Mètodes d'extracció de les aigües subterrànies

Com a totes les regions mediterrànies, la disponibilitat d'aigua a les Balears ha estat un element clau per al desenvolupament d'assentaments humans. Això es fa especialment evident a partir de la dominació romana, període en què es van dur a terme els primers aprofitaments d'aigües subterrànies mitjançant la canalització de les fonts més rellevants i permanents de les Illes. Aquest és el cas de la Font de la Vila, que proveïa d'aigua la ciutat de Palma, o de les Fonts de Ternelles, les aigües de les quals eren conduïdes fins a la ciutat romana de *Pollentia*. Malgrat tot i com als territoris peninsulars d'Al-Andalus, els vertaders enginyers de l'aigua a les nostres Illes van ser els musulmans. Ells van començar el conreu dels primers horts, a fer marges als vessants i a construir tota una sèrie d'elements de captació, de transport i d'emmagatzematge de l'aigua subterrània. El seu llegat de síquies, sínies, molins, aljubs, etc., constitueix un patrimoni cultural indiscutible.

Els primers pous d'explotació de les aigües subterrànies eren fets a mà, amb pic i pala, als terrenys on el nivell freàtic de l'aqüífer se situava molt a prop de la superfície del terreny. L'aigua es treia amb corriola, corda i poal, i posteriorment per impulsió animal (sínies). Encara es conserven nombrosos pous d'aquest tipus, amb l'interior empedrat de marès, que es poden trobar a moltes finques del Pla de Sa Pobla (Mallorca), a Ciutadella (Menorca) o a les planes d'Eivissa i Formentera, entre d'altres.

Molí al Pla de Sant Jordi (Mallorca).

El 1847 l'holandès Paul Bouvij va projectar la dessecació d'aquest antic prat mitjançant la construcció de molins de vent i de síquies de drenatge.



Foto: E. Hernández

A determinades zones molt planes i a prop de la mar, l'extracció d'aigua subterrània de pous amb poca fondària es realitzava mitjançant la força del vent. La dessecació del Pla de Sant Jordi, el Salobrar de Campos i S'Albufera de Mallorca, en el segle XIX, va propiciar la construcció de molins de vent per elevar i extreure l'aigua necessària per al regadiu de les noves terres de conreu. Les Balears compten amb el major conjunt de molins de vent del món; a finals del segle XIX, hi havia més de 1.600 molins. Actualment configuren un paisatge molt singular, també present a les planes d'Eivissa.

Malgrat tot, és a partir del segle xx quan el desenvolupament tecnològic va permetre extreure aigua subterrània de fondàries considerables. El desenvolupament de les màquines perforadores, conjuntament amb el de les bombes d'extracció, va fer augmentar considerablement el nombre de pous foradats i en explotació a partir de la dècada dels cinquanta del segle passat. Els pous del Pont d'Inca, Verge de Montserrat i S'Estremera a Mallorca, marquen l'inici d'una nova etapa en l'abastament de la ciutat de Palma, igual que va succeir a la resta de les principals ciutats de l'arxipèlag.

Inicialment les màquines de foradar eren de percussió (màquines de cop, trituren la roca a cops donats amb un trepà) o de rotació (amb una corona giratòria que va tallant la roca i traient-la en forma de cilindres, els **testimonis**). Cal destacar la feina feta per aquestes «màquines lentes mallorquines», que foradaven el terreny traient cilindres de roca de gran diàmetre (més de 40 cm), que van esdevenir testimonis de gran utilitat per als geòlegs, facilitant-los l'estudi de les roques i dels sediments que constitueixen el nostre subsòl. Actualment, les màquines lentes de rotació han desaparegut i, malgrat que encara en queden algunes de percussió, s'ha generalitzat la perforació realitzada amb «màquines ràpides» de rotopercussió amb aire comprimit, cosa que ha determinat, per la seva rapidesa i menor cost, una proliferació dels pous de captació d'aigües subterrànies al nostre territori.



Cilindres de roca o testimonis que extreien les «màquines lentes mallorquines» per a la perforació de pous. Avui dia aquestes màquines ja són història.

Foto: R. M. Mateos

¿Què és un assaig de bombament?

Una vegada realitzada una obra per a la captació d'aigües subterrànies i quan aquesta ha trobat l'aqüífer, cal comprovar si el cabal que se'n pot obtenir es manté al llarg del temps i n'hi ha prou per cobrir les nostres necessitats, sense produir influències negatives a l'aqüífer o fer minvar el cabal d'altres captacions ja existents a la zona.

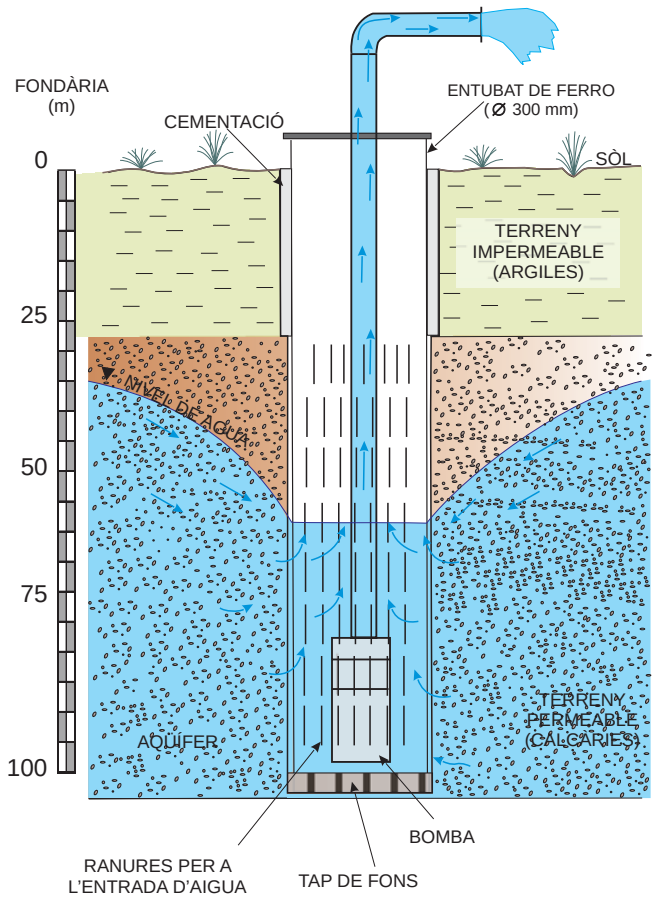


Assaig de bombament. *Foto: J. M. López*

Mitjançant la sonda que s'observa a l'esquerra del pou, es controla com varia la posició del nivell de l'aigua de l'aqüífer al pou durant l'extracció.

La realització d'un assaig de bombament segueix una metodologia de treball senzilla pel que fa a l'adquisició de les dades, si bé la seva anàlisi i interpretació requereixen una elevada qualificació tècnica, així com un bon coneixement de les característiques geològiques i hidrogeològiques de la zona. Encara que existeixen diferents metodologies per a la seva execució, la més freqüent consisteix a bombejar aigua d'un pou, un cabal constant o variable, mesurant simultàniament la variació del nivell de l'aigua al pou que es bomba i a d'altres pous de l'entorn, aturats. El bombament genera un descens del nivell de l'aigua als pous, major a la captació bombada i menor a l'entorn de la captació, als pous d'observació, a mesura que ens allunyem del punt de bombament, tot generant una depressió en forma de con. L'extensió i l'evolució d'aquest **con de bombament** depèn de diverses característiques de l'aqüífer, fonamentalment de la seva capacitat de transmetre i d'emmagatzemar l'aigua. Amb una paraula, ens pot donar una idea de com és de «bo» o de «dolent» l'aqüífer.

La qualitat de la construcció del pou i de la seva instal·lació de bombament poden produir importants variacions del cabal obtingut. Si l'obra és defectuosa, ens podem trobar amb un pou foradat sobre un bon aqüífer, però que proporciona menys aigua de l'esperada durant l'assaig.

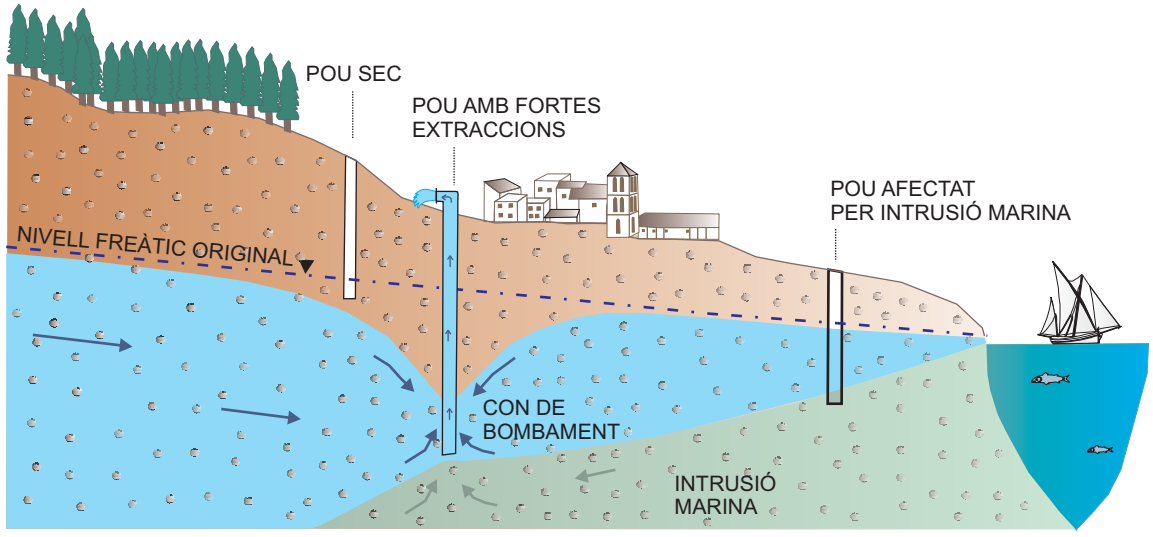


Esquema d'un pou entubat.

L'explotació de l'aqüífer genera un con de bombament a l'entorn de la captació. És important la decisió sobre la fondària més aconsellable a què s'hauria de col·locar la bomba, especialment en els aqüífers connectats amb la mar, per poder evitar possibles efectes d'intrusió marina a l'aqüífer.

A partir de la informació obtinguda un cop fet l'assaig de bombament, es pot calcular el cabal d'extracció òptim i la fondària més adient per a la col·locació de la bomba. Aquest darrer factor és especialment rellevant als aqüífers costaners, ja que hi ha una relació directa entre la fondària a què es col·loca la bomba i la temuda salinització dels aqüífers per intrusió d'aigua marina.

Esquema que representa els possibles efectes negatius que pot causar a l'entorn un pou amb una explotació intensa en un aqüífer costaner. Es genera una forta depressió del nivell freàtic, que deixa en sec un dels pous i provoca la intrusió marina a l'aqüífer, amb la qual cosa se salinitza el pou més proper a la costa.



Principals afeccions a les aigües subterrànies

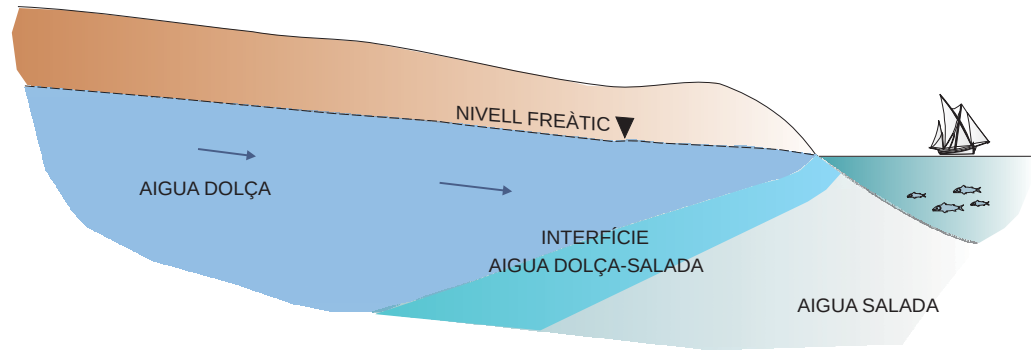
Existeixen factors externs, especialment els provocats per la mà de l'home, que poden alterar la composició natural de les aigües subterrànies. A causa de la capacitat depuradora del sòl, els aqüífers presenten un notable poder de protecció davant de molts agents contaminants. Malgrat tot, quan l'aqüífer ja es troba afectat, la seva regeneració acostuma a ser difícil, lenta i costosa. Per aquesta raó té una gran importància la protecció de les aigües subterrànies davant de la contaminació de qualsevol origen.

A les Illes Balears, la contaminació dels aqüífers es produeix per dues causes principals: la salinització d'aqüífers costaners per intrusió d'aigua marina i l'elevat contingut en nitrats de l'aigua dels aqüífers originada per diverses activitats: agrícola i ramadera. Altres causes de contaminació es deuen a focus puntuals originats per abocaments de diferents tipus.

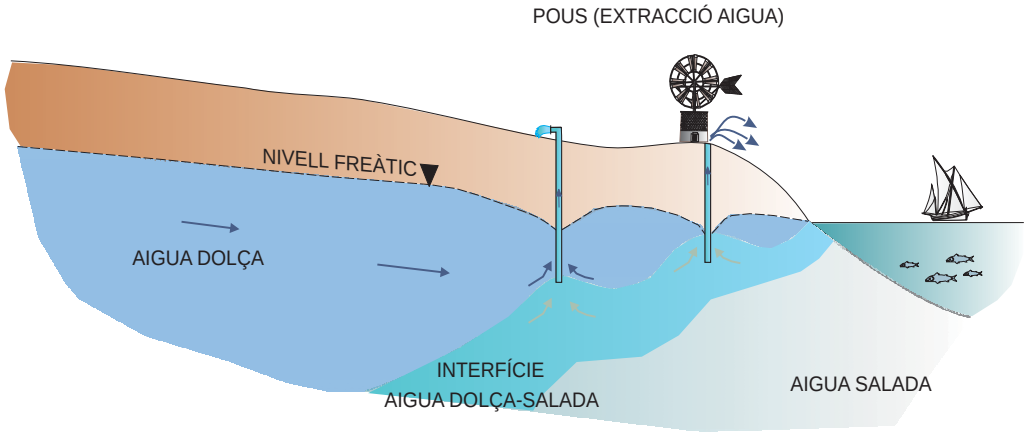
Intrusió marina

A les zones costaneres i en una situació natural, l'aigua de mar penetra costa endins formant un tascó d'aigua salada en equilibri amb l'aigua dolça de l'aqüífer i situada per davall seu a causa de la seva major densitat. El contacte entre aquestes dues zones s'anomena **interfície aigua dolça-aigua salada**. Quan es produeixen extraccions d'aigua subterrània a prop de la costa, aquest equilibri natural es modifica i la interfície penetra cap a l'interior. Quan l'explotació de l'aqüífer és excessiva, la interfície pot afectar els pous de manera que n'arriben a treure aigua salabrosa.

ESTAT NATURAL DE L' AQÜÍFER



AQÜÍFER CONTAMINAT PER INTRUSIÓ MARINA



Contaminació per intrusió marina d'un aqüífer costaner.

A la figura superior es representa l'estat natural de l'aqüífer, amb la interfície aigua dolça-aigua salada.

A la figura inferior es mostra l'avanç de la interfície terra endins, tot contaminant els pous, que ja han començat a treure aigua salabrosa.

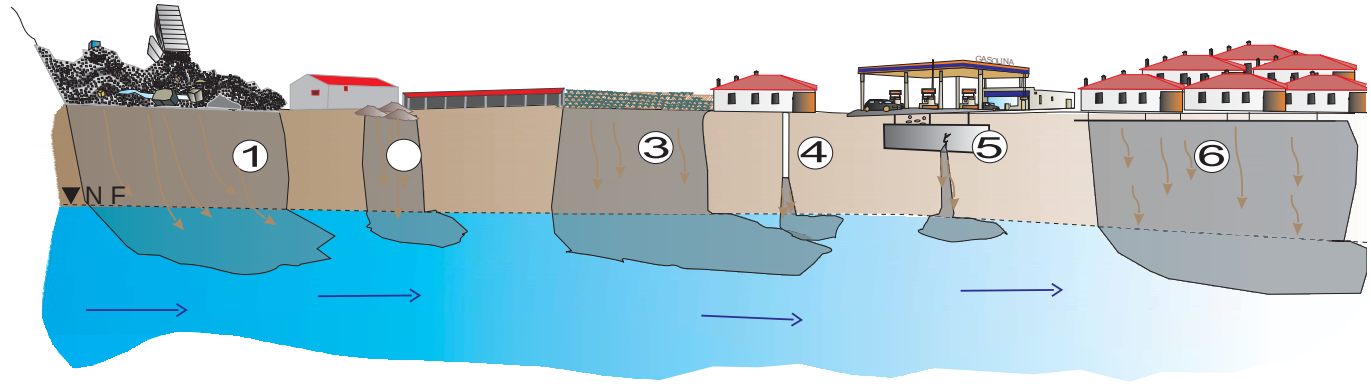
A les Balears, amb una notable longitud de costa i nombrosos aqüífers costaners en explotació, aquest fenomen és força freqüent i arriba a salinitzar importants masses d'aigua dels aqüífers costaners, i es detecta per una elevada concentració de ió clorur a les aigües (superior a 500 mg/L). Els aqüífers del Pla de Palma i del Pla de Campos i els de Na Burguesa són els més afectats a l'illa de Mallorca. Així mateix, es detecta salinització per intrusió marina a alguns sectors de Ciutadella i de la plataforma de Maó a Menorca, així com al Pla i a la Serra Grossa d'Eivissa, i a bona part de l'illa de Formentera.

Adobament agrícola

Els adobs que es fan servir a l'agricultura són de tipus orgànic o mineral. Tots dos poden produir una contaminació de l'aqüífer causada per una aportació elevada de nitrogen. Amb el temps, el nitrogen orgànic es transforma en nitrat; d'altra banda, i principalment, l'aplicació excessiva i incorrecta d'adobs minerals, així com les pràctiques de reg poc eficients, afavoreixen el rentatge dels nitrats, molt solubles, i la seva incorporació a l'aigua subterrània, cada vegada més carregada, i que torna a regar els camps adobats amb més nitrat, en un procés cíclic. L'aqüífer del Pla de Sa Pobla (Mallorca) és el més afectat per aquest tipus de contaminació a causa del conreu intensiu de la patata, que constitueix el principal cultiu de la zona.

Esquema que representa les diferents possibles causes de la contaminació de les aigües subterrànies a l'arxipèlag balear, així com el tipus de contaminació que poden produir.

CONTAMINACIÓ D' AQÜÍFERS



- A OCADOR DE RESIDUS S LIDS CONTAMINACIÓ QUÍMICA
- GRAN A CONTAMINACIÓ ORGÀNICA I QUÍMICA
- A ONAT AGRÍCOLA CONTAMINACIÓN QUÍMICA
- CASA AM POU NEGRE CONTAMINACIÓ ORGÀNICA
- EN INERA CONTAMINACIÓ POR IDROCAR URS
- PO LACIÓ CONTAMINACIÓ ORGÀNICA

Els pous mal construïts o abandonats són especialment perillosos, ja que poden esdevenir una via directa per a la contaminació de l'aqüífer.

Altres tipus de contaminació de les aigües subterrànies

De vegades es pot produir una contaminació de tipus puntual per les causes següents:

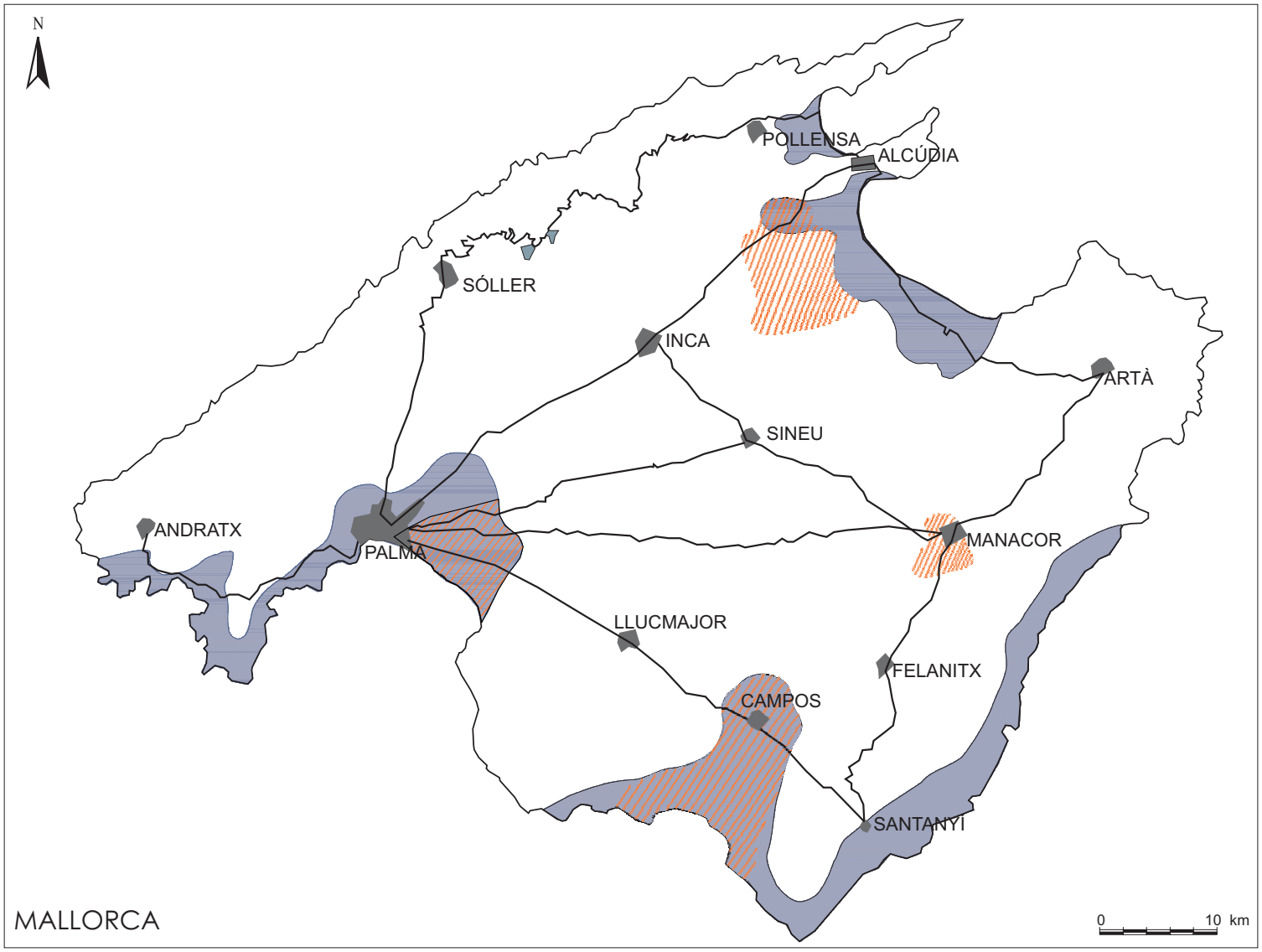
- **Activitats ramaderes**: La mala gestió dels residus ramaders pot generar una contaminació orgànica a l'aqüífer, molt concentrada i intensa, tant bacteriològica, com per nitrogen, que amb el temps es transforma en nitrat. Aquest tipus de contaminació és freqüent a l'aqüífer de Migjorn, on es troben bona part de les explotacions de ramaderia bovina de l'illa de Menorca.

- **Aigües residuals**: La contaminació causada per pèrdues de fosses sèptiques, pous negres o fuites a la xarxa de clavegueram es deu al mateix procés: el nitrogen orgànic passa a nitrat, amb la qual cosa augmenta la seva concentració als aqüífers al voltant de les zones urbanes, com és, entre d'altres, el cas de Manacor.

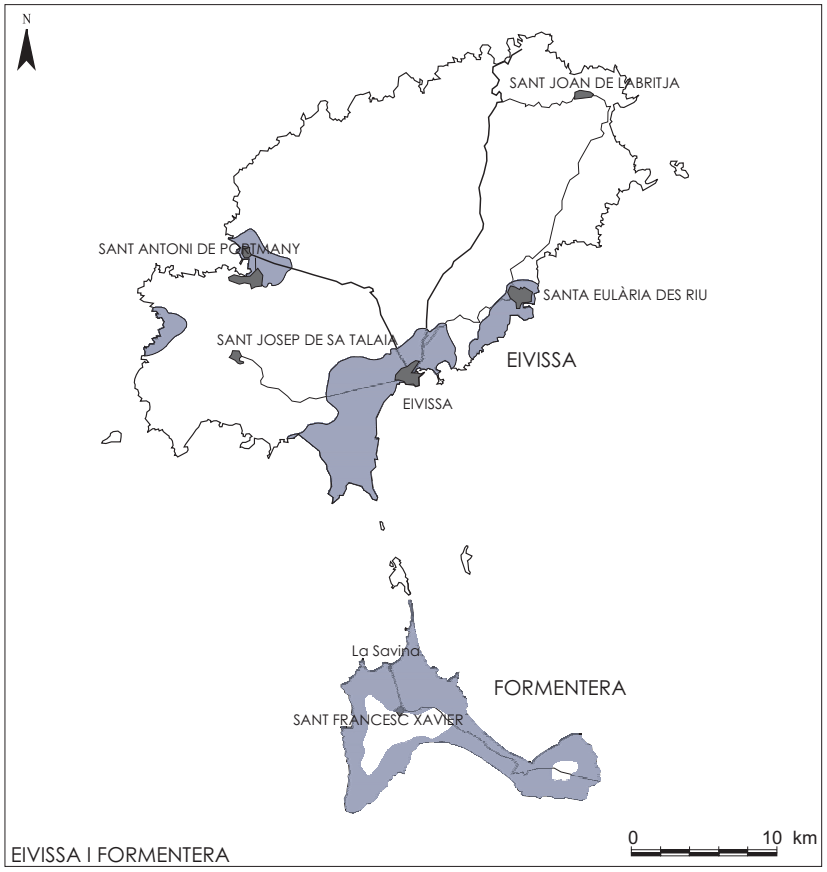
- **Activitats industrials**: El sector industrial pot produir abocaments de diverses substàncies orgàniques i inorgàniques, especialment de metalls pesants, que poden originar contaminacions molt nocives de les aigües subterrànies. Per sort, aquest tipus de contaminació és molt poc freqüent al nostre arxipèlag.

- **Abocadors de residus sòlids**: L'activitat humana produeix residus sòlids de diversos tipus que poden contaminar els aqüífers. Són especialment perillosos els abocadors no controlats.

- **Les benzineres**: Poden constituir possibles focus de contaminació de les aigües subterrànies quan es produeixen fuites de combustible als dipòsits soterrats. Recentment, l'aqüífer de Santa Gertrudis, a Eivissa, s'ha vist afectat per aquest tipus de contaminació, cosa que ha obligat l'Administració hídrica a dur a terme un llarg i costós procés de regeneració de l'aqüífer.



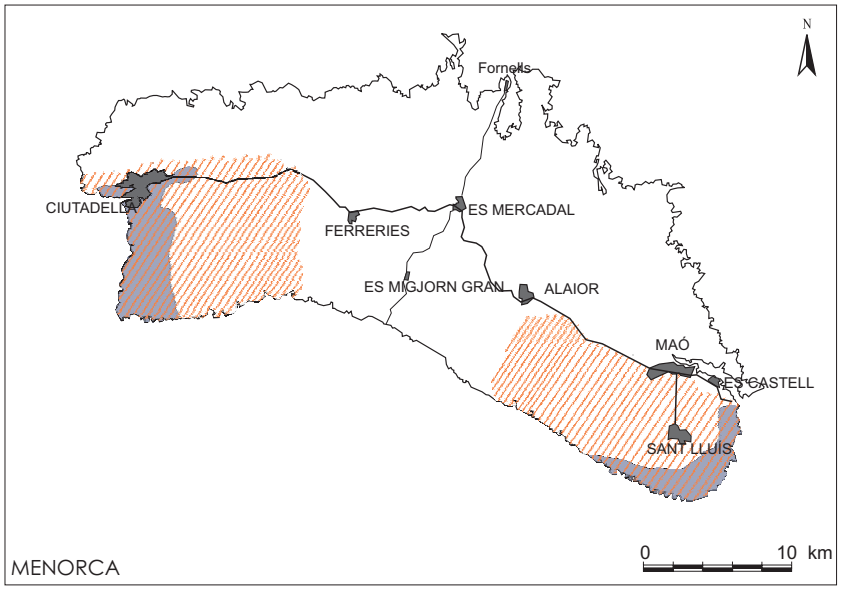
Representació dels aqüífers de les Balears afectats pels dos tipus principals de contaminació:
la intrusió marinai l'excés de nitrats procedents de les activitats agrícoles i ramaderes.



LLEGENDA

Contaminació per intrusió marina

Contaminació per excés de nitrats



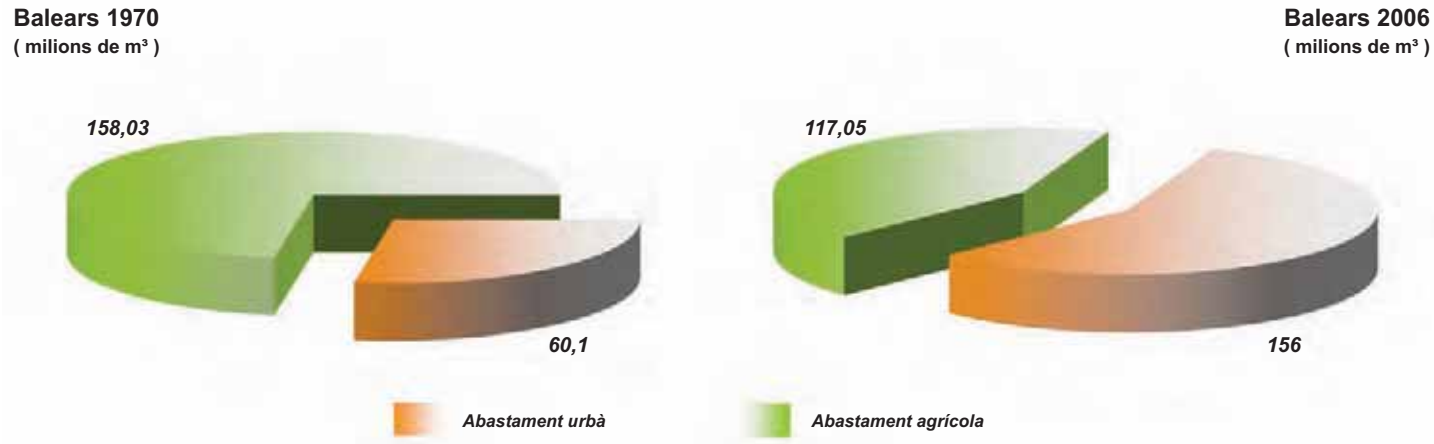
Usos de l'aigua subterrània a les Balears

L'absència de rius al nostre territori ha determinat un ús intensiu de les aigües subterrànies, cosa que ha augmentat notablement d'ençà de l'arribada massiva del turisme en els anys seixanta.

Independentment d'altres usos de menys rellevància (industrial, recreatiu i d'altres), els aqüífers s'han anat explotant per proveir principalment les necessitats del sector agrícola i per a l'abastament urbà. La demanda d'aigua per a proveïment urbà s'ha multiplicat durant les darreres quatre dècades, duplicant-se en el cas de l'illa de Mallorca i multiplicant-se per quatre a les illes d'Eivissa i de Menorca. Així mateix, es detecta un descens notable en el consum d'aigua en el sector agrari com a conseqüència de la disminució de les hectàrees de reguiu, de la tecnificació i de l'eficiència dels sistemes actuals emprats per regar i del tancament de moltes explotacions ramaderes. El resultat de tot plegat és un increment de la demanda de gairebé un 25% en els darrers quaranta anys, amb la qual cosa actualment la demanda urbana (57%) supera l'agrícola (43%).

EVOLUCIÓ DE LA DEMANDA D'AIGUA PER SECTORS A LES PRINCIPALS ILLES (en milions de metres cúbics/any)

ILLA	MALLORCA		MENORCA		EIVISSA		FORMENTERA	
US	ABASTAMENT	AGRICULTURA	ABASTAMENT	AGRICULTURA	ABASTAMENT	AGRICULTURA	ABASTAMENT	AGRICULTURA
ANY								
1970	52	133	4	18	4	7	0,1	0,03
1980	76	210	6	22	9	17	0,3	0,03
1992	87	133	11	12	7	11	0,3	0,03
2006	126	100	14	7	15	10	1	0,05



Evolució de la demanda d'aigua a les Balears en les darreres quatre dècades. El 1970 era de 218 milions de metres cúbics anuals, un 72 dels quals provenia del sector agrícola. L'any 2006 la demanda va pujar a 273 hm³ l'any i el proveïment urbà va ser el sector amb major demanda (el 57% del total).

Situació actual

L'increment de la demanda d'aigua per a l'abastament urbà ha determinat la necessitat de la recerca d'altres recursos hídrics alternatius, de prou qualitat. Amb la construcció de plantes dessalinitzadores d'aigua de mar i la progressiva reutilització de les aigües depurades per a ús agrícola, s'obre una nova panoràmica en la gestió de l'aigua a les Balears.

Les aigües subterrànies continuen constituint el principal recurs hídric de l'arxipèlag i representen gairebé el 80% del total de recursos que s'utilitzen per a l'abastament urbà. En el sector agrícola aquesta xifra s'incrementa, cobrint l'aigua dels nostres aqüífers el 83% de la demanda d'aquest sector.

L'ús d'altres recursos no convencionals comença a ser notable al nostre arxipèlag. Així, la posada en marxa de les plantes dessalinitzadores d'aigua de mar permet de cobrir poc més d'un 16% de la demanda total d'aigua per al proveïment urbà, essent un recurs vital per a l'illa de Formentera. La reutilització d'aigües tractades per al reguiu a l'agricultura ja cobreix un 16% de la demanda d'aigua per a aquest sector, destacant l'illa de Mallorca com a pionera en aquest tipus d'actuacions. D'altra banda, la legislació balear obliga els camps de golf a utilitzar aigües residuals depurades per al seu reg.

ORIGEN DELS RECURSOS HÍDRICS
PER AL PROVEÏMENT URBÀ A LES PRINCIPALS ILLES DE L'ARXIPÈLAG

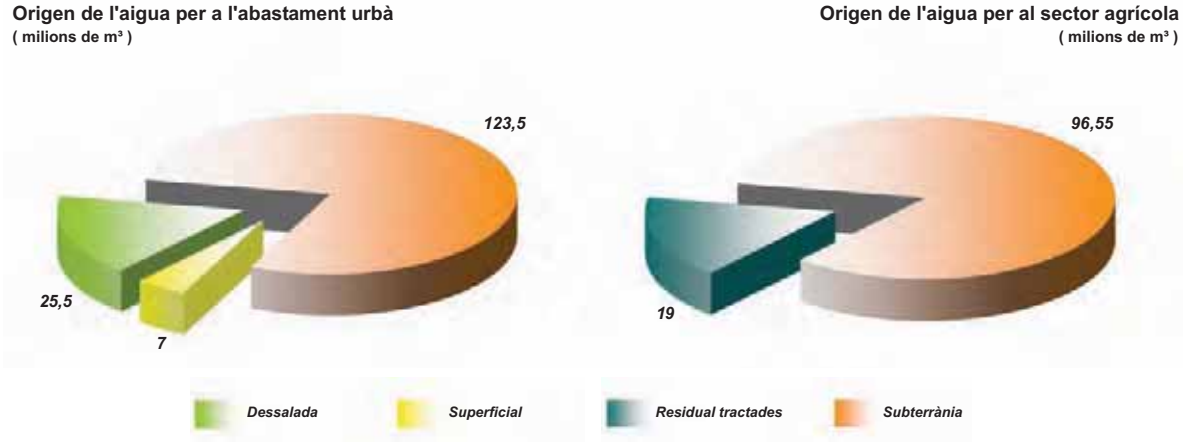
	SUBTERRANIS	SUPERFICIALS	DESSALADORES	TOTAL
MALLORCA	99	7	20	**126**
MENORCA	14	-	-	**14**
EIVISSA	10	-	5	**15**
FORMENTERA	0,5	-	0,5	**1**
TOTAL	**123,5**	**7**	**25,5**	**156**
%	**79,2**	**4,5**	**16,3**	**100**

(en milions de m³/any). Dades any 2006

ORIGEN DE L'AIGUA
PER AL SECTOR AGRARI A LES PRINCIPALS ILLES DE L'ARXIPÈLAG

	SUBTERRÀNIA	AIGÜES RES. DEPURADES	TOTAL
MALLORCA	**81**	**18**	**99**
MENORCA	**5,50**	**1**	**6,50**
EIVISSA	**10**	**-**	**10**
FORMENTERA	**0,05**	**-**	**0,05**
TOTAL	**96,55**	**19**	**115,55**
%	**83,6**	**16,4**	**100**

(en milions de m³/any). Dades any 2006



Origen de l'aigua per a l'abastament urbà i agrícola (dades 2006). Observeu la importància de les aigües subterrànies, el principal recurs hídric de l'arxipèlag balear.



Foto: J. M. López i A. Galmés

Reg per aspersió al Pla de Sa Pobla.
Les aigües subterrànies constitueixen el principal recurs hídric per a l'agricultura i donen cobertura al 83% de la demanda d'aquest sector.