

# CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

**Francesco Zampetti**

ISPRA



La caratterizzazione ambientale di un sito è identificabile con l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito. *(All.2 al Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/06)*

## PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

I punti cardine del Piano di Caratterizzazione sono:

1. Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti
2. Caratterizzazione del sito e formulazione preliminare del *Modello Concettuale*
3. Piano di investigazione iniziale

## Piano di Caratterizzazione

Per quanto riguarda la caratterizzazione degli acquiferi i punti precedenti si traducono in:

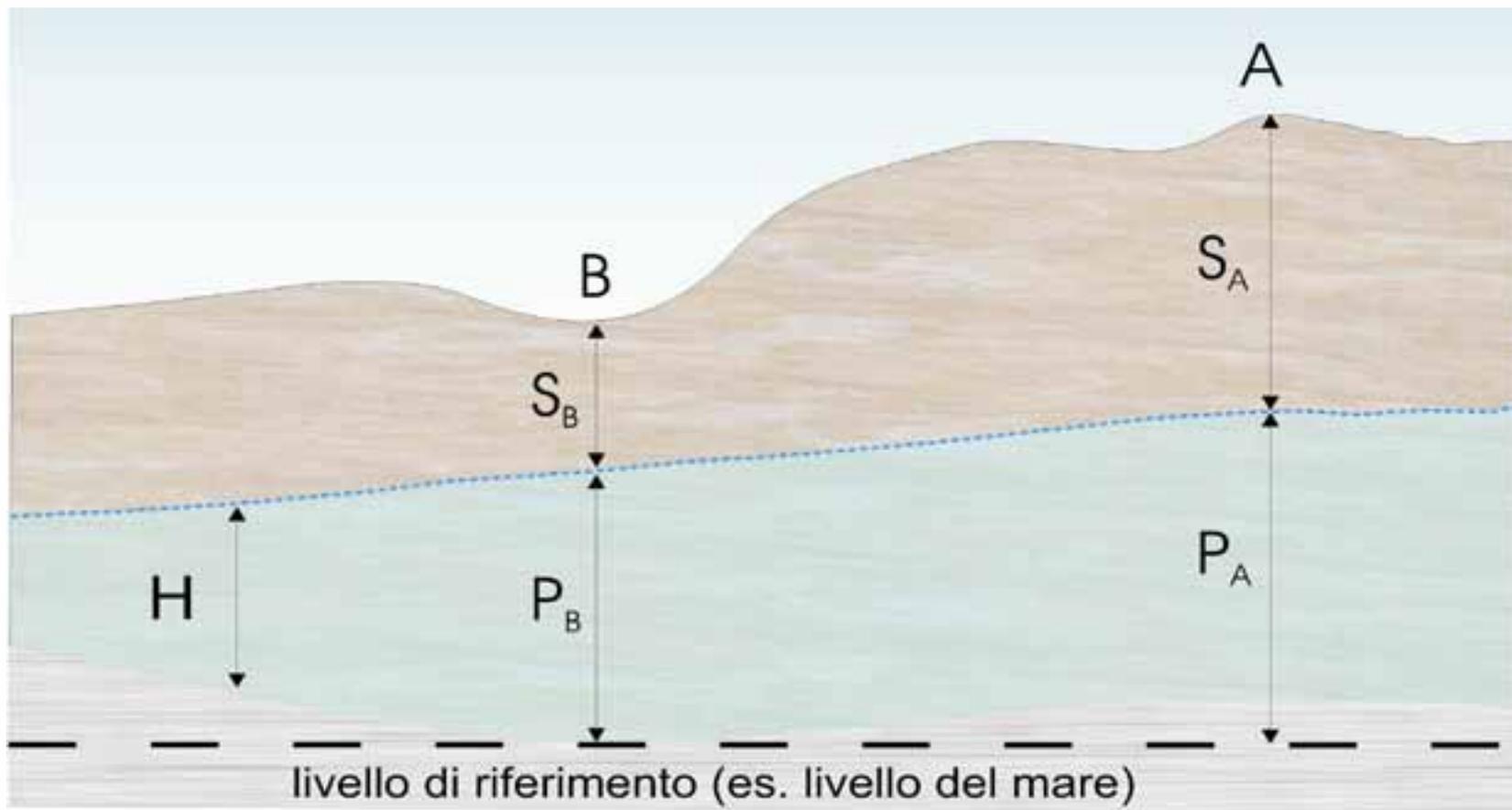
1. Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti: la finalità è l'identificazione dei parametri idrogeologici che regolano il flusso della falda locale e l'individuazione di potenziali fonti di contaminazione delle falde; i documenti utili allo scopo sono: studi sull'idrogeologia dell'area, carte idrogeologiche, censimento dei pozzi esistenti all'interno e all'esterno del sito da caratterizzare, rapporti di monitoraggio idrochimico della falda; da non sottovalutare l'intervista al personale coinvolto nella gestione del sito

## Piano di Caratterizzazione

2. Caratterizzazione del sito e formulazione del modello concettuale preliminare: descrive l'assetto idrogeologico del sito fornendo dati organici circa il numero e il tipo di acquiferi soggiacenti, la profondità, lo spessore, la portata, la direzione di deflusso di ciascuna falda; il modello concettuale che se ne ricava, integrando dati idrogeologici e dati storici sull'attività del sito, dovrebbe consentire di avanzare ipotesi fondate sulle potenziali sorgenti di contaminazione, sui possibili percorsi di migrazione in falda e su eventuali recettori della contaminazione delle acque sotterranee

## Piano di Caratterizzazione

3. Piano di investigazione iniziale: si basa sulle conoscenze indirette già acquisite e sulle ipotesi formulate nel modello concettuale preliminare per giungere a una conoscenza esaustiva dello stato di qualità delle acque sotterranee del sito mediante indagini di campo; stabilisce le procedure per l'esecuzione delle varie fasi dell'indagine: prospezioni geofisiche, realizzazione dei piezometri (ubicazione, numero, profondità, tecnica d'esecuzione), svolgimento di prove di pozzo, rilievi freaticometrici, piano di campionamento e analisi



- (S) soggiacenza:** profondità dal piano campagna del limite superiore della zona satura
- (P) quota piezometrica:** elevazione della superficie piezometrica rispetto ad uno "zero" di riferimento quale, ad esempio, il livello medio del mare
- (H) spessore della falda:** differenza di quota tra il limite superiore ed inferiore della zona satura

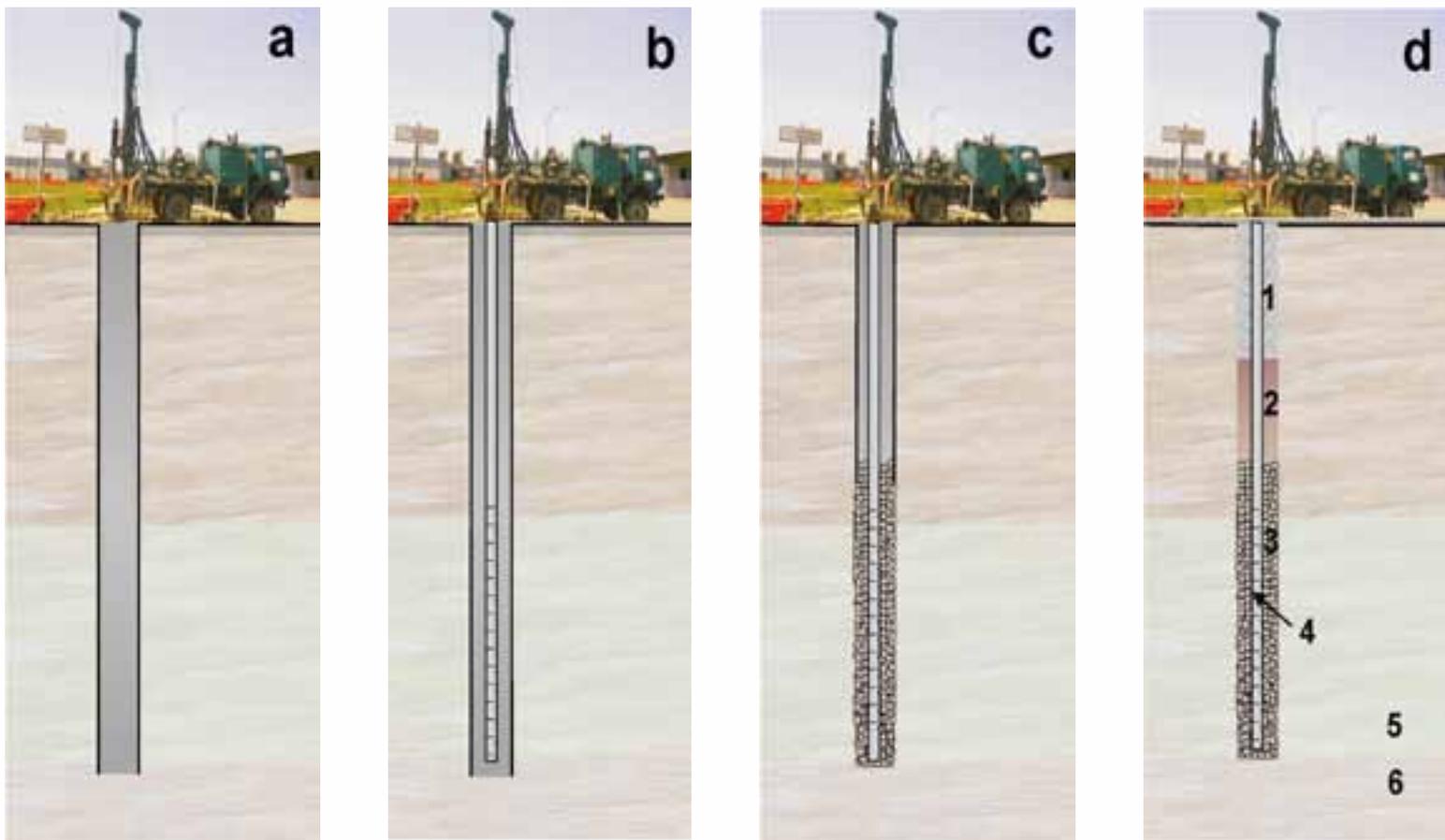


### Criteri di ubicazione dei piezometri

Estensione in m <sup>2</sup>	Numero piezometri
< 50.000	almeno 4
50.000 - 100.000	almeno 6
100.000 - 250.000	almeno 8
>250.000	almeno 1 ogni 25.000 m <sup>2</sup>

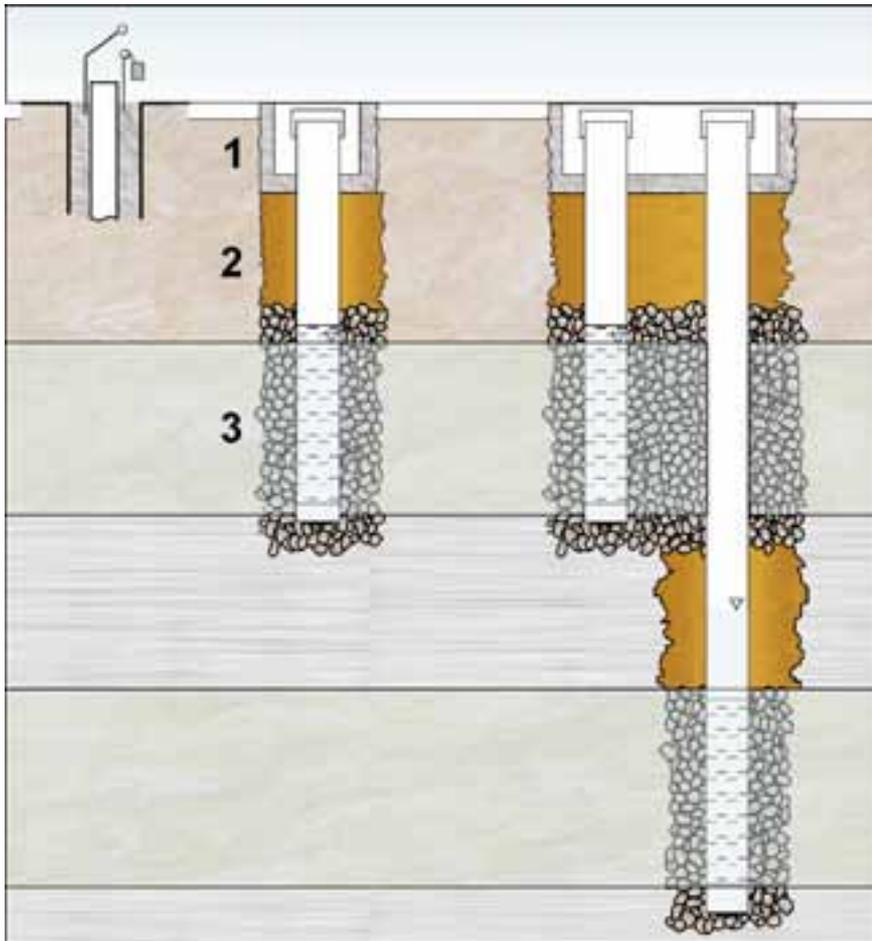
Indicazioni del DM 471/99

- ubicazione ragionata
- ubicazione sistematica (maglia regolare)
- 1 piezometro a monte idrogeologico del sito per ogni falda
- 1 piezometro a valle idrogeologica del sito per ogni falda



- a) realizzazione del foro
- b) posa in opera del tubo di rivestimento: finestrato in corrispondenza della falda, cieco nei tratti rimanenti
- c) realizzazione del dreno in corrispondenza del tratto finestrato
- d) realizzazione del setto impermeabile e cementazione sommitale

## Schema costruttivo di un piezometro



1. Chiusino in cemento o metallo
2. Sigillatura con bentonite
3. Dreno in ghiaietto calibrato

Figura 3.16 - Sigillatura superficiale di un piezometro di monitoraggio; è visibile la sigillatura finale con cemento e la predisposizione dello scavo per il pozzetto carrabile prefabbricato

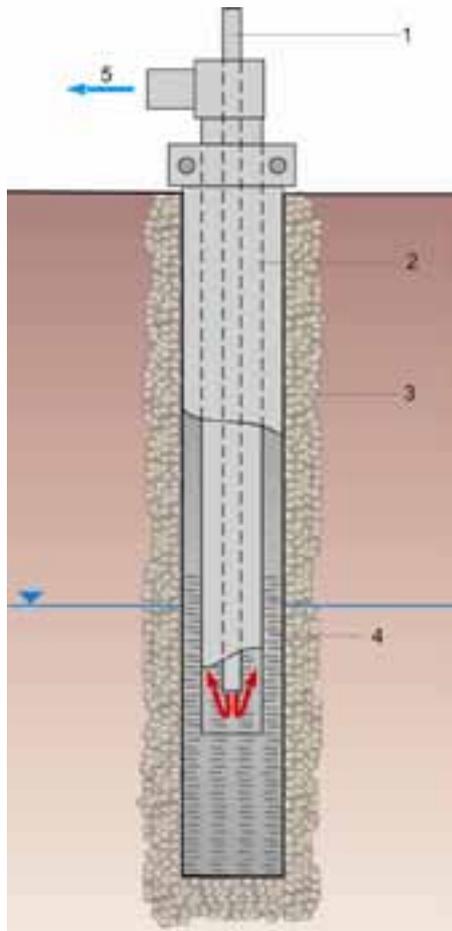


Figura 3.17 (a sinistra) - Testa pozzo racchiusa in chiusino carrabile e dotata di tappo lucchettabile a chiusura ermetica



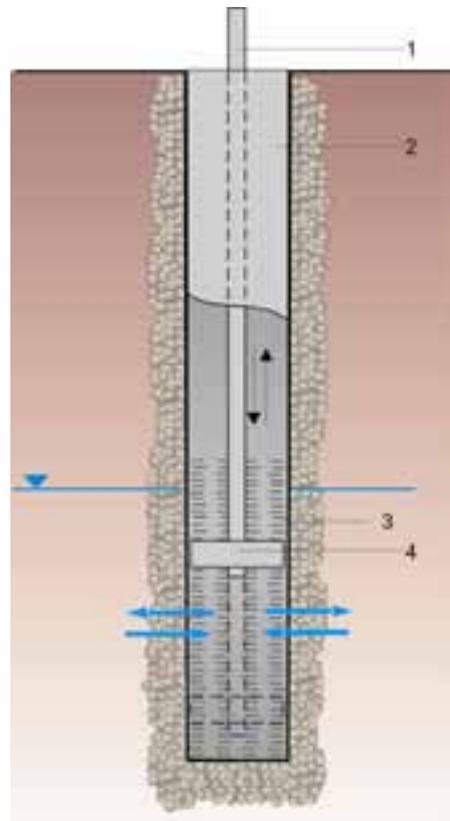
Figura 3.18 (a destra) - Tappo lucchettabile a chiusura ermetica

## Operazioni di sviluppo del piezometro

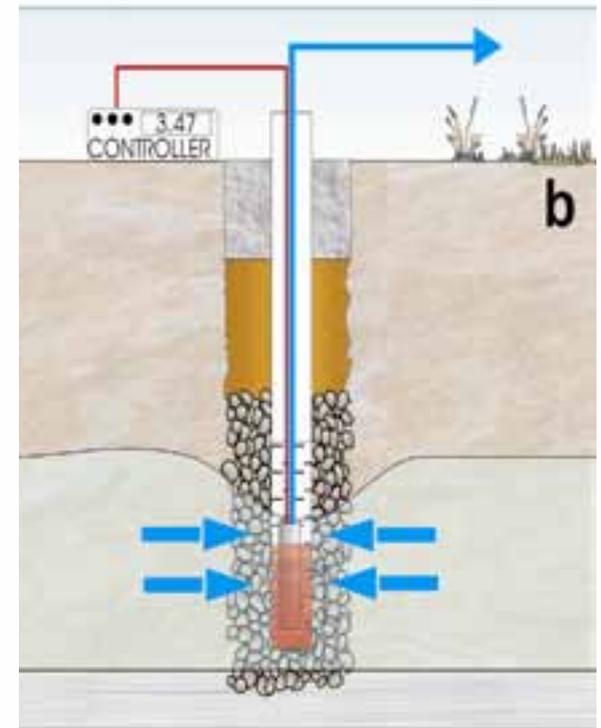


mediante "air lift"

mediante pistonaggio



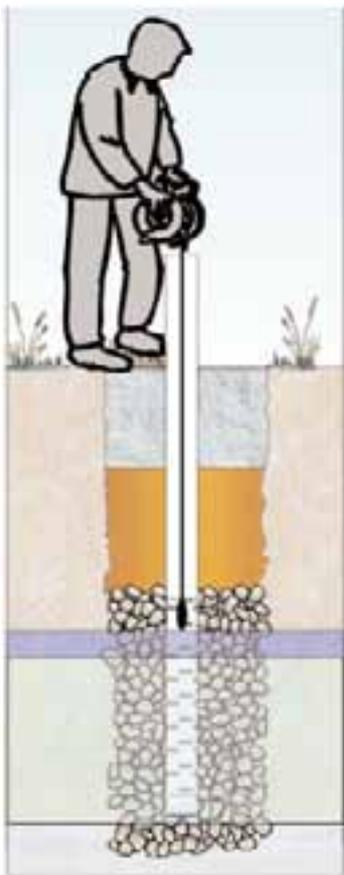
spurgo mediante pompa sommersa



## Rilievo freaticometrico

**Da dove misuro?**

Figura 3.28 - Schema di utilizzo del frattimetro



## Metodi di campionamento delle acque sotterranee

Ai fini [della caratterizzazione] si intende rappresentativo delle acque sotterranee il campionamento dinamico.

Qualora debba essere prelevata solamente la fase separata di sostanze non miscibili oppure si sia in presenza di acquiferi poco produttivi può essere utilizzato il campionamento statico.

Qualora sia rinvenuto nei piezometri del prodotto surnatante in fase libera occorrerà provvedere ad un campionamento selettivo del prodotto [...].

## Principali tipologie di pompe

Tipo di pompa	Vantaggi	Svantaggi
Pompe sommerse con alimentazione elettrica da rete	Robustezza e resistenza ad aggressioni chimiche. Possibilità di regolare la portata (su alcuni modelli agendo direttamente sulla velocità di rotazione delle giranti). Grande prevalenza e portata	Alto costo. Necessità di decontaminazione dopo ogni utilizzo. Il movimento delle giranti crea rimescolamento dell'acqua nel piezometro.
Pompe sommerse con alimentazione da batteria auto	Basso costo, facilità d'impiego anche dove non vi sia una rete elettrica. Modularità del corpo pompa per aumentare la prevalenza	Corpo pompa e giranti in ABS non sono adatti a certi contaminanti. Necessità di decontaminazione dopo ogni utilizzo. Il movimento delle giranti crea rimescolamento dell'acqua nel piezometro.
Pompe a soffiutto	Consentono una portata d'esercizio estremamente ridotta (<0,5 l/min) apportando scarso disturbo all'acqua nel piezometro. Grande prevalenza. Le più evolute consentono di sostituire il soffiutto interno dopo ogni campionamento. Non necessitano di alimentazione elettrica. Adatte anche al campionamento di COV.	Il prezzo d'acquisto del sistema bombola di gas-centralina di controllo-pompa è in genere più alto che negli altri sistemi.
Pompe aspiranti	Ideali per campionamento low flow e filtrazione in linea. Il campione non viene mai a contatto con parti meccaniche. Adatte anche a piezometri di piccolo diametro (< 2"). Tubazione monouso in teflon	Prevalenza massima < 10 m. Possibile perdita dei composti volatili
Pompe inerziali	Basso costo e facilità d'uso, a mano o motorizzate. Utilizzabili anche in micropiezometri ( $\varnothing < 2''$ ). Tubazione monouso	Il funzionamento tende a rimescolare l'acqua nel pozzo

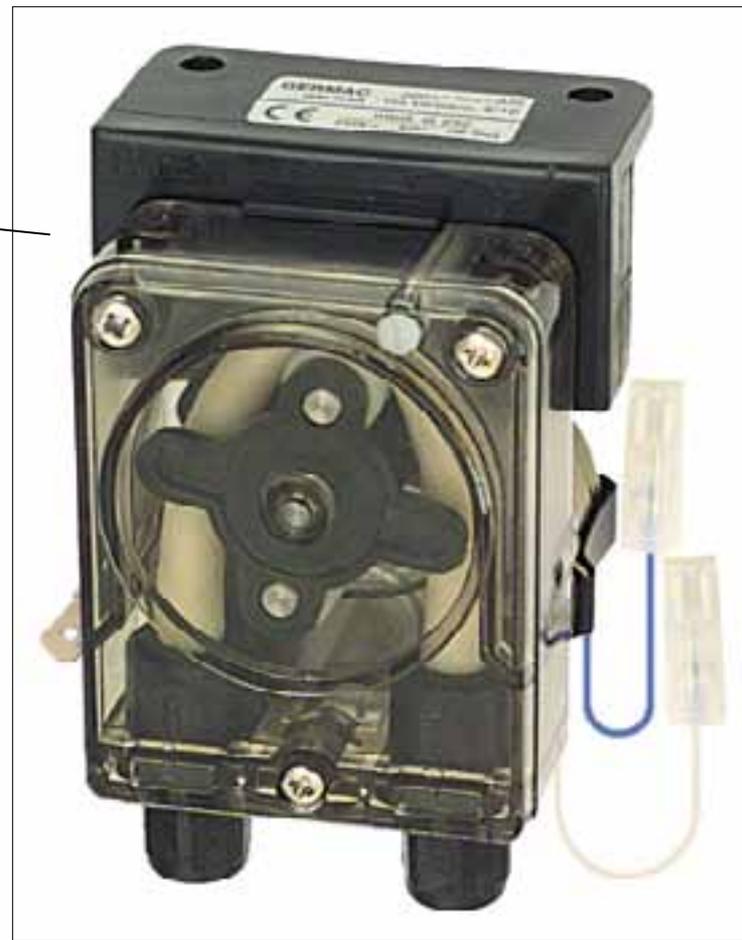
## Pompe per spurgo/campionamento acque



elettrica sommersa  
(230V)

peristaltica  
(12V o 230V)

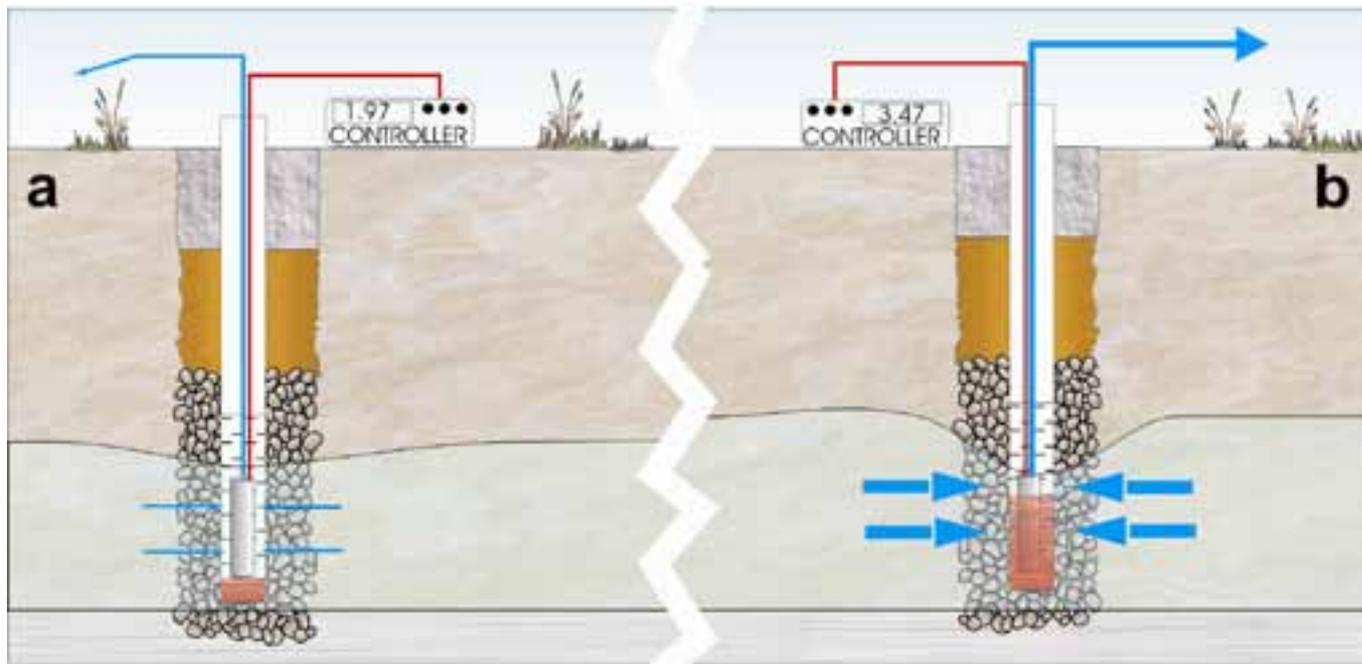
autoadescante  
(230V)



## Spurgo e campionamento a basso flusso

metodo "a basso flusso"

metodo tradizionale



## Uso della cella di flusso



Figura 3.32 - Misura dei parametri chimico-fisici della falda mediante cella di flusso durante le operazioni di spurgo

## Scheda anagrafica pozzi e piezometri

SIGLA POZZO/PIEZOMETRO	anno di costruzione	società	utilizzo	tratta filtro	profondità di progetto (m)	profondità attuale (m)	% insabbiamento	ripristino	livello falda medio (m)	h colonna d'acqua (m)	raggio dell'opera (m)	volume della colonna d'acqua (litri)	volume dello spurgo (litri)	tempo di spurgo (litri) Q=5 LIT/MIN	presenza di strumentazione	tipo di strumentazione
Pz1	2005	neogeo	monit	da -1 a -14	15	15,00	0,00	no	4,80	10,20	0,0256	20,99	104,95	21	no	
Pz2	2005	neogeo	monit	da -1 a -14	15	7,15	52,33	si	1,45	5,70	0,0256	11,73	58,65	12	no	
Pz3	2005	neogeo	monit	da -1 a -14	15	14,30	4,67	no	4,80	9,50	0,0256	19,55	97,75	20	no	
Pz4	2005	neogeo	monit	da -1 a -14	15	14,90	0,67	no	n.r.	n.d.	0,0256	n.d.	n.d.	n.d.	no	
Pz5	2005	neogeo	monit	da -1 a -19	20	20,00	0,00	no	2,40	17,60	0,0256	36,22	181,09	36,22	no	
Pz6	2005	neogeo	monit	da -1 a -19	20	13,00	35,00	si	2,10	10,90	0,0256	22,43	112,15	22,43	no	
Pz7	2005	neogeo	monit	da -1 a -19	20	19,50	2,50	no	1,00	18,50	0,0256	38,07	190,35	38,07	no	
PM1	2006	BDT	monit	da -1 a -19	20	6,90	65,50	si	4,20	2,70	0,0256	5,56	27,78	5,56	no	
PM2	2006	BDT	monit	da -1 a -19	20	7,30	63,50	si	5,25	2,05	0,0256	4,22	21,09	4,22	no	
PM3	2006	BDT	monit	da -1 a -19	20	18,80	6,00	no	4,90	13,90	0,0256	28,60	143,02	29	no	
PM4	2006	BDT	monit	da -1 a -19	20	15,00	25,00	consig	4,80	10,20	0,0256	20,99	104,95	21	no	
PM5	2006	BDT	monit	da -1 a -19	20	7,15	64,25	no	1,45	5,70	0,0256	11,73	58,65	12	no	
MW4	1998	roveri s.p.a.	agricolo	n.d.	60	52,00	13,33	n.p.	4,80	47,20	1,024	155407,35	campionamento da presa campione		si	pompa acqua
MW8	1998	roveri s.p.a.	indust	n.d.	74	38,00	48,65	n.p.	5,15	32,85	1,024	108159,57	campionamento da presa campione		si	pompa acqua
RW1	2007	triogeo	recupero	da -1 a -29	30	28,50	5,00	n.p.	2,10	26,40	0,0512	217,31	campionamento da presa campione		si	pompa acqua
RW2	2007	triogeo	recupero	da -1 a -29	30	29,00	3,33	n.p.	4,55	24,45	0,0512	201,26	campionamento da presa campione		si	pompa acqua
RW3	2007	triogeo	recupero	da -1 a -29	30	24,00	20,00	n.p.	1,25	22,75	0,0512	187,26	campionamento da presa campione		si	pompa acqua
RW4	2007	triogeo	recupero	da -1 a -29	30	7,80	74,00	n.p.	4,70	3,10	0,0512	25,52	campionamento da presa campione		si	pompa acqua
B-19	2006	indgeo	monit	da -1 a -14	15	12,00	20,00	no	4,70	7,30	0,0256	15,02	75,11	15	10	
B-20	2006	indgeo	monit	da -1 a -14	15	13,80	8,00	no	4,40	9,40	0,0256	19,34	96,72	19	13	
P8	1992	lucidi	indust	da -0,5 a -40	40	33,00	17,50	n.p.	2,10	30,90	0,4096	16278,26	campionamento da presa campione		si	pompa acqua

NOTA: n.r. non rilevato    n.d. non deducibile    n.p. non previsto

## Documentazione di campo

<b>SCHEDA DI CAMPIONAMENTO ACQUE POZZI/PIEZOMETRI : PIEZOMETRO Pz3</b>		
CONDIZIONI METEO: SERENO		
OPERATORI: ROSSI, BIANCHI		
OPERAZIONI DI SPURGO		
DATA: 13/10/2007	ORA INIZIO: 16	ORA FINE: 16,45
RILIEVO DEI FLUIDI PRIMA DELLE OPERAZIONI		
LIVELLO FALDA : -4,93 m (RILIEVO DA BOCCAPOZZO)		
OPERAZIONI DI CAMPIONAMENTO		
DATA: 13/10/2007	ORA INIZIO: 16,55	ORA FINE: 17,20
RILIEVO DEI FLUIDI PRIMA DELLE OPERAZIONI		
LIVELLO FALDA : -4,98 m (RILIEVO DA BOCCAPOZZO)		
PROFONDITA' DI CAMPIONAMENTO: -0,5 m SOTTO IL LIVELLO DI FALDA		
<b>NOTE:</b> PORTATA DI SPURGO 3 LITRI/MINUTO, EMUNTI CIRCA 60 LITRI DI ACQUA; PORTATA DI CAMPIONAMENTO 1 LITRO/MINUTO. CONSEGNATI I CAMPIONI AI TECNICI DEL LABORATORIO ANALISI CHIMIC LAB IN DTA ODIERNA ALLE ORE 18,20, IN NUMERO DI 3 COLLI, (N°2 BOTTIGLIE GRANDI PIU' 1 VIAL PER I VOLATILI).		

<b>SCHEDA ANAGRAFICA POZZO/PIEZOMETRO: Pz3</b>	
SITO: <b>RAFFINERIA VESPE</b>	PROFONDITA' DI PROGETTO: <b>15 m</b>
AREA: <b>MOVIMENTAZIONE B</b>	PROFONDITA' ATTUALE: <b>14,30 m</b>
ANNO DI COSTRUZIONE: <b>2005</b>	PERCENTUALE INSABBIAMENTO: <b>4,67%</b>
DITTA COSTRUTTRICE: <b>NEOGEO</b>	ALTEZZA COLONNA D'ACQUA: <b>9,55 m</b>
TIPO DI SONDAGGIO: <b>CAROTAGGIO CONTINUO</b>	LIVELLO FALDA: <b>4,80 m DA BOCCAPOZZO</b>
DIAMETRO FILTRO: <b>2,5"</b>	VOLUME COLONNA D'ACQUA: <b>19,55 litri</b>
FENESTRATURA: <b>DA -1m A -14m da p.c.</b>	STICK-UP: <b>0,10 m</b>
CIECO: <b>DA 0m A -1m E DA -14m A -15m da p.c.</b>	COORDINATE: <b>N 44° 49' 59,9"; E 20° 41' 09,8"; h 54 m</b>
PROPRIETARIO: <b>ITALCHIMICA</b>	
UTILIZZO DELL'OPERA:	<input type="checkbox"/> INDUSTRIALE
	<input type="checkbox"/> IRRIGUO
	<input checked="" type="checkbox"/> DOMESTICO
PRESENZA DI POZZI IN EMUNGIMENTO NELL'AREA:	<input type="checkbox"/> SOLO MONITORAGGIO
	<input type="checkbox"/> SI
STRUMENTAZIONE	<input checked="" type="checkbox"/> NO
	<input type="checkbox"/> NON PRESENTE
	<input type="checkbox"/> POMPA SOMMERSA
STATO DELL'OPERA	<input type="checkbox"/> SONDE
	<input checked="" type="checkbox"/> BUONO
	<input type="checkbox"/> NON BUONO

DESCRIZIONE DELL'OPERA: **Il pozzo è facilmente accessibile (fianco della strada a circa 50 cm dalla recinzione fiscale). L'apertura è a lucchetto, il piezometro presenta una struttura a fungo ed emerge 20 cm dal piano campagna; lo stato dell'opera è buono anche se la camera interna è parzialmente riempita di sedimenti e va ripulita.**





## QUALI ANALISI CHIMICHE?

Non si richiede che in tutti i siti le analisi chimiche siano condotte sulla lista completa delle sostanze indicate nelle tabelle delle concentrazioni limite

### CRITERI DI SCELTA DEGLI ANALITI

- analisi delle attività pregresse e attuali svolte nel sito  
➡ individuazione delle sostanze chimiche utilizzate
- sostanze con maggiore tossicità, persistenza e mobilità ambientale
- per alcuni siti di particolare importanza e complessità (es.: Siti di Interesse Nazionale) esistono “short list” con determinazioni analitiche minime concordate con gli enti di controllo



- Manuale, non linea guida
- Rivolto a tutti
- Cap. 3 Acque sotterranee
- Cap. 9 Piano di Caratterizzazione
- Scaricabile da [www.apat.gov.it/site/IT/APAT/Pubblicazioni/Manuali e linee guida/](http://www.apat.gov.it/site/IT/APAT/Pubblicazioni/Manuali_e_linee_guida/)