

TENTATIVO DI CALCOLO DEL BILANCIO IDROLOGICO NELL'AREA
ALBANA NEL PERIODO OTTOBRE 1978 - SETTEMBRE 1979.

C. BONI* - P. BONO* - G. CAPELLI* - F. M. ROSSI° - C. SCHÖLL°

Premessa. L'area albana è costituita da una coltre di depositi vulcanici estesa su circa 1400 km², riferibili all'intensa attività eruttiva del sistema laziale, manifestatasi a partire dal Pleistocene, circa 0.7 milioni di anni fa. In figura 1 viene delimitata la zona qui presa in considerazione.

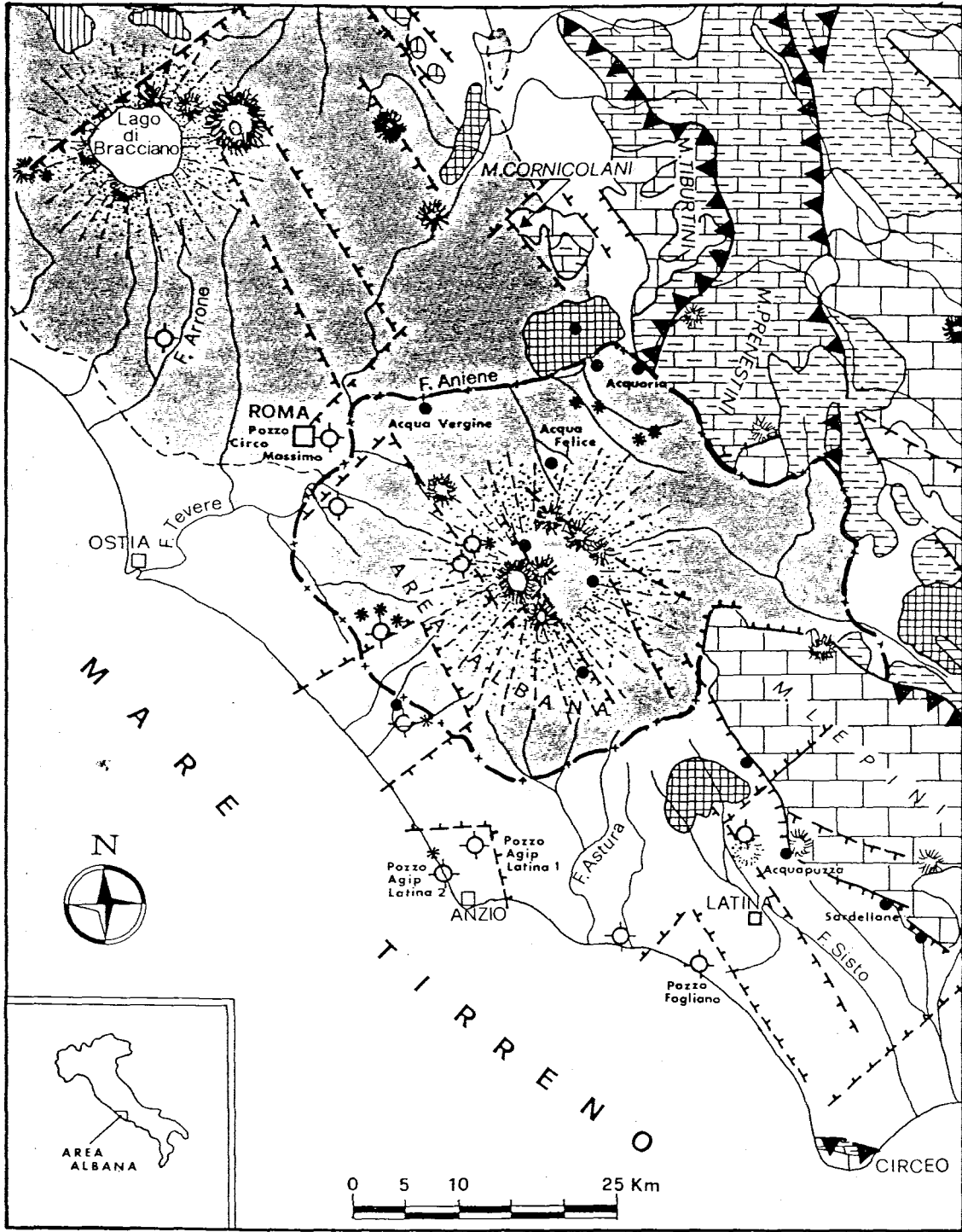
Numerosi sondaggi realizzati per ricerche idriche ed i risultati delle ricerche geofisiche sinora condotte dell'area in esame, mettono in evidenza come lo spessore dei terreni vulcanici vada progressivamente riducendosi verso la periferia dell'apparato centrale che, di più recente formazione, risulta anche orograficamente più rilevato, sino a raggiungere a M. te Cavo la quota di 949 m.

Una fitta rete di corsi d'acqua, a regime prevalentemente temporaneo, incide con direzioni radiali le pendici del vulcano ed alimenta alla periferia del sistema corsi d'acqua perenni come il Tevere a nord-ovest, il Sacco a sud-est, il canale delle Acque Alte a sud, mentre a sud-ovest il reticolo idrografico drena direttamente verso mare.

Nella presente nota vengono prese in esame le caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche dell'area albana, nel tentativo di chiarire i rapporti idrogeologici esistenti tra le falde ospitate nella coltre delle vulcaniti in affioramento e quella contenuta nel substrato carbonatico meso-cenozoico sepolto, probabile sede di circolazione di fluidi geotermali ad alta temperatura. I metodi seguiti nella ricerca si basano sostanzialmente sul rileva

* Istituto di Geologia e Paleontologia - Università degli Studi - Roma

° Collaboratore scientifico



SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'AREA ALBANA

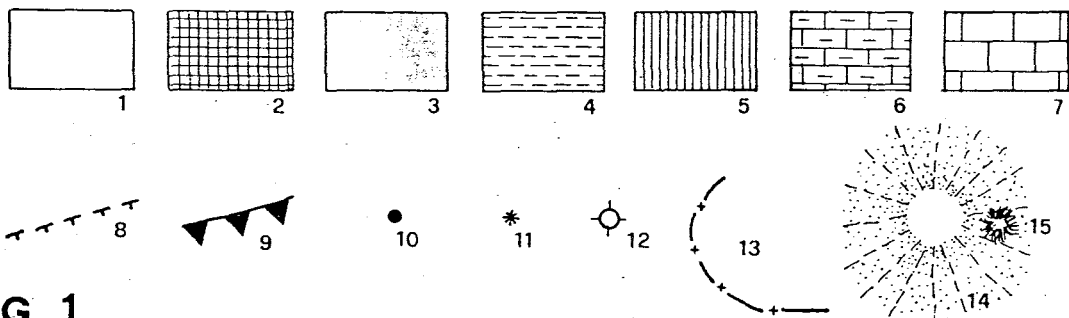


FIG. 1

mento periodico e la valutazione dei deflussi dei corsi d'acqua che drenano il sistema vulcanico laziale; i dati di deflusso, così acquisiti sono stati confrontati con i dati climatologici delle stazioni meteo esistenti nell'area albana, allo scopo di giungere ad una valutazione, seppure preliminare, del bilancio idrologico annuale (ottobre 1978-settembre 1979) delle falde che hanno sede nelle vulcaniti. La finalità ultima è di valutare i possibili scambi con l'acquifero profondo.

Sintesi delle caratteristiche climatologiche. Le caratteristiche climatologiche dell'area albana sono state desunte dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico di Stato (periodo 1921-1972). I dati pluviometrici relativi al periodo 1921-1972 si riferiscono a 16 stazioni meteo distribuite in modo omogeneo nell'area albana e alla sua periferia. La piovosità e la temperatura media annua nell'area in esame, risulta rispettivamente di 982 mm e di 14,9° C. Nel cinquantennio, la stazione più piovosa è quella di Zagarolo (quota 318 m) con una media di 1326 mm, la meno piovosa quella di Roma U.C.M. (quota 51 m) con 745 mm, mentre il massimo ed il minimo dei valori medi annui della temperatura, si rilevano rispettivamente a Cori (quota 397 m) con 16,1° C ed alla stazione di Rocca di Papa (quota 685 m) con 11,6° C.

I dati pluviometrici e termometrici, relativi all'anno di rilevamento dei deflussi effettuato sui corsi d'acqua dell'area albana (ottobre 1978-settembre 1979), sono stati messi cortesemente a disposizione dal Servizio Idrografico di Stato, presso i suoi archivi.

Fig. 1 - 1. Depositi sedimentari marini e continentali plio-quadernari;
 2. Travertini; 3. Depositi vulcanici indifferenziati; 4. Depositi fliscioidi argilloso-arenacei miocenici; 5. Depositi fliscioidi marnoso-calcareo-silicici tolfetani cretacico-paleogenici; 6. Serie mesozoica calcareo-silicico-marnosa "sabina"; 7. Serie mesozoica di piattaforma carbonatica "laziale abruzzese"; 8. Faglie normali; 9. Faglie inverse e sovrascorrimenti; 10. Sorgenti considerate; 11. Emanazioni prevalentemente gassose considerate; 12. Pozzi considerati; 13. Limite dell'area di indagine; 14. Apparati vulcanici e principali centri esplosivi.

I dati disponibili si riferiscono tuttavia solamente a 6 stazioni pluviometriche (Cisterna, Campoleone, Zagarolo, Ardea, Roma U.C.M., Frascati) (Fig. 2) e a tre stazioni termometriche (Latina, Ardea, Roma U.C.M.).

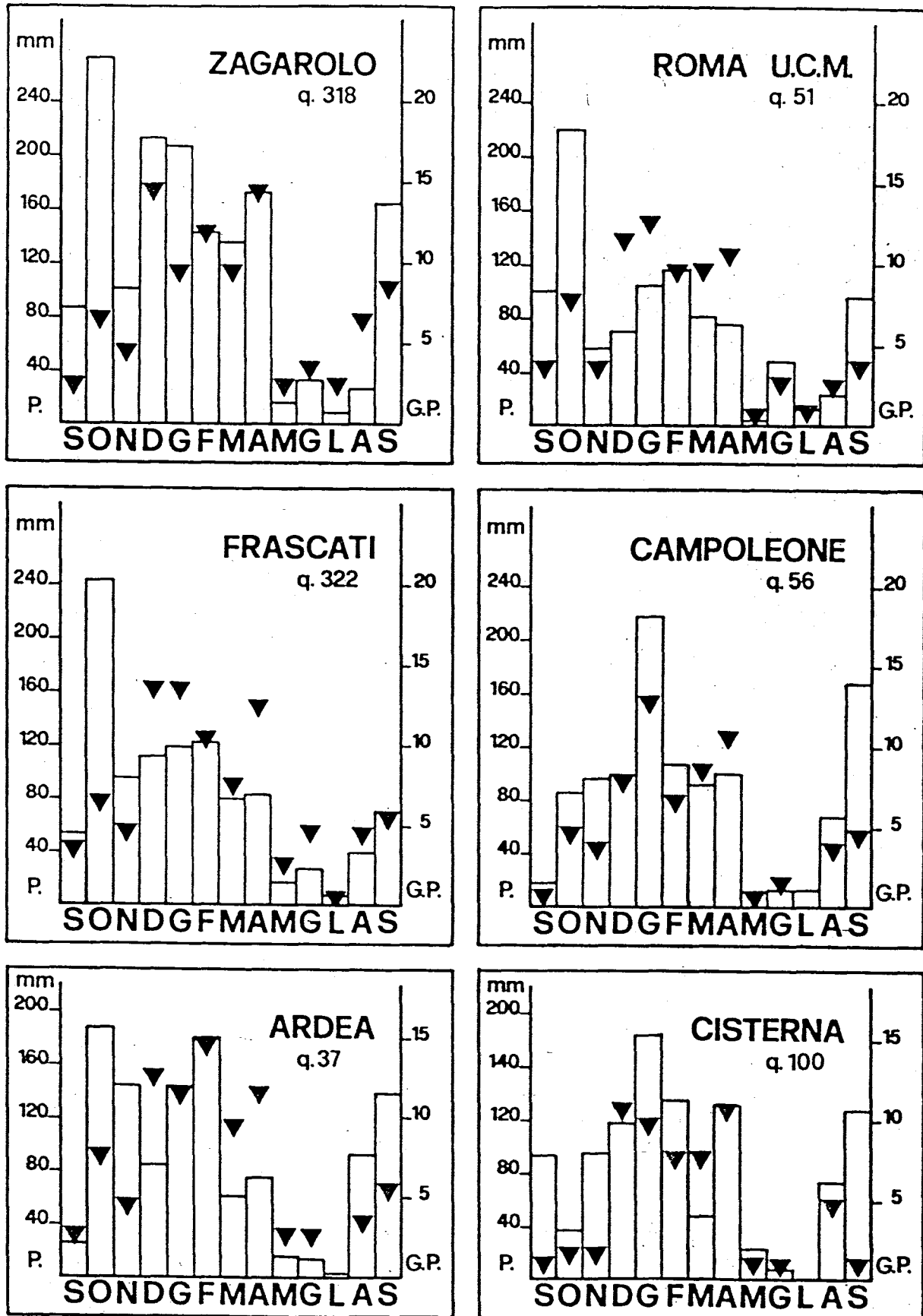
I valori massimo e minimo degli afflussi nell'anno considerato, risultano rispettivamente di 1508 mm a Zagarolo e di 910 mm alla stazione di Roma U.C.M., mentre la piovosità media nell'area albana è pari a 1105 mm, circa l'11% in più rispetto al valore medio annuo calcolato per il periodo 1921-1972. I valori massimo e minimo della temperatura mensile media, sono stati registrati rispettivamente alle stazioni di Roma U.C.M. (luglio 1979) con 25.2°C e ad Ardea (gennaio 1979) con 6.1°C, mentre la temperatura media dell'anno considerato risulterebbe pari a 15.2°C (media dei valori mensili medi di tre stazioni meteo).

Lineamenti geologici ed idrogeologici. Come è noto, l'area albana fa parte dell'estesa regione peritirrenica che dalla Toscana sud-occidentale alla Campania è stata interessata nel Plio-Pleistocene da una intensa attività magmatica (LOCARDI et alii, 1977). I sondaggi esistenti nell'area in esame, benché numerosi, sono in generale poco profondi e raggiungono al più i depositi sedimentari plio-pleistocenici argilloso-sabbiosi, sepolti dalle vulcaniti albane.

Il contatto tra le vulcaniti ed i depositi terrigeni neogenico-quadernari si sviluppa secondo una superficie irregolare, a profondità che oscilla indicativamente tra -70 e +100 metri sul livello del mare. L'interpretazione delle anomalie gravimetriche (MAINO et alii, 1969; TORO, 1976) ha consentito di tracciare un quadro generale dell'andamento del substrato sedimentario meso-cenozoico profondo, sufficientemente attendibile.

L'attività del vulcano laziale può essere differenziata in più fasi temporali, ognuna delle quali è caratterizzata da propri prodotti (FUNICIELLO & PAROTTO, 1978; FORNASERI et alii, 1963). In particolare, contemporaneamente al collasso del settore occidentale dell'edificio centrale, si verifica una successione di esplosioni freato-magmatiche con cui si conclude praticamente l'attività eruttiva del sistema laziale, circa 30.000 anni fa. Nel corso di questa fase si individuano numerosi centri esplosivi al

**PRECIPITAZIONI MENSILI E NUMERO DEI GIORNI PIOVOSI
DEL PERIODO SETTEMBRE 1978 - SETTEMBRE 1979**



DATI DEL SERVIZIO IDROGRAFICO DI STATO

FIG. 2

cuni dei quali sono riconoscibili nelle maggiori depressioni morfologiche (laghi di Albano, di Nemi e di Giuntorna; valle di Marciana, di Ariccia etc.) In base all'analisi degli "ejecta", contenuti nei prodotti freato-magmatici, FUNICIELLO e PAROTTO (1978), hanno potuto riferire il substrato sedimentario meso-cenozoico sepolto, dell'area in esame, alla facies pelagica sabina con termini di transizione verso la piattaforma carbonatica laziale-abruzzese. Nel settore nord-occidentale e sud-occidentale dell'area albana, alcuni sondaggi profondi (AGIP-Latina 1, 2; Circo Massimo) hanno raggiunto terreni riferibili al complesso alloctono indifferenziato di spessore non definito. Tali terreni, non rilevabili in affioramento nell'area albana, sembrano esaurirsi a nord dell'alto strutturale di Ciampino e, indicativamente, ad occidente dei maggiori alti strutturali sepolti in prossimità del settore costiero.

Il ciclo neogenico superiore ed il Quaternario antico, rappresentati da depositi terrigeni argilloso-sabbiosi, sono noti in affioramento ai margini settentrionali ed occidentali dell'area albana; tali sequenze sono state raggiunte anche in numerosi sondaggi eseguiti nell'area in esame, al di sotto dei depositi vulcanici.

Caratteristiche litologiche dei terreni in affioramento. I terreni vulcanici osservabili in affioramento o attraversati nelle numerose perforazioni eseguite per ricerche d'acqua, sulla base di una valutazione qualitativa delle caratteristiche di permeabilità e della morfologia dell'area albana, possono essere indicativamente raggruppati in tre classi:

1a Classe. Vi appartengono le sequenze di vulcaniti che formano l'edificio centrale, rappresentate da depositi di scorie, lapilli e ceneri con frequenti colate laviche intercalate. Tali terreni, se si escludono le colate laviche in generale molto fessurate, presentano una permeabilità per interstizi mediamente elevata, per lo scarso stato di aggregazione della loro frazione scheletrica.

L'area calderica, con una superficie di circa 75 km^2 , per le sue caratteristiche litologiche e morfologiche; oltre che per la presenza di un suolo molto sviluppato, costituisce una zona ad elevata infiltrazione, come ri

sulta anche dalle osservazioni dirette sulla circolazione delle acque di scorrimento superficiale.

2a Classe. Vi appartengono le sequenze di vulcaniti che circondano l'edificio centrale rappresentate da depositi piroclastici da poco coerenti a coerenti oltre che da colate laviche anche di notevole estensione areale. Si può stimare l'infiltrazione efficace in questi terreni piroclastici mediamente elevata, per le loro caratteristiche sedimentologiche, per lo scarso stato di aggregazione della frazione scheletrica, oltre che per la morfologia tipicamente collinare caratteristica di questo settore dell'area albana. Nella fascia in esame sono localizzate le maggiori sorgenti (Acqua Felice e Acqua Vergine) e si rileva inoltre un diffuso drenaggio in alveo, durante il periodo di magra, in numerosi corsi d'acqua che incidono i depositi piroclastici di questo settore. Le colate laviche benché numerose, occupano in affioramento una superficie trascurabile se confrontata con quella dei depositi piroclastici, tuttavia per la loro elevata permeabilità per fessurazione, costituiscono in generale delle vie di drenaggio preferenziale nei confronti delle acque sotterranee che saturano i depositi piroclastici adiacenti. La superficie di affioramento di tali rocce è valutabile a circa il 4% di quella occupata dai depositi piroclastici e tufacei dell'intera area (circa 1.400km²).

3a Classe. Vi appartengono le sequenze piroclastiche molto cementate e più o meno intensamente argillificate. Di tale classe fanno parte il "tufo lionato", il "tufo di Villa Senni", il "tufo dell'Artemisio" ed i prodotti differenziati dell'attività freato-magmatica. La permeabilità di questi terreni è generalmente bassa, tuttavia localmente possono presentarsi fessurati e divenire sede di una circolazione sotterranea comunque di interesse locale. Per la loro posizione stratigrafica, alla base delle formazioni prevalentemente piroclastiche, i terreni più antichi spesso svolgono la funzione di "aquiclude" nei confronti dei depositi vulcanici sovrastanti più permeabili, riducendo sensibilmente il processo di infiltrazione delle acque sotterranee verso le assise sedimentarie soggiacenti. I depositi freato-magmatici più recenti per la loro posizione stratigrafica e per la loro limitata estensione in affioramento, svolgono invece un ruolo poco significativo nel quadro idrogeologico globale dell'area albana.

La circolazione sotterranea delle vulcaniti. La situazione idrogeologica dell'area albana (BLANC et alii, 1961; BONI et alii, 1979; BONI & BONO, 1981; CAMPONESCHI & VOLPONI, 1976; FUNICIELLO & PAROTTO, 1968; LOMBARDI, 1969; MANFREDINI, 1967) riflette sostanzialmente la complessità dei molteplici fenomeni e processi che hanno caratterizzato la lunga storia del vulcano laziale, individuatisi, come è noto, circa 0.7 milioni di anni fa. Le numerose fasi succedutesi nel corso dell'attività del vulcano laziale hanno determinato la formazione di un vistoso edificio, molto svasato alla base, troncato alla sommità da un'ampia caldera slabbrata verso sud-ovest da un motivo tettonico che, con direzione appenninica, ne ribassa il settore occidentale. Come è noto, l'edificio centrale è un vulcano strato costituito da ripetute alternanze di prodotti piroclastici e di colate laviche che, con spessori variabili e con marcate differenze litologiche e tessiture, risultano disomogeneamente distribuiti. L'intensa attività idrotermale che si è accompagnata al processo eruttivo ha determinato inoltre diffusi fenomeni di alterazione e di ricristallizzazione nei depositi piroclastici e lavici modificandone talvolta profondamente le originarie caratteristiche tessiture e litologiche. Poiché tali caratteristiche risultano largamente disomogenee, soprattutto per quanto concerne la permeabilità dei terreni, il quadro idrogeologico della circolazione sotterranea che interessa le vulcaniti dell'area albana (Fig. 3) non può essere che indicativo e schematico. Tale ricostruzione si basa sia sui dati di numerosi sondaggi per ricerche d'acqua gentilmente concessi dalla CMP (Compagnia Mediterranea di Prospezioni), sia su rilevamenti di terreno condotti dagli autori nel corso del periodo ottobre 1978-settembre 1979 (Fig. 4). In particolare l'andamento della isopieza di quota 50, disponendo di un numero ridotto di dati piezometrici relativi a pozzi, è stato tracciato tenendo conto anche della quota delle emergenze in alveo, rilevate alla periferia dell'apparato vulcanico.

Lo schema idrogeologico proposto evidenzia nell'area albana la presenza di due settori distinti, con differenti modalità di circolazione sotterranea: a) il settore intracalderico e b) il settore extracalderico.

a) Il settore intracalderico, delimitato dalla cinta tuscolano-artemisia, risulta troncato verso sud-ovest da un motivo tettonico lungo cui si è svi-

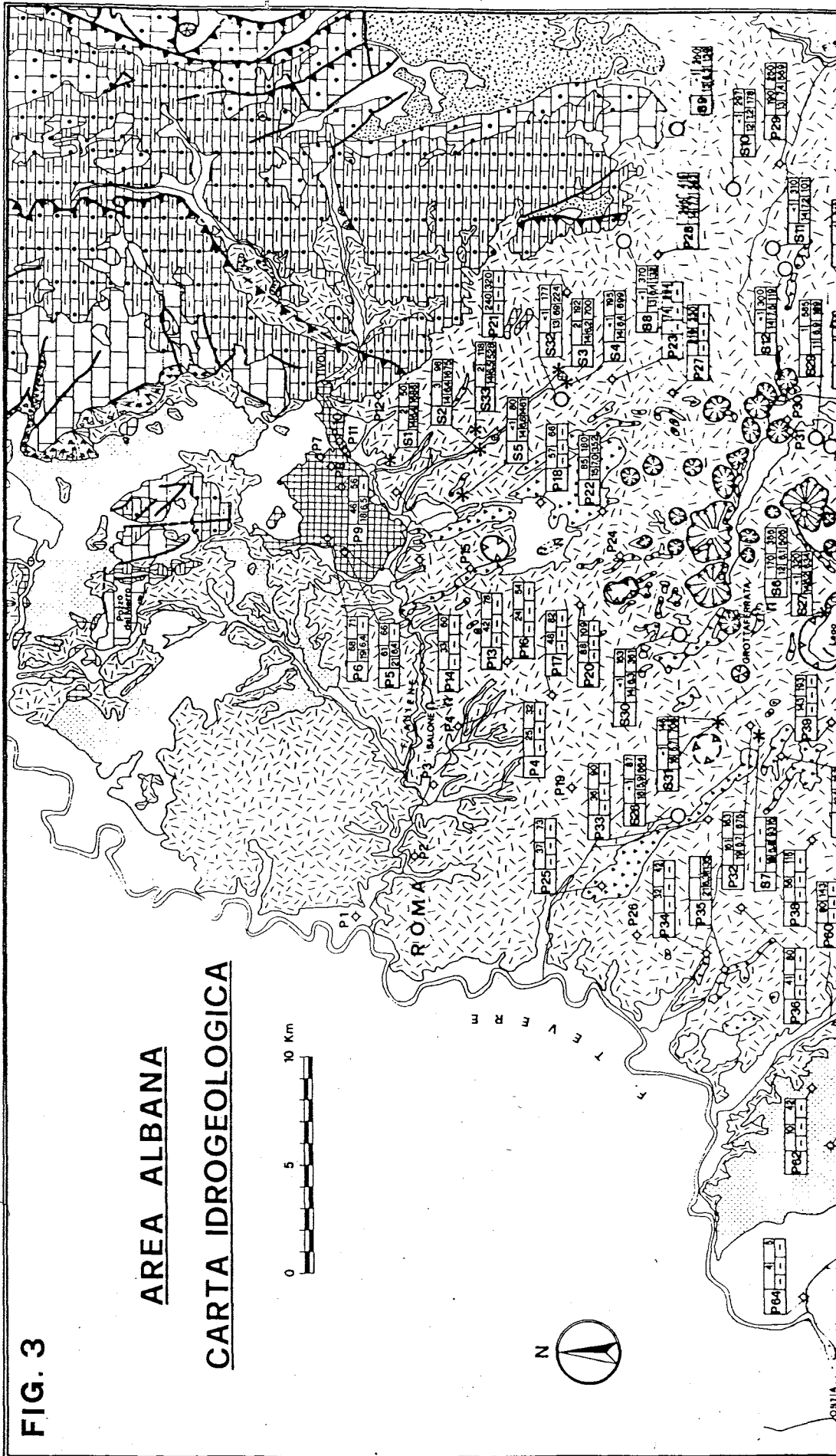
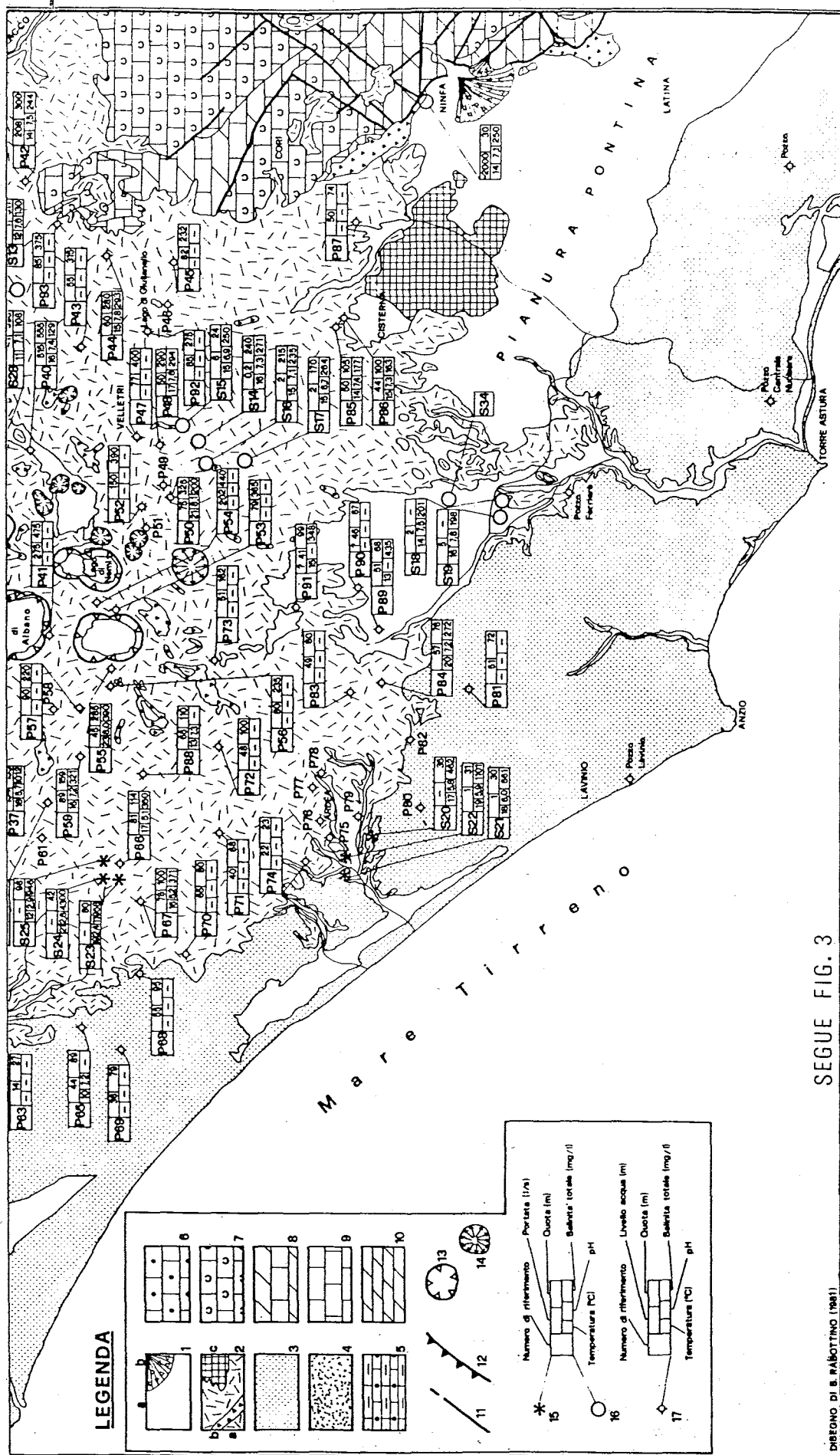


FIG. 3

AREA ALBANA
CARTA IDROGEOLOGICA





LEGENDA

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	

15 * Numero di riferimento, Portata (l/s), Quota (m), Salinità totale (mg/l), pH
 16 ○ Numero di riferimento, Temperatura (°C), Livello acque (m), Quota (m), Salinità totale (mg/l), pH
 17 ◇ Numero di riferimento, Temperatura (°C), Quota (m), Salinità totale (mg/l), pH

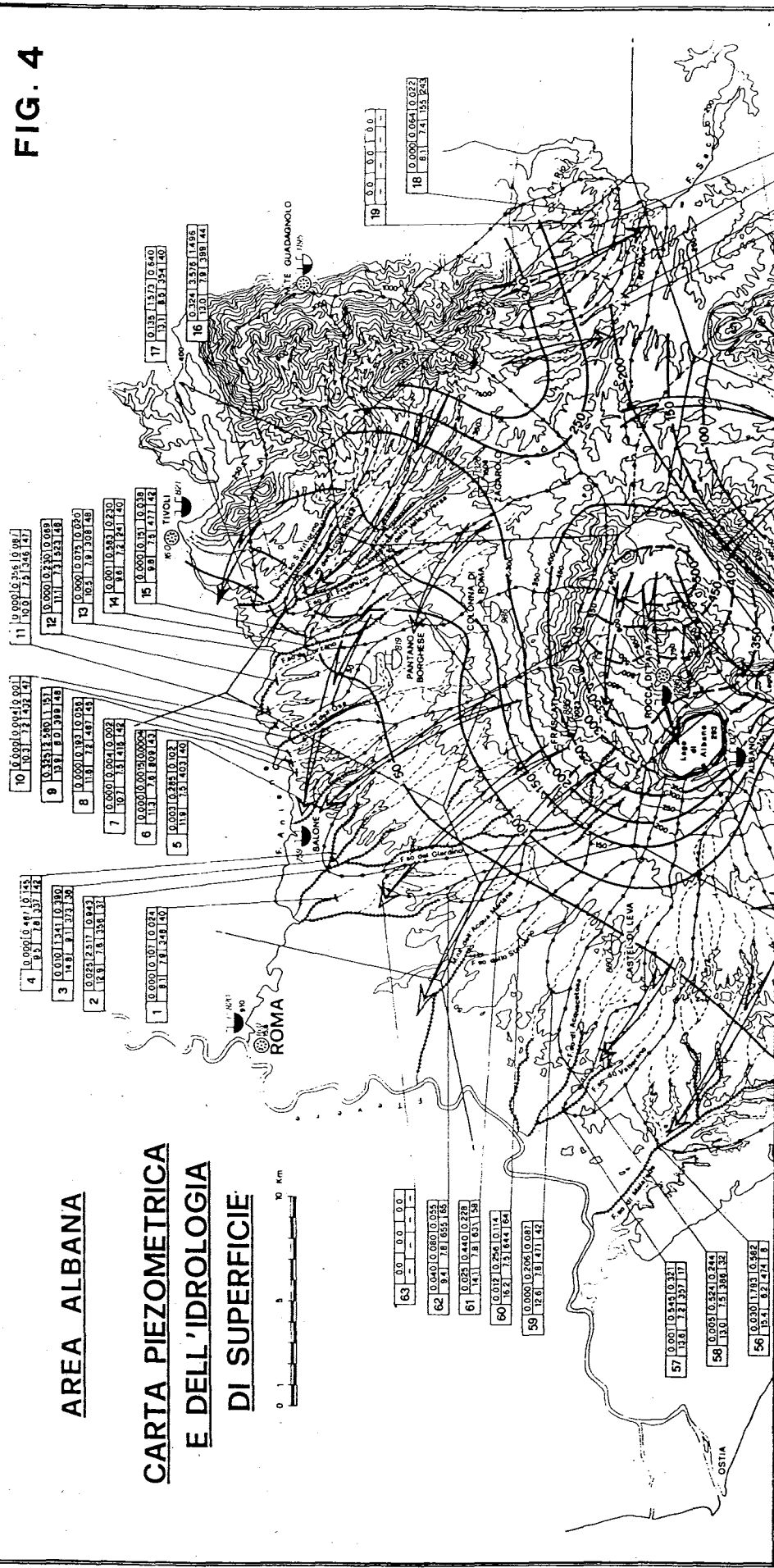
SEGUE FIG. 3

DISEGNO DI B. RABOTTINO (1981)

FIG. 4

AREA ALBANA

CARTA PIEZOMETRICA
E DELL'IDROLOGIA
DI SUPERFICIE



11 0.050 0.796 0.087
0.0 7.3 348 127

12 0.000 0.740 0.098
0.0 11.1 71.523 148

13 0.000 0.073 0.026
0.0 0.31 12.708 148

14 0.001 0.283 0.230
0.0 8.1 71.471 142

15 0.000 0.31 0.038
0.0 8.1 71.471 142

17 0.131 15.0 0.440
0.1 3.1 8.9 254 140

16 0.324 3.8 1.488
0.0 3.0 7.3 138 144

18 0.000 0.064 0.022
0.1 7.1 15.5 243

10 0.000 0.041 0.001
0.0 0.3 7.1 492 147

9 0.353 3.50 1.151
0.0 3.8 8.0 389 148

8 0.000 0.19 0.048
0.0 1.8 7.1 487 143

7 0.000 0.004 0.002
0.0 0.7 1.5 418 142

6 0.000 0.003 0.002
0.0 1.1 1.1 403 141

5 0.003 0.283 0.102
0.0 1.8 7.3 401 140

4 0.000 0.49 0.145
0.0 0.3 7.8 137 142

3 0.001 0.24 0.190
0.0 0.8 8.1 231 138

2 0.023 0.317 0.047
0.0 0.8 1.1 133 142

1 0.000 0.107 0.024
0.1 8.1 7.1 348 140

63 0.0 1.0 0.0 0.0

62 0.040 0.080 0.055
0.4 7.8 6.5 1.85

61 0.025 0.440 0.278
0.4 1.1 7.8 6.3 1.98

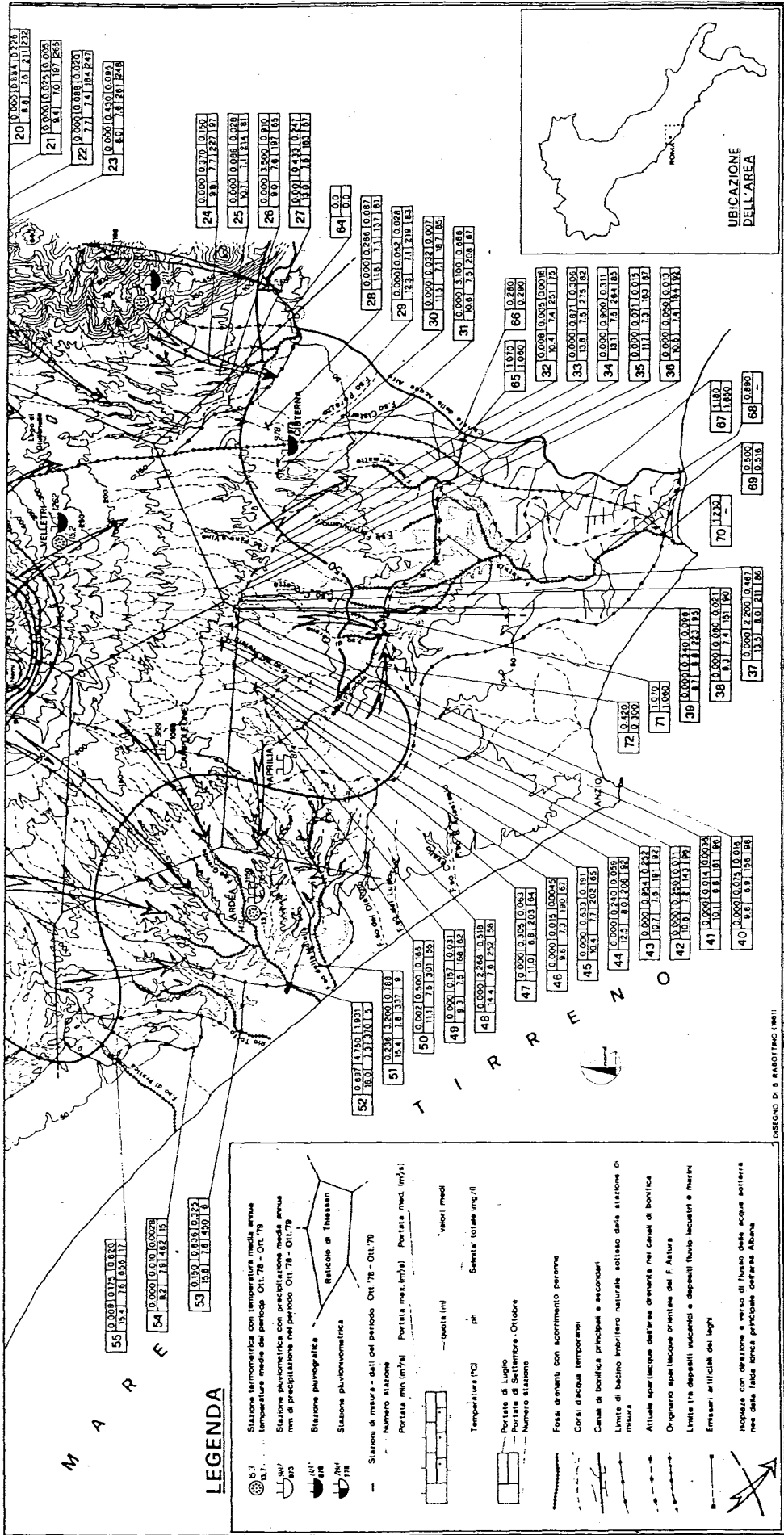
60 0.012 0.256 0.114
0.2 1.2 7.3 6.4 1.84

59 0.000 0.206 0.081
0.0 1.0 7.8 1.7 1.42

57 0.001 0.445 0.311
0.8 7.8 7.3 2.7 1.7

58 0.003 0.324 0.244
0.0 1.5 1.3 3.8 1.32

56 0.000 1.193 0.582
0.4 1.2 1.2 1.4 1.8



SEQUE FIG. 4

LEGENDA

- Stazione termometrica con temperatura media annua
 temperatura media del periodo 01.78 - 01.79
- Stazione pluviometrica con precipitazione media annua
 mm di precipitazione nel periodo 01.78 - 01.79
- Stazione pluviometrica
 Raticchio di Theasari
- Stazione di misura - dati del periodo 01.78 - 01.79
- Numero stazione
- Portata m³/s Portata max. (m³/s) Portata med. (m³/s) "valori medi"
- Temperatura (°C) ph Salinità totale (mg/l)
- Portate di Luglio Portate di Settembre - Ottobre Numero stazione
- Fossati orientati con sovrimento perenne
- Corsi d'acqua temporanei
- Canali di bonifica principali e secondari
- Limite di bacino idrografico naturale sotteso dalla stazione di misura
- Attuali spartiacque dell'area drenante nei canali di bonifica
- Origine spartiacque orientati del F. Astura
- Limite tra depositi vulcanici e depositi fluvio-lacustri e marini
- Emissioni artificiali dei laghi
- Isola con direzione a verso di flusso delle acque sotterranee
 nel caso l'area idrica principale dell'area Albana

DISEGNO DI S. RABOTTINO 1981

luppata l'intensa attività freato-magmatica che ha dato origine alla formazione delle depressioni crateriche di Albano, Nemi e Ariccia.

Nel corso di due campagne di rilevamento eseguite nei laghi di Albano e di Nemi, sono state determinate le caratteristiche chimico-fisiche delle acque dei bacini, a differenti profondità, in numerosi punti distribuiti in modo omogeneo negli specchi d'acqua in esame (Fig. 5 e 6). I dati acquisiti mettono in evidenza una sostanziale omogeneità del chimismo delle acque dei bacini, anche se in alcuni punti di campionamento, in prossimità del fondo, sono state rilevate alcune anomalie di incerta interpretazione, che sono attualmente oggetto di studio più approfondito. Con una superficie di circa 75 km^2 , se si esclude il rilievo di M. te Cavo ubicato in posizione centrale, l'area calderica presenta una morfologia pianeggiante con deboli pendenze verso il margine sud-occidentale dove si trovano i bacini lacustri di Albano e Nemi, alla quota rispettivamente di 293 e di 316 metri. In corrispondenza della Doganella, verso sud-est, la cinta calderica si presenta slabbrata raggiungendo nel punto più depresso, 525 metri di quota.

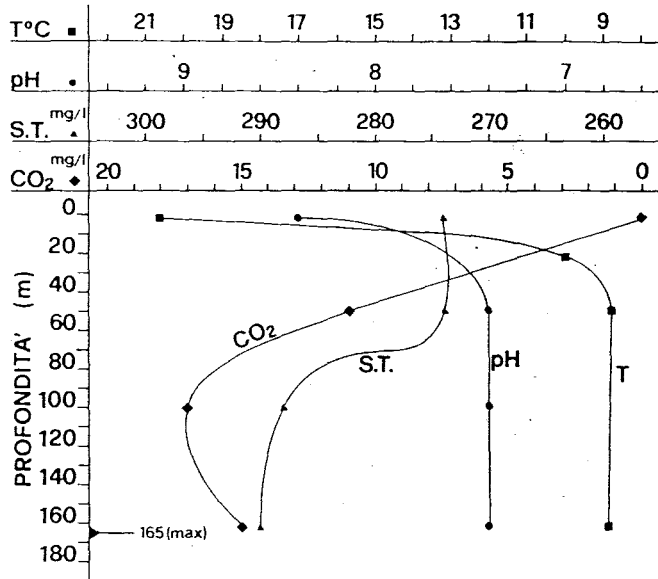
All'interno della cinta calderica, se si escludono alcune sorgenti con una portata globale al più di alcune decine di litri/secondo, non sono note manifestazioni sorgive di un certo rilievo, ubicate invece lungo il limite occidentale del settore calderico.

Nei pressi di Grottaferrata, in località Squarciarelli, alla quota di circa 350 m, si trova una serie di manifestazioni sorgentizie (attualmente in gran parte captate) che alimentano per alcuni chilometri, lateralmente ed in subalveo, il Rio Mariano con una portata minima di circa 200 l/s. D'altra parte anche i laghi di Albano e di Nemi, provvisti di un emissario artificiale (con scorrimento perenne secondo i dati storici), riceverebbero lateralmente apporti di acque sotterranee con una portata media rispettivamente di circa 100 l/s e di 180 l/s (MIN. AGRIC. IND. & COMM, 1892).

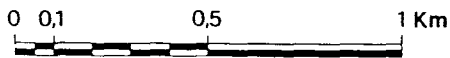
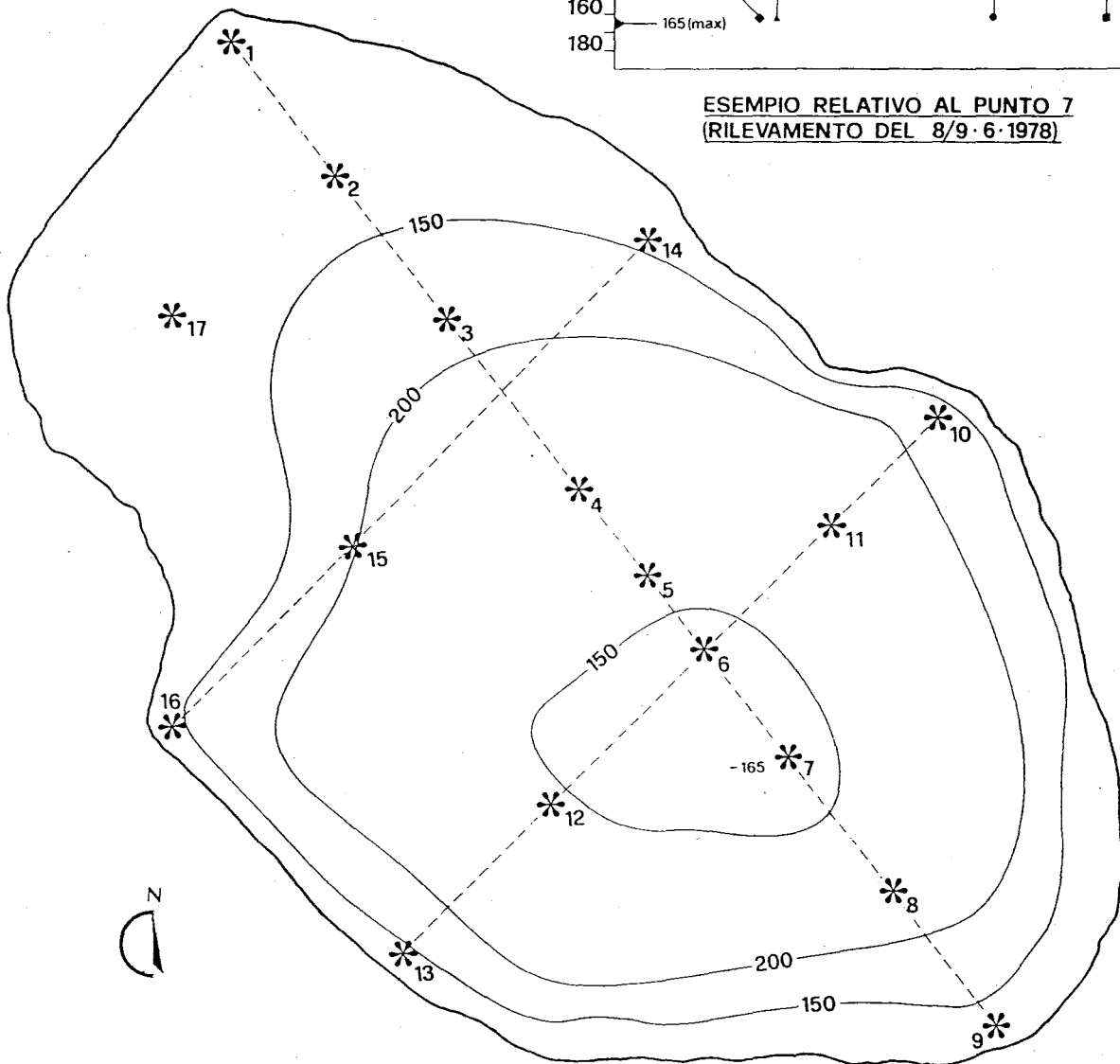
Benché la situazione idrogeologica del settore in esame sia molto più complessa di quella da noi esemplificata nello schema di circolazione proposto, si può ammettere che le acque di infiltrazione nel settore intracalderico alimentino in profondità verosimilmente più falde sovrapposte con drenaggio verso il limite sud-occidentale della caldera, e quindi ver

CARTA BATIMETRICA DEL LAGO DI ALBANO

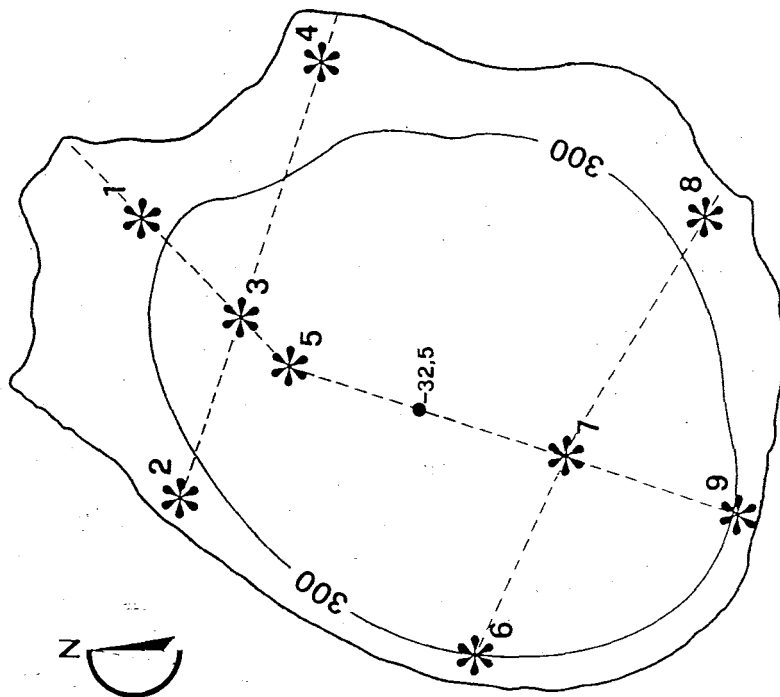
* PUNTI DI RILEVAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELLE ACQUE IN FUNZIONE DELLA PROFONDITA'



ESEMPIO RELATIVO AL PUNTO 7
(RILEVAMENTO DEL 8/9-6-1978)



CARTA BATIMETRICA DEL LAGO DI NEMI



* PUNTI DI RILEVAMENTO DEI PRINCIPI-
PALI PARAMETRI CHIMICO-FISICI DEL-
LE ACQUE IN FUNZIONE DELLA PRO-
FONDITA'

ESEMPIO RELATIVO AL PUNTO 7
(RILEVAMENTO DEL 26.10.1978)

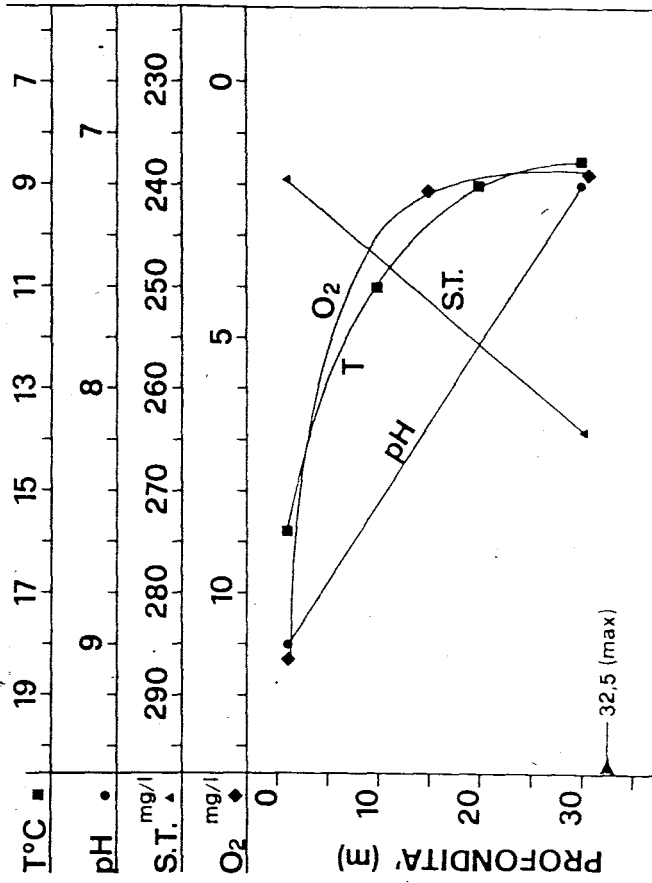


FIG. 6

so le sorgenti dell'Acqua Mariana e i laghi di Albano e di Nemi.

b) Il settore extracalderico del vulcano laziale si estende su una superficie di circa 1300 km^2 ed è delimitato convenzionalmente dai fiumi Tevere e Aniene a nord-ovest e a nord, verso est dai versanti occidentali dei M. ti Tiburtini, Prenestini e Lepini settentrionali, mentre a sud e ad ovest dalle propagini più periferiche dei depositi vulcanici del sistema in esame. Lo schema di circolazione sotterranea proposto (Fig. 3) mette in evidenza un drenaggio radiale, centrifugo, verosimilmente attraverso più falde sovrapposte ancora indifferenziate, che alimentano lateralmente ed in subalveo il tratto terminale di numerosi corsi d'acqua che incidono i depositi vulcanici. In questo settore sono ubicate anche le maggiori manifestazioni sorgentizie note nell'area albana, nei pressi di Salone (Acqua Vergine: quota 25 m) e di Pantano Borghese (Acqua Felice: quota 65 m), rispettivamente con portate medie di circa 1100 l/s e di 300 l/s, in gran misura captate da opere di presa realizzate in epoca romana.

Ai margini del settore in esame l'andamento delle curve isopieze risulta molto articolato, come si rileva in particolare nelle aree sud-occidentale e meridionale, dove la circolazione delle acque sotterranee è influenzata sia da motivi morfologici, che favoriscono una concentrazione preferenziale del deflusso ipogeo, sia da una elevata densità di opere di captazione che con sensibili portate di emungimento deprimono localmente la superficie piezometrica della falda.

Inoltre, nell'area orientale del settore in esame, l'andamento delle isopieze sembra risentire dei rapporti laterali con gli acquiferi carbonatici dei M. ti Prenestini e Lepini settentrionali.

Tentativo di calcolo del bilancio idrologico. Nel corso del periodo ottobre 1978-settembre 1979 l'afflusso meteorico è risultato di $1530 \times 10^6 \text{ m}^3$, pari a 1105 mm. Nello stesso periodo sono state condotte dagli autori sei campagne di rilevamento delle portate, ripetute nel tempo su tutti i corsi d'acqua che incidono i versanti del vulcano laziale, in 72 sezioni di misura (Fig. 3).

Il deflusso annuo, calcolato integrando le curve dei valori di portata

rilevati alle sezioni terminali dei corsi d'acqua, risulta di $502 \times 10^6 \text{ m}^3$, corrispondente ad una altezza della lama d'acqua defluita di 362 mm, pari al 33% dell'afflusso annuo.

Il deficit tra i valori di afflusso e di deflusso dell'anno considerato è di $1028 \times 10^6 \text{ m}^3$, pari al 67% dell'afflusso annuo. Tale valore, come è noto dall'equazione del bilancio, rappresenta la sommatoria delle perdite che si verificano nell'area albana attraverso il processo di evapotraspirazione e di infiltrazione profonda. Nel tentativo di valutare l'incidenza dell'evapotraspirazione reale sul deficit di bilancio, si è fatto ricorso alla formula di TURC annuale che ha consentito di calcolare in 704 mm (pari ad un volume annuo di $975 \times 10^6 \text{ m}^3$) lo spessore della lama d'acqua che si dissipa nell'atmosfera nel corso del periodo considerato.

Se tale valutazione fosse attendibile l'infiltrazione profonda nell'area albana sarebbe di $53 \times 10^6 \text{ m}^3$, pari al 5% del deficit e al 3% dell'afflusso annuo, equivalente a circa $121/\text{s} \times 1/\text{km}^2$. Questo valore corrisponderebbe alle perdite dovute allo scorrimento sotterraneo oltre i limiti dell'area considerata, vale a dire alle perdite verso mare e verso il subalveo del Tevere e dell'Aniene. Si devono comprendere in questo valore anche i prelievi dovuti ai pozzi.

Se si considera significativo il valore dei parametri idrologici, valutati in modo molto approssimato, l'infiltrazione profonda verso l'acquifero dei carbonati sarebbe nulla o comunque molto ridotta.

I risultati ottenuti impongono, tuttavia, una critica sulla qualità dei dati utilizzati per l'impostazione del bilancio idrologico nell'area albana.

La precipitazione media è stata calcolata in base ai dati di sei stazioni di rilevamento distribuite in modo sufficientemente omogeneo nell'area albana; si ritiene pertanto che tale parametro sia senz'altro significativo.

La valutazione dei deflussi, eseguita con misure periodiche, fornisce la somma delle portate dovute al ruscellamento di superficie più le portate riferibili a quella parte di acque di infiltrazione che riemergono in alveo a monte delle sezioni di misura. Mentre per la componente dovuta al ruscellamento i valori misurati sono certamente approssimati a causa

della variabilità degli afflussi, per la componente legata all'infiltrazione possiamo ritenere i dati ottenuti sufficientemente approssimati per questo tipo di valutazione del tutto indicativo. Poiché il rilevamento dei deflussi istantanei è stato eseguito generalmente a distanza di tempo dagli eventi critici di piena che pur si sono ripetuti con una certa frequenza nel corso del periodo di osservazione, si può ritenere che il valore del deflusso globale annuo sia stato calcolato per difetto.

Va rilevato infine che le portate del F. Astura (sez. n. 70) sono state valutate sulla base di dati di letteratura (MIN. AGRIC. IND. E COMM., 1892), disponendosi per questa sezione di una sola misura diretta in periodo estivo.

L'evapotraspirazione è stata calcolata inserendo nella formula annuale di TURC un valore di temperatura media di 15° C, ottenuto dalla media aritmetica dei valori medi mensili di tre stazioni meteorologiche del Servizio Idrografico di Stato ubicate sui versanti e alla periferia dell'edificio centrale. Tale valore è sostanzialmente comparabile con la temperatura media annua calcolata nel periodo 1951-1970, considerando i dati di sei stazioni meteo distribuite in modo sufficientemente omogeneo nell'area albanese; è lecito supporre pertanto che il valore considerato sia rappresentativo. Rimane tuttavia l'incertezza della validità della formula di TURC nel calcolo della evapotraspirazione nell'area considerata. Possiamo, a questo proposito dire che, sulla base di valutazioni di bilancio eseguite in tre bacini rappresentativi di limitata estensione (circa 10 km²) ubicati nella regione preappenninica ed appenninica, da noi tenuti sotto controllo ormai da alcuni anni, la formula di TURC sembra dare risultati quanto meno indicativi.

Conclusioni. Il bilancio idrologico dell'area albana, calcolato per il periodo ottobre 1978-settembre 1979, benché largamente indicativo, chiuderebbe sostanzialmente in parità.

Se il calcolo del bilancio idrologico eseguito venisse confermato dai nuovi dati in corso di acquisizione, bisognerebbe ammettere che nell'area albana le acque meteoriche alimentino una circolazione sotterranea con u

na distribuzione areale sufficientemente omogenea, localizzata nei depositi vulcanici e nelle sabbie pleistoceniche soggiacenti, verosimilmente in diversi orizzonti acquiferi sovrapposti. In tali condizioni le acque sotterranee dei depositi vulcanici e delle sabbie pleistoceniche non alimenterebbero gli acquiferi carbonatici meso-cenozoici più profondi. Ciò confermerebbe l'ipotesi che nell'area albana sia presente un orizzonte sostanzialmente impermeabile e continuo, che isola il circuito più epidermico delle acque sotterranee delle vulcaniti e delle sabbie pleistoceniche, da un circuito più profondo che interessa il substrato carbonatico meso-cenozoico. Solo localmente questa copertura lascerebbe filtrare esalazioni prevalentemente gassose che, miscelandosi alle acque del ciclo più epidermico, giungono in superficie con valori di temperatura prossimi a quelli ambientali.

D'altra parte nelle attuali condizioni idrogeologiche pare esclusa la possibilità che le acque del ciclo superficiale delle vulcaniti possano rialimentare l'acquifero sepolto dei carbonati.

BIBLIOGRAFIA

- AMADEI G., SEGRE A. G., TRIBALTO G. (1965) - Alcune considerazioni sulla gravimetria e sulla geologia del F. 158 Latina della carta geologica d'Italia. Atti 14 Congr. annuale Associaz. geofisica Italiana, Roma.
- BLANC A. C., CONFORTO B., DI RICCO G., SAPPA M. (1961) - Indagine sulle acque sotterranee dell'Agro Romano e Pontino. Prima Parte: Agro Romano, "Cassa per il Mezzogiorno", Roma.
- BONI C., BONO P., CAPELLI G., FUNICIELLO R., LOMBARDI S., PAROTTO M., ROSSI F. M. & VENTURA G. (1979) - Lineamenti idrogeologici, idrologici ed idrochimici della regione albana: primi risultati della campagna 1977-79. Atti I Seminario Informativo sull'attività del Sottoprogetto "Energia Geotermica", pp. 482-498, fig. 4, Roma.

- BONI C., BONO P., CAPELLI G., LOMBARDI S., PAROTTO M. & VENTURA G. (1979) - Indagine idrogeologica e geochimica nell'Appennino laziale-abruzzese. Primi risultati della campagna 1976-78. Atti I Seminario Informativo sull'attività del Sottoprogetto "Energia Geotermica", pp. 499-518, fig. 4, Roma.
- BONI C. & BONO P. (1981) - Schema idrogeologico dell'Appennino centrale (1:500 000) : lineamenti strutturali, idrologici ed elementi di interesse geotermico. Centro di Studio per la Geologia dell'Italia Centrale (CNR), Roma (in corso di stampa).
- BONI C., BONO P., CAPELLI G., D'AMORE F. & LOMBARDI S. (1981) - Nuove osservazioni su idrologia, geochimica e termalismo dell'area albana (Lazio meridionale). Atti II Seminario Informativo sull'attività del Sottoprogetto "Energia Geotermica", Roma.
- BONI C., BONO P. (1981) - Relation entre infiltration efficace et lithologie dans dix systèmes karstiques de l'Italie centrale. Bulletin B. R. G. M. Serie III (in corso di stampa).
- CAMPONESCHI B. & VOLPONI E. (1976) - Idrogeologia del territorio di Ardea e Tor S. Lorenzo. Rassegna dei Lavori Pubblici, n. 12, Roma.
- FORNASERI M., SCHERILLO A. & VENTRIGLIA U. (1963) - La regione vulcanica dei Colli Albani. 550 p., fig. 99, tab. 70, tav. 19, 2 carte f. t., CNR, Roma.
- FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1968) - Studio idrogeologico del versante meridionale del Monte Artemisio. Geologica Romana, vol. VII, pp. 107-140, fig. 22, tab. 5, 2 carte f. t., Roma.
- FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1978) - Il substrato sedimentario nell'area dei Colli Albani: considerazioni geodinamiche e paleogeografiche sul margine tirrenico dell'Appennino Centrale. Geologica Romana, vol. XVII, pp. 233-287, fig. 28, Roma.

- LOCARDI E. , LOMBARDI G. , FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1977) -
- The main volcanic groups of Latium (Italy): relation between structural evolution and petrogenesis. *Geologica Romana*, vol. XV, pp. 279-300, fig. 13, Roma.
- LOMBARDI L. (1969) - Ricerche idrogeologiche in aree vulcaniche. *Atti Uff. I Convegno Naz. Studi sui Problemi della Geol. Applicata*, p. 6, fig. 3, Milano.
- MAINO A. , MOTTA A. & SEGRE A.G. (1969) - Considerazioni sui rapporti fra gravimetria e geomorfologia per il F. 150 Roma (vulcano laziale) nella Carta d'Italia al 100 000 dell'I.G.M. . *Bollettino di Geodesia, Scienze e Affini*, Roma.
- MANFREDINI M. (1967) - Problemi idrogeologici della piana costiera laziale a sud dei colli alban. *L'Industria Mineraria*, fasc. giugno 1967, Roma.
- MINISTERO AGRICOLTURA , INDUSTRIA E COMMERCIO (1892) - Carta idrografica d'Italia (Lazio).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1963) - Carta Geologica d'Italia a scala 1:100 000: foglio 158 Latina, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1967) - Carta geologica d'Italia a scala 1:100 000: foglio 150 Roma, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1970) - Carta geologica d'Italia a scala 1: 100 000 : foglio 144 Palombara Sabina, Napoli.
- TORO B. (1976) - Gravimetry and deep structures of the Sabatinian and Alban Volcanic area (Latium). *International Colloquium of Planetary geology*, *Geologica Romana*, vol. XV, pp. 301-310, fig. 8, Roma.