
NOVES TÈCNIQUES EN L'APROFITAMENT D'AIGÜES SUBTERRÀNIES

Josep Queralt i Mitjans

L'aigua és la més important substància que l'home utilitza. La seva existència, en quantitat i regularitat, condiciona l'establiment de les poblacions humanes i permet l'obtenció de recursos alimentaris. Així, doncs, no és gens estrany que l'home s'hagi preocupat des de sempre per assegurar-se de manera continuada aquest líquid essencial.

Si s'analitza el cicle hidrològic mundial, es constata que les precipitacions sobre el planeta en forma de pluja o neu són, aproximadament, de 500.000 km³/any; d'aquests, 110.000 km³ cauen sobre els continents i els altres sobre els oceans i mars. Dels primers, 70.000 km³ s'evaporen a la superfície de la terra. Sembla doncs, en principi, que els 40.000 km³ restants podrien ser els recursos potencials profitables per la humanitat. Ara bé, una gran part (aproximadament el 45 %) es troben en regions deshabitades, zones polars, selves, etc. que en dificulten la utilització. De la resta, al voltant de 22.500 km³, únicament 8.800 km³ formen els cabals de base, estables, sortides regulades d'embassaments superficials i llacs, que són directament profitables. Es calcula que 6.800 km³ dels 8.800 són les sortides o descàrregues dels aqüífers subterranis i s'identifiquen, per tant, amb la seva recàrrega anual.

Per altra banda, al llarg dels temps, s'han anat emmagatzemant grans quantitats d'aigua als aqüífers subter-

ranis. És tal la magnitud d'aquestes reserves que únicament en els primers 30 metres dels aqüífers subterranis s'estima que hi ha acumulats prop de 45.000 km³, suficients per a cobrir les necessitats de la humanitat durant 15 anys.

OBJECTIU DELS ESTUDIS PRELIMINARS

Els estudis preliminars tenen per objectiu fonamental la localització dels aqüífers més importants d'una regió, així com l'estimació dels seus límits, dimensions i paràmetres hidràulics.

La recopilació i anàlisi de la informació (estudis geològics, inventari de pous i nivells, qualitat de l'aigua, balanç hídric de l'aqüífer, etc) és d'un valor inestimable de cara a estalviar temps i diners durant els treballs de perforació.

Una de les tècniques auxiliars més utilitzades en hidrogeologia és la prospecció geofísica, que permet investigar el subsòl sobre la base del comporta-

ment dels terrenys al pas del corrent elèctric o magnètic. Un dels mètodes més utilitzats tradicionalment és el mètode elèctric de resistivitats en la seva modalitat de sondeig elèctric vertical (S.E.V.)

És necessari incloure en els estudis preliminars el cabal previsible d'exploració, ja que condicionarà la major part de les operacions posteriors de perforació.

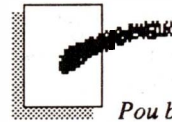
MÈTODES DE PERFORACIÓ

L'elecció d'un determinat mètode de perforació està relacionada amb una sèrie de factors, entre els quals cal citar:

- Profunditat a assolir
- Diàmetres de perforació
- Característiques dels terrenys que es preveu travessar
- Equipament del pou

Perforació per percussió

És, segurament, el mètode més utilitzat de perforació. Es fonamenta en la



Pou brollador a Capellades, l'Anoia (Fotografia: Josep Queralt i Mitjans).

percussió del terreny amb una eina anomenada trepant suspesa d'un cable d'acer al qual s'imprimeix un moviment de vaivé vertical, amb el qual es fractura la roca. A intervals, es van evacuant els detritus amb una vàlvula o "cullera".

L'avantatge principal de les sondes de percussió és el menor cost comparat amb altres sondes. Tanmateix, les mostres dels materials travessats són més representatives i les operacions posteriors de neteja i desenvolupament es simplifiquen.

Com a inconvenients cal esmentar la necessitat d'instal·lar canonades provi-

sionals quan es travessen terrenys poc coherents i que a mesura que augmenta la profunditat, l'extracció dels detritus alenteix l'obra.

Perforació per rotació amb circulació directa

Aquest mètode es basa en el gir d'una eina de tall (anomenada trepant bi, tri, o polidentat) unida a una sèrie de tubs enroscats que formen el barnillatge.

Els detritus de la perforació són extrets per mitjà d'un fluid (fangs) impulsat per una bomba. S'anomena de circulació directa perquè els

fangs baixen per l'interior del barnillatge i pugen a la superfície per l'espai anular entre el barnillatge i la paret de la perforació.

Permet uns avanços per unitat de temps relativament grans. També s'hi obtenen profunditats considerables. El seu principal inconvenient radica en l'obstrucció dels aquífers produïda pels fangs de perforació que requereix una major atenció en la neteja i desenvolupament posteriors.

Altres mètodes de perforació

La perforació per rotació amb circulació inversa s'utilitza bàsicament per a pous de gran diàmetre, i es basa en l'extracció dels fangs i detritus per l'interior del barnillatge mitjançant un compressor.

Un altre mètode força emprat és el de rotopercussió, consistent en la combinació dels efectes de rotació i percussió per mitjà d'un martell pneumàtic. És especialment recomanable per a terrenys molt durs i per a treballs ràpids, per l'extraordinari avanç que s'aconsegueix.

PROCÉS DE CONSTRUCCIÓ

Un cop determinat el punt de perforació, serà necessari disposar d'espai suficient per a la instal·lació de la maquinària i aparells auxiliars, i disposar d'un bon accés per al trasllat de subministraments (canonades, cisternes d'aigua, etc). Cal preveure, també, la construcció d'una rasa per a l'abocament dels residus de la perforació, i tenir en compte l'evacuació de les aigües produïdes en les operacions de neteja i desenvolupament.

Un cop iniciada la perforació, és interessant de fer-hi una embocadura d'uns quants metres amb canonada d'acer i cimentar-ne l'espai anular, principalment per evitar el possible esllavissament de la perforació (els primers metres de terreny acostumen a ésser de material descompost) i al mateix temps proporcionar una base ferma per a operacions posteriors.

Durant tot el procés és molt important l'extracció de mostres, com a mínim cada metre, ja que proporcionarà un registre únic de la sèrie de materials que es travessen i revelarà informació sobre la magnitud i composició dels diferents aquífers.

Com que la majoria de perforacions es realitzen de forma telescòpica, de major a menor diàmetre, depenent de la profunditat a assolir, s'haurà de començar a perforar, forçosament, amb un diàmetre major que el de la canonada prevista.

Un cop assolida la profunditat pre-

vista, i conegudes les característiques dels materials travessats i els aquífers objecte d'explotació, s'equipa el sondeig.

EQUIPAMENT DEL SONDEIG

Consta, bàsicament, de les següents operacions: entubament, elecció del tipus de reixeta, col·locació del massís filtrant, cimentacions i d'altres operacions especials.

Entubament

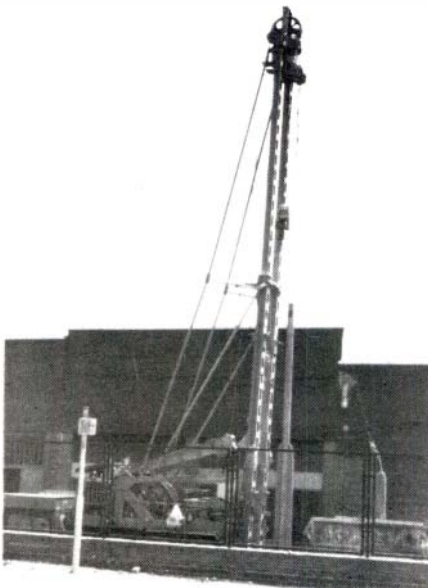
S'ha de distingir l'entubament provisional del definitiu. El primer es realitza generalment en la perforació per percussió per mantenir l'estabilitat del sondeig. El segon és el que es fa de manera permanent, i, per una banda, manté les parets del sondeig i equipa la zona d'aquífers amb la reixeta adequada, i per l'altra banda, permet la instal·lació al seu interior de l'equip



MAQUINÀRIA utilitzada en la construcció i acabat de sondeigs.

1. Màquina de perforació per rotació amb circulació directa, de 150 CV de potència.
2. Màquina de perforació per percussió de 150 CV.
3. Equip auxiliar per a la realització de l'assaig de bombament; consta d'un grup electrogen, bomba i grua.
4. Equip especialitzat per al desenvolupament de pous per acidificació; consta de cisterna, grua i compressor per a la injecció de l'àcid.

(Fotografies: Josep Queralt i Mitjans)



1



2



3



4

■ Durant tot el procés és molt important l'extracció de mostres, com a mínim cada metre.

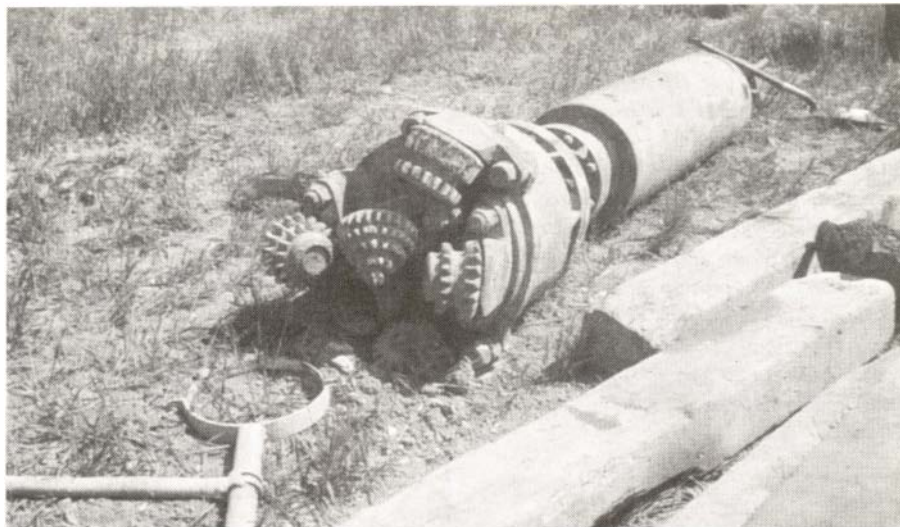
d'explotació (bomba, canonada d'impulsió, etc).

Els tubs han de tenir la resistència mecànica suficient per a evitar deformacions, trencaments i estrangulacions. A més, caldrà tenir present el cabal previst d'extracció, per tal de deixar un espai (com a mínim de 8 a 10 cm) entre la bomba i l'entubament.

Pel que fa al diàmetre del tub, aquest és limitat pel de la perforació, encara que és recomanat per les normes A.P.I. que la diferència de diàmetres estigui compresa entre 30 i 10 cm, en el cas que no hi hagi massís filtrant de grava. En el cas de col·locar-n'hi, el gruix d'aquest determinarà el diàmetre del tub.



5



6



7



8

Elecció de la reixeta

L'elecció de la reixeta a instal·lar està condicionada pels següents paràmetres:

-Les característiques físiques de la roca que constitueix l'aqüífer, i també la seva transmissivitat.

-El cabal previst d'exploració condicionarà la velocitat d'entrada per les obertures i, per tant, s'haurà de calcular la superfície oberta total, de tal manera que la velocitat d'entrada no sigui superior a 3 cm/seg.

-Resistència mecànica de la zona de reixeta.

En el cas d'aqüífers constituïts per formacions consolidades, la zona d'entrada d'aigua es redueix, en la majoria dels casos, a un simple ranuratge del tub, a la mateixa alçada de l'horitzó de l'aqüífer, tenint en compte que la densitat de les ranures no disminueixi la resistència del tub.

Si l'aqüífer està constituït per formacions no consolidades, ha d'evitar-se



EINES que s'utilitzen en el procés de perforació.

5. *Trepant tridentat emprat en perforació per rotació amb circulació directa; en primer pla, a sota de les pinyes, s'observa el conducte per on són impulsats els fangs.*
6. *Capçal de perforació utilitzat en perforació per rotació amb circulació inversa; s'observa la complicada disposició de les pinyes d'atac per tal d'aconseguir un gran diàmetre. També s'aprecia el tub per on són aspirats els detritus.*
7. *Eixampladors usats en perforació per rotació.*
8. *Trepants en creu (cruciforme) i en doblat que es fan servir en la perforació per percussió.*

(Fotos (5), (7) i (8): Josep Queralt i Mitjans. Foto (6): Direcció General de Reforma Agraria de la Junta de Castilla y León).

l'entrada d'arenes i elements fins dins del tub. Per a aquests casos, existeix un gran nombre de diferents tipus de reixetes, però que es poden agrupar en els següents grups:

-Tubs encunyats. Les obertures estan encunyades al tub i són calibrades.

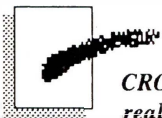
-Tubs en persiana. Les obertures tenen forma de persiana.

-Tubs amb aglomerat de sorra. Són tubs perforats envoltats per un aglomerat d'arena calibrada i resines sintètiques.

-Tubs de ranura contínua. Es tracta d'un filferro gruixut enrotllat en forma d'espiral.

Massís de grava

En moltes ocasions, i sobretot quan l'aqüífer està constituït per formacions no consolidades és necessari disposar, a l'espai anular entre la reixeta i la paret del sondeig, un gruix de grava filtrant que eviti el pas cap a l'interior del pou dels elements fins. Al mateix temps,



CROQUIS DE SONDEIGS realitzats a Ca alunya.

El croquis (9) mostra un sondeig d'investigació que té per objectiu principal conèixer i controlar separatament els diferents paràmetres hidràulics de tres aqüífers diferents en una perforació única. El croquis (10) representa un sondeig d'explotació; la perforació es va realitzar en un terreny molt dur que contenia un sol horitzó aqüífer, i això en va simplificar l'equipament. (Dibuixos: Josep Queralt i Mitjans).

aquest massís augmenta la permeabilitat en l'entorn i ajuda a sostenir la formació. És necessari que aquesta grava tingui la granulometria adequada, que sigui de forma arrodonida i preferentment de naturalesa silícia (per tal d'evitar incrustacions o reaccions amb els elements de l'aigua).

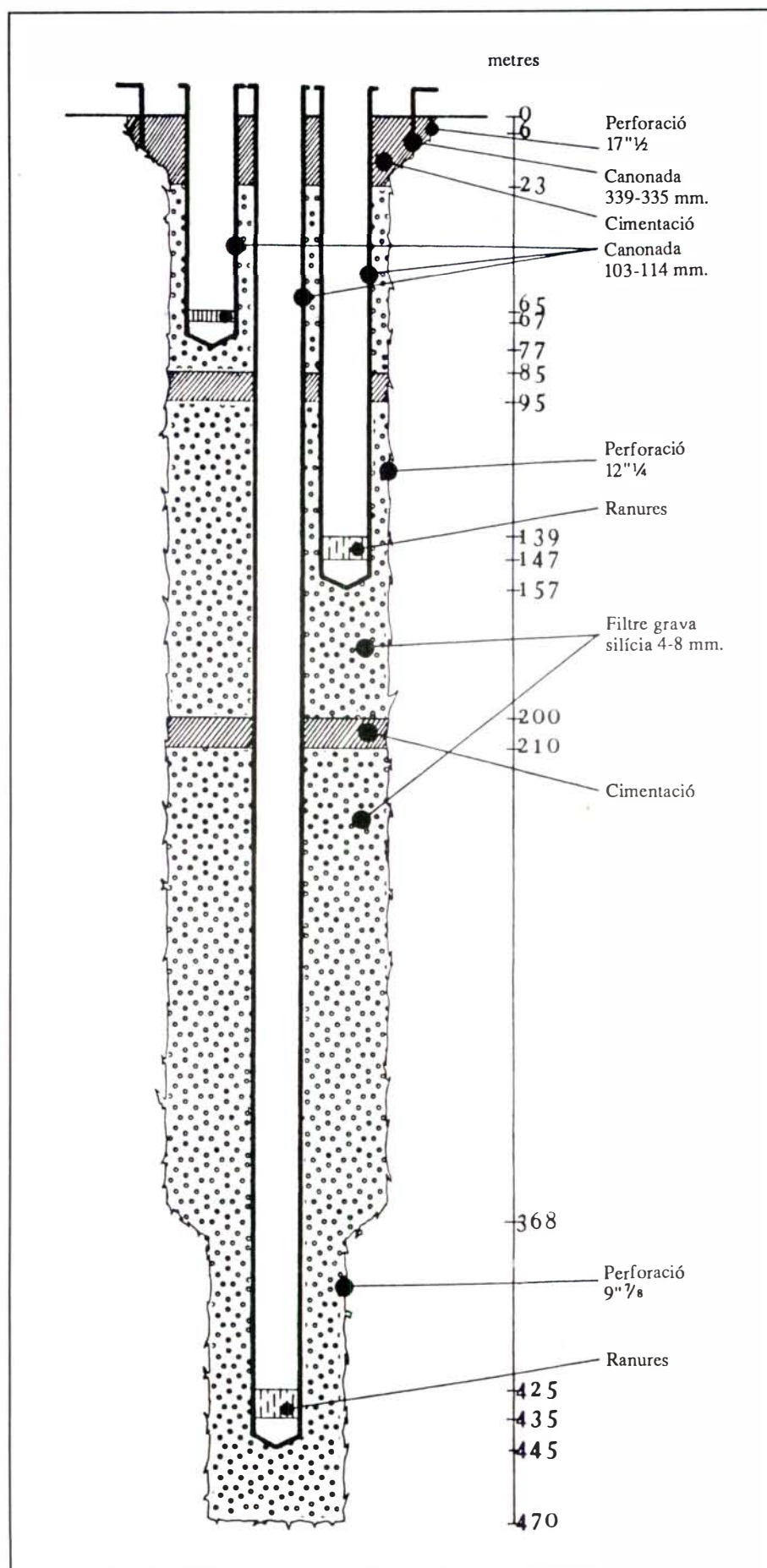
Cimentació

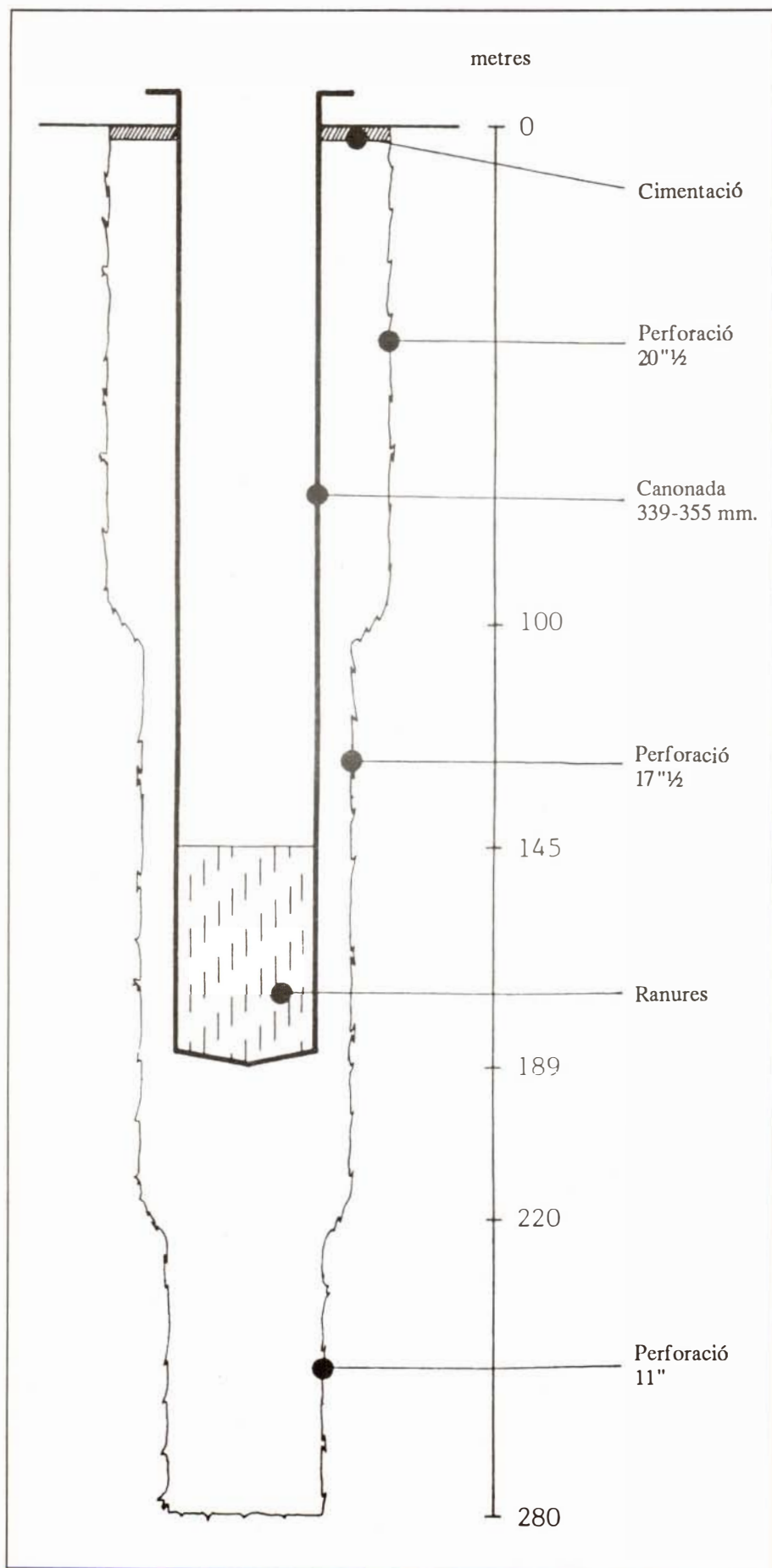
La cimentació de l'espai anular entre la paret de perforació i la canonada és una operació necessària en la majoria de sondeigs. La raó principal és la d'evitar la contaminació de l'aqüífer amb les aigües superficials, encara que també es realitza per a aïllar aqüífers que per algun motiu no sigui interessant explotar. L'operació es realitza injectant ciment per una canalera fina col·locada a l'espai anular.

ACABAT DEL SONDEIG

Uncop construït i equipat el sondeig, encara se l'ha de netejar i desenvolupar. La missió de la neteja és l'extracció de les restes de detritus i fangs que hagin quedat a l'interior del pou. Amb el desenvolupament es pretén extreure els elements fins i, a més, incrementar la productivitat de l'aqüífer eixamplant les fissures o produint-ne de noves. A la pràctica, aquestes operacions es realitzen simultàniament. Les tècniques que es fan servir més sovint són:

-Desenvolupament de pistó: S'efec-





■ Un cop construït i equipat el sondeig, encara se l'ha de netejar i desenvolupar.

tua amb un estri que s'empra com a pistó a l'interior de la canonada i se li confereix un moviment de vaivé.

-Aire comprimit: per mitjà d'un compressor s'injecta aire a pressió a l'interior de la canonada.

-Neteja amb vàlvula: Utilitzant una vàlvula es va netejant el sondeig.

-Altres tècniques: Sobrebombament, raigs d'aigua a alta velocitat, neu carbònica, acidificació (especialment per a formacions consolidades) i explosius.

ASSAIG DE BOMBAMENT

Un cop acabada la construcció, l'equipament i la neteja del pou, és aconsellable realitzar un assaig de bombament. Consisteix a bombar el pou a cabal constant o a cabal variable, seguint al mateix temps la variació del nivell de l'aigua causada pel bombament.

L'estudi de les variacions del nivell permetrà obtenir informació respecte a la qualitat del pou i sobre les característiques i circumstàncies de l'aqüífer. Tanmateix proporcionarà la informació necessària per a determinar el cabal d'explotació més recomanable. ■

Josep Queralt i Mitjans
és Enginyer Tècnic Agrícola