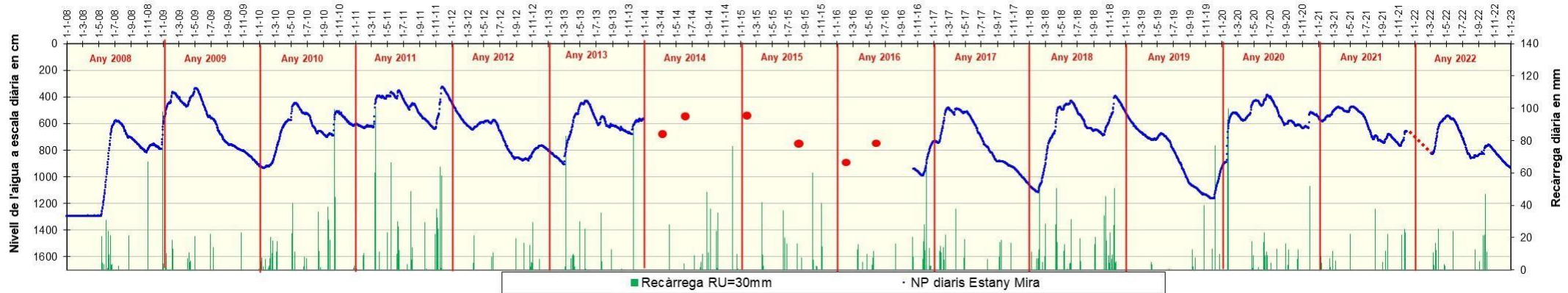


Fig. 4. 8. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnígraf D-4 - Estany d'en Mirà, anys 2008 al 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, a l'estació Vall d'en Bas.

-Dades de temperatura de l'aigua

La temperatura de l'aigua d'aquest pou, es mesura amb el mateix sensor de nivell a escala horària. Per a la presentació dels valors obtinguts es calcula la mitjana diària dels valors mesurats a cada hora. Així, a la Fig. 4.9 es presenten les dades de temperatura mitjana diària, corresponents a l'any 2022. S'observa una suau oscil·lació, semblant a la de l'any anterior, entre 14,25 °C de màxima i 14,08°C de mínima, amb una mitjana de 14,15°C.

La temperatura augmenta amb la recàrrega de la primavera, de manera que al mes d'abril arriba a la temperatura màxima de 14,25°C, més alta (0,05°C) que la de l'any passat. Posteriorment descendeix progressivament fins assolir el mínim de 14,08°C a mitjans de setembre, també lleugerament més alta que l'any passat. Per últim, torna a pujar, també progressivament, fins assolir una temperatura de 14,2°C a finals d'any. L'oscil·lació total de 0,17°C és similar a la de l'any passat i molt poc significativa. La temperatura d'aquest nivell superficial és lleugerament menor a la del nivell més profund, que a l'any 2022 ha tingut una temperatura mitjana de 14,25°C.

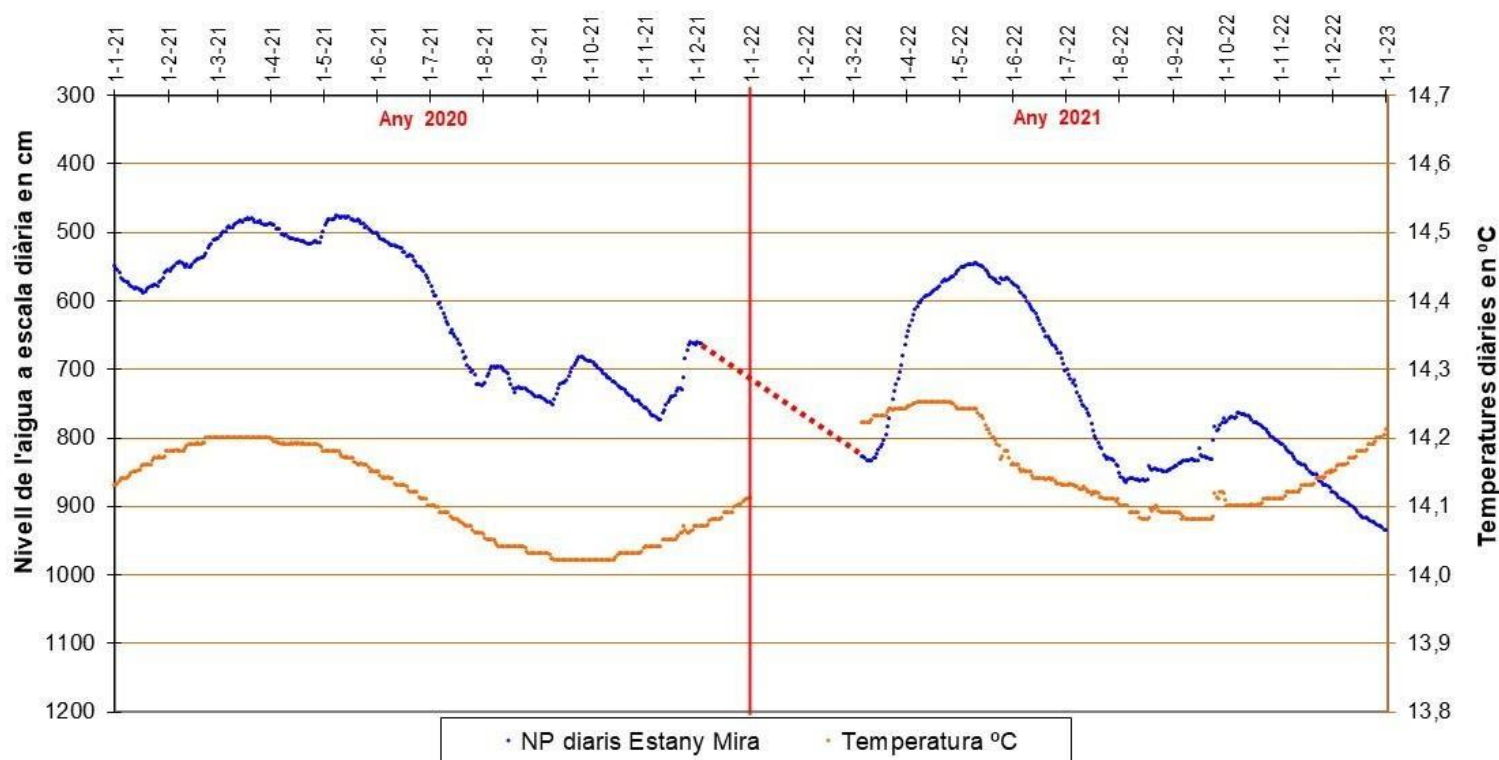


Fig. 4. 9. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el limnigraf D-4 - Estany d'en Mirà, als anys 2021 i 2022.

4.3. Limnigraf D-2: Olot-EMOL (371180090)

En primer lloc, es reproduïx la fitxa utilitzada per a fer el seguiment de les lectures del sensor, on es presenten les mesures manuals del nivell piezomètric realitzades als tres darrer anys d’aquest seguiment (Fig. 4.10), igual que en la presentació dels altres limnigras. Aquest punt controla el primer tram profund permeable de l’aqüífer al·luvial-volcànic de la zona del Parc, també l’anomenem nivell intermedi. Aquest 2022 s’ha continuat mesurant amb la sonda LevelScout amb mesures cada hora.

-Dades del nivell de l’aigua de l’any 2022

Aquest pou no s’utilitzava, solament es feia servir com a piezòmetre, però a partir de l’any 2020, durant els mesos d’estiu, de juny a setembre, s’utilitza per abocar l’aigua d’un intercanviador de calor, això representa pel pou un efecte de recàrrega. Per intentar evitar aquest efecte, les dades horàries s’han passat a diàries escollint el valor més baix del nivells mesurats, malgrat això, el

nivell obtingut està alterat per aquest efecte de recàrrega. Els resultats d’aquest any s’han representat (Fig. 4.11), juntament amb els de l’any passat, amb la recàrrega, també a escala diària, calculada a partir de les precipitacions de l’estació de la Vall d’en Bas, amb una reserva útil d’aigua de 30 mm. Per poder observar millor les petites oscil·lacions que presenta aquest punt, s’ha ampliat l’escala vertical respecte a la dels sensors exposats fins ara.

FITXA LIMNÍGRAF DIVER			DIVER D - 2 Olot-Emol 1		
Tipus de sonda=	LevelScout	Coordenades (ETRS89)			
Localització =	Olot-Emol	UTM_X	UTM_Y		
nº inventari pou=	371180090	456575	4668836		
Toponímia=	St. Roc 2	Cota (m)= 451			
Mesures de camp dels dies de lectura del Diver					
Data	Hora	Nivell des de la referència (m)	Alçada referència (m)	Nivell des del terra (m)	Nivell piezomètric (m)
3/1/2020	12:00	9,46	-2,4	11,86	439,14
11/2/2020	14:25	7,2	-2,4	9,60	441,40
10/6/2020	18:00	7,96	-2,4	10,36	440,64
24/9/2020	17:40	8,1	-2,4	10,50	440,50
25/9/2020	17:46	8,12	-2,4	10,52	440,48
4/1/2021	15:30	8,05	-2,4	10,45	440,55
11/3/2021	14:45	8,11	-2,4	10,51	440,49
14/7/2021	16:30	8,09	-2,4	10,49	440,51
30/11/2021	15:17	8,2	-2,4	10,60	440,40
12/1/2022	17:17	8,22	-2,4	10,62	440,38
25/2/2022	17:15	8,27	-2,4	10,67	440,33
6/3/2022	10:20	8,27	-2,4	10,67	440,33
24/3/2022	17:15	8,18	-2,4	10,58	440,42
30/5/2022	16:36	8,13	-2,4	10,53	440,47
6/9/2022	16:18	6,88	-2,4	9,28	441,72
2/1/2023	13:01	9,06	-2,4	11,46	439,54

Fig. 4. 10. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnigraf D-2 – Olot-Emol, al Pla d’Olot.

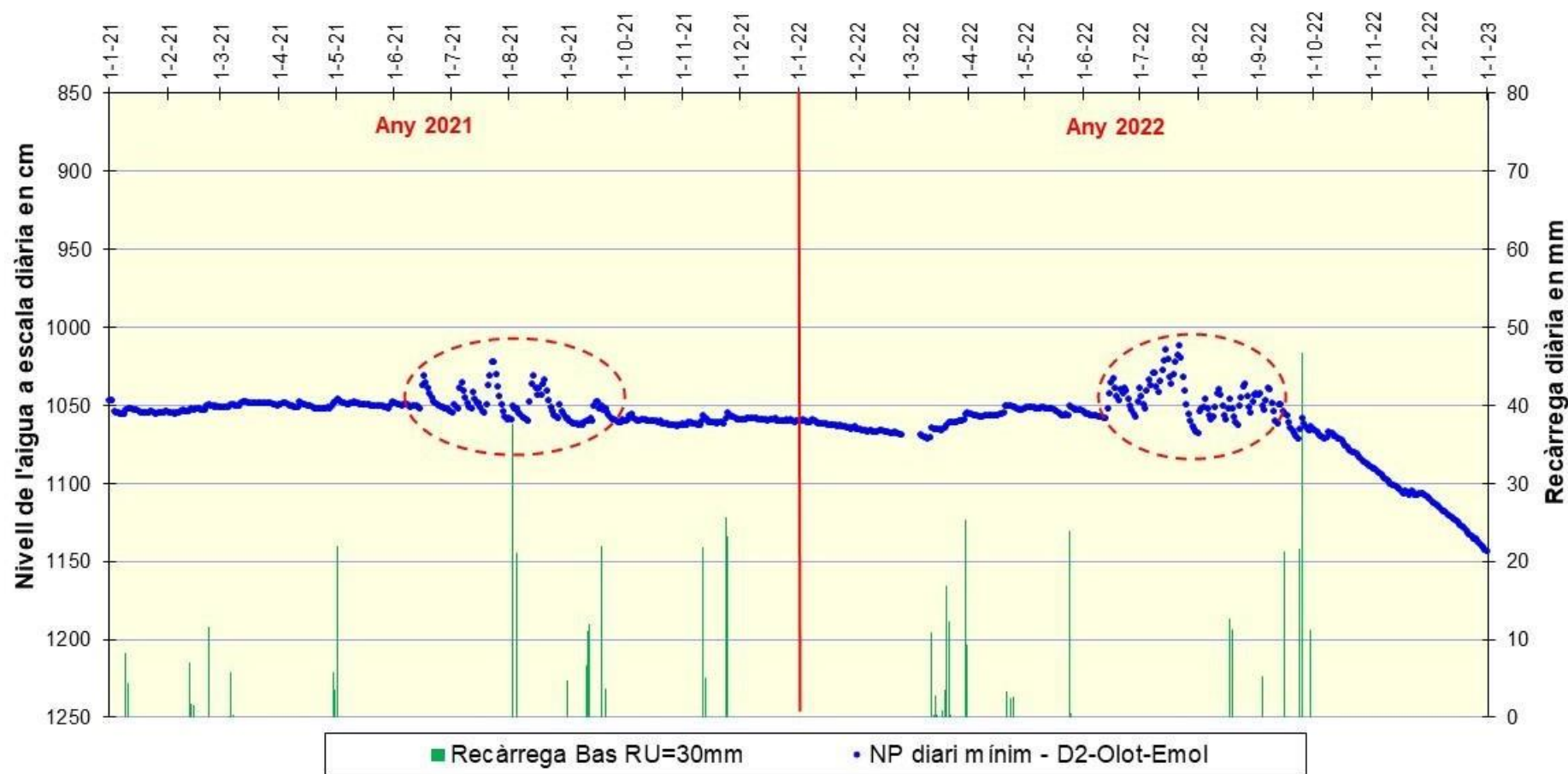


Fig. 4. 11. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnigraf D-2 - Olot-Emol, als anys 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas. Les dades encerclades en vermell corresponen a la interferència amb la recàrrega artificial.

Sense tenir en compte les oscil·lacions provocades per l'efecte recàrrega artificial del pou, l'evolució del nivell piezomètric en aquest punt és molt diferent a la descrita a la Vall d'en Bas. S'observa una oscil·lació marcada per uns rangs molt més petits, tant en els ascensos com en els descensos (Fig. 4.11), en general, menors als 0,2 m, excepte en el darrer trimestre de l'any que es dona un descens de gairebé 1m.

Concretament, en aquest any 2022 s'observa que, en una primera part de l'any, el nivell ha tingut aquesta oscil·lació molt petita al voltant del nivell de referència de 10,5 m de fondària. Així, a principis d'any estava lleugerament per sota, a uns 10,6 m. A partir de la recàrrega del mes de març el nivell assoleix el màxim a uns 10,5 m a finals d'abril. Del mes de juny fins al setembre, s'observen uns petit pics degut a l'efecte recàrrega que comporten ascensos puntuals del nivell diari d'uns 0,2 a 0,3 m, però entre els pics el nivell descendeix progressivament per sota de 10,5 m fins assolir un mínim de 10,72 m a finals de setembre. Els darrers episodis de recàrrega per precipitacions del mes de setembre comporten uns petits pics de 0,1 m. A partir d'aquests darrers petits pics, el nivell comença un descens continuat fins a finals d'any, de gairebé 1 m, a una fondària de 11,43 m. Aquest descens és un clar símptoma de la disminució de la pressió de l'aqüífer.

Tal com s'ha comentat en els anys anteriors, la resposta plana del nivell s'atribueix a l'efecte sobreexidor que comporten les surgències de la zona d'Olot, que contribueixen a limitar l'ascens del nivell, de manera que solament s'observen petits pics d'ascens als períodes de recàrrega importants, sempre que la pressió de l'aqüífer estigui a un determinat nivell, que correspon a un nivell d'una fondària d'uns 10,5 m, tal com s'observa en aquest any 2022 a la primavera. Però, si s'observa el descens i/o l'ascens una mica més accentuat quan el nivell es troba per sota o per sobre d'aquesta determinada pressió, tal com s'observa en el descens del darrer trimestre d'aquest any.

En aquest any 2022 també les dades d'aquest sensor D-2 mostren un balanç negatiu, igual que en els sensors de la Vall d'en Bas, de manera que en el conjunt de l'any es dona un petit descens de 0,83 m, es passa d'una fondària d'uns 10,6 m a l'inici d'any, als 11,43 m de final d'any (Fig. 4.11). Aquesta amplitud total mesurada aquest any en aquest aqüífer, és menor a la trobada als aqüífers de la Vall d'en Bas, però significativa de que la pressió de l'aqüífer va disminuint i queda per sota de l'efecte sobreexidor.

Per visualitzar l'oscil·lació piezomètrica d'aquest any 2022 en el context dels darrers anys, a la Fig. 4.12 es presenta l'evolució registrada des de l'any 2008, fins a finals d'aquest darrer any, 31 de desembre de 2022, l'evolució anterior, del 2005 al 2008 es pot consultar a la memòria de l'any 2009 (Bach, 2009). A més, s'hi han representat conjuntament les dades de recàrrega diària de l'estació de la Vall d'en Bas (W9), amb una reserva útil d'aigua de 30 mm.

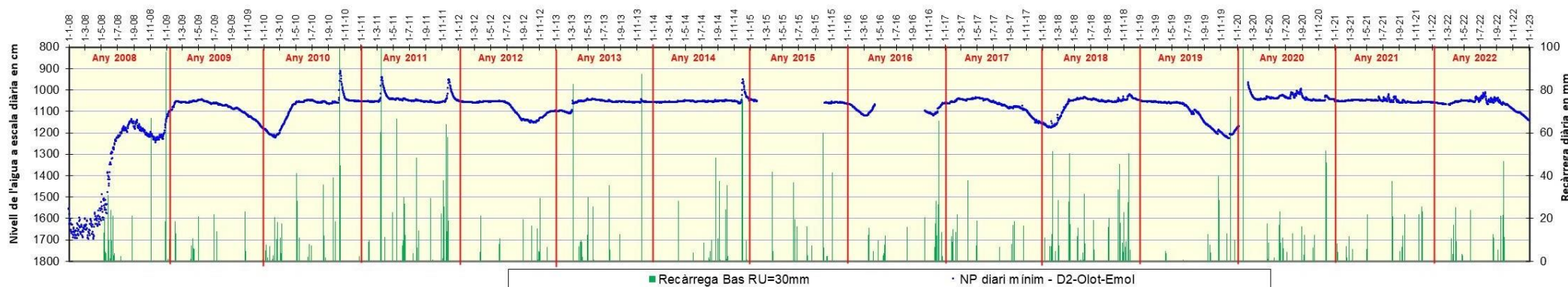


Fig. 4. 12. Variació dels nivells mesurats a escala diària en el limnigraf D-2 - Olot-Emol, des de l'any 2008 al 2022 i recàrrega diària amb una RU d'aigua de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas.

En l'evolució del nivell d'aquest any 2022, cal destacar el descens del darrer trimestre de l'any (Fig. 4.12), aquesta resposta és la que s'observa en aquest punt quan l'aqüífer no té la recàrrega suficient per mantenir la pressió de l'aqüífer, en funció de la cota del sobreexidor i el nivell piezomètric descendeix per sota del nivell d'estabilització, a uns 10,5 m de fondària i reflecteix aquesta disminució del volum d'aigua.

En l'evolució de la piezometria d'aquest nivell aqüífer al llarg d'aquests 15 anys de registre, s'observa molt bé aquesta resposta quan no hi ha recàrrega a l'aqüífer, la demanda d'aigua fa descendir el nivell per sota del nivell d'estabilització i llavors es registren les oscil·lacions de nivell d'acord amb els episodis de recàrrega i la demanda d'aigua, de manera que s'arriben a registrar nivell molt baixos com els de l'any 2008, d'uns 17 m de fondària (fig. 4.12) i els inferiors a 12 m del 2010 i 2019 com a descensos més destacats. El que s'observa aquest any 2022 podria

continuar descendint si no es donen episodis de precipitacions importants que comportin recàrrega a l'aqüífer. El nivell d'estabilització s'interpreta que ve donat per l'efecte sobreexidor que causen les surgències associades a aquest nivell aqüífer, les més properes a aquest punt són les fonts de Sant Roc. Per tant, aquest sensor no registra tota l'amplitud de l'oscil·lació del nivell aqüífer, però sí permet saber quan el nivell de pressió de l'aqüífer és suficient per assolir l'anomenat nivell d'estabilització o no és i es situa per sota d'ell.

-Dades de temperatura de l'aigua

D'aquest sensor D-2, també s'obtenen les temperatures horàries, de les que posteriorment es calculen les mitjanes diàries, representades a la Fig. 4.13. S'observa que l'oscil·lació de la temperatura és petita, entre una màxima de 14,23°C i una mínima de 13,87°C, amb una mitjana de 14,01°C, lleugerament superior a la de l'any passat.

Les dades de l'any 2022 mostren un temperatura estable al voltant dels 13,9°C, amb molt poca oscil·lació, des de principis de l'any fins a mitjans de juny. A continuació, la temperatura ascendeix fins assolir el màxim a finals de setembre i es torna a estabilitzar fins a finals d'any, al voltant dels 14,17°C. El rang total és d'uns 0,36°C. L'ascens observat en la temperatura a l'estiu, podria ser degut a l'efecte de recàrrega artificial d'aquests mesos.

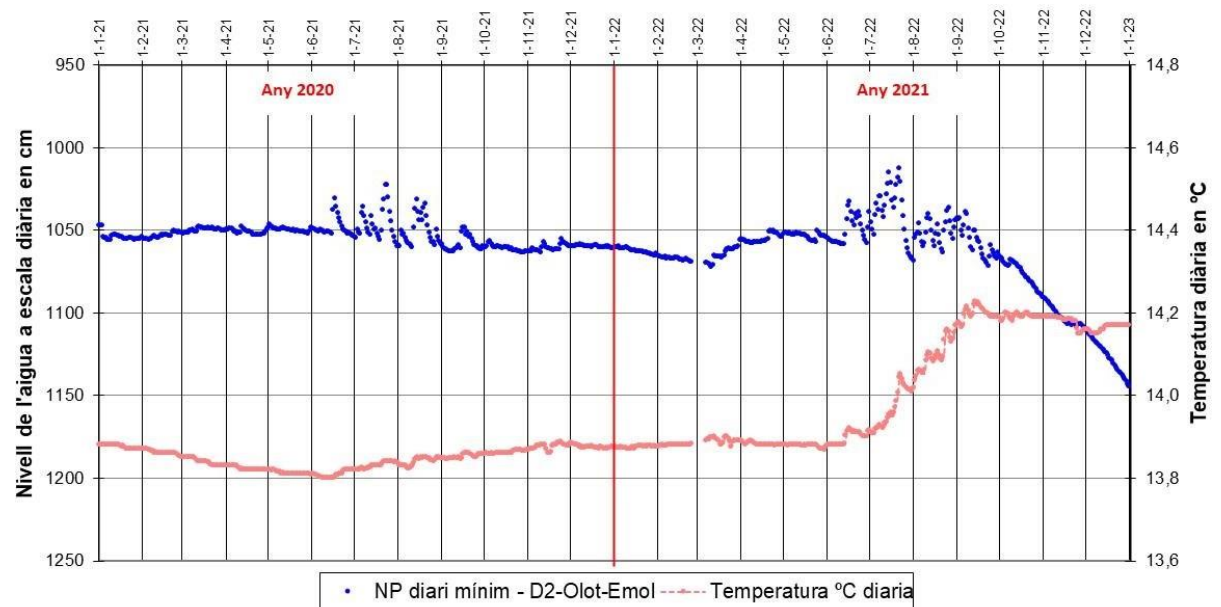


Fig. 4. 13. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el limnigraf D-2 - Olot-Emol als anys 2021 i 2022.

4.4. Limnigraf D-3: Olot-EMOL-2 (371180014)

Aquest punt controla un dels nivells més profunds de l'aqüífer al·luvial-volcànic de la zona del Parc, està situat en un pou d'uns 98 metres de fondària. En aquest punt hi ha instal·lat un sensor MiniDiver des del 14 de setembre de 2016, que en aquest any 2022 ha funcionat correctament. En primer lloc es reproduïx la fitxa utilitzada per a fer el seguiment de les lectures del sensor, on es recullen les mesures manuals fetes al llarg dels darrers tres anys (Fig. 4.14).

-Dades del nivell de l'aigua de l'any 2022

Les dades obtingudes del nivell piezomètric a escala horària presenten diàriament un gran rang d'oscil·lació, que s'interpreten degut a la influència d'importants extraccions en pous veïns, perquè el pou on s'ha instal·lat el

sensor s'explota solament de manera ocasional. L'oscil·lació a nivell diari és molt superior a les comentades en els altres punts, fet que fa qüestionar els conceptes de nivell estàtic i nivell dinàmic en l'estudi de l'evolució piezomètrica. Per il·lustrar les característiques de l'oscil·lació diària del nivell, s'ha escollit la setmana del 17 al 24 de gener de 2022 (Fig. 4.15). Es mostra l'oscil·lació del nivell a escala horària, de manera que es pot observar una ciclicitat de les oscil·lacions a escala diària, els 7 dies de la setmana, amb una amplitud diària, en aquest mes de gener d'uns 2,5 m. En general, s'observa un primer descens del nivell fins a les 8 o les 9h del matí, que correspon al bombeig d'un pou iniciat el dia anterior a les 22h. A continuació el nivell es recupera fins a les 14h per tornar a descendir fins a les 17 o 18h pel bombeig d'un nou pou. S'inicia

FITXA LIMNÍGRAF DIVER			DIVER: D - 3		
			Olot-Emol2		
Tipus de sonda=	MiniDIVER	Coordenades (ETRS89)			
Localització =	Olot-Emol-2	UTM_X	UTM_Y		
nº inventari pou=	371180014	456571	4668836		
Toponímia=	St. Roc 1	Cota (m) = 451			
Mesures de camp dels dies de lectura del Diver					
Data	Hora	Nivell des de la referència (m)	Alçada referència (m)	Nivell des del terra (m)	Nivell piezomètric (m)
3/1/2020	12:20	10,21	-2,4	12,61	438,39
11/2/2020	14:37	5,41	-2,4	7,81	443,19
10/6/2020	18:10	3,72	-2,4	6,12	444,88
24/9/2020	17:56	4,9	-2,4	7,30	443,70
4/1/2021	15:43	5,63	-2,4	8,03	442,97
11/3/2021	14:58	6,25	-2,4	8,65	442,35
14/7/2021	16:40	7,77	-2,4	10,17	440,83
30/11/2021	15:38	7,65	-2,4	10,05	440,95
12/1/2022	17:30	8,07	-2,4	10,47	440,53
25/2/2022	17:20	8,8	-2,4	11,20	439,80
6/3/2022	10:35	7,38	-2,4	9,78	441,22
30/5/2022	16:47	7,16	-2,4	9,56	441,44
6/9/2022	16:26	10,42	-2,4	12,82	438,18
2/1/2023	13:11	8,95	-2,4	11,35	439,65

Fig. 4. 14. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnigraf D-3 – Olot-Emol-2, al Pla d'Olot.

una nova recuperació del nivell fins a les 22h que comença de nou el cicle de bombeig. Així, s’observen dos períodes de bombeig, un més llarg, de 10 a 11h, de les 22h fins a les 8 o 9h i l’altre d’unes 3h des de 14h a les 17h, lleugerament diferents als de l’any passat (Bach, 2021). També s’observa que el nivell més alt de recuperació no s’assoleix sempre al mateix moment del dia, a vegades és al matí i altres al vespre.

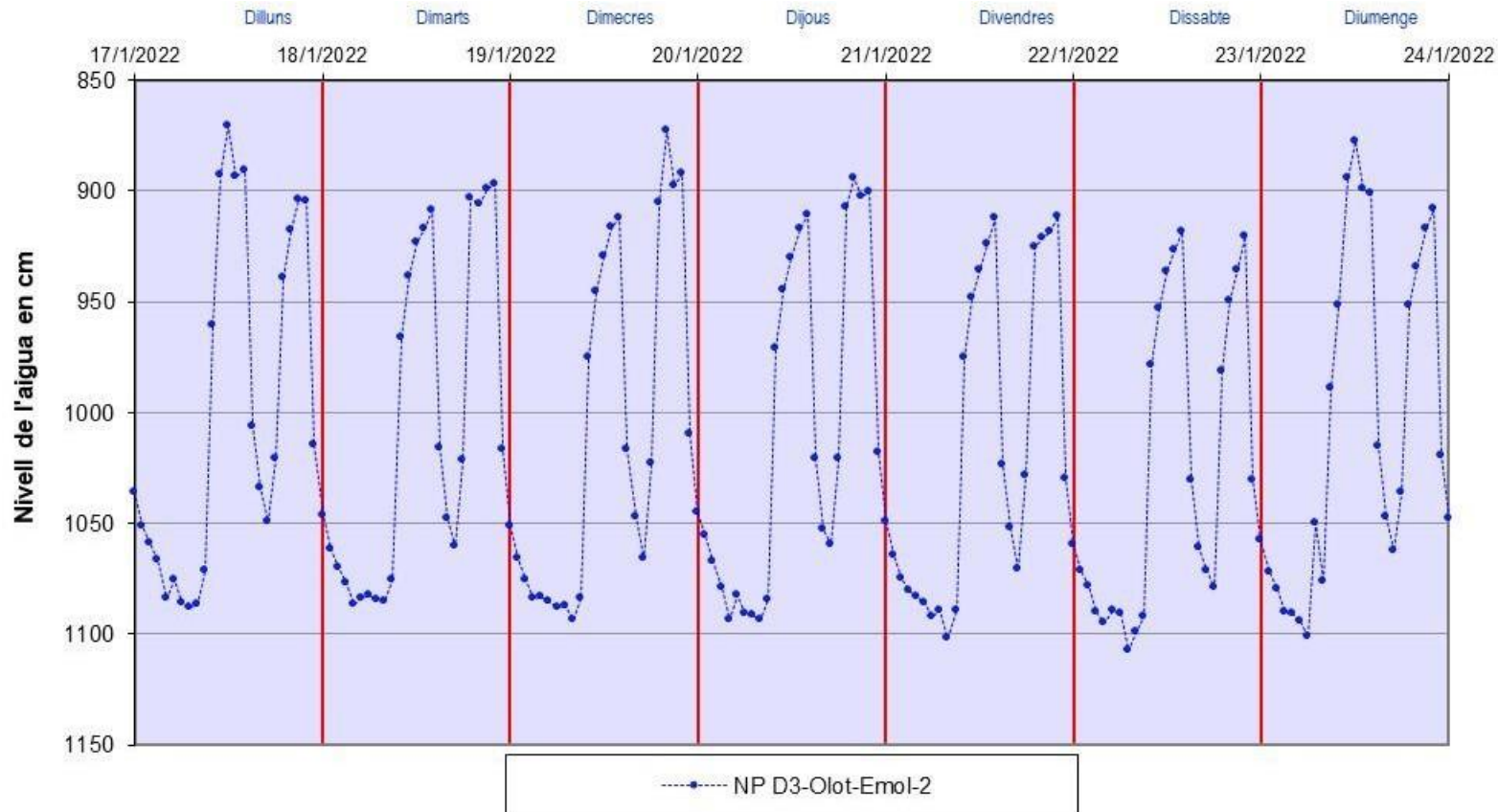


Fig. 4. 15. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnífgraf D-3 - Olot-Emol-2, a la setmana del 17 al 24 de gener de 2022.

Aquesta ciclicitat observada en l'oscil·lació dels nivells, s'interpreta com el resultat d'un bombeig regular, molt intens i continuat en el temps, diferent al descens que pot causar el pou on està instal·lat el sensor, que s'utilitza de manera esporàdica amb cabals d'extracció petits (3 m³/h). En aquesta setmana observada d'aquest any, està funcionant un total d'unes 14 h en dos períodes diferents, amb cabals d'extracció molt considerables per tal de donar aquest descens. Quan s'atura el bombeig el nivell puja, tendeix a recuperar el nivell estàtic però, tal com s'observa (Fig. 4.15), per la distància entre els punts de nivell més alt no sembla que s'assoleixi l'estabilització, perquè el bombeig comença de nou per iniciar un altre cicle. Un bombeig d'aquestes característiques s'interpreta que solament pot correspondre als pous d'abastament d'aigua potable a la ciutat d'Olot, que tenen fondàries al voltant dels 100 m i exploten el mateix nivell profund que el pou de control del sensor. Estan situats a la zona del Parc nou, relativament propers al punt de registre Olot-EMOL, a uns 650 m de distància. Segons dades de Sorea treuen de 8.000 a 10.000 m³/dia. A aquest bombeig constant de l'abastament d'Olot segur que se li afegeixen altres extraccions procedents de pous propers que són d'ús industrial. Per tant, la suma de totes les extraccions d'aquest nivell, que és molt productiu, queden reflectides en el registre d'aquest sensor.

S'ha procurat minimitzar aquesta fluctuació diària observada, per poder tenir una representació de l'oscil·lació piezomètrica el menys distorsionada possible. Així, s'ha optat per triar, com a valor representatiu més proper al nivell estàtic mesurat en aquest punt, el valor diari de nivell més alt (nivell màxim), més proper al nivell del terra (el valor de fondària mínima) a partir de les dades horàries mesurades. Aquest nivell representa el valor al que tendeix a tornar el nivell sense l'afectació de les extraccions (Fig. 4.16). També s'hi han representat les dades de la recàrrega diària calculada de l'estació Vall d'en Bas amb una reserva útil d'aigua de 30 mm, a escala diària (Fig. 4.16).

Les dades de l'evolució de l'oscil·lació del nivell piezomètric d'aquest punt (Fig. 4.16) segueix la mateixa pauta que s'ha descrit pel sensor D-1 al pou Torre Curós de la Vall d'en Bas. S'hi poden distingir els trams que s'han exposat amb les mateixes tendències, es poden superposar els gràfics i s'observa que els punts d'inflexió que marquen l'oscil·lació es donen aproximadament al mateix temps, malgrat la incertesa de l'estabilització del nivell en aquest punt.

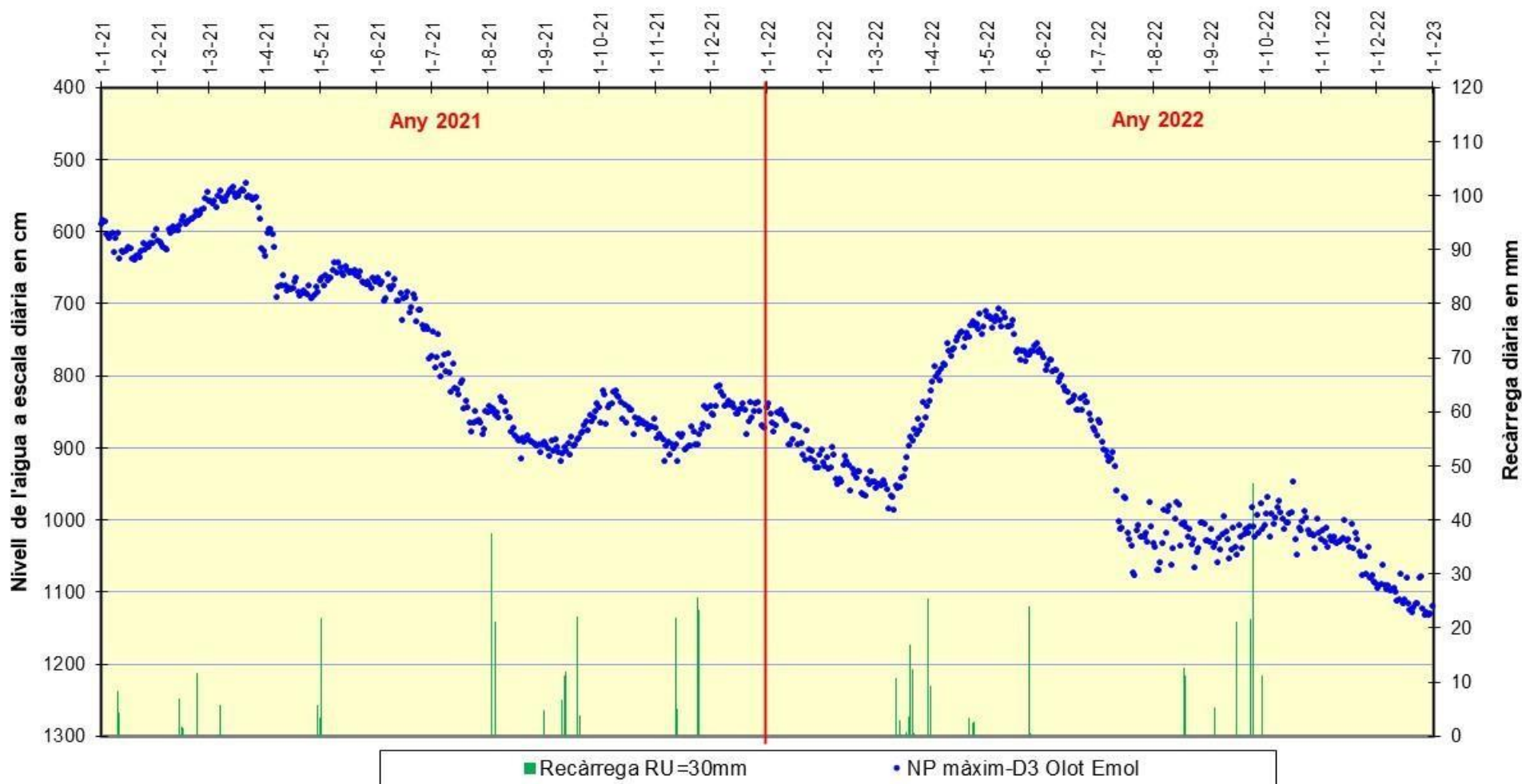


Fig. 4. 16. Variació dels nivells mesurats a escala diària, nivell més alt de les dades horàries, en el DIVER D-3 - Olot-Emol-2, als anys 2021 i 2022, i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas.

L'oscil·lació total en aquest any 2022 en aquest punt D-3 (Olot-Emol-2), entre el màxim del mes de març i el mínim de finals d'any, és de 4,22 m, similar, però inferior a la del sensor D-1 (Torre-Curós) que va ser de 4,85 m. Les petites diferències entre les dues evolucions piezomètriques es donen en el rang de l'oscil·lació, segons l'època de l'any de la recàrrega o de l'extracció d'aigua de l'aqüífer. Per exemple, el descens inicial als primers mesos de l'any és lleugerament menor en aquest punt (D-3) i també ho és l'ascens de la recàrrega de la primavera. En canvi, el descens de l'estiu és d'uns 3,72 m, més gran que en el sensor D-1 que fou de 3,42 m. En general, l'evolució piezomètrica és molt similar, de manera que les petites variacions en el rang que s'observen poden ser degudes a la incertesa del valor establitzat de la recuperació del nivell en aquest punt D-3, però que de totes maneres, forma part de la pressió a la que està sotmès aquest nivell aqüífer en aquesta zona d'Olot.

Les dades de l'any 2022 en aquest sensor D-3 reflecteixen un balanç negatiu, com en les mesures dels altres limnífers, de manera que en tot l'any es dona un descens d'uns 2,85 m, des dels 8,45 m de l'inici d'any, als 11,3 m a final d'any (Fig. 4.16). Aquesta amplitud en aquest aqüífer, és una gairebé idèntica a la trobada a l'aqüífer profund de la Vall d'en Bas, en el sensor D-1, amb ascens anual de 2,95 m. Aquesta disminució propera als 3 m ens indica que la recàrrega d'aquest any ha estat molt insuficient per la demanda d'aigua que s'ha donat.

Per visualitzar l'oscil·lació piezomètrica d'aquest any 2022 en el context dels darrers anys, s'han representat (Fig. 4.17) els valors diaris de nivell més alt (NP màxim), des de l'any 2008 fins al 2022, juntament amb les dades de recàrrega diària de l'estació Vall d'en Bas, amb una reserva útil d'aigua de 30 mm, per a poder tenir una primera aproximació a l'evolució de l'oscil·lació dels nivells i la recàrrega produïda per les precipitacions a nivell interanual.

L'evolució dels nivells en aquest any 2022 té una certa similitud amb l'any 2016. Reflecteixen una situació en la que el nivell d'inici és relativament baix, amb una primera recàrrega important a la primavera i una posterior menor al setembre, que frenar el descens de la demanda del període estiuenc, però després continua el descens fins a final d'any. Altres anys anteriors també han reflectit situacions de

precipitacions anuals inferiors a la mitjana, amb una recàrrega prèvia a la primavera que comporta un ascens del nivell i una altra a la tardor que no és suficient per contrarestar l'extracció estiuenca, per exemple, els anys 2012, 2013, 2015 i l'any passat entre altres.

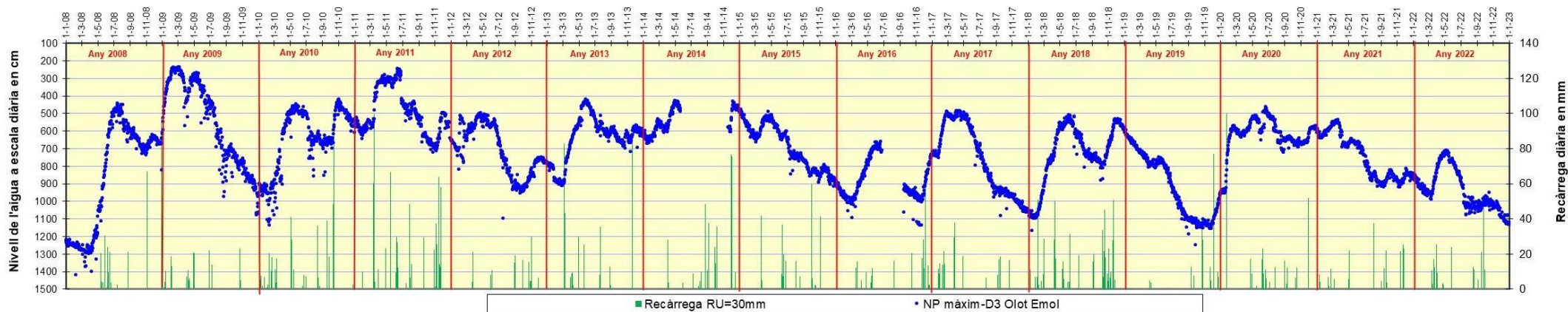


Fig. 4. 17. Variació dels nivells mesurats a escala diària, nivell més alt de les dades horàries, en el DIVER D-3 - Olot-Emol-2, des de l'any 2008 al 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas.

La visió de conjunt de les totes les dades obtingudes al llarg dels darrers 15 anys (Fig. 4.17) permet observar una tendència general semblant a la exposada per l'oscil·lació del punt D-1 a la vall d'en Bas (Torre Curos, Fig. 4.4), malgrat que en aquest cas hi ha una certa imprecisió en la situació del nivell estàtic a nivell diari, degut a l'explotació tan intensa a la que està sotmès aquest aqüífer, tal com queda reflectit en la gràfica pels nombrosos punts que es situen fora de la tendència general de l'oscil·lació, que són un reflex de que no s'ha arribat a establir el nivell després d'una extracció molt prolongada (Fig. 4.17). La visió dels tres darrers anys, dels 2020 al 2022, dona una tendència clarament negativa, des de la recàrrega molt notable del temporal Glòria al mes de gener del 2020 fins arribar a finals del 2022, amb els dos darrers anys amb precipitacions inferior a la mitjana.

-Dades de temperatura de l'aigua

A partir de les temperatures horàries que s'obtenen d'aquest sensor D-2, es calculen les mitjanes diàries, representades a la Fig. 4.18. S'observa que l'oscil·lació de les temperatures mitjanes d'aquest any 2022 varien, entre una màxima de 16,6°C i una mínima de 13,71°C, per tant una variació d'aproximadament 2,9°C, amb una mitjana de 15°C. En l'inici d'aquest any es dona un ascens progressiu de la temperatura, de dels 13,8 °C, fins un pic de 14,6°C a mitjans de març. A continuació, es dona un descens fins a establir-se al voltant dels 13,7°C, que es pot atribuir a l'efecte de la recàrrega de la primavera. A partir del mes de juny, comença a donar-se uns ascens sobtat de la temperatura, que arriben fins el màxim de 16,6°C i es manté fins al setembre en que comença a baixar suaument fina a final d'any. Aquest ascens de l'estiu s'atribueix a l'efecte d'utilitzar l'aigua d'aquest pou per un intercanviador de calor, fet que posa la bomba en funcionament i escalfa l'aigua.

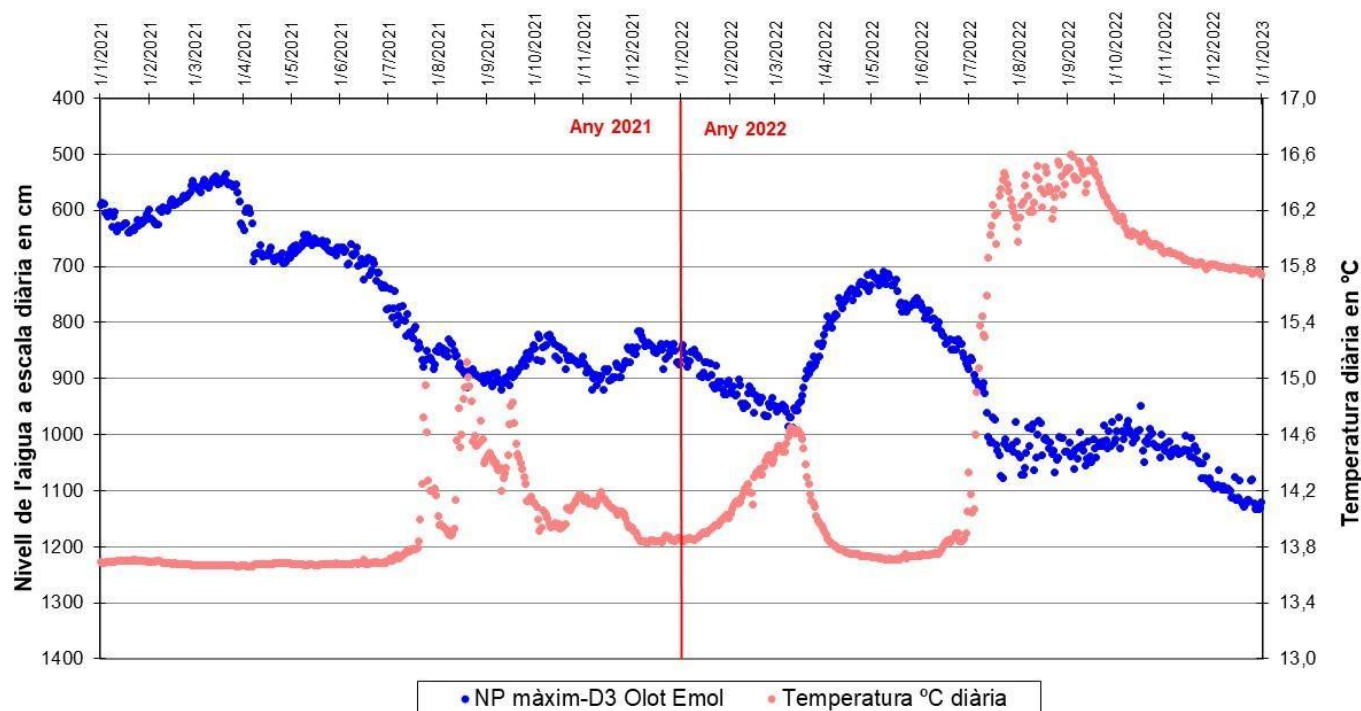


Fig. 4. 18. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el limnigraf D-3 - Olot-Emol-2, als anys 2021 i 2022.

4.5. Limnigraf D-9: P1 Olot-Meats (381150214)

Aquest sensor està situat en un piezòmetre, construït l'any 2018 a petició de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) a l'empresa OLO-MEATS, al polígon industrial del Pla de Baix, al nord de ciutat d'Olot i al marge dret de la riera de Riudaura. Té una fondària de 31 m, permet controlar l'aqüífer situat en uns nivells de sorres situats entre 17 i 28 m de profunditat, sota una colada de lava del Pla d'Olot.

A la Fig. 4.18 es reproduïx la fitxa d'aquest limnigraf, utilitzada per a fer el seguiment de les lectures del sensor, on es recullen les característiques del sensor i de la seva ubicació, així com les mesures manuals realitzades del nivell de l'aigua al llarg dels darrers tres anys.

-Dades del nivell de l'aigua de l'any 2022

Com a exemple, es presenta una mostra de la fluctuació del nivell piezomètric al llarg d'una setmana a partir de les mesures horàries (Fig. 4.20), per poder tenir una primera aproximació de la tipologia de la demanda d'aigua d'aquesta zona.

S'ha escollit la setmana del 21 al 28 de febrer de 2022 en la que no hi ha precipitacions. S'observa un descens del nivell de dilluns a divendres, d'uns 0,20 a 0,25 m i una recuperació (d'uns 0,09 m) fins el diumenge al migdia quan sembla que torna a iniciar-se la demanda. A nivell diari s'observen unes oscil·lacions menors, d'ascens i descens del nivell piezomètric, a escala centimètrica. La demanda més important que genera el

FITXA LIMNÍGRAF		Sensor: D - 9			
Tipus de sonda= LEVELSCOUT		P-1 Olot-Meats			
Localització = Plaça Unió Europea		Coordenades (ETRS89)			
nº inventari pou= 381150214		UTM_X	UTM_Y		
Toponímia= P-1 Olot-Meats		457255	4671355		
Profunditat (m)= 31		Cota (m) = 421,6			
	Data inici = 18-1-19 19:00	Perdut	Nou inici = 2-11-19 11:00		
Mesures de camp dels dies de lectura del Diver					
Data	Hora	Nivell des de la referència (m)	Alçada referència (m)	Nivell des del terra (m)	Nivell piezomètric (m)
3/1/2020	13:20	22,72	0	22,72	398,88
04/02/2020	14:10	20,15	0	20,15	401,45
10/06/2020	19:40	17,50	0	17,5	404,10
26/9/2020	18:15	18,15	0	18,15	403,45
2/1/2021	17:05	18,74	0	18,74	402,86
11/03/2021	12:15	19,02	0	19,02	402,58
14/7/2021	14:55	19,48	0	19,48	402,12
30/9/2021	12:45	19,60	0	19,6	402,00
30/11/2021	11:36	20,15	0	20,15	401,45
12/1/2022	11:37	20,64	0	20,64	400,96
26/2/2022	11:50	21,55	0	21,55	400,05
5/3/2022	16:13	21,70	0	21,7	399,90
29/3/2022	15:49	20,73	0	20,73	400,87
30/5/2022	14:00	19,77	0	19,77	401,83
6/9/2022	12:48	20,6	0	20,6	401
30/11/2022	17:18	21,9	0	21,9	399,7
2/1/2023	11:18	22,35	0	22,35	399,25

Fig. 4. 19. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnigraf D-9 – P-1 Olot-Meats al Pla d'Olot.

descens de nivell més pronunciat i continu sembla està lligada a una demanda de tipus industrial que atura la seva activitat el cap de setmana, d'acord amb la ubicació del piezòmetre al polígon industrial.

Per poder analitzar l'evolució general del nivell piezomètric d'aquest any 2022, s'ha calculat la mitjana a nivell diari a partir de les dades horàries. Aquests valors diaris es presenten juntament amb els de l'any 2021 i les dades de la recàrrega diària calculada de l'estació Vall d'en Bas, amb una reserva útil d'aigua de 30 mm, a escala diària (Fig. 4.21). La línia resultant que mostra l'evolució anual reflecteix l'oscil·lació descrita a nivell setmanal, de manera que s'hi observa aquesta oscil·lació que li dona una forma de dents de serra.

Les dades d'aquest any 2022 continuen reflectint una

tendència progressiva al descens del nivell piezomètric al llarg de tot l'any, igual que l'any passat, malgrat s'observen uns pics d'ascens lligats als episodis de recàrrega, però també uns de descens, tal com s'ha descrit pels altres sensors, però amb unes diferències que s'exposen a continuació (Fig. 4.21). En primer lloc, s'observa un descens molt pronunciat del nivell, d'uns 1,7 m, fins que arriba la recàrrega del mes de març. El final d'aquest descens coincideix amb els dos assaigs de bombament fets al pou nou NOEL-Olot, situat a uns 120 m de distància, que van provocar descensos de al voltant dels 0,3 m cadascun d'ells (Fig. 4.22).



Fig. 4. 20. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnífgraf D-9, P-1 Olot-Meats, a la setmana del 21 al 28 de febrer de 2022.

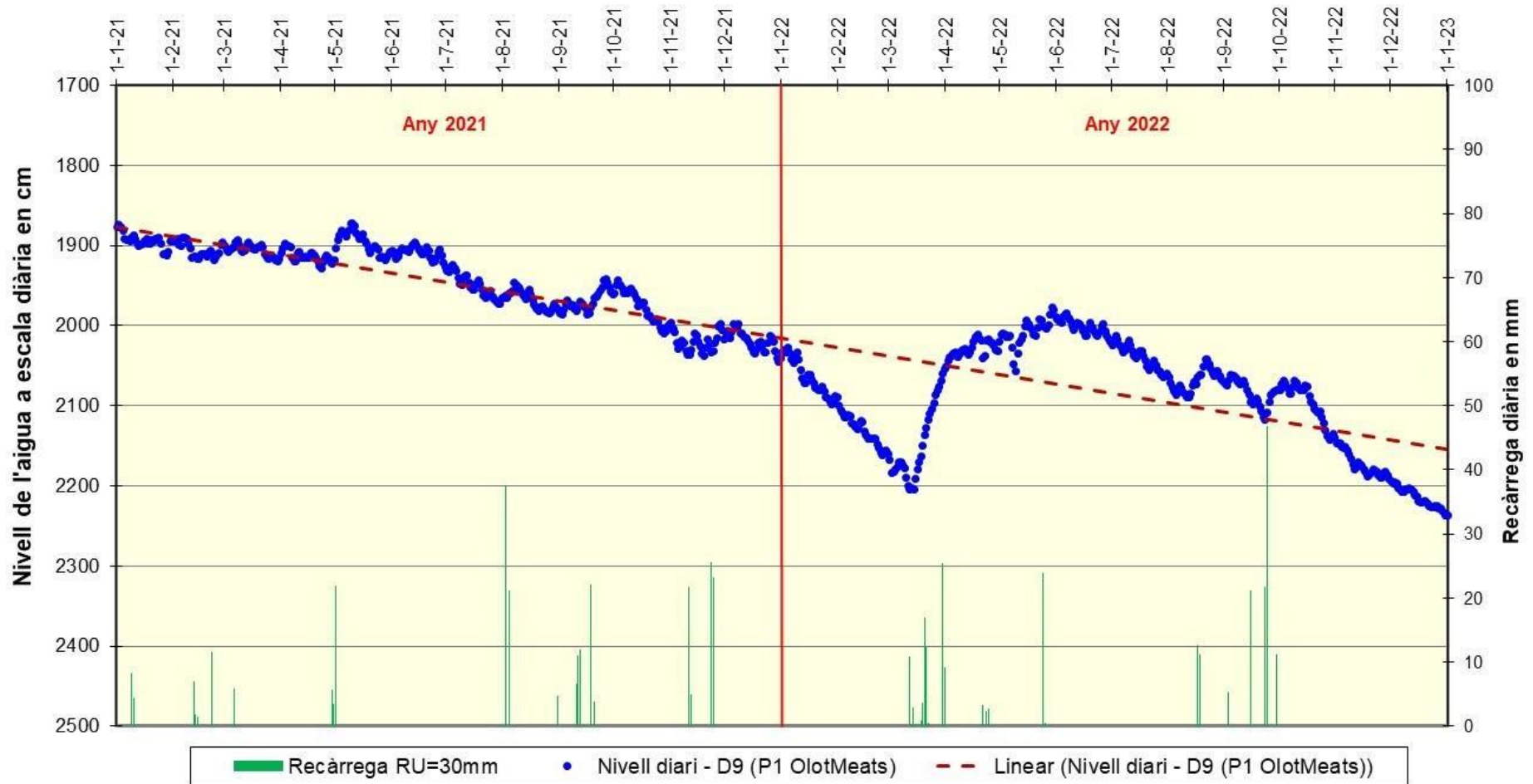


Fig. 4. 21. Variació dels nivells mesurats a escala diària, mitjana de les dades horàries, en el limnígraf D-9 – P-1 Olot-Meats al Pla d’Olot, de l’any 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l’estació Vall d’en Bas.

La recàrrega de la primavera comporta un ascens del nivell, al març més sobtat i a partir de l’abril més suau, fins assolir el màxim d’aquest any a

una fondària de 19,75 m a finals de maig, que correspon a un ascens de 2,28 m. Aquesta resposta és similar a la del sensor D-3 (EMOL-2), però una mica inferior, uns 05 m menys d'ascens. A partir d'aquest pic comença el descens del nivell de principis d'estiu, superior a 1 m fins a principis d'agost que comencen a donar-se episodis de recàrrega, que segurament amb el tancament d'algunes indústries per vacances, comporta una petita recuperació del nivell, que seguidament torna a descendir fins el darrer episodi important de recàrrega a finals de setembre, que dona el darrer pic de recuperació a principis d'octubre a una fondària de 20,68 m. Per últim, s'observa el descens continuat del nivell fins a finals d'any a una fondària de 22,36 m que correspon a un descens de 1,68 m, del mateix ordre que el observat al sensor D-3 (EMOL-2).

Així, la tendència de l'oscil·lació piezomètrica d'aquest any 2022 és d'un descens del nivell, tal com mostra la línia de tendència de la Fig. 4.21, de manera que els episodis de recàrrega, en un any de precipitació inferior a la mitjana, no han estat suficients per compensar l'extracció d'aquesta zona. La pèrdua de nivell, des de principis fins a finals d'any, és d'una mica més de 2 m.

Aquest rang d'oscil·lació anual és inferior al mesurat al sensor D-3 de la zona de Sant Roc, que és de 2,85 m. De totes maneres, l'oscil·lació entre el

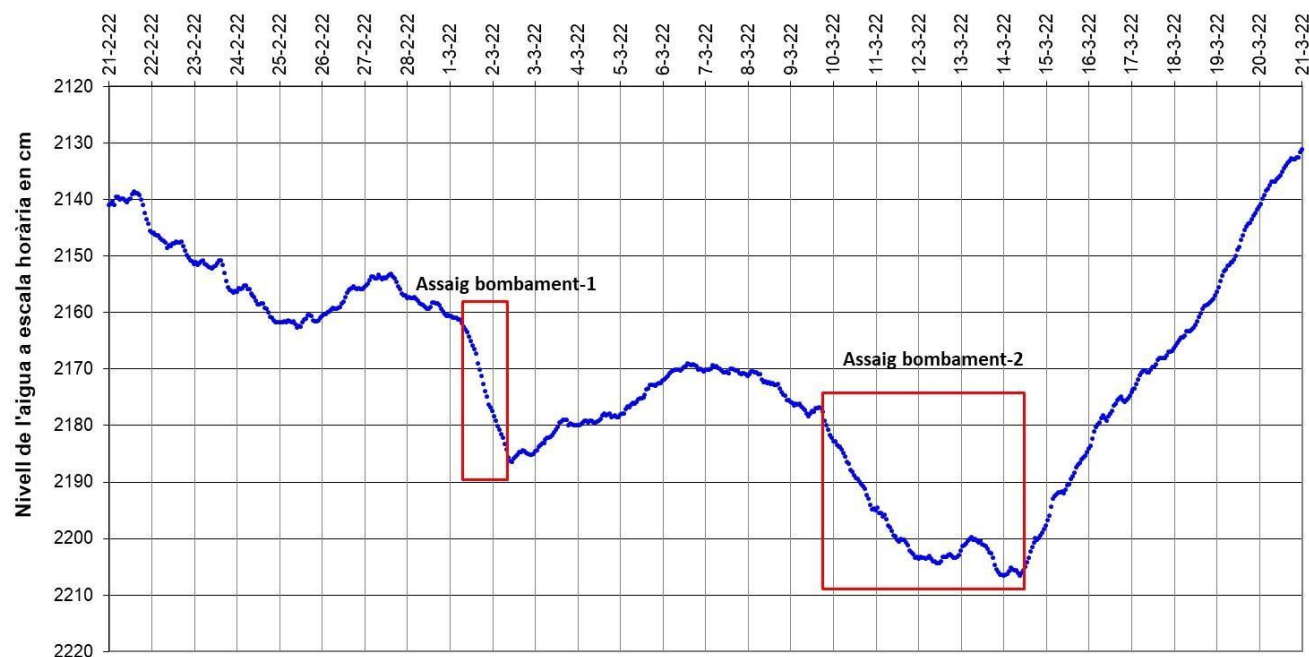


Fig. 4. 22. Oscil·lació del nivell de l'aigua respecte al terra al sensor D-9 - P1-Olot-Meats, del 21/2/2022 al 21/3/2022, amb indicació dels dos assaigs fets.

nivell més alt de l'any i el més baix, en aquest punt del sensor D-9 va ser en el 2022 de 2,6 m, mentre que en el sensor D-1 de la vall d'en Bas

fou de 4,85 m i el del sensor D-3 de Sant Roc de 4,22 m, per tant molt superiors. Així, l'oscil·lació del nivell és similar als altres sensors però de menor amplitud.

Per visualitzar l'oscil·lació piezomètrica d'aquest any 2022 en el context dels darrers anys, s'han representat (Fig. 4.23) els valors diaris de nivell, des de l'any 2019 fins al 2022, juntament amb les dades de recàrrega diària de l'estació Vall d'en Bas, amb una reserva útil d'aigua de 30 mm. Els quatre anys de registre són pocs per poder treure conclusions definitives, però, en conjunt, les dades d'aquest sensor D-9 situat al

piezòmetre d'Olot-Meats, reflecteixen que l'aqüífer d'aquesta zona és sensible i es recupera en els episodis de recàrrega, però les diferències exposades respecte als altres sensors semblen indicar que no segueix exactament el mateix patró definit a la Vall d'en Bas i que continua a la zona de Sant Roc del Pla d'Olot, que segueix el curs del riu Fluvià. Aquestes diferències poden ser degudes a que la zona de recàrrega en aquest cas està lligada a la conca i el traçat de la riera de

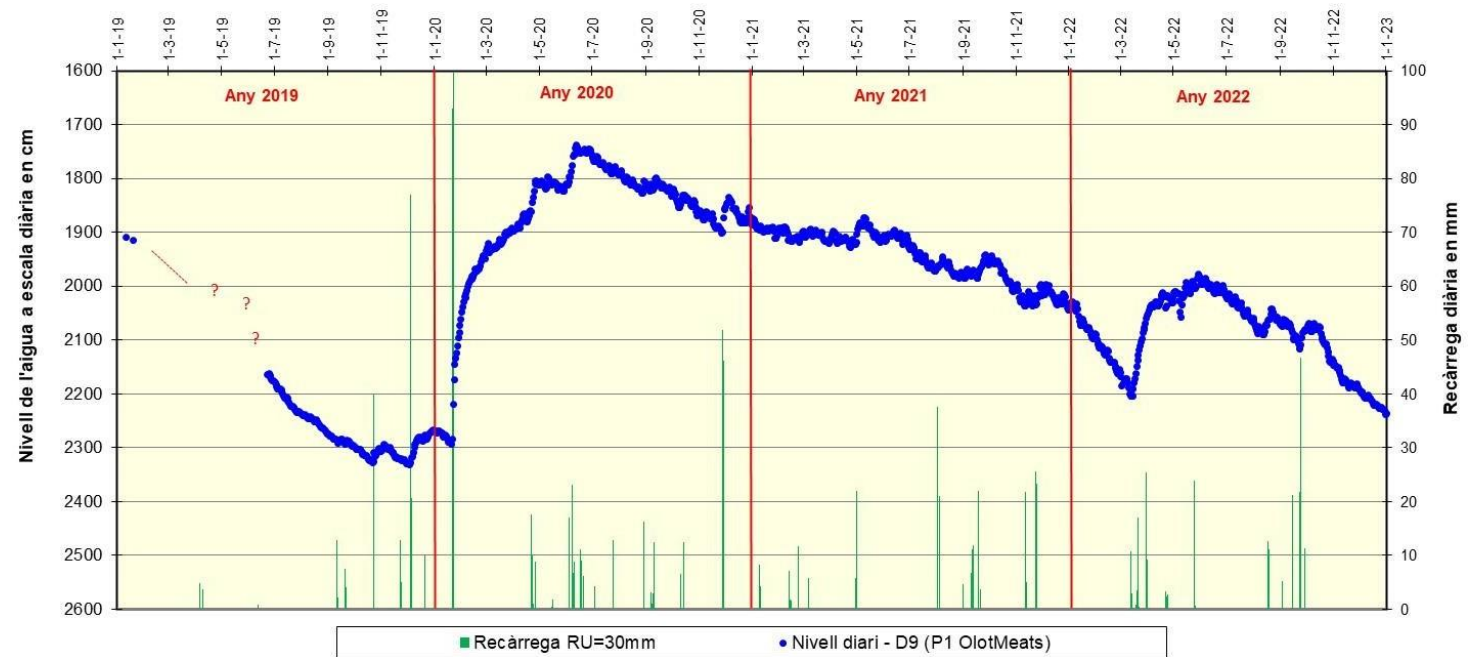


Fig. 4. 23. Variació dels nivells mesurats a escala diària, mitjana de les dades horàries, en el limnigraf D-9 – P-1 Olot-Meats al Pla d'Olot, dels anys 2019 al 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l'estació Vall d'en Bas.

Riudaura de la que de moment no sabem si les precipitacions van ser de diferent quantia, ni si la morfologia de la conca i els trets geològics d'aquesta zona fan que es justifiquin aquests canvis observats. També cal considerar que en aquesta zona del Pla de Baix la demanda és més constant al llarg de tot l'any perquè sobre tot és de tipus industrial. Aquesta diferència en la demanda també podria comportar canvis en l'evolució de la piezometria. Caldrà observar el comportament del nivell piezomètric en un període més llarg per esbrinar-ho i tenir present les noves demandes que s'han produït amb el pou de NOEL-Olot.

-Dades de temperatura de l'aigua

Les temperatures mitjanes d'aquest any 2022 (Fig. 4.24) presenten una oscil·lació entre els 14,94°C i els 15,18°C, per tant una variació molt petita d'uns 0,24°C, amb una mitjana de 14,99°C. Les temperatures mesurades aquest any són inferiors a les de l'any passat. S'observa com la temperatura ha anat descendint fins la recàrrega de primavera i setembre en que assoleix el màxim, per a continuació tornar a descendir fins a finals d'any. El més rellevant és que aquest any es tornen a donar uns petits pics d'increment de la temperatura que es comprova que corresponen a cadascun dels episodis de recàrrega, els increments més alts es donen a l'estiu (Fig. 4.24).

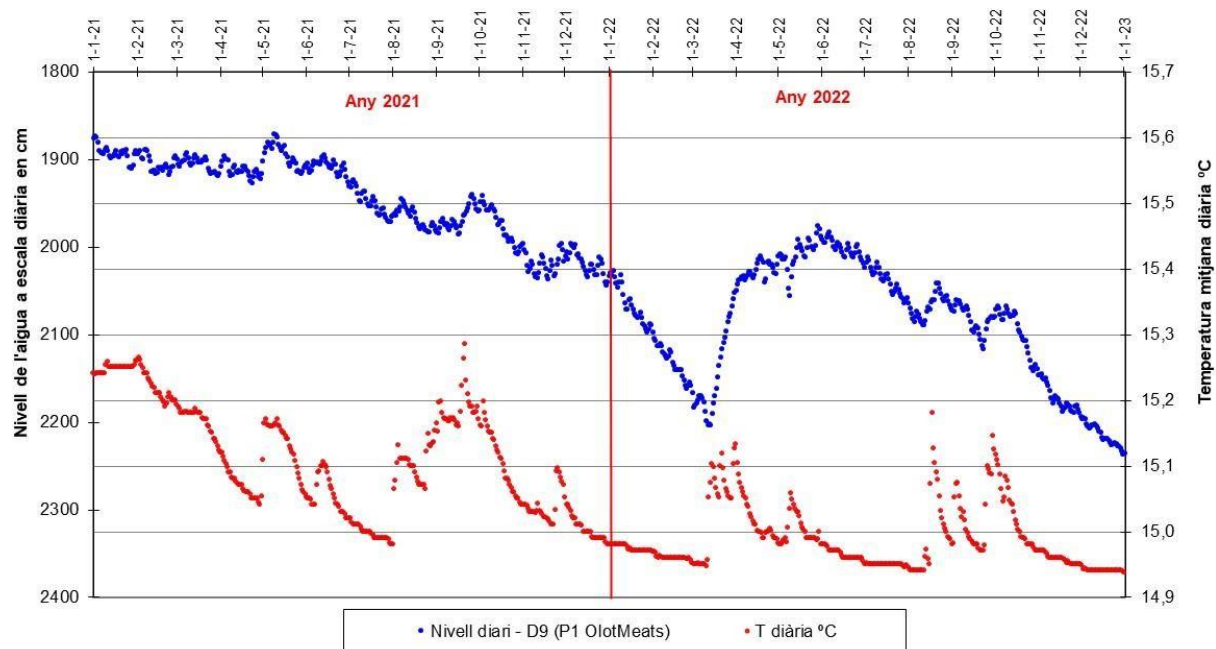


Fig. 4. 24. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el Limnigraf D-9 – P-1 Olot-Meats, anys 2021 i 2022.

4.6. Limnigraf D-11: Planotes (371180005)

Aquest sensor s’ha instal·lat aquest any 2022, el dia 16 d’abril. Està situat en un pou d’uns 59 m de fondària, construït l’any 1973, per abastar d’aigua a una part de la població d’Olot, però que es va deixar d’utilitzar. Actualment està a disposició de les necessitats d’aigua d’uns horts propers, en unes hores de funcionament estipulades. Segons una columna antiga, aquest punt travessa dos trams al·luvials del sistema aqüífer, un en uns nivells de sorres i graves situats entre 13,4 i 17m de fondària i l’altre entre 54,5 i 58 m, aquest darrer sota una colada de lava procedent del Pla d’Olot.

FITXA LIMNÍGRAF		Sensor: D - 11			
Tipus de sonda= LEVELSCOUT		Planotes-Olot			
Localització = Carre La Faja - Les Planotes		Coordenades (ETRS89)			
nº inventari pou= 371180005	Codi ACA= 17114-0080	UTM_X	UTM_Y		
Toponímia= Pou urbanització Les Planotes		455624	4670412		
Data inici = 16-4-22 18:00					
Mesures de camp dels dies de lectura del Diver					
Data	Hora	Nivell des de la referència (m)	Alçada referència (m)	Nivell des del terra (m)	Nivell piezomètric (m)
13/4/2022	10:00	14,25	0	14,25	426,75
16/4/2022	17:30	14,20	0	14,2	426,80
28/4/2022	13:00	13,82	0	13,82	427,18
1/5/2022	11:18	13,83	0	13,83	427,17
30/5/2022	14:29	13,58	0	13,58	427,42
06/09/2022	13:25	15,08	0	15,08	425,92
02/01/2023	12:30	17,55	0	17,55	423,45

Fig. 4. 25. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnigraf D-11 – Planotes, al Pla d’Olot.

A la Fig. 4.25 es reproduïx la fitxa d’aquest limnigraf, utilitzada per a fer el seguiment de les lectures del sensor, on es recullen les característiques del sensor i de la seva ubicació, així com les mesures manuals realitzades del nivell de l’aigua al llarg d’aquest any.

-Dades del nivell de l’aigua de l’any 2022

En primer lloc, es presenta una mostra de la fluctuació del nivell piezomètric al llarg d’una setmana, a partir de les mesures horàries (Fig. 4.26), per tenir una primera visió del seu funcionament, en tractar-se del primer any de mesures d’aquest punt. Com a exemple s’ha escollit la setmana del 11 al 18 de juliol de 2022 en la que no hi ha precipitacions. S’observa (Fig. 4.26) una oscil·lació del nivell a escala diària, amb dos cons de depressió, un que comença a les 7h del matí fins a les 10h i l’altre que comença a les 18h fins a les 21h, que corresponen als dos

períodes de reg autoritzat i comporten un descens dinàmic de més d'1,6 m cadascun (Fig. 26). Malgrat aquests períodes d'ús del pou, el nivell es recupera ràpid i manté en gran part del dia un nivell estabilitzat que es pot considerar com a nivell estàtic. En tractar-se d'un ús per a reg d'horta, amb uns períodes d'utilització regulats, serà possible extreure la informació relativa a l'oscil·lació piezomètrica regional.

Per tenir una visió de l'evolució general de l'oscil·lació piezomètrica al llarg de l'any,

s'han passat les observacions horàries a valors diaris.

En aquest cas, per evitar les oscil·lacions diàries

observades (Fig. 4.26), s'ha escollit a nivell diari el valor

de nivell de menor fondària, que representa el nivell més alt d'aquell dia. Aquests valors de nivell de l'aigua a escala diària es presenten a la Fig. 4.27 juntament amb les dades de recàrrega diària de l'estació Vall d'en Bas, amb una reserva útil d'aigua de 30 mm.

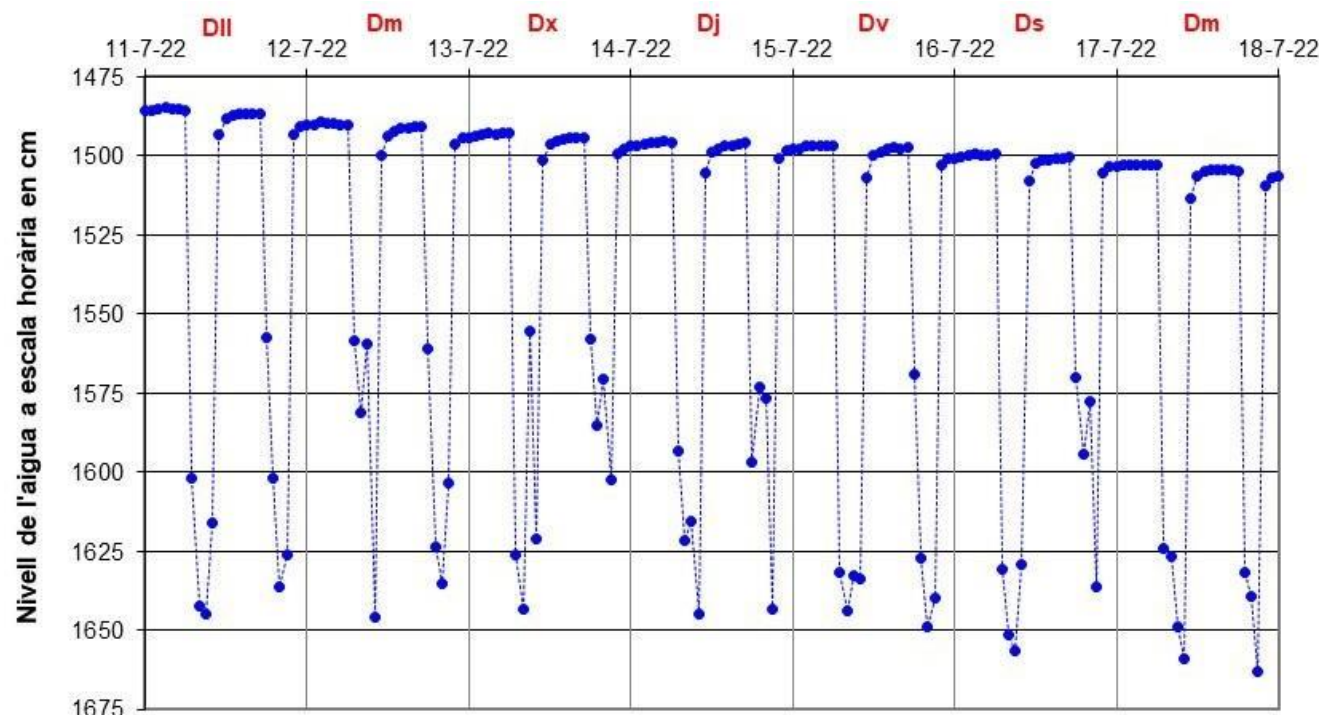


Fig. 4. 26. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnígraf D-11 - Planotes, a la setmana del 11 al 18 de juliol de 2022.

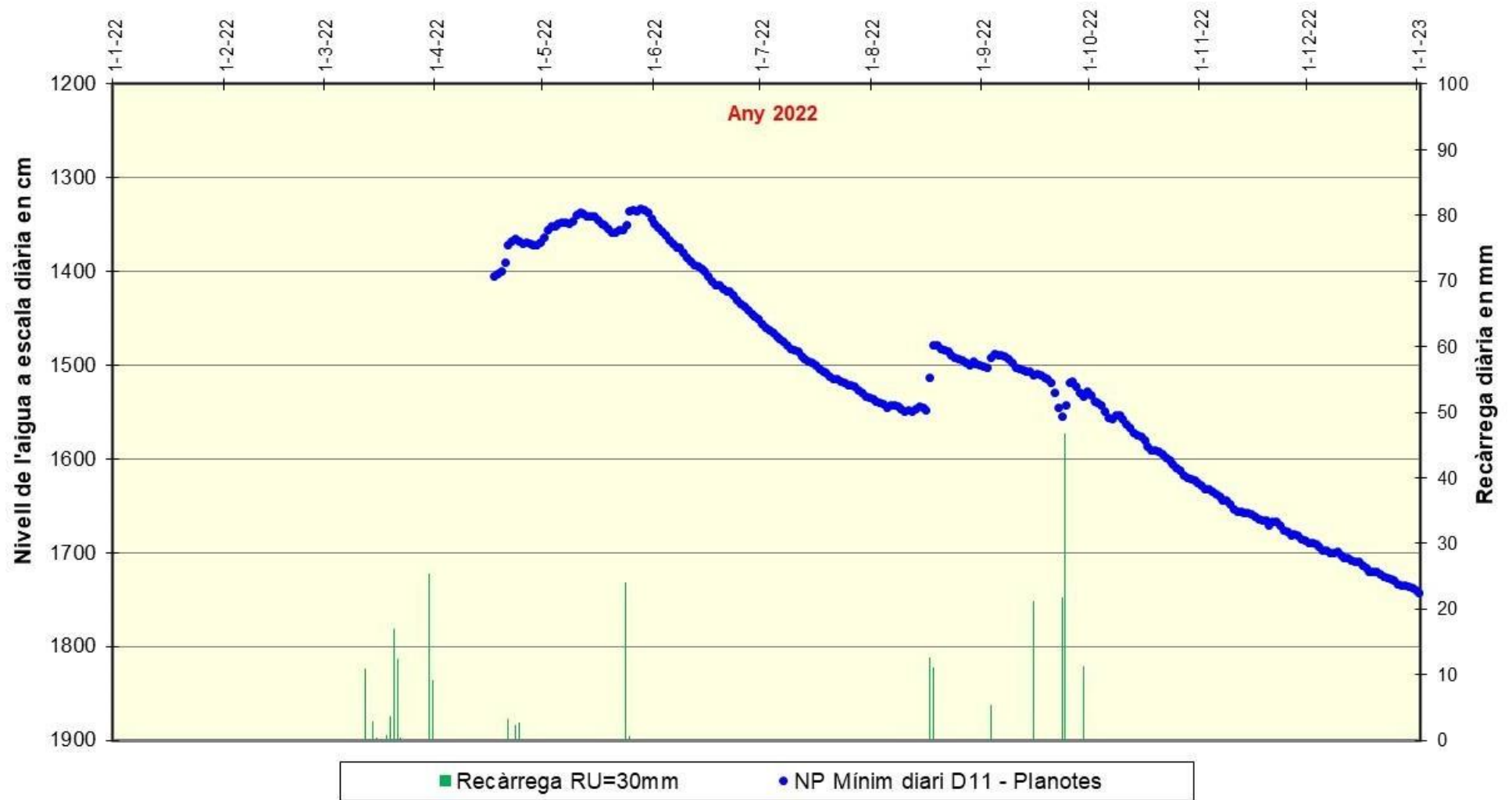


Fig. 4. 27. Variació dels nivells mesurats a escala diària, nivell més alt de les dades horàries, en el limnigraf D-11 – Planotes, de l’any 2021 i 2022 i recàrrega diària amb una RU de 30 mm, de l’estació Vall d’en Bas.

Les dades disponibles, des del mes d'abril d'aquest any 2022, comencen quan el nivell piezomètric ja estava pujant degut a la recàrrega iniciada al mes de març. S'observa el final de l'ascens amb alguns petits pics que marquen moments de recàrrega i el darrer que dona el valor màxim assolit, que correspon al 28 de maig, a una fondària de 13,33 m respecte al terra. A partir d'aquest pic el nivell comença un descens continu fins a mitjans d'agost, en que s'assoleix una fondària de 15,47 m, que representa un descens de 2,14 m. L'inici d'un nou període de recàrrega a mitjans d'agost, comporta un petit ascens del nivell, d'uns 0,7 m, de manera que el nivell és situa a 14,77 m de fondària. A partir d'aquest nivell, malgrat que alguns episodis de precipitació donen petites ondulacions del nivell, aquest va descendint fins a final d'any, quan assoleix una fondària de 17,4 m i des del valor de nivell més alt del mes d'agost, el descens és de 2,63 m.

La tendència general de descens del nivell piezomètric que s'observa, des del màxim del mes de maig, és similar, a grans trets, a la dels altres sensors, sobre tot amb les dades observades al sensor del piezòmetre d'Olot-Meats, però amb una major oscil·lació. Així, en aquest sensor D-11 de les Planotes, s'ha mesurat una oscil·lació des del màxim del mes de maig fins a final d'any de 4,07 m, mentre que al sensor D-9 (Olot-Meat) és de 2,6 m. Amb les dades disponibles solament d'aquest 9 mesos, es difícil saber si el major descens es atribuïble a una menor recàrrega d'aquesta zona situada a la conca de la riera de Riudaura. La zona del Pla de Baix està situada entre la zona d'influència de la riera de Riudaura i també del Fluvià, per això, malgrat tenir majors extraccions, una major recàrrega pot comportar que el descens del nivell no sigui tan pronunciat. Caldrà esperar a tenir més dades per poder interpretar millor el funcionament d'aquestes dues zones relativament properes.

-Dades de temperatura de l'aigua

D'aquest sensor D-11, també s'obtenen dades de temperatures horàries, a partir de les quals es calculen les mitjanes diàries, representades a la Fig. 4.28. S'observa que l'oscil·lació de les temperatures mitjanes d'aquest any 2022 varien, entre una màxima de 17,0°C i una mínima de 16,0°C, per tant una variació d'aproximadament 1°C, amb una mitjana de 16,5°C. En l'inici de l'observació al mes d'abril, es dona un descens progressiu de la temperatura amb algunes oscil·lacions, de dels 16,9 °C, fins el valor més baix de 16°C a finals de juliol. A continuació, es dona

un ascens continuat amb petites oscil·lacions fins a finals d'any en que assoleix el valor màxim de 17°C, que es pot atribuir a l'efecte de la manca de recàrrega. A nivell horari s'observa una petita oscil·lació de dos o tres dècimes de grau, que s'atribueix a l'efecte d'utilitzar l'aigua d'aquest pou, així, quan es posa la bomba en funcionament escalfa lleugerament l'aigua. Les oscil·lacions a nivell diari, algunes corresponen a moments puntuals de recàrrega.

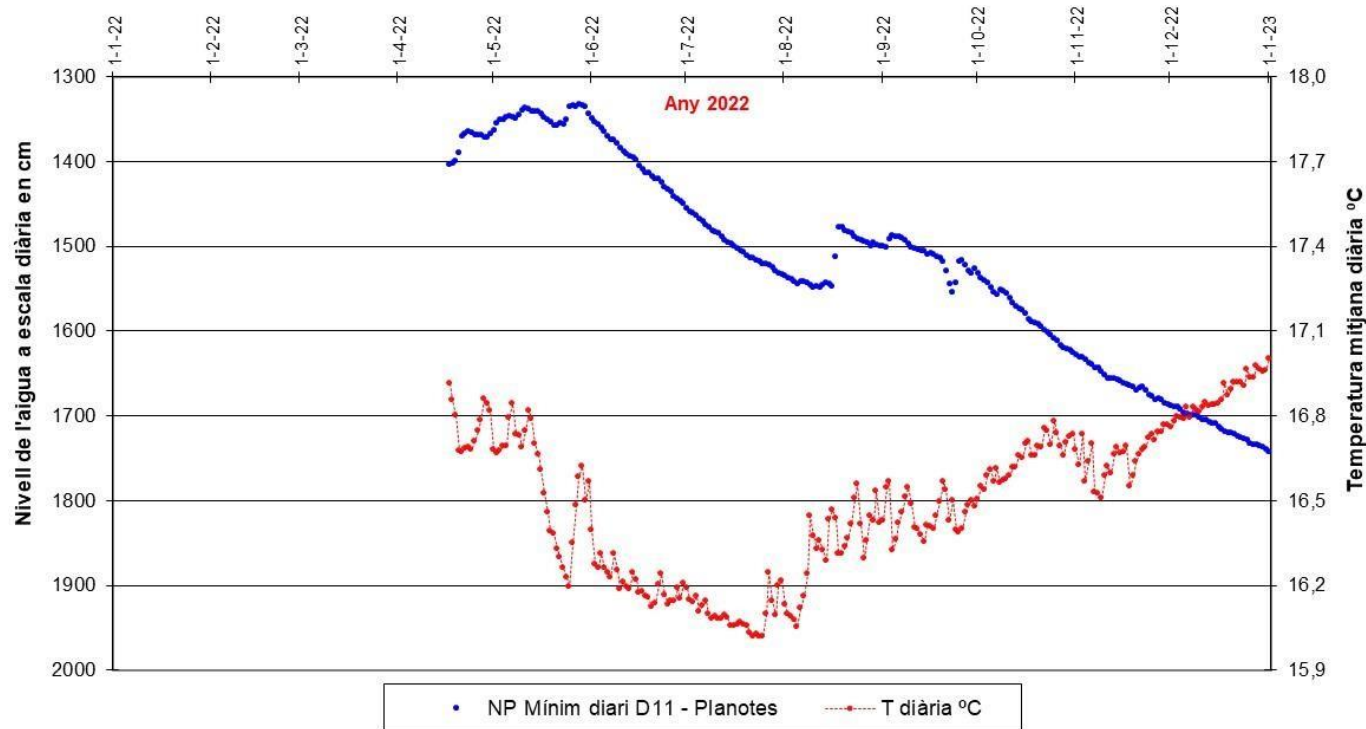


Fig. 4. 28. Variació dels nivells i les temperatures mesurats a escala diària en el Limnigraf D-11 – Planotes, any 2022.

4.7. Limnigraf D-10: Roquer (381150200)

Aquest sensor està situat en un pou d'uns 30 m de fondària, construït l'any 1985, per abastar d'aigua a la urbanització Mas Roquer de la vall de Bianya. Posteriorment es va cedir a l'Ajuntament de la Vall de Bianya i actualment no s'utilitza, però es podria fer servir en cas de necessitat. Aquest punt controla l'aqüífer situat en uns nivells de sorres i graves situats entre 17 i 27 m de fondària, sota una colada de lava procedent del Pla d'Olot, segurament del volcà la Garrinada.

A la Fig. 4.29 es reproduïx la fitxa d'aquest limnigraf, utilitzada per a fer el seguiment de les lectures, des de l'inici l'1 d'abril de 2021, fins l'actualitat. S'hi poden observar les característiques d'ubicació del sensor LevelScout i les mesures manuals realitzades del nivell de l'aigua.

-Dades del nivell de l'aigua de l'any 2022

Es torna a presentar una mostra de la fluctuació del nivell piezomètric al llarg d'una setmana, a partir de les mesures horàries (Fig. 4.30), per comprovar la tipologia de la demanda d'aigua d'aquesta zona. Com a exemple s'ha escollit la setmana del 21 al 28 de febrer de 2022 en la que no hi ha precipitacions.

FITXA LIMNÍGRAF		Sensor: D - 10			
Tipus de sonda= LEVELSCOUT		Roquer-Bianya			
Localització = Carrer de Santa Anna		Coordenades (ETRS89)			
nº inventari pou= 381150200		UTM_X	UTM_Y		
Toponímia= Pou urbanització Mas Roquer		457284	4673365		
Profunditat (m)= 30		Cota (m) = 355,5			
Data inici = 1-4-21 12:00					
Mesures de camp dels dies de lectura del Diver					
Data	Hora	Nivell des de la referència (m)	Alçada referència (m)	Nivell des del terra (m)	Nivell piezomètric (m)
31/3/2021	18:15	13,00	0	13	342,50
1/4/2021	11:53	13,14	0	13,14	342,36
14/7/2021	14:00	13,94	0	13,94	341,56
30/11/2021	10:50	13,44	0	13,44	342,06
12/1/2022	10:46	13,78	0	13,78	341,72
30/05/2022	13:24	13,30	0	13,3	342,20
6/9/2022	12:02	13,84	0	13,84	341,66
2/1/2023	09:42	13,13	0	13,13	342,37

Fig. 4. 29. Fitxa de seguiment de les lectures de nivell del limnigraf D-10 – Roquer, vall de Bianya.

S'observa (Fig. 4.30) una oscil·lació del nivell a escala diària que comporta un descens d'entre 0,40 a 0,60 m, amb dos o tres cons de depressió, un que comença a les 6h del matí fins a les 7 o 8h i l'altre que comença a les 10h fins a les 13 o 14h, ocasionalment s'observa una altra con de les 14h a les 16h. En general, el segon comporta un descens més gran (Fig. 4,30). Aquesta situació es dona de dilluns a divendres, mentre que el cap de setmana hi ha diferències en el descens dels cons, s'observen oscil·lacions menors, i en els horaris. Aquesta extracció més important que genera el descens de nivell més pronunciat i continu sembla està lligada a una demanda de tipus industrial, que atura la seva activitat el cap de setmana.

La relació que es va establint al llarg de l'any entre els episodis de recàrrega, la demanda d'aigua per als diferents usos i el flux del propi

aquífer, es podrà seguir en l'observació de la tendència general de l'oscil·lació.

Així, per visualitzar la tendència general de l'oscil·lació al llarg de l'any, s'han passat les observacions horàries a valors diaris. En aquest cas, per evitar les oscil·lacions diàries observades (Fig. 4.30), s'ha escollit a nivell diari el valor de nivell de menor fondària, que representa el nivell més alt d'aquell dia. Aquests valors de nivell de l'aigua a escala diària es presenten a la Fig. 4.31 juntament amb les precipitacions, també a escala diària, en aquest cas de l'estació La Vall de Bianya, perquè les precipitacions tenen una distribució diferent que en la Vall d'en Bas i Olot.

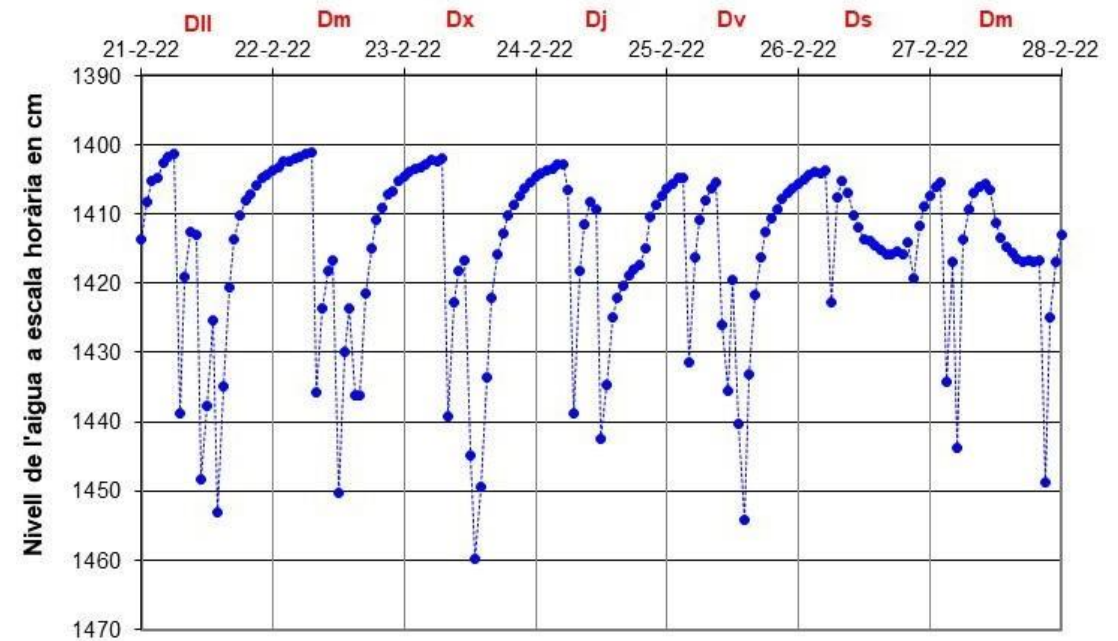


Fig. 4. 30. Variació dels nivells mesurats a escala horària en el limnògraf D-10 Roquer, a la setmana del 21 al 28 de febrer de 2022.

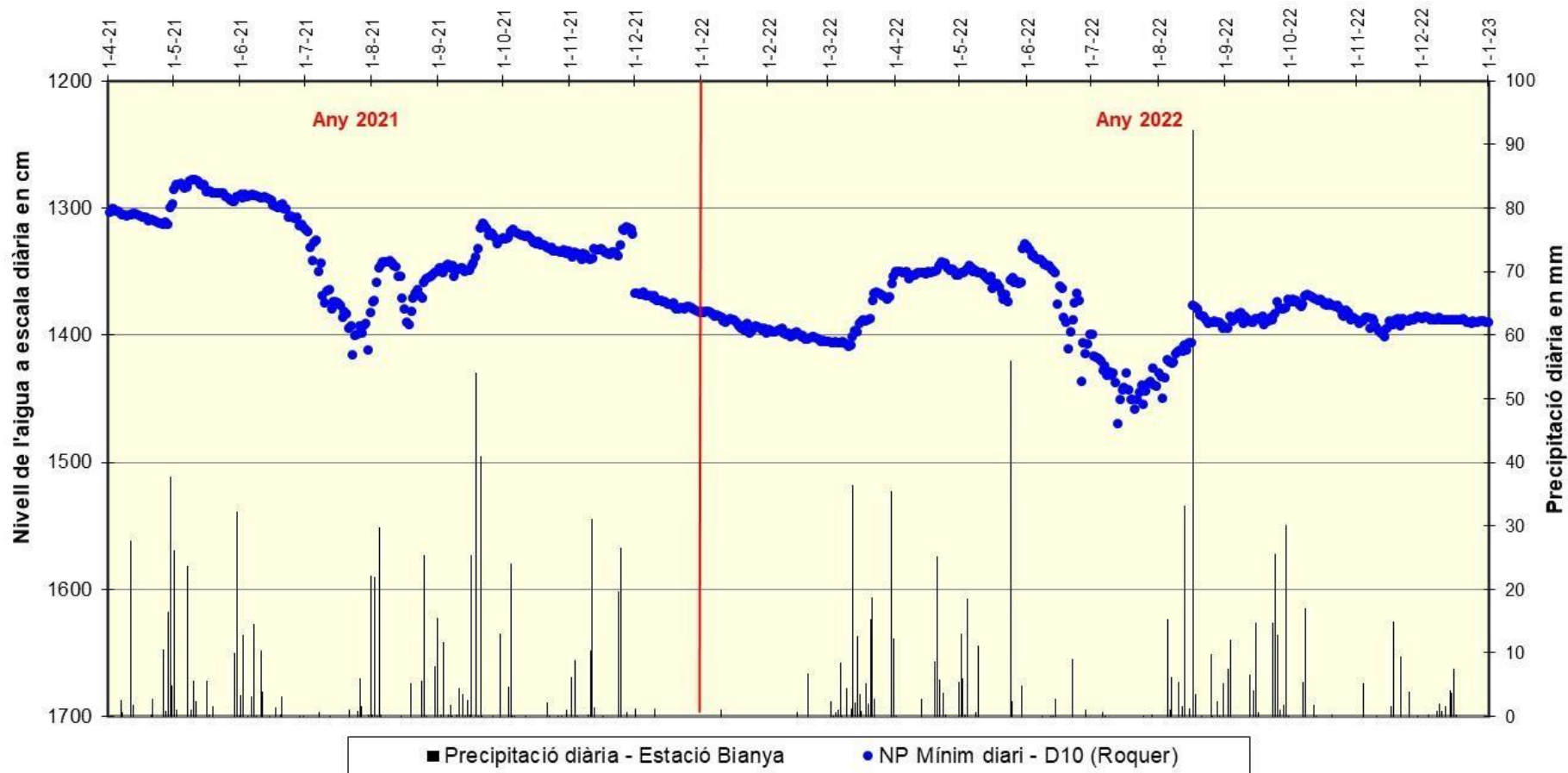


Fig. 4. 31. Variació dels nivells mesurats a escala diària, nivell mínim diari, en el limnigraf D-10 – Roquer a la vall de Bianya, als anys 2021 i 2022, i precipitació diària de l'estació La Vall de Bianya.

Les dades d'aquest any 2022 a nivell diari reflecteixen una tendència general d'oscil·lacions del nivell piezomètric, a grans trets, similars a les dels altres sensors, però amb una amplitud molt menor i unes diferències que estan influenciades per la diferent distribució de la precipitació a la Vall de Bianya en relació a Olot o la Vall d'en Bas i pel règim d'extraccions (Fig. 4.31).

Igual que en les altres zones, s'observa un lleuger descens del nivell des de començaments del desembre del 2021 fins l'inici de la recàrrega a mitjans del mes de març del 2022, però solament d'uns 0,4 m, molt menor que la zona de la vall d'en Bas que, en aquest mateix període presenta un descens d'uns 2 m. La recàrrega de les precipitacions de la primavera dona lloc a una pujada del nivell amb dos màxims, un a finals d'abril i l'altre, més alt, a finals de maig, a una fondària al voltant dels 13,3 m, la més alta de l'any, que representant un ascens total de 0,8 m. La manca de precipitacions de començament de l'estiu i una suposada major demanda agrícola comporten un descens ràpid del nivell, de manera que s'assoleix un valor mínim a la segona quinzena del mes de juliol, a una fondària d'uns 14,7 m, el nivell més baix de l'any, el que representa un descens total d'1,4 m. Les precipitacions del mes d'agost i setembre, donen lloc a un ascens progressiu del nivell, primer més ràpid i després més suau amb oscil·lacions, fins arribar al valor més alts a principis d'octubre, a una fondària de 13,7 m, el que correspon a una recuperació d'1 m del nivell de l'aqüífer. Finalment, el nivell descendeix suaument amb algunes petites oscil·lacions i arriba a finals d'any amb un valor més o menys estabilitzat al voltant dels 13,9 m.

Si comparem aquest any 2022 amb l'any 2021 (Fig. 4.31), s'observa que en els mesos d'estiu que no hi ha recàrrega per precipitacions, el nivell presenta un descens accentuat, però que quan es donen noves precipitacions el nivell es recupera. Ara bé, tot i que les fluctuacions del nivell tenen un rang inferior al de la Vall d'en Bas, també es posa en evidència que en aquests dos darrers anys, amb precipitacions inferiors a la mitjana, el nivell presenta una tendència al descens que, des de l'inici del 2021 al final del 2022, és d'1 m.

Així, de moment amb el registre d'aquests gairebé dos anys, s'observa que l'aqüífer de la vall de Bianya té una oscil·lació menor que el seu equivalent a la zona del Pla de Baix, al nord de ciutat d'Olot. Ara bé, les precipitacions d'aquest any 2022 han estat semblants entre les dues

zones, una mica superiors a Olot, per exemple, els mesos d'agost i setembre han estat més plujosos a l'estació automàtica d'Olot, que a la vall de Bianya. Les diferències també poden estar relacionades amb la demanda d'aigua, segurament més gran al polígon del Pla de Baix que al vall de Bianya. Si s'observa el descens pronunciat del mesos d'estiu, que possiblement indiquin una major extracció d'aigua, potser per a reg agrícola. Totes aquestes conjectures caldrà anar confirmant-les quan es disposi d'un registre més gran de dades.

-Dades de temperatura de l'aigua

Les temperatures mitjanes diàries, calculades a partir de les temperatures horàries, d'aquest any 2022 (Fig. 4.32) presenten una oscil·lació entre els 14,94°C i els 15,49°C, per tant una variació petita d'uns 0,56°C, amb una mitjana de 15,22°C, molt similar a la de l'any passat. Cal destacar el pic en el que s'assoleix la temperatura màxima (15,49°C) que es dona quan hi ha uns episodis de precipitació de més de 50 mm en un dia i possiblement pogués entrar aigua directament al pou i comportes aquest ascens puntual de la temperatura. També s'observa un pic de temperatura mínima uns tres dies abans del de la

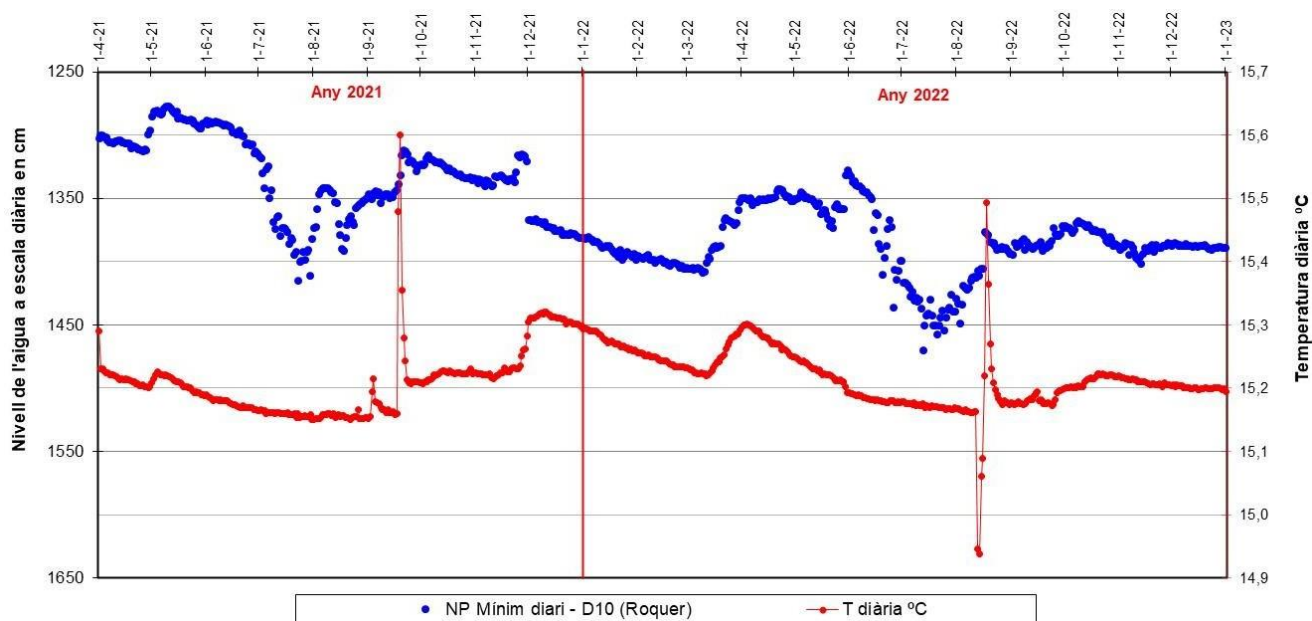


Fig. 4. 32. Variació dels nivells i les temperatures a escala diària en el Limnigraf D-10 – Roquer a la vall de Bianya, als anys 2021 i 2022.

màxima, coincidint també amb episodis de precipitació. La tendència general de la temperatura segueix l'oscil·lació del nivell, de manera que quan hi ha recàrrega la temperatura ascendeix igual que el nivell i, per contra, quan el nivell descendeix també ho fa la temperatura.

5. Valoració dels resultats a nivell d'aqüífers

Per a la valoració de l'evolució dels nivells de les aigües subterrànies d'acord amb els aqüífers, s'han passat els valors de profunditat de l'aigua respecte al terra, del seguiment dels diferents sensors, a valors del nivell piezomètric (NP), d'acord amb la cota de cadascun dels punts. Les cotes revisades que s'han utilitzat per a cadascun dels sensors són: D-1: 463,6 m, D-2 i D-3: 450 m, D-4: 465 m, D-5: 430,5 m, D-8: 421,5 m, D-9: 421,6 m, D-10: 355,5 m i D-11: 441 m.

Seguidament es presenten de manera conjunta els resultats del control del període 2008 fins al 2022, per a cadascun dels nivells aqüífers. Tal com s'ha comentat en l'exposició de les dades dels sensors, cadascun d'ells és representatiu d'un nivell determinat d'un aqüífer. Els aqüífers i nivells controlats són: de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas, el nivell superficial en el punt D-4 i el profund en el D-1; de l'aqüífer fluviovolcànic del Pla d'Olot, el nivell intermedi en el punt D-2, D-9 i D-11 (en anys anteriors s'havien utilitzat el D-5 i D-8) i el profund en el D-3; de l'aqüífer fluviovolcànic de la Vall de Bianya, el nivell intermedi en el punt D-10.

5.1. Aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas

De l'inici d'aquest any 2022 no es tenen dades del sensor D-4, perquè es va haver de canviar la bateria, tal com s'ha comentat en la descripció de les dades. Amb totes les dades disponibles s'ha actualitzat la gràfica (Fig. 5.1) que representa els valors del NP dels limnífers dels punts D-1 Torre Curós (de color blau) i del D-4 Estany d'en Mira (de color granat). En els període que hi ha mesures dels dos punts, del 2008 al 2013 i més recentment de finals del 2016 fins aquest any 2022 (excepte els dos primers mesos del 2022), s'observa com les dues gràfiques continuen essent pràcticament idèntiques pel que respecte a la seva oscil·lació, el que ens indica que la resposta als períodes de recàrrega i a les extraccions dels dos nivells aqüífers és la mateixa, tot i que, l'amplitud de l'oscil·lació no és exactament igual.

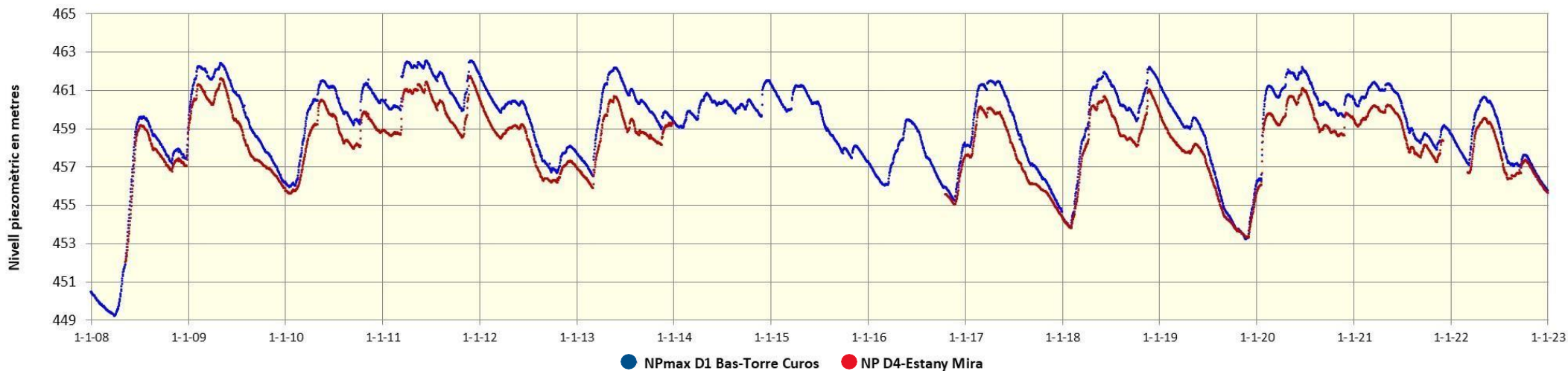


Fig. 5. 2. Comparació dels nivells piezomètrics (NP) a escala diària, dels punts D-1 i D-4 de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas, en el període 2008 al 2022.

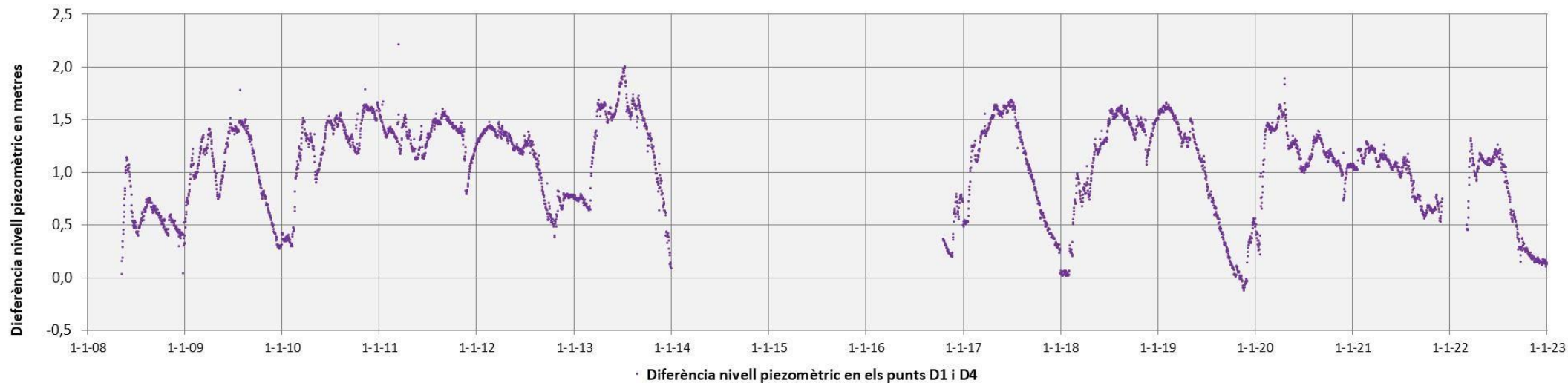


Fig. 5. 1. Diferència dels nivells piezomètrics (NP) a escala diària, dels punts D-1 i D-4 de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas, en el període 2008 al 2022.

El comportament de l'aqüífer al·luvial de la Vall d'en Bas, d'aquest any 2022, és similar al de l'any passat, tots dos anys han tingut una precipitació una mica inferior a la mitjana. La recàrrega de la primavera ha comportat una recuperació en la que s'han assolit els nivells piezomètrics més alts, però inferiors als de l'any passat i sense arribar als nivells més alts registrats en anys anteriors, com per exemple l'any 2011, que es situen més de dos metres més amunt (Fig. 5.1). En aquest any 2022, es torna a observar de nou el descens del NP dels mesos estiuenc, en els que la demanda d'aigua per reg agrícola és més gran. Aquest descens està frenat per les recàrregues del mesos de agost i setembre, però sense comportar un ascens significatiu dels nivells, que de seguida tornen a baixar fins a finals d'any. Per tant, les recàrregues de l'estiu i principis de la tardor no compensen les extraccions d'aquest període, de manera que del nivell alt del mes de maig al més baix de finals d'any hi ha un descens de 4,85 m al nivell profund i 3,9 m al superficial. Es torna a posar en evidència que si la precipitació anual no és molt superior a la mitjana, el NP té una tendència clara al descens, de manera que el balanç anual de l'aqüífer és negatiu (Fig. 5.1).

El NP del nivell superficial (punt D-4), en el període de registre disponible, està per sota del NP del nivell profund (punt D-1), segons les cotes topogràfiques utilitzades, pel D-1: 463,6 m i pel D-4: 465 m. Aquest fet vol dir que la càrrega hidràulica del aqüífer profund és superior a la del superficial, de manera que el flux en aquesta zona va del profund cap al superficial (Fig. 5.1). S'ha continuat la quantificació de la relació entre els nivells piezomètrics del dos nivells aqüífers, a partir de calcular la diferència de valor entre ells i s'ha representat gràficament (Fig. 5.2).

Així, la tendència que s'observa en aquesta gràfica és que, quan l'aqüífer té un nivell alt de càrrega hidràulica, coincidint amb els episodis importants de recàrrega o just a continuació, les diferències entre els dos nivells s'accentuen i es situen a més d'1 m de diferència (Fig. 5.2), aquesta és la situació de la primera part de l'any 2022, fins a finals de juliol. Quan la càrrega hidràulica és menor, si no hi ha recàrrega i augmenta l'extracció d'aigua de l'aqüífer, les diferències es redueixen a valors per sota de 1 m, com en la segona part d'aquest any 2022. Per tant, s'observa que la càrrega hidràulica dels dos nivells aqüífer tendeix a igualar-se en els períodes de nivells baixos. Tal com s'ha exposat en anys anteriors, aquest model es pot explicar pel fet que l'aqüífer superficial presenta un descens més ràpid del nivell en els moments de nivells

alts (períodes de recàrrega importants) que s'interpreta que es degut a la descàrrega que es produeix cap a les aigües superficials (rius, rieres, surgències, ...). Mentre que el profund té un rang més gran de descens perquè inicialment assoleix una càrrega hidràulica més gran, però rep una major extracció quan no hi ha recàrrega, que acaba donant lloc a un major d'oscil·lació (Fig. 5.1).

5.2. Aqüífer fluviovolcànic del Pla d'Olot

A partir d'aquest any 2022, hi ha quatre sensors en funcionament en aquest aqüífer, dos situats al sector sud, a la zona de Sant Roc que segueix el curs del Fluvià com a continuació de la Vall d'en Bas, són els sensors D-2 EMOL-1 i el D-3 EMOL-2. El tercer està ubicat a la zona nord, al Polígon del Pla de Baix, proper al traçat de la riera de Riudaura, és el sensor D-9 Olot-Meats. El quart s'ha instal·lat aquest any al barri de les Planotes al nord-oest del Pla d'Olot, també proper al traçat de la riera de Riudaura (Fig. 2.1). En anys anteriors hi havia hagut el sensor D-5 Molí de les Fonts, ara sense sensor i el D-8 La Guardiola, que el piezòmetre on estava instal·lat va desaparèixer en fer les obres del carrer.

A la gràfica de la Fig. 5.3 es presenta l'evolució dels dos sensors de la zona de Sant Roc, amb les dades afegides d'aquest any 2022. Aquests sensors estan situats en el mateix lloc, en dos pous un al costat de l'altra, per tant, a la mateixa cota topogràfica, a uns 450 m, però a diferent profunditat, de manera que reflecteixen la càrrega hidràulica de dos nivells aqüífers diferents, el sensor D-2, amb color granat, controla el nivell intermedi i el D-3, de color blau, el nivell profund (Fig. 5.3). Les dades d'aquest any 2022 continuen reflectint que el NP del nivell profund (D-3) es situa pel damunt del NP del nivell intermedi (D-2), de la mateixa manera que succeeix a l'aqüífer de la Vall d'en Bas.

Un tret, ja destacat en les memòries anteriors, és que el nivell piezomètric del nivell intermedi (D-2) mostra una resposta plana en períodes de major càrrega hidràulica i en el conjunt dels anys humits, amb solament uns pics puntuals pel damunt del nivell estabilitzat, coincidint amb el moment de recàrregues importants i una oscil·lació més marcada amb descensos que segueixen la tendència del nivell aqüífer profund en els

anys secs, per exemple el 2008, principis de del 2010 i del 2018, i finals del 2019. Aquest any 2022 presenta una resposta plana, amb un progressiu descens des del setembre fins a finals d'any, que indica una disminució de la càrrega hidràulica d'aquest nivell. El comportament del nivell intermedi que reflecteix aquest sensor, s'interpreta, com ja s'ha explicat, com a resultat de l'existència d'un efecte sobreexidor causat per un nivell important de surgències d'aquest nivell aqüífer, que per la ubicació de la zona s'interpreta que són les fonts de Sant Roc.

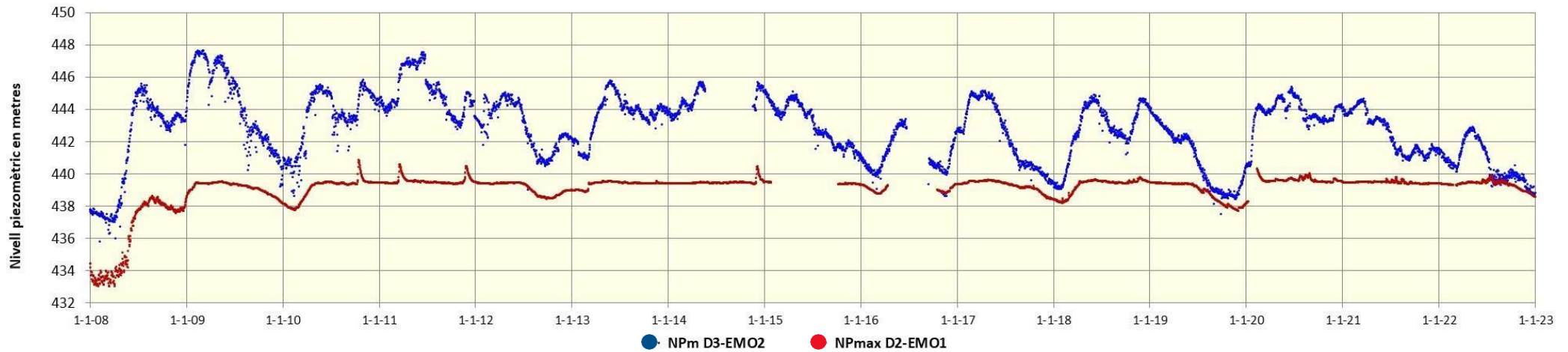


Fig. 5. 3. Comparació dels nivells piezomètrics a escala diària, dels limnífers D-2 i D-3, de l'aqüífer fluviovolcànic del Pla d'Olot, en el període 2008 al 2022.

Aquest any 2022, el nivell profund (D-3) també mostra, una oscil·lació ben marcada pels períodes de recàrrega i extraccions, amb un patró molt semblant al del nivell profund de la vall d'en Bas (D-1), tal com s'observa a la gràfica de la Fig. 5.4, el que pot indicar la continuïtat entre els dos nivells, però amb un menor rang d'amplitud menor en el D-3, segurament per l'efecte de l'extracció continuada dels pous d'abastament d'Olot, que impedeixen la recuperació del seu nivell estàtic. En el conjunt dels anys de registre (Fig. 5.4), s'observa que els nivells alts dels períodes de recàrrega no es recuperen de la mateixa manera que ho fan a l'aqüífer profund de la Vall d'en Bas. Per exemple, els nivells alts dels anys 2009 i 2011, estan pel damunt dels nivells del 2017, 2018 i també dels del 2020, 2021 i 2022. Per a confirmar-ho s'ha dibuixat una línia de tendència

lineal a partir de totes les dades de cada sensor, d'aquest període de 15 anys, del 2008 al 2022. A l'aqüífer profund de la Vall d'en Bas s'observa una tendència lleugerament positiva, mentre que, al nivell profund del Pla d'Olot la tendència és lleugerament negativa, de manera que es confirma la sensació visual de la gràfica esmentada, d'una disminució progressiva de la càrrega hidràulica d'aquest aqüífer.

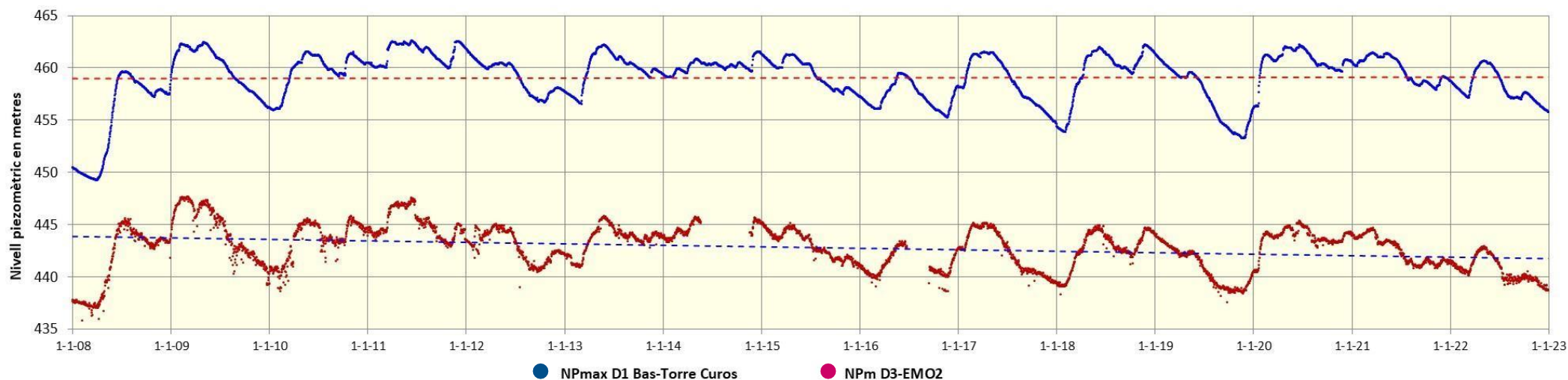


Fig. 5. 4. Comparació dels nivells piezomètrics a escala diària, dels punts dels limnífers D-1 de l'aqüífer al·luvial profund de la Vall d'en Bas i D-3, de l'aqüíferfluviovolcànic profund del Pla d'Olot, en el període 2008 al 2022. Les línies discontinues corresponen a la tendència lineal de les dades de cada aqüífer.

Aquest any 2022 s'ha instal·lat el sensor D-11 (Planotes), de manera que s'incorpora al sensor D-9 (P1-Olot-Meats), instal·lat al 2019 en substitució del sensor D-8 (Guardiola), i comporta que a la zona nord del pla d'Olot hi hagi actualment dos sensors disponibles. Les dades d'aquest any 2022 tornen a evidenciar que els nivells del piezòmetre D-9 estan desconnectats dels nivells del sensor D-8 (Guardiola), situats a uns 700 m de distància i a la mateixa cota (Fig. 5.5). Aquesta diferència de nivell, de més de 10 m, fa pensar en la heterogeneïtat d'aquesta zona, en la que conflueixen diferents fluxos de lava procedents dels volcans Montolivet, Montsacopa i Garrinada, que han deixat diferents nivells de materials al·luvials entre elles, cadascun amb una dinàmica hidrogeològica particular.

L'evolució del NP del sensor D-9 reflecteix una oscil·lació del nivell similar als altres sensors, però de menor amplitud. S'observa, també en aquest any 2022, que l'aqüífer d'aquesta zona del Pla de Baix és sensible i es recupera en els episodis de recàrrega, però no segueix exactament el mateix patró definit a la Vall d'en Bas i que continua a la zona de Sant Roc del Pla d'Olot. Aquestes diferències poden ser degudes a que la zona de recàrrega en aquest cas està lligada a la conca i el traçat de la riera de Riudaura, tal com s'ha comentat i també cal considerar que, en aquesta zona del Pla de Baix, la demanda és més constant al llarg de tot l'any perquè sobre tot és de tipus industrial. Aquesta diferència en la demanda també podria comportar canvis en l'evolució de la piezometria. El sensor D-11 (Planotes) instal·lat aquest any, està situat a una cota de 441 m, uns 20 m més alt que el sensor D-9 (Olot-Meat), de manera que també el NP està més alt (Fig. 5.5). D'aquest sensor, es tenen solament 9 mesos de dades, però sembla que la tendència d'aquesta zona és d'una major oscil·lació del NP que en la zona del Pla de Baix.

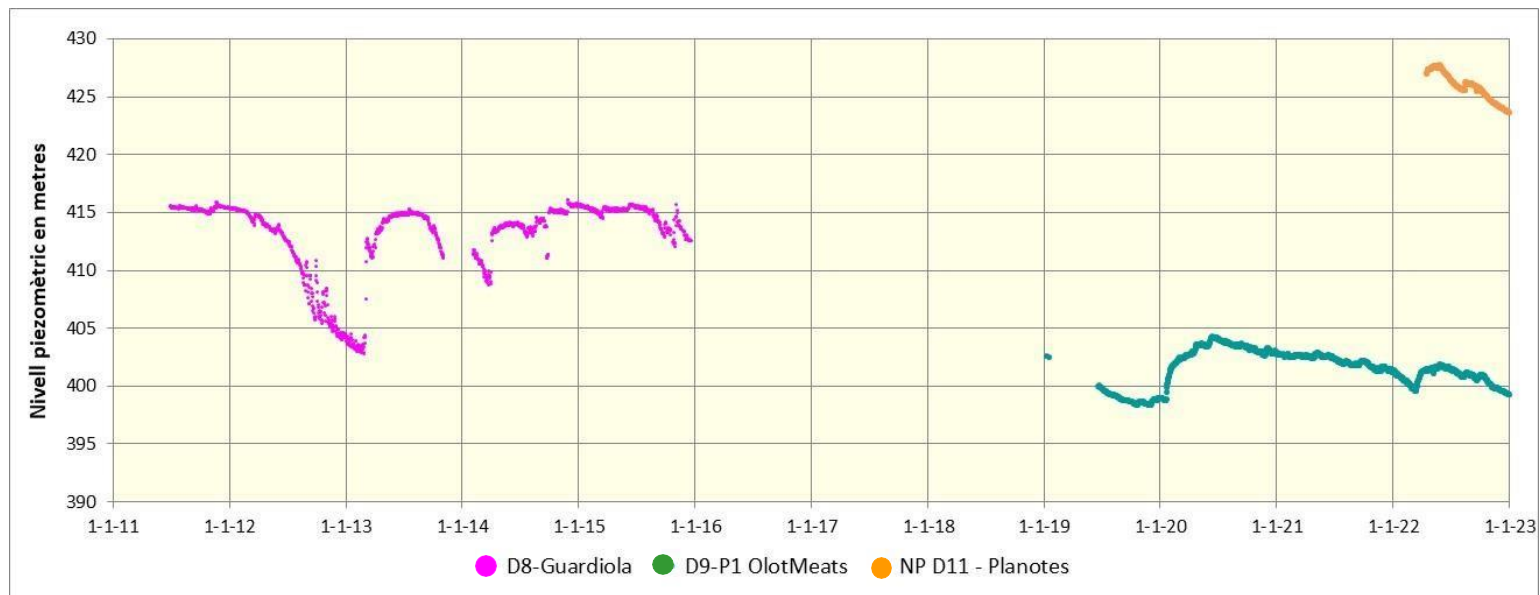


Fig. 5. 5. Comparació dels nivells piezomètrics a escala diària, dels punts dels limnífers D-8 (Guardiola), D-9 (P1 Olot-Meats) i D-11 (Planotes) de l'aqüífer fluvivolcànic del Pla d'Olot, en el període 2011 al 2022.

A la Fig. 5.6 s'han representat, totes les dades dels sensors que han estat funcionant en aquesta zona: D-2 i D-3 a Sant Roc a 450 m d'alçada, D-5 al Molí de les Fonts, 430,5 m i D-8 i D-9 al Pla de Baix, situats a uns 421,5 m, i D-11 a les Planotes a 441 m, registrades des del 2008 fins l'actualitat, per tenir una visió de conjunt del Pla d'Olot. Les seves dades reflecteixen l'adequació del nivell piezomètric a la topografia, a mida que el Pla d'Olot descendeix topogràficament seguint el pendent de la vall del riu Fluvià i de la riera de Riudaura. En els sensors que es situen en nivells intermedis, en general sota una primera colada de lava, s'observa una resposta plana en els anys humits i una oscil·lació amb descensos de nivell en els períodes secs (Fig. 5.6). Aquesta resposta s'interpreta que és la conseqüència de les surgències existents en el Pla d'Olot que actuen de sobreexidors. En el punt D-2 ja s'ha comentat que són les Fonts de Sant Roc, en el punt D-5 aquest efecte sobreexidor es va interpretar que estaria causat per les surgències de la zona de la Deu i la Moixina, mentre que en el cas del punt D-8 podria correspondre a la riera de Riudaura. L'evolució observada de moment del sensor D-9 i D-11, no sembla que estigui influenciada per cap efecte sobreexidor.



Fig. 5. 6. Comparació dels nivells piezomètrics a escala diària, dels punts dels limnífgrafs D-2, D-3, D-5, D-8, D-9 i D-11 de l'aqüífer fluviovolcànic del Pla d'Olot, en el període 2008 al 2022.

5.2. Aqüífer al·luvial i fluviovolcànic de la Vall de Bianya

A la vall de Bianya està en funcionament el sensor D-10 a la urbanització del Roquer, que permet tenir una visió de l'evolució del sistema aqüífer d'aquesta vall. Des del punt de vista geològic aquesta vall fou afectada per les colades de lava que lliscaren per la vall del Fluvià i la riera de Riudaura, que van entrar a la vall fins prop de Can Bellvespre. L'obturació que van ocasionar els materials volcànics va donar lloc a un rebliment sedimentari aigües amunt d'aquesta zona amb gruixos de fins uns 50 metres, amb nivells de sorres i graves, però amb gruixos importants de materials fins, tipus llims. Així, aigües amunt de la zona de presència de materials volcànics els pous es situen sobre tot en

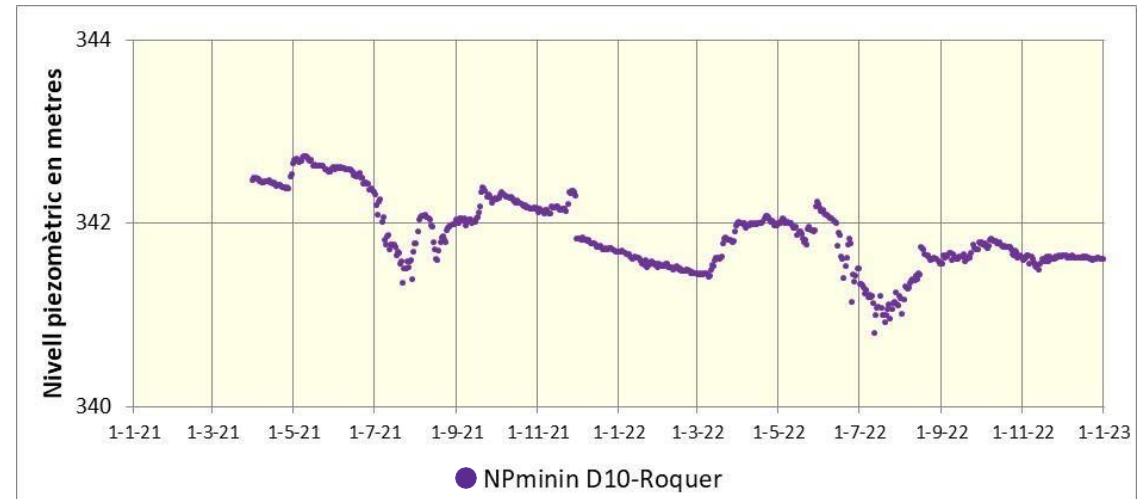


Fig. 5. 7. Evolució del nivell piezomètric a escala diària, del limnògraf D-10 Roquer, a la vall de Bianya, anys 2021-22.

els materials al·luvials sedimentats per l'acció de la riera de Bianya. A partir de Bellvespre es pot considerar part de l'aqüífer fluviovolcànic.

Els nivells observats en els anys 2021 i 2022 (Fig. 5.7), reflecteixen una tendència general de descens del nivell piezomètric, amb unes oscil·lacions, que marquen els principals períodes de recàrrega d'aquests anys, a grans trets, similars a les dels altres sensors, però amb una amplitud d'oscil·lació molt menor. Aquestes diferències poden ser conseqüència tan de la distribució de la precipitació a la Vall de Bianya, en relació a Olot o la Vall d'en Bas, com del règim d'extraccions, no tan exigent com en les altres zones. De tota manera caldrà veure l'evolució en els propers anys per poder fer una interpretació per acurada.

6. Resum i conclusions

Aquest any 2022 s'ha incorporat un nou sensor al seguiment que es realitza del NP. Així, en total s'han utilitzat set sensors de registre automàtic de la mesura del nivell de l'aigua i un sensor de registre automàtic de pressió atmosfèrica. S'han obtingut dades complertes de tot l'any i amb un funcionament correcte dels punts corresponen als limnífgrafs següents: D-1 (Torre Curós), D-2 (EMOL-1), D-3 (EMOL-2), D-9 (P1 Olot-Meats) i D-10 (Roquer). Del sensor D-4 (Estany d'en Mira) manquen les dades de gener i febrer degut a que es va canviar la bateria i del sensor D-11 (Planotes) es tenen dades a partir de la seva instal·lació el 16 d'abril de 2022.

La precipitació total acumulada de l'any 2022 ha tornat a ser lleugerament inferior a la mitjana, amb 789,8 mm, a l'estació del Parc nou d'Olot, que té una mitjana, del període 1990-2022, de 944,9 mm. Els períodes de recàrregues més abundants s'han donat a la primavera, mesos de març, abril i maig, i a finals d'estiu, mesos d'agost i setembre. Ha estat un any amb una quantia de recàrrega menor que les de l'any passat, per a la reserva útil de 30 mm, és de 246 mm, que representa un 33,5 % de la precipitació i per una reserva de 45 mm, de 192 mm, un 26 % de la precipitació.

L'evolució de la piezometria dels aqüífers en aquest any 2022, a partir de l'anàlisi de les dades dels sensors, reflecteix un comportament que obeeix a un patró general, exposat en anys anteriors. A grans trets, s'observa una recuperació dels nivells piezomètrics a partir de les recàrregues de primavera, que tot i que no són molt quantioses, comporten que s'assoleixin al mes de maig els nivells màxims d'aquest any. Seguidament, un descens ràpid durant l'estiu, que queda frenat per les recàrregues dels mesos d'agost i setembre, que comporten una molt petita recuperació dels nivells, que finalment tornen a descendir fins a finals d'any, per la manca de precipitacions.

Aquesta tendència de comportament de la superfície piezomètrica posa en evidència, tal com s'ha comentat en anys anteriors, el balanç entre les entrades (recàrrega per les precipitacions) i les sortides (extraccions + surgències naturals). Aquest any 2022 s'ha tornat a donar un balanç negatiu, de manera que la recàrrega ha estat inferior a les sortides. Per exemple, a l'aqüífer de la Vall d'en Bas, en aquest any 2022 s'ha donat

un descens en tot l'any, de gairebé 3 m del NP en el nivell profund i d'un valor similar al superficial; i als aqüífers del Pla d'Olot, de 2,85 m al nivell profund de la zona de Sant Roc i de 2,03 m a la zona nord, al Pla de Baix.

Els nivells piezomètrics mesurats al sensor D-2 (Emol-1) d'aquest any 2022, reflecteixen que la recàrrega d'aquest any no ha estat suficient per mantenir, el nivell en el valor d'estabilització condicionat per l'efecte sobreeixidor, ja esmentat en anys anteriors, al voltat del NP de 439,5 m. Així, a partir dels darrers episodis de recàrrega per precipitacions del mes de setembre, el nivell comença un descens continuat fins a finals d'any, de gairebé 1 m. Aquest descens és un clar símptoma de la disminució de la pressió d'aquest nivell de l'aqüífer a finals d'any.

La incorporació del sensor D-11 del barri de les Planotes, permetrà seguir l'evolució del NP de la zona d'entrada de la riera de Riudaura al Pla d'Olot. De moment, les dades disponibles des del mes d'abril, reflecteixen una tendència general de descens del nivell piezomètric que, des del màxim del mes de maig, és similar, a grans trets, a la dels altres sensors, sobre tot amb les dades observades al sensor del piezòmetre d'Olot-Meats, però amb una major oscil·lació. Així, en aquest sensor D-11, s'ha mesurat una oscil·lació des del màxim del mes de maig fins a final d'any de 4,07 m, mentre que al sensor D-9 (Olot-Meat) és de 2,6 m.

A la vall de Bianya, a partir del sensor D-10, s'observa que en els mesos d'estiu que no hi ha recàrrega per precipitacions, el nivell presenta un descens accentuat, però que quan es donen noves precipitacions el nivell es recupera. Ara bé, tot i que les fluctuacions del nivell tenen un rang inferior al de la Vall d'en Bas, també es posa en evidència que en aquests dos darrers anys, amb precipitacions inferiors a la mitjana, el nivell presenta una tendència al descens que, des de l'inici del 2021 al final del 2022, és d'1 m.

A partir de les dades d'aquest any 2022, es torna a evidenciar que, en l'evolució del nivell piezomètric dels darrers 15 anys, el període del 2008 al 2022, (fig. 5.4) al nivell profund de l'aqüífer del Pla d'Olot, els nivells piezomètrics alts dels períodes de recàrrega no es recuperen de la

mateixa manera que ho fan a l'aqüífer profund de la Vall d'en Bas. Fet que es confirma en representar la tendència lineal d'aquestes dades, que és lleugerament negativa, que vol dir que es dona una disminució progressiva de la càrrega hidràulica d'aquest aqüífer.

Així, d'acord amb les reflexions fetes en les memòries anteriors, cal destacar que malgrat que en general el patró regional de l'evolució piezomètrica és similar pels diferents nivells aqüífers, s'observa que els nivells permeables profunds presenten valors piezomètrics diferents als dels nivells superficials. Aquest fet reflecteix que no hi ha una bona connexió hidràulica entre tots els diferents nivells travessats. Per exemple, tant a l'aqüífer de la Vall d'en Bas com al Pla d'Olot, el nivell profund sol presentar una càrrega hidràulica superior a la dels nivells més superficials. Per tant, malgrat es pot pensar a nivell general en una tendència a funcionar com un gran sistema aqüífer, a nivell local s'observen unes variacions piezomètriques que indicarien àrees de recàrrega diferents, unes d'abast més regional i altres més locals i, també, diferents situacions de descàrrega i d'explotació d'aquests nivells permeables. S'observa que els nivells aqüífers profunds tenen una major oscil·lació del nivell que els més superficials. Així, quan els nivells són alts els aqüífers profunds tenen una major càrrega hidràulica que pot generar fluxos verticals dirigits cap dalt. Però, quan els nivells són baixos la càrrega es va igualant.

7. Recomanacions

Entenem que una millora de la gestió de les aigües subterrànies s'ha de sustentar en un millor coneixement de la dinàmica dels aqüífers, que podem obtenir del control de l'oscil·lació piezomètrica i també, del cabal de les seves surgències naturals. D'entrada, el bon resultat obtingut en la utilització de sensors de registre continu, al llarg d'aquests anys, per aquest control de l'oscil·lació piezomètrica, fan que es recomani continuar en aquest sistema de mesures en els punts actuals i es proposa ampliar la xarxa de punts de control amb nous sensors. Aquest any 2022 s'ha incorporat un nou sensor al barri de les Planotes d'Olot, proper a la riera de Riudaura, de manera que les mesures obtingudes,

exposades en aquesta memòria, permeten conèixer la dinàmica de les aigües subterrànies d'aquesta zona d'entrada de la riera de Riudaura al Pla d'Olot.

Com a recomanacions per continuar amb el coneixement de la dinàmica dels aqüífers, es presenta una proposta, primer, de zones en les que seria interessant instal·lar sensors de control piezomètric i, en segon lloc, de les surgències que seria interessant fer un seguiment del seu cabal. La seva situació s'ha representat al mapa de la Fig. 7.1, l'ordre en que s'exposen no correspon a un ordre de prioritats estrictes.

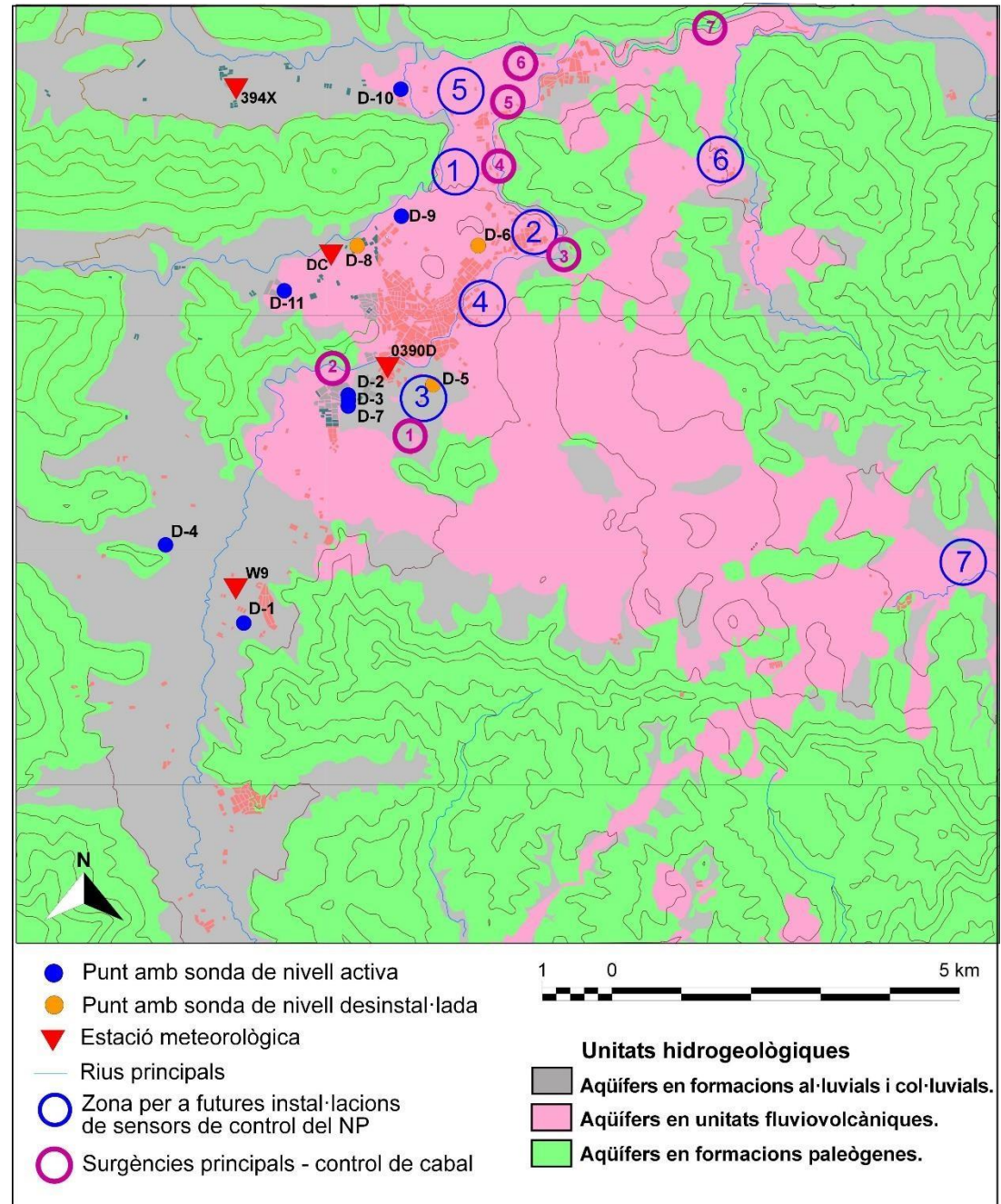


Fig. 7. 1. Proposta de zones per a la instal·lació de sensors de control del NP i de control de cabals de surgències.

7.1. Zones de control del nivell piezomètric (NP)

1. **Zona del Pla de Baix a la Canya, entre els riu Fluvià i la riera de Riudaura.** Aquesta zona té molt d'interès perquè es el pas de comunicació de les colades volcàniques de la zona del Pla d'Olot cap a la zona de Sant Joan les Fonts. També perquè al marge esquerra del Fluvià hi ha una sèrie de surgències dels nivells fluviovolcànics, una de les principals és el Noc d'en Cols, de manera que es podria establir una relació entre l'oscil·lació piezomètrica i els cabals de les surgències. S'ha buscat un pou per poder instal·lar-hi el sensor però de moment no s'ha trobat. Una possibilitat seria fer un piezòmetre nou en els terrenys de la Planta de compostatge d'Olot per instal·lar-hi el sensor.
2. **Zona del polígon industrial Les Mates - Les Tries,** compresa dins del meandre del riu Fluvià. En tractar-se d'una zona amb una gran demanda d'aigua per a ús industrial, seria interessant poder disposar d'un punt de mesura. Algunes indústries ubicades en aquesta zona tenen dos o tres pous, no sabem si els tenen tots funcionant, una possibilitat seria poder fer la instal·lació en un pou sense funcionament. En cas que no fos possible, també es proposa fer un piezòmetre nou en terrenys públics per instal·lar-hi el sensor.
3. **Zona humida de la Moixina.** En relació a les surgències de la Moixina, hi havia al Molí de les Fonts un sensor (D-5) que es va desinstal·lar per problemes del sensor i pel funcionament del grup de pressió del pou, que generava moltes oscil·lacions diàries. La proposta seria fer un piezòmetre nou que permetés conèixer l'oscil·lació piezomètrica en el nivell aqüífer relacionat amb les surgències d'aquesta àrea, està dins la proposta de Reserves Naturals Subterrànies (RNS) definides al Reial decret 638/2016, de 9 de desembre, que des de l'ACA es promou amb el nom de: *protecció de la zona humida "Basses d'en Broc i Aiguamolls de la Déu Vella (Massa Superficial H1040050)*, on es reclama definir i construir una xarxa de control específica d'aquesta zona humida a protegir, per tant, aquest piezòmetre aniria a càrrec de l'ACA.

4. **Marge dret del riu Fluvià i zona de les Fonts.** Seguint el traçat del riu Fluvià a la zona del barri de les Fonts d'Olot, s'estan construint uns nous pous per a l'abastament d'aigua per a la ciutat d'Olot, de moment el sondeig exploratori ha trobat aigua a l'Eocè i, si el pou d'explotació també troba aquest nivell, s'extraurà l'aigua de l'Eocè. En aquest supòsit, l'Ajuntament d'Olot s'ha compromès a equipar amb un sensor el piezòmetre que controlaria la base de l'aqüífer fluvio-volcànic.
5. **Zona de Sant Joan les Fonts.** Aquesta zona té un interès doble, per una banda, conèixer la dinàmica de l'aqüífer que dona lloc a tot el conjunt de fonts (Mulleres, Fontfreda, Fonbona, ...) que mantenen les zones humides de Verlets, aquesta zona podria considerar-se dins de les Reserves Naturals Subterrànies (RNS) igual que la zona de la Moixina, de manera que la proposta seria fer també un piezòmetre nou que permetés conèixer l'oscil·lació piezomètrica en el nivell aqüífer relacionat amb les surgències d'aquesta àrea. Per l'altra, conèixer la incidència de la demanda d'aigua industrial i d'abastament urbà. La construcció d'un pou nou aquest any 2021 per l'abastament de la ciutat de Sant Joan les Fonts, obre la possibilitat de saber si s'utilitzaran els altres pous de l'Ajuntament i si hi haurà la possibilitat d'equipar-ne algun amb un sensor.
6. **Conca del Toronell a la zona de Begudà.** Aquesta zona també té una gran pressió de demanda d'aigua per això seria necessari instal·lar un sensor. Hi ha un piezòmetre (381150210) d'uns 51 m de fondària, construït a l'any 2005, que fins ara no s'hi ha tingut accés, que potser es podria utilitzar, però les dades del NP mesurades indiquen poca fluctuació i molt propera al fons del piezòmetre. Una altra opció seria equipar un dels pous que no s'utilitzi de les indústries del Polígon industrial de Begudà i, en cas que no fos possible, també es proposa fer un piezòmetre nou en terrenys públics per instal·lar-hi el sensor.
7. **Conca del riu Ser a la zona de Santa Pau.** D'aquesta zona de l'aqüífer fluviovolcànic que drena cap a la conca del riu Ser no hi ha gaire informació de la dinàmica hidrogeològica, per això seria interessant monitoritzar algun dels pous amb poca utilització. Es podria parlar amb l'Ajuntament de Santa Pau per explorar alguna possibilitat d'equipar algun pou sense utilitzar.

7.2. Control del cabal de les principals surgències

Es presenta una relació de les principals surgències de l'aqüífer fluviovolcànic, d'acord amb la numeració feta al mapa de la Fig. 7.1 i s'esmenta el control que s'hi realitza o el que s'hi hauria d'establir.

1. **Zona de la Moixina.** A les surgències situades a la zona de la Moixina s'està controlant el seu cabal en una sèrie d'estacions d'aforament situades a la xarxa de recs que drenen aquestes surgències. El control es va iniciar al novembre del 2014.
2. **Sant Roc.** La surgència d'aquesta zona havia estat aprofitada per l'abastament de la ciutat d'Olot, actualment no s'utilitza i les seves aigües s'aboquen directament al riu Fluvià. Quan s'aprofitava es bombava, als anys 1994-95 segons dades de SAUR, uns 70 m³/h (19,4 l/s) i es tornava al riu uns 27,7 m³/h (7,3 l/s) (Vehí, 1997). Es considera un punt molt interessant perquè drena el nivell intermedi de l'aqüífer fluvio-volcànic, per això es creu convenient que s'instal·li un sistema de mesura del cabal abans de l'abocament cap al riu Fluvià.
3. **Les Tries.** És una surgència al marge dret del riu Fluvià, prop de l'estació d'aforament de l'ACA del riu Fluvià. També es considera un punt interessant per conèixer el seu cabal i es proposa de fer-hi una instal·lació que ho permeti.
4. **Noc d'en Cols.** Aquesta zona, com s'ha comentat, té molt d'interès perquè es el pas de comunicació de les colades volcàniques de la zona del Pla d'Olot cap a la zona de Sant Joan les Fonts. Al marge esquerra del Fluvià hi ha una sèrie de surgències dels nivells fluviovolcànics, una de les principals és el Noc d'en Cols, de manera que si s'instal·lés un sistema de mesura del cabal es podria establir una relació entre l'oscil·lació piezomètrica i la surgència.
5. i 6. **Zona de Verlets a Sant Joan les Fonts: Fontbona (5) i rec de Verlets (6).** En aquesta zona hi ha tot el seguit de fonts (Mulleres, Fontfreda, Fonbona, ...) que mantenen les zones humides de Verlets, com s'ha dit, aquesta zona podria considerar-se dins de les Reserves Naturals Subterrànies (RNS) igual que la zona de la Moixina. D'aquesta zona es va preparar una proposta i es va presentar a

l'Ajuntament de Sant Joan les Fonts per establir uns punts d'aforament del rec de Verlets i del rec de la Fontbona, que permetin quantificar els cabals circulants. De moment s'ha instal·lat un limnímetre al rec principal de Verlets i falta instal·lar el limnímetre del rec secundari. També s'ha planificat instal·lar un canal venturi al rec de la Fontbona.

7. **Can Grido o de la Central.** Està situada al marge dret del riu Fluvià abans d'arribar a Castellfollit de la Roca. S'aprofita per l'abastament de Castellfollit, de manera que la surgència correspon a l'excedent d'aquest ús. També es considera un punt interessant per conèixer el seu cabal i es proposa de fer-hi una instal·lació que ho permeti.

8. Agraïments

Agraïm la col·laboració de la família Curós de les Preses, a Agrolàctis El Mirès de la Vall d'en Bas, a l'empresa EMOL, S.A. d'Olot, i als Ajuntaments d'Olot i la Vall de Bianya, la seva generositat per cedir desinteressadament la possibilitat d'instal·lar els sensors de mesura del nivell piezomètric als seus pous.

9. Referències bibliogràfiques

- Bach, J. (2005). Tasques de control de les aigües subterrànies al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, any 2005. PNZVG informe intern, (146 pàg.+ vol. annexes i vol. mapes).
- Bach, J. (2009). Seguiment de l'oscil·lació piezomètrica amb registre continu. Aqüífers quaternaris PNZVG. Any 2009. PNZVG informe intern, 59 pàgs.
- Bach, J. (2015). Seguiment de l'oscil·lació piezomètrica amb registre continu. Aqüífers quaternaris PNZVG. Any 2015. PNZVG informe intern, 80 pàgs.
- Bach, J. (2019). Seguiment de l'oscil·lació piezomètrica amb registre continu. Aqüífers quaternaris PNZVG. Any 2019. DTES. PNZVG informe intern, 58 pàgs.
- Bach, J. (2021). Seguiment de l'oscil·lació piezomètrica amb registre continu. Aqüífers quaternaris PNZVG. Any 2021. DAAC. PNZVG informe intern, 64 pàgs.
- Instrumentation Northwest, Inc. - INW (2016) [LevelScout](#).
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Reial decret 638/2016, de 9 de desembre. BOE» núm. 314, de 29 de diciembre de 2016, páginas 91133 a 91175.
- Van Essen Instruments (2004) DIVER: product manual. Van Essen Instruments. Netherland.
- Vehí, M. (1997). Aspectes hidrogeològics dels materials quaternaris de la conca alta del riu Fluvià. Treball de recerca. UAB.166 pàg.

