

INDAGINE IDROGEOLOGICA NEL TERRITORIO CIRCOSTANTE LA CITTA' DI QORIOLEY
SUL FIUME SHABELLE (SOMALIA), PER LA RICERCA DI ACQUE SOTTERRANEE
AD USO POTABILE

DAL PRA' A.

Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Padova.
Con la collaborazione di:

BENVENUTI G.

Istituto di Fisica Terrestre e Geodesia dell'Università di Padova.

OMAR SHIRE I., OSMAN MOHAMED A., MUMIN M. GOD & AHMED YUSUF I.
Facoltà di Geologia dell'Università Nazionale Somala

1 - PREMESSE

I risultati che qui vengono esposti riguardano una indagine idrogeologica svolta al fine di verificare le disponibilità idriche del sottosuolo nel territorio circostante la città di Qoryoley. Il problema del rifornimento d'acqua nella zona risulta di particolare gravità e urgenza sia per l'alimentazione della città e sia soprattutto per l'approvvigionamento di alcuni campi di raccolta profughi dell'Ogaden, sorti nel territorio.

Attualmente la città e i campi di raccolta usano le acque del fiume che, oltre ad essere costantemente cariche di elevato trasporto solido in sospensione, possono non essere disponibili per 1-2 mesi all'anno, poichè il corso d'acqua si può asciugare durante la stagione secca di Gilal.

Lo studio è stato svolto nel periodo tra agosto ed ottobre del 1981 con i mezzi della Facoltà di Geologia dell'Università Nazionale Somala e del Programma Italiano per i Rifugiati in Somalia.

2 - CENNI TOPOGRAFICI SUL TERRITORIO

Il territorio di Qorioley si estende nella vasta pianura alluvionale del fiume Shabelle, ad una quota s.l.m. compresa tra 62 e 65 m. Il fiume lo attraversa da E ad W, alimentando una numerosa serie di canali artificiali per irrigazione.

La città di Qorioley dista da Mogadiscio posto a NE, circa 100 Km e dall'Oceano Indiano, situato a SE, circa 30 Km.

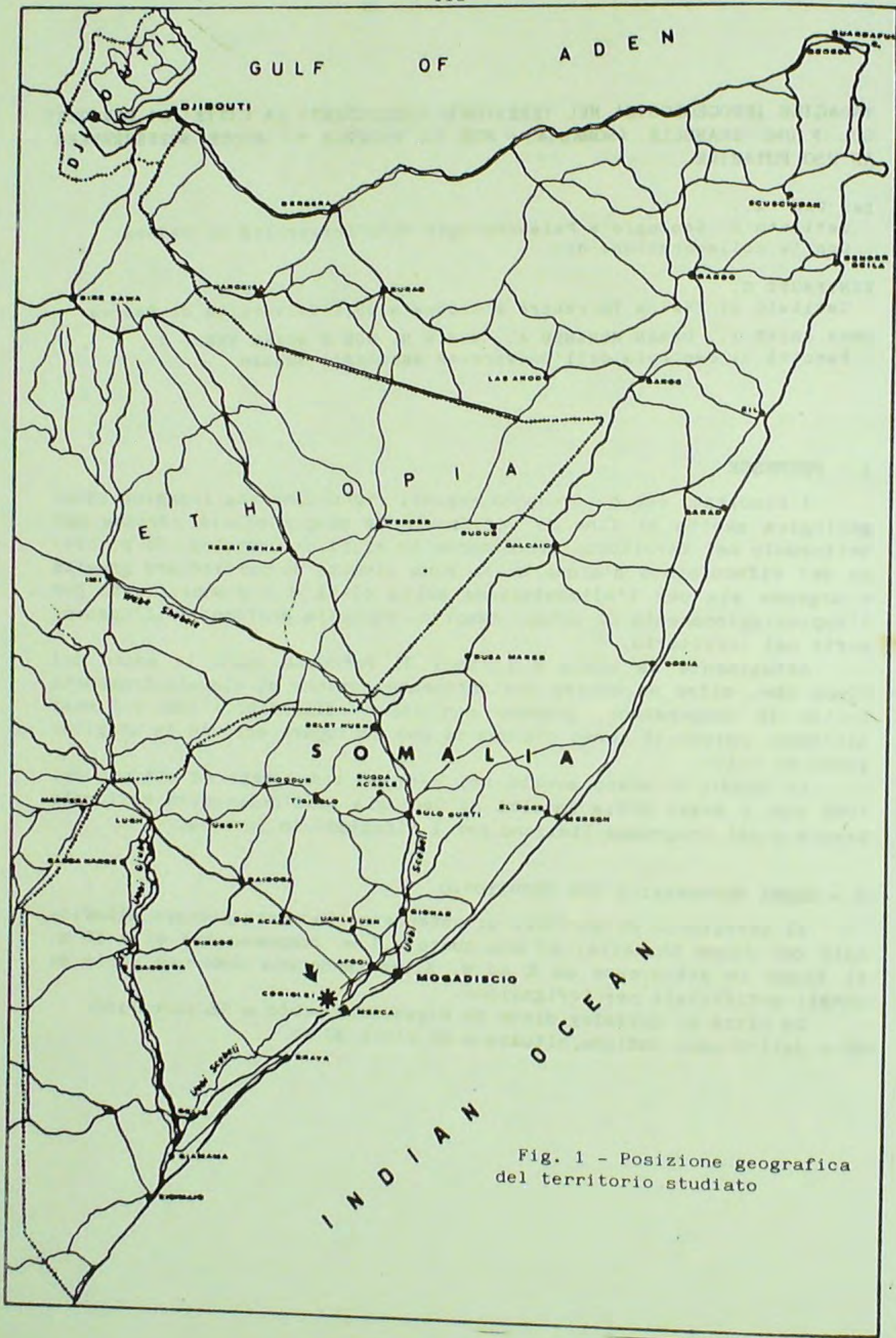


Fig. 1 - Posizione geografica del territorio studiato

La Fig. 1 indica la posizione geografica dell'area studiata con riferimento all'estensione del territorio della Somalia.

3 - MODALITA' DI RICERCA

Le indagini sul terreno sono consistite in un dettagliato censimento dei punti d'acqua, in misure del livello statico nei pozzi individuati, in campionature d'acqua per le necessarie analisi chimiche.

La ricerca bibliografica ha consentito la raccolta e l'esame delle litostratigrafie relative ad una parte dei pozzi perforati.

Le analisi chimiche delle acque dei pozzi e del fiume sono state eseguite dalla Facoltà di Chimica Industriale dell'Università Nazionale Somala.

4 - DESCRIZIONE DEI POZZI CENSITI

Nel territorio di Qorioley, per un raggio di circa 10 Km attorno alla città, sono stati individuati 23 pozzi. La loro ubicazione è riportata nella Fig. 2, ad eccezione dei n. 1, 2, 3, 4, 5 e 6, che trovandosi entro il centro abitato non consentono il loro inserimento in carta. La descrizione dei singoli pozzi è la seguente:

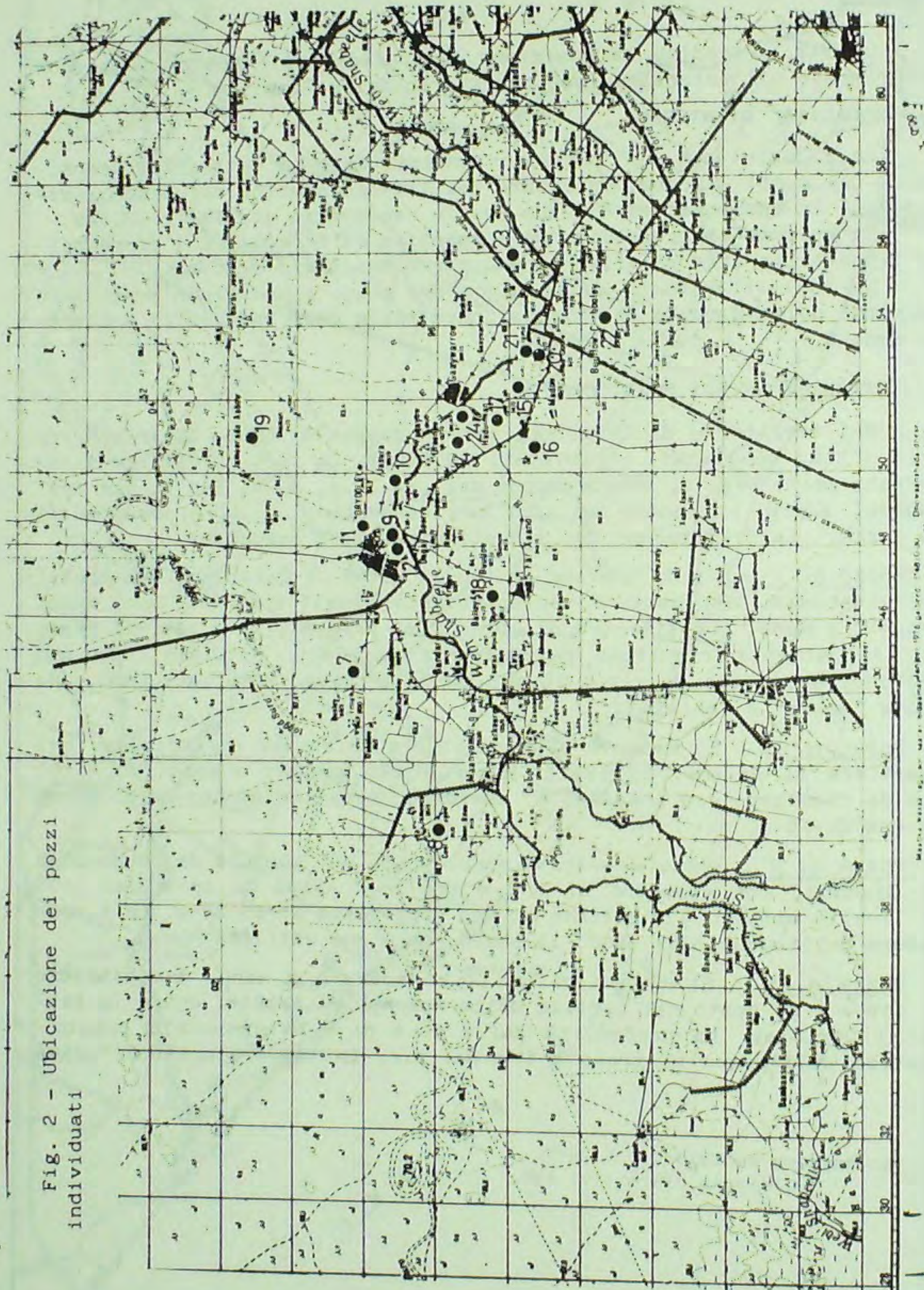
Pozzo n. 1 e 2 : Si trovano dentro la città di Qorioley, nei pressi dell'Ospedale, nel settore centro-orientale dell'abitato. Sono pozzi scavati a mano, con diametro di circa 1 m, rivestiti con tubi di cemento. Attualmente risultano parzialmente intasati, asciutti, con una profondità agibile di circa 10 m. Quando venivano sfruttati fornivano acqua "amara" e "salata".

Pozzo n. 3 : E' situato alla periferia orientale di Qorioley, nel quartiere di Xalane. Si tratta di un pozzo scavato a mano, di circa 1 m di diametro, ora intasato e asciutto. Originariamente la profondità era di 15-20 m.

Pozzo n. 4 : Pozzo scavato a mano, posto nel cortile della Moschea di Giamaca, con diametro di 1 m e una profondità di 16 m dal p.c. Il livello statico è risultato ad una profondità di 15.30 m. La temperatura dell'acqua è di 28°C. Il pozzo non viene utilizzato.

Pozzo n. 5 : Si tratta di un pozzo scavato a mano, del diametro di circa 1 m, posto nel cortile della Moschea di Arabta, entro la città di Qorioley. La profondità dal p.c. è di 6.70 m mentre il livello statico dell'acqua si trova a 5 m dal p.c. La temperatura dell'acqua

Fig. 2 - Ubicazione dei pozzi individuati



è di 28°C. L'acqua ha sapore amaro e salato.

Pozzo n. 6 : Pozzo costruito a mano, nel cortile della Moschea di Sharif Mohamed, con diametro di 1 m. La sua profondità è di 3.50 m, mentre il livello statico si trova a 3 m sotto il p.c. La temperatura dell'acqua è di 27°C. L'acqua è amara e salata.

Pozzo n. 7 : Pozzo perforato, nel villaggio di Busley, a 4 Km da Qorioley verso WNW, entro il campo profughi n. 2 e 3. Ha un diametro di 30 cm, con colonna metallica e pompa sommersa azionata da motore (non funzionante per mancanza di batteria). Il livello statico è a 21 m sotto il p.c. La profondità del pozzo raggiunge i 96 m. L'acqua non è potabile perchè troppo salata e amara.

Pozzo n. 8 : Pozzo a mano, profondo 18 m, parzialmente intasato e attualmente asciutto. Si trova nel villaggio di Eel Wareegow, dove attualmente è posto il campo profughi n. 1. L'acqua fornita non era potabile, perchè salata e amara.

Pozzo n. 9 : Pozzo perforato, attualmente non in uso, con imboccatura chiusa. Si trova presso l'impianto di filtrazione dell'acqua del fiume, alla periferia meridionale di Qorioley. Raggiunge una profondità di circa 40 m. La sua portata era di 5 l/s (non è nota la depressione dinamica). L'acqua fornita risultava molto salata e amara.

Pozzo n. 10 : Pozzo a mano, nel villaggio di Jasira. Ora è abbandonato e intasato.

Pozzo n. 11 : Pozzo perforato, presso la Scuola Superiore di Qorioley. Il livello statico è a 16.30m di profondità. E' munito di pompa sommersa, temporaneamente non funzionante.

Pozzo n. 12 : Pozzo costruito a mano, nella stazione di veterinaria al limite meridionale di Qorioley, attualmente in disuso. La profondità è di 16 m. Il livello statico è posto a 14 m. L'acqua è molto salata ed ha una temperatura di 28.5°C. Il pozzo dista dal fiume circa 100 m.

Pozzo n. 14 : Pozzo scavato a mano nell'Azienda Agricola di Shek Mohamed. La profondità è di 10 m. Il pozzo è asciutto e in disuso. L'acqua fornita era molto salata.

Pozzo n. 15 : Pozzo perforato, posto entro l'Azienda Agricola Bassoni, nei pressi del villaggio di Abu Ali. La profondità raggiunge 100-

120 m. La portata fornita con la pompa sommersa in dotazione è di 1.25 l/s. La temperatura dell'acqua è di 30.2°C. Al gusto l'acqua si presenta discreta; durante la perforazione le prime acque incontrate erano più salate.

Pozzo n. 16 : Pozzo a mano, vicino alla Moschea del villaggio di Bulo Shukh. Costruito nel 1952, ha un livello statico alla profondità di 9 m, con l'acqua alla temperatura di 28°C. L'acqua è salata e amara e viene adoperata solo per lavaggio.

Pozzo n. 17: Pozzo a mano, con diametro di 2 m, nel villaggio di Haduuman, profondo 11 m, con livello statico a 9 m di profondità. L'acqua, discreta al sapore, ha una temperatura di 29°C. Il pozzo viene intensamente adoperato.

Pozzo n. 18 : Si tratta di numerosi pozzi nel villaggio di Balley, scavati a mano, non rivestiti, ora intasati, che vengono riattivati quando il fiume è in secca. La profondità è di 10-11 m. Sono ubicati a ridosso del canale di irrigazione. Viene riferito che l'acqua al gusto è discreta.

Pozzo n. 19 : Pozzo a mano, nel villaggio di Jameccada Aabow, profondo 21 m, parzialmente intasato, con 5 cm d'acqua sul fondo. Viene riferito che l'acqua era bevibile.

Pozzo n. 20 : Pozzo a mano, nell'Azienda Agricola di Foosi, profondo 3.50 m, con livello statico a 2 m sotto il p.c., e acqua con temperatura di 27°C. Ogni 3-4 giorni entro il pozzo viene immessa acqua del fiume.

Pozzo n. 21 : Pozzo perforato, nell'Azienda di Foosi. Attualmente è intasato e in disuso. La profondità originaria era di 70 m. L'acqua non era potabile, perchè troppo salata e amara.

Pozzo n. 22 : Pozzo perforato, nell'Azienda di Buffow presso il villaggio di Cusboley. Viene usato solo per irrigazione. Non si è potuto campionare per inattività della pompa.

Pozzo n. 23 : Pozzo perforato nel 1981, entro l'Azienda Agricola Else, nel villaggio di Aesow, profondo 60 m. L'acqua si trova a circa 30 m di profondità. Viene riferito che l'acqua è discreta. Non si è potuto campionare perchè la pompa non funzionava.

Pozzo N. 24 : Pozzo a mano, nel villaggio di Haduuma, profondo 9.50 m, con livello statico a 8.10 m.

Da A.P. Popov (1973) si ricavano le seguenti notizie di un pozzo a Qorioley, che potrebbe coincidere con uno di quelli descritti: profondità 14 m, livello statico 13 m; acqua non potabile perchè molto salata.

5 - LITOSTRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO

La composizione granulometrica e la successione stratigrafica del sottosuolo sono state valutate sulla base di 6 colonne litostратigrafiche, relative alla perforazione dei pozzi n. 7, 9, 12, 15, 21 e 24 (vedi Fig. 3), che vengono di seguito descritte::

Pozzo n. 7

da m 0 a m 21 : argille, limi e sabbie fini
" 21 " 60 : sabbie medie e grosse, talora ghiaiose
" 60 " 78 : sabbie, ghiaie, limi e argille
" 78 " 86 : argille, limi e sabbie fini.

Pozzo N. 9

da m 0 a m 25 : argille e limi, con livelli sabbiosi
" 25 " 40 : sabbie e ghiaie.

Pozzo n. 12

da m 0 a m 10 : limi, argille e sabbie fini
" 10 " 90 : sabbie e ghiaie
" 90 " 102 : limi e argille.

Pozzo N. 15

da m 0 a m 12 : limi e argille con ghiaietto sabbioso
" 12 " 18 : ghiaie e sabbie
" 18 " 59 : sabbie
" 59 " 66 : limi e argille.

Pozzo n. 21

da m 0 a m 27 : limi, argille e sabbie fini
" 27 " 60 : ghiaie e sabbie
" 60 " 72 : alternanze di livelli sabbioso-ghiaiosi con livelli limoso-argillosi
" 72 " 78 : limi e argille.

Pozzo N. 24

da m 0 a m 9.5 : limi sabbiosi e sabbie fini.

Fig. 3 - Ubicazione delle stratigrafie, profondità raggiunte dal pozzo e traccia del profilo litostatigrafico

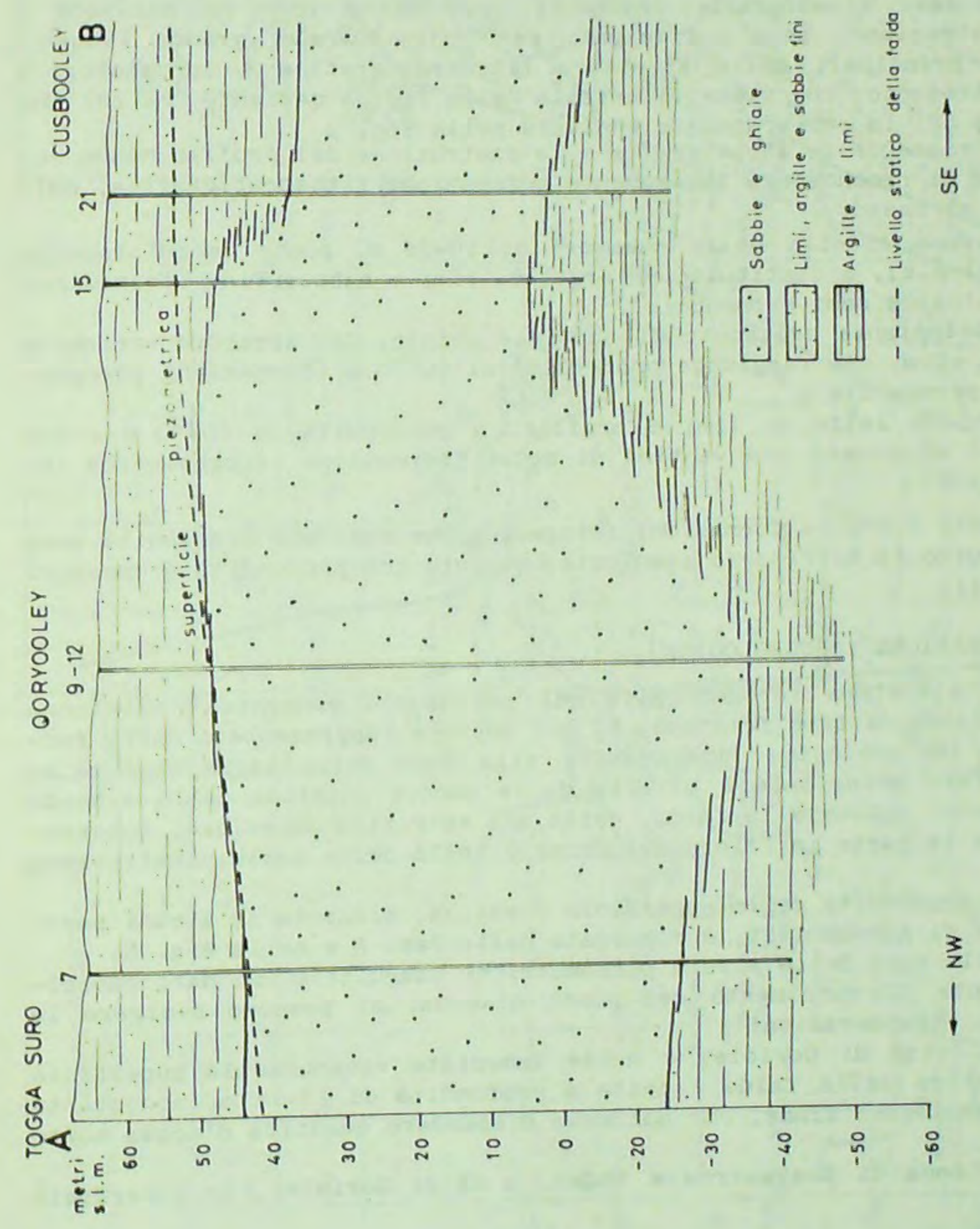
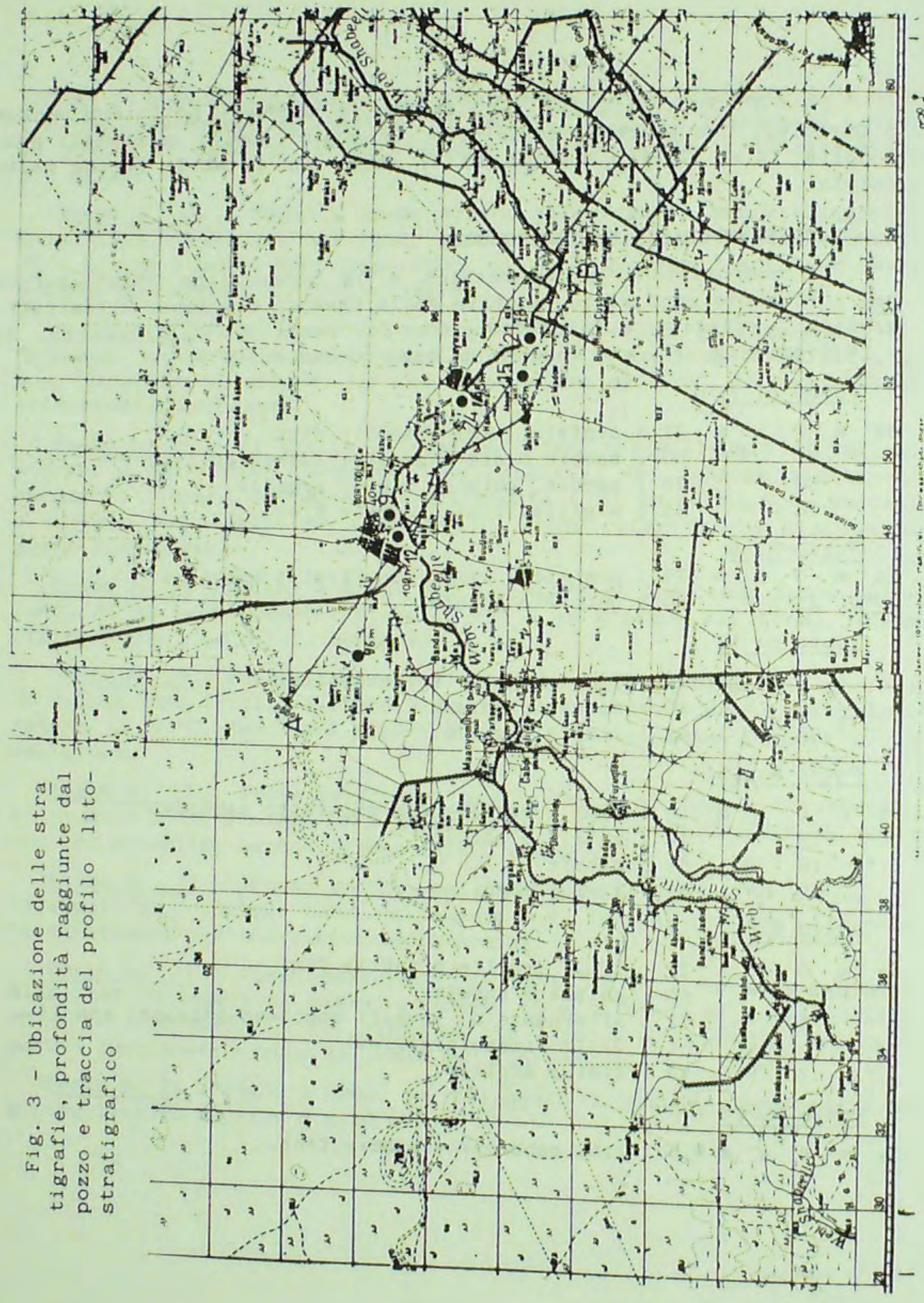


FIG. 4 - PROFILO LITOSTRATIGRAFICO ATTRAVERSO IL TERRITORIO DI GORIOLEY

I dati stratigrafici raccolti, pur nella loro imprecisione e approssimazione, sono sufficienti per individuare a grandi linee i motivi principali della struttura litostratigrafica e idrogeologica del sottosuolo, che viene illustrata nella Fig. 4 mediante una sezione da NW a SE, la cui traccia è indicata nella Fig. 3.

L'esame delle stratigrafie e la costruzione del profilo hanno consentito di riconoscere la seguente successione litostratigrafica, dall'alto al basso:

- un primo livello dello spessore di 10-25 m, posto immediatamente sotto il p.c., e costituito da argille, limi e sabbie fini (formazione idrogeologica semi-permeabile);
- un sottostante orizzonte di sabbie e ghiaie, con spessore variabile da 35 a 60 m, che raggiunge profondità di 60-90 m (formazione idrogeologica permeabile);
- infine un letto di limi e argille, a profondità di 60-90 m e con spessori di almeno una ventina di metri (formazione idrogeologica impermeabile).

Tutte e tre le formazioni idrogeologiche mostrano continuità areale su tutto il territorio esaminato, seppure con profondità e spessori variabili.

6 - SITUAZIONE IDROGEOLOGICA

La struttura idrogeologica del sottosuolo consente l'esistenza di una falda di tipo freatico, il cui letto è rappresentato dalla formazione idrogeologica impermeabile alla base della serie esplorata. L'acquifero principale è offerto dalle sabbie ghiaiose della seconda formazione: tuttavia la falda, nella sua estremità superiore, interessa anche la parte inferiore del primo livello della serie, semi-permeabile.

La profondità della superficie freatica, misurata su alcuni pozzi nel mese di Agosto 1981, è riportata nella Tab. A e nella Fig. 5.

Sulla base delle misure piezometriche eseguite e dei dati raccolti durante il censimento dei punti d'acqua, si possono svolgere le seguenti considerazioni:

- nella città di Qorioley e nelle immediate vicinanze la superficie piezometrica della falda è posta a profondità di 14-18 m, nonostante la vicinanza del fiume, che qui deve disperdere quantità d'acqua molto ridotte;
- nella zona di Gaaywarrow e Shukh, a SE di Qorioley, la superficie

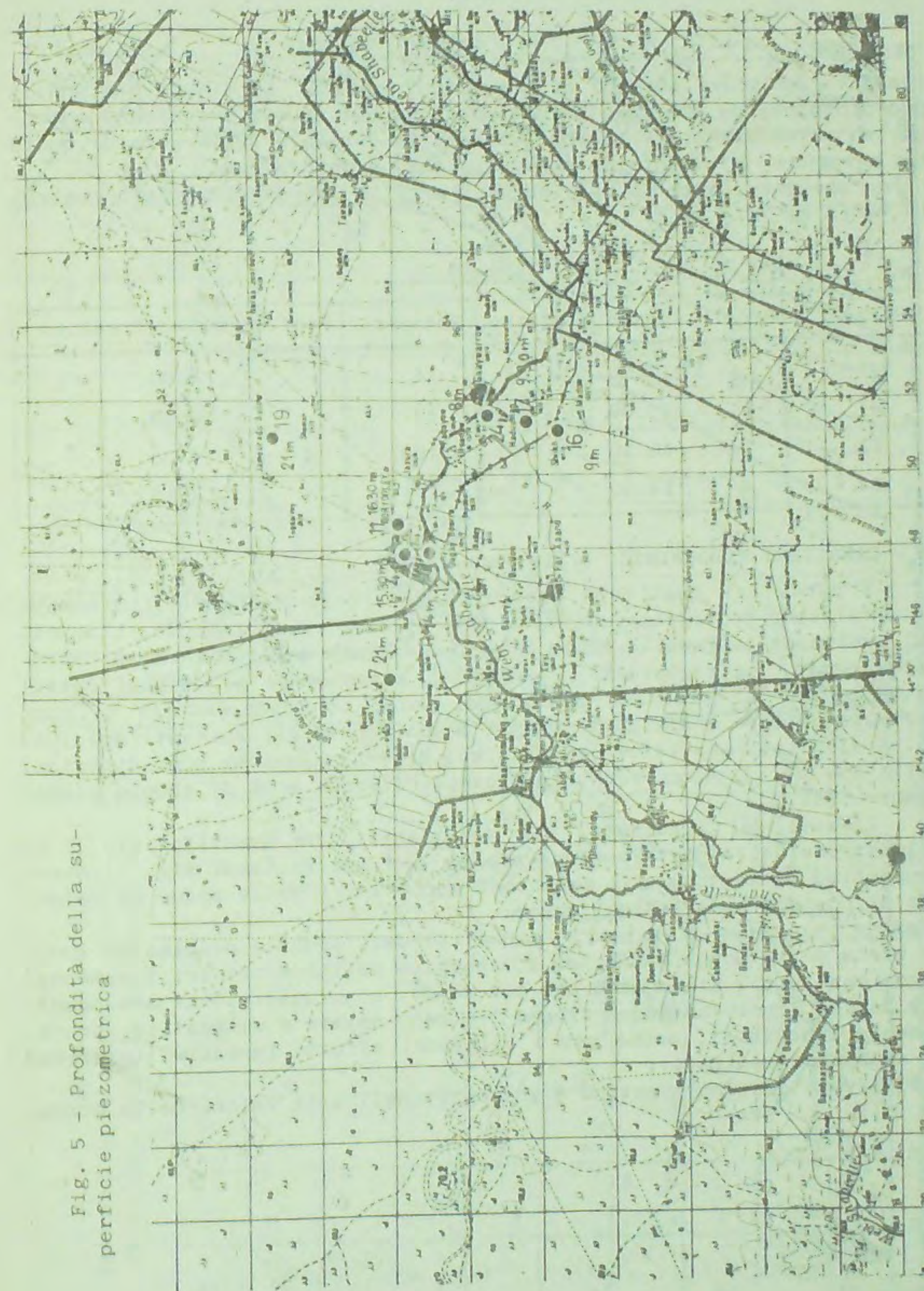


Fig. 5 - Profondità della superficie piezometrica

freatica si trova attorno ai 9 m di profondità; la minore profondità può dipendere da una maggiore dispersione del fiume, che rimane comunque su valori sempre molto bassi, data la notevole differenza di quota tra superficie piezometrica e livello del corso d'acqua;
 - lo spessore della falda, lungo il profilo litostatigrafico costruito, varia da 70 a 50 m.

Tabella A

Pozzo n.	Prof. livello freatico	Pozzo n.	Prof. livello freatico
4	15.30	16	8.80
7	21.00	17	9.30
11	16.30	19	21.00
12	14.00	24	8.10

7 - CARATTERI IDROCHIMICI DELLA FALDA

I pozzi nei quali era possibile il prelievo d'acqua (in numero di otto) sono stati campionati, alcuni di essi ripetutamente. L'analisi, svolta dalla Facoltà di Chimica Industriale dell'Università Nazionale Somala, ha riguardato i parametri idrochimici più significativi in relazione al problema posto. Dei pozzi non campionabili si sono raccolte notizie sulla qualità dell'acqua presso gli abitanti del luogo. I risultati analitici ottenuti sui diversi campioni sono riportati nella Tab. B. I pozzi sono stati campionati nei mesi di Agosto e Settembre 1981.

L'esame dei risultati, sia qualitativi che quantitativi, e la valutazione della distribuzione areale dei valori (vedi Fig. 6), hanno consentito di precisare i caratteri idrochimici delle acque di falda, che si possono così schematizzare:

- salvo rarissime eccezioni, la qualità dell'acqua è pessima dal punto di vista della potabilità, per l'eccessiva salinità totale; i numerosi pozzi costruiti, sia a mano che con sonde, sono quasi tutti abbandonati, perchè fornivano acque troppo "amare", salate e disgustose, praticamente imbevibili, anche per i rilevanti effetti lassativi (presenza di abbondanti solfati);
- l'elevato contenuto salino è indicato dagli alti valori della condu-

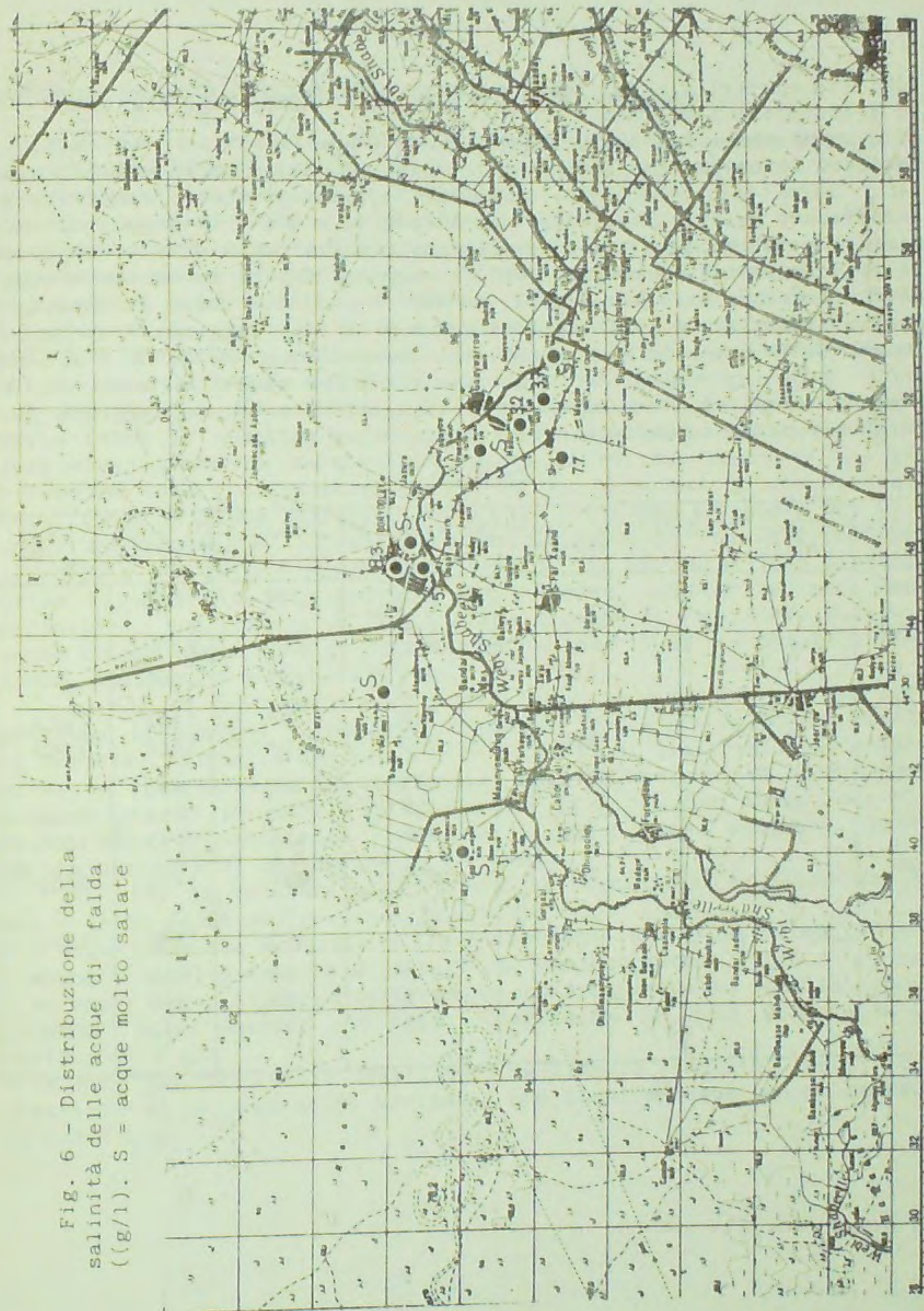


Fig. 6 - Distribuzione della salinità delle acque di falda ((g/l). S = acque molto salate

cibilità elettrica e del residuo secco; sono particolarmente abbondanti i cloruri e i solfati;

- l'unica eccezione è rappresentata da due pozzi, i n. 15 e 17, in sinistra Shabelle, che sembrano indicare una ristretta area nella quale i caratteri idrochimici risultano appena discreti, naturalmente a confronto dei risultati degli altri pozzi, e dei tenori salini comunemente presenti nelle acque sotterranee della Somalia; nei due pozzi il residuo secco è risultato di 3 e 4 gr/l. mentre normalmente negli altri il valore sale a 7-8 gr/l. La minore salinità della falda nell'area dei pozzi 15 e 17 potrebbe dipendere da una maggiore dispersione locale del fiume, le cui acque meno salate (residuo secco = 0.5-1.5 gr/l) determinerebbero un addolcimento delle acque sotterranee; le maggiori dispersioni sembrano essere giustificate da una maggiore quota locale della superficie piezometrica della falda.

Tabella B

Pozzo n.	Conduttività (mS/cm)	Residuo secco (a 105°C)	Alcalinità (mg/l CaCO ₃)	Durezza (tot.in°F)	Cloruri (mg/l)	Solfati (mg/l)
4	-	8.3	230	294	1560	-
5	-	8.6	380	324	1900	-
6	-	6.7	390	272	1060	-
12	5.9	3.6	340	94	1382	923
	9.0	5.6	340	164	1826	1250
15	4.9	3.8	285	180	850	-
	5.1	3.8	180	180	957	1461
	5.1	3.6	290	181	797	1000
16	-	8.2	350	288	1475	2600
	8.7	-	-	-	-	-
	9.8	7.2	300	294	1649	1150
17	4.1	3.4	365	58	454	1200
	4.2	3.1	370	136	496	1178
	4.2	3.0	375	127	372	2352

8 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE ACQUE SOTTERRANEE

Le ricerche svolte hanno consentito di precisare i caratteri principali della falda esistente nel sottosuolo del territorio di Qorioley al fine di un suo eventuale sfruttamento.

Dal punto di vista quantitativo la situazione risulta favorevole: lo spessore dell'acquifero utilizzabile e il suo grado di permeabilità assieme ai valori di portata forniti dai pozzi perforati (qualche l/s) indicano la presenza di una risorsa idrica discreta, il cui volume è facilmente quantificabile ($S \times h \times Pe$, dove S è la superficie della rea, h è lo spessore medio della falda, Pe è la porosità efficace qui valutabile nell'ordine del 25%).

La qualità delle acque invece rende proibitiva l'utilizzazione della falda in quasi tutto il territorio studiato: le acque infatti sono eccezionalmente salate, con valori di residuo secco di 6-8 g/l e durezza totali dell'ordine di 250-350°F. Fa eccezione una limitata area, lungo il fiume Shabelle, sulla riva sinistra, a ridosso dei villaggi di Haduuman e dell'Aziende Agricola Bassoni, tra la strada per Qorioley e il corso d'acqua. Qui la falda, la cui superficie piezometrica è posta a 8-10 m sotto il p.c., mostra caratteri chimici meno proibitivi, con residui di 3-3.5 g/l e durezza di 130-180°F. Tuttavia anche queste acque sono da considerare non adatte ad uso potabile continuo, definitivo e normale.

Quindi la perforazione di nuovi pozzi in questa ristretta area potrebbe consentire l'approvvigionamento idrico della vicina città di Qorioley, tuttavia con acqua dai requisiti al limite dell'accettabilità, ed eventualmente giustificabili solo in mancanza di alternative più valide. Il progetto, fattibile per la città che dista solo 5-6 Km, diventa probabilmente problematico per i campi profughi, posti ad una distanza di una decina di chilometri.

Al fine di valutare attentamente la possibilità di adoperare le acque della falda occorre considerare che:

- l'Organizzazione Mondiale della Sanità pone per l'uso potabile dell'acqua il limite massimo di 1.5 g/l di residuo secco;
- A. Popov, noto studioso delle acque sotterranee della Somalia, indica come limite massimo per l'uso potabile della acque in Somalia un residuo di 3 g/l;
- la zona più favorevole dell'intero territorio studiato, tra l'altro ristretta ad un'area molto limitata, può fornire acque con un residuo di 3-3.8 g/l.

ALTRE ALTERNATIVE

Le pessime qualità della falda hanno indirizzato le ricerche verso le acque del fiume Shabelle. Le acque fluviali, più volte analizzate, hanno fatto riscontrare requisiti chimici buoni: un residuo secco superiore a 1 g/l e una durezza tra 20 e 35 °F. Da notizie raccolte presso altri ricercatori risulta che solo per brevi periodi dell'anno la salinità aumenta fino a circa 1.5 g/l, in coincidenza con i primi giorni delle fasi di piena (il fenomeno è dovuto al dilavamento dei depositi salati formatisi per evaporazione entro l'alveo del fiume nelle fasi di magra).

La Tab. C riporta alcuni caratteri chimico-fisici delle acque del fiume in diverse località.

Tabella C

Località	Data	Residuo secco g/l a 105°	Durezza °F	Conducibilità mS/cm
Qorioley	13.9.81	0.30	26	0.51
Afgoye	17.8.81	0.50	29	1.90
Jowhar	14.10.81	-	26	0.63
Balcad	6.9.81	0.28	20	0.31
	31.8.83	0.41	35	0.50

L'utilizzazione diretta delle acque del fiume pone evidentemente problemi, dipendenti soprattutto dall'elevato trasporto solido in sospensione, che rende il fiume costantemente limaccioso, dalla possibilità di facili inquinamenti microbiologici e infine dal fatto che il corso d'acqua può rimanere asciutto, nella zona di Qorioley, per un paio di mesi all'anno durante le annate particolarmente siccose.

Per ovviare totalmente o parzialmente a questi problemi si è esaminata la possibilità di captare le acque del fiume a ridosso dell'alveo, mediante trincee drenanti scavate lungo le sponde, in modo da intercettare acque filtrate da materiali costituenti l'immediato sottosuolo.

Per verificare questa possibilità sono state aperte due trincee esplorative lunghe circa 3 m e larghe 1 m, presso il ponte di Qorioley,

una indestra, e un'altra in sinistra, immediatamente a valle del ponte stesso. La profondità raggiunta è stata di 3.50 m. La distanza dal fiume era di una quindicina di metri. La quota del piano di campagna alle trincee si trovava a -0.50 m circa sotto la quota del livello del fiume, che qui è arginato.

Durante l'esecuzione delle trincee si sono ottenuti i seguenti dati:

- l'immediato sottosuolo, per almeno 3-4 m di profondità, è qui costituito da limi argilloso-sabbiosi, semipermeabili e a filtrazione complessiva molto lenta;
- leggerissime venute d'acqua si sono manifestate in trincea a partire da 0.50 m di profondità, con carattere puntuale;
- a circa 2 m di profondità le venute d'acqua, sempre puntuali, sono diventate frequenti e di una certa quantità, con portate effettive globali di circa 0.5 l/s nella trincea in sinistra e di 1.5 l/s nella trincea di destra;
- è molto probabile che questa situazione sia comune a tutta la fascia immediatamente a ridosso del fiume;
- l'acqua in trincea è discretamente limpida.

Visti i risultati della sperimentazione è lecito prevedere che interessanti quantitativi d'acqua chiara si possono ottenere realizzando trincee drenanti a ridosso del fiume, parallelamente all'alveo, profonde 5-6 m e lunghe 20-30 m, con caratteri chimici simili a quelli dell'acqua del fiume. Evidentemente le trincee devono essere opportunamente attrezzate con fondo impermeabile, con materiali di riempimento drenanti e con serbatoio di raccolta. E' probabile che la funzione drenante delle trincee rimanga attiva per qualche tempo anche durante eventuali periodi di deflusso superficiale nullo, agendo su probabili deflussi di subalveo.

Mogadiscio 22.9.1983

Facoltà di Geologia dell'U.N.S.