



Modelització numèrica de la recarrega a l'aqüífer del Port de la Selva

Martí Bayer, Ester Vilanova i Jordi Guimerà

AMPHOS²¹





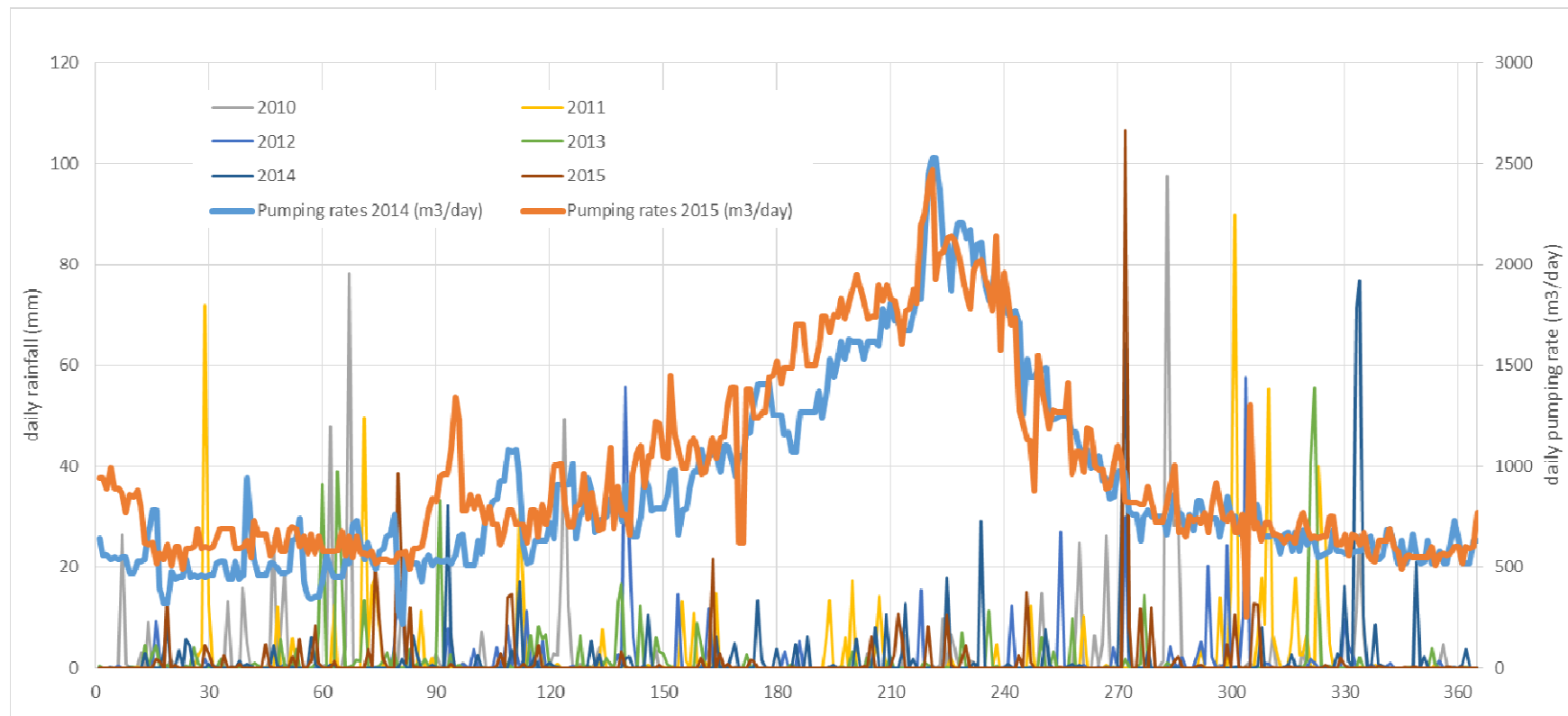
-





Demanda d'aigua i precipitació

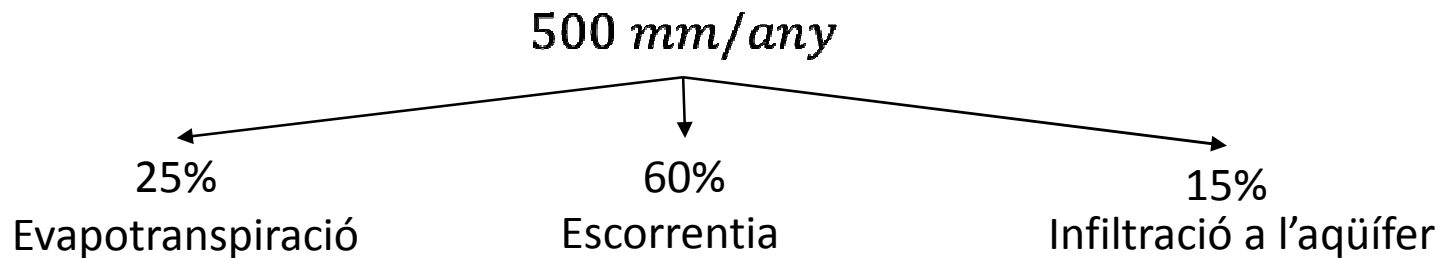
- La demanda d'aigua als mesos d'estiu arriba als 2500 m³/dia
- Precipitació entre 480 mm/any en anys secs (2012) to 786 mm/any en anys humits (2011)





Balanç hídric

- Precipitació anual mitja de 630 mm/any, inferior a 500 mm/any en anys secs



Infiltració mitja (conca de 10.5 Km²): 2000 m³/dia

Cabals d'extracció durant l'hivern 500-600 m³/dia

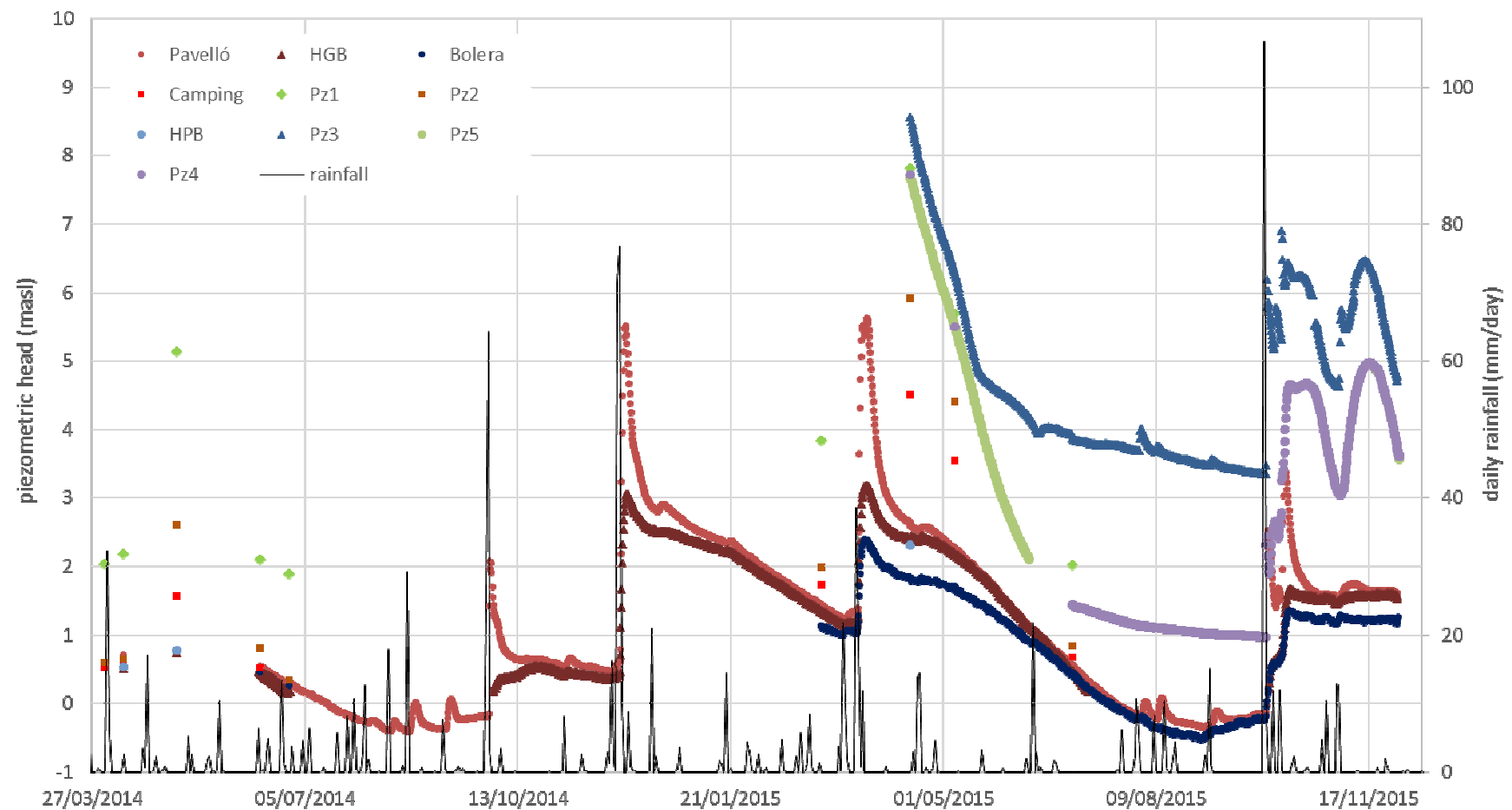
Cabals d'extracció màxims (estiu) : 2500 m³/dia

10000 habitants x 200 l/(persona x dia) = 2000 m³/dia

Cabals d'infiltració inicials a les basses: 200 m³/dia

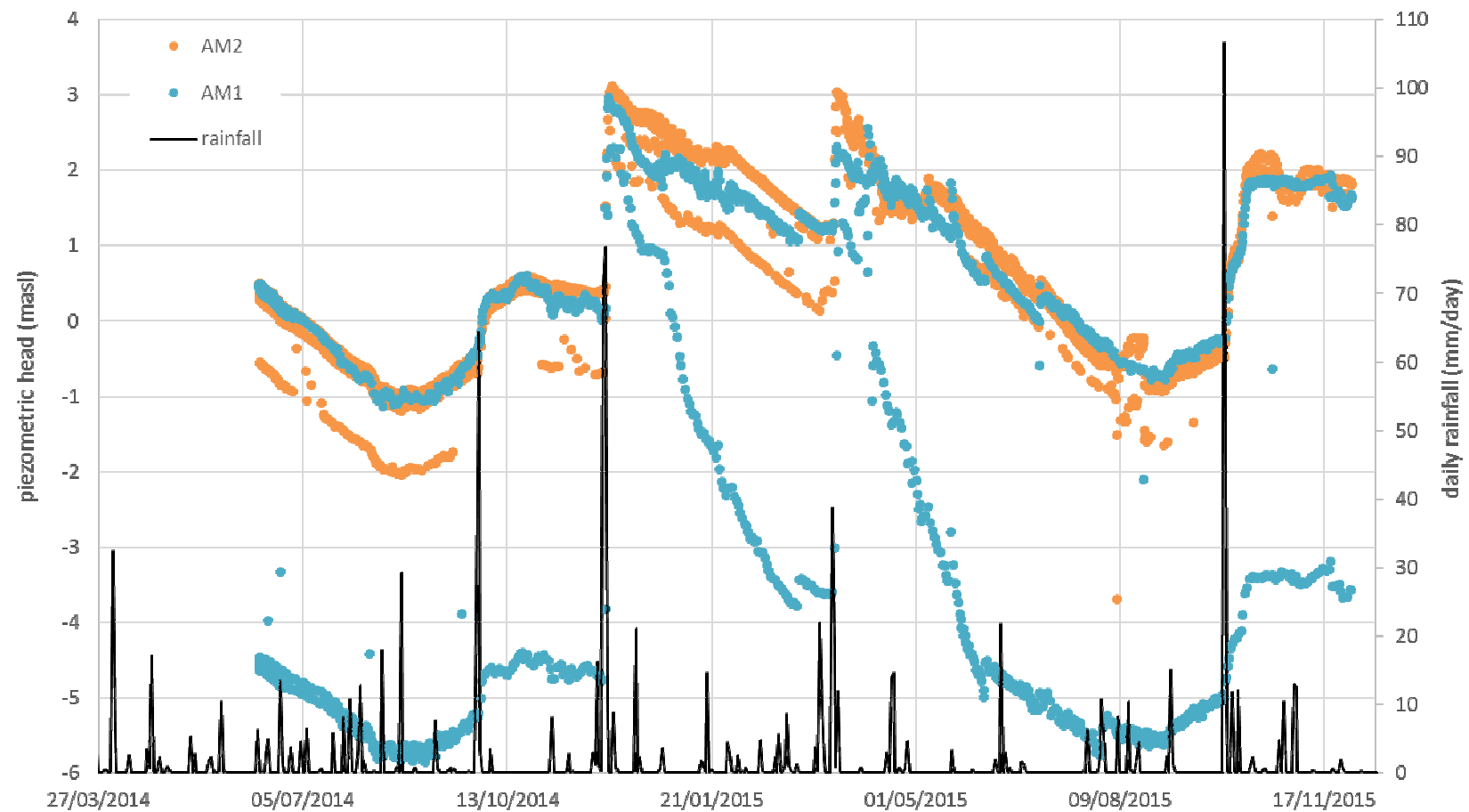


Monitoreig de nivells piezomètrics (punts d'observació)

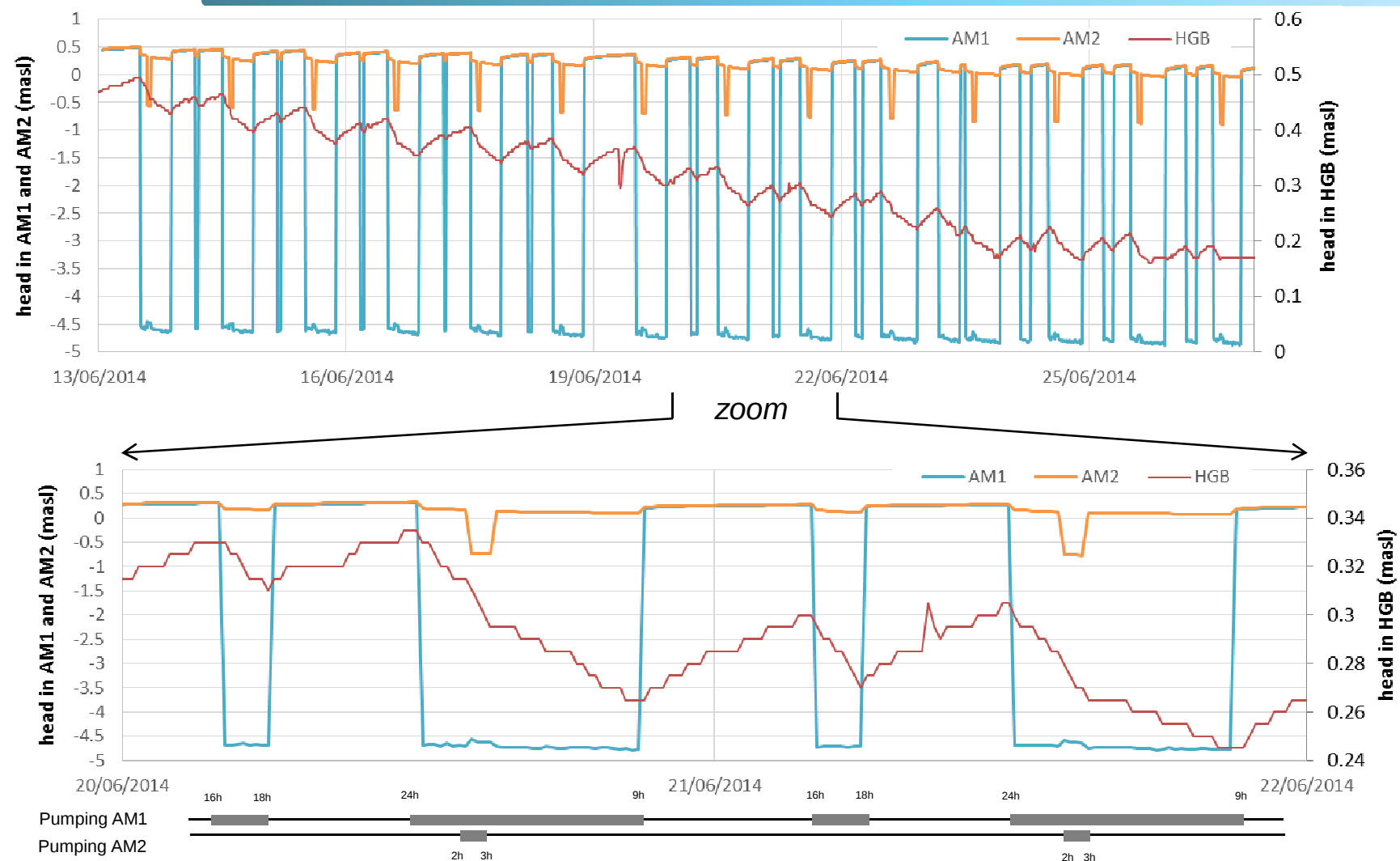




Monitoreig de nivells piezomètrics (pous d'abastament)

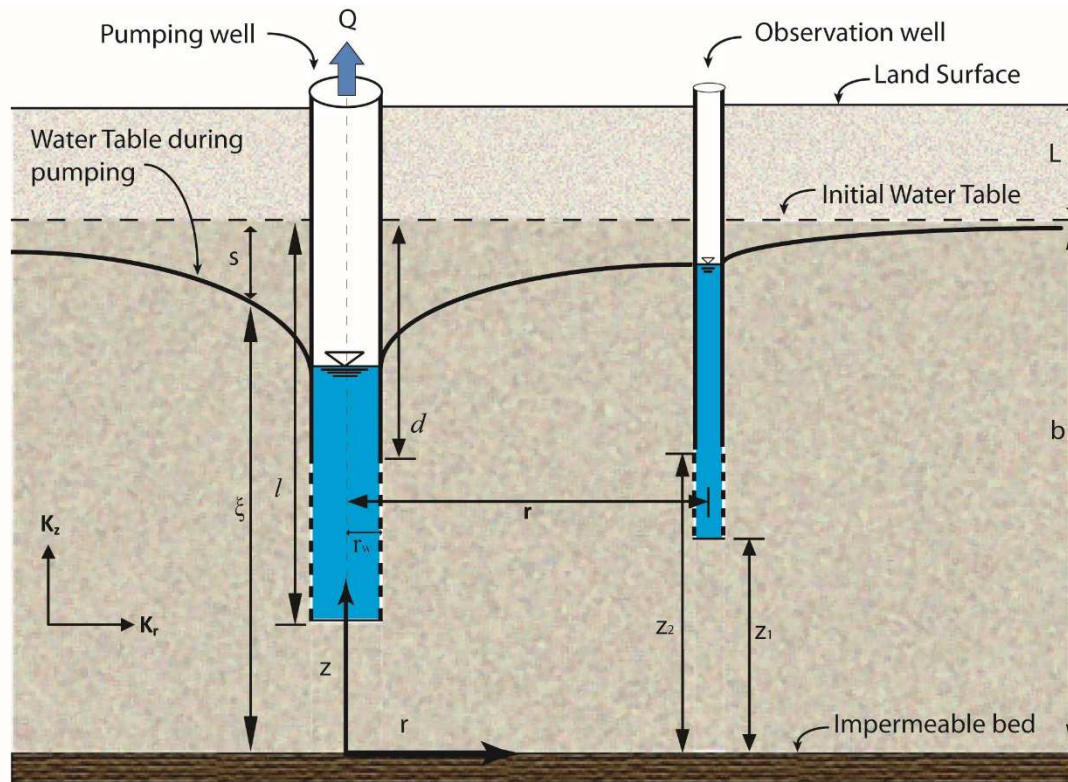


Descensos de nivel a l'entorn del pou d'abastament AM1





Estimació de la conductivitat hidràulica



Pou de bombeig en un
aqüífer lliure: Dupuit (1875)

$$h^2(r_2) - h^2(r_1) = \frac{Q}{\pi K} \text{Log} \left(\frac{r_2}{r_1} \right)$$

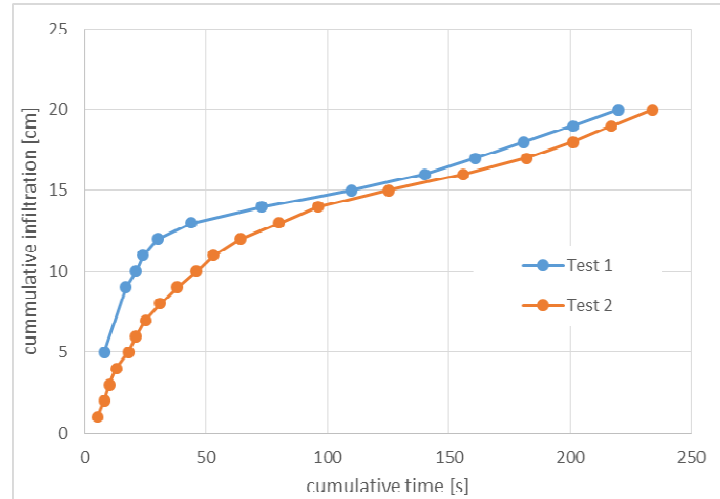
Conductivitat hidràulica (K) a
partir del descens en 2 punts:

$$K = \frac{Q}{\pi(h^2(r_2) - h^2(r_1))} \text{Log} \left(\frac{r_2}{r_1} \right)$$

$$K = 218 \text{ m/d}$$

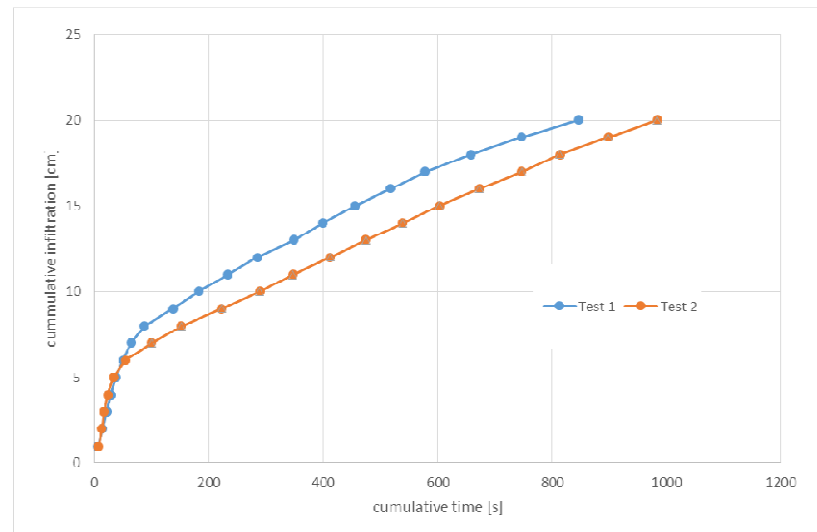


Estimació de la conductivitat hidràulica



Hydraulic conductivity
(river bed)

$$K = 34.6 \text{ m/d}$$



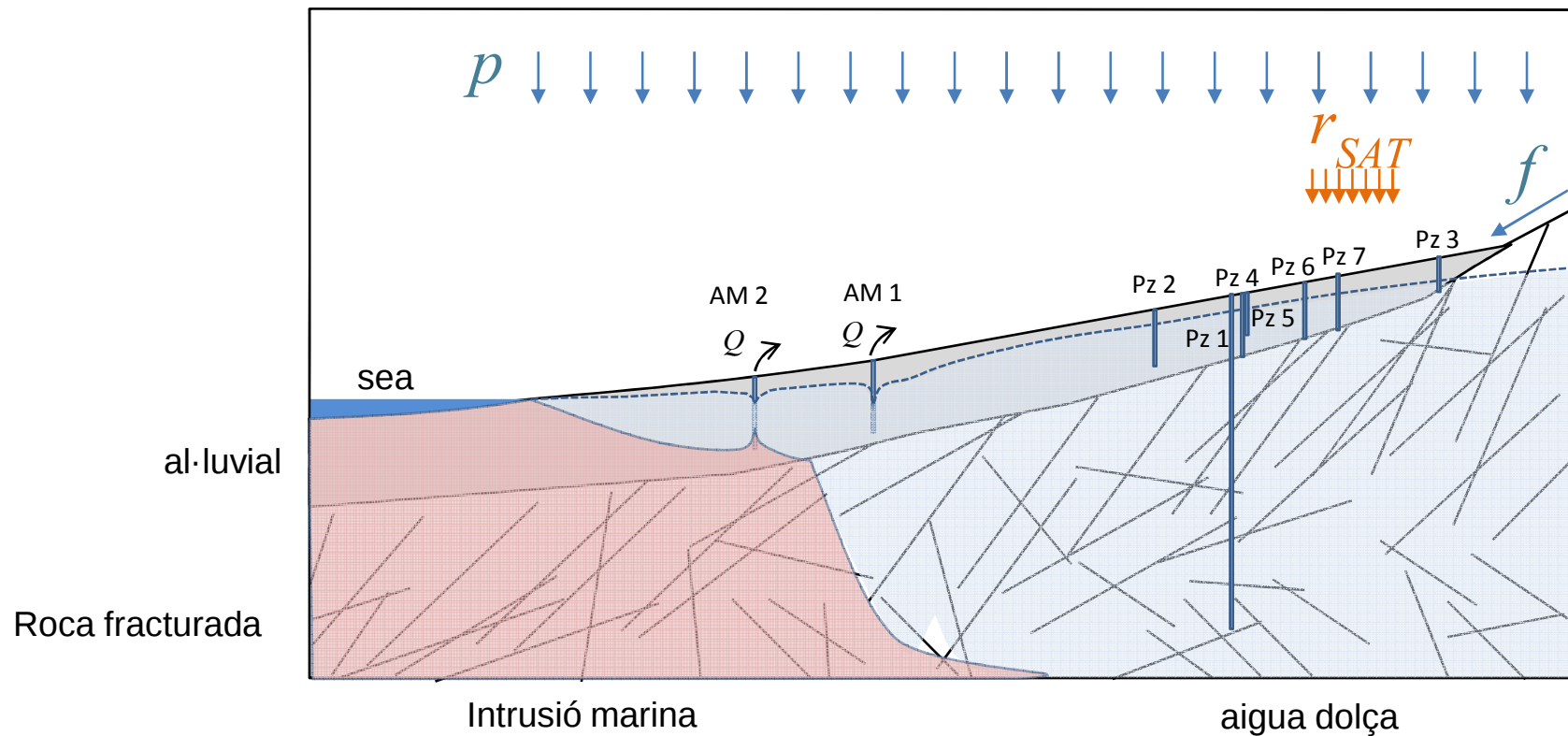
Hydraulic conductivity
(edaphic soil)

$$K = 13 \text{ m/d}$$



Model conceptual hidrogeològic

- Pous d'abastament operen al aqüífer al·luvial.
- Conductivitat hidràulica al aqüífer al·luvial: 50 a 250 m/dia.





Implementació del model numèric

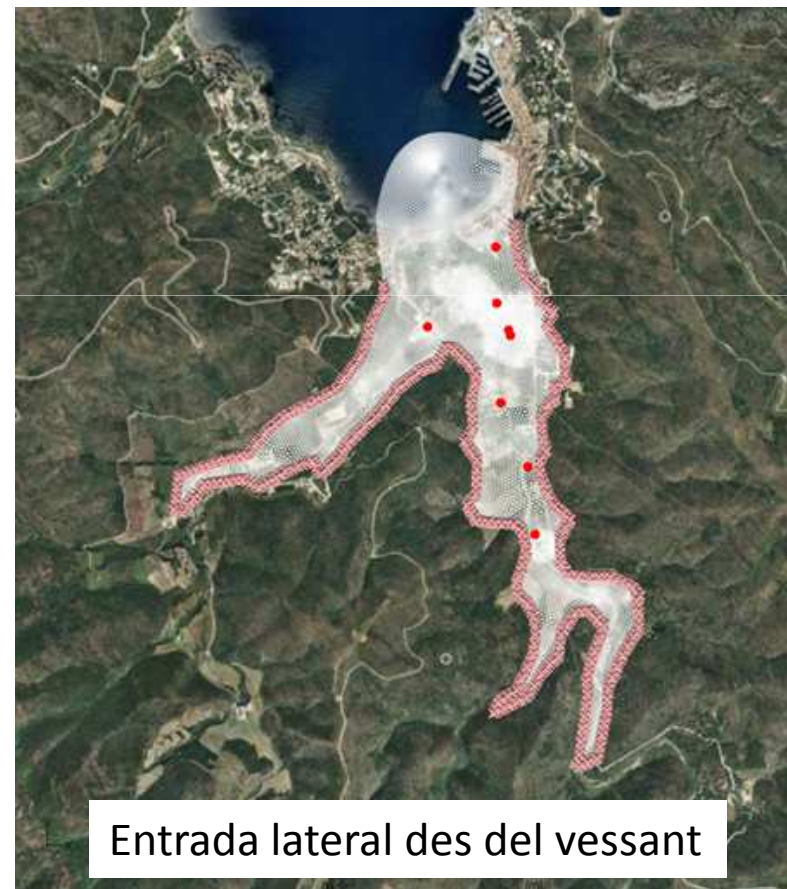
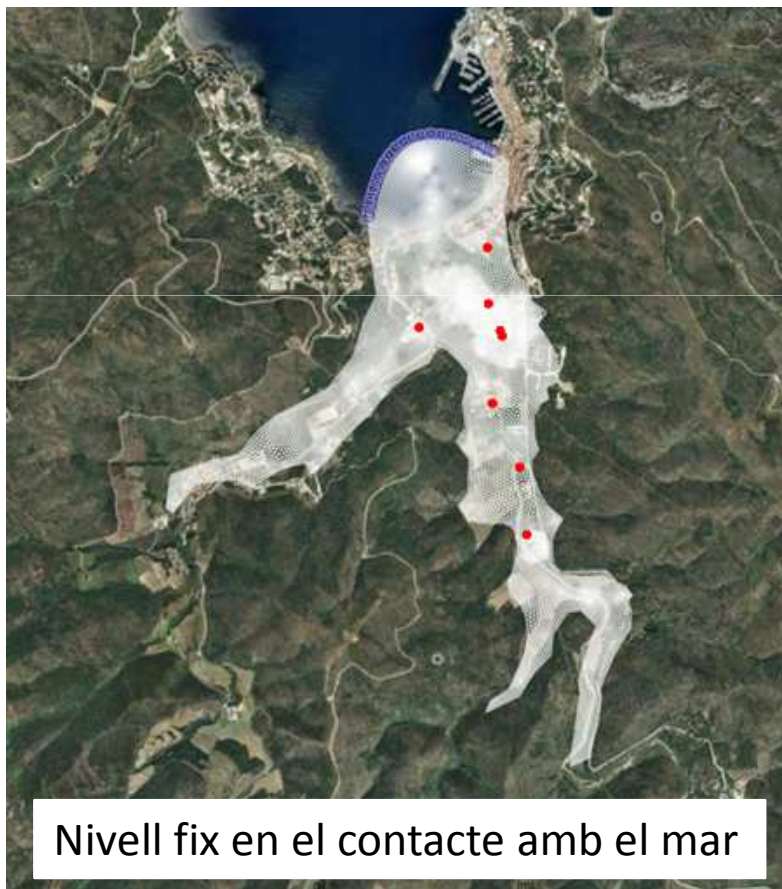
Per simular el moviment de l'aigua infiltrada desde les basses, s'ha desenvolupat un model numèric amb el metode dels Elements Finitis fent servir el codi FEFLOW (Diersch, 2014).

- Conductivitat hidraulica homogènia en tot l'al·luvial ($K=250$ m/day).
- Espesor i transmisivitat del aquífer variables en l'espai pero independents del nivel piezomètric (constants en el temps).
- Model transitori calibrat per al periode 1/1/2013 to 12/4/2015 (877 dies).
- Les condicions de contorn incorporen la recarga per infiltració en superfície i entrades laterals de l'escorrentia dels vessants a partir de dades de precipitació i nivell fix en el contacte amb el mar.
- Cabals de bombeig i periodes de bombeig reals aprotats per la companyia d'abastament (SOREA).



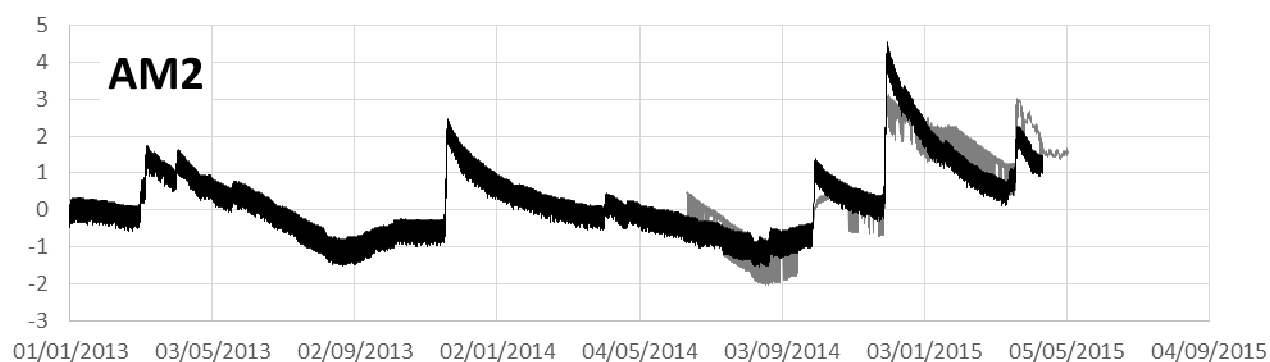
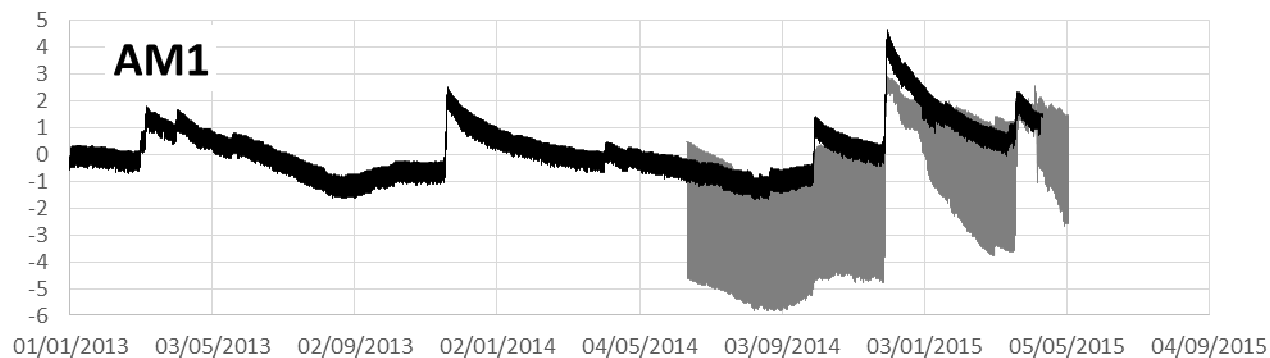
Implementació del model numèric

Discretització, punts d'observació (punts vermells) i condicions de contorn.



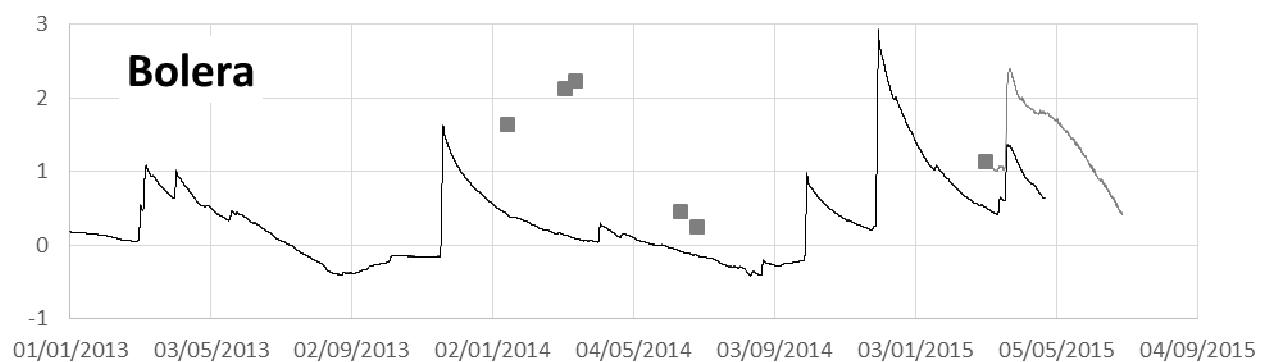
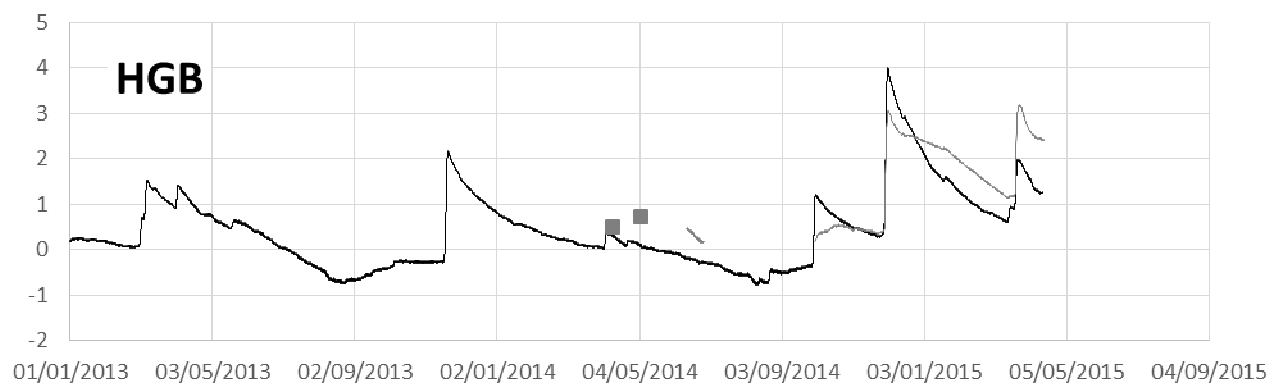
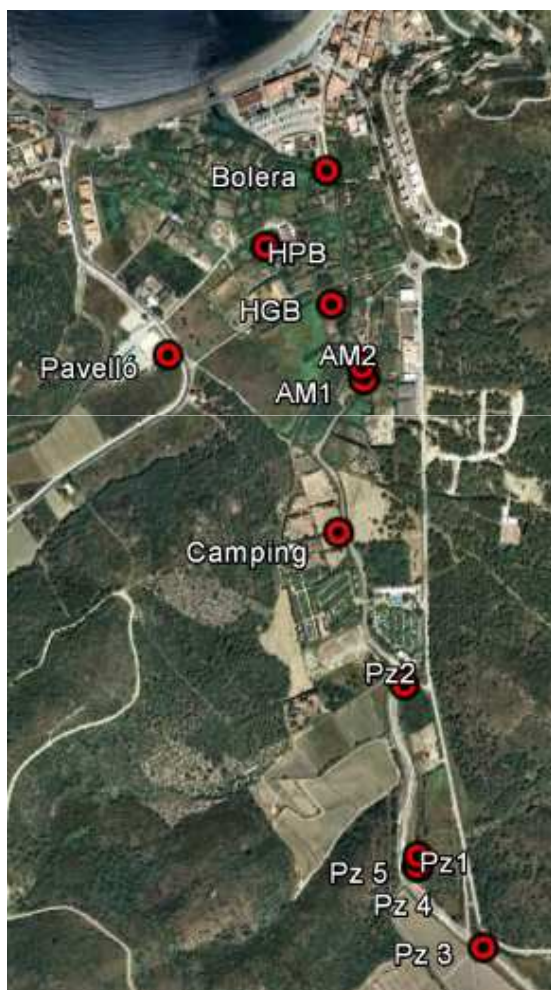


Calibració del model numèric



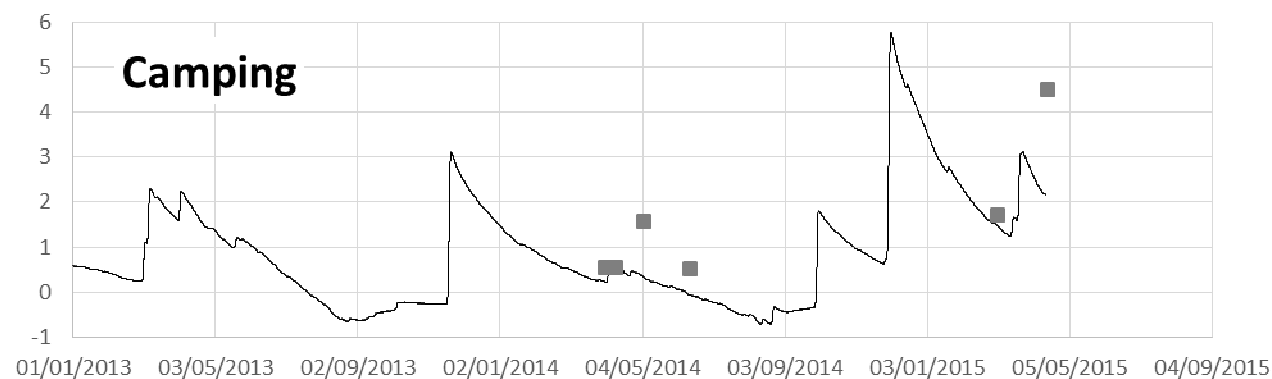
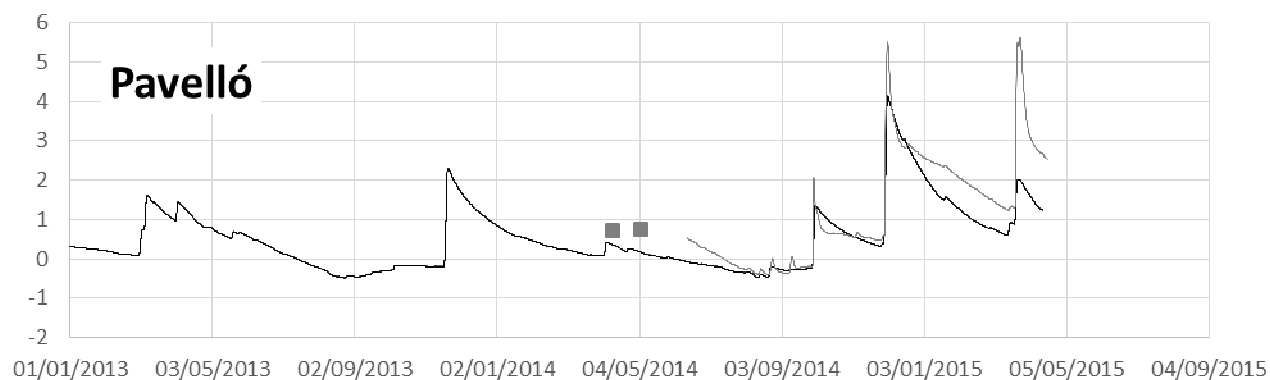


Calibració del model numèric



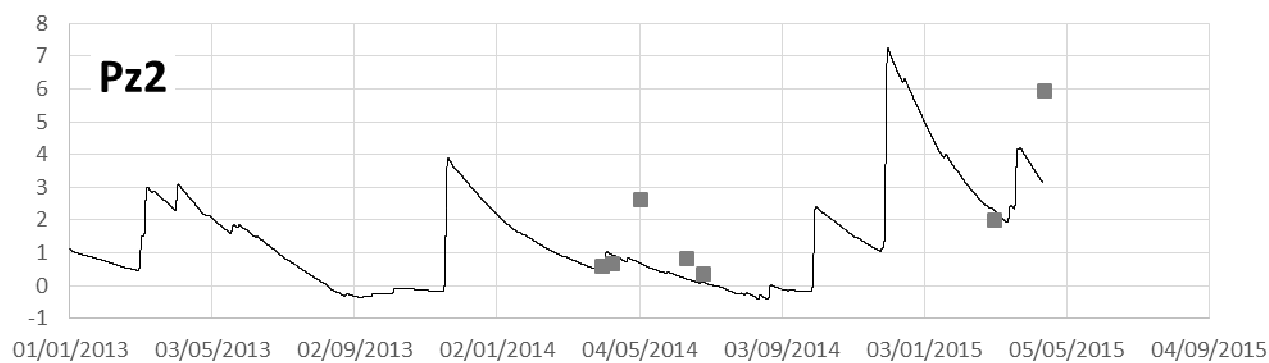
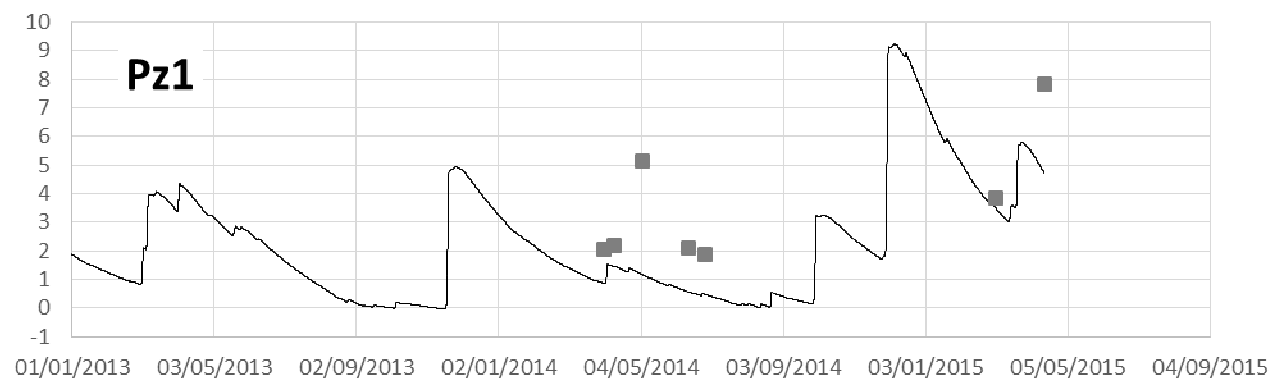


Calibració del model numèric



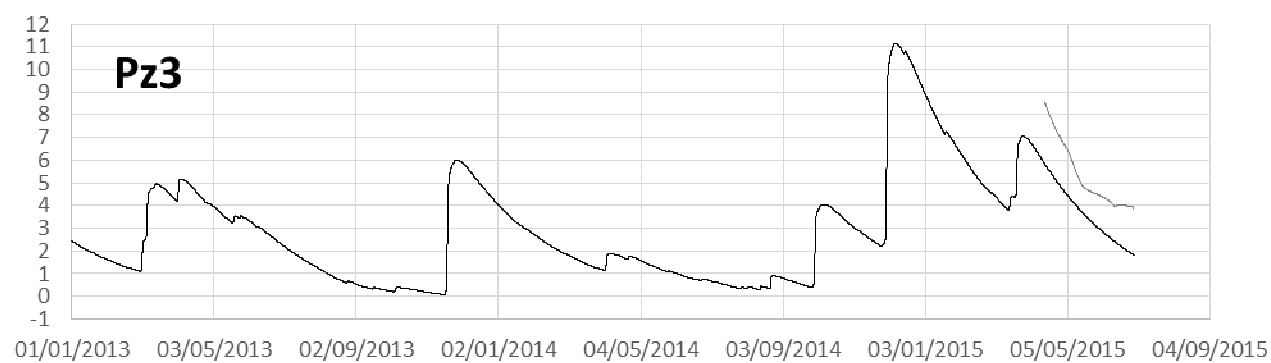
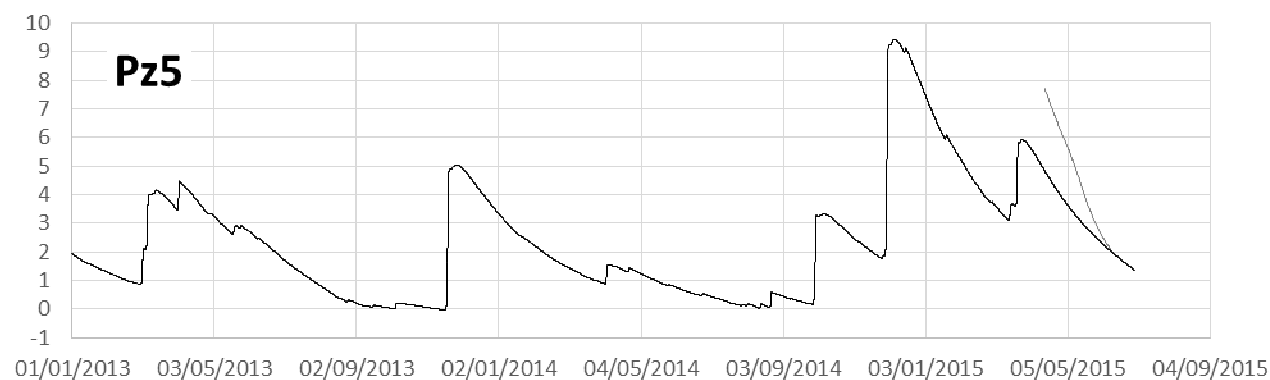


Calibració del model numèric





Calibració del model numèric





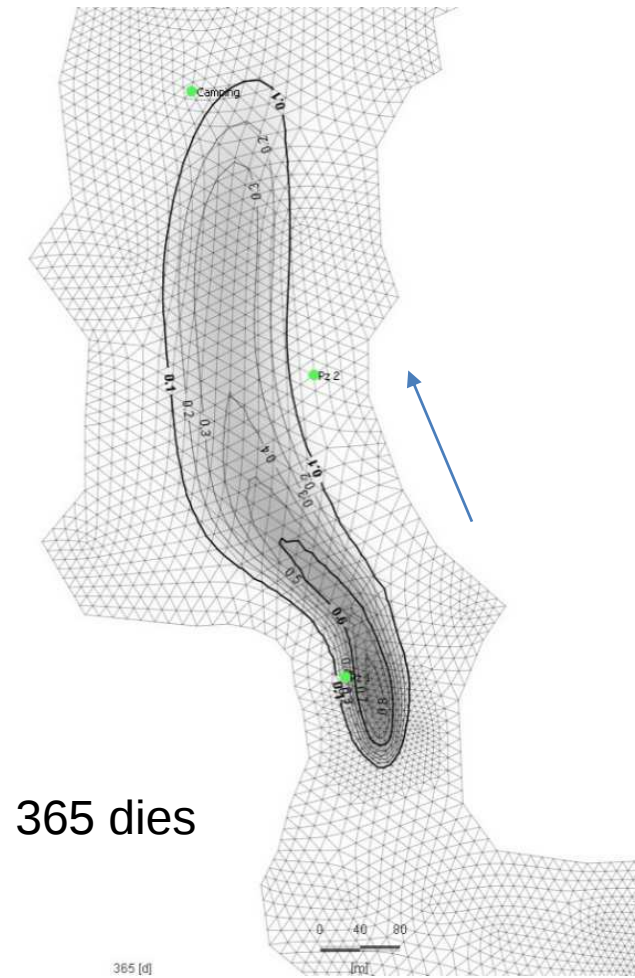
Model de transport

Per simular el transport de l'aigua infiltrada a les basses s'implementa un model de transport a partir del model de flux calibrat.

- Porositat constant ($n_e=30\%$), dispersivitat longitudinal i transversal ($\alpha_L=5\text{ m}$; $\alpha_T=0.5\text{ m}$) i difusió molecular ($D=10^{-9}\text{ m}^2/\text{s}$).
- Model transitori de flux i transport per al període 1/1/2007 to 2/7/2015 (3100 dies). Infiltració de recarrega i entrades laterals de vessant implementades a partir de les dades històriques de precipitació.
- Cabals de bombeig diaris als pous d'abastament. Supposem extraccions iguals a les de 2014 en tots els anys.
- Basses d'infiltració inicien operacions amb $200\text{ m}^3/\text{dia}$ al principi de la simulació (1/1/2007)



Model de transport





Model de transport

Mass concentration
- Continuous -
[mg/l]
≥ 1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
≤ 0



3100 dies

FEFLOW (R)

3100 [d]

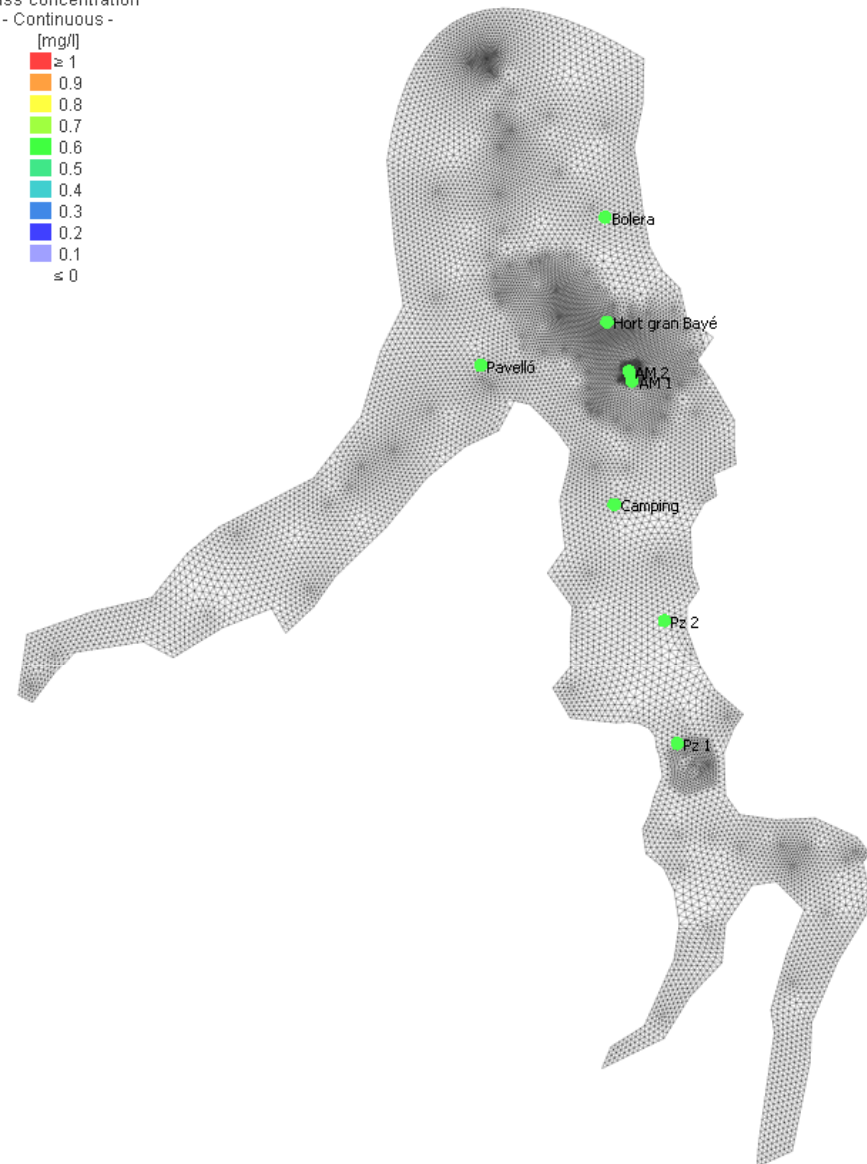
0 100 200
[m]



FEFLOW (R)

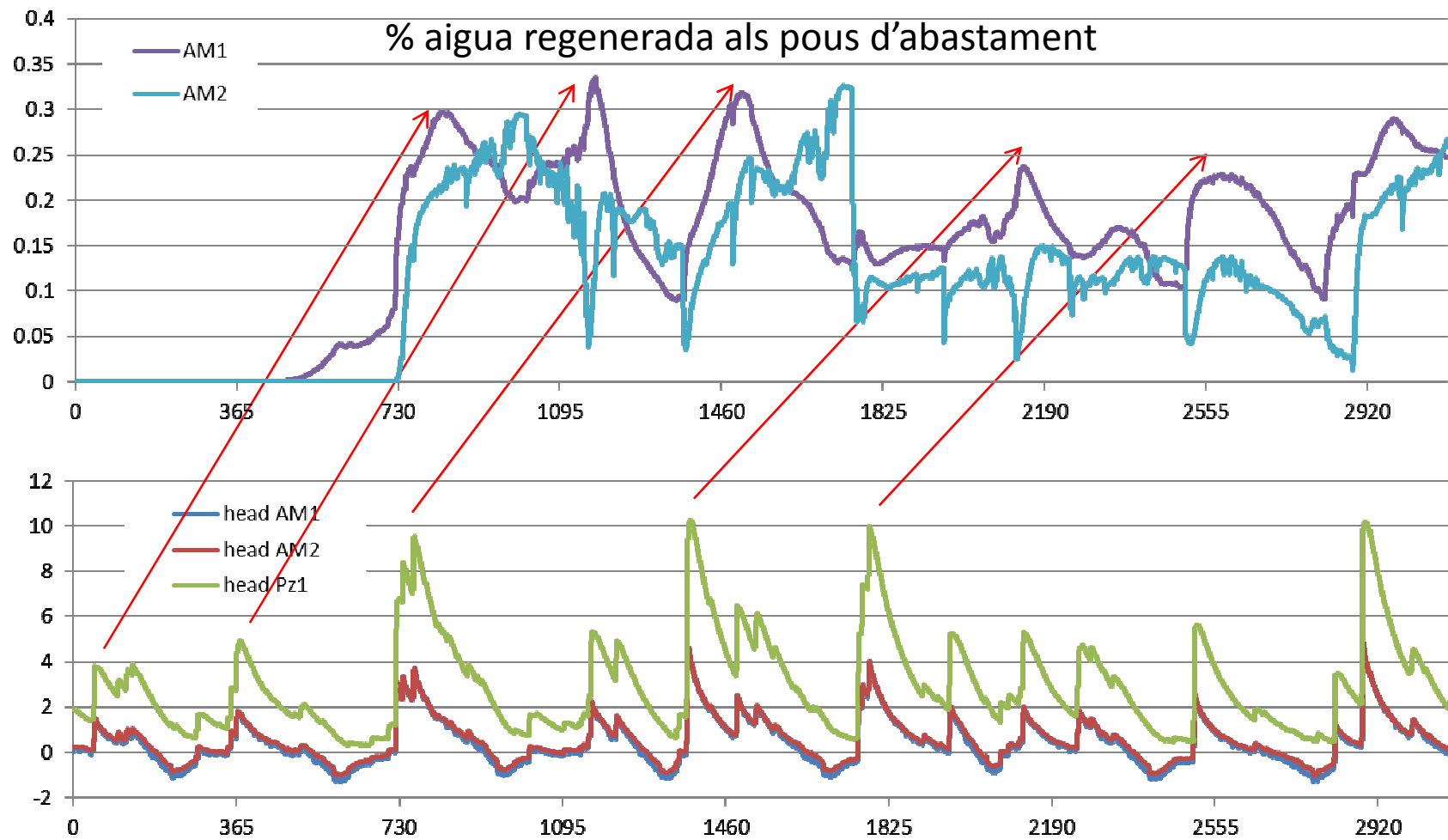
0 [d]

0 125 250
[m]





Model de transport





Conclusions de la modelització numèrica

-Valors estimats del temps de transit per diferents valors de la porositat (resultats preliminars)

porosity	travel time (days)	travel time (months)
0.10	243	8
0.20	486	16
0.25	608	20
0.30	730	24
0.40	973	32

- Els factors de dilució oscil·len entre 10% i 30 % d'aigua regenerada als pous d'abastament.



Conclusions de la modelització numèrica

- El model numèric es capaç de simular la resposta de l'aqüífer als episodis de precipitació i al bombeig als pous d'abastament. Reprodueix l'evolució temporal de nivells observats de forma acceptable.
- La precipitació es molt variable en el temps i en l'espai.
- Les simulacions numèriques mostren que els pics de les corbes d'arribada d'aigua infiltrada estan correlacionats amb episodis de precipitació. La climatologia condiciona fortament el temps de trànsit des de les basses fins als pous d'abastament.
- Utilitzant el model numèric serà possible analitzar la sensibilitat dels temps de transit i factors de dilució a diversos factors com ara precipitació, cabals infiltrats, cabals de bombeig als pous d'abastament i paràmetres hidrogeològics de l'aqüífer como ara porositat i conductivitat hidràulica.



Agraïments

KWB: Hella Schwarzmüller, Christoph Sprenger, Ulf Miehe

VWSI: Elisenda Taberna, Joan Sanz

CCB: Lluís Sala, Xavier Tristan

Ajuntament Port de la Selva: Pere Ribot, Josep Maria Cervera

SOREA: Jordi Arasa, Antonio Llobera

EMBACSA: Anna Huguet, Cristina Sendra, Marc Carré, David Gràcia

Criteri: Xavier Frigola

CTM: Xavier Martinez, Miquel Rovira

Agencia Catalana de l'Aigua: Alfredo Pérez

Esteve Bayé, Camping Port de la Selva

A21: Salvador Jordana, Jordi Font, Susanna Casanovas

ESPAÑA

AMPHOS 21 CONSULTING, S.L.
Paseo de García Faria, 49-51
08019 BARCELONA
Tel.: +34 93 583 05 00; Fax : +34 93 307 59 28

CHILE

AMPHOS 21 CONSULTING CHILE Ltda.
Av. Nueva Tajamar 481 of. 1005 (Torre Sur)
Las Condes 7550099
SANTIAGO DE CHILE
Tel.: +562 27991630

PERÚ

AMPHOS 21 CONSULTING PERU, S.A.C.
Av. del Parque Sur 661, San Borja
Lima 41
Tel.: +511 592-1275

FRANCE

AMPHOS 21 CONSULTING FRANCE, S.A.R.L.
14 Avenue de l'Opéra
75001 PARIS
Tel.: +33 1 46946917

