



LE RISORSE IDRICHE DELL'ISOLA D'ELBA

Alberto Bencini
Giovanni Pranzini

Mauro Giardi
Bianca Maria Tacconi



2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

L'Isola d'Elba, con i suoi 223 kmq di superficie, è la più grande isola dell'Arcipelago Toscano e la terza d'Italia.

Essa dista circa 10 km da Piombino, col quale è collegata per mezzo di traghetti.

Amministrativamente è divisa in 8 comuni: Marciana, Marciana Marina, Marina di Campo, Portoferraio, Porto Azzurro, Capoliveri, Rio nell'Elba e Rio Marina.

Da un punto di vista fisico l'Isola d'Elba presenta una grande varietà di forme: rilievi di diversa altezza (il più alto è il M. Capanne, m 1018) si alternano con valli e piccole pianure costiere; circa 1/3 della superficie è al di sopra di 200 m sul livello del mare, ed i 3/4 dell'isola superano la quota di 50 m

La morfologia accidentata si riflette anche sulle coste, le quali, su una lunghezza totale di 118 km sono, per oltre i 2/3, alte e rocciose. Piccole spiagge si trovano in corrispondenza delle foci dei corsi d'acqua.

Questi ultimi sono a carattere prevalentemente torrentizio ed incidono valli strette con fianchi scoscesi. I più importanti si trovano sul Monte Capanne e sono il Fosso di Marciana, il Rio di Pomonte ed il Fosso Bovalico.

Solo in vicinanza del mare abbiamo delle pianure alluvionali. La più grande, quella di Marina di Campo, con i suoi 4 kmq di superficie separa il Monte Capanne dai rilievi centrali più bassi, il Monte Tambone ed il Monte San Martino.

Sulla costa settentrionale si trovano la piana di Portoferraio (circa 3 kmq) e quella dello Schiopparello (2 kmq) separate dallo sperone di Punta delle Grotte.

Nella parte sud dell'Isola abbiamo la piana di Lacona (circa 2 kmq); sul lato orientale, rivolto verso il continente, si trovano la pianura di Mola (1,2 kmq), che separa il Monte Calamita dal resto dell'Isola, e le più piccole pianure di Porto Azzurro (0,5 kmq) e Barbarossa (0,35 kmq).

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Molti Autori si sono occupati in vari periodi della geologia dell'Isola d'Elba. Studi a carattere prevalentemente petrografico sono stati condotti da BONATTI & MARINELLI (1953), MARINELLI (1955 e 1959), BARBERI & INNOCENTI (1965 e 1966), BARBERI, INNOCENTI & RICCI (1967).

Studi di carattere stratigrafico e tettonico sono stati compiuti da TERMIER (1909), che per primo interpretò le strutture dell'Isola come dovute a falde di ricoprimento.

Nel 1940 fu intrapreso un rilevamento geologico dettagliato da G. MERLA e L. TREVISAN ed in seguito da L. TREVISAN ed E. BENEIO. I risultati del rilevamento, comparsi nel 1943 (BENEIO & TREVISAN, 1943), furono rielaborati e pubblicati da TREVISAN nel 1950. Nel 1965 RAGGI, SQUARCI & TAFFI condussero uno studio sui Flysch dell'Elba centrale.

Nel 1967 è stata pubblicata dal C.N.R. di Pisa una carta geologica dell'Isola d'Elba in scala 1:25.000, non corredata di note illustrative. Quel rilievo è stato utilizzato per la redazione del F°126 della Carta Geologica d'Italia (Note Illustrative di BARBERI et al., 1969).

PERRIN (1976) è stato l'ultimo autore che si è occupato della interpretazione strutturale dell'Elba, definendo meglio i rapporti fra le unità di tipo alpino e quelle di tipo appenninico.

Il lavoro più recente sull'Isola è quello di MAZZANTI (1983), che fa il punto sui sedimenti quaternari della fascia costiera e dell'arcipelago toscano.

La struttura geologica dell'Isola d'Elba è la conseguenza dell'impilamento di cinque complessi strutturali, separati da superfici di scorrimento tettonico (fig. 1). Per gli scopi del presente lavoro non si è ritenuta necessaria una descrizione dettagliata delle unità appartenenti ai 5 complessi. Ci si limita ad un semplice elenco, avvertendo che le sigle delle unità geologiche sono quelle della carta geologica al 25.000 sopra citata, che in qualche caso differiscono da quelle della Carta Geologica d'Italia al 100.000.

Complesso I

È costituito da unità epimetamorfiche di facies toscana, analoghe a quelle del nucleo apuano. Viene considerato provvisoriamente autoctono per il fatto che è il complesso geometricamente inferiore e non se ne vede la base.

Dal basso è composto da:

- Scisti cornubianitici con quarziti («Gneiss del Calamita» auct., hs, Carbonifero - Trias?);
- Quarziti e microanageniti con scisti («Verrucano», Tq, Ladinico sup. - Carnico);
- Dolomie e calcari dolomitici termometamorfici, localmente a cellette, con scisti filladici alla base (T₁, Norico - Retico);
- Marmi (c, Lias inf.).

Complesso III

È costituito da unità della Serie Toscana non metamorfiche. Dalla base si trovano:

- Arenarie quarzifere e scisti arenacei con livelli conglomeratici (Cs, Carbonifero);
- Anageniti, quarziti, scisti quarziferi e filladi quarzifere (Gruppo del «Verrucano», Tq, Ladinico sup. - Carnico);
- Calcari dolomitici cavernosi e a cellette (Formazione evaporitica, T₁, Norico);
- Calcari a *Rhaetavicula contorta* (T₂, Norico? - Retico);
- Calcare massiccio (L₁, Lias inf.);
- Calcari selciferi scuri (L₂, Lias inf. - medio);
- Calcari rosei nodulari (L₃, Lias inf. - medio);
- Calcari selciferi chiari (L₄, Lias sup.);
- Marne a *Posidonia alpina* (D, Dogger).

Complesso IV

Si tratta del Complesso ofiolitifero delle Liguridi, costituito da:

- Serpentiniti lherzolitiche e harzburgitiche (Σ);
- Gabbri (I) e ammassi di Aplite gabbrica (I_a);
- Basalti massicci o in pillows (Δ);
- Diaspri calcarei (di, Malm);
- Calcari a Calpionelle (Cc, Tironico-Berriasiano);
- Argilliti a «palombini» (pb, Creta inf. e medio).

Complesso V

È costituito da due unità liguridi distinte. La formazione geometricamente inferiore del Complesso è il

- Flysch paleoceno, composto da argilliti e marne con strati di calcari, calcari marnosi e arenarie (E). Segue il
- Flysch cretaceo, distinto in due facies: una costituita da arenarie quarzose feldspatiche con livelli conglomeratici (C₁), l'altra da calcari marnosi e marne con argilliti siltose e arenarie calcarifere (C₂).

Le rocce magmatiche terziarie sono rappresentate dallo stock della Granodiorite del M. Capanne (γ), la cui messa in posto ha determinato la formazione di un anello di rocce termometamorfiche.

Presso Porto Azzurro è presente anche uno stock quarzomonzonitico (Quarzomonzonite di Fosso Mar dei Carpisi, μq).

Porfidi granodioritici o granitici in filoni ed ammassi (π) e Aplite porfirica tormalinifera («eurite», πa) in filoni affiorano nella zona del M. Capanne e intercalate ai Flysch dell'Elba centrale.

Le rocce dei complessi magmatici sono state oggetto di molte datazioni effettuate con i metodi degli isotopi radioattivi (FERRARA et al., 1961; EBERHARDT & FERRARA, 1962; VENZLAFF & WALDECK, 1974; JUTEAU et al., 1983) che hanno fornito un'età miocenica superiore.

Sono assenti depositi neogenici. Le formazioni quaternarie sono rappresentate da Sabbie eoliche (p), Depositi alluvionali, distinguibili in antichi (at) e recenti (al), Dune costiere (e).

Si trovano infine accumuli di frane di Calcari a Calpionelle (fc) e detriti (d).

Le unità appartenenti al Complesso I affiorano nel promontorio del Calamita e nell'area immediatamente a nord del Golfo di Mola.

Le rocce sono frequentemente brecciate e scompagnate. In corrispondenza delle parti carbonatiche e quarzitiche si trovano numerosi piani di scorrimento, con sviluppo di miloniti e ultramiloniti.

L'analisi petrografica (BARBERI et al., 1967) ha messo in evidenza la presenza di due eventi metamorfici: il metamorfismo termico, legato all'intrusione dello stock quarzomonzonitico di Fosso Mar dei Carpisi, si è sovrapposto ad un debole metamorfismo regionale. Il metamorfismo termico è di medio grado, al limite fra la facies delle cornubianiti ad albite-epidoto e quella delle cornubianiti ad orneblenda.

Il complesso è interessato da un sistema filoniano particolarmente concentrato nella parte orientale del promontorio del Calamita e nell'area immediatamente a nord del Golfo di Mola.

Anche le rocce del Complesso II, sovrastante, hanno subito metamorfismo termico. Questo fenomeno, associato alle frequenti riduzioni e condensazioni della serie stratigrafica, rivelate dalla giacitura lenticolare dei marmi e dei cipollini, rende difficile il confronto con le altre unità di tipo toscano.

I piani di scistosità concordano con la stratificazione, mostrando immersione costante a W e WNW.

La stessa direzione di immersione è presente anche nelle rocce del Complesso III. Questo complesso, considerando particolarmente alcune formazioni caratteristiche come i Calcari selciferi e il Calcare massiccio, assomiglia alla serie toscana non metamorfica affiorante sui monti della Spezia.

Il Complesso IV corrisponde al Complesso ofiolitifero dell'Appennino Settentrionale, dal quale differisce per il notevole spessore dei Diaspri (circa 150 m). Esso presenta una tettonica molto più articolata, rispetto ai complessi precedenti, anche a causa delle diverse caratteristiche litologiche delle for-



Fig. 2 - Delimitazione dei bacini del M. Capanne sottesi da idrometrografo. I pallini corrispondono alle stazioni pluviometriche.

logico completo. Essi hanno però consentito una verifica della evapotraspirazione reale calcolata e questo dato è stato poi estrapolato, con le opportune correzioni, al bilancio dell'intera isola.

4.1 - Pluviometria

Sull'Isola d'Elba hanno funzionato, in diversi periodi di tempo, 18 stazioni pluviometriche. Attualmente ne sono attive 12, dotate di pluviometri registratori.

Le stazioni coprono un intervallo altimetrico che va dai 2 m s.l.m. della stazione di Marina di Campo ai 960 m della stazione di M. Capanne. Anche da un punto di vista areale esse sono ben distribuite sul territorio dell'Isola (fig. 4).

La tabella 1 riporta l'elenco delle stazioni pluviometriche e il numero degli anni di registrazione di ciascuna. Si può vedere che il numero di anni di registrazione è assai diverso nelle 18 stazioni. Infatti, mentre le stazioni di Portoferraio città e Poggio hanno funzionato quasi ininterrottamente dagli anni venti ad oggi, altre stazioni, come quella di M. Calamita e di Procchio, sono state attivate solo nell'ultimo decennio. Anche nel periodo di attività delle singole stazioni si sono verificate interruzioni annuali o pluriennali delle misure. Nel periodo bellico, ad esempio, è rimasta in funzione una sola stazione, quella di Poggio.

La media delle precipitazioni è stata calcolata per il sessan-

tennio che va dal 1922, anno in cui sono state installate dall'Ufficio Idrografico dell'Arno 5 stazioni sull'Isola d'Elba, al 1981. Questo intervallo di tempo è sufficientemente lungo da fornire una media valida, includendo più anni e periodi particolarmente piovosi e siccitosi.

I valori risultanti per ciascuna stazione non sono però omogenei poiché le registrazioni sono, nella maggior parte dei casi, relative ad intervalli di tempo diversi. Per ottenere delle medie confrontabili i dati disponibili sono stati elaborati allo scopo di assegnare dei valori di precipitazione anche a quelle stazioni e per quegli anni in cui non sono state effettuate le registrazioni.

Tab. 1 - Altezza delle precipitazioni nelle stazioni pluviometriche dell'Elba nel periodo 1922-1981

| Stazione | Quota (m s.l.m.) | Anni osservaz. | Precipitazione (mm) | |
|-------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| | | | Media | Media calc. |
| Portoferraio città | 25 | 52 | 576,9 | 572,7 |
| Portoferraio Orti | 4 | 12 | 759,7 | 752,2 |
| Portoferraio lo Schiopparello | 32 | 29 | 651,6 | 652,5 |
| Procchio | 8 | 8 | 810,9 | 791,3 |
| Poggio | 240 | 53 | 998,4 | 995,1 |
| Patresi Mortigliano | 120 | 27 | 667,2 | 666,6 |
| M. Capanne | 960 | 12 | 780,3 | 772,5 |
| S. Piero in Campo | 226 | 26 | 681,1 | 675,9 |
| Il Pino | 65 | 12 | 710,1 | 694,8 |
| M. Calamita | 167 | 6 | 663,5 | 651,9 |
| Capoliveri | 145 | 26 | 599,4 | 589,1 |
| Rio nell'Elba | 150 | 13 | 630,8 | 631,7 |
| Marina di Campo | 2 | 2 | 622,1 | 607,4 |
| S. Martino | 66 | 27 | 743,3 | 736,0 |
| M. Grosso | 348 | 32 | 770,9 | 762,5 |
| Campo alle Serre | 601 | 23 | 659,1 | 644,2 |
| La Pila | 66 | 8 | 655,7 | 660,0 |
| Porto Azzurro | 10 | 22 | 750,1 | 736,3 |

Nella tabella 1 sono riportate le altezze medie di precipitazione ottenute con i soli dati registrati e quelle calcolate dopo le interpolazioni di cui sopra.

Nel corso dei sessant'anni esaminati si sono avvicendati

Per quanto riguarda la distribuzione areale delle precipitazioni, possiamo notare che i valori maggiori non corrispondono, come in genere accade, con i massimi rilievi. Ad esempio, il massimo assoluto si registra nella stazione di Poggio (m 240 s.l.m.) con 995 mm, mentre nella stazione di Campo alle Serre (m 601), situata anch'essa sul M. Capanne, si hanno solo 644 mm.

I valori di precipitazione più alti spettano alla parte occidentale dell'Elba ed in particolare al versante settentrionale. Questo è certamente in relazione con la direzione e la frequenza dei venti che portano piogge sull'isola.

La figura 5 riporta la distribuzione azimutale dei venti secondo la loro frequenza ed intensità, ottenuta con osservazioni pluriennali della stazione anemometrica di M. Grosso (348 m s.l.m.) (Ist. Idrograf. Marina, 1978).

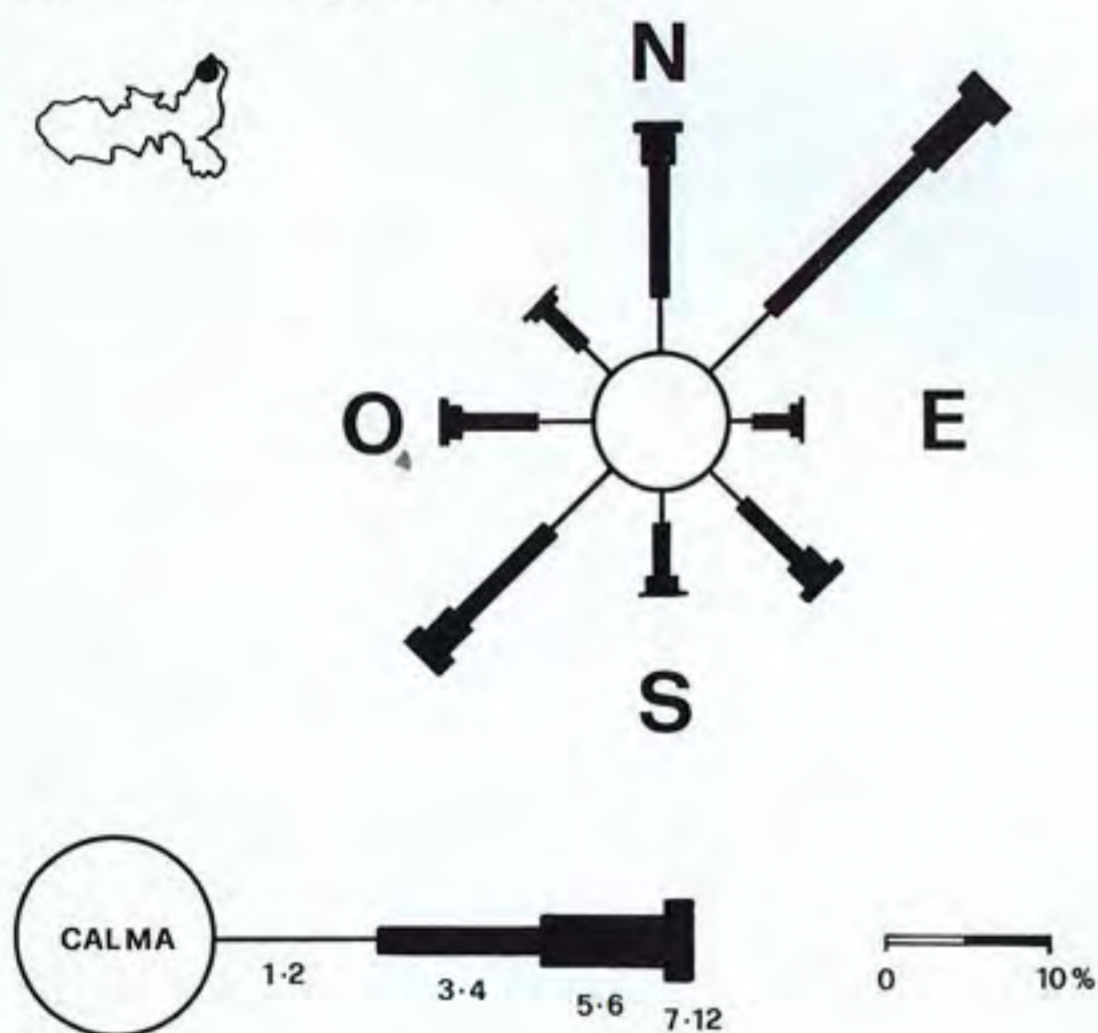


Fig. 5 - Frequenza e intensità dei venti nella stazione anemometrica di Monte Grosso. La lunghezza dei segmenti è proporzionale alla frequenza dei venti, lo spessore indica l'intensità espressa nella scala Beaufort.

I valori di frequenza più elevati spettano ai venti di NE, SW e N con, rispettivamente, il 24,5%, il 16,5% e il 14,3% delle osservazioni. Inoltre è da rilevare che i venti di N e NE predominano di gran lunga sugli altri nei mesi autunnali e invernali, cioè nei mesi in cui si verificano le massime precipitazioni.

Si deve tuttavia tener conto anche del fatto che la stazione

di M. Grosso, a causa della sua posizione, risente in minor misura dei venti meridionali e quindi non fornisce un quadro fedele dell'andamento medio dei venti sull'isola. Infatti, dai dati rilevati dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica nella stazione di Capo Calamita (396 m s.l.m.), risulta una maggiore frequenza dei venti di S e SE rispetto alla stazione di M. Grosso. Tale differenza non è, però, tanto marcata da invalidare le conclusioni di cui sopra.

In conclusione, la distribuzione areale delle precipitazioni sull'isola d'Elba è influenzata più dall'esposizione ai venti che dall'altitudine.

4.2 Termometria

L'isola d'Elba ha un clima particolarmente mite. Nella stazione termometrica di Portoferraio città (25 m s.l.m.) la temperatura media annua, relativa a 41 anni di osservazione, è di 16,6°C.

La mitezza del clima risulta sia dalla temperatura media invernale (la minima è di 10,1°C in gennaio) che da quella estiva (la massima è di 24,3°C in agosto) (fig. 6).

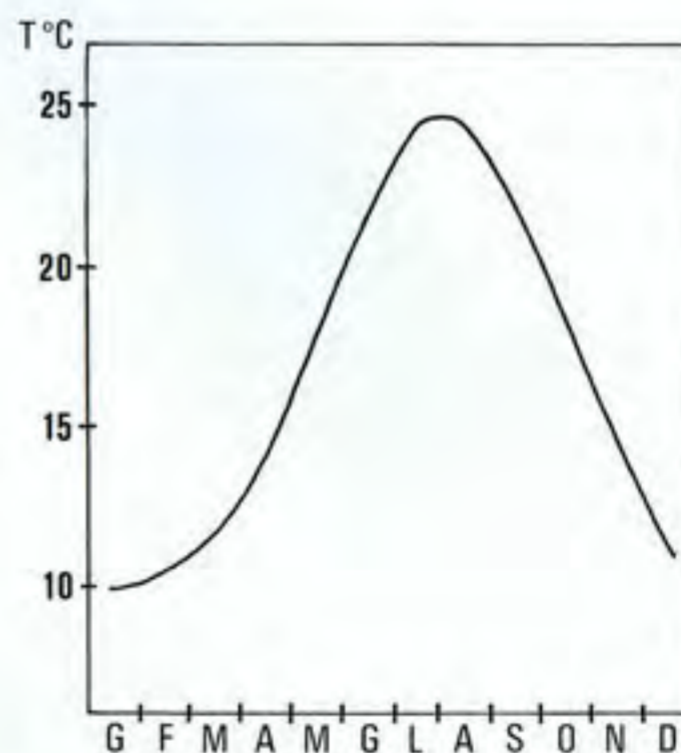


Fig. 6 - Temperature medie mensili nella stazione di Portoferraio città relative al periodo 1933-1942 e 1950-1981.

Quaderni sull'assetto del territorio:
Nuova serie - N. 2

Pubblicazione a cura:
Provincia di Livorno

Collaborazione:
Attilio Battini - Provincia di Livorno

In copertina:
Carta dell'Isola d'Elba, sec. XVII - Archivio di Stato di Firenze
Regie Rendite n. 95, Autorizzazione Prot. n. 1418 del 20-3-1986

Stampa:
Litografia Tacchi - Pisa
Aprile 1986

Alberto Bencini (*), Mauro Giardi (**), Giovanni Pranzini (*), Bianca Maria Tacconi (**)

LE RISORSE IDRICHE DELL'ISOLA D'ELBA

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze.

(**) Collaboratori esterni del Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze.

Ricerca eseguita con i contributi M.P.I. (60%) nn. 10.02.01246 e 10.02.01720 dell'Università di Firenze, responsabile Prof. Giovanni Pranzini.

G. Pranzini ha programmato la ricerca e ne ha curato lo svolgimento, la stesura del testo e la stampa. A. Bencini ha curato la parte di geochimica delle acque. M. Giardi ha eseguito la ricerca sulle falde acquifere delle piane costiere, B. M. Tacconi lo studio idrologico e quello delle sorgenti.

PAGINA BIANCA

PRESENTAZIONE

L'Isola d'Elba costituisce una «risorsa ambientale» unica in Italia. La sua posizione, la mitezza del clima, la bellezza e la varietà dei paesaggi, delle coste e del mare ne fanno una meta turistica famosa in tutto il mondo.

La vocazione turistica dell'Isola è stata pienamente favorita negli ultimi 20-25 anni con la costruzione delle infrastrutture necessarie a soddisfare le esigenze di un turismo di qualità.

L'unica limitazione per un ottimale sfruttamento turistico delle risorse ambientali e delle infrastrutture è data dalla carenza di risorse idriche. Purtroppo fra le ricchezze dell'Isola manca quella d'acqua, per cui durante il periodo estivo, quando ai residenti si aggiunge un numero ben superiore di turisti, le disponibilità degli acquedotti sono insufficienti a soddisfare le richieste.

Questa scarsità d'acqua costituisce un grave problema e pone un serio ostacolo all'immagine stessa dell'Isola come località turistica e balneare di alto livello.

L'interesse per l'Elba a livello europeo è tale che non è stato difficile ottenere un contributo dalla Comunità Economica Europea per un acquedotto sottomarino dal continente, attualmente in costruzione. Sarebbe però un errore confidare completamente in quest'opera per risolvere i problemi dell'Isola, sia perché anche nella pianura del Fiume Cornia, dalla quale l'acqua dovrà essere prelevata, si stanno manifestando gli stessi problemi di quantità e di qualità che affliggono l'Elba, sia perché lo sfruttamento delle risorse locali costituisce, per alcune località almeno, una soluzione più razionale ed economica.

In questa prospettiva la ricerca eseguita dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze assume un interesse pratico di notevole portata. La ricerca comprende uno studio idrogeologico generale, che si sintetizza in una analisi delle risorse idriche attualmente disponibili e nella definizione delle aree più idonee per la ricerca di ulteriori risorse di sottosuolo.

Inoltre lo studio fornisce un quadro preciso dello stato delle falde acquifere presenti nelle pianure, che rappresentano la principale risorsa attualmente utilizzata per gli acquedotti comunali. L'intenso sfruttamento di queste falde determina una forte intrusione dell'acqua marina, che rende salata l'acqua e, di fatto, riduce ulteriormente la disponibilità idrica.

I dati raccolti e le carte tematiche rappresentano quello strumento conoscitivo del territorio indispensabile per qualsiasi intervento finalizzato alla salvaguardia e al recupero delle risorse idriche attualmente sfruttate, nonché al reperimento di ulteriori risorse.

L'Amministrazione Provinciale di Livorno, da sempre sensibile ai problemi del territorio, è direttamente impegnata nella loro soluzione, in accordo con i Comuni, le forze sociali e quelle politiche. In questa ottica ritiene opportuno portare a conoscenza di tutte le componenti della vita sociale e politica quegli elementi utili ad una corretta scelta in materia di gestione del territorio.

Per questo l'Amministrazione Provinciale ha ritenuto che la presente ricerca non dovesse rimanere confinata entro lo stretto numero degli studiosi di idrogeologia, cosa che probabilmente sarebbe avvenuta se essa fosse stata pubblicata in una rivista scientifica, ma che dovesse essere portata a conoscenza dei politici, degli amministratori e degli imprenditori.

L'Amministrazione Provinciale di Livorno ha quindi deciso di pubblicare la ricerca, inserendola nella propria collana di studi sul territorio, non solo con i risultati essenziali, ma completa di tutti gli elementi di base.

La pubblicazione potrà costituire quell'elemento di analisi e di giudizio utile per una concretizzazione delle scelte necessarie al rilancio dell'Isola d'Elba, il cui sviluppo ha certamente riflessi positivi anche sull'economia dell'intero territorio provinciale.

*Fabio Baldassarri
Presidente dell'Amministrazione Provinciale di Livorno*

Questa pubblicazione rappresenta un contributo della Provincia di Livorno alla conoscenza dei problemi ambientali visti sotto il duplice aspetto di risorse da utilizzare e di beni da salvaguardare.

Il contributo è saldato su un impianto scientifico rigoroso, come è nella tradizione dell'amministrazione. Risalgono infatti agli anni cinquanta i primi rapporti con i Centri di Ricerca, le Università di Pisa e Firenze e il C.N.R., rapporti che col tempo si sono intrecciati con una più elevata e diffusa consapevolezza dei problemi ambientali e, più in generale, del rapporto tra scienza e politica.

Questo lavoro è, riteniamo, un lavoro utile. Utile per la comunità elbana e per le sue scelte di gestione del territorio, utile per la Provincia e la Regione nell'ambito delle loro linee di programmazione, utile infine per gli stessi ricercatori che intendessero in futuro approfondire e sviluppare i temi qui trattati. Un ringraziamento a tutti coloro che hanno voluto e saputo darci questo strumento ed in particolare al Prof. Giovanni Pranzini che lo ha reso possibile.

*Dr. Massimo Guantini
Assessore all'Ambiente e Tutela del Territorio
dell'Amministrazione Provinciale di Livorno*

INDICE

| | | | |
|---|--------|--|---------|
| Riassunto | pag. 9 | 7 - LA CARTA DELLE PERMEABILITÀ | pag. 46 |
| Summary | » 9 | 7.1 Il drenaggio superficiale | » 47 |
| 1 - PREMESSA | » 10 | 7.2 Distribuzione e portata delle sorgenti | » 48 |
| 2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO | » 11 | 7.3 Caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche | » 50 |
| 3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO | » 11 | 7.3.1 I sedimenti inconsolidati | » 50 |
| 4 - IDROLOGIA | » 14 | 7.3.2 Le formazioni litoidi | » 50 |
| 4.1 Pluviometria | » 15 | 7.4 La carta delle fratture | » 52 |
| 4.2 Termometria | » 17 | 7.5 Le classi di permeabilità | » 54 |
| 4.3 Bilanci idrologici | » 18 | 8 - DISPONIBILITÀ IDROPOTABILI DELL'ELBA E PROSPETTIVE DI INCREMENTO | » 57 |
| 5 - LE SORGENTI | » 23 | 8.1 Le sorgenti | » 58 |
| 5.1 Portate e bilanci idrologici | » 23 | 8.2 Le falde idriche delle piane costiere | » 58 |
| 5.2 Temperature | » 25 | 8.3 Le acque di sottosuolo nelle rocce consolidate | » 60 |
| 5.3 Caratteristiche geochimiche | » 26 | 8.4 Le acque di superficie | » 61 |
| 5.4 Classificazione geologica | » 30 | Lavori citati | » 63 |
| 6 - LE FALDE IDRICHE DELLE PIANE COSTIERE | » 31 | APPENDICE 1 — Dati caratteristici delle sorgenti | » 65 |
| 6.1 Metodologia di studio | » 31 | APPENDICE 2 — Dati caratteristici dei pozzi | » 77 |
| 6.2 Piana di Marina di Campo | » 32 | APPENDICE 3 — Analisi chimiche delle acque delle sorgenti e dei pozzi | » 91 |
| 6.3 Piana di Portoferraio | » 39 | | |
| 6.4 Piana dello Schiopparello | » 41 | | |
| 6.5 Piana di Mola | » 43 | | |
| 6.6 Piane di Porto Azzurro e di Barbarossa | » 45 | | |

PAGINA BIANCA

Riassunto

Le fonti di approvvigionamento idrico attualmente disponibili per gli acquedotti elbani sono insufficienti a soddisfare le necessità dell'Isola, notevolmente cresciute per l'eccezionale sviluppo turistico degli ultimi decenni.

Il problema delle risorse idriche è stato affrontato sotto due aspetti:

- a) analisi delle fonti di approvvigionamento utilizzate, con lo scopo di fornire un quadro utile per la loro salvaguardia e gestione razionale;
- b) definizione delle caratteristiche idrogeologiche dell'Isola, elemento indispensabile per l'individuazione di nuove risorse.

Con i dati pluviometrici, idrometrici e termometrici è stato fatto il bilancio idrologico dell'Elba per conoscere i volumi d'acqua coinvolti annualmente.

Sono state censite 165 sorgenti ed eseguite due misure (ottobre 1982 e marzo 1983) di portata, di temperatura e di conducibilità elettrica.

La portata globale delle sorgenti, pari a circa il 2% delle precipitazioni, testimonia la bassa permeabilità della maggior parte delle rocce affioranti nell'Isola. Le analisi chimiche delle acque di alcune sorgenti maggiormente rappresentative hanno consentito di distinguere gruppi con caratteristiche comuni, condizionate dalla litologia delle formazioni geologiche percolate e, in qualche caso, anche dalla contaminazione da parte dell'acqua di mare.

Sono state studiate in dettaglio le falde freatiche delle piane costiere di Marina di Campo, Portoferraio, lo Schiopparello, Mola, Porto Azzurro e Barbarossa. È stato eseguito un rilievo geologico dei sedimenti alluvionali e ricostruito il sottosuolo dove c'erano dati litostratigrafici sufficienti.

In 452 pozzi sono state eseguite due misure freatiche e di conducibilità elettrica dell'acqua, una nella primavera e l'altra alla fine dell'estate, per ricostruire la morfologia della superficie freatica e la distribuzione della concentrazione salina nel periodo di falda alta ed in quello di massima depressione.

Analisi chimiche delle acque di alcuni pozzi hanno consentito di imputare i più alti valori di conducibilità elettrica a contaminazione da parte dell'acqua marina.

In certi casi l'inquinamento è tanto spinto da superare ampiamente, per eccesso di cloruri, i limiti di potabilità per le acque emunte. Lo sfruttamento intenso di alcune falde, che co-

stituiscono la principale risorsa dell'Isola, impone interventi per la loro salvaguardia e gestione razionale, di cui vengono suggerite le linee generali.

È stata redatta una carta delle permeabilità delle rocce affioranti nell'Elba, tenendo conto di vari elementi: litologia delle formazioni geologiche, densità del drenaggio superficiale, distribuzione e portata delle sorgenti, densità di fratturazione delle rocce. Questo documento, a nostro parere, costituisce l'indispensabile base per un programma di ricerca di nuove risorse idriche di sottosuolo. Sono state infine indicate le modalità generali per questa ricerca e suggerite alcune aree favorevoli.

Summary

The sources for resupplying Elba's aqueducts are insufficient to satisfy the hydrologic needs of the island, which have grown considerably as the result of the enormous increase in the number of vacationers in recent decades.

The problem of Elba's hydrologic resources has been approached from two angles: a) analysis of the sources of resupply presently being used, with the goal of devising a system by which they may be protected and soundly managed, and b) hydrogeologic study of Elba, which is necessary in order to find new sources of water.

Using data on temperature, rainfall and water flow, the volume of water in the island's annual hydrologic cycle was determined. 165 springs were sampled and their temperature, electrical conductivities and flow rates were measured both in October 1982 and in March 1983. The total flow of the springs amounts to about 2% of the annual rainfall, a fact which underscores the low permeability of the geologic formations on the island.

Chemical analyses of the more representative springs allowed them to be divided into groups with similar characteristics derived from the formations through which their waters filtered, or, in some cases, from contamination by seawater.

The water tables of the coastal plains of Marina di Campo, Portoferraio, lo Schiopparello, Mola, Porto Azzurro, and Barbarossa were studied in detail. The alluvial sediments of their plains were mapped, as were the underlying basements where data permitted. The water levels and electrical conductivities of 452 wells were measured in the spring and again at the end of the summer in order to reconstruct the surface of the

water table and to determine the distribution of salinity in the water both when the water table was fully recharged, and after it had undergone maximum drawdown. Chemical analyses of some of the wells allowed us to attribute the highest electrical conductivity values to contamination by seawater. In some cases the contamination is so great that the concentration of chloride amply exceeds the limits set for potable water. The intense exploitation of some of the acquifers, which are the primary sources of water on the island, requires that steps, whose general guidelines are suggested here, be taken to protect and manage them.

A permeability map of Elba has been prepared which takes formation lithologies, density of surface drainage, distribution and discharge rates of springs, and the degree of fracturing of the rocks into account. This map is, in our view, the logical starting point in the search for untapped hydrologic resources on the island. Techniques for this sort of search and some favorable locations are suggested.

1 - PREMESSA

Mentre la popolazione residente nell'Isola d'Elba si è mantenuta praticamente costante negli ultimi 20/30 anni (27.500 nel 1961, 28.256 nel 1984), l'afflusso turistico ha subito uno sviluppo eccezionale. Il numero delle presenze turistiche giornaliere per anno, secondo i dati dell'Azienda Autonoma di Cura, Soggiorno e Turismo (ex Ente Valorizzazione Elba), risulta il seguente:

| | |
|-----------|-----------|
| anno 1954 | 44.591 |
| anno 1966 | 328.575 |
| anno 1983 | 2.398.227 |

L'afflusso turistico, che comincia nei mesi di aprile e maggio e continua fino ad ottobre, si concentra particolarmente in luglio e agosto. La massima affluenza è stata valutata in 83.000 persone il 13/8/1982.

Nei mesi estivi, di conseguenza, la richiesta d'acqua subisce un forte aumento mettendo in crisi gli acquedotti comunali, le cui disponibilità idriche sono del tutto insufficienti.

La situazione è aggravata dal fatto che la maggiore quantità di acqua distribuita (circa l'80% del totale) proviene da falde acquifere situate nelle piccole piane costiere, nelle quali i forti

emungimenti estivi determinano tali abbassamenti del livello piezometrico da causare una consistente intrusione di acqua marina; ciò fa aumentare fortemente la salinità dell'acqua pompata dai pozzi, rendendola in molti casi non potabile.

Per la soluzione del grave problema idrico, vitale per l'economia elbana, è già in fase di progettazione esecutiva un acquedotto sottomarino destinato a portare nell'Isola acqua prelevata nel bacino del F. Cornia. Ci sono però alcune incertezze sull'effettiva disponibilità di risorse idriche in quell'area, considerate anche le esigenze della piana di Piombino, nella quale i forti emungimenti industriali delle falde stanno creando problemi di quantità e di qualità delle acque. Inoltre, dato il frazionamento della rete idrica dell'Elba, non è probabilmente conveniente utilizzare per l'intero territorio l'acqua portata dall'acquedotto sottomarino.

Resta quindi di primaria importanza una migliore conoscenza della situazione idrogeologica dell'Isola d'Elba, sia per quanto riguarda l'individuazione di nuove risorse idriche che per la gestione più razionale di quelle attualmente sfruttate.

Presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze è in svolgimento da alcuni anni una ricerca di idrogeologia applicata sulle acque di sottosuolo della Toscana. Nell'ambito di questa ricerca è stato affrontato anche lo studio idrogeologico dell'Isola d'Elba, dove l'intrusione di acqua marina nelle falde costiere costituisce un problema di rilevante interesse scientifico.

I risultati della ricerca vanno però oltre il puro significato scientifico, in quanto forniscono un quadro piuttosto completo delle risorse idriche dell'Isola.

La pubblicazione dei risultati costituisce quindi un contributo che riteniamo importante per consentire ai politici e ai tecnici la programmazione di quegli interventi che la situazione di crisi degli acquedotti elbani impone.

L'esiguità dei contributi per la ricerca non avrebbe però consentito una pubblicazione completa dei dati acquisiti e delle carte tematiche elaborate, come il suo utilizzo pratico richiede; siamo quindi grati all'Amministrazione Provinciale di Livorno che ha finanziato la presente stampa.

Ringraziamo anche il Presidente del Consorzio per gli Acquedotti Elbani, comm. Luigi Cavalca, ed il geom. Francesco Murzi, Direttore dell'Ufficio Tecnico, per la cortese collaborazione. Un ringraziamento infine al dott. geol. Albizo Berti che ha consentito l'utilizzazione dei dati raccolti nel suo «Studio idrogeologico su la Valle di la Pila».

Complesso II

Come il precedente è un complesso epimetamorfico di unità in facies toscana. È composto, dalla base, da:

- Scisti arenacei e argilloscisti carboniosi più o meno metamorfici (Cs, Carbonifero);
- Porfiroidi e scisti porfirici passanti in alto a quarziti (Pp, Permico - Trias sup);

- Calcari dolomitici termometamorfici, localmente a cellette (Formazione evaporitica, T₁, Norico - Retico);
- Marmi massicci (c, Lias inf.);
- Calcescisti e cipollini derivati per termometamorfismo da calcari marnosi e marne (cp, Lias medio - sup?);
- Filladi calcarifere con lenti di calcescisti (f, Dogger).

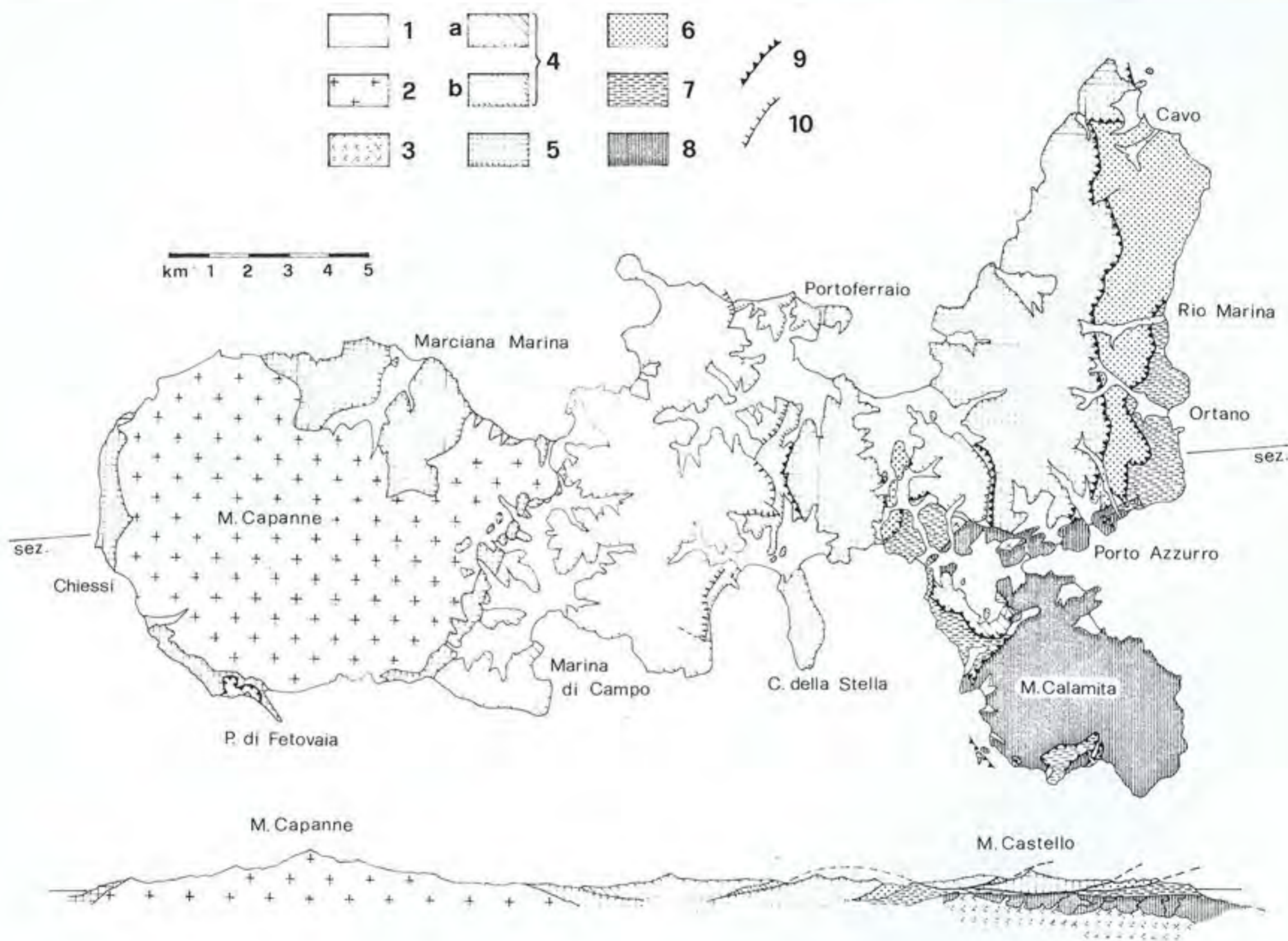


Fig. 1 - Distribuzione dei 5 complessi geologici dell'Isola d'Elba (ridis. da BARBERI et al., 1969). 1 - Depositi Quaternari. 2 - Granodiorite. 3 - Quarzomonzonite. 4 - Complesso V: a) Flysch cretaceo, b) Flysch paleocenico. 5 - Complesso IV. 6 - Complesso III. 7 - Complesso II. 8 - Complesso I. 9 - Contatti tettonici fra i complessi. 10 - Contatto di sovrapposizione del Flysch cretaceo sul Flysch paleocenico.

mazioni che lo compongono. Si osservano, fra l'altro, ripetizioni tettoniche di alcune parti all'interno del complesso.

Al contatto fra i Complessi IV e V è presente, nell'Elba centrale, una estesa breccia di frizione.

Il Complesso V è formato dalla sovrapposizione tettonica del Flysch cretaceo sul Flysch paleocenico. Esso costituisce la quasi totalità dell'Elba centrale, dalle pendici orientali del M. Capanne al limite Portoferraio-Golfo di Lacona. È inoltre presente, in una estesa placca, a nord-est della Valdana e negli immediati dintorni di Capoliveri, dove il Flysch cretaceo è sovrapposto ai terreni del Complesso I senza l'interposizione del Flysch paleocenico.

L'immersione degli strati delle due formazioni varia notevolmente a causa di numerose pieghe. Superfici di scorrimento con debolissime inclinazioni tagliano frequentemente le rocce di questo complesso, che risulta via via più scompaginato procedendo verso est.

Numerose intrusioni di porfido, in filoni od ammassi di forma irregolare, passano ininterrottamente da una formazione all'altra. I filoni risultano troncati alla base del complesso.

Le rocce del Complesso V non hanno subito importanti fenomeni metamorfici. Solo al contatto con i porfidi si trova una debole aureola termometamorfica che interessa pochi decimetri di roccia.

La parte occidentale dell'Isola è costituita dallo stock granodioritico del M. Capanne e dall'aureola di rocce termometamorfiche che lo circonda.

Uno studio petrografico condotto da BARBERI e INNOCENTI (1965) ha confermato che le rocce dell'anello sono il corrispondente metamorfosato di quelle del complesso IV.

PERRIN (1976) ha riconosciuto nelle rocce dell'anello due tipi di metamorfismo: un metamorfismo di epizona dovuto ad una fase deformativa subita prima dell'intrusione della granodiorite e un metamorfismo termico legato a quest'ultima.

In alcune aree (da S. Ilario fino al Colle di Palombaia, a Punta alle Tombe, a Pomonte e a Fetovaia) sono presenti contatti anomali fra la granodiorite e le rocce metamorfiche. In questi casi troviamo, a contatto con la granodiorite, rocce a basso grado metamorfico anziché la tipica facies di alto grado. Questo elemento, associato alla presenza di brecce di frizione e alla non continuità dei filoni porfirici e aplitici nella granodiorite, dimostra che l'area è stata interessata da una tettonica tardiva, responsabile di molti dei contatti osservati.

Riassumendo le conclusioni dei vari studi eseguiti sul-

l'evoluzione tettonica dell'Isola d'Elba, possiamo dire che le fasi principali della tettonogenesi, a carattere compressivo, hanno provocato l'embriciamento dei Complessi II, III e IV sul Complesso I e, di conseguenza, il debole metamorfismo regionale subito da quest'ultimo.

Il Complesso V si è sovrapposto in una fase successiva. Esso, infatti, copre i complessi inferiori senza partecipare alla loro struttura embriciata.

La messa in posto del Complesso V è avvenuta in due riprese. Inizialmente abbiamo avuto la sovrapposizione del Flysch cretaceo sul Flysch paleocenico. Successivamente il sollevamento del M. Capanne ha provocato un nuovo movimento del complesso che, per scivolamento gravitativo, ha raggiunto la posizione attuale. La seconda fase del movimento è continuata anche dopo l'intrusione dei porfidi, legati alla risalita della granodiorite, come è dimostrato dal fatto che questi risultano troncati alla base del complesso.

La fase distensiva, associata alla risalita dello stock granodioritico, ha causato la formazione di numerose faglie dirette. Queste ultime hanno costituito il percorso delle mineralizzazioni presenti sulla costa orientale e sul promontorio del M. Calamita.

Il sollevamento subito dall'Isola nel Messiniano, come conseguenza della risalita dello stock granodioritico, è probabilmente proseguito per tutto il Neogene e buona parte del Quaternario. In ogni caso non ci sono sedimenti riferibili al Pliocene o al Pleistocene inferiore e medio (COSTANTINI et al., 1980; MAZZANTI, 1983). La distribuzione dei terrazzi tirreniani indica infine una stabilità dell'Elba nel Pleistocene superiore (MAZZANTI, 1983).

4 - IDROLOGIA

Per la valutazione delle risorse idriche di un territorio risulta indispensabile lo studio di parametri idrologici quali le precipitazioni, i deflussi e l'evapotraspirazione.

A tale scopo sono stati raccolti ed elaborati i dati pluviometrici, idrometrici e termometrici dell'Isola d'Elba, registrati dall'Ufficio Idrografico dell'Arno di Pisa, relativi al sessantennio 1922-81.

Solo per quattro bacini idrografici (fig. 2), forniti di stazioni di misura delle portate, è stato possibile calcolare il bilancio idro-

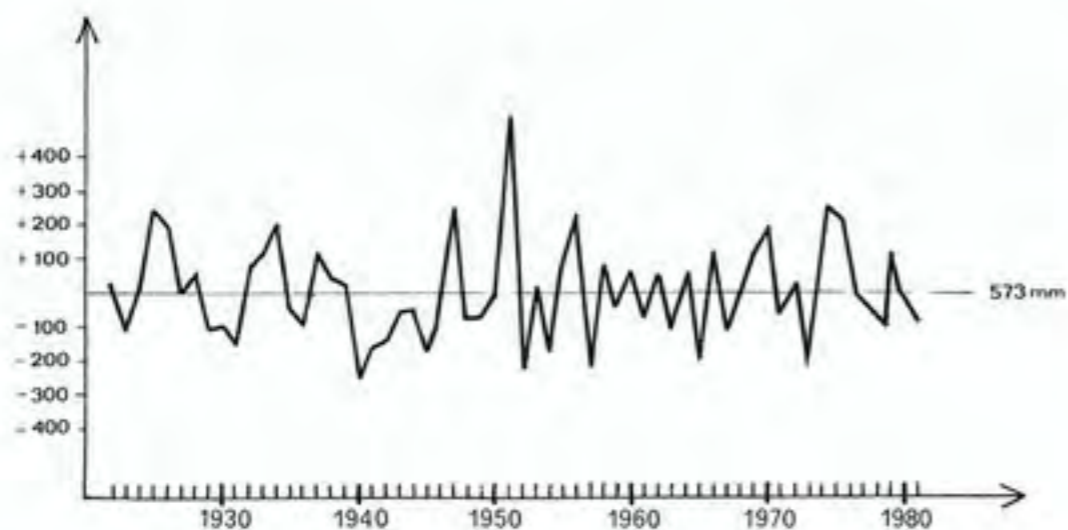


Fig. 3 - Precipitazioni annue della stazione pluviometrica di Portoferraio città dal 1922 al 1981 e confronto con la media pluriennale.

anni e periodi eccezionalmente siccitosi ad altri molto piovosi.

Nel diagramma della fig. 3 è riportato l'andamento pluriennale delle precipitazioni a Portoferraio città dal 1922 al 1981. Si notano oscillazioni notevoli intorno alla media pluriennale (573 mm), senza poter individuare una ciclicità o una particolare tendenza.

Considerata l'omogenea distribuzione areale ed altimetrica delle 18 stazioni, le isoiete tracciate per interpolazione dei valori medi ottenuti danno una rappresentazione piuttosto fedele della distribuzione delle piogge. La carta delle isoiete (fig. 4) consente di calcolare l'altezza pluviometrica media dell'isola, uguale a 708 mm.

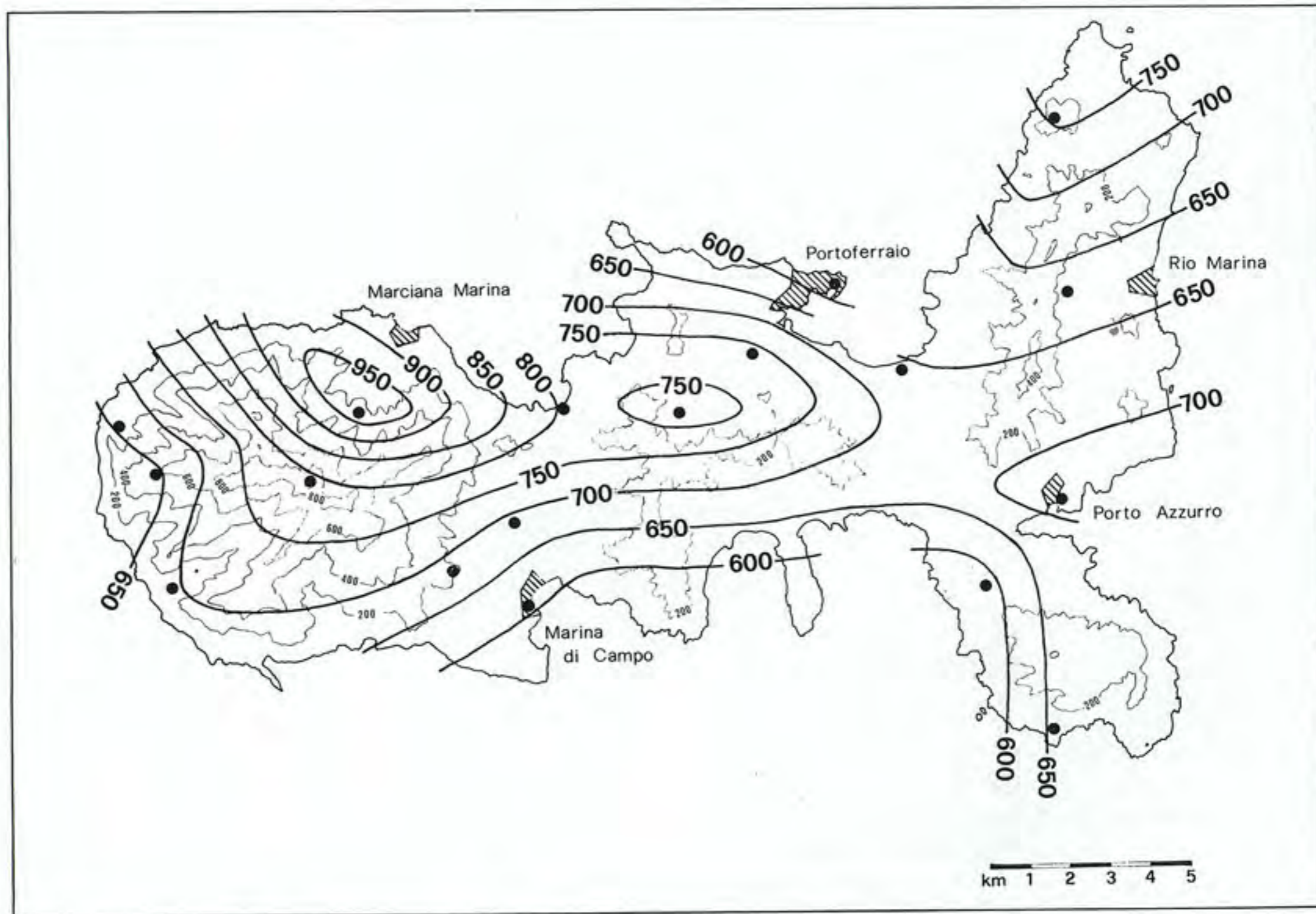


Fig. 4 - Isoiete dell'Isola d'Elba relative al sessantennio 1922-1981.

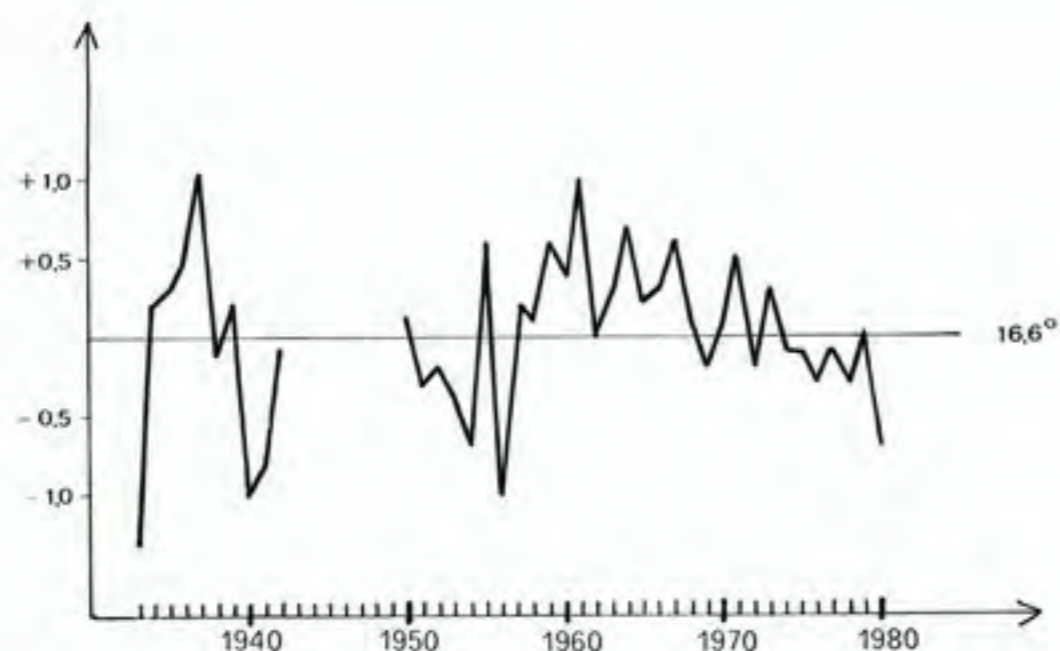


Fig. 7 - Temperature medie annue nella stazione di Portoferraio città relative al periodo 1933-1942 e 1950-1981.

Dall'andamento pluriennale delle temperature annue a Portoferraio città (fig. 7) si può notare un primo periodo con notevoli oscillazioni termiche da un anno all'altro ed un secondo, dal 1961, con una chiara tendenza alla diminuzione.

Data la bassa quota della stazione di Portoferraio, i suoi valori di temperatura sono più alti rispetto a quelli medi dell'Isola. Per confronto riportiamo le temperature medie del decennio 1960-1969 nelle stazioni di Portoferraio città, Poggio e M. Calamita (fig. 8).

Tenuto conto dei vari dati termometrici rilevati e della quota media dell'isola (182 m), la sua temperatura media annua è stata calcolata in 15,2°C (vedi il calcolo nel paragrafo 4.3).

4.3 Bilanci idrologici

Come si è già detto, per quattro piccoli bacini idrografici dell'Isola, sottesi da idrometrografi per la misura dei deflussi (fig. 2), è stato possibile calcolare il bilancio idrologico. I risultati sono riportati nella tabella 2, insieme con le caratteristiche dei bacini ed i periodi per i quali si hanno le registrazioni idrometriche.

Per ottenere le altezze di precipitazione medie, relative ai periodi di osservazione di ciascun bacino, sono state disegnate le isoiete corrispondenti utilizzando i dati delle stazioni circostanti e tenendo anche conto dell'andamento generale delle isoiete nell'Isola.

Per quanto riguarda i deflussi, rilevati dagli Annali idrologici dell'Ufficio Idrografico dell'Arno di Pisa (Ministero dei LL.PP.,

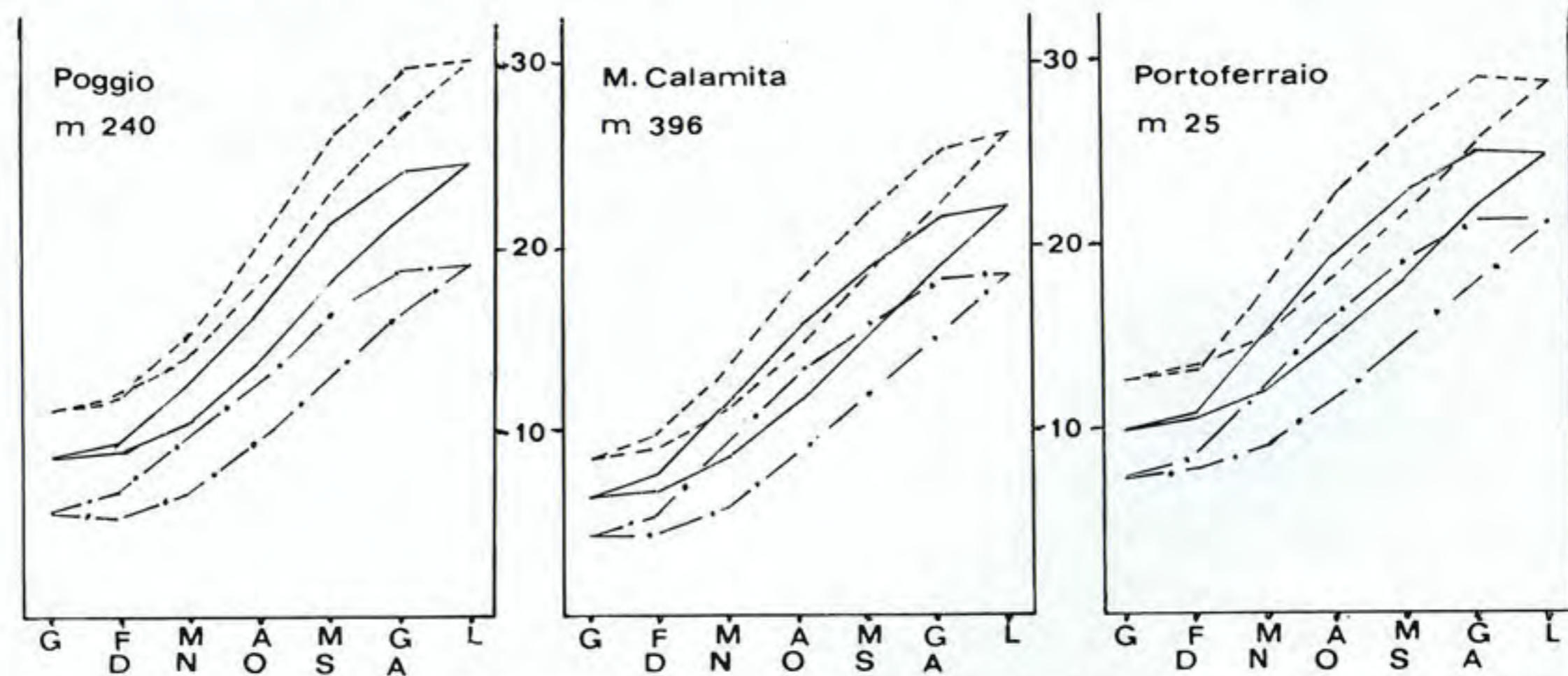


Fig. 8 - Temperature medie mensili in tre stazioni dell'Isola nel periodo 1960-1969 (da VITTORINI, 1976). La linea continua rappresenta le temperature medie, la linea tratteggiata la media delle temperature massime, la linea a tratto e punto la media delle minime.

Tabella 2: bilanci idrologici di 4 bacini idrografici

| Bacino di | Super. (kmq) | Altit. media | Periodo di osservaz. | Precipitaz. media | Deflusso medio | Deficit di deflusso | Coef. di deflusso |
|------------------|--------------|--------------|----------------------|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Rio di Pomonte | 7,5445 | 450 | 1969-78 | 759 mm | 321 mm | 438 mm | c = 0,42 |
| Rio Bovalico | 6,6889 | 298 | 1952-60, 1969-78 | 717 mm | 270 mm | 447 mm | c = 0,38 |
| Rio di Vallebuia | 5,3113 | 424 | 1973-77 | 742 mm | 272 mm | 470 mm | c = 0,37 |
| Rio di Marciana | 7,9253 | 478 | 1955-59, 1961 | 785 mm | 354 mm | 431 mm | c = 0,45 |

1922-74), c'è da osservare che il carattere spiccatamente torrentizio dei quattro corsi d'acqua causa frequenti e rapide variazioni delle sezioni di deflusso. Ciò ha comportato notevoli difficoltà ed incertezze nelle determinazioni delle portate. La maggiore incertezza riguarda il Rio di Vallebuia in quanto la sezione di misura è situata in una cava attiva il cui materiale di scarto si accumula in maniera incontrollabile nell'alveo.

Come esempio del regime delle portate dei quattro torrenti, che differiscono di poco l'uno dall'altro, si riporta quello di Rio di Pomonte insieme con le altezze medie mensili delle precipitazioni nel suo bacino (fig. 9).

Prendendo in considerazione i coefficienti di deflusso dei 4

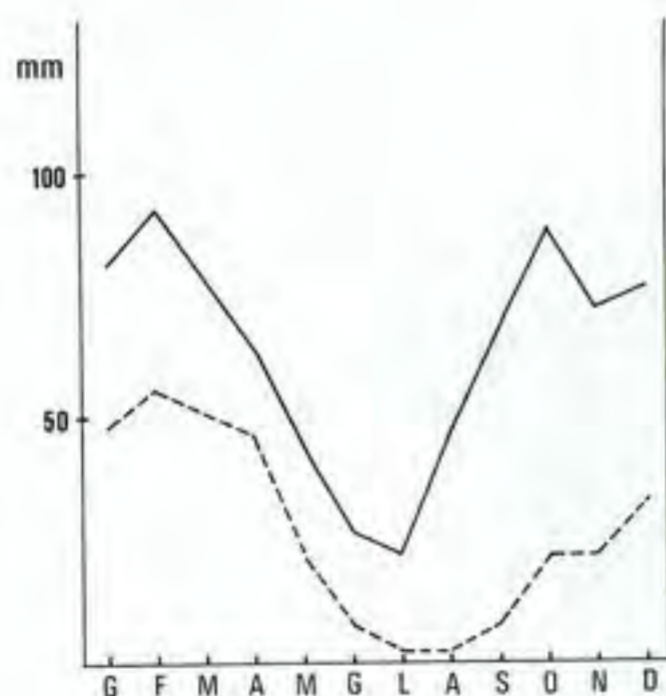


Fig. 9 - Portate medie mensili (linea tratteggiata) e precipitazioni (linea continua) nel bacino di Rio di Pomonte nel periodo 1969-1978.

bacini studiati (tab. 2), possiamo prima di tutto dire che le piccole differenze non possono dipendere dalla litologia, perché in tutti e quattro i bacini la granodiorite è l'unica unità geologica affiorante. Si può semmai osservare che, a conferma di una regola ben conosciuta, il coefficiente di deflusso aumenta con l'altitudine dei bacini e con le precipitazioni. Fa eccezione il bacino di Rio di Vallebuia per il quale, come si è detto, si ha qualche incertezza sulla precisione delle misure del deflusso e che, inoltre, ha il minor periodo di osservazione (4 anni).

In tutti e quattro i casi, comunque, il deficit di deflusso (P-D) deve corrispondere con buona approssimazione alla evapotraspirazione reale: le caratteristiche idrogeologiche della granodiorite ed il fatto che i quattro bacini siano contigui, consentono infatti di escludere che una consistente percentuale delle acque meteoriche si infiltri nel sottosuolo e defluisca verso altri bacini. Ciò permette di verificare quale dei metodi usati per il calcolo della evapotraspirazione reale nei bilanci idrologici si adatta meglio al nostro caso e può quindi essere utilizzato per il bilancio dell'Isola intera.

Per il calcolo della evapotraspirazione reale sono state usate le formule empiriche di KELLER e di TURC(1954) ed il metodo messo a punto da THORNTHWAITE (1948).

La relazione di Keller esprime l'evapotraspirazione reale in funzione del solo valore della precipitazione media annua \bar{P} del bacino, espressa in millimetri:

$$E_K = 0,058 \bar{P} + 405$$

Per i quattro bacini si ottengono i seguenti valori:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Bacino di Rio di Pomonte: | 449 mm |
| Bacino di Rio Bovalico: | 446 mm |
| Bacino di Rio di Vallebuia: | 448 mm |
| Bacino di Rio di Marciana: | 450 mm |

La relazione di Turc esprime l'evapotraspirazione reale non solo in funzione di \bar{P} , ma anche della temperatura media annua \bar{T} del bacino:

$$E_T = \frac{\bar{P}}{\sqrt{0,9 + \frac{\bar{P}^2}{L^2}}}$$

dove $L = 300 + 25 \bar{T} + 0,05 \bar{T}^3$

Per attribuire ad ogni bacino idrografico un valore medio della temperatura si è tenuto presente che quest'ultima decresce con l'altitudine secondo una relazione lineare.

VITTORINI (1976) ha calcolato il gradiente altimetrico delle temperature per le isole dell'Arcipelago Toscano utilizzando i dati di 8 stazioni poste a quote comprese da pochi metri a più di 600 m sul livello del mare. Il gradiente è risultato pari a $0,9^\circ$ ogni 100 metri ¹.

Partendo dalle temperature medie delle stazioni dell'Isola d'Elba relative ai periodi per i quali è stato fatto il bilancio di ciascun bacino idrografico ² ed usando il gradiente altimetrico di cui sopra, si ottengono i seguenti valori:

Bacino di Rio di Pomonte (hm = 450 m) : $12,8^\circ$
 Bacino di Rio Bovalico (hm = 298 m) : $14,2^\circ$
 Bacino di Rio di Vallebuia (hm = 424 m) : $12,9^\circ$
 Bacino di Rio di Marciana (hm = 478 m) : $12,8^\circ$

Con queste temperature si ottengono dalla relazione di Turc i seguenti valori della evapotraspirazione reale:

Bacino di Rio di Pomonte: 537 mm
 Bacino di Rio Bovalico: 548 mm
 Bacino di Rio di Vallebuia: 533 mm
 Bacino di Rio di Marciana: 545 mm

Con il metodo di Thornthwaite l'evapotraspirazione reale (ETR) si calcola come somma dei valori mensili, ottenuti confrontando l'evapotraspirazione potenziale (ETP, cioè quella

massima possibile data la temperatura, quale si avrebbe in condizioni di suolo costantemente saturo d'acqua) con la disponibilità effettiva data dalle precipitazioni e dallo stato del suolo.

L'evapotraspirazione reale si considera uguale a quella potenziale nei mesi in cui le precipitazioni sono maggiori dell'ETP, mentre nei mesi in cui gli afflussi non sono sufficienti a coprire l'ETP, il deficit viene in parte colmato dalla riserva idrica del suolo. L'ETR è allora uguale alla somma degli afflussi più la quantità d'acqua prelevata dalla riserva. Quest'ultima varia nel tempo in funzione del valore dei deficit pluviometrici mensili cumulati.

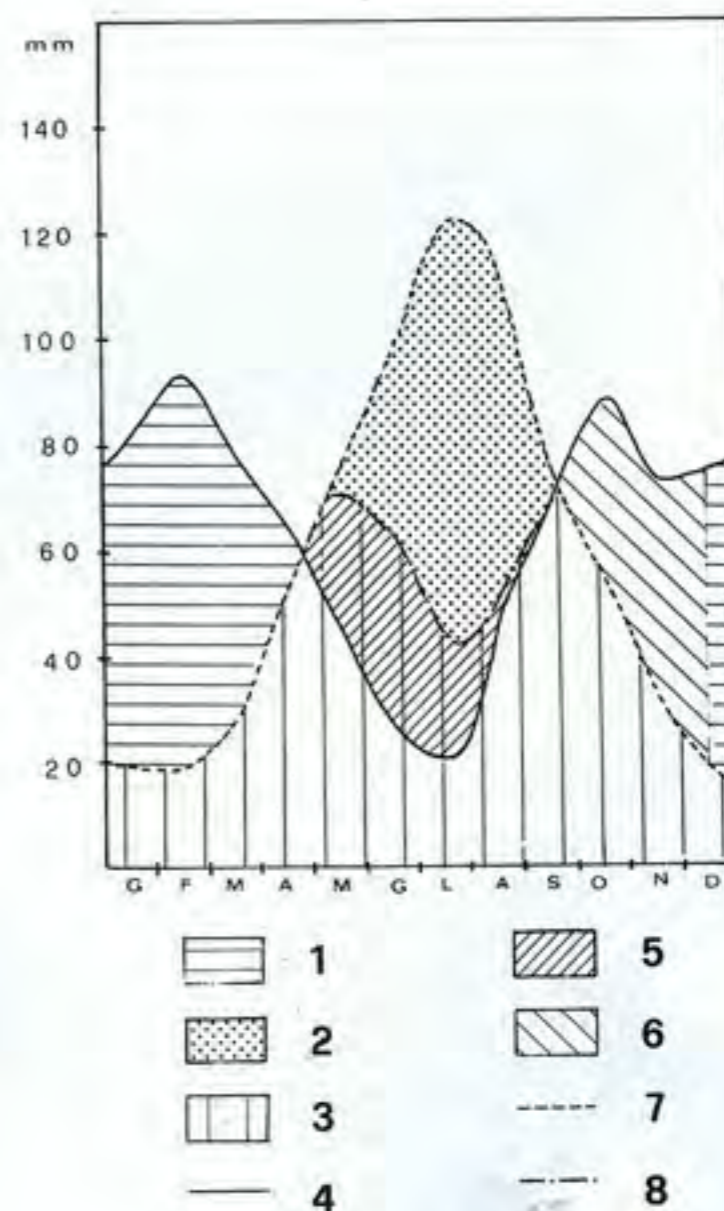


Fig. 10 - Bilancio idrologico del bacino di Rio di Pomonte secondo il metodo di Thornthwaite (1973-1977). 1 - eccedenza idrica. 2 - deficit idrico. 3 - evapotraspirazione reale. 4 - precipitazioni. 5 - variazione della riserva. 6 - ricostituzione della riserva. 7 - evapotraspirazione potenziale. 8 - evapotraspirazione reale.

(1) Tale valore si scosta sensibilmente dal gradiente medio calcolato per l'Italia da TONINI (1966), che è di $0,55^\circ\text{C}$ ogni 100 metri.

(2) Sono stati utilizzati i dati termometrici delle stazioni di Portoferraio città e di Portoferraio lo Schiopparello, le uniche che coprono l'intero periodo delle registrazioni idrometriche dei quattro bacini.

Tab. 3 - Bilancio idrologico secondo Thornthwaite di un suolo con una riserva idrica di 100 mm nel bacino di Rio di Pomonte per il periodo 1969-1978.

T = temperatura in °C. ETP = evapotraspirazione potenziale. P = precipitazioni. A.WL = deficit pluviometrico cumulato. ST = acqua immagazzinata nel suolo. C.ST = variazione dell'ST mese per mese. ETR = evapotraspirazione reale. D = deficit. S = surplus. ETP, P, A.WL, ST, ETR, D e S sono espressi in mm.

| | mesi | | | | | | | | | | | | anno | |
|-------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|--------|
| | g | f | m | a | m | g | l | a | s | o | n | d | media | totale |
| T °C | 7,2 | 6,9 | 7,8 | 10,1 | 13,7 | 17,0 | 20,3 | 20,5 | 18,0 | 14,0 | 10,4 | 7,3 | 12,8 | |
| ETP | 20 | 19 | 28 | 43 | 73 | 96 | 122 | 114 | 84 | 56 | 32 | 19 | | 706 |
| P | 81 | 93 | 78 | 64 | 44 | 27 | 20 | 47 | 68 | 88 | 73 | 76 | | 759 |
| P-ETP | 61 | 74 | 50 | 21 | -29 | -69 | -102 | -67 | -16 | 32 | 41 | 57 | | 53 |
| A.WL | 0 | 0 | 0 | 0 | -29 | -98 | -200 | -267 | -283 | 0 | 0 | 0 | | |
| ST | 100 | 100 | 100 | 100 | 74 | 37 | 13 | 7 | 6 | 38 | 79 | 100 | | |
| C.ST | 0 | 0 | 0 | 0 | -26 | -37 | -24 | -6 | -1 | 32 | 41 | 21 | | |
| ETR | 20 | 19 | 28 | 43 | 70 | 64 | 44 | 53 | 69 | 56 | 32 | 19 | | 517 |
| D | | | | | 3 | 32 | 78 | 61 | 15 | | | | | 189 |
| S | 61 | 74 | 50 | 21 | | | | | | | | 36 | | 242 |

La quantità d'acqua immagazzinata nel suolo ha un valore stabilito in base alle caratteristiche pedologiche e al tipo di vegetazione. Può variare da 50 mm, per suoli poco profondi, a 400 mm per suoli molto profondi forestali. Nei quattro bacini studiati si è assunto il valore di 100 mm.

Come esempio abbiamo riportato in tabella 3 e in figura 10 i dati del bilancio idrico secondo il metodo di Thornthwaite per il solo bacino di Rio di Pomonte.

Le temperature medie mensili sono state ottenute estrapolando alla quota media dei bacini le temperature medie delle stazioni termometriche di riferimento.

Mettiamo ora a confronto i dati ottenuti con i tre metodi, fra di loro e con il deficit di deflusso calcolato per ciascun bacino.

| | ETR sec. Keller | ETR sec. Turc | ETR sec. Thornthwaite | Deficit di deflusso |
|----------------------------|--------------------|------------------|--------------------------|------------------------|
| Bacino di Rio di Pomonte | 449 | 537 | 517 | 438 |
| Bacino di Rio Bovalico | 446 | 548 | 504 | 447 |
| Bacino di Rio di Vallebuia | 448 | 533 | 513 | 470 |
| Bacino di Rio di Marciana | 450 | 545 | 454 | 431 |

È evidente che la relazione di Keller è quella che consente una chiusura migliore del bilancio idrologico dei quattro bacini. La differenza maggiore si ha per il bacino di Rio di Vallebuia, per il quale si è già detto esistono delle incertezze nelle misure del deflusso: il suo coefficiente di deflusso (= 0,37) risulta basso se confrontato con quello degli altri tre bacini, tenuto

conto anche della quota media e degli afflussi. Si può ritenere quindi che il deflusso calcolato per questo bacino sia inferiore a quello vero e che quindi lo scarto fra il deficit di deflusso e l'evapotraspirazione secondo Keller si riduca.

Prima di generalizzare queste conclusioni all'intera Isola d'Elba bisogna però osservare che la relazione di Keller è valida per i bacini montani, categoria alla quale i quattro bacini considerati si avvicinano certamente di più che non l'Isola nel suo insieme. Nel bilancio idrologico dell'Isola occorre considerare che la minore altitudine media dell'Elba (182 m s.l.m.) rispetto a quella dei bacini posti sul M. Capanne e, di conseguenza, la minore pendenza, la minore altezza di precipitazione ed il maggiore spessore del suolo spostano il bilancio in favore di una maggiore evapotraspirazione. Per tale motivo riteniamo più ragionevole un valore di ETR medio fra quelli calcolati con i tre metodi.

Per il sessantennio 1922-1981, con una altezza pluviometrica media di 708 mm ed una temperatura media di 15,2°C si ottiene:

| | |
|--------------------------|----------|
| ETR secondo Keller | = 446 mm |
| ETR secondo Turc | = 562 mm |
| ETR secondo Thornthwaite | = 513 mm |
| ETR media | = 507 mm |

Il bilancio risulta quindi: $P = E + D$
 $708 \text{ mm} = 507 \text{ mm} + 201 \text{ mm}$

Tab. 4 - Bilancio idrologico secondo Thornthwaite di un suolo con una riserva idrica di 100 mm, dai dati termopluviometrici medi delle stazioni dell'Elba (periodo 1922-1981).

T = temperatura in °C. ETP = evapotraspirazione potenziale. P = precipitazioni. A.WL = deficit pluviometrico cumulato. ST = acqua immagazzinata nel suolo. C.ST = variazione dell'ST mese per mese. ETR = Evapotraspirazione reale. D = deficit. S = surplus. ETP, P, A.WL, ST, ETR, D e S sono espressi in mm.

| | mesi | | | | | | | | | | | | anno | |
|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|--------|
| | g | f | m | a | m | g | l | a | s | o | n | d | media | totale |
| T °C | 8,7 | 9,0 | 10,4 | 12,8 | 16,4 | 20,2 | 22,9 | 22,9 | 20,5 | 16,7 | 12,8 | 9,6 | 15,2 | |
| ETP | 19 | 21 | 33 | 49 | 81 | 112 | 138 | 129 | 95 | 63 | 36 | 22 | | 798 |
| P | 79 | 73 | 63 | 57 | 42 | 22 | 13 | 31 | 63 | 84 | 90 | 91 | | 708 |
| P-ETP | 60 | 52 | 30 | 8 | -39 | -90 | -125 | -98 | -32 | 21 | 54 | 69 | | -90 |
| A.WL | 0 | 0 | 0 | 0 | -39 | -129 | -254 | -352 | -384 | 0 | 0 | 0 | | |
| ST | 100 | 100 | 100 | 100 | 67 | 26 | 7 | 2 | 1 | 22 | 76 | 100 | | |
| C.ST | 0 | 0 | 0 | 0 | -33 | -41 | -19 | -5 | -1 | 21 | 54 | 24 | | |
| ETR | 19 | 21 | 33 | 49 | 75 | 63 | 32 | 36 | 64 | 63 | 36 | 22 | | 513 |
| D | | | | | 6 | 49 | 106 | 93 | 31 | | | | | 285 |
| S | 60 | 52 | 30 | 8 | | | | | | | | 45 | | 195 |

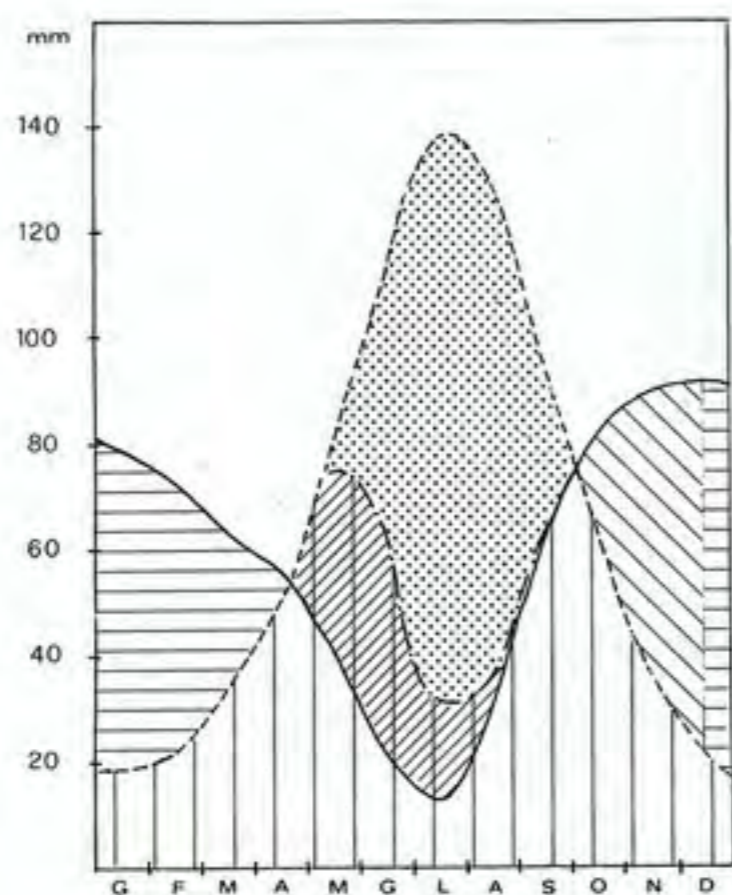


Fig. 11 - Bilancio idrologico dell'Isola d'Elba secondo il metodo di Thornthwaite (1922-1981). Per la legenda vedi fig. 10.

L'altezza della lama d'acqua deflussa ottenuta consente di calcolare in 1420 l/sec per kmq la portata specifica di tutti i deflussi dall'Isola al mare.

La tabella 4 e la figura 11, relative al calcolo della evapotraspirazione media dell'Isola d'Elba secondo il metodo di Thornthwaite, permettono anche di fare alcune considerazioni sul bilancio idrologico nei vari mesi dell'anno.

L'anno può essere diviso in due parti: la prima, che va da ottobre ad aprile, è caratterizzata da valori delle precipitazioni maggiori dell'ETP mentre la seconda, da maggio a settembre, è caratterizzata da valori delle precipitazioni minori dell'ETP. La carenza di afflussi in questo secondo periodo è solo in parte colmata dalla riserva idrica del suolo. Si crea così un deficit annuo (ETP - ETR) di ben 285 mm.

Un altro metodo per valutare le disponibilità idriche per le colture è quello dell'indice di aridità di DE MARTONNE (1926).

Il valore mensile si calcola con la seguente formula:

$$i_a = \frac{12 P}{T + 10}$$

con P = precipitazione media mensile in mm, T = temperatura media mensile in °C.

Per l'Isola d'Elba i valori risultano i seguenti (vedi anche fig. 12):

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D |
| 50,7 | 46,1 | 37,1 | 30,0 | 19,1 | 8,7 | 4,7 | 11,3 | 24,8 | 37,8 | 44,7 | 55,7 |

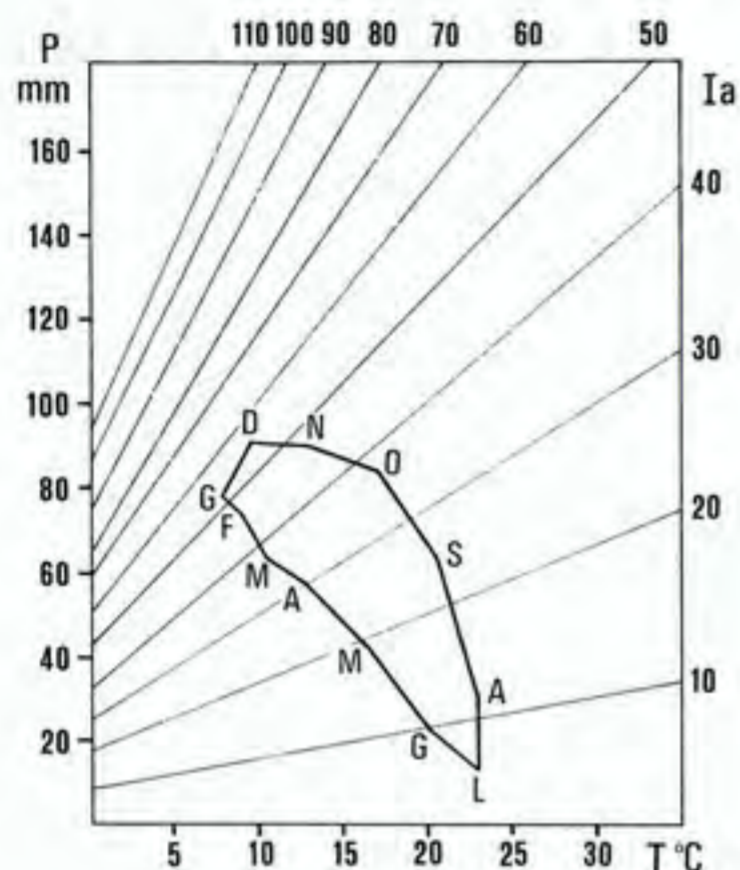


Fig. 12 - Climogramma dell'Isola d'Elba.

Si hanno quindi due mesi di clima arido ($i_a < 10$) e due di clima subarido ($10 < i_a < 20$).

I risultati del bilancio idrico secondo Thornthwaite e i valori dell'indice di aridità mostrano chiaramente che il clima dell'Isola comporta un deficit idrico nei mesi estivi, che impone la necessità di irrigazione delle colture e quindi il ricorso a risorse idriche di superficie o sotterranee.

5 - LE SORGENTI

Negli anni '50 l'Ufficio Idrografico dell'Arno di Pisa effettuò un censimento delle sorgenti dell'Isola d'Elba.

Il censimento fu allestito con lo scopo di catalogare tutte le emergenze d'acqua sull'Isola e di controllarne la potenzialità idrica, in un periodo in cui, con i fondi della Cassa per il Mez-

zogiorno, venivano effettuati numerosi lavori di sistemazione di sorgenti.

Risultato di questo lavoro fu l'individuazione di 129 sorgenti, delle quali venne misurata la portata minima per un periodo di cinque anni, dal 1951 al 1955.

Fra il mese di maggio 1981 e l'ottobre dell'anno successivo, abbiamo eseguito un nuovo censimento dalle sorgenti dell'Isola.

Delle 129 sorgenti individuate negli anni '50, 29 risultarono prosciugate. Le cause principali sono l'abbassamento delle falde freatiche, dovuto all'aumentata richiesta di acqua, e l'incuria in cui sono state lasciate molte piccole sorgenti emergenti in aree ora non più coltivate.

Oltre a controllare le sorgenti presenti nel censimento del '50, sono state anche cercate nuove emergenze. Questa ricerca, favorita dalla collaborazione fornita dal Consorzio dei Comuni per gli Acquedotti Elbani e dalle informazioni ricevute sui luoghi dagli abitanti dell'Isola, ha consentito l'individuazione di 65 nuove sorgenti, portando così il totale delle sorgenti ora attive dell'Isola d'Elba a 165 (tav. 6).

Un numero considerevole di queste sorgenti, oltre 90, alimentano gli acquedotti comunali. Le sorgenti di minore portata sono utilizzate per l'approvvigionamento di singole abitazioni o sono lasciate all'uso dei passanti.

Lo studio delle sorgenti censite ha compreso:

- due misure di portata, una nel periodo di magra ed una nel periodo di massima;
- due misure di temperatura dell'acqua;
- due misure della conducibilità elettrica, della durezza e del pH delle acque;
- l'individuazione del tipo di emergenza geologica.

Sono state inoltre campionate 11 acque di sorgenti, sulle quali è stata eseguita in laboratorio l'analisi chimica quantitativa delle sette specie fondamentali (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}).

I dati caratteristici delle sorgenti, i valori di portata e le determinazioni chimico-fisiche sono riportate nelle tabelle 1 e 3 in Appendice.

5.1 Portate e bilancio idrologico

Per avere un quadro della disponibilità d'acqua offerta dalle sorgenti e per valutare le caratteristiche idrogeologiche delle varie unità, sono state eseguite due misure di portata nelle sorgenti censite. La prima misura è stata fatta nei primi gior-

ni di ottobre 1982, dopo il periodo di minime precipitazioni estive, e la seconda nei primi giorni di marzo 1983, dopo le precipitazioni invernali.

In alcune sorgenti non è stato possibile effettuare le misure di portata (sorgenti 12, 34, 44, 104, 105, 110, 117 e 125) o ne è stata fatta una sola (sorgenti 36 e 90) perché non è stato concesso il permesso o perché l'acqua viene derivata direttamente da serbatoi chiusi.

Di altre sorgenti, captate dagli acquedotti, non è stato possibile misurare singolarmente la portata poiché, data la vicinanza dei punti di emergenza, le loro acque vengono convogliate in un unico condotto.

Le sorgenti sono state divise in cinque classi in base alla portata media, ottenuta fra la misura di marzo e quella di ottobre (tab. 5).

Nella tav. 6 le sorgenti sono contrassegnate con cerchietti di raggio diverso, uno per ciascuna classe di portata.

La grande maggioranza delle sorgenti ha una portata bassa; solo 13 hanno una portata media superiore ad 1 litro/secondo.

Tab. 5 - Classificazione delle sorgenti in base alla portata media.

| Numero delle sorgenti | Portata media l/sec. |
|-----------------------|----------------------|
| 61 | < 0,10 |
| 41 | 0,10 - 0,30 |
| 32 | 0,30 - 1,00 |
| 5 | 1,00 - 2,00 |
| 8 | > 2,00 |

La maggior parte delle sorgenti presenta una grande differenza fra le portate misurate ad ottobre e a marzo, mentre in altre la variazione è assai modesta.

È interessante notare che alcune sorgenti (nn. 26, 27, 49, 50, 51, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 77, 78, 85, 118, 148, 149) hanno una portata a marzo addirittura inferiore a quella di ottobre. Questo fatto può essere spiegato dall'andamento mensile delle precipitazioni nel periodo considerato.

In fig. 13 le precipitazioni mensili dal periodo aprile 1982-

(3) I valori confrontati corrispondono alle medie aritmetiche delle altezze di precipitazione registrate nelle 18 stazioni dell'Elba. Come si è visto (4.1), il calcolo basato sulle isoiete fornisce un valore di 708 mm.

marzo 1983 sono messe a confronto con il regime pluriennale delle precipitazioni³.

La quantità di acqua affluita nell'anno considerato, 583 mm, è assai minore rispetto a quella della media pluriennale, 730 mm. Ma il fatto più importante è l'eccezionale povertà di precipitazioni nei mesi di dicembre e di gennaio, pari solo al 29% e al 16% degli afflussi medi pluriennali di questi due mesi. Solo il mese immediatamente precedente la misura di portata, febbraio, è stato caratterizzato da forti quantità di precipitazioni (78% in più rispetto all'andamento pluriennale).

Il basso valore di portata registrato a marzo nelle sorgenti citate è quindi probabilmente dovuto al fatto che queste hanno un ciclo idrico sotterraneo relativamente lungo, certamente maggiore di un mese, tanto da non risentire ancora delle piogge di febbraio. Al contrario il ciclo infiltrazione-scarico è assai breve nella maggior parte delle sorgenti, nelle quali, appunto, l'aumento di portata a marzo è stato notevole.

Il confronto fra la portata totale delle sorgenti e l'altezza delle precipitazioni è un dato alquanto significativo sulla circolazione idrica sotterranea.

Facendo la media delle due misure eseguite e valutando anche la portata delle 8 sorgenti non misurate, si ottiene una portata totale media di circa 66 l/sec. Tale valore corrisponde

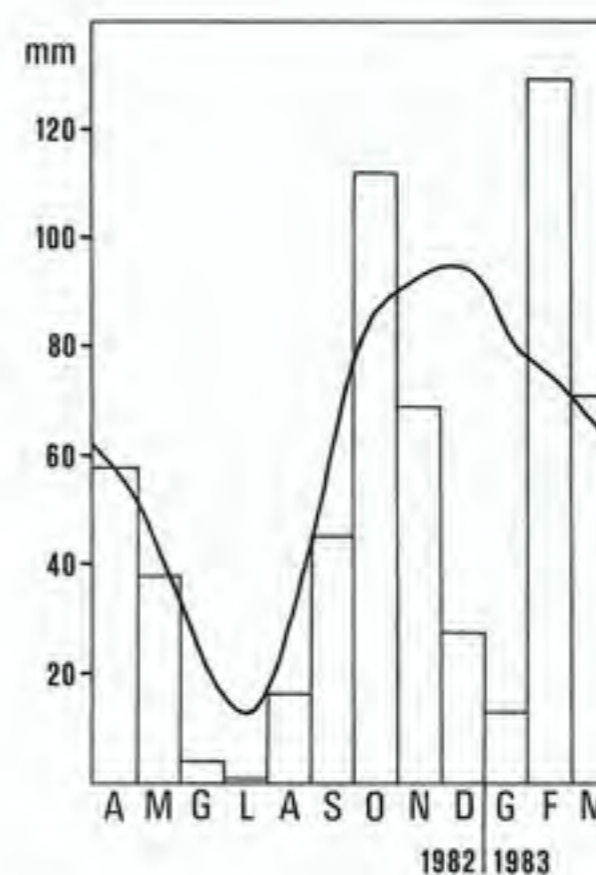


Fig. 13 - Precipitazioni mensili (istogramma) del periodo aprile 1982 - marzo 1983 e regime pluriennale delle precipitazioni (linea continua).

a circa l'1,6% delle precipitazioni sull'Isola d'Elba nell'anno idrologico delle misure (1982-83).

Naturalmente questo dato non corrisponde a tutta l'acqua infiltrata; occorrerebbe aggiungere gli apporti che alimentano i torrenti nel loro subalveo, la portata delle emergenze temporanee, le eventuali perdite sottomarine, nonché l'acqua che s'infiltra nelle piane alluvionali e che è pompata dai pozzi o si perde in mare.

Il dato ottenuto, comunque, mostra chiaramente che le sorgenti dell'Elba hanno un ruolo molto piccolo nel ciclo idrologico e testimonia la bassa permeabilità media delle rocce affioranti.

Per quanto riguarda l'utilizzo delle acque sorgive per gli acquedotti comunali, dai dati analitici riportati in Appendice risulta che praticamente tutte le sorgenti di una certa importanza sono già allacciate. Solo le tre emergenze del Fosso dei Mallocci (Marina di Campo), fra le sorgenti non utilizzate, hanno una portata tale da giustificare opere di captazione e di educazione; le misure hanno infatti dato, complessivamente, 3 l/sec. in ottobre e 10 l/sec. in marzo.

Riguardo allo sfruttamento delle sorgenti, qualche utile informazione ce la fornisce il confronto fra le misure di portata effettuate ad ottobre 1982 e quelle di minima registrate negli anni '50 dall'Ufficio Idrografico di Pisa (Appendice 1).

Negli anni messi a confronto si sono avute altezze di precipitazioni poco diverse, se si fa eccezione per il 1951, caratterizzato da afflussi eccezionalmente alti (e di conseguenza le portate di magra delle sorgenti risultano molto elevate).

È interessante notare che, mentre in alcune sorgenti la portata è rimasta circa uguale, in un cospicuo numero è risultata ad ottobre 1982 nettamente inferiore rispetto a quelle degli anni '50. Lo possiamo verificare particolarmente nelle sorgenti nn. 13, 42, 86, 87, 88, 89, 108 e 109 ed è significativo il fatto che la maggior parte di queste, già utilizzate dagli acquedotti, siano state abbandonate quasi del tutto.

D'altra parte possiamo constatare anche la presenza di alcune sorgenti in cui la portata è risultata maggiore di quella del '50. Per esempio la portata complessiva delle sorgenti nn. 65, 66, 67, 68, 69, 70, è risultata 3 volte superiore rispetto a quella dell'ottobre 1952 e 1953.

Da tutto questo risulta evidente che la causa principale della bassa portata attuale di alcune sorgenti è la scarsa manutenzione. Inoltre, spesso le opere di presa delle sorgenti sono realizzate nei terreni di alterazione invece che nella roccia in

posto. Per questo motivo è molto facile che la portata si esaurisca o diminuisca con il passare del tempo; in ogni caso, poiché non viene raggiunto il condotto sorgentifero principale, l'acqua convogliata è sicuramente inferiore a quella presente.

In alcuni casi, quindi, opere di presa più idonee ed una migliore manutenzione possono aumentare il quantitativo d'acqua per gli acquedotti comunali. Comunque, le sorgenti possono risolvere il problema di piccole frazioni, per le quali sia più economico usare l'acqua vicina delle sorgenti che non quella degli acquedotti maggiori, ma non possono certamente portare un contributo sostanziale alla soluzione del problema idrico dell'Elba.

5.2 Temperature

Le misure di temperatura sono state eseguite nell'ottobre 1982 e nel marzo 1983, contemporaneamente alle misure di portata.

I dati si riferiscono a sole 48 sorgenti perché nelle altre l'acqua esce dopo aver percorso tratti più o meno lunghi di tubatura in superficie o a piccola profondità e di conseguenza tende ad assumere la temperatura dell'aria.

Nelle figure 14 e 15 le temperature misurate in ciascuna delle due stagioni sono messe in relazione con la quota di emergenza.

Le rette di regressione forniscono un gradiente altimetrico di $0,66^\circ$ per 100 metri ad ottobre e di $0,52^\circ/100$ m a marzo. Questa differenza è già un indizio dell'influenza della temperatura dell'aria sulle acque di queste sorgenti. È noto, infatti, che i gradienti altimetrici della temperatura dell'aria variano da una stagione all'altra (TONINI, 1966). Possiamo quindi supporre che, in maggioranza, le acque provengono da zone poco profonde.

Vi sono tuttavia alcune sorgenti con valori di temperatura costanti o particolari.

Nelle sorgenti nn. 32, 38, 115 e 159 la differenza fra i due valori di temperatura è inferiore a mezzo grado. Ancora possiamo notare le temperature relativamente alte e piuttosto costanti ($\Delta t = 1^\circ\text{C}$ circa) delle nn. 117 e 118. La sorgente n. 118 emerge a circa 70 m s.l.m. ed ha una temperatura che si aggira sui 20°C . Questa sorgente è stata denominata dagli abitanti del posto «Acquacalda» proprio perché la sua temperatura è costante su valori superiori alla media. L'acqua di questa sorgente proviene quindi da una zona relativamente profonda. La

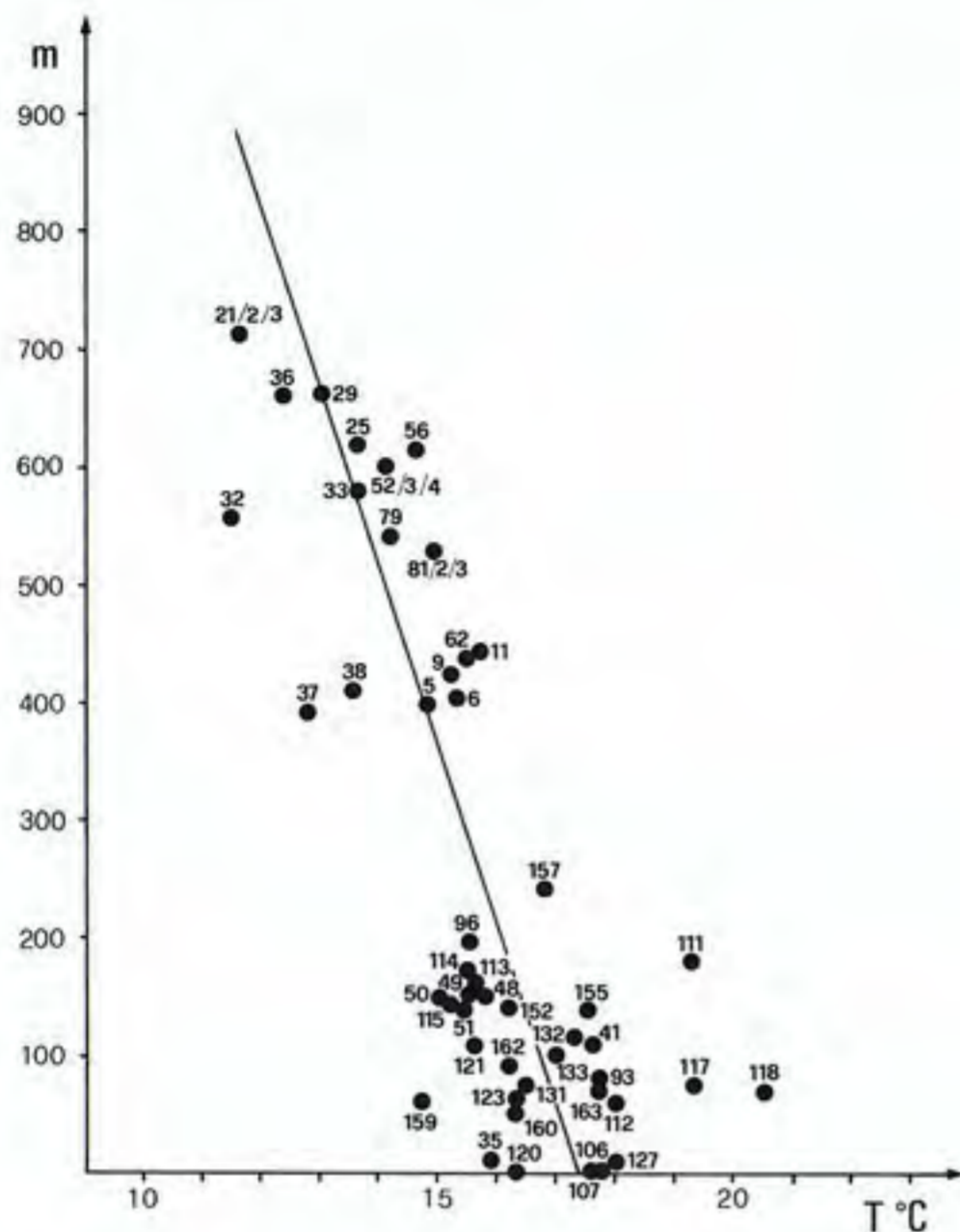


Fig. 14 - Temperatura dell'acqua delle sorgenti (ottobre 1982) in relazione alla quota di emergenza. Il gradiente è $0,66^{\circ} \text{C}/100 \text{ m}$.

sorgente si trova al contatto tra i basalti e le serpentiniti ma è probabile che la sua risalita sia favorita da qualche faglia o frattura.

Per altre sorgenti, le cui acque hanno una temperatura nettamente inferiore a quella media delle rispettive quote (es. nn. 32, 36, 37), possiamo invece ipotizzare una provenienza da aree più alte rispetto alla quota di emergenza.

In conclusione, le misure di temperatura, anche nella loro incompletezza (per una analisi dettagliata sarebbero necessarie misure mensili), permettono di concludere che le sorgenti dell'Isola d'Elba sono «normali» dal punto di vista termico; solo per la sorgente Acquacalda (n. 118) si può pensare ad un certo grado di termalismo.

Le misure, inoltre, confermano la brevità del ciclo idrologico della grande maggioranza delle sorgenti, così come è risultato dalle misure di portata.

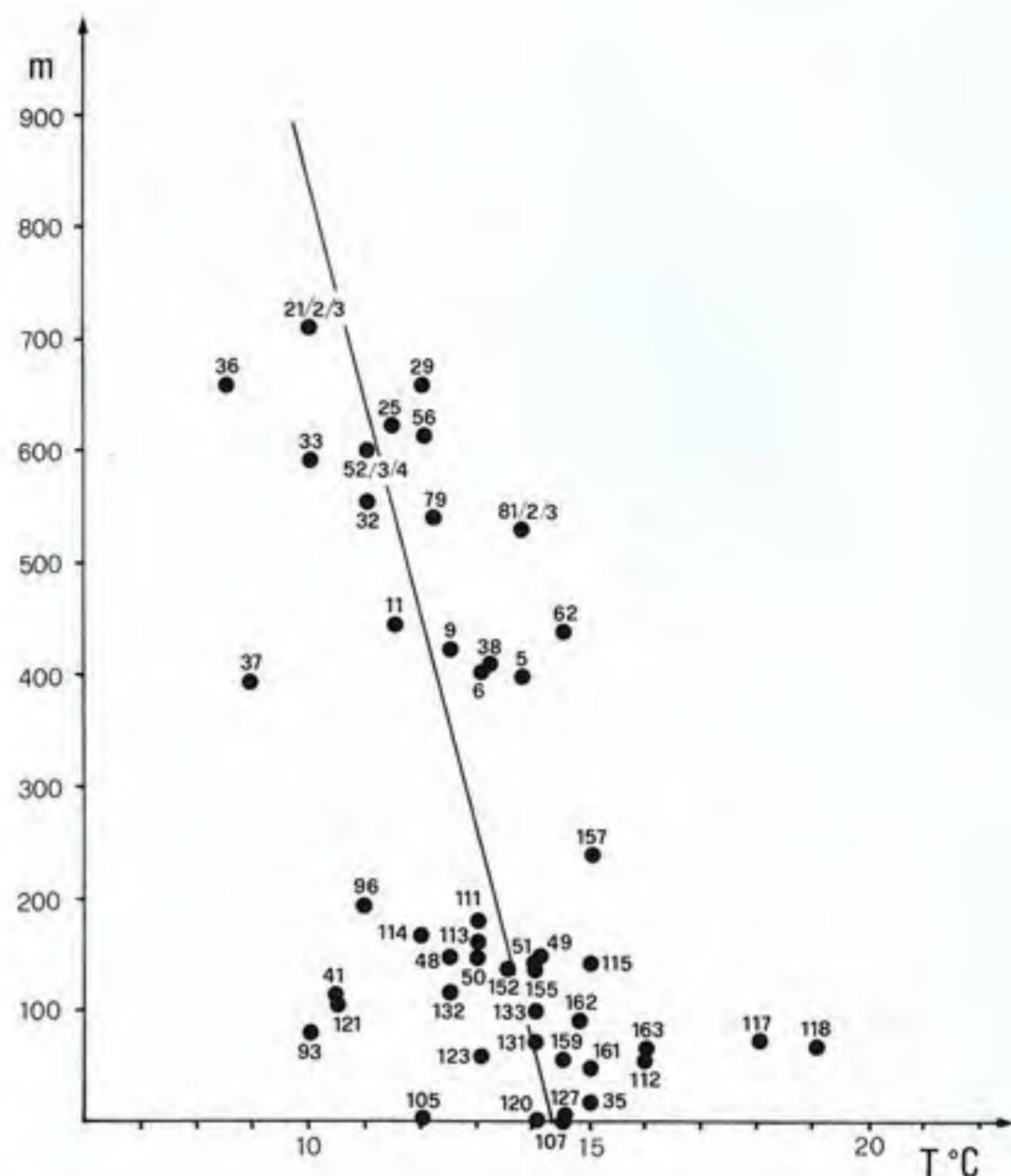


Fig. 15 - Temperatura dell'acqua delle sorgenti (marzo 1983) in relazione alla quota d'emergenza. Il gradiente è $0,52^{\circ} \text{C}/100 \text{ m}$.

5.3 Caratteristiche geochimiche

È noto che le caratteristiche chimiche delle acque dipendono per lo più dalla natura delle rocce con le quali vengono a contatto; l'analisi geochimica può perciò dare informazioni sui bacini di provenienza e sui percorsi sotterranei delle acque che alimentano le varie sorgenti. Nel caso specifico dell'Elba, l'idrogeochimica può fornire utili indicazioni anche sui rapporti esistenti tra le acque sorgive e l'acqua di mare, e quindi sul grado di contaminazione delle stesse per effetto dell'acqua salata.

Per ciò che concerne le caratteristiche chimiche e fisiche, nelle 165 sorgenti sono state misurate sul terreno, oltre alla temperatura ed al pH, la conducibilità e la durezza.

La determinazione della conducibilità è la maniera più semplice per avere con buona approssimazione una misura della concentrazione totale ionica, mentre la durezza rivela il contributo dato ad essa dal calcio e dal magnesio.

La conducibilità è stata misurata con un conducimento D/O tipo Subline con campo di lettura variabile da 0,0001 a 20.000 μS e cella a costante 1 o 10 secondo i casi.

La durezza è stata determinata per titolazione complessometrica con EDTA e ManVer II[®] come indicatore, usando il «test-kit» di terreno della Hach Chemical Company⁴. I valori sono stati espressi, come di consueto, in mg/l di CaCO_3 .

Il pH è stato misurato con pHmetro D/O «Piccolo» ad elettrodo di vetro combinato.

Tutte le misure sono state eseguite in due stagioni diverse (ottobre '82 e marzo '83) per avere un quadro completo di eventuali variazioni in rapporto ai massimi ed ai minimi di portata.

Sulla base dei valori ottenuti nelle analisi di terreno e nei relativi controlli statistici di laboratorio sono stati scelti undici campioni (fig. 16) su cui è stata eseguita l'analisi chimica fondamentale completa secondo i metodi correntemente adottati nel Dipartimento di Scienze della Terra di Firenze⁵. Questi campioni sono stati selezionati cercando una distribuzione rappresentativa sia da un punto di vista areale che litologico, con particolare riguardo per quelle acque che presentavano un alto rapporto conducibilità/durezza (fig. 17) e che quindi rivelavano un contributo non trascurabile alla loro salinità dato dagli elementi alcalini (essenzialmente dal sodio).

I risultati dell'analisi chimica sono stati rappresentati graficamente riportando i campioni sul diagramma quadrato tipo Langelier-Ludwig (fig. 18), mettendone così in evidenza il tipo chimico.

(4) Poiché la misura della durezza aveva lo scopo di una caratterizzazione sommaria delle acque, è stata usata la procedura più rapida, che consente una determinazione nei campioni più diluiti per multipli di 17 mg/litro.

(5) HCO_3^- : titolazione con HCl e metilarancio come indicatore.
 Cl: titolazione argentometrica di ritorno secondo Volhard.
 SO_4^{2-} : titolazione complessometrica con EDTA del Ba in eccesso, previo passaggio a resina scambiatrice per rimuovere i cationi.
 Ca: titolazione complessometrica con EDTA e calceina come indicatore.
 Mg: titolazione complessometrica del Ca + Mg con EDTA e «Puffer-tabletten» Merck come indicatore e calcolo del Mg per differenza rispetto al Ca.

Na e K: spettrofotometria per assorbimento atomico.
 Ca e Mg sono stati determinati anche per assorbimento atomico su campione acidificato (5% HCl conc.) e contenente 500 ppm di Sr come mascherante. I valori relativi sono stati mediati con quelli complessometrici.

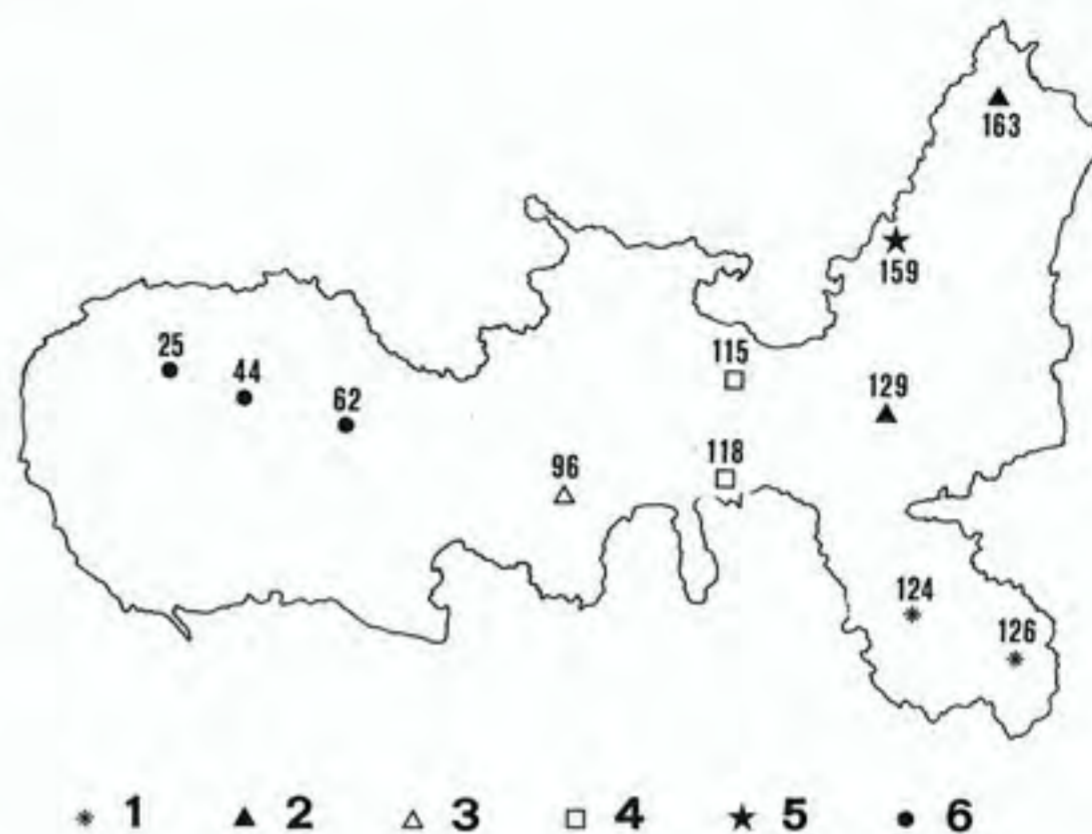


Fig. 16 - Distribuzione delle sorgenti di cui è stata fatta l'analisi chimica completa. Acque emergenti da: 1 - Gneiss del Calamita. 2 - Calcari a Calpionelle. 3 - Flysch cretaceo. 4 - Basalti. 5 - Diaspri calcarei. 6 - Granodiorite.

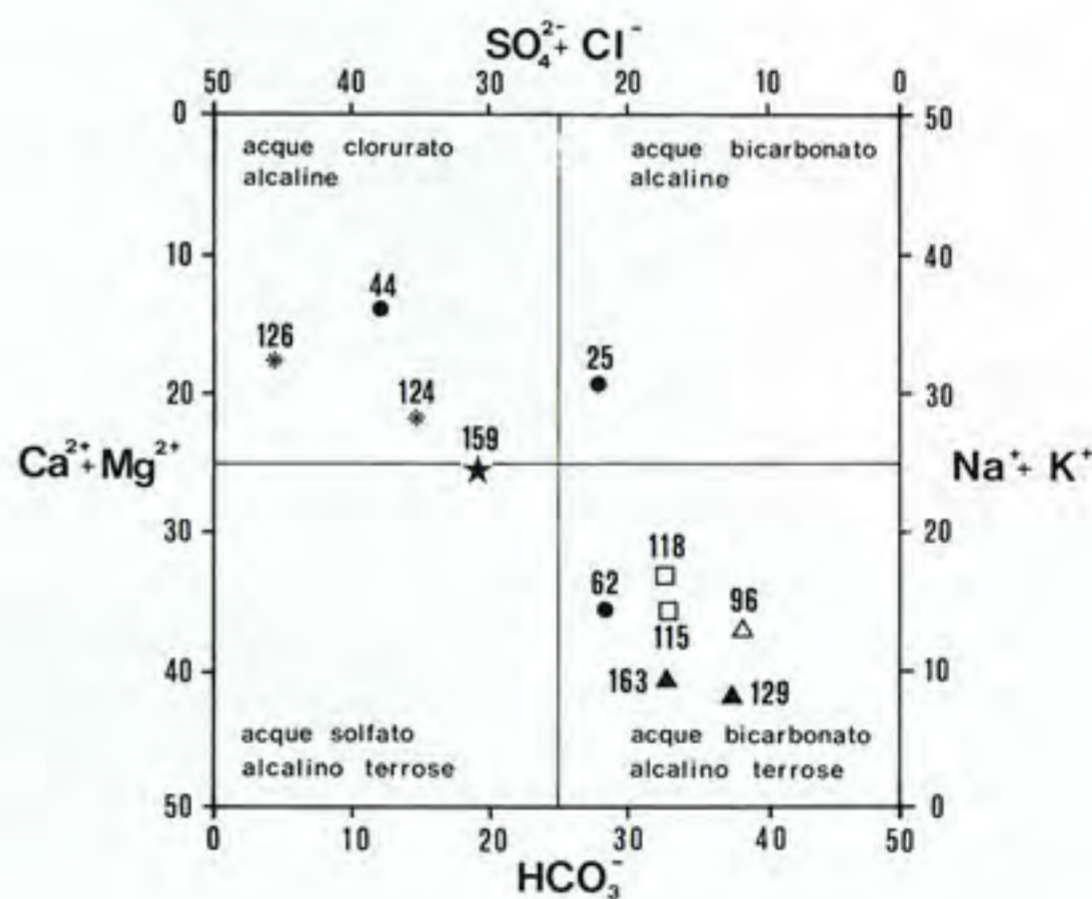


Fig. 18 - Diagramma quadrato tipo Langelier-Ludwig delle acque delle sorgenti campione. Per la simbologia vedi la fig. 16.

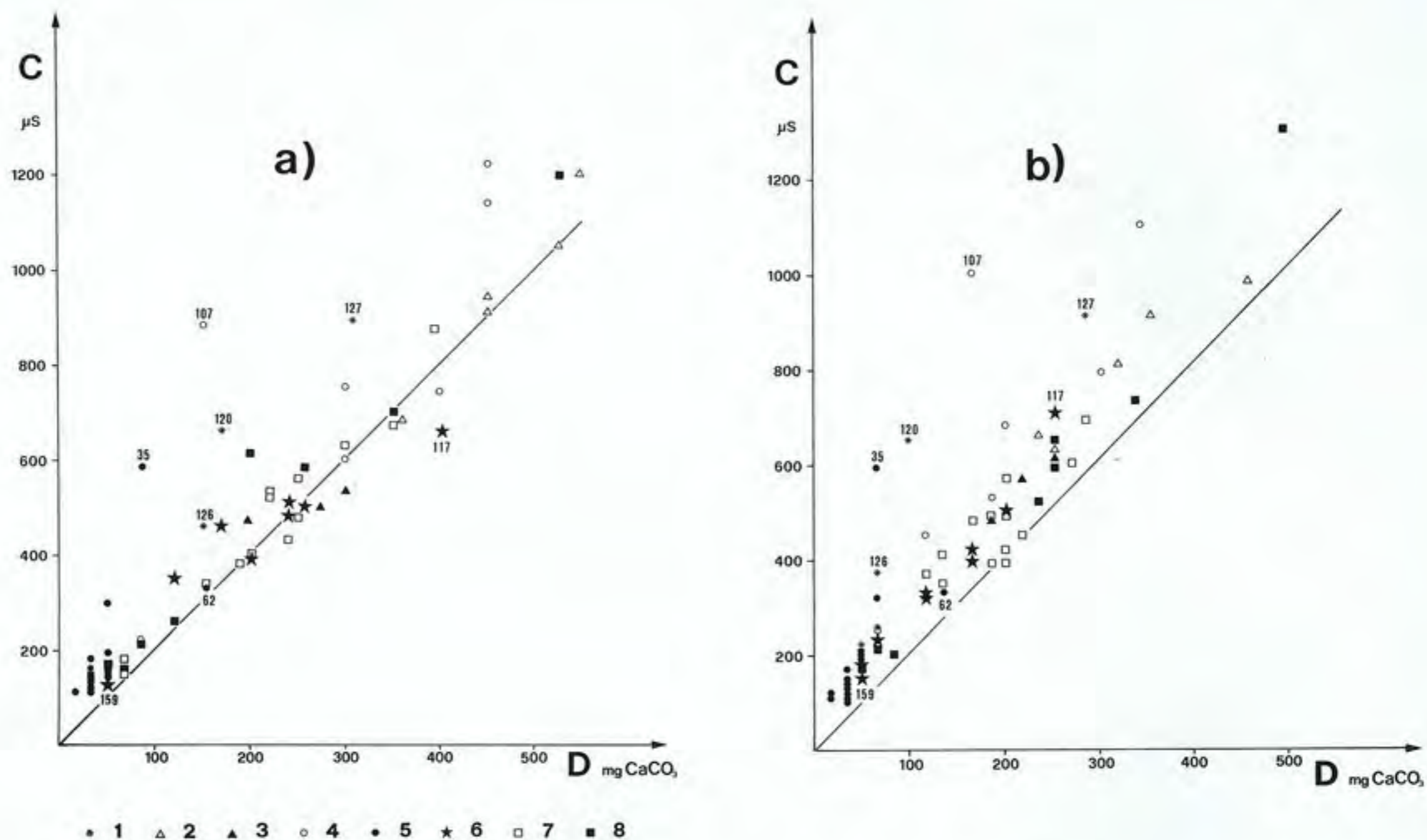


Fig. 17 - Relazione tra conducibilità (C) e durezza (D) delle acque sorgive: a) ottobre 1982. b) marzo 1983. Acque emergenti da: 1 - Rocce scistoso-arenacee, 2 - Flysch del Complesso V, 3 - Calcari a Calpionelle, 4 - Porfidi granodioritici o granitici, 5 - Granodiorite, 6 - Diaspri calcarei, 7 - Rocce ofiolitiche, 8 - Sedimenti sciolti. La linea continua rappresenta il luogo dei punti per i quali la concentrazione dei cationi è costituita unicamente da Ca + Mg.

I campioni 25 e 44 si riferiscono a due sorgenti che emergono dalla granodiorite e sono caratterizzati da bassissime conducibilità. Le rocce granitiche, infatti, non sono facilmente attaccabili dalle acque, che risultano perciò povere di ioni in soluzione e, in senso relativo, ricche di CO_2 . Questo conferisce alle acque un carattere lievemente acido; il loro pH ha infatti valori intorno a 5. Il fatto che le due acque cadano in regioni diverse del diagramma quadrato è probabilmente dovuto alla forte diluizione: questa fa sì che anche piccole differenze nei tenori assoluti dei singoli costituenti determinino grosse variazioni nei rapporti.

La posizione del campione 62, anch'esso proveniente dalla granodiorite, è invece imputabile ad una reale differenza nel carattere chimico rispetto alle altre due acque. Nei diagrammi $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ (fig. 18) e conducibilità/ Cl^- (fig. 19) il campione as-

sume una posizione intermedia fra i due precedenti e quelli provenienti dai basalti (nn. 115 e 118). Quest'acqua risulta infatti notevolmente arricchita in Mg^{2+} (1,65 meq/l) rispetto al Ca^{2+} (0,82 meq/l) e in HCO_3^- (1,92 meq/l) rispetto al Cl^- (1,11 meq/l). Questa sorgente è molto vicina alle rocce basiche dell'anello periferico del M. Capanne. È molto probabile quindi che venga alimentata, attraverso qualche frattura, non solo dalla granodiorite ma anche dai basalti e dalle serpentiniti che affiorano nel bacino contiguo.

Le sorgenti 96, 115, 118, 129 e 163 cadono nel settore delle acque bicarbonato-alcalino-terrose. La loro composizione chimica rispecchia pienamente quella delle rocce da cui emergono. I campioni 118 e 115 provengono dai basalti e, come possiamo vedere nel diagramma di fig. 18, hanno un rapporto $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ relativamente alto. Viceversa nei campioni

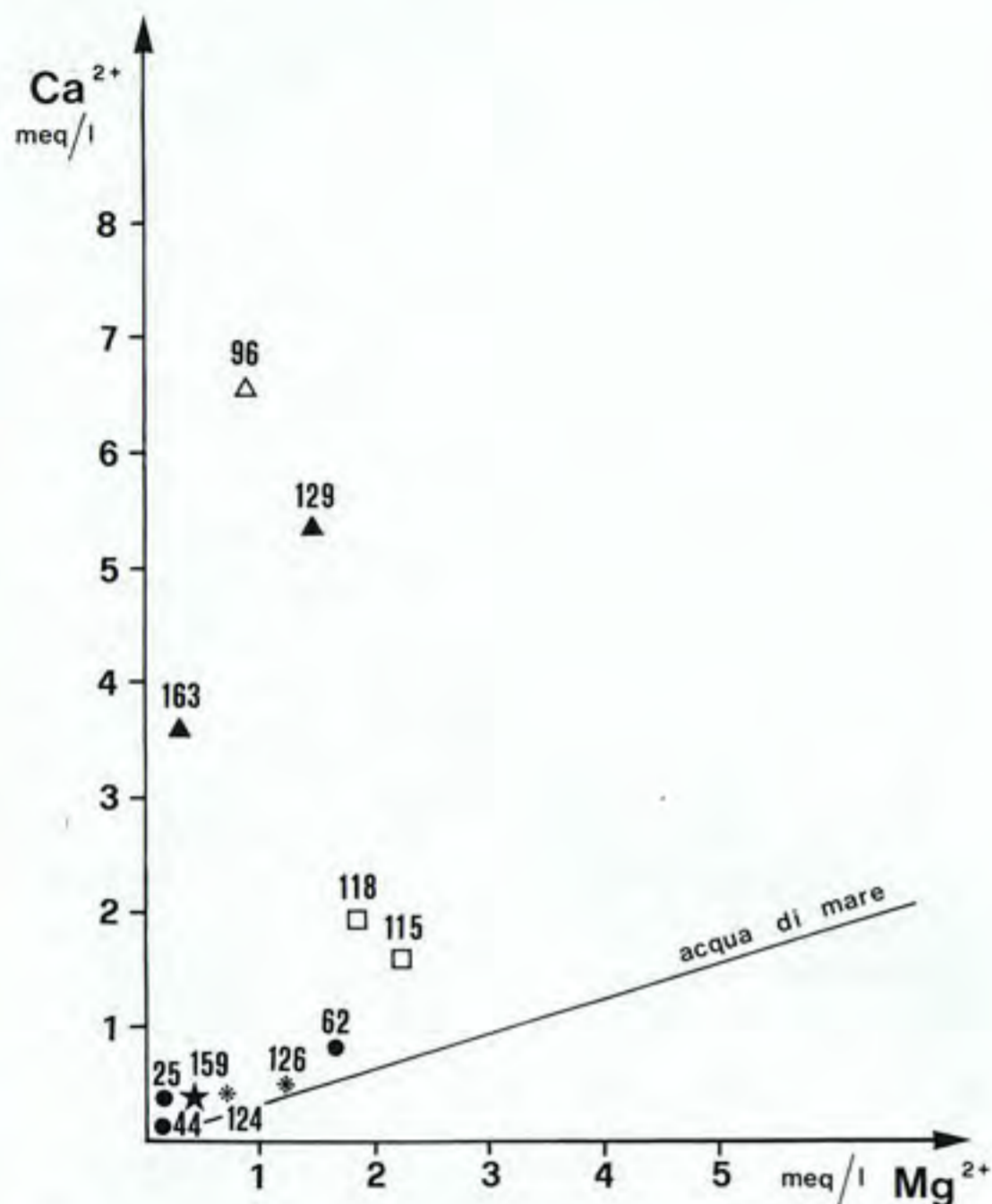


Fig. 19 - Relazione tra Ca e Mg delle acque delle sorgenti campione. La linea continua rappresenta il rapporto fra Ca e Mg dell'acqua marina. Per la simbologia vedi la fig. 16.

129, 163 e 96, provenienti da rocce calcaree, il Ca^{2+} è il catione prevalente.

L'acqua del campione 159 è molto diluita e vicina nei diagrammi al 25 e al 44. Rispetto a questi ultimi si trova spostata nel campo delle solfato-alcalino-terrose per una maggiore quantità di Ca^{2+} e Mg^{2+} dovuta al fatto che i diaspri, dai quali proviene, sono calcarei.

Le sorgenti 124 e 126, alimentate dagli scisti cornubianitici, cadono nel settore composizionale delle acque clorurato-alcaline. Anche se queste due sorgenti sono a quota relativamente elevata (180 e 200 m s.l.m.), le loro acque sembrano essere in rapporto con l'acqua di mare. Presentano, infatti, alti tenori di Mg^{2+} , di Na^+ e Cl^- , questi ultimi due in rapporto stechiometrico. È evidente nelle figg. 19 e 20 la loro collocazione vicino alla retta tipica dell'acqua di mare. Considerando la quota, l'acqua di mare potrebbe inquinare le acque di queste

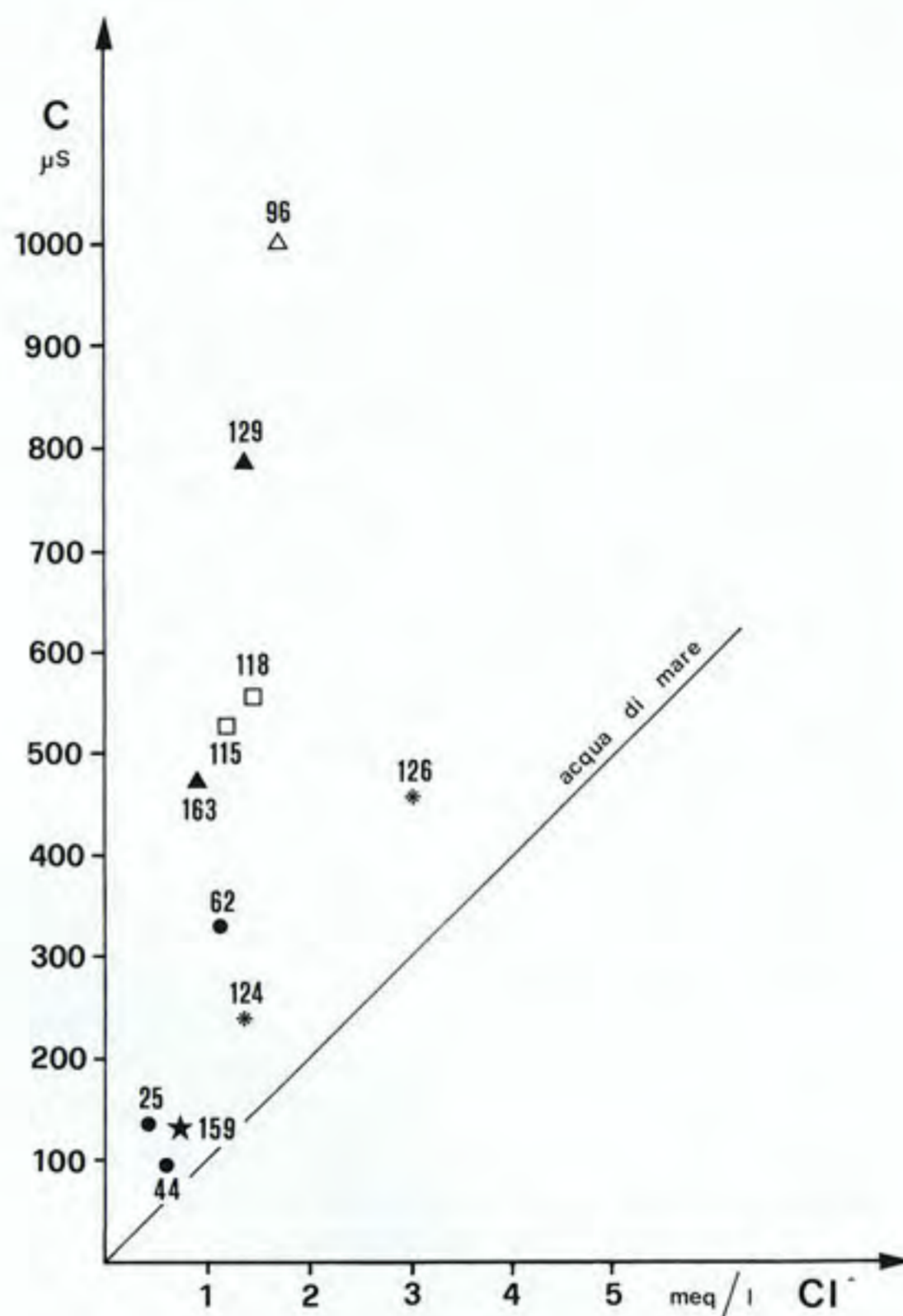


Fig. 20 - Relazione tra conducibilità e Cl^- delle acque delle sorgenti campione. La linea continua rappresenta approssimativamente il rapporto esistente nell'acqua di mare. Per la simbologia vedi la fig. 16.

sorgenti in quanto trasportata come aerosol. Questo meccanismo di inquinamento è possibile perché le sorgenti si trovano sulla scogliera del Promontorio del Calamita e quindi vicinissime in linea d'aria al mare.

Dal confronto dei due diagrammi conducibilità/durezza (fig. 17) risulta netta la tendenza dei punti a spostarsi, da ottobre a marzo, verso valori di conducibilità e durezza più bassi in ragione dell'aumentata portata delle sorgenti e quindi della maggiore diluizione del contenuto salino delle loro acque.

Esaminando le acque in relazione alla litologia delle rocce

dei bacini di alimentazione ed alla contaminazione con acque marine, si possono fare alcune considerazioni.

Le acque che emergono dalla granodiorite si concentrano per lo più in una piccola area del diagramma con valori di conducibilità e durezza molto bassi. È evidente quindi l'appartenenza ad un'unica famiglia di acque a forte diluizione, nonostante che, come abbiamo visto per i campioni 25 e 44, presentino differenze nei rapporti fra i loro costituenti.

I campioni 35 e 62 si discostano sensibilmente dal gruppo per ragioni diverse. La posizione del campione 35, pressoché immutata nei due diagrammi, è dovuta ad un alto rapporto conducibilità/durezza. Questo ci rivela la probabilità di contaminazione con acqua marina, resa possibile, del resto, dalla bassa quota di emergenza della sorgente (18 m s.l.m.). Il campione 62 anche in questi diagrammi, così come negli altri già esaminati, ha una collocazione diversa dagli altri campioni della granodiorite. La sua posizione conferma le caratteristiche di similitudine con le rocce basiche.

Le acque dei calcari a Calpionelle, dei basalti e delle serpentiniti, nelle quali la salinità è costituita prevalentemente da Ca^{2+} e Mg^{2+} , hanno valori di conducibilità e durezza diversi, ma con un rapporto all'incirca costante fra questi due parametri.

Anche le acque delle sorgenti ubicate nei diaspri occupano la stessa area, in relazione alla componente calcarea del litotipo.

È interessante notare che l'intervallo in cui variano la conducibilità e la durezza, in questi campioni, è piuttosto ampio. Si passa infatti da valori di circa 130 μS e 50 mg/l nel campione 159 ad oltre 700 μS e 250 mg/l nel campione 117.

Le cause possono essere varie ed agire in concomitanza l'una con l'altra. Una diversa concentrazione di calcio e magnesio in acque circolanti in rocce a litologia simile può essere dovuta a variazioni di portata, a diversi tempi di contatto con la roccia «madre», oppure alla pressione, diversa a seconda della profondità delle acque, responsabile della quantità di CO_2 disciolta e quindi del potere dissolvente dell'acqua.

I campioni d'acqua delle sorgenti relative alle rocce dei Flysch del Complesso V cadono in un'area con i più alti valori di conducibilità e durezza. Il fatto che questo gruppo sia delimitato in maniera più netta nel diagramma di ottobre dimostra che gli alti valori riscontrati sono dovuti alla forte concentrazione delle acque delle sorgenti, che hanno infatti portate molto basse.

Tutte le altre acque sembrano essere inquinate, sia pure in maniera diversa, dall'acqua di mare. Per le sorgenti 107, 120

e 127 la contaminazione avviene direttamente, come per la 35, a causa della bassa quota di emergenza (rispettivamente 1 m, 2 m e 10 m s.l.m.).

Per i campioni provenienti dagli scisti cornubianitici con quarziti, come il 126, il meccanismo di contaminazione è diverso come abbiamo già visto commentando le analisi chimiche.

5.4 - Classificazione geologica

Di ogni sorgente censita si è cercato di stabilire il tipo di emergenza geologica. Ciò per avere indicazioni sulle caratteristiche idrogeologiche delle formazioni affioranti nell'Elba, la cui definizione era uno degli scopi della ricerca (vedi cap. 7). Dato l'elevato numero, non è stato possibile effettuare un rilevamento geologico di dettaglio su tutte le aree circostanti le sorgenti. Per questo motivo e, in qualche caso, anche per la cattiva esposizione geologica, non sempre si è potuto stabilire con sicurezza il tipo di emergenza. In questi casi è stato attribuito alla sorgente quello più probabile, sulla base della carta geologica disponibile (C.N.R. Pisa, 1967) e della topografia.

Per la classificazione si è tenuto conto anche delle indicazioni suggerite dalle misure di temperatura e di portata (5.1 e 5.2). Infatti l'escursione annua della temperatura è in rapporto con la maggiore o minore profondità del percorso terminale delle acque sorgive e quindi con il tipo di emergenza. Analogamente le variazioni di portata ed i rapporti temporali precipitazioni-portate dipendono dalla lunghezza del ciclo sotterraneo delle acque e possono costituire elementi utili per la classificazione geologica delle sorgenti.

Seguendo la classificazione di DESIO (1973) sono state riconosciute 74 sorgenti di emergenza, 63 di faglia o frattura, 25 di contatto e 3 di sbarramento (vedi Appendice 1).

Fra le sorgenti classificate di emergenza ben 47 si trovano sul M. Capanne; in molti casi si tratta di emergenze dai sabioni che coprono estesamente le pendici del monte; in altri la fuoriuscita delle acque è determinata dalle differenze locali di permeabilità della roccia, dipendenti, a loro volta, dal grado di alterazione e di microfratturazione.

Le sorgenti che hanno le maggiori differenze di portata fra ottobre e marzo sono quelle di emergenza nel detrito, come le nn. 151, 154 e 157, o comunque alimentate dal detrito, come le nn. 163 e 164, in accordo con la presenza di una falda acquifera superficiale.

Viceversa nelle sorgenti in cui le due misure hanno fornito valori di portata circa uguali, l'emergenza avviene, generalmente, per faglia o frattura (nn. 26 e 27) e per contatto (nn. 118 e 148).

6 - LE FALDE IDRICHE DELLE PIANURE COSTIERE

Circa l'80% dell'acqua distribuita dagli acquedotti comunali dell'Elba proviene da pozzi perforati nelle piccole pianure costiere. In particolare, secondo i dati forniti dal Consorzio per gli Acquedotti Elbani, i pozzi comunali, con le relative portate complessive, sono così distribuiti:

| | | |
|---------------------------|---------|----------------|
| Piana di Marina di Campo | 7 pozzi | 22 litri/sec |
| Piana di Portoferraio | 5 pozzi | 16,5 litri/sec |
| Piana dello Schiopparello | 2 pozzi | 5 litri/sec |
| Piana di Mola | 4 pozzi | 27 litri/sec |
| Piana di Rio Marina | 3 pozzi | 24 litri/sec |
| Piana di Porto Azzurro | 1 pozzo | 5 litri/sec |

Oltre a quelli comunali, molti pozzi privati attingono acqua dalle falde presenti in queste pianure costiere. Gli emungimenti sono naturalmente più intensi nel periodo estivo, quando la forte richiesta di acqua conseguente all'afflusso dei turisti si somma alle esigenze di irrigazione delle colture.

Lo sfruttamento di queste falde costiere comporta problemi di quantità e di qualità, in particolare l'inquinamento da parte delle acque marine.

In prossimità delle coste l'equilibrio fra l'acqua delle falde e quella marina è regolata dalla diversa densità dei due tipi di acqua: in condizioni naturali l'acqua dolce, più leggera, si muove verso il mare mentre quella salata, più pesante, le scivola sotto. Teoricamente l'interfaccia acqua dolce-acqua salata si trova ad una profondità di 40 volte l'altezza della superficie freatica sul livello del mare. In pratica il passaggio non è netto, ma avviene attraverso una fascia di transizione nella quale la salinità dell'acqua aumenta per effetto del mescolamento e della diffusione molecolare. Comunque, la depressione del livello piezometrico nei pozzi ha come conseguenza la risalita dell'acqua salata che si trova in profondità e quindi l'inquinamento più o meno spinto dalle falde.

Per controllare lo stato delle falde, in particolare gli effetti

degli emungimenti sui livelli freatici e sulla salinità dell'acqua, sono state eseguite ricerche e misure di dettaglio in sei pianure costiere dell'Isola: Marina di Campo, Portoferraio, lo Schiopparello, Mola, Porto Azzurro e Barbarossa.

6.1 - Metodologia di studio

Lo studio delle pianure costiere ha compreso un rilevamento geologico volto a distinguere i sedimenti alluvionali, che costituiscono la quasi totalità dei depositi quaternari delle pianure, secondo le caratteristiche litologiche.

Per la ricostruzione del sottosuolo si è potuto disporre di alcune stratigrafie relative a pozzi trivellati e, per la pianura di Marina di Campo, di indagini geofisiche eseguite su commissione del Consorzio dei Comuni per gli Acquedotti Elbani (BERTI, 1971; IDROMIN, 1974). Informazioni sulla natura del sottosuolo sono state fornite anche da proprietari di pozzi.

Per lo studio delle falde sono stati individuati e censiti 452 pozzi idonei alle misure di livello e di conducibilità dell'acqua, divisi nelle diverse pianure: 198 a Marina di Campo, 114 a Portoferraio, 61 allo Schiopparello, 34 a Mola e 45 fra Porto Azzurro e Barbarossa (vedi Appendice 2).

In genere si tratta di pozzi scavati, con rivestimento in pietra o ad anelli, che raggiungono piccole profondità. Altri pozzi sono stati esclusi perché troppo vicini ad altri considerati o per le difficoltà di accesso e di misura.

La densità varia da un massimo di 50 pozzi per chilometro quadro a Porto Azzurro-Barbarossa ad un minimo di circa 30 a Mola. In prossimità del mare si è cercato di avere la massima densità in considerazione del particolare interesse delle relative aree nell'ambito della ricerca svolta.

Insieme al censimento, fatto fra l'11 ed il 31 maggio 1981, è stata effettuata una misura di livello dell'acqua nei pozzi. Nelle pianure in cui le misure non sono state compiute in un solo giorno, la misura del livello freatico è stata ripetuta in alcuni pozzi per tener conto delle eventuali variazioni subite dalla falda. Il livello si è mantenuto costante a meno di variazioni di qualche centimetro, variazioni trascurabili tenuto conto della precisione con cui è stato possibile quotare i pozzi (vedi più avanti).

Data la scarsa profondità della grande maggioranza dei pozzi, i livelli idrici misurati corrispondono alle falde freatiche delle pianure studiate. In pochi casi le misure sono state fatte in pozzi battuti, profondi fino a 30-40 m, in genere finestrati in

corrispondenza di tutti gli strati acquiferi; queste misure si accordano bene con quelle dei pozzi vicini poco profondi, ovvero il livello piezometrico delle falde più profonde coincide praticamente con quello freatico. Evidentemente le comunicazioni idrauliche, sia naturali che tramite i pozzi, fra i diversi acquiferi, determinano una situazione analoga a quella di un acquifero monostrato.

La quota dei pozzi è stata calcolata sulla base della cartografia a maggiore scala disponibile per i diversi comuni: 1:2.000 per le pianure di Portoferraio, lo Schiopparello, Porto Azzurro e Barbarossa, 1:5.000 per quella di Mola e 1:10.000 per quella di Marina di Campo. L'approssimazione della quota dei pozzi, e quindi dei livelli idrici, va da 5 a 15 cm.

Le misure di livello effettuate in maggio forniscono le quote della superficie freatica in falda alta. Una seconda serie di misure è stata eseguita nella prima quindicina di settembre 1981, subito dopo i maggiori emungimenti estivi; essa corrisponde quindi alla situazione di massima depressione delle falde.

Nelle tavv. 1-5 le superfici freatiche, ricostruite in base alle misure nei pozzi, sono rappresentate mediante curve di uguale quota con equidistanza di 1 metro.

Per quanto riguarda il problema dell'intrusione di acqua marina nelle falde, sono state eseguite due serie di misure di conducibilità elettrica su campioni d'acqua presi dai pozzi: la prima a settembre 1981, a falda bassa, la seconda ad aprile 1982, con falda alta.

Le misure sono state fatte direttamente in campagna con un conducimetro capacitivo D/O Subline, su campioni presi poco al di sotto della superficie dell'acqua. È stata usata una cella capacitiva a costante 10.

La conducibilità elettrica, che dipende dalla concentrazione degli ioni presenti, fornisce con buona approssimazione la carica salina totale dell'acqua di falda. Il confronto fra la conducibilità e l'analisi chimica eseguita su 18 campioni (in 11 sono stati determinate le sette specie ioniche fondamentali: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , in 7 solo $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) ha permesso di verificare che i valori alti di conducibilità sono legati ad una forte concentrazione di cloruro di sodio. In pratica le isoconduttive dell'acqua di falda, ricostruite sulla base delle misure eseguite nei pozzi delle pianure studiate, corrispondono con sufficiente approssimazione a delle curve isoaline.

Il limite di potabilità delle acque per presenza di Cl^- è di

0,250 g/l, corrispondenti a 7,10 meq/l; il valore può essere eccezionalmente elevato fino a 0,350 g/l, corrispondenti a 9,90 meq/l.

Per i campioni analizzati si può dire che valori di conducibilità superiori a 2.000 μS corrispondono ad acque sicuramente non potabili per eccesso di Cl^- ; le acque con conducibilità compresa fra 1.500 e 2.000 μS sono dubbiamente potabili.

Tutte le misure di livello e di conducibilità dell'acqua eseguite nei pozzi sono riportate in Appendice insieme con i dati costruttivi dei pozzi stessi. Sempre in Appendice (tab. 3) sono i risultati delle analisi chimiche.

Per ridurre il numero delle tavole fuori testo, i dati sulla conducibilità sono stati messi nella stessa carta delle isofreatiche. Due serie di curve avrebbero però reso difficile la lettura delle carte, per cui si è preferito semplificare dividendo le aree studiate in cinque soli campi di conducibilità elettrica dell'acqua dei pozzi; i limiti sono le isoconduttive di 800, 1.600, 2.400 e 3.200 microSiemens.

6.2 - Piana di Marina di Campo (tav. 1)

La pianura di Marina di Campo, la maggiore dell'Isola d'Elba, è stata formata dai depositi alluvionali dei fossi Alzi, Bovalico, di la Pila e della Galea. Due speroni rocciosi, costituiti da rocce del Flysch cretaceo, la dividono in tre valli che si congiungono solo in prossimità del mare. Ad occidente la pianura è limitata dalle propaggini del M. Capanne, dove affiorano le rocce dell'anello termometamorfico (oliviniti, cornubianiti e marmi); ad est ci sono i rilievi costituiti dai porfidi granitici e granodioritici.

I depositi quaternari della piana sono distinti in sabbie di spiaggia, dune costiere e sedimenti alluvionali antichi e recenti (Carta geologica del C.N.R. di Pisa, 1967).

Le sabbie di spiaggia e delle dune sono piuttosto grossolane, con prevalenza di quarzo. In un sondaggio effettuato presso l'Hotel Iselba è stata trovata sabbia fino al basamento roccioso, a 50 m sotto il piano di campagna.

I sedimenti alluvionali risultano, in affioramento, limi, limi sabbiosi e sabbie limose (fig. 21). I limi sono prevalenti nella parte bassa della piana di S. Piero, ai due lati della striscia più sabbiosa formata dal Fosso Alzi. Sono limi di origine palustre che occupano terreni parzialmente acquitrinosi. Questo carattere acquitrinoso ha fatto attribuire alla zona il nome di Stagno, come compare nella Tavoletta topografica dell'I.G.M.

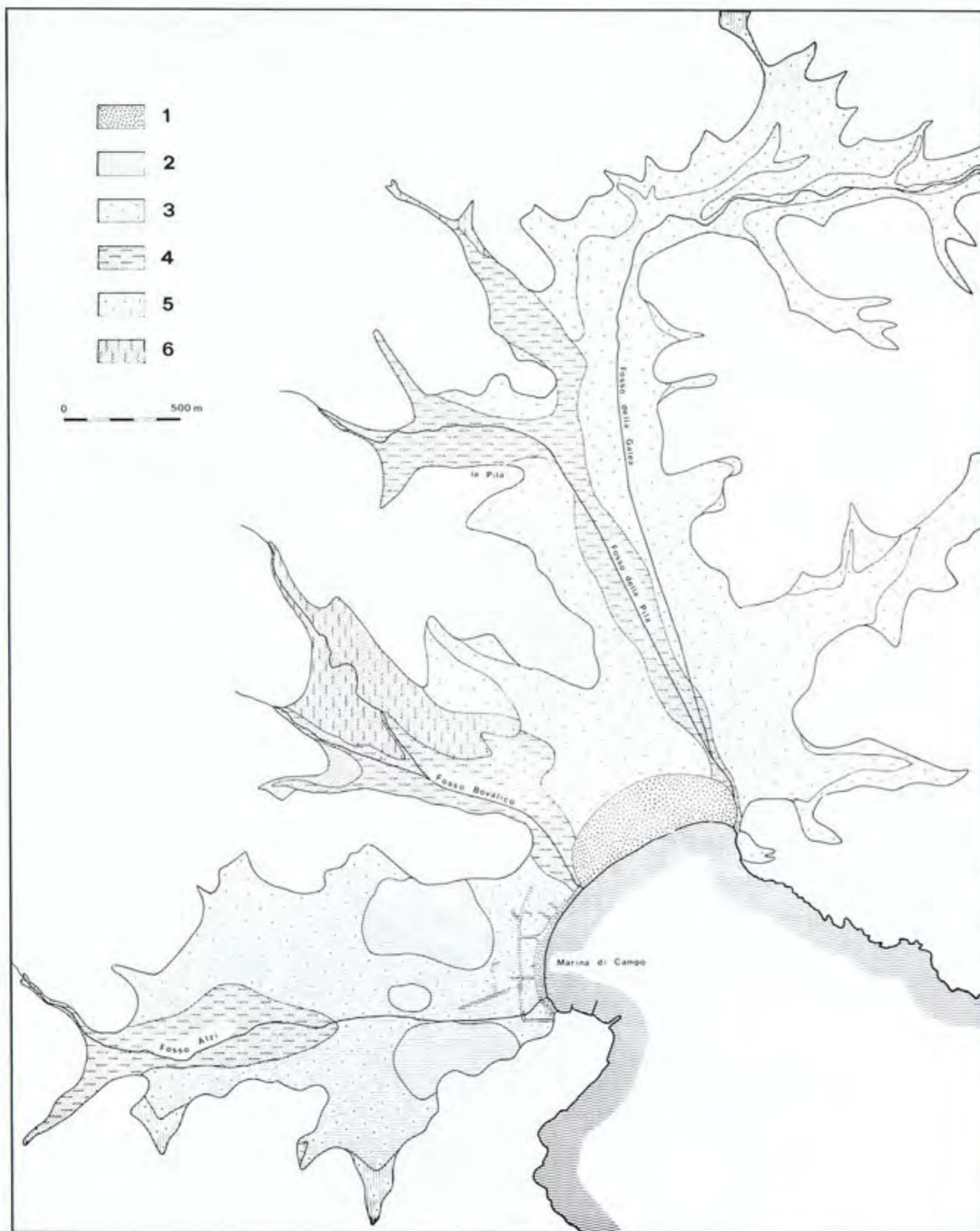
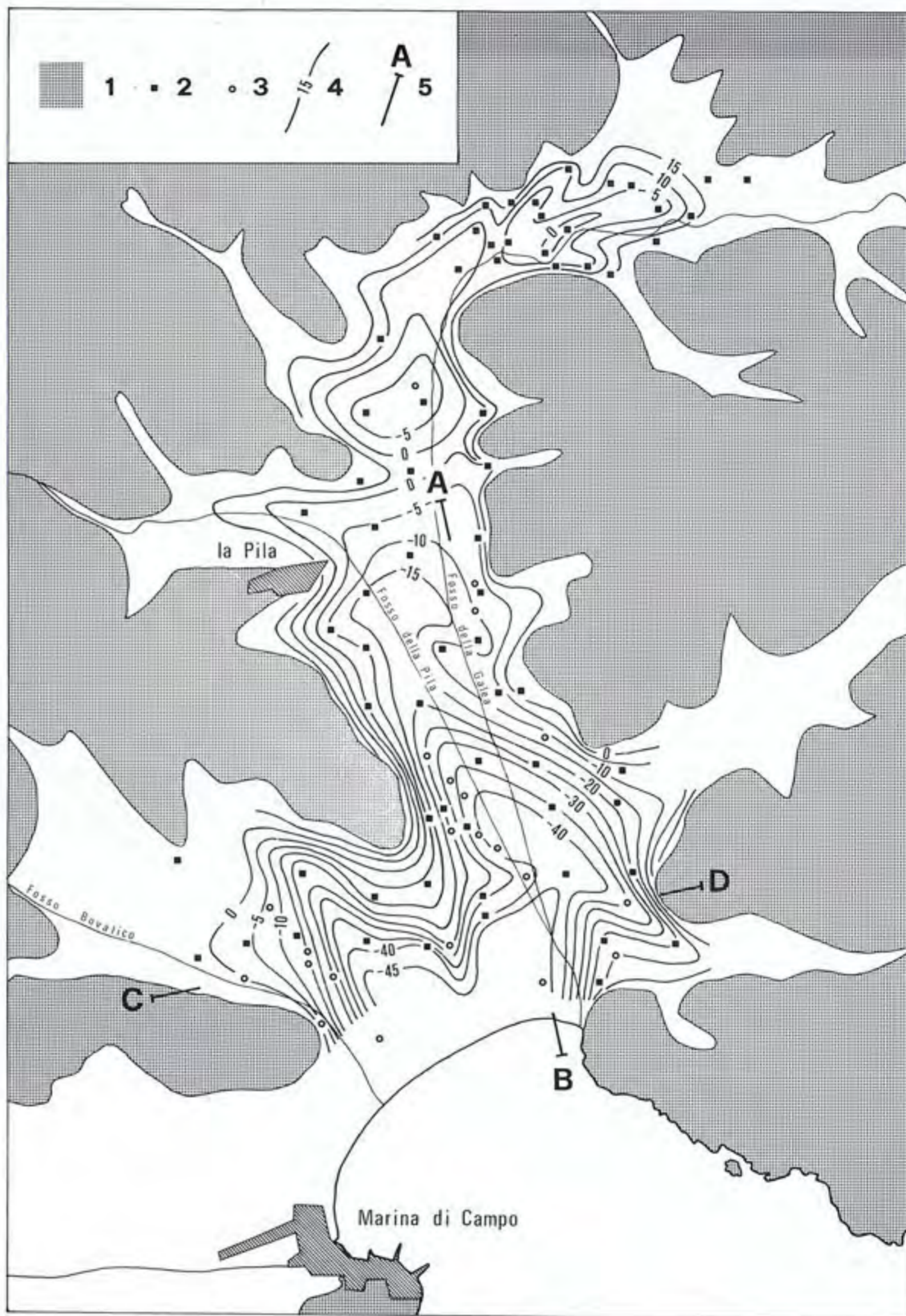


Fig. 21 - Litologia dei depositi alluvionali e costieri della piana di Marina di Campo. 1 - Sabbie di spiaggia e di duna. Depositi alluvionali recenti: 2 - Limi. 3 - Limi sabbiosi. 4 - Sabbie limose. Depositi alluvionali antichi: 5 - Limi sabbiosi. 6 - Sabbie limose.

Fig. 22 - Isobate del substrato roccioso nella piana di Marina di Campo. 1 - Rocce litoidi. 2 - Sondaggi geoelettrici. 3 - Pozzi con stratigrafia. 4 - Isobate rispetto al livello mare. 5 - Traccia delle sezioni geologiche (fig. 23).



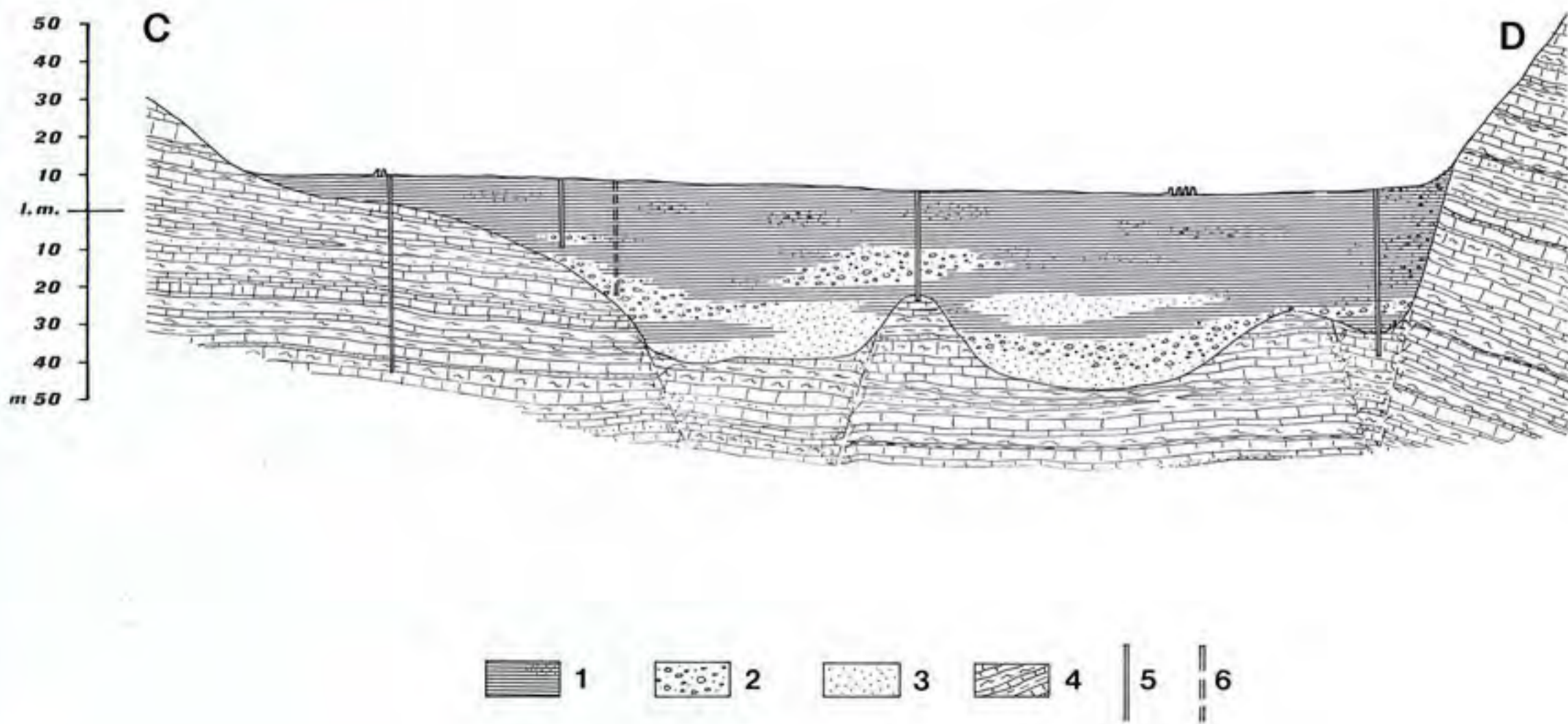
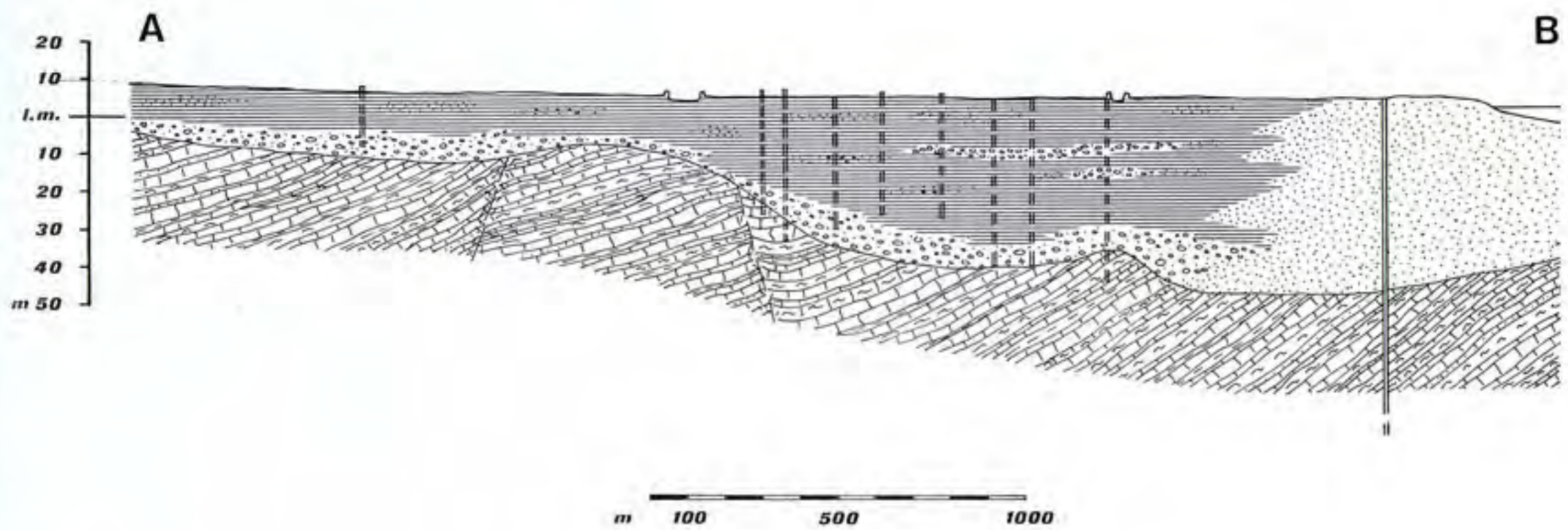


Fig. 23 - Sezioni geologiche della piana di Marina di Campo. 1- Limi, talvolta con sabbia e ghiaia. 2 - Ghiaie e sabbie. 3 - Sabbie. 4 - Flysch cretaceo. 5 - Pozzi con stratigrafia. 6 - Pozzi ubicati in prossimità della sezione.

Anche in un manoscritto di E. BIANCHI (1839) troviamo traccia di questa palude:

«(l'Elba)... ha però dei marazzi che talvolta tramandano fetide esalazioni e non penuria di fontane perenni di acqua potabile eccellente; fra i primi sono da annoverarsi... e quelle del Pian del Campo che si dilatano poche centinaia di braccia e in primavera si essiccano».

Nonostante questo carattere stagionale l'acquitrino ha mostrato una lunga persistenza nel tempo. Lo scavo del pozzo 449 ha dato alla luce argille fetide con alghe fino alla profondità di 6 m.

I limi sabbiosi rappresentano il litotipo più diffuso nella pianura. Nei limi osserviamo un aumento del tenore di argilla spostandoci dal mare verso la parte nord.

I minerali argillosi sono originati dai processi di alterazione dei feldspati presenti nella granodiorite del M. Capanne e nei porfidi granitici e granodioritici. Anche il Flysch cretaceo, che affiora diffusamente nel bacino, è composto abbondantemente da termini argillosi.

Le sabbie limose sono localizzate intorno alla parte alta del Fosso degli Alzi, intorno al Fosso Bovalico, al Fosso di la Pila ed al Rio Forcioni, un affluente di destra del Fosso della Galea. Questi corsi d'acqua, prima di essere arginati, erano soggetti a continue divagazioni ed a frequenti alluvioni.

Per quanto riguarda il sottosuolo si dispone di 21 stratigrafie di pozzi perforati, dei risultati di una indagine geofisica condotta da A. BERTI (1971) nelle piane di la Pila e del Fosso Bovalico e di un'altra eseguita dalla IDROMIN (1974) nella Valle Litterno.

Questi dati hanno consentito la ricostruzione del tetto del basamento roccioso (fig. 22), costituito dai calcari del Flysch cretaceo in tutta l'area, fatta eccezione per la Valle Litterno in cui si ritrovano i porfidi granitici e granodioritici.

Il basamento si trova sotto il livello del mare nella maggior parte della piana, scendendo a circa -45 m presso la costa. Questo dato permette di valutare l'entità del movimento relativo dell'area rispetto al livello del mare dopo la fase di erosione valliva.

Lo sperone che separa la valle di la Pila da quella del Fosso Bovalico si prolunga verso il mare al di sotto dei depositi alluvionali. Il restringimento della valle del Fosso della Galea, in corrispondenza di S. Lucia, trova riscontro in una soglia del substrato, che risale fino al livello del mare. Questa forma del

basamento ed altre evidenziate dalle curve isobate sono da mettere in relazione con dislocazioni tettoniche recenti.

I sedimenti inconsolidati sono costituiti in prevalenza da materiali fini (limi con sabbia). Ghiaie acquifere si trovano spesso direttamente sopra il substrato roccioso (vedi sezioni geologiche, fig. 23). Altri livelli ghiaiosi si trovano in forma di lenti entro i sedimenti limoso-sabbiosi.

Nella piana del Fosso Alzi si dispone di una sola stratigrafia, relativa ad un pozzo profondo 35 m situato nella parte mediana della valle. Da questa risultano presenti due livelli di ghiaie acquifere, il più profondo dei quali è correlabile con le ghiaie di fondo bacino trovate in altre zone della piana di Marina di Campo. I calcari del substrato sono stati trovati alla profondità di 30 m in località Pozzo al Moro.

Nell'area studiata gli acquiferi sono costituiti dalle ghiaie e sabbie intercalate nei sedimenti alluvionali prevalentemente limosi e dalle ghiaie che si trovano direttamente sopra il basamento; presso la costa i depositi alluvionali sono sostituiti da sabbie marine con buona permeabilità.

I pozzi 359, T1, T2, T3, T4 e T5 dell'acquedotto attingono prevalentemente dal livello acquifero delle ghiaie di fondo. Dalle stratigrafie risulta peraltro che i pozzi sono incompleti, in quanto si fermano nelle ghiaie senza raggiungere un livello impermeabile.

Sul pozzo T1 furono condotte prove di pompaggio da A. Berti nel 1971. I valori di trasmittività ottenuti con la prova di abbassamento e con quella di risalita sono abbastanza diversi: $4 \cdot 10^{-4}$ m²/sec e $7 \cdot 10^{-5}$ m²/sec rispettivamente. La permeabilità risulta piuttosto bassa, intorno a $3 \cdot 10^{-5}$ m/sec; la portata specifica di 1,11 litri/sec per metro.

Prove di pompaggio furono eseguite anche nel pozzo T6 che interessa il calcare del Flysch cretaceo. La trasmittività risultò, come media fra la prova di discesa e quella di risalita, di circa $2 \cdot 10^{-4}$ m²/sec; la portata specifica era di 0,306 litri/sec per metro.

La trasmittività dei calcari è quindi leggermente superiore a quella delle ghiaie, mentre queste ultime presentano una migliore capacità di immagazzinamento e di ricarica.

Per l'acquifero freatico non si dispone di misure di permeabilità, ma le caratteristiche granulometriche e le informazioni raccolte sulle portate indicano che la sua potenzialità è molto bassa.

Le misure di livello eseguite sui numerosi pozzi della piana di Marina di Campo hanno consentito una buona ricostruzione della superficie della falda freatica (tav. 1).

Le isofreatiche hanno in genere concavità verso valle e tendono a disporsi parallele alle linee di contatto fra le alluvioni e le rocce incassanti. Queste ultime, quindi, contribuiscono all'alimentazione della falda, mentre gli assi di drenaggio, situati all'incirca lungo le linee centrali delle singole valli, non sempre coincidono con i corsi d'acqua.

Il gradiente idraulico, alto nelle zone di raccordo fra i rilievi e la piana, si mantiene poi intorno all'1%.

Nella carta di maggio, che fornisce un quadro della superficie freatica meno influenzato dagli emungimenti e consente quindi una migliore interpretazione delle caratteristiche idrogeologiche, si può osservare un raffittimento delle isofreatiche nella parte centrale della piana di Fosso Alzi. La mancanza di dati di sottosuolo impedisce di stabilire se questo sia dovuto ad una diminuzione locale di permabilità o ad una risalita del substrato con riduzione della sezione di flusso della falda. Comunque, a valle la situazione si inverte, con le acque di Fosso Alzi che alimentano la falda.

Nelle misure di maggio la tavola d'acqua è risultata ovunque sopra il livello del mare, mentre in settembre abbiamo una zona depressa in prossimità della costa. Nella piana di la Pila l'isofreatica di zero metri si spinge fino ad 1 km dalla linea di riva.

L'escursione media della falda, risultante dal confronto fra le misure di maggio e di settembre, è di circa 1 m; i massimi valori si hanno nella parte alta delle valli dei fossi Alzi (4 m) e Bovalico (3 m).

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche delle acque di falda, sui campioni di 4 pozzi della piana di Marina di Campo è stata fatta l'analisi completa: 306 e 307 (Valle Literno), 372 (presso la linea di costa) e 345 (tratto medio della valle di la Pila). I valori ottenuti sono in Appendice (tab. 3).

I risultati delle analisi sono stati anche riportati nel diagramma quadrato tipo Langelier-Ludwig (fig. 24). Il diagramma mostra che le acque di questa pianura sono disposte all'incirca su una diagonale che va da acque bicarbonato-alcalino-terrose ad acque clorurato-alcaline.

L'acqua del pozzo 345 (conducibilità 1086 μS) si trova nel campo delle bicarbonato-alcalino-terrose, ma spostata verso il centro del diagramma, a dimostrazione che è già avvenuta una certa contaminazione con acqua marina. La contaminazione da NaCl è molto più spinta nei pozzi 307 e 372 e si accompagna ad una conducibilità superiore a 2.000 μS .

Anche l'acqua del pozzo 306 rientra nella categoria delle

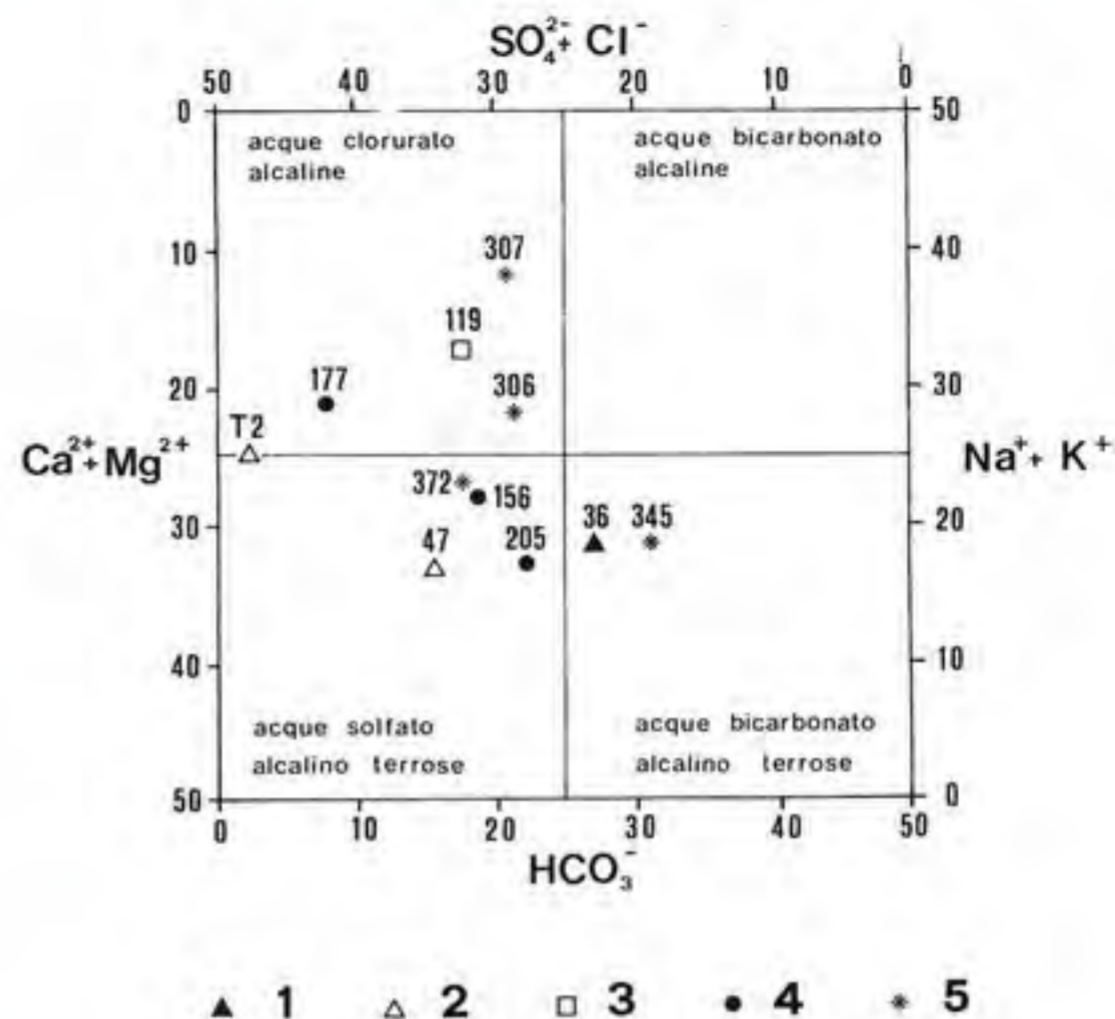


Fig. 24 - Diagramma quadrato tipo Langelier-Ludwig delle acque dei pozzi di cui è stata fatta l'analisi chimica completa. Pozzi della piana di: 1 - Porto Azzurro - Barbarossa. 2 - Mola. 3 - Lo Schiopparello. 4 - Portoterraio. 5 - Marina di Campo.

clorurato-alcaline, benché la conducibilità sia piuttosto bassa: 687 μS . In questo caso la contaminazione da parte del cloruro di sodio ha interessato un'acqua a più bassa salinità di partenza, probabilmente per effetto della natura chimica delle rocce incassanti, che in quella zona sono i porfidi.

Indicazioni sulle caratteristiche chimiche delle acque delle quali non è stata fatta l'analisi completa, ma solo la determinazione del calcio e del magnesio (per la piana di Marina di Campo i campioni T5, 268 e 390), possiamo averle dal diagramma conducibilità/ $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (fig. 25). Il rapporto conducibilità/ $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ aumenta con l'aumentare di cationi diversi da $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$; in generale il rapporto aumenta con il tenore di Na^+ . La distanza dei punti dalla retta fornisce, con una certa approssimazione, il grado di contaminazione da parte di acqua salata. Ad esempio, l'acqua del pozzo T5 deve gran parte della sua conducibilità elettrica al cloruro di sodio.

I dati analitici mostrano quindi che le acque sotterranee della piana di Marina di Campo erano, in condizioni naturali,

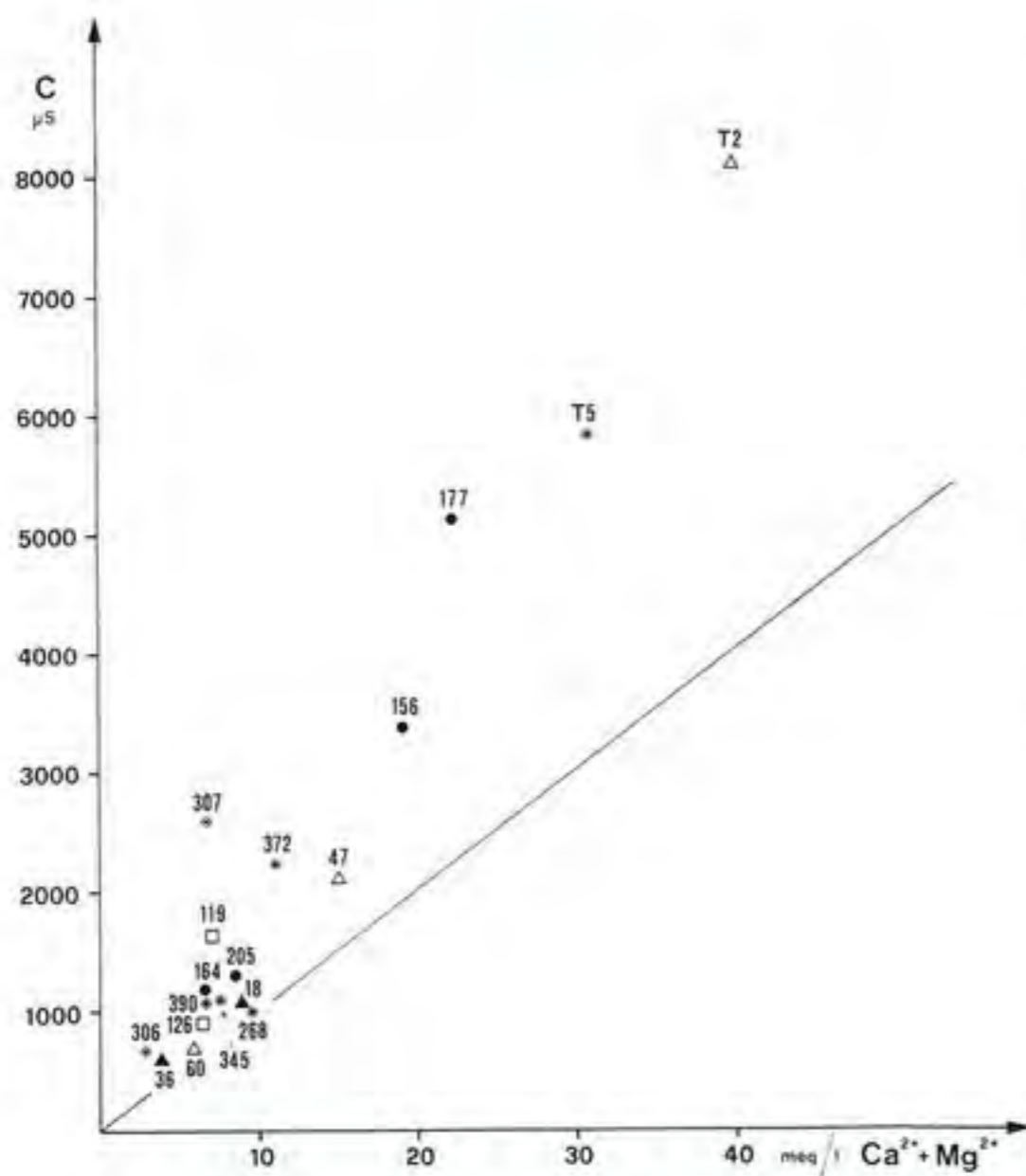


Fig. 25 - Relazione tra conducibilità e $Ca^{2+} + Mg^{2+}$. La linea continua rappresenta le acque per le quali la concentrazione dei cationi è dovuta ai soli $Ca + Mg$. Per la simbologia vedi la fig. 24.

acque bicarbonato-alcalino-terrose; fanno eccezione le acque della Valle Lirerno, che provengono chiaramente da rocce con pochi bicarbonati. L'inquinamento da parte dell'acqua marina, più o meno spinto nelle varie zone, sposta le acque verso la famiglia delle clorurato-alcaline.

Abbiamo già visto (pag. 32) come la conducibilità elettrica dell'acqua possa fornire con sufficiente approssimazione il grado di inquinamento da parte dell'acqua di mare. La carta della conducibilità delle acque, relativa alle misure di settembre (tav. 1), mostra un'ampia zona costiera sottoposta ad ingressione di acqua marina. I campioni di acqua che in questa fascia superano i $2.000 \mu S$ sono molti.

Nella piana del Fosso Alzi si può osservare, dopo il massimo presso la costa, una diminuzione di conducibilità nella par-

te mediana ed una netta risalita più a monte. La presenza della zona a più bassa conducibilità è probabilmente dovuta alla ricarica della falda da parte del Fosso Alzi, già evidenziata dall'andamento delle isofreatiche: intorno al corso d'acqua troviamo infatti un'aureola con acque nettamente meno conduttive di quelle circostanti. L'alto valore di conducibilità nella parte superiore della piana può invece essere messo in relazione con il forte abbassamento della falda che stagionalmente vi si verifica (oltre 4 metri).

Altri massimi relativi di conducibilità delle acque di falda sono imputabili ai forti emungimenti di alcuni pozzi, così come risulta anche dalle isofreatiche.

Un discorso a parte merita il massimo di conducibilità presente nella Valle Lirerno, circa 3 km dal mare. Le analisi chimiche eseguite sui campioni 306 e 307 confermano che la conducibilità è dovuta in buona parte alla concentrazione del cloruro di sodio. Qui, tuttavia, la falda freatica non risulta particolarmente depressa. Si possono fare pertanto due ipotesi: la prima è che acqua marina giunga in quest'area percorrendo delle fratture nel substrato e si diffonda poi nella falda freatica; la seconda è che una certa quantità di acqua «fossile» si mescoli a quella del ciclo idrologico breve. Solo analisi isotopiche, che possono consentire una datazione delle acque, potrebbero risolvere l'alternativa.

La conducibilità delle acque è più bassa nella piana del Fosso Bovalico e nel tratto medio della valle di la Pila, probabilmente per la ricarica effettuata dai due corsi d'acqua.

Confrontando i valori della conducibilità a falda bassa con quelli a falda alta notiamo una generale diminuzione della conducibilità dell'acqua, con estensione delle aree di minimo. Osserviamo anche che i massimi si mantengano nelle stesse posizioni, con valori che diminuiscono di poco. Si passa da un massimo di $1.800 \mu S$ (settembre) a $1.500 \mu S$ (aprile) nella parte alta della piana di S. Piero, da 1.800 a $1.700 \mu S$ nella Valle Lirerno, da 2.800 a $2.200 \mu S$ in prossimità della linea di costa. Questi dati mostrano che la capacità di autodisinquinamento della falda è molto bassa. Anche se confrontiamo i nostri valori con quelli misurati nei pozzi a uso domestico ed irriguo da A. Berti nel 1971, vediamo che si sono mantenuti all'incirca costanti.

I pozzi dell'acquedotto che utilizzano acqua della falda confinata nelle ghiaie di fondo bacino hanno valori di conducibilità molto più alti. Abbiamo misurato, nel mese di maggio 1981, una conducibilità di $6.411 \mu S$ nell'acqua del pozzo T5. Questo

valore è superiore del 10% a quello misurato da Berti nello stesso pozzo 10 anni prima, ma in periodo di falda bassa. Tale dato conferma che già da molti anni la falda è inquinata seriamente dall'acqua marina e che il persistere degli emungimenti (che sono anzi aumentati) peggiora la situazione.

In conclusione possiamo dire che nella piana di Marina di Campo la falda freatica ha una potenzialità molto bassa ed è sfruttata da pozzi poco profondi di portata modesta, sufficiente tuttavia a richiamare acqua marina non solo presso la costa ma anche in zone relativamente lontane.

Una potenzialità migliore ha l'acquifero costituito dalle ghiaie di fondo bacino ma il suo sfruttamento è fortemente condizionato dalla qualità dell'acqua, in quanto gli intensi pompaggi hanno già creato una situazione di grave inquinamento salino.

6.3 - Piana di Portoferraio (tav. 2)

La pianura di Portoferraio può essere divisa in due parti, con caratteristiche morfologiche e geologiche abbastanza diverse. Una è costituita dalla valle, piuttosto stretta, percorsa dal Fosso della Madonnina. L'altra è rappresentata dalla parte orientale della pianura costiera, che possiamo chiamare piana di S. Giovanni.

La prima zona si presenta molto piatta: è necessario spostarsi di un chilometro e mezzo verso monte per salire di quota di soli 10 m. La parte più bassa di questa piana è stata bonificata per evitare le numerose alluvioni delle quali il Fosso era responsabile. Le rocce incassanti, in questa valle, appartengono al Flysch cretaceo del Complesso V ed ai Porfidi granitici e granodioritici.

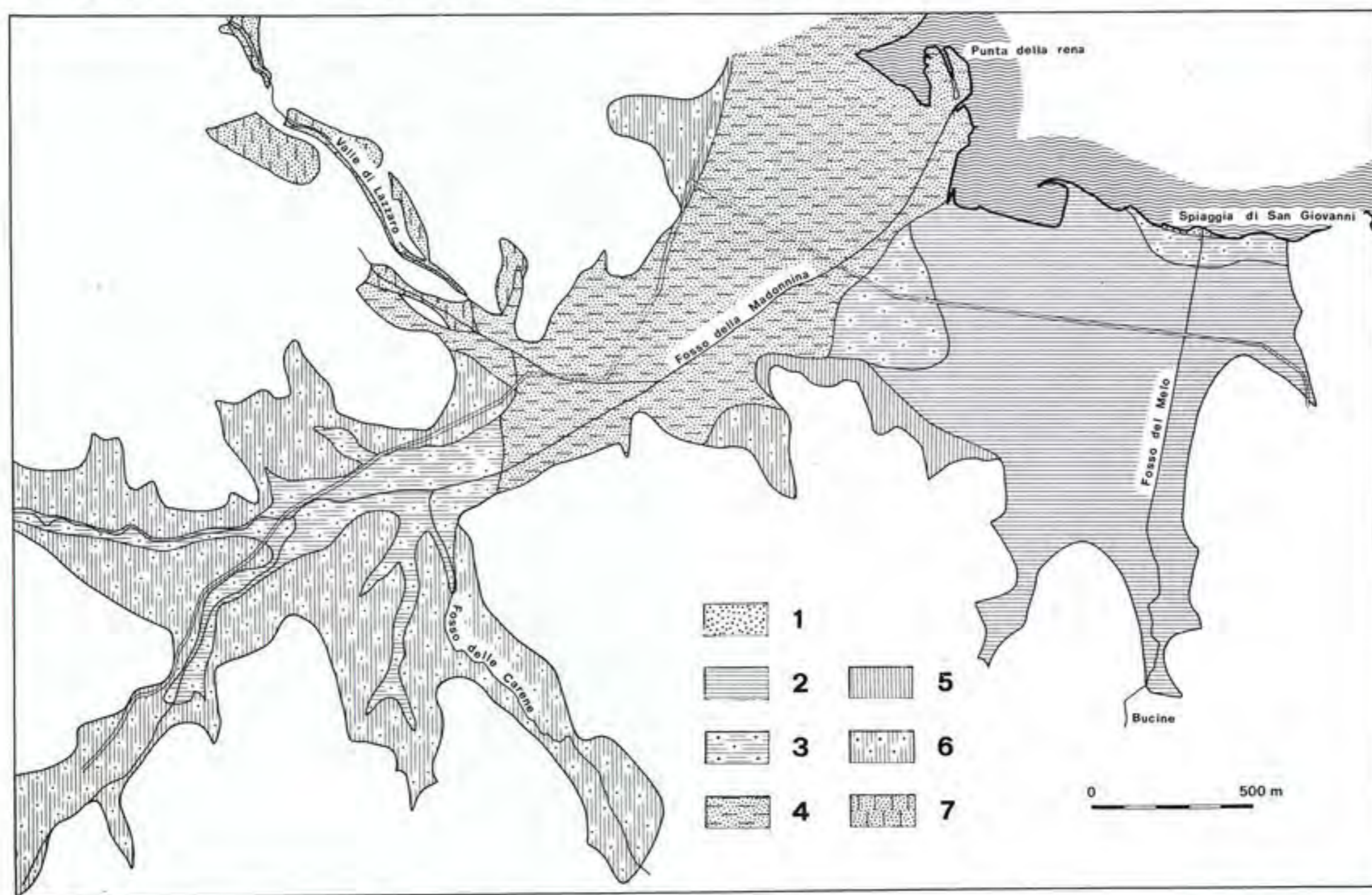


Fig. 26 - Litologia dei sedimenti quaternari della piana di Portoferraio. 1 - Sabbie di spiaggia. Depositi alluvionali recenti: 2 - Limi, 3 - Limi sabbiosi, 4 - Sabbie limose. Depositi alluvionali antichi: 5 - Limi, 6 - Limi sabbiosi, 7 - Sabbie limose.

La seconda zona, la piana di San Giovanni, è più inclinata, con un gradiente di circa 25 m per chilometro. Anche le rocce incassanti sono diverse. In questa piana sono costituite dai termini basali del complesso IV (Serpentiniti, Gabbri e Basalti).

I sedimenti quaternari che affiorano in questa pianura sono: depositi di spiaggia, depositi alluvionali (limi, limi sabbiosi e sabbie limose) e depositi di sabbia eolica (fig. 26).

I depositi di spiaggia sono presenti solo nella piccola spiaggia di San Giovanni. Sono costituiti da sabbie medio-grossolane e ciottoli poco arrotondati. Questa spiaggia corrisponde al delta del Fosso della valle del Melo.

I limi occupano quasi completamente la piana di San Giovanni; essi contengono talvolta una bassa percentuale di sabbia medio-grossolana.

I limi sabbiosi si trovano nella parte alta della valle del Fosso della Madonna. Per aumento del tenore di sabbia passano, nella parte bassa della valle, a sabbie limose.

I depositi di sabbia eolica sono presenti solo nella valle di Lazzaro.

Nella valle del Fosso della Madonna i livelli acquiferi corrispondono a sabbie e ghiaie limose, presenti fino alla profondità di circa 40 m. Il substrato è costituito dal Flysch calcareo-marnoso e dai Porfidi granitici e granodioritici.

Le informazioni relative al sottosuolo della piana di S. Giovanni sono molto scarse: si dispone della stratigrafia di un solo pozzo, il n. 198. Qui il basamento, costituito da serpentiniti, è alla profondità di 18 metri. I sedimenti incoerenti sono costituiti da limi più o meno sabbiosi e, da 13 a 18 m, da «sabbia con pietre»; quest'ultimo livello può essere correlato con le ghiaie di fondo bacino presenti nella piana di Marina di Campo.

Da vecchi documenti risulta una tendenza al colmamento della Rada di Portoferraio. Una carta disegnata nel 1759 da Pier Gio. Venturi e conservata presso l'Archivio di Stato di Firenze rappresenta la situazione della Rada nel momento di massimo sviluppo delle saline. Abbiamo la presenza di un terreno «paduloso e arenoso» e di diverse «padulette» fra i Fossi della Madonna e della Concia. Il delta del Fosso della Madonna è di tipo digitato, tipica struttura progradazionale. A San Giovanni era presente la «Spiaggia di alica putrefatta» e subito dietro una zona con acque stagnanti (nella zona degli antichi stabilimenti termali). La situazione si è mantenuta all'incirca costante fino all'inizio del '900 quando le saline furono abbandonate. Nel periodo compreso fra le due guerre venne attuata la bonifica della piana di Portoferraio. Questa prevede-

va la costruzione di argini al Fosso della Madonna e il colmamento delle saline. Tali interventi hanno avuto l'effetto di aumentare notevolmente la velocità di interrimento della Rada. Confrontando la carta nautica realizzata nel 1882 dai rilievi della nave R.N. Washington con quella aggiornata al 1948 vediamo un avanzamento del delta del Fosso della Madonna di circa 80 m e una notevole estensione della zona a profondità minore di un metro.

La superficie freatica (tav. 2), ricostruita con le misure effettuate nel maggio '81, mostra una diversa inclinazione della falda nella piana di San Giovanni e nella valle del Fosso della Madonna: il gradiente idraulico è di circa il 2% nella prima e l'1% nella seconda.

Questa differenza di gradiente idraulico è dovuta sia al diverso gradiente topografico delle due zone che alla diversa permeabilità (vedi la litologia).

Nella valle del Fosso della Madonna l'asse di drenaggio della falda coincide con il corso d'acqua. Una importante zona di ricarica della falda è costituita dalla valle di Lazzaro.

La falda si deprime notevolmente in settembre, soprattutto nella valle del Fosso della Madonna. Nel tratto medio della valle del Fosso della Madonna (zona di Foci) l'abbassamento supera i 5 m. L'isofreatica di 1 m si sposta da maggio a settembre di 700 m verso monte, lasciando la parte bassa della valle ed un'ampia zona costiera al di sotto del livello del mare.

Nella piana di Portoferraio sembra che i pozzi battuti utilizzino lo stesso acquifero di quelli a grande diametro, dato che il loro livello piezometrico si accorda molto bene sia a settembre che a maggio con quello della superficie freatica ricostruita usando quasi esclusivamente i pozzi a grande diametro.

In questa pianura l'analisi chimica completa è stata effettuata sui campioni di acqua dei pozzi 156 e 177, che occupano la parte alta del Fosso della Madonna (val Carene), e su quello del pozzo 205 situato nella piana di San Giovanni.

Riportando i risultati delle analisi sul diagramma quadrato (fig. 24) osserviamo un allineamento dei campioni sulla diagonale che va dalle acque bicarbonato-alcalino-terrose alle clorurato-alcaline. La diversa posizione occupata dai campioni sul diagramma quadrato è dovuta solamente all'aumento del rapporto fra NaCl e gli altri sali disciolti, passando dal campione 205 al 156 e al 177.

Dal diagramma conducibilità / $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ (fig. 25) è possibile vedere come le acque a più bassa conducibilità, cioè quelle dei pozzi 164 e 205, debbano gran parte della concen-

trazione salina alla presenza di ioni di Ca e Mg in soluzione. I campioni risultano infatti piuttosto vicini alla linea continua del diagramma che rappresenta le acque per le quali la concentrazione dei cationi è dovuta ai soli Ca e Mg. Nel campione 177, dotato di più alta conducibilità elettrica, la distanza dalla linea continua del diagramma risulta sensibilmente maggiore e quindi maggiore è il tenore di NaCl.

Le analisi chimiche mostrano che le acque, prima della contaminazione, appartenevano alla famiglia delle bicarbonato-alcalino-terrose. La quantità di calcio e magnesio è un po' maggiore nella piana di S. Giovanni, come risulta dal fatto che il campione 205 ha un rapporto conducibilità / $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ leggermente inferiore a quello del campione 164. Questo fatto può essere in relazione con la natura chimica delle rocce incassanti, le ofioliti, le quali danno acque più dure dei porfidi (vedi anche le analisi chimiche delle acque delle sorgenti, pag. 28) oppure con il più lungo tempo di permanenza delle acque in rocce a permeabilità più bassa rispetto a quelle della piana del Fosso della Madonnina.

La contaminazione delle acque di falda con acqua marina ha aumentato il tenore di NaCl, spostandole nel campo delle clorurato-alcaline.

Le curve di uguale conducibilità dell'acqua, ottenute interpolando le misure prese nei pozzi in settembre (tav. 2), mostrano un massimo di salinità nella zona costiera della valle del Fosso della Madonnina ed un altro nella sua parte alta (val Carene).

Per il primo massimo abbiamo una buona coincidenza con l'area nella quale la falda è depressa al di sotto del livello marino. Per il secondo, dipendente anch'esso da una alta percentuale di cloruro di sodio (come risulta dall'analisi chimica del campione d'acqua preso nel pozzo 177), possiamo ipotizzare un'infiltrazione di acqua marina nel substrato, attraverso faglie o fratture; oppure, come nel caso della valle Lirno (area di Marina di Campo), dobbiamo pensare ad acque in qualche misura «fossili».

Anche dalle curve di uguale conducibilità elettrica emerge l'importanza della valle di Lazzaro come zona di ricarica: gli apporti idrici provenienti da questa valle hanno l'effetto di diminuire la conducibilità dell'acqua nella parte media della valle del Fosso della Madonnina.

Nella piana di S. Giovanni la conducibilità dell'acqua è relativamente bassa, nonostante che nella fascia costiera la falda sia al di sotto del livello marino. Ciò è probabilmente da impu-

tarsi alla bassa permeabilità dell'acquifero, che frena l'intrusione di acqua dal mare.

La bassa salinità dell'acqua nella parte orientale della piana (area dei pozzi 193, 185, 180 ecc.) può essere anche messa in relazione con una ricarica della falda da parte dei basalti contigui e sottostanti.

Le misure di conducibilità elettrica eseguite nell'aprile 1982 confermano la presenza dei due massimi già visti in settembre, anche se i valori scendono di 1.000-1.200 μS .

Per concludere possiamo dire che nella pianura di Portoferraio l'area con terreni a permeabilità relativamente maggiore, cioè la valle del Fosso della Madonnina, nella quale ci sono anche i pozzi comunali destinati all'approvvigionamento del capoluogo, presenta un grado notevole di inquinamento da parte dell'acqua di mare. Questo è certamente da mettere in relazione con l'abbassamento del livello freatico sotto la quota del mare. La ricarica della falda nella stagione delle piogge e la risalita della superficie freatica riducono la salinità ma non sono sufficienti a riportare le caratteristiche chimiche dell'acqua entro i valori normali.

6.4 - Piana dello Schiopparello (tav. 3)

Quest'area pianeggiante è divisa in due valli da uno sperone roccioso costituito da porfidi granitici e granodioritici. Le altre rocce che delimitano la piana appartengono prevalentemente al Complesso IV, del quale affiorano tutti i termini: Serpentiniti, Gabbri, Basalti, Diaspri, Calcari a Calpionelle e Argilliti a «palombini».

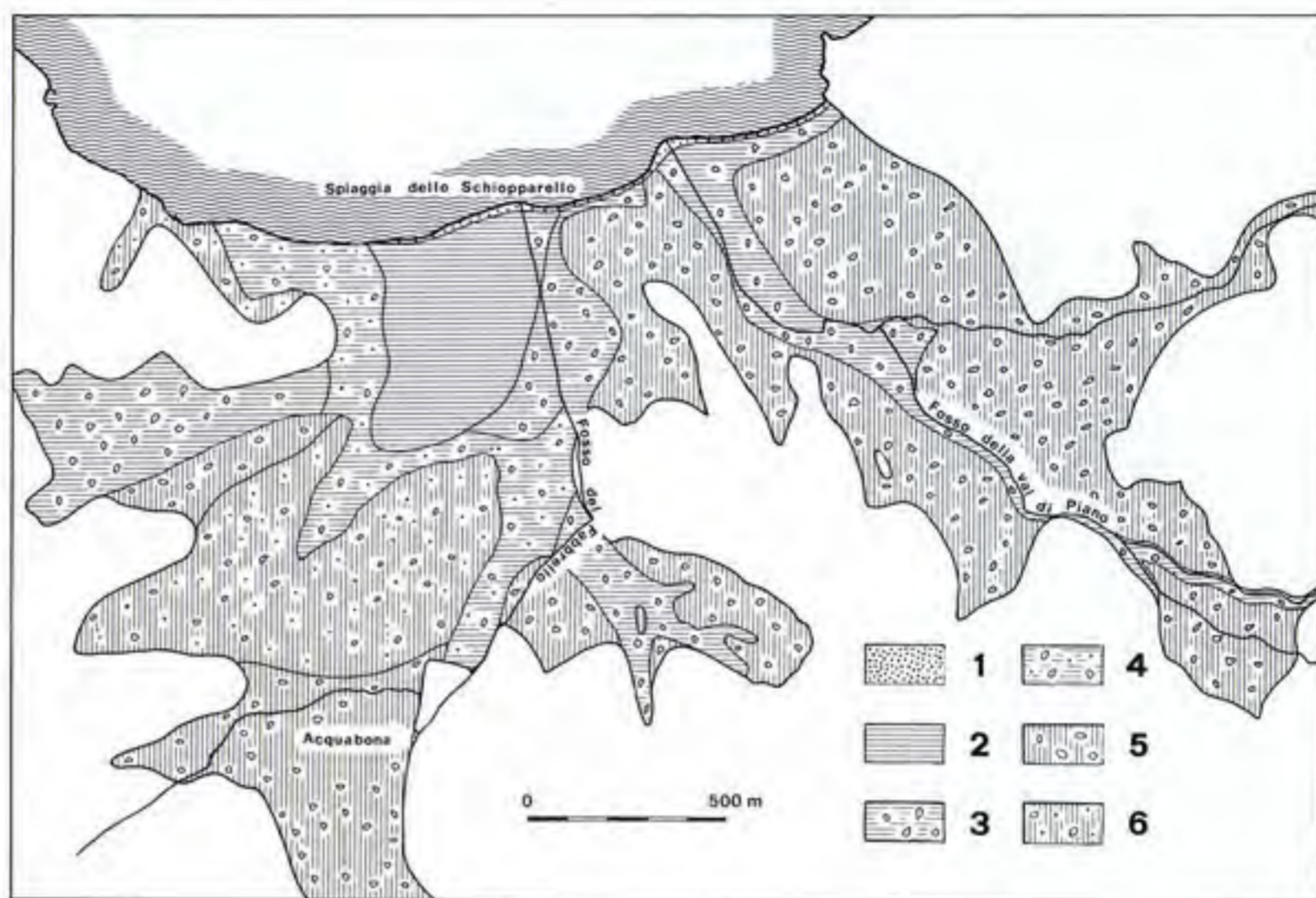
La valle occidentale, quella più ampia, è formato dalle alluvioni dei Fossi dello Schiopparello e del Fabrello. Nella parte costiera le frequenti esondazioni di questi fossi avevano originato una palude. I corsi d'acqua sono stati poi arginati nel loro tratto finale e della palude sono rimasti solo pochi metri quadrati di acquitrino.

I depositi alluvionali della piana, distinti nella Carta Geologica al 25.000 (1967) in antichi e recenti, sono prevalentemente dei limi con diversa percentuale di argilla, sabbia e ghiaia (fig. 27).

Limi argillosi si trovano nell'area della vecchia palude, in seguito occupata dalle saline dello Schiopparello. Nel resto della piana i limi hanno sempre ghiaia e sabbia mescolata.

Depositi di spiaggia costituiti da ciottoli e sabbia grossolana occupano una striscia molto sottile e di piccolo spessore; dove il mare ha eroso i sedimenti recenti si può osservare un'alternanza di ghiaie ad elementi ben arrotondati con limi.

Fig. 27 - Litologia dei sedimenti quaternari della piana dello Schiopparello. 1 - Ciottoli e sabbie di spiaggia. Depositi alluvionali recenti; 2 - Limi. 3 - Limi con ghiaia. 4 - Limi sabbiosi con ghiaia. Depositi alluvionali antichi; 5 - Limi con ghiaia. 6 - Limi sabbiosi con ghiaia.



Le informazioni litologiche sul sottosuolo di questa piana sono molto scarse e ci consentono di conoscere la profondità del bacino solo in qualche punto della val di Piano: questo raggiunge i 15 m al pozzo 99 e scende a circa 35 m al pozzo 116.

I depositi alluvionali sono composti prevalentemente da limi, in qualche punto con sabbia in qualche altro con ghiaia. Lenti di ghiaie relativamente pulite si trovano in corrispondenza di paleoalvei torrentizi. Alcuni di questi sono rilevabili dalla tavoletta topografica di Porto Azzurro disegnata da una levata del 1881: il Fosso della val di Piano e il Fosso del Fontino hanno leggermente modificato da allora il proprio tracciato.

La morfologia della tavola d'acqua (tav. 3), ricostruita in base alle misure di livello effettuate nei pozzi il 15 e 18 maggio 1981 ed il 7 settembre 1981, conferma la bassa permeabilità dei sedimenti alluvionali. Il gradiente idraulico della falda è piuttosto alto, in media fra il 2 e il 2,5%.

Nelle isofreatiche di settembre la persistenza di un cono di depressione, determinato dall'emungimento dei pozzi 99 e 100 prima delle misure, testimonia chiaramente la povertà dell'acquifero.

L'area con permeabilità relativamente migliore è quella delle alluvioni del Fosso del Fabrello, dove si individua un asse di drenaggio della falda in corrispondenza del fosso stesso.

L'escursione stagionale della falda è in media intorno al metro ma i valori sono molto diversi da zona a zona, proprio in relazione con le aree di maggiore o minore emungimento.

La bassa permeabilità dell'acquifero freatico ed il forte gradiente della tavola d'acqua impediscono all'acqua del mare una consistente ingressione nella falda. Si può infatti osservare che la conducibilità elettrica dell'acqua si mantiene piuttosto bassa anche presso la costa, sia in aprile che in settembre (tav. 3). Il pozzo 113, poco distante dal mare, ha in settembre acqua con una conducibilità di soli 590 μS , nonostante il suo livello statico sia di $-0,3$ m.

La carta della conducibilità mostra però la presenza di un massimo molto spinto nella zona del pozzo 120. L'acqua di questo pozzo raggiunge un valore di 2.950 μS in settembre e di 3.000 μS in aprile. Per conoscerne la causa abbiamo analizzato il campione di acqua del pozzo 119, interessato anch'esso da questo alto di conducibilità.

Come risulta dal diagramma quadrato (fig. 24), questa ac-

qua appartiene al campo delle acque clorurato-alcaline. Anche in questo caso possiamo quindi associare il massimo di conducibilità ad inquinamento da parte dall'acqua marina.

Considerando la bassa permeabilità della quale è generalmente dotato il materasso alluvionale e la netta delimitazione del massimo di conducibilità, supponiamo che la via di ingresso per l'acqua salata sia costituita da qualche frattura del basamento piuttosto che attraverso la coltre sedimentaria.

Su un altro campione d'acqua, quello del pozzo 126, è stato determinato il rapporto conducibilità/ $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (fig. 25): questo è risultato intermedio fra quello di un'acqua non contaminata e quello del campione 119, rappresentativo di un'acqua molto salata. Il pozzo 126, benché molto vicino al mare, ha subito quindi solo una modesta contaminazione con acqua salata.

In conclusione, nella piana dello Schiopparello la permeabilità dei depositi alluvionali è troppo bassa per un'ipotesi di ulteriore sfruttamento idrico del sottosuolo, anche se proprio questa caratteristica ostacola l'intrusione dell'acqua marina nella falda.

6.5 - Piana di Mola (tav. 4)

Quest'area pianeggiante separa il M. Calamita dal resto dell'Isola. Un basso spartiacque collocato nei depositi alluvionali antichi divide la piana di Mola vera e propria dalla parte inferiore della valle del Fosso di Mar dei Carpisi, che sfocia nella spiaggia del Lido.

I versanti della valle di Mola sono composti in prevalenza dagli scisti cornubianitici del Complesso I; solo nel lato sud-occidentale affiorano rocce del Flysch cretaceo, attraversate da filoni di porfidi granitici e granodioritici. Nella zona di Lido di Mola sono presenti rocce del Complesso II (Scisti arenacei e argilliti carboniose, Marmo massiccio e Filladi calcarifere). Lungo la parte alta del Fosso Mar dei Carpisi affiora la quarzomonzonite omonima.

Come ha messo in evidenza BIANCHI (1943), c'è una sproporzione fra l'ampiezza della valle e lo spessore dei sedimenti da una parte e l'esiguità dei corsi d'acqua dall'altra. Considerata la continuità fra i depositi della piana di Mola e quelli del Fosso della Valdana, nonché la posizione dello spartiacque fra i due bacini, si può facilmente supporre che in passato la piana di Mola fosse la parte inferiore della valle del Fosso della Valdana, il quale aveva come affluente di sinistra il Fosso di

Mar dei Carpisi. Successivamente questi due ultimi hanno cambiato direzione per finire nel golfo della Stella.

La causa di questa cattura è probabilmente il sovralluvionamento: va infatti notato che ciò è avvenuto in un periodo trasgressivo, cioè un periodo nel quale la risalita del livello di base favoriva il deposito da parte dei corsi d'acqua.

Nei tempi storici è documentato l'avanzamento della spiaggia di Mola. Nella «Descrizione geologica dell'Isola d'Elba» IGINIO COCCHI (1871) riporta un antico documento in cui abbiamo la conferma della progradazione della linea di costa:

«Narrasi che Papa Gregorio XI, tornando a Roma da Avignone (a. 1376) scortato dalle molte galere che portavano la sua corte, colto da fierissima burrasca dovette riparare nel porto di Ferraia (Portoferraio) e ripreso di lì a poco il mare, una nuova e maggiore burrasca lo costrinse ad entrare nel golfo di Longone, dove sbarcò nel luogo chiamato Aiali, e di quivi salì alla Chiesa di San Michele, ora distrutta, posta a breve distanza, sulla strada che mena a Capoliveri».

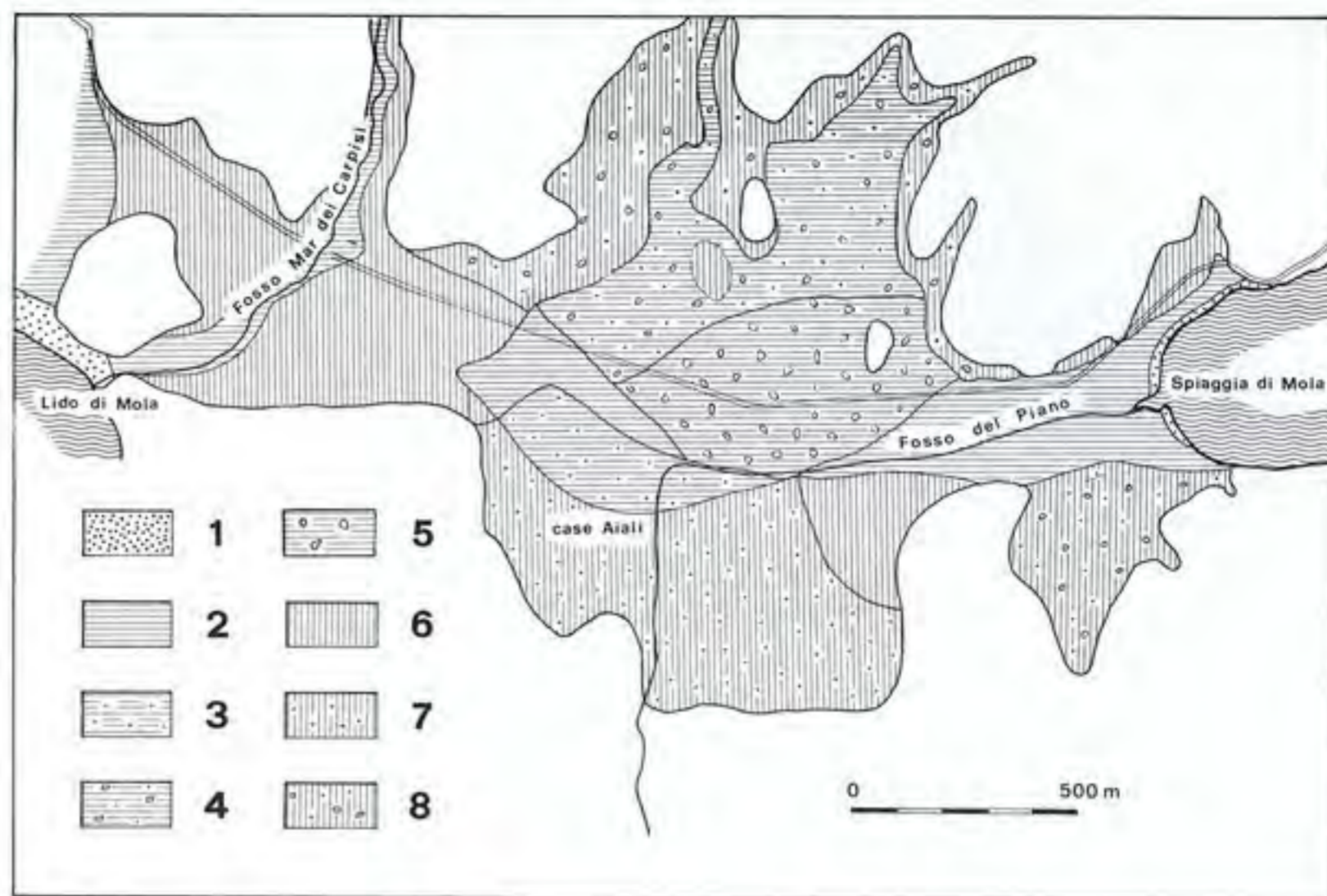
Considerando che attualmente case Aiali si trovano a più di un chilometro dal mare, ne consegue che in questi sei secoli la velocità di avanzamento doveva essere di circa 150 m al secolo. La carta topografica dello Stato Pontificio e del Granducato di Toscana, pubblicata nel 1851, mostra che dal 1851 al 1958 (anno di rilievo della tavoletta topografica) la costa è avanzata di circa 100 m. Il confronto con la tavoletta del 1881 mostra che negli ultimi 70 anni la spiaggia è avanzata di soli 30 m. Si avrebbe quindi una diminuzione della velocità di avanzamento della linea di costa.

Come avviene spesso nelle coste basse in avanzamento, una palude di retrospiaggia, di circa 70 ha, si era formata nella spiaggia di Mola. Oggi ne resta traccia solo del tipo di vegetazione.

I sedimenti quaternari che compongono la pianura sono: depositi di spiaggia, sedimenti alluvionali (limi, limi sabbiosi, limi sabbiosi con ghiaie) e depositi di sabbia eolica (fig. 28). Questi ultimi affiorano estesamente sul lato meridionale della piana di Mola, dove formano una superficie di raccordo piuttosto inclinata fra la piana alluvionale e le rocce incassanti. Il loro spessore è modesto, sono prevalentemente fini e presentano localmente una cementazione carbonatica («panchina»).

Il deposito di spiaggia occupa una larga fascia di terreno al Lido di Mola, dove è costituito da sabbie piuttosto fini con molti

Fig. 28 - Litologia dei sedimenti quaternari della piana di Mola. 1 - Sabbie di spiaggia, Depositi alluvionali recenti; 2 - Limi. 3 - Limi sabbiosi. 4 - Limi sabbiosi con ghiaia. 5 - Limi con ghiaia. Depositi alluvionali antichi; 6 - Limi, 7 - Limi sabbiosi. 8 - Limi sabbiosi con ghiaia.



elementi quarzosi. Nella spiaggia di Mola è ridotto e non continuo: sabbie e ghiaie con gusci di molluschi ricoprono localmente i limi.

I limi affiorano sia a ridosso della spiaggia di Mola che verso il Lido di Mola. In entrambi i casi rappresentano un deposito palustre: risulta infatti che le due zone erano occupate da paludi.

Le informazioni litostratigrafiche sono troppo scarse per una buona ricostruzione del sottosuolo. Sappiamo che il basamento è costituito dagli scisti cornubianitici; ha una profondità di circa 35 m intorno ai pozzi T1 e T2 dell'acquedotto e risale fino a 14 m intorno al pozzo 69. Il materasso alluvionale mostra frequenti variazioni, con livelli ora un po' più limosi, ora un po' più sabbiosi, ora un po' più ghiaiosi.

Anche in questa piana c'è uno strato di ghiaia a contatto con gli scisti di fondo bacino.

La falda freatica di Mola è caratterizzata, in entrambi i periodi delle misure (14 maggio 1981 e 7 settembre 1981, tav. 4), da un flusso centripeto delle acque di sottosuolo verso la zona centrale della piana, nella quale si trovano anche i pozzi comunali.

Il minimo della superficie freatica corrisponde al livello del mare in maggio e passa a - 8 m in settembre. Dopo l'estate

quasi tutta la zona pianeggiante, fin quasi allo spartiacque col bacino del Fosso di Mar dei Carpisi, ha la tavola d'acqua al di sotto del livello marino.

I pozzi comunali (T1, T2, T3, T4) raggiungono gli scisti e, probabilmente, pompano acqua sia dalle ghiaie di fondo bacino che da fratture del substrato roccioso.

Nella zona del Lido di Mola c'è un'altra piccola falda freatica, separata dalla precedente da uno spartiacque collocato nei depositi alluvionali antichi a quota 5,2 m. La ricostruzione della superficie freatica di questa falda può essere fatta solo approssimativamente per la scarsità di pozzi disponibili.

Anche questa piccola falda a settembre è depressa al di sotto del livello del mare nel tratto finale della valletta.

Le misure di conducibilità elettrica dell'acqua dei pozzi indicano che l'area centrale della piana, dove si registrano le maggiori depressioni della falda, è quella in cui sono presenti i più alti valori di salinità (tav. 4).

Nella zona più vicina alla spiaggia di Mola alcuni pozzi (nn. 53 e 54) hanno invece acqua di bassa salinità. Evidentemente la bassa permeabilità dell'acquifero freatico frena l'ingresso dell'acqua marina, mentre le ghiaie di fondo e le fratture del substrato costituiscono una più facile via di intrusione.

Notevoli differenze di conducibilità, anche in pozzi vicini fra di loro, sono probabilmente legate alla diversa intensità del pompaggio e allo sfruttamento di acquiferi diversi. Ad esempio i pozzi comunali pompano acqua molto salata (8.162 μ S nel maggio 1981) in quanto sfruttano le falde più profonde.

I valori di conducibilità misurati nel settembre 1981 e nell'aprile 1982 non differiscono di molto; anzi, in qualche pozzo la salinità è risultata maggiore in primavera che alla fine dell'estate. Questo conferma che l'inquinamento è più legato alla risalita locale di acqua salata profonda, in relazione ai pompaggi, che non ad un generale mescolamento dell'acqua marina con quella della falda freatica.

L'analisi chimica dell'acqua del pozzo T2 ha mostrato che la quantità di cloro presente rappresenta l'80% degli anioni presenti (v. Appendice 3).

È stato analizzato anche il campione d'acqua proveniente dal pozzo 47, situato in vicinanza del mare. Questo è un pozzo profondo 5 m, con un emungimento molto basso, che utilizza come acquifero dei limi sabbiosi. In questo caso è risultata una quantità di cloro abbastanza bassa. L'inquinamento per acqua di mare è trascurabile.

Il campione del pozzo 47 occupa nel diagramma quadrato (fig. 24) una posizione corrispondente alle acque solfato-alcalino-terrose. I solfati sono, in questo pozzo, gli anioni prevalenti. Questi derivano probabilmente dall'ossidazione dei solfuri. Ricordiamo che la zona del pozzo è stata occupata per lungo tempo da una palude.

L'azione riducente degli ambienti paludosi dà spesso luogo alla formazione di solfuri.

Per l'area di Mola si può concludere che la falda freatica ha una potenzialità molto bassa, mentre le ghiaie di fondo bacino ed il substrato roccioso, più permeabili, contengono acqua di salinità elevata. La ricarica stagionale ha l'effetto di far risalire il livello della falda freatica ma non cambia sostanzialmente lo stato di inquinamento delle falde più profonde.

6.6 Piane di Porto Azzurro e di Barbarossa (tav. 5)

Sono due piccole valli alluvionali, parallele e contigue, formate dai corsi d'acqua tipicamente torrentizi che scendono dal Monte Castello.

Nella parte superiore delle due valli le rocce incassanti sono quelle del Complesso V: Basalti, Serpentiniti, Gabbri e Diaspri; nella parte centrale un affioramento di Argilliti a «palom-

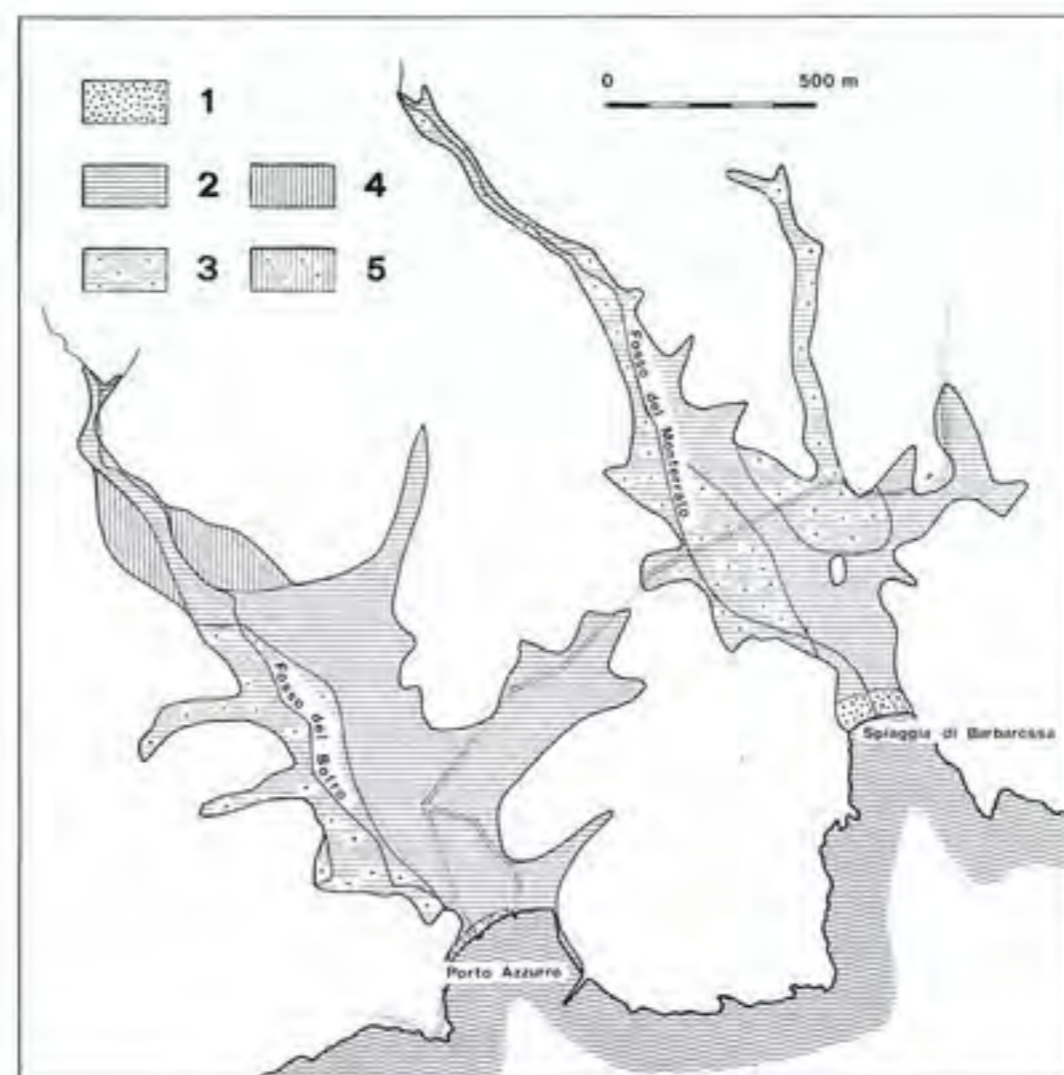


Fig. 29 - Litologia dei sedimenti quaternari delle piane di Porto Azzurro e Barbarossa. 1 - Ciottoli e ghiaie di spiaggia. Depositi alluvionali recenti: 2 - Limi. 3 - Limi sabbiosi. Depositi alluvionali antichi: 4 - Limi. 5 - Limi sabbiosi.

bini» ha favorito, per la sua facile erodibilità, un allargamento delle due valli, i cui depositi alluvionali vengono quasi a toccarsi in un basso spartiacque. Verso il mare le due valli si restringono per la presenza degli scisti cornubianitici del Complesso I, più resistenti.

I depositi alluvionali in affioramento sono costituiti prevalentemente da limi, più o meno sabbiosi (fig. 29). I depositi di spiaggia (ghiaie e ciottoli poco arrotondati con sabbie fini) sono più estesi a Barbarossa che a Porto Azzurro.

Sui fianchi della valle del Fosso del Botro (Porto Azzurro) vi sono delle estese coltri di detriti di falda, provenienti soprattutto dai Diaspri e dai Basalti.

Lo spessore dei sedimenti alluvionali è piuttosto piccolo: nella piana di Barbarossa un pozzo scavato vicino al n. 8, quindi in posizione centrale, ha trovato il basamento roccioso alla profondità di soli 5 m.

Per questo motivo quasi tutti i pozzi utilizzano come acquifero, oltre le alluvioni, anche il basamento roccioso, costituito

da serpentiniti e basalti a nord, da scisti a sud. Un gruppo di pozzi (12, 14 e 15) sfruttano solo l'acqua presente in un livello di ghiaie deposte dal Fosso dei Sassi Turchini.

Nella piana di Porto Azzurro la maggiore ampiezza della valle rispetto a quella di Barbarossa trova riscontro in un maggiore spessore dei sedimenti: il pozzo 34, presso il Fosso del Botro, arriva a 13 metri di profondità senza trovare la roccia. Il basamento, anche in questo caso, è costituito da basalti a nord e da scisti a sud.

La superficie freatica nelle due piane ha una forma molto simile in maggio ed in settembre (tav. 5). Si tratta di falde radiali a filetti convergenti verso il centro delle valli, con gradiente idraulico piuttosto alto, in media sul 3%.

Nella piana di Barbarossa l'asse di drenaggio è leggermente spostato ad ovest rispetto al centro della valle, probabilmente per la maggiore (relativamente) permeabilità delle alluvioni su questo lato. Anche il rilievo geologico ha messo in evidenza che i limi sono più sabbiosi sul lato occidentale, dove scorre il Fosso del Monferrato.

Nella piana di Porto Azzurro l'unica anomalia delle isofreatiche è costituita da un aumento del gradiente idraulico circa a metà della valle, dovuto con ogni probabilità alla diminuzione della sezione di flusso della falda: infatti la valle si restringe e probabilmente anche il substrato risale.

In entrambi i periodi delle misure il livello della falda è risultato superiore al livello marino. L'escursione stagionale è fra 1 e 2 metri.

Le acque dei pozzi nelle piane di Porto Azzurro e di Barbarossa presentano valori piuttosto bassi della conducibilità elettrica, con un modesto incremento in settembre rispetto ad aprile (tav. 5). Nella piana di Porto Azzurro passiamo in settembre da un valore minimo di 375 μS ad un massimo di 1.078 μS .

Abbiamo analizzato un campione di acqua del pozzo 36, un pozzo che presenta bassa conducibilità, 614 μS .

Il risultato dell'analisi, portato sul diagramma quadrato (fig. 24), indica un'acqua di tipo bicarbonato-alcalino-terroso. La posizione quasi centrale che occupa nel diagramma quadrato è dovuta probabilmente all'assenza di importanti formazioni carbonatiche nel bacino piuttosto che ad inquinamento con acqua marina.

Nella piana di Barbarossa è presente un massimo di salinità (conducibilità di circa 1.000 μS in settembre che passa a 800 μS in aprile) nella zona orientale. Questa conducibilità è pro-

tabilmente dovuta alla presenza dei calcari della Formazione evaporitica.

Dagli elementi raccolti possiamo concludere che la qualità dell'acqua è piuttosto buona nelle due piccole piane costiere. La superficie freatica è sufficientemente alta da impedire l'ingresso dell'acqua marina.

Anche l'intrusione attraverso il basamento, presente in altre piane costiere dell'Isola, è qui probabilmente impedita dalla bassa permeabilità degli scisti cornubianitici che costituiscono il substrato delle due valli in prossimità della costa.

La potenzialità delle falde freatiche è scarsa per il piccolo spessore e per la bassa permeabilità delle alluvioni. Dalle rocce del substrato, in particolare dove queste sono costituite dai Basalti, è invece possibile ottenere quantitativi d'acqua non trascurabili, senza grandi rischi di intrusione dell'acqua marina.

7 - LA CARTA DELLE PERMEABILITÀ

Per lo studio della potenzialità idrica di un territorio è fondamentale definire la permeabilità delle rocce presenti: da questa proprietà, infatti, dipendono in massima parte la distribuzione e la circolazione delle acque nel sottosuolo.

Come è noto, il coefficiente di permeabilità di una roccia può essere misurato in laboratorio oppure direttamente in campagna, con prove di portata dei pozzi.

I valori che si possono ottenere dalle misure di laboratorio sono rappresentativi della reale permeabilità di una formazione geologica solo nel caso di rocce a porosità primaria ed operando su campioni non rimaneggiati; inoltre, nel caso di variazioni granulometriche sono necessari molti campioni per avere dei valori medi attendibili.

Con le prove di pompaggio nei pozzi si ottengono dati più validi, in quanto si opera nelle condizioni naturali, senza alterare le caratteristiche fisiche della roccia, e si interessano grandi volumi dell'acquifero per cui si riduce il problema della rappresentatività delle misure e della loro estensione all'unità geologica tutta.

Nel nostro caso, affrontando lo studio idrogeologico dell'Elba, era impensabile misurare direttamente la permeabilità delle molte formazioni geologiche affioranti, la maggior parte delle quali con molte facies e quindi con permeabilità diversa da un punto all'altro.

Per avere un quadro complessivo ed omogeneo si è quindi cercato di valutare la permeabilità delle rocce in modo qualita-

tivo, basandoci su quegli elementi che direttamente o indirettamente, sono legati a questa proprietà.

Un elemento indiretto è la densità del reticolo idrografico o, meglio, del drenaggio superficiale, che risulta più o meno fitto in ragione inversa della permeabilità delle rocce.

La distribuzione e la portata delle sorgenti nelle varie formazioni o in corrispondenza dei contatti geologici ha fornito altre indicazioni di permeabilità.

La litologia delle formazioni geologiche, in particolare le caratteristiche tessiturali e strutturali, costituiscono naturalmente l'elemento principale perché sono queste che determinano la porosità e quindi la permeabilità delle rocce.

Sono state poi utilizzate tutte le informazioni relative ai poz-

zi presenti (litostratigrafie, misure di portata ecc.), le quali forniscono il più valido elemento, e l'unico quantitativo nel caso di prove di pompaggio, per la valutazione della permeabilità delle formazioni geologiche interessate dalle perforazioni.

Per quanto riguarda le rocce nelle quali la circolazione idrica è legata alla presenza e frequenza delle discontinuità di natura tettonica, si è infine tenuto conto della densità delle faglie e fratture rilevate dalle foto aeree.

7.1 Il drenaggio superficiale

Il tipo e la densità del reticolo idrografico sono condizionati dai caratteri strutturali di una regione (stratificazione, pieghe, faglie) e dalla diversa erodibilità e permeabilità delle rocce.

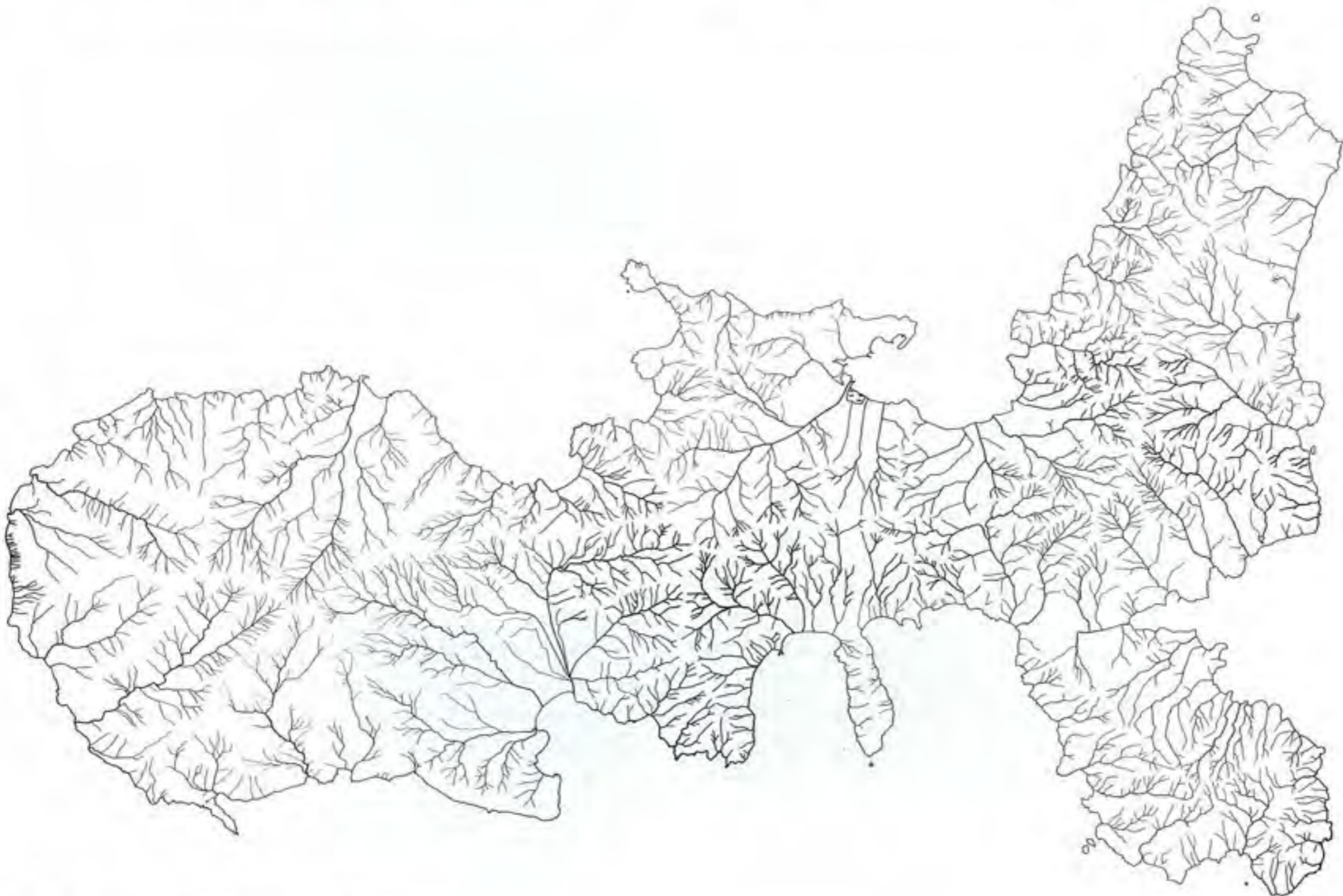


Fig. 30 - Drenaggio superficiale dell'isola d'Elba

Nell'Isola d'Elba la gerarchizzazione del reticolo idrografico è bassa, sia in relazione alla sua giovinezza che, soprattutto, per l'impossibilità di avere bacini idrografici di grandi dimensioni in un'isola relativamente piccola.

Nell'area occidentale il reticolo è di tipo radiale, con centro in corrispondenza della cima del M. Capanne, tipico dei batoliti. Nelle altre aree il reticolo è dendritico o pennato.

Molti elementi del reticolo idrografico si presentano pressoché rettilinei e subiscono brusche deviazioni per l'influenza delle numerose faglie e fratture.

Nella fig. 30 è stato riportato il drenaggio superficiale dell'Isola, ottenuto seguendo sulle tavolette topografiche non solo le aste fluviali, perenni e non perenni, ma anche le inflessioni delle curve di livello che indicano un ruscellamento concentrato delle acque.

Come detto, in generale la densità del drenaggio superficiale è minore dove affiorano rocce permeabili, in quanto una parte consistente delle acque meteoriche si infiltra nel sottosuolo e viene quindi sottratta al ruscellamento superficiale, sia diffuso che incanalato.

Nel caso dell'Elba, solo per poche formazioni, quelle con le maggiori aree di affioramento, risulta possibile confrontare questo elemento ed avere così indicazioni sulla loro permeabilità. Per le altre, a causa della estrema frammentarietà degli affioramenti, non è possibile attribuire una specifica densità di drenaggio in quanto questo è influenzato anche dalla natura delle rocce confinanti.

Possiamo quindi confrontare le densità del drenaggio nell'area del M. Capanne con quella, nettamente maggiore, del M. Calamita, per dedurre una permeabilità maggiore della granodiorite rispetto agli scisti. Possiamo anche notare una densità di drenaggio piuttosto alta nell'Elba centrale, dove affiorano in prevalenza il Flysch calcareo-marnoso del Cretaceo e le rocce porfiriche.

Il drenaggio superficiale è scarso nei Calcari a Calpionelle del M. Grosso, mentre nei due affioramenti dei Diaspri si presenta relativamente più denso. Per questi ultimi si deve però tenere conto del fatto che occupano le aree topograficamente più elevate e più acclivi, quindi con precipitazioni maggiori e maggiore velocità di ruscellamento dell'acqua: entrambi i fattori giocano a sfavore del tasso di infiltrazione.

Un altro elemento da considerare è che la densità del drenaggio dipende anche dalla erodibilità della roccia. Le rocce molto compatte si oppongono alla erosione lineare facilitando

invece un ruscellamento diffuso delle acque. Per quanto sia poco esteso, l'affioramento delle quarziti e anageniti del Verucano ne offre probabilmente un buon esempio. In questa formazione il drenaggio superficiale è quasi assente ma, come risulta dalle caratteristiche litologiche, la sua permeabilità è limitata per la presenza di abbondante cemento quarzítico che riduce notevolmente la porosità delle parti conglomeratiche.

7.2 Distribuzione e portata delle sorgenti

Nella fig. 31 è rappresentata la distribuzione stratigrafica delle sorgenti, la cui posizione topografica è visibile nella tav. 6.

Possiamo notare che la maggior parte delle sorgenti si trova in un numero limitato di formazioni geologiche: in particolare nella Granodiorite del M. Capanne e, subordinatamente, nei Diaspri.

Il numero delle sorgenti per unità geologica non è tuttavia un dato direttamente confrontabile a causa della notevole differenza di estensione delle varie formazioni. Nella Granodiorite si trovano ben 78 sorgenti ma l'affioramento occupa più di un quarto dell'intera Isola. Per questo motivo il numero delle sorgenti, presenti in ogni formazione o al contatto con unità meno permeabili, è stato riferito all'estensione degli affioramenti.

La densità superficiale media, relativa a tutte le formazioni geologiche affioranti sull'Isola, è uguale a 0,78 sorgenti per kmq.

I Diaspri sono risultati la formazione con la densità più alta (2,65) e sono seguiti dalla Granodiorite (1,35) e dai Basalti (1,24).

Per quanto riguarda la Granodiorite si deve però far notare che molte delle sorgenti del M. Capanne hanno in realtà il loro serbatoio nei sabbioni che sono il prodotto dell'alterazione meccanica della roccia. Queste coltri detritiche sono assai frequenti e piuttosto estese; sarebbe quindi opportuno distinguerle dalla roccia in posto perché costituiscono due unità idrogeologiche diverse. Nella Carta Geologica al 25:000 da noi presa come base per lo studio questa distinzione non è stata fatta e, da parte nostra, non abbiamo ritenuto necessario un notevole lavoro di campagna per un inquadramento idrogeologico generale dell'Isola.

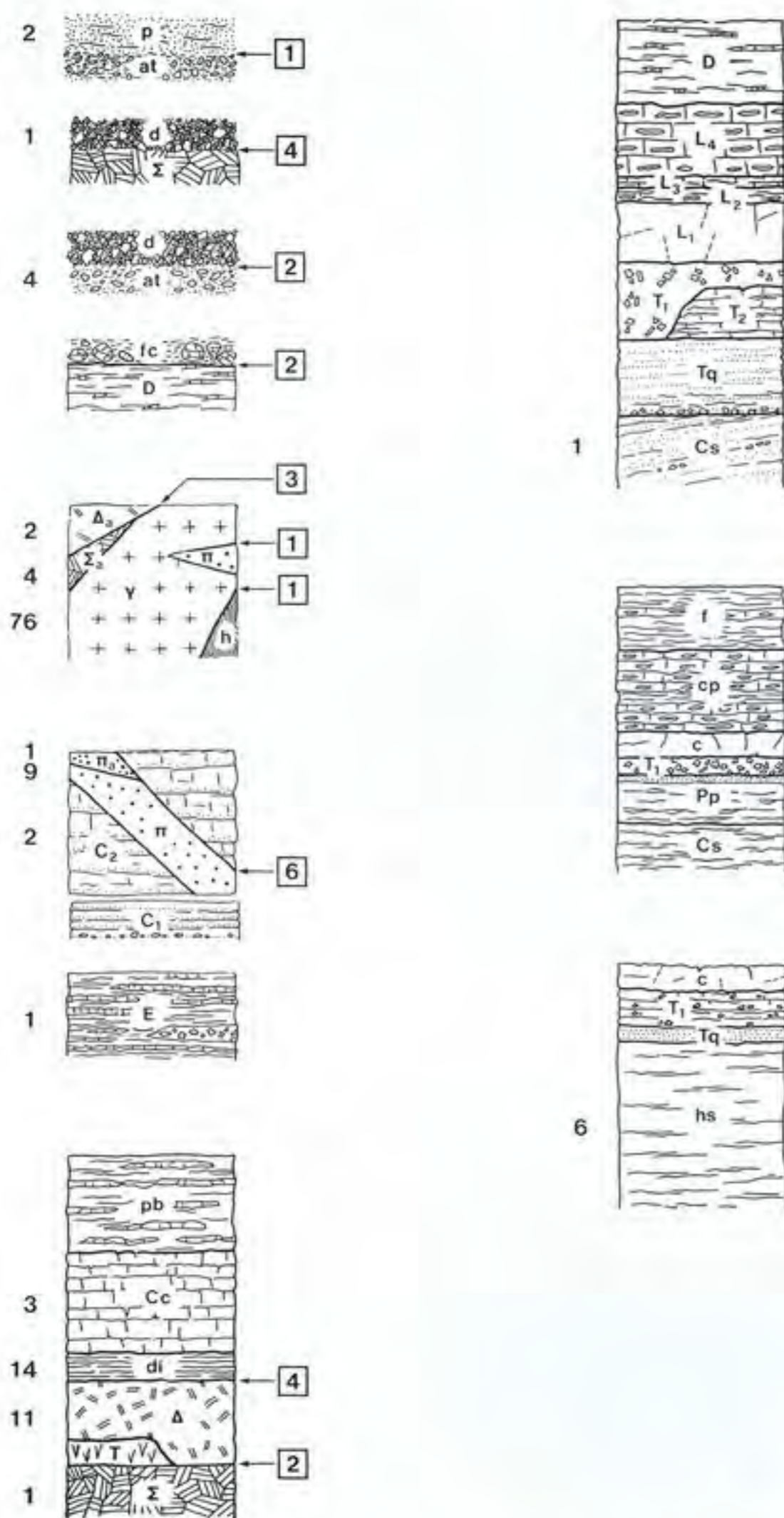


Fig. 31 - Distribuzione stratigrafica delle sorgenti. Il numero sulla sinistra della colonna stratigrafica indica le sorgenti emergenti nelle formazioni, quello sulla destra, entro il quadrato, le sorgenti al contatto. Per i simboli delle unità geologiche vedi la tav. 6.

Sempre ai fini di una valutazione della permeabilità delle formazioni geologiche va osservato poi che l'importanza della circolazione idrica all'interno delle rocce è testimoniata in modo più fedele dalla quantità di acqua che emerge da ciascuna formazione piuttosto che dal numero delle sorgenti presenti. Infatti le rocce con buona permeabilità, particolarmente quelle carsificate, permettono una maggiore gerarchizzazione della circolazione idrica nel loro interno, con il risultato di avere poche sorgenti ma spesso di portata consistente.

Per questo motivo sono state calcolate anche le portate specifiche delle varie formazioni; ovvero la somma delle portate medie di tutte le sorgenti di ogni formazione è stata divisa per la superficie di affioramento.

Vediamo allora che, mentre i Diaspri ed i Basalti mantengono i più alti valori (0,98 e 0,58 l/sec · kmq), nella Granodiorite risulta una portata specifica bassa (0,45 l/sec · kmq) rispetto alla densità delle sue sorgenti. Così i Calcari a Calpionelle, pur avendo una bassa densità di sorgenti, hanno una portata specifica superiore, anche se di poco, alla Granodiorite.

Possiamo notare, inoltre, i valori che risultano per le Serpentiniti, che hanno una densità superficiale di poco inferiore a quella media ma una portata specifica molto bassa (0,12 l/sec · kmq). Addirittura insignificante risulta la portata specifica delle sorgenti che emergono dalle rocce porfiriche e dal Flysch cretaceo (0,04 l/sec · kmq).

Per quanto riguarda le rocce a permeabilità primaria, gli accumuli di frana costituiscono una unità con altissima portata specifica (1,64 l/sec · kmq). Invece le sorgenti legate alla circolazione nelle coperture di detrito hanno una portata specifica non molto alta. Il loro numero, e quindi la loro portata media, tuttavia, è sicuramente superiore se teniamo conto delle sorgenti attribuite alla Granodiorite ma che sono in effetti associate alle falde di detrito, prodotto di degradazione della roccia stessa.

Da questa analisi delle sorgenti risulta quindi che le formazioni geologiche più importanti, non solo per la densità delle sorgenti ma soprattutto per la circolazione d'acqua a loro associata, sono nell'ordine i Diaspri, i Basalti, i Calcari a Calpionelle e la Granodiorite.

Naturalmente i risultati di questo confronto sorgenti-formazioni non possono essere presi come validi in assoluto per il valore della infiltrazione e quindi per la permeabilità delle rocce. Ciò non solo perché il numero delle sorgenti non è abba-

stanza alto da consentire una valutazione statisticamente valida, ma anche perché altri elementi sono in gioco a determinare sia il numero delle sorgenti che la loro portata. Possiamo citare l'altezza delle precipitazioni, la pendenza dei versanti, la copertura vegetale, la fratturazione delle rocce, l'assetto strutturale e le caratteristiche di permeabilità delle rocce confinanti. Ad esempio, si può notare che le sorgenti sono del tutto assenti nella serie calcarea del Complesso III, nella quale il Calcarea cavernoso e le unità liassiche hanno certamente una buona permeabilità. Ciò è dovuto probabilmente non tanto e non solo alla ridotta estensione degli affioramenti, quanto all'assetto strutturale: il Calcarea cavernoso affiora nella parte orientale dell'Elba in una stretta fascia con assetto di monoclinale che favorisce l'infiltrazione profonda delle acque a vantaggio di altre formazioni geologiche; per le formazioni liassiche della zona del Cavo manca un livello impermeabile che impedisca la dispersione in mare delle acque circolanti nei calcari.

Nonostante tutte queste limitazioni, tuttavia, la distribuzione delle sorgenti è risultato un elemento utile per la valutazione qualitativa delle permeabilità delle formazioni geologiche che ci eravamo proposti. Oltre a confermare la valutazione generale su alcune formazioni ha permesso in particolare di mettere in evidenza l'importanza idrogeologica dei Diaspri.

7.3 Caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche

Per una descrizione dettagliata delle caratteristiche petrografiche delle varie unità geologiche presenti nell'Isola d'Elba si rimanda ai vari studi riportati in bibliografia. Qui mettiamo in evidenza solo le caratteristiche tessiturali e strutturali importanti per la porosità e la permeabilità delle rocce.

Occorre innanzitutto distinguere le formazioni composte da rocce a porosità primaria, cioè quella degli interstizi formati fra i granuli all'atto della sedimentazione, dalle rocce nelle quali la porosità efficace al fine della circolazione dell'acqua è legata a discontinuità post-sedimentarie: giunti di strato, diaclasi di ritiro, fratture di origine tettonica, canali di dissoluzione.

7.3.1 I sedimenti inconsolidati

Le dune costiere (e) e i depositi delle spiagge attuali (ds) hanno la maggiore porosità efficace interstiziale per effetto della buona classazione granulometrica.

I depositi alluvionali sono distinti in antichi (at) e recenti (al) e si differenziano litologicamente soprattutto in base alla loro cementazione; infatti i primi sono più o meno cementati mentre i secondi sono generalmente sciolti.

I depositi alluvionali hanno composizione granulometrica diversa nelle singole pianure, essenzialmente in relazione alla natura delle rocce madri circostanti. Così, se nella piana dello Schiopparello, dove affiorano le rocce ofiolitiche e del Flysch cretaceo, troviamo sedimenti costituiti quasi interamente da limi con argilla, nell'area di Marina di Campo, circondata per lo più dalla Granodiorite, prevale la sabbia.

La permeabilità dei depositi alluvionali varia in funzione della percentuale di materiale argilloso-limoso e del grado di cementazione, pur restando mediamente bassa. Si deve però osservare che ghiaie con discreta permeabilità si trovano in qualche zona intercalate ai depositi prevalentemente limosi e, specialmente, alla loro base.

I depositi di sabbia eolica (p) sono formati da clasti di dimensioni inferiori ai 2 mm, generalmente ben classati. La porosità e la permeabilità dipendono essenzialmente dal grado di cementazione, che in qualche punto dà origine alla «panchina».

Per quanto riguarda gli accumuli detritici (d) e le discariche minerarie (dm), piuttosto diffusi nell'Elba, la loro permeabilità varia in funzione della diversa granulometria e percentuale di matrice fine, che dipendono dalla natura delle rocce madri. In genere l'elevata porosità dei detriti comporta anche una discreta permeabilità.

Migliori, comunque, sono le caratteristiche degli accumuli di frana (fc) provenienti dai Calcari a Calpionelle (Cc) e dai Diaspri (di) perché questi litotipi danno pochissima matrice fine.

7.3.2 Le formazioni litoidi

Considerato il gran numero di formazioni geologiche costituite da rocce consolidate, non si è ritenuta opportuna una descrizione litologica di tutte, anche perché alcune unità affiorano in aree molto piccole e rivestono scarsissima importanza nel quadro idrogeologico dell'Elba. Ci si limita quindi a prendere in considerazione qui le formazioni geologiche più diffuse o più importanti dal punto di vista idrogeologico, avvertendo che una indicazione di permeabilità di ognuna si trova comunque nella classificazione del paragrafo 7.5 e nella Carta Idrogeologica (tav. 6).

I più alti valori di permeabilità per porosità secondaria si riscontrano generalmente nelle rocce carbonatiche, ed in particolare in quelle costituite esclusivamente da calcari. In queste la corrosione operata dalle acque che circolano nelle discontinuità di varia origine (giunti di strato, diaclasi di ritiro, fratture legate alla tettonica) tende ad allargarle, talora fino a formare dei canali di tipo carsico. Le impurità dei calcari e gli interstrati argillitici o marnosi riducono notevolmente la permeabilità perché i residui insolubili occludono le fratture.

Il Calcare massiccio (L_1) ed i Marmi (c) sono costituiti da carbonato di calcio quasi puro e, se fratturati, presentano anche fenomeni carsici. Da alcune stratigrafie, relative a sondaggi esplorativi eseguiti dalla Soc. Montecatini, risulta infatti che i Marmi sono interessati da cavità di dissoluzione che raggiungono anche 7 metri di diametro.

La serie liassica del Complesso III comprende, oltre al Calcare massiccio, i Calcari selciferi scuri (L_2), i Calcari rosei nodulari (L_3) e i Calcari selciferi chiari (L_4). La circolazione dell'acqua in queste formazioni può avvenire sia nei giunti di strato che nelle fratture, ma il tenore di silice o argilla rende i calcari meno solubili.

I Calcari a Calpionelle del Complesso IV sono ben stratificati e piuttosto puri. Fra strato e strato sono talora presenti alcuni centimetri di marne o argilliti che limitano la circolazione verticale delle acque. Ciò nonostante, le discontinuità (giunti di strato e fratture) conferiscono alla roccia una buona permeabilità, aumentata localmente dai fenomeni di carsificazione. Un sondaggio effettuato dalla Soc. Montecatini nell'Elba orientale ha incontrato in questa formazione, alla profondità di 236 m, vuoti di dissoluzione che raggiungono anche i due metri.

Il Calcare cavernoso dei Complessi II e III (T_1) è costituito da calcare dolomitici, cavernosi e a cellette per effetto della frantumazione conseguente alla dissoluzione degli strati anidritici. L'elevata porosità di questa breccia di collasso ne fa un acquifero molto permeabile.

Il Consorzio dei Comuni per gli Acquedotti Elbani ha eseguito una serie di pozzi nella zona di Rio Marina, che attraversano la Formazione evaporitica. Il Calcare cavernoso è stato incontrato fino alla profondità di circa 130 m. Esclusi i primi 10 metri, in cui la roccia è notevolmente alterata e ricca di intercalazioni argillose, la formazione è risultata un buon acquifero: i pozzi hanno portate di circa 14 litri/sec.

Minore risulta la permeabilità dell'unità T_1 , stratigraficamente equivalente, del Complesso I; essa è costituita da dolomie e

calcari dolomitici, solo in alcuni punti a cellette, con scisti filladici alla base.

I Calcari a *Rhaetavicula contorta* (T_2) hanno permeabilità non alta per effetto delle frequenti intercalazioni marnose.

Nel Complesso ofiolitico due unità, i Basalti (Δ e Δ_a) e i Diaspri (di) hanno buone caratteristiche di permeabilità. I primi, che presentano una struttura massiccia o a pillows, sono attraversati da un fitto reticolo di diaclasi da raffreddamento e piccole faglie che consentono una buona circolazione idrica. I Diaspri, che nell'Isola d'Elba raggiungono uno spessore notevole, circa 150 m, sono sottilmente stratificati e fittamente fratturati; questo permette una circolazione diffusa dell'acqua, come risulta anche dalla distribuzione e portata delle sorgenti (7.2).

Le Serpentiniti (Σ , Σ_a e Σ_o) ed i Gabbri (Γ e Γ_a) sono interessati da frequenti fratturazioni, che però solo nella parte più superficiale, fino a 30-40 metri di profondità, risultano aperte; al di sotto il carico della roccia e i prodotti di alterazione chimica tendono a chiuderle.

Per quanto riguarda le formazioni a prevalente componente arenacea, abbiamo il Verrucano (T_q), costituito da arenarie e conglomerati quarzitici, scisti quarzitici e filladi, e la facies C₁ del Flysch cretaceo, con arenarie quarzoso-feldspatiche spesso grossolane, passanti a conglomerati.

Queste due unità hanno un comportamento idrogeologico simile perché hanno porosità primaria molto bassa e sono poco solubili; la circolazione dell'acqua è quindi limitata alle discontinuità di origine tettonica, in genere poco frequenti.

Rocce scistoso-arenacee si trovano nelle formazioni basali dei Complessi I, II e III e rappresentano il corrispondente metamorfico di rocce sedimentarie quarzoso-arenacee più o meno ricche in argilla.

Alla base del Complesso I troviamo gli Scisti cornubianitici quarzoso-biotitici con notevoli intercalazioni quarzitiche (hs).

Numerosi sono i piani di scorrimento, in corrispondenza dei quali si trovano talvolta livelli di miloniti e ultramiloniti.

Nel Complesso II abbiamo alla base gli Scisti arenacei con argilliti (Cs) più o meno metamorfici. Sopra si trovano i Porfiroidi e scisti porfirici (Pp) passanti in alto a quarziti e scisti quarzitici.

Nel Complesso III si trovano le Arenarie quarzifere (Cs) con scisti arenacei e talora letti di scisti carboniosi.

Tutte le rocce scistoso-arenacee hanno subito un metamorfismo termico e/o dinamico di vario grado ed hanno una porosità primaria quasi nulla. La circolazione idrica è limitata

alle discontinuità di origine tettonica dei livelli quarzatici ed è assai scarsa perché questi si trovano all'interno di una successione prevalentemente scistosa. La formazione di minerali argillosi di alterazione, frequenti particolarmente nei Porfiroidi, è un altro elemento sfavorevole alla permeabilità di queste rocce.

Nella parte centrale dell'Isola d'Elba sono diffuse le unità flioscoidi del Complesso V.

Il Flysch paleocenico (E) è costituito da argilliti e marne sottilmente stratificate con alternati calcari, calcari marnosi, calcareniti e arenarie. La prevalenza di termini plastici rende l'unità quasi impermeabile.

Il Flysch cretaceo presenta, oltre la facies arenacea C₁ di cui si è già detto, una più diffusa successione costituita da calcari marnosi a base calcarenitica, arenarie calcarifere, marne e argilliti siltose (C₂). La litologia suggerisce una permeabilità medio bassa, quale quella riscontrata in analoghe unità della coltre alloctona delle Liguridi in Toscana.

Nell'area di Marina di Campo sono stati scavati numerosi pozzi nel Flysch calcareo-marnoso (C₂). La maggior parte di questi è risultata sterile; solo in corrispondenza di qualche frattura i pozzi hanno prodotto una certa quantità d'acqua.

Vediamo ora le formazioni geologiche a prevalente componente argillitica.

Nel Complesso IV sono presenti le Argilliti a «palombini» (pb). Sono argilliti siltose intercalate con calcari silicei e, in minor misura, con arenarie.

Del Complesso III fanno parte le Marne a *Posidonia alpina* (D). È costituita da argilliti marnose finemente stratificate, con scarsi livelli di calcari verso la parte alta.

Le Filladi calcarifere (f) del Complesso II hanno aspetto variabile a seconda della composizione originaria più o meno marnosa e del metamorfismo più o meno intenso. Vi si trovano banchi e lenti di calcescisti che corrispondono agli strati calcareo-marnosi a *Posidonia alpina* della Serie Toscana.

La permeabilità di queste formazioni è molto bassa, quasi nulla all'atto pratico. Leggermente migliore nelle Filladi calcarifere, che per la loro maggiore rigidità possono presentare una certa fratturazione.

Per quanto riguarda le rocce magmatiche, la Granodiorite del M. Capanne (γ) ha una importanza che le deriva dalla sua estesa area di affioramento. Essa risulta interessata da numerosissime diaclasi di raffreddamento e da profonde fratture, sia radiali che tangenziali.

Alcune fratture sono riempite da filoni aplitici e, più raramente, da filoni granitici e granodioritici di dimensioni maggiori.

La circolazione dell'acqua nelle fratture è ostacolata dai depositi argillosi che costituiscono il prodotto di alterazione chimica della roccia.

Il prodotto dell'alterazione meccanica è invece rappresentato dai «sabbioni», la cui granulometria dipende dalla grana della roccia madre. Come si è visto, questi sabbioni costituiscono il serbatoio di molte sorgenti del M. Capanne. Anche in questi accumuli detritici, però, al procedere della alterazione del feldspato potassico aumenta la quantità dei minerali argillosi e diminuisce la permeabilità.

La Quarzomonzonite di Fosso Mar dei Carpisi (μq) è simile alla Granodiorite del M. Capanne ed ha le stesse caratteristiche idrogeologiche, ma, data la limitata estensione, riveste scarsa importanza pratica.

I Porfidi (π) e l'Aplite porfirica (eurite) (πa), presenti in filoni incassati nella Granodiorite del M. Capanne e nel Flysch del Complesso V o in ammasso a Marciana, hanno bassa porosità e permeabilità assai ridotta, anche per il maggior grado di argillificazione dovuto all'alterazione chimica.

7.4 - La carta delle fratture

L'analisi stereoscopica delle foto aeree permette l'individuazione di tutti quegli elementi morfologici che si presentano pressoché lineari e che corrispondono per la maggior parte a faglie e fratture. Confrontando le lineazioni con la carta geologica è possibile eliminare quegli elementi lineari dovuti a contatti geologici o a testate di strato.

Il campo totale delle fratture (fig. 32) è stato ottenuto attraverso l'analisi delle foto aeree di due diversi voli: una serie è stata ripresa da quota 5.500 m (Rossi, 1980), l'altra da 2.000 metri (E.I.R.A., 1975).

La prima serie ha una scala 1:33.000 circa e consente una visione del rilievo piuttosto ampia; di conseguenza ha permesso di seguire e annotare le lineazioni di dimensioni maggiori, corrispondenti alle faglie più importanti. Con la seconda serie, a scala 1:13.000 circa, è stato possibile osservare gli elementi di dettaglio e quindi le discontinuità tettoniche di dimensioni più ridotte.

Dalla carta delle lineazioni è stata poi ottenuta quella con la densità delle fratture (fig. 33): in base al numero delle lineazio-

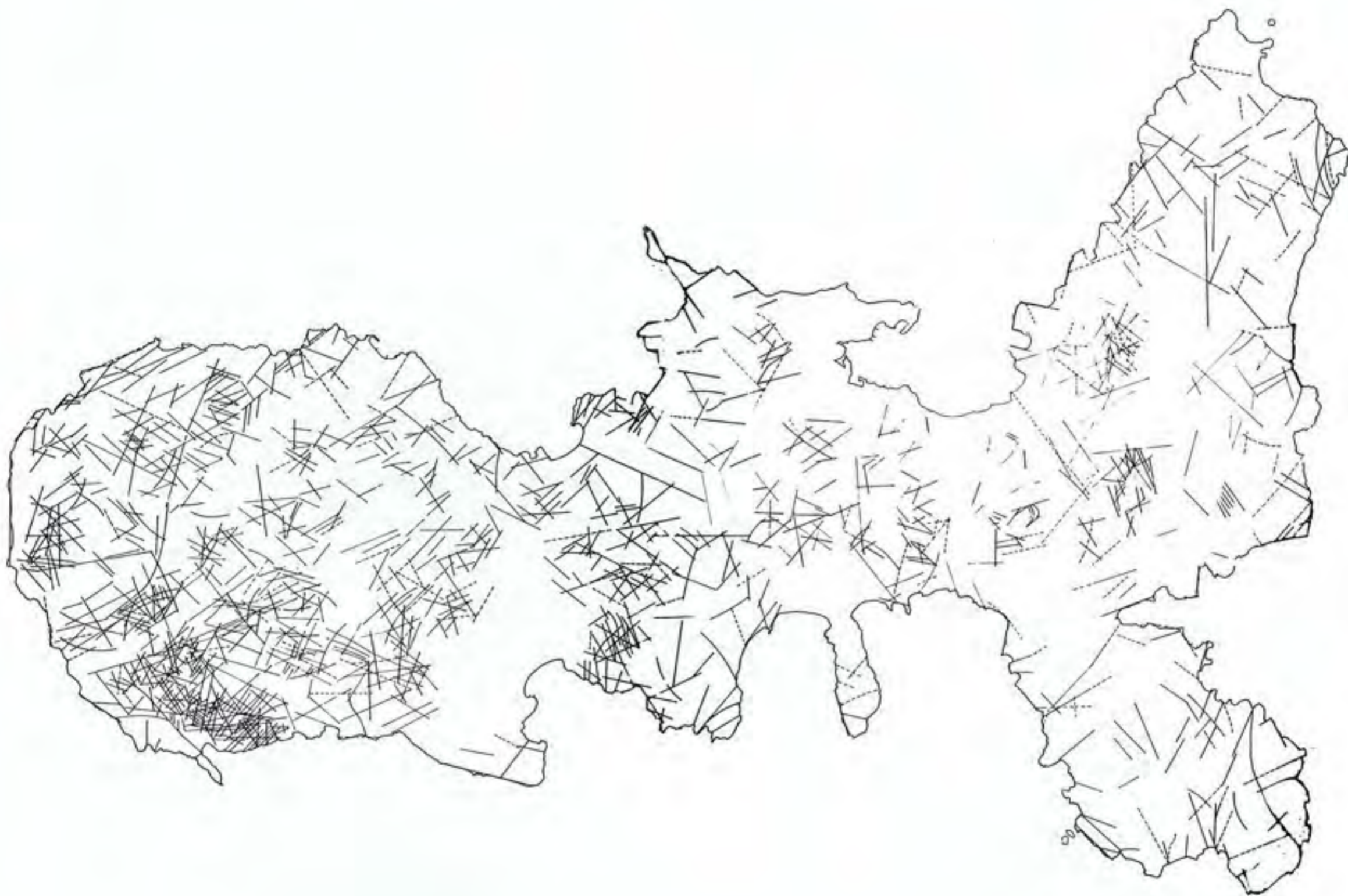


Fig. 32 - Lineazioni (faglie e fratture) da fotointerpretazione.

ni presenti in 1 cm², pari a 0,652 Km², sono state distinte 10 classi di densità crescente.

Dall'esame della carta risultano tre aree con densità di fratture nettamente maggiore: tutta l'area di affioramento della Granodiorite, e in particolare la parte meridionale del M. Capanne, la parte centrale dell'Isola, dove ci sono le rocce porfiriche, e la parte nord-orientale, in corrispondenza dei due affioramenti dei Diaspri.

Da un punto di vista più generale possiamo notare una cor-

rispondenza diretta fra la densità delle fratture e l'acclività del rilievo. In parte questo può dipendere dal fatto che nelle aree a minore acclività la maggiore copertura vegetale e lo spessore del suolo nascondono meglio le fratture. D'altra parte il legame acclività-densità di fratturazione non è casuale perché entrambi questi elementi sono legati alla rigidità delle rocce. Ad esempio, l'alta fratturazione e la morfologia accidentata che presentano gli affioramenti dei Diaspri conseguono tutte e due dal comportamento rigido di questa roccia.

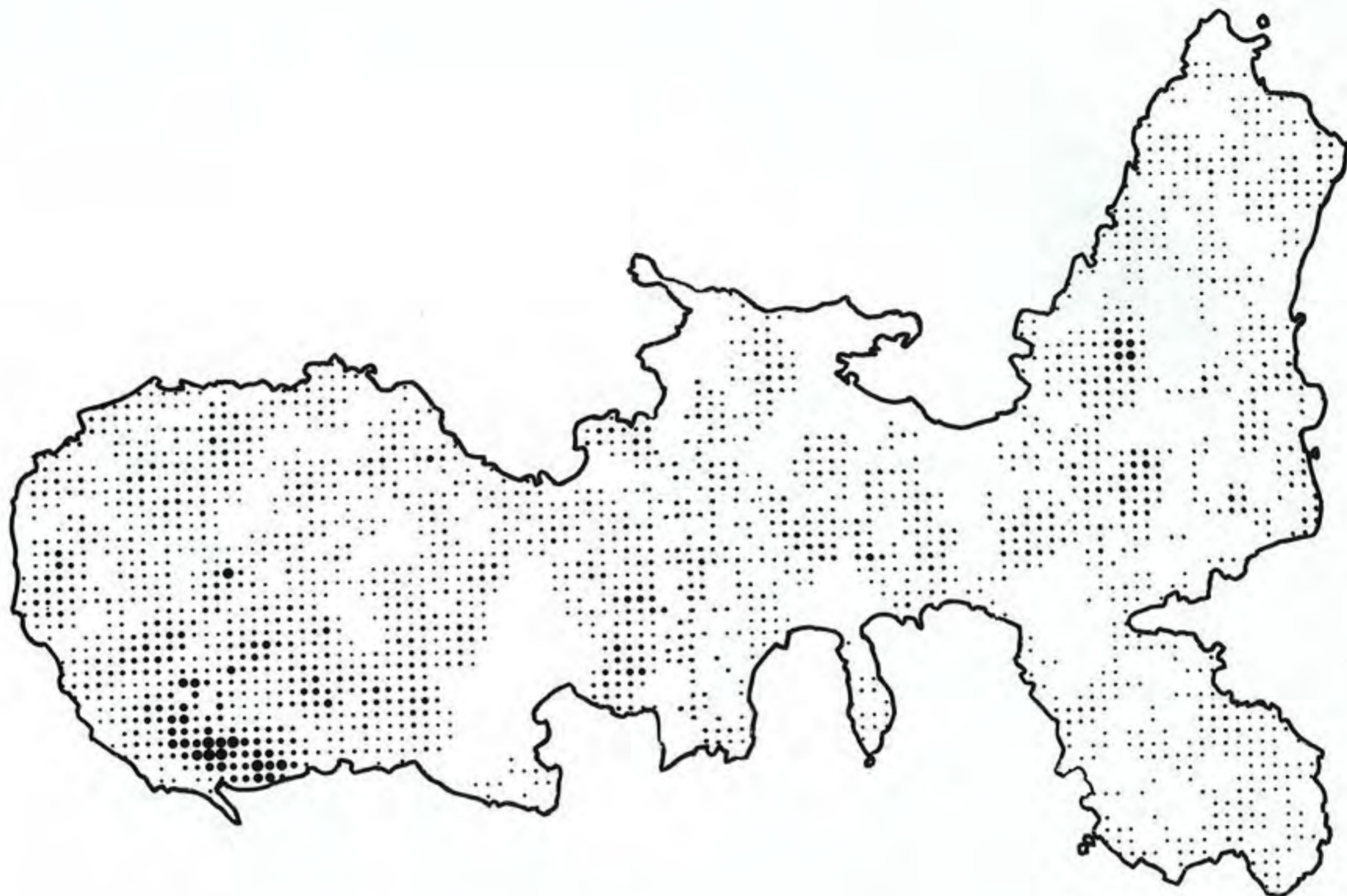


Fig. 33 - Densità delle lineazioni. Il diametro dei pallini è proporzionale al numero di lineazioni per 0,625 km².

7.5 Le classi di permeabilità

Le caratteristiche idrogeologiche, derivate dagli elementi esaminati nei paragrafi precedenti, permettono di valutare in termini qualitativi la permeabilità delle rocce affioranti nell'Isola d'Elba (tav. 6).

Per i sedimenti inconsolidati sono state fatte solo quattro classi, sulla base della granulometria media, del grado di classificazione granulometrica, della maggiore o minore cementazione; si è anche tenuto conto dei dati relativi ai pozzi delle sei pianure studiate in dettaglio, cioè le portate e le poche misure di permeabilità.

In ordine di permeabilità media decrescente abbiamo:

- 1 - dune costiere (e) e depositi delle spiagge attuali (ds)
- 2 - detriti (d), discariche minerarie (dm), accumuli di frane (fc), depositi di sabbia eolici (p)
- 3 - depositi alluvionali recenti (al)
- 4 - depositi alluvionali antichi (at)

Per le sei pianure studiate (Marina di Campo, Portoferraio, lo Schiopparello, Mola, Porto Azzurro e Barbarossa), il rilievo geologico al 10.000 ha in realtà permesso una distinzione dei sedimenti alluvionali (figg. 21, 26, 27, 28 e 29), da cui si può dedurre una ulteriore classificazione di permeabilità: a mag-

giore percentuale di limo e argilla corrisponde ovviamente una minore permeabilità. Questa distinzione non è stata fatta nella tav. 6 per un criterio di omogeneità: infatti il rilievo geologico di dettaglio non è stato fatto per tutte le piane dell'Isola.

Sempre per quanto riguarda le piane alluvionali c'è da dire che differenze notevoli di permeabilità si hanno nel sottosuolo in relazione alla presenza o meno di ghiaie, generalmente legate ai percorsi di paleoalvei.

Per quanto riguarda le formazioni geologiche litoidi è stata fatta una prima classificazione tenendo conto delle osservazioni litologiche (7.3), delle indicazioni fornite dalle sorgenti (7.2) e, per quanto l'estensione degli affioramenti ha consentito, della densità del drenaggio superficiale (7.1).

Una ulteriore divisione è stata fatta in base alla densità delle faglie e fratture rilevate dalle foto aeree (7.4).

Le suddivisioni così ottenute erano però troppe, tanto da richiedere la stampa della Carta Idrogeologica con molti colori e quindi con un costo elevato. Per questo le classi di permeabilità sono state ridotte a 10, raggruppando sia formazioni con caratteristiche idrogeologiche simili, sia formazioni con caratteristiche diverse che, per effetto della diversa densità di fratturazione, si è ritenuto avere più o meno la stessa permeabilità.

A tal fine si è tenuto conto del fatto che le faglie e le fratture non hanno lo stesso effetto, ai fini della permeabilità, in tutte le rocce. Ad esempio, la circolazione idrica nei Calcari cavernosi avviene in massima parte nei vuoti di dissoluzione e di collasso della roccia e quindi è solo in minima parte favorita dalle fratture tettoniche. Nelle formazioni prevalentemente argillitiche le fratture vengono richiuse dall'argilla e non aumentano apprezzabilmente la permeabilità. Per questo nelle Marne a *Posidonia* (D) e nelle Argilliti a «palombini» (pb) non sono state fatte suddivisioni in base alla densità delle fratture.

Le 10 classi, a permeabilità decrescente, sono le seguenti.

| Formazioni geologiche | lineazioni per 0,625 Km ² |
|---|---|
| A - Calcari dolomitici cavernosi e a cellette, nel Complesso III; termometamorfici nel Complesso II (Formazione evaporitica, Norico-Retico): T ₁ | 3 - 6 |

| | |
|---|-------|
| B - Calcari dolomitici, cavernosi e a cellette nel Complesso II (Formazione evaporitica, Norico-Retico): T ₁ | 0 - 2 |
| - Marmi, massicci nel Complesso II (Lias inf.): c | 3 - 6 |
| - Calcari a Calpionelle: calcari compatti con sottili intercalazioni di marne e argilliti (Tironico-Berriasiano): Cc | 3 - 6 |
| - Marmi derivati per termometamorfismo da Calcari a Calpionelle: mCc | 3 - 6 |
| - Diaspri calcarei: radiolariti con tenore di carbonato di calcio crescente verso l'alto della serie (Malm): di | 7 - 8 |
| C - Marmi, massicci nel Complesso II (Lias inf.): c | 0 - 2 |
| - Calcari a Calpionelle: calcari compatti con sottili intercalazioni di marne e argilliti (Tironico-Berriasiano): Cc | 0 - 2 |
| - Marmi derivati per termometamorfismo da Calcari a Calpionelle: mCc | 0 - 2 |
| - Calcare massiccio (Lias inf.): L ₁ | 0 - 2 |
| - Diaspri calcarei: radiolariti con tenore di carbonato di calcio crescente verso l'alto della serie (Malm): di | 3 - 6 |
| - Dolomie e calcari dolomitici termometamorfici, localmente a cellette, con scisti filladici alla base, del Complesso I (Norico-Retico): T ₁ | 3 - 6 |
| - Basalti massicci o in pillows: Δ | 7 - 8 |
| D - Diaspri calcarei: radiolariti con tenore di carbonato di calcio crescente verso l'alto della serie (Malm): di | 0 - 2 |
| - Dolomie e calcari dolomitici termometamorfici, localmente a cellette, con scisti filladici alla base, del Complesso I (Norico-Retico): T ₁ | 0 - 2 |
| - Basalti massicci o in pillows, in alcune aree trasformati per termometamorfismo in Anfiboliti: Δ, Δ _a | 3 - 6 |
| - Calcari a <i>Rhaetavicula contorta</i> : calcari con interstrati di marne (Norico?-Retico): T ₂ | 3 - 6 |
| - Calcari rosei nodulari (Lias inf.-medio): L ₃ | 3 - 6 |
| - Calcari selciferi chiari (Lias sup.): L ₄ | 3 - 6 |

| | | | |
|--|--------|---|-------|
| E - Basalti massicci o in pillows, in alcune aree trasformati per termometamorfismo in Anfiboliti: Δ, Δ_a | 0 - 2 | - Quarzomonzonite di Fosso Mar dei Carpisi: μq | 0 - 2 |
| - Calcari a <i>Rhaetavicula contorta</i> : calcari con interstrati di marne (Norico?-Retico): T_2 | 0 - 2 | - Cornubianiti, marmi e scisti derivati da termometamorfismo delle Argilliti a «palombini»: mpb | 3 - 6 |
| - Calcari selciferi scuri (Lias inf.-medio): L_2 | 0 - 2 | - Filladi calcarifere con lenti di calcescisti (Dogger): f | 3 - 6 |
| - Calcari rosei nodulari (Lias inf.-medio): L_3 | 0 - 2 | - Porfidi granodioritici o granitici: π | 3 - 6 |
| - Calcari selciferi chiari (Lias sup.): L_4 | 0 - 2 | - Aplite porfirica tormalinifera (eurite): πa | 3 - 6 |
| F - Anageniti, quarziti, scisti quarziferi e filladi quarzifere; metamorfici nel Complesso I (Gruppo del Verrucano, Ladinico sup.-Carnico): Tq | 3 - 6 | - Porfiroidi e scisti porfirici passanti in alto a quarziti (Permico-Trias sup.): Pp | 3 - 6 |
| - Skarn: silicati ferro-calciferi in ammassi: k | 3 - 7 | - Scisti cornubianitici con quarziti («Gneiss del Calamita» auct., Carbonifero-Trias): hs | 3 - 6 |
| - Granodiorite del M. Capanne: γ | 7 - 11 | - Cornubianiti e scisti derivati da termometamorfismo di argilliti e marne: h | 3 - 6 |
| G - Anageniti, quarziti, scisti quarziferi e filladi quarzifere; metamorfici nel Complesso I (Gruppo del Verrucano, Ladinico sup.-Carnico): Tq | 0 - 2 | - Gabbri con ammassi di Aplite gabbrica (Γ_a) nel Complesso IV; Anfiboliti (Γ_a) derivate da termometamorfismo di gabbri nell'area del M. Capanne: Γ, Γ_a | 3 - 6 |
| - Skarn: silicati ferro-calciferi in ammassi: k | 0 - 2 | - Serpentiniti, localmente termometamorfiche di minore (Σ_a) o maggiore (Σ_o) grado: $\Sigma, \Sigma_a, \Sigma_o$ | 3 - 6 |
| - Flysch cretaceo, facies arenacea: arenarie quarzoso-felspatiche con livelli conglomeratici (Cretaceo sup.): C_1 | 0 - 2 | - Breccie tettoniche: br | 3 - 6 |
| - Granodiorite del M. Capanne: γ | 3 - 6 | - Scisti arenacei e argilloscisti nel Complesso II. Arenarie quarzifere e scisti arenacei con livelli conglomeratici nel Complesso III (Carbonifero): Cs | 3 - 6 |
| - Cornubianiti calcitiche e marmi, con intercalazioni di scisti biotitici, derivati da termometamorfismo di calcari silicei, argilliti e marne: hc | 3 - 6 | I - Cornubianiti, marmi e scisti derivati da termometamorfismo delle Argilliti a «palombini»: mpb | 0 - 2 |
| - Flysch cretaceo, facies marnoso-calcareo: calcari marnosi e marne con argilliti siltose e arenarie calcarifere (Cretaceo sup.): C_2 | 3 - 6 | - Filladi calcarifere con lenti di calcescisti (Dogger): f | 0 - 2 |
| H - Granodiorite del M. Capanne: γ | 0 - 2 | - Porfidi granodioritici o granitici: π | 0 - 2 |
| - Cornubianiti calcitiche e marmi, con intercalazioni di scisti biotitici, derivati da termometamorfismo di calcari silicei, argilliti e marne: hc | 0 - 2 | - Aplite porfirica tormalinifera (eurite): πa | 0 - 2 |
| - Flysch cretaceo, facies marnoso-calcareo: calcari marnosi e marne con argilliti siltose e arenarie calcarifere (Cretaceo sup.): C_2 | 0 - 2 | - Porfiroidi e scisti porfirici passanti in alto a quarziti (Permico-Trias sup.): Pp | 0 - 2 |
| - Calcescisti e cipollini derivati per termometamorfismo da calcari marnosi e marne (Lias medio-sup?): cp | 0 - 2 | - Scisti cornubianitici con quarziti («Gneiss del Calamita» auct., Carbonifero-Trias): hs | 0 - 2 |
| | | - Cornubianiti e scisti derivati da termometamorfismo di argilliti e marne: h | 0 - 2 |
| | | - Gabbri con ammassi di Aplite gabbrica (Γ_a) nel Complesso IV; Anfiboliti (Γ_a) derivate da termometamorfismo di gabbri nell'area del M. Capanne: Γ, Γ_a | 0 - 2 |

| | |
|--|--------|
| - Serpentiniti, localmente termometamorfiche di minore (Σ_a) o maggiore (Σ_o) grado: Σ , Σ_a , Σ_o | 0 - 2 |
| - Breccie tettoniche: br | 0 - 2 |
| - Breccie ad elementi ofiolitici: b_1 | 0 - 2 |
| - Breccie ad elementi di flysch: b_2 | 0 - 2 |
| - Breccie ofiolitiche (olistostromi nel Flysch paleocenoico): bn | 0 - 2 |
| - Scisti arenacei e argilloscisti nel Complesso II. Arenarie quarzifere e scisti arenacei con livelli conglomeratici nel Complesso III (Carbonifero): Cs | 0 - 2 |
| - Flysch paleocenoico: argilliti e marne con strati di calcari, calcari marnosi e arenarie (Paleocene-Eocene): E | 1 - 4 |
| | |
| L - Flysch paleocenoico: argilliti e marne con strati di calcari, calcari marnosi e arenarie (Paleocene-Eocene): E | 0 |
| - Argilliti a «palombini»: argilliti siltose con calcari silicei (Cretaceo inf.-medio): pb | 0 - 11 |
| - Marne a <i>Posidonia alpina</i> : argilliti marnose con scarsi livelli calcarei nella parte alta (Dogger): D | 0 - 11 |
| - Argilliti siltose del Flysch cretaceo (Cretaceo sup.): s | 0 - 11 |

Come detto, la permeabilità media delle unità geologiche elencate decresce dalla prima all'ultima classe; in termini puramente qualitativi si va da permeabilità buona nella classe A a permeabilità praticamente nulla nella classe L. Gli scarti di permeabilità da una classe all'altra non sono della stessa entità; in particolare, lo stacco fra la classe E e la F appare più netto, tanto da averci suggerito una divisione in due blocchi di 5 classi ciascuno nella legenda della tav. 6: il primo comprende unità geologiche potenzialmente acquifere, il secondo unità acquitarde e acquifughe.

Le 10 classi di permeabilità non sono confrontabili, nemmeno in termini qualitativi, con le 4 classi in cui sono state distinte le formazioni geologiche a porosità primaria.

Anche con i limiti del metodo di classificazione usata, nel quale la valutazione soggettiva ha avuto un ruolo non secondario, il quadro generale che risulta dalla tav. 6 è certamente

significativo ed utile da un punto di vista applicativo, in quanto le aree con rocce più permeabili sono ben evidenziate, così come quelle in cui la permeabilità è troppo bassa per giustificare una ricerca di acqua di sottosuolo, ma che possono essere idonee per l'ubicazione di bacini artificiali dal punto di vista della tenuta degli invasi.

Naturalmente la carta delle permeabilità può fornire solo indicazioni di massima per la ricerca idrica di sottosuolo, in quanto la buona permeabilità delle rocce di un'area deve essere accompagnata da una situazione strutturale favorevole e da una buona alimentazione degli acquiferi di sottosuolo. Questi elementi e la migliore ubicazione di eventuali pozzi possono essere stabiliti solo con indagini geologiche di dettaglio.

8 - DISPONIBILITÀ IDROPOTABILI DELL'ELBA E PROSPETTIVE DI INCREMENTO

Si è già detto in premessa che la situazione dell'Isola d'Elba è notevolmente deficitaria per quanto riguarda le disponibilità idriche degli acquedotti comunali.

I dati forniti dal Consorzio per gli Acquedotti Elbani indicano una potenzialità totale degli impianti (pozzi e sorgenti) di circa 140 litri al secondo. Considerando i circa 28.000 residenti, la dotazione è di 432 litri/giorno per abitante. Questa dotazione è solo teorica in quanto presuppone la piena utilizzazione di tutti gli impianti e non tiene conto delle perdite nelle reti di distribuzione. C'è poi da considerare che l'Elba è servita da vari acquedotti, indipendenti fra loro, ciascuno dei quali serve un diverso comprensorio. Da ciò deriva una distribuzione di acqua potabile non uniforme; per cui, mentre la dotazione idrica di Rio Marina è più che sufficiente per i consumi della zona, gli acquedotti di Marina di Campo e di Mola-Porto Azzurro sono ampiamente deficitari.

La situazione si aggrava drammaticamente in estate, quando il forte aumento delle persone presenti e la riduzione delle portate, sia dei pozzi che delle sorgenti, riducono la dotazione pro-capite a valori molto bassi, dell'ordine di 100 litri/giorno. In estate, inoltre, aumenta la salinità dell'acqua emunta dai pozzi comunali situati in alcune piane costiere e questo, di fatto, riduce ulteriormente la disponibilità idrica per uso potabile.

La soluzione del problema idrico è essenziale per non compromettere la maggiore risorsa dell'Isola, il turismo.

Il problema ha in realtà due aspetti: uno è la forte necessità di aumentare la disponibilità idrica, particolarmente in estate; l'altro è quello del degrado della qualità delle falde nelle pianure costiere, dalle quali proviene la maggiore quantità dell'acqua attualmente distribuita. Se l'intrusione di acqua marina nelle falde continuerà, le già scarse risorse si ridurranno ulteriormente.

L'acquedotto sottomarino potrà risolvere gran parte del problema. Sarebbe però sbagliato, a nostro avviso, puntare tutto su questa soluzione, sia perché, come già detto, esistono perplessità sulla reale disponibilità dell'acqua da trasportare, sia perché soluzioni locali possono essere più vantaggiose, almeno per alcune aree dell'Elba.

Sulla base dei dati raccolti in questo studio possiamo fare alcune considerazioni sulle risorse dell'Elba e suggerire alcune possibili linee di intervento per la salvaguardia di quelle attualmente sfruttate e per il reperimento di nuove risorse.

8.1 Le sorgenti

Nell'Isola d'Elba non ci sono sorgenti importanti; ciò dipende non tanto dalla scarsità delle piogge quanto dalla situazione geologica sfavorevole. Gli affioramenti di rocce permeabili sono scarsi e consentono solo una modesta infiltrazione (vedi cap. 5). Inoltre l'estrema frammentarietà dei complessi geologici impedisce l'accumulo delle acque di sottosuolo e la concentrazione delle emergenze.

Abbiamo visto che le sorgenti forniscono circa il 20% dell'acqua utilizzata dagli acquedotti comunali. Dal censimento e dalle misure di portata eseguite risulta chiaro che dalle sorgenti si può avere solo un incremento modesto. Infatti quasi tutte le sorgenti maggiori sono captate; solo quelle del Fosso dei Malocci (Marina di Campo) hanno una portata tale da giustificare l'utilizzo per un acquedotto pubblico.

Un certo incremento di acqua si può avere con il ripristino e il miglioramento delle opere di presa di alcune sorgenti già sfruttate.

Entrambi i suggerimenti (sfruttamento delle sorgenti del Fosso dei Malocci e lavori alle sorgenti sfruttate) vanno confrontate con le situazioni locali degli acquedotti: occorre cioè fare il bilancio fra il costo dei lavori necessari ed i benefici che gli incrementi di portata possono arrecare alle località interessate al loro utilizzo.

8.2 Le falde idriche delle pianure costiere

Lo studio eseguito su sei pianure dell'Isola d'Elba, quelle di Marina di Campo, Portoferraio, lo Schiopparello, Mola, Porto Azzurro e Barbarossa, permette le seguenti conclusioni.

Gli acquiferi sono rappresentati da strati di ghiaia e di sabbia compresi in sedimenti alluvionali prevalentemente limosi. Un livello di ghiaie si trova generalmente appoggiato sul substrato roccioso, il cui tetto è al di sotto del livello marino in gran parte delle pianure.

La trasmissività degli acquiferi è piuttosto bassa, dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-5} m²/sec, sia per la granulometria dei sedimenti che per il ridotto spessore.

Gli acquiferi migliori sono quelli delle pianure più grandi: Marina di Campo, Portoferraio, Mola. La migliore permeabilità, però, favorisce qui l'ingressione dell'acqua marina in seguito alla depressione del livello piezometrico causata dagli emungimenti: la salinità dell'acqua è risultata alta nelle zone costiere di Marina di Campo e di Portoferraio. Nella piana di Mola il massimo di salinità coincide con l'area di maggior pompaggio, al centro della valle. Altri massimi di salinità si trovano nelle prime due pianure anche ad alcuni chilometri dalla costa; in questi casi è probabile che la via di intrusione dell'acqua marina sia rappresentata dalle fratture nel substrato piuttosto che dai sedimenti alluvionali.

La qualità dell'acqua è migliore nella piana dello Schiopparello e decisamente buona nelle piccole valli di Porto Azzurro e Barbarossa, almeno in riferimento al contenuto di cloruro di sodio. In queste aree la minore permeabilità dei sedimenti ed i minori pompaggi rendono trascurabile l'ingressione dell'acqua salata.

Le pianure costiere di Lacona e di Marciana Marina, le uniche pianure alluvionali di una certa importanza non studiate in dettaglio, presentano problemi simili a quelle analizzate. In particolare, nella prima si trovano sedimenti a bassa permeabilità, tanto da rendere sconsigliabile l'esecuzione di pozzi per gli acquedotti pubblici; nella seconda i pozzi più vicini al mare risultano inquinati dall'acqua salata.

I dati idrogeologici raccolti indicano che in molte aree delle pianure costiere lo sfruttamento delle falde è eccessivo ed ha determinato una situazione di inquinamento da acqua marina di grado elevato, tanto che la ricarica stagionale ed il minore emungimento del periodo invernale sono capaci di ridurre solo di poco la salinità dell'acqua.

La situazione impone provvedimenti per una migliore gestione delle falde, il tipo dei quali può essere definito solo con studi di dettaglio nelle aree interessate. Qui possiamo fornire solo qualche indicazione generale.

- Sono da escludere pompaggi in prossimità del mare; nelle aree di Marina di Campo e Portoferraio la fascia di rispetto dovrebbe essere molto ampia, non meno di 500 metri. Questo per evitare che la depressione del livello freatico consenta la risalita dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata e favorisca l'intrusione dell'acqua marina nelle falde.
- Non riteniamo opportuna la realizzazione di barriere impermeabili in prossimità della costa per impedire l'ingressione dell'acqua marina nelle falde. Queste opere, realizzabili mediante iniezioni di cemento, bentonite o asfalto, sono molto costose e consigliabili solo per la salvaguardia di falde importanti. Inoltre, nel caso dell'Elba, la natura e l'assetto geologici del sottosuolo, per quanto se ne conosce, lasciano dubbi sull'efficacia di eventuali barriere. Si è visto infatti che l'acqua marina, con molte probabilità, non entra solo attraverso i depositi alluvionali ma anche tramite fratture del substrato roccioso. In qualche caso (ad es. nella valle Litterno) si può ipotizzare un circuito molto profondo, impossibile da interrompere con le barriere suddette.
- Un altro sistema per impedire il mescolamento con l'acqua salata è quello di creare delle barriere dinamiche, iniettando acqua dolce in una batteria di pozzi presso la costa. Questo determina un rialzo del livello piezometrico e quindi l'abbassamento dell'interfaccia con l'acqua salata. Questo metodo, però, ha lo svantaggio di richiedere una certa quantità di acqua dolce, che va poi a scaricarsi in mare per buona parte. Inoltre vi sono dei costi continui di esercizio da aggiungere a quelli per la realizzazione del sistema di iniezione. Nelle pianure considerate appare problematica anche la possibilità di ottenere lo stesso risultato mediante l'infiltrazione di parte dell'acqua di deflusso superficiale attraverso canali o trincee vicino al mare. Questa soluzione può tuttavia essere presa in considerazione.
- La soluzione migliore è quella di un utilizzo razionale delle falde, secondo i criteri generali che seguono.

In acquiferi costieri è sconsigliabile costruire pozzi profondi in batteria, come si è fatto a Bonalaccia (Marina di Campo), Orti (Portoferraio) e Mola. L'emungimento concentrato in un'area ristretta produce una risalita accentuata dell'interfaccia e l'inquinamento della falda.

Analogamente il forte pompaggio in un pozzo, deprimendo notevolmente il livello piezometrico, crea un cono ascendente di acqua salata che inquina il pozzo e la falda.

È più conveniente distribuire i pozzi su aree maggiori e deprimere di poco il livello piezometrico in ciascun pozzo. Sono anche consigliabili i pozzi a raggiera, i quali, a parità di acqua pompata, creano depressioni molto ridotte rispetto ai pozzi normali. Questo porta certamente dei benefici a tempi lunghi sulla qualità dell'acqua, anche se richiede una spesa maggiore di impianto.

Un altro punto importante riguarda il completamento dei pozzi. Nella maggior parte dei casi questi vengono finestrati in corrispondenza di tutti i livelli acquiferi, con il risultato di mettere in comunicazione falde diverse e con diversa qualità dell'acqua.

Può succedere che, in periodi di fermo-pompa, la pressione delle falde profonde, a contenuto salino elevato, determini la diffusione dell'acqua nelle falde superficiali di buona qualità, inquinandole. Questo meccanismo può giustificare quanto osservato in zone lontane dalla costa, ad esempio nella valle Litterno (Marina di Campo) e nella val Carene (Portoferraio), dove l'acqua della falda freatica risulta piuttosto salata nonostante che il livello freatico sia ben alto sopra il livello del mare.

Altri benefici si possono ottenere mediante opere di ricarica artificiale delle falde, da realizzare nelle aree di alimentazione degli acquiferi di sottosuolo. Queste hanno lo scopo di aumentare l'infiltrazione a spese delle acque di deflusso superficiale, particolarmente nei periodi di morbida dei corsi d'acqua. Possono essere delle semplici traverse, fisse o mobili, negli alvei dei torrenti, in grado di rialzare il livello idrico e aumentare l'infiltrazione nel subalveo e nel letto di piena. Oppure delle trincee a fondo filtrante, in cui convogliare le acque dei torrenti in certi momenti dell'anno.

Ripetiamo che le indicazioni di cui sopra hanno carattere generale; la loro applicazione alle piane costiere dell'Elba richiede studi idrogeologici di dettaglio e una attenta valutazione dei costi e dei possibili benefici.

La nostra opinione è che, con opere opportune, sia possibile ridurre l'inquinamento delle falde, aumentando di fatto la disponibilità idrica degli acquedotti. Nelle piane di Marina di Campo e di Portoferraio è probabilmente possibile anche un incremento dell'acqua estraibile dalle falde rispetto ai quantitativi attuali.

8.3 Le acque di sottosuolo nelle rocce consolidate

Abbiamo visto che la maggior parte delle formazioni geologiche presenti nell'Isola d'Elba hanno una permeabilità bassa. Come risulta anche dal bilancio delle sorgenti, l'acqua che si infiltra nel sottosuolo è una piccola percentuale di quella di precipitazione. Ciò nonostante esiste la possibilità di ottenere buone portate da pozzi perforati nelle rocce consolidate, individuando i punti più idonei.

Già alcuni pozzi hanno fornito dei risultati positivi: a Rio Marina, al Cavo (miniera di Punta le Paffe) e a Porto Azzurro (S. Caterina) pozzi in calcari hanno fornito discrete portate, anche se nei primi due casi ci sono problemi di qualità dell'acqua. Anche un pozzo trivellato nei basalti di Monte Orzo (Portoferraio) pare avere ottenuto una buona portata. Alcuni degli stessi pozzi del Consorzio Acquedotti Elbani, situati nelle piane alluvionali di Marina di Campo, Marciana Marina e Mola, attingono acqua da rocce consolidate al di sotto dei depositi alluvionali. In questi casi, però, non si sa quanta acqua viene dal substrato roccioso e quanta dalle sabbie e ghiaie, dato che le finestre sono aperte in corrispondenza di entrambi gli acquiferi.

La ricerca di acqua di sottosuolo nelle rocce consolidate è la strada più promettente per il reperimento di nuove risorse idriche nell'Isola, anche in considerazione dello stato di sfruttamento spinto delle falde delle piane alluvionali ed i problemi di inquinamento salino che ne conseguono.

La Carta Idrogeologica redatta in questo studio (tav. 6) può costituire il documento di base per tale ricerca. Essa permette infatti di individuare le zone in cui si trovano le rocce a migliore

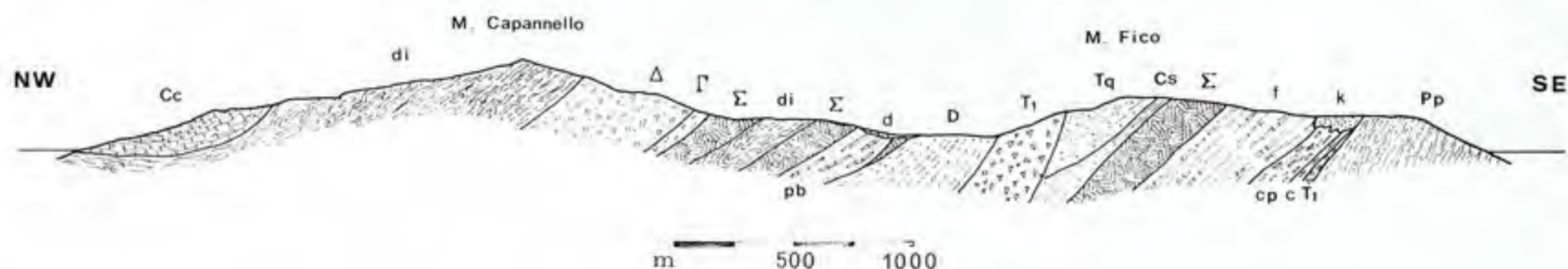
permeabilità e quindi più idonee a contenere e trasmettere l'acqua di sottosuolo.

Nel cap. 7 sono state indicate le aree con rocce a buona permeabilità e quindi più idonee ad una ricerca d'acqua. Si deve però osservare che la permeabilità è un fattore indispensabile ma non sufficiente per la buona riuscita di un pozzo; sono necessarie anche una situazione strutturale favorevole ed una buona alimentazione.

Per fare un solo esempio, tutta la fascia di affioramento dei Basalti, dei Diaspri e dei Calcari a Calpionelle che occupa la parte nord-orientale dell'Isola costituisce un'area potenzialmente favorevole alla ricerca d'acqua. La buona permeabilità media di queste rocce è accompagnata da una situazione strutturale favorevole. Infatti la struttura monoclinale (fig. 34) e la presenza di un basamento scarsamente permeabile (i Gabbri e le Serpentiniti) consentono la formazione di un acquifero abbastanza potente. L'area principale di alimentazione è quella degli affioramenti di Diaspri e Basalti che si trovano alle quote più elevate e che sono generalmente molto fratturati.

È probabile che una parte consistente dell'acqua di sottosuolo defluisca verso ovest seguendo la struttura monoclinale e si perda in mare⁶. Le acque di questo complesso idrogeologico potrebbero essere captate mediante pozzi nelle aree geologicamente e topograficamente più favorevoli: in particolare nella parte superiore della valle del Fosso di Acquacavalla e nelle vallette di Bagnaia, Nisporto e Nisportino.

Altri pozzi potrebbero essere perforati nell'area di Porto Azzurro, dove le stesse formazioni geologiche considerate rico-



(6) Riprese aeree nell'infrarosso termico effettuate nell'ambito della collaborazione scientifica fra l'Amministrazione Provinciale di Livorno e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze hanno permesso di individuare alcuni punti di diffusione dell'acqua dolce in mare ed emergenze concentrate, corrispondenti a sorgenti sottomarine, le cui caratteristiche sono in corso di studio.

Fig. 34 - Sezione geologica attraverso l'Elba orientale (ridisegnata dalla Carta Geologica dell'Isola d'Elba - C.N.R., 1967). Cc: Calcari a Calpionelle. di: Diaspri. Δ: Basalti. Γ: Gabbri. Σ: Serpentiniti. pb: Argilliti a «palombini». d: detrito. D: Marne a Posidonia alpina. T₁: Calcari dolomitici, cavernosi e a cellette. Tq: Gruppo del Verrucano. Cs: Scisti del Carbonifero. f: Filladi con calcescisti. cp c T₁: Calcescisti e cipollini. c: Marmi. k: Skarn. Pp: Porfiroidi e scisti porfirici.

prono, in contatto tettonico, le rocce scarsamente permeabili del Complesso I.

Naturalmente l'ubicazione di eventuali perforazioni deve essere stabilita sulla base di accurate e dettagliate indagini geologiche nelle aree potenzialmente favorevoli. Va infatti ricordato che in rocce permeabili per fratturazione come quelle considerate il grado di permeabilità è assai diverso da punto a punto e si possono avere pozzi molto vicini con portate assai diverse.

8.4 Le acque di superficie

Le condizioni idrografiche e morfologiche dell'Isola d'Elba non consentono la realizzazione di un invaso per le acque di superficie abbastanza grande da soddisfare le esigenze idropotabili dell'Isola, o almeno di una parte consistente.

I torrenti con le portate maggiori sono quelli che scendono dal M. Capanne, dove però le valli sono troppo ripide e richiederebbero dighe di grandi dimensioni e quindi costi molto alti in rapporto ai volumi invasi.

In molte valli c'è invece la possibilità di costruire degli sbarramenti, anche di altezza modesta (per evitare le lungaggini tecnico-burocratiche inevitabili per la realizzazione di dighe oltre i 10 metri di altezza), in modo da formare dei piccoli laghi artificiali, le cui acque potrebbero essere utilizzate nei periodi di maggiore richiesta. Alcuni invasi potrebbero anche servire per la ricarica delle falde presenti nelle piane alluvionali, consentendo sia una maggiore alimentazione che un ostacolo all'intrusione di acqua marina.

La Carta Idrogeologica può rappresentare anche in questo caso un valido elemento di base per l'ubicazione delle dighe: le aree con rocce impermeabili o a bassa permeabilità sono infatti le più idonee ai fini della tenuta di un invaso.

PAGINA BIANCA

LAVORI CITATI

- BARBERI F., DALLAN L., FRANZINI M., GIGLIA G., INNOCENTI F., MARINELLI G., RAGGI G., SQUARCI P., TAFFI L. & TREVISAN L. (1969) - Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 126 Isola d'Elba. Min. Ind. Comm. e Art., Roma, 41 pp.
- BARBERI F. & INNOCENTI F. (1965) - Le rocce cornubianitico-calcaree dell'anello termometamorfico del M. Capanne (Isola d'Elba). Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. ser. A, LXXII, Pisa, 305-393.
- BARBERI F. & INNOCENTI F. (1966) - I fenomeni di metamorfismo termico nelle rocce peridotitico-serpentinose dell'aureola del M. Capanne (Isola d'Elba). Per. di Mineralogia, XXXV, Pisa, 735-759.
- BARBERI F., INNOCENTI F. & RICCI C. A. (1967) - Il complesso scistoso di Capo Calamita (Isola d'Elba). Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. ser. A, LXXIV, Pisa, 579-617.
- BENEO E. & TREVISAN L. (1943) - I lineamenti tettonici dell'Isola d'Elba. Boll. R. Uff. Geol. It., LXVIII, Roma 1945, 7-18.
- BERTI A. (1971) - Studio idrogeologico sulla Valle di la Pila. Rapporto professionale inedito, su commissione del Consorzio dei Comuni per gli Acquedotti Elbani.
- BIANCHI E. (1839) - Corografia fisica, storica e statistica dell'Isola d'Elba. Manoscritto conservato presso la Biblioteca Foresiana di Portoferraio.
- BIANCHI E. (1943) - Alcuni effetti delle oscillazioni eustatiche del livello marino sulla morfologia dell'Elba Orientale. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., LII, Pisa, 23-26.
- BONATTI S. & MARINELLI G. (1953) - Appunti di litologia elbana. Boll. Soc. Geol. It., LXX, 2, Pisa, 473-489.
- Carta topografica dello Stato Pontificio e del Gran Ducato di Toscana (1851). Conservata presso la biblioteca del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze.
- COCCHI I. (1871) - Descrizione geologica dell'Isola d'Elba, per servire alla carta medesima. Mem. Comit. Geol. It., 1
- COSTANTINI A., GANDIN A., GUASPARRI G., MAZZANTI R., LAZZAROTTO A. & SANDRELLI F. (1980) - Neotettonica dei Fogli: 111 Livorno - 112 Volterra - 113 Castelfiorentino - 119 Massa Marittima - 120 Siena - 121 Montepulciano - 126 Isola d'Elba - 127 Piombino - 128 Grosseto - 129 S. Fiora. In «Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia» Prog. Fin. Geodinamica, Roma, 1075-1186.
- DE MARTONNE E. (1926) - Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. La Meteorologie, n. 2, 449-459.
- DESIO A. (1973) - Geologia applicata all'ingegneria. Hoepli, Milano, 1193 pp.
- EBERHARDT P. & FERRARA G. (1962) - Confirmation of the absolute age of the Granodiorite outcrop in Elba Island with Potassium-Argon measurements. Nature, 196 no 5855 St. Albans, 665-666.
- FERRARA G., HIRT B., MARINELLI G. & TONGIORGI E. (1961) - Primi risultati sulla determinazione con il metodo Rubidio-Stronzio dell'età di alcuni minerali dell'Isola d'Elba. Boll. Soc. Geol. It., LXXX (2), 145-150.
- C.N.R. (1967) - Gruppo di Ricerca per la geologia dell'Appennino Centro-Settentrionale e della Toscana, Sez. II (dir. L. TREVISAN) e Sez. VII (dir. G. MARINELLI) - Carta Geologica dell'Isola d'Elba, scala 1:25.000, Pisa.
- IDROMIN (1974) - Indagine geologica con prospezione geoelettrica. Area di Procchio. Rapporto professionale inedito, su commissione del Consorzio dei Comuni per gli Acquedotti Elbani.
- Istituto Idrografico della Marina (1882) - Carta nautica della Rada di Portoferraio, disegnata con i rilievi della nave R. N. Washington; scala 1:10.000.
- Istituto Idrografico della Marina (1948) - Carta nautica della Rada di Portoferraio, dai rilievi originali della R. N. Washington, 1882, e da quelli successivi fino al 1948; scala 1:10.000.
- Istituto Idrografico della Marina (1978) - Il vento e lo stato del mare lungo le coste italiane e dell'Adriatico. Genova, vol. I (8), 1-14.
- JUTEAU M., MICHARD A., ZIMMERMAN J. L. & ALBAREDE F. (1983) - Isotopic heterogeneities in the granitic intrusion of Monte Capanne (Elba Island, Italy) and dating concepts. Journal of Petrology, vol. 25, part. 2, 1984, 532-545.
- MARINELLI G. (1955) - Le rocce porfiriche dell'Isola d'Elba. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. ser. A, LXXII, Pisa 1960, 270-417.
- MARINELLI G. (1959) - Le intrusioni terziarie dell'Isola d'Elba. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. ser. A, LXVI, Pisa, 50-253.
- MAZZANTI R. (1983) - Il punto sul Quaternario della fascia costiera e dell'arcipelago di Toscana. Boll. Soc. Geol. It., CII, 419-556.
- Ministero dei Lavori Pubblici, Servizio Idrografico dell'Arno (1922-1974) - Annali Idrologici, Parte I e II, Bacini dell'Arno e limitrofi fra il Magra e il Fiora, Roma.
- PERRIN M. (1976) - L'île d'Elbe et la limite Alpes-Appennin: données sur la structure géologique et l'évolution tectogénétique de l'Elbe alpine et de l'Elbe apennine. Boll. Soc. Geol. It., XCIV, 1975, 1929-1955.
- RAGGI G., SQUARCI P. & TAFFI L. (1965) - Considerazioni stratigrafico-tettoniche sul flysch dell'Elba. Boll. Serv. Geol. d'It., LXXXIV (1), Roma, 1-13.
- TERMIER P. (1909) - Sur les nappes de l'île d'Elbe. «C. R. Ac. Sc.», Paris, 148, 1648-1651.
- THORNTHWAITE C. W. (1948) - An approach towards a rational classification of climate. Geogr. Rev. Amer. Geogr. Soc., New York, 55-94.
- TONINI D. (1966) - Elementi di Idrografia ed Idrologia. Libreria Universitaria, Venezia, vol. II, 605 pp.
- TREVISAN L. (1950) - L'Elba orientale e la sua tettonica di scivolamento per gravità. Mem. Ist. Geol. Univ. di Padova, XVI, Padova, 3-39.

TURC L. (1954) - Le bilan d'eau des sols; relation entre les precipitations, l'évaporation et l'écoulement. La Houille Blanche, 3 journées de l'hydraulique de la Société Hydrotechnique de France. Paris, 36-44.

VENTURI P. G. (1759) - Carta della Rada di Portoferraio. Conservata presso l'Archivio di Stato di Firenze.

VENZLAFF V. e WALDECK H. (1974) - Geochemical investigations on the Island of Elba: age of central and western Elba granites - a comparison. Neues Jb. Miner. Abh. 120, 315-323.

VITTORINI S. (1976) - Le condizioni climatiche dell'Arcipelago Toscano. L'Universo, LVI (1), gennaio-febbraio, 145-176.

APPENDICE 1
DATI CARATTERISTICI DELLE SORGENTI

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|-----|----------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----|
| 1 | Tavola 1 | 750 | Marciana | Acq.tto di Marciana | Frattura nella granodiorite | 26.09.52 | 0,23 | 110 | 34 | 14,1 | 6,0 |
| | | | | | | 27.10.53 | 0,33 | | | | |
| | | | | | | 26.11.54 | 0,38 | | | | |
| | | | | | | 15.08.55 | 0,47 | | | | |
| | | | | | | 28.10.55 | 0,33 | | | | |
| | | | | | | 15.10.82 ⁽¹⁾ | 1,38 | | | | |
| | | | | | | 7.03.83 ⁽¹⁾ | 2,12 | | | | |
| | | | | | | 100 | 34 | | | | |
| 2 | Tavola 2 | 735 | Marciana | Acq.tto di Marciana | Emergenza nella granodiorite | 31.06.51 | 0,78 | 110 | 34 | 14,1 | 6,0 |
| | | | | | | 29.10.52 | 0,45 | | | | |
| | | | | | | 26.11.52 | 0,45 | | | | |
| | | | | | | 20.12.52 | 0,45 | | | | |
| | | | | | | 27.10.53 | 0,63 | | | | |
| | | | | | | 30.10.54 | 0,68 | | | | |
| | | | | | | 20.12.54 | 0,68 | | | | |
| | | | | | | 10.08.55 | 0,63 | | | | |
| | | | | | | 29.11.55 | 0,56 | | | | |
| | | | | | | 15.10.82 | 1,38 | | | | |
| | | | | | | 7.03.83 | 2,12 | | | | |
| | | | | | | 100 | 34 | | | | |
| 3 | Tavola 3 | 735 | Marciana | Acq.tto di Marciana | Frattura nella granodiorite | 9.10.51 | 0,27 | 110 | 34 | 14,1 | 6,0 |
| | | | | | | 20.08.52 | 0,03 | | | | |
| | | | | | | 29.01.53 | 0,04 | | | | |
| | | | | | | 10.08.53 | 0,08 | | | | |
| | | | | | | 20.12.54 | 0,12 | | | | |
| | | | | | | 28.10.55 | 0,08 | | | | |
| | | | | | | 15.10.82 | 1,38 | | | | |
| | | | | | | 7.03.83 | 2,12 | | | | |
| 100 | 34 | 9,8 | 5,5 | | | | | | | | |
| 4 | Guazzaculo | 750 | Marciana | Acq.tto di Marciana | Emergenza nella granodiorite | 31.06.51 | 0,17 | 110 | 34 | 14,1 | 6,0 |
| | | | | | | 26.11.52 | 0,02 | | | | |
| | | | | | | 27.10.53 | 0,06 | | | | |
| | | | | | | 30.10.54 | 0,04 | | | | |
| | | | | | | 10.08.55 | 0,05 | | | | |
| | | | | | | 28.10.55 | 0,03 | | | | |
| | | | | | | 15.10.82 | 1,38 | | | | |
| | | | | | | 7.03.83 | 2,12 | | | | |
| 100 | 34 | 9,8 | 5,5 | | | | | | | | |
| 5 | Cerchiaia 1 | 400 | Marciana | Acq.tto di Pomonte | Emergenza nella granodiorite | 13.10.82 ⁽²⁾ | 0,09 | 140 | 34 | 14,8 | 6,2 |
| | | | | | | 4.03.83 ⁽²⁾ | 0,10 | 150 | 34 | 13,8 | 5,5 |
| 6 | Cerchiaia 2 | 405 | Marciana | Acq.tto di Pomonte | Frattura nella granodiorite | 13.10.82 | 0,06 | 110 | 34 | 15,3 | 6,2 |
| | | | | | | 4.03.83 | 0,06 | 130 | 34 | 13,0 | 5,5 |
| 7 | Cerchiaia 3 | 410 | Marciana | Acq.tto di Pomonte | Frattura nella granodiorite | 13.10.82 | 0,04 | 110 | 34 | 15,1 | 6,2 |
| | | | | | | 4.03.83 | 0,04 | | 34 | | 5,5 |
| 8 | La Terra 1 | 445 | Marciana | Acq.tto di Pomonte | Emergenza nella granodiorite | 13.10.82 ⁽³⁾ | 0,10 | 150 | 51 | 15,2 | 6,0 |
| | | | | | | 4.03.83 ⁽³⁾ | 0,07 | 170 | 34 | 13,5 | 5,5 |
| 9 | La Terra 2 | 425 | Marciana | Acq.tto di Pomonte | Frattura nella granodiorite | 13.10.82 | 0,02 | 160 | 51 | 15,1 | 6,0 |
| | | | | | | 4.03.83 | 0,03 | 170 | 34 | 12,5 | 5,5 |
| 10 | La Terra 3 | 420 | Marciana | Acq.tto di Pomonte | Emergenza nella granodiorite | 13.10.82 | 0,13 | 150 | 51 | 15,2 | 6,0 |
| | | | | | | 4.03.83 | 0,20 | 170 | 34 | 13,5 | 5,5 |
| 11 | La Terra 4 | 445 | Marciana | Acq.tto di Pomonte | Emergenza nella granodiorite | 13.10.82 | 0,08 | 150 | 51 | 15,2 | 6,0 |
| | | | | | | 4.03.83 | 0,08 | 170 | 34 | 13,5 | 5,5 |
| 12 | Fosso del pino | 154 | Marina di Campo | Acq.tto di Pomonte | Emergenza nella granodiorite | 12.10.51 | 0,35 | 110 | 34 | 14,1 | 6,0 |
| | | | | | | 16.10.53 | 0,08 | | | | |

(1) Misura di portata e delle caratteristiche chimico-fisiche complessiva delle acque delle sorgenti numero 1, 2, 3 e 4.

(2) Determinazioni chimico-fisiche relative ad una miscela di acque delle sorgenti numero 5, 6 e 7.

(3) Determinazioni chimico-fisiche relative ad una miscela di acque delle sorgenti numero 8, 9, 10 e 11.

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elett. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|----|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------------|---|--|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 13 | Piano dei sorbi | 130 | Marina di Campo | Acq.tto di Pomonte | Contatto fra granodiorite e porfidi | 12.10.51 16.10.53 13.10.82 4.03.83 | 0,15 0,10 0,02 0,04 | 300 320 | 51 68 | | 5,5 6,0 |
| 14 | Fonte antica | 50 | Marina di Campo | Fontana pubblica | Emergenza nella granodiorite | 13.10.82 4.03.83 | 0,06 0,07 | 400 | 51 | 15,0 | 6,0 |
| 15 | Sorgente di | 580 | Marciana | Acq.tto di Chiessi | Emergenza nella granodiorite | 16.10.82 | 0,50 | 180 | 34 | 15,9 | 5,5 |
| 16 | Chiessi 1, 2, 3, 4, | 530 | | | Emergenza nella granodiorite | 5.03.83 | 0,83 | 170 | 34 | 11,0 | 5,5 |
| 17 | 5 e 6 | 520 | | | Frattura nella granodiorite | | | | | | |
| 18 | | 540 | | | Emergenza nella granodiorite | | | | | | |
| 19 | | 577 | | | Emergenza nella granodiorite | | | | | | |
| 20 | | 590 | | | Emergenza nella granodiorite | | | | | | |
| 21 | Troppolo 1, 2 e 3 | 705 | Marciana | Acq.tto di Marciana | Emergenza nella granodiorite | 31.07.51 | 0,42 | | | | |
| 22 | | 715 | | | | 29.10.52 | 0,15 | | | | |
| 23 | | 740 | | | | 5.08.53 | 0,18 | | | | |
| | | | | | | 27.10.53 | 0,20 | | | | |
| | | | | | | 30.10.54 | 0,24 | | | | |
| | | | | | | 28.10.55 | 0,14 | | | | |
| | | | | | | 15.10.82 | 0,15 | 110 | 34 | 11,6 | 5,5 |
| | | | | | | 7.03.83 | 0,60 | 110 | 34 | 10,0 | 6,0 |
| 24 | Bollero 1 | 570 | Marciana | Nessuno | Sbarramento | 15.10.82 | 0,25 | | | | |
| | | | | | | 7.03.83 | 0,50 | 120 | 34 | 8,5 | 5,5 |
| 25 | Bollero 2 | 612 | Marciana | Acq.tto di Patresi | Frattura nella granodiorite | 15.10.82 | 0,07 | 136 | 34 | 13,6 | 6,0 |
| | | | | | | 7.03.83 | 0,10 | 120 | 34 | 11,5 | 5,5 |
| 26 | Bollero 3 e 4 | 610 | Marciana | Acq.tto di Patresi | Frattura nella granodiorite | 15.10.82 | 0,63 | | | | |
| 27 | | 650 | | | | 7.03.83 | 0,51 | | | | |
| 28 | Bollero 5 | 615 | Marciana | Acq.tto di Patresi | Frattura nella granodiorite | 15.10.82 | 0,09 | | | | |
| | | | | | | 7.03.83 | 0,10 | | | | |
| 29 | Bollero 6 | 660 | Marciana | Acq.tto di Patresi | Sbarramento | 31.07.51 | 0,83 | | | | |
| | | | | | | 20.07.52 | 0,29 | | | | |
| | | | | | | 5.08.53 | 0,23 | | | | |
| | | | | | | 27.10.53 | 0,20 | | | | |
| | | | | | | 20.12.54 | 0,65 | | | | |
| | | | | | | 29.11.55 | 0,39 | | | | |
| | | | | | | 15.10.82 | 0,27 | 120 | 34 | 13,0 | 6,0 |
| | | | | | | 7.03.83 | 0,28 | 120 | 34 | 12,0 | 5,5 |
| 30 | Baroni | 490 | Marciana | Acq.tto di S. Andrea | Frattura nella granodiorite | 16.10.82 ⁽⁴⁾ 5.03.83 ⁽⁴⁾ | 0,18 0,20 | 110 110 | 17 17 | 13,9 8,5 | 5,8 5,5 |
| 31 | Canali | 540 | Marciana | Acq.tto di S. Andrea | Emergenza nella granodiorite | 16.10.82 5.03.83 | 0,18 0,20 | 110 110 | 17 17 | 13,9 8,5 | 5,8 5,5 |
| 32 | Lori | 555 | Marciana | Acq.tto di Marciana | Emergenza nella granodiorite | 31.10.51 20.12.52 25.07.53 10.08.53 26.11.54 29.11.55 15.10.82 7.03.83 | 0,20 asciutta 0,03 0,03 0,14 0,08 0,17 0,40 | 110 110 | 34 34 | 11,5 11,0 | 6,0 5,5 |
| 33 | Noce | 580 | Marciana | Acq.tto di Portoferraio | Emergenza nella granodiorite | 16.10.82 5.03.83 | 0,60 0,70 | 110 110 | 34 17 | 13,6 10,0 | 6,0 6,0 |

(4) Misura di portata e delle caratteristiche chimico-fisiche complessiva delle acque delle sorgenti numero 30 e 31.

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|----|--------------------|----------------------|----------|--|--|---|--|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------|
| 34 | Zanca | 60 | Marciana | Fontana pubblica | Emergenza nella granodiorite | | | | | | |
| 35 | I Prati | 18 | Marciana | Acq.tto di S. Andrea | Emergenza nella granodiorite | 12.10.51 16.10.53 16.10.82 5.03.83 | 0,33 0,22 0,04 0,13 | 580 590 | 85,5 68 | 15,9 15,0 | 6,0 6,0 |
| 36 | Fonte di Napoleone | 660 | Marciana | Uso dei passanti | Frattura nella granodiorite | 10.10.51 28.09.53 5.08.55 24.09.55 14.10.82 7.03.83 | 0,81 0,25 0,11 0,08 1,42 | 110 100 | 34 34 | 12,4 8,5 | 6,0 5,5 |
| 37 | Serra | 395 | Marciana | Acq.tto di Poggio | Frattura nella granodiorite | 31.07.51 29.10.52 25.08.53 30.10.54 5.08.55 29.10.55 14.10.82 9.03.83 | 0,50 0,03 0,34 0,37 0,32 0,90 0,07 1,40 | 110 100 | 34 34 | 12,8 9,0 | 6,0 |
| 38 | Il buco | 410 | Marciana | Acq.tto di Marciana | Frattura nella granodiorite | 5.08.53 25.09.53 20.12.54 31.10.55 13.10.82 9.03.83 | 0,30 0,24 0,50 0,18 0,20 0,21 | 120 140 | 34 34 | 13,5 13,2 | 6,0 |
| 39 | Fonte piccola | 370 | Marciana | Fontana pubblica | Sbarramento | 13.10.51 16.10.53 13.10.82 5.03.83 | 0,06 0,02 0,02 0,05 | 160 190 | 51 51 | 14,6 11,8 | 6,0 5,8 |
| 40 | Fonte grande | 370 | Marciana | Fontana pubblica | Emergenza nei porfidi | 10.10.51 16.10.53 13.10.82 5.03.83 | 0,08 0,04 0,09 0,10 | 220 250 | 86 68 | 14,8 13,0 | 6,0 6,0 |
| 41 | Il Napolitano | 110 | Marciana | Acq.tto di Marciana Marina | Emergenza nei depositi alluvionali antichi | 27.09.55 13.10.82 9.03.83 | 0,50 3,00 7,00 | 260 210 | 120 68 | 17,6 10,5 | 6,0 6,0 |
| 42 | Felici | 98 | Marciana | Acq.tto di Marciana Marina | Frattura nelle anfiboliti | 28.08.53 25.09.53 30.10.54 27.09.55 13.10.82 9.03.83 | 0,15 0,10 0,33 0,18 0,05 0,15 | 619 | | 14,9 | |
| 43 | Gualdo | 95 | Marciana | Acq.tto di Marciana Marina | Emergenza nei depositi alluvionali antichi | 27.09.53 26.11.54 30.08.55 31.10.55 13.10.82 9.03.83 | 0,10 0,20 0,22 0,15 0,27 0,41 | 170 190 | 51 51 | 14,6 14,0 | 5,8 6,0 |
| 44 | San Cerbone | 430 | Marciana | Imbottigliata dallo stabilimento Fonte Napoleone | Emergenza nella granodiorite | 12.10.51 10.08.53 30.09.53 26.11.54 20.12.54 27.09.55 31.10.55 13.10.82 9.03.83 | 0,92 0,24 0,16 0,21 0,21 0,29 0,29 | 110 110 | 34 34 | 12,6 10,2 | 6,0 5,5 |

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|----------------|--------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|---|--|--|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------|
| 45 46 | Nivera 1 e 2 | 565 535 | Marciana | Acq.tto di Marciana | Frattura nella granodiorite | 10.08.53 30.09.53 30.10.54 31.10.55 13.10.82 9.03.83 | 0,13 0,10 0,46 0,22 2,85 5,00 | 110 120 | 34 34 | 12,5 9,5 | 6,0 |
| 47 | Buonconsiglio | 235 | Marciana | Uso dei passanti | Emergenza nelle anfiboliti | 13.10.82 9.03.83 | 0,04 0,51 | 500 370 | 68 120 | 13,0 10,0 | 6,8 6,5 |
| 48 | Acquacalda 1 | 150 | Marciana Marina | Acq.tto di Marciana Marina | Frattura nelle serpentiniti | 1.08.51 ⁽⁵⁾ 5.08.53 ⁽⁵⁾ 30.09.53 ⁽⁵⁾ 21.12.54 ⁽⁵⁾ 27.09.55 ⁽⁵⁾ 13.10.82 9.03.83 | 0,66 0,98 0,98 1,38 0,96 0,08 0,08 | 430 450 | 239 222 | 15,8 12,5 | 7,5 7,5 |
| 49 | Acquacalda 2 | 150 | Marciana Marina | Acq.tto di Marciana Marina | Frattura nelle serpentiniti | 1.08.51 5.08.53 30.09.53 21.12.54 27.09.55 13.10.82 9.03.83 | 0,66 0,98 0,98 1,38 0,96 0,25 0,21 | 380 390 | 188 205 | 15,5 14,1 | 7,0 7,0 |
| 50 | Acquacalda 3 | 150 | Marciana Marina | Acq.tto di Marciana Marina | Frattura nelle serpentiniti | 1.08.51 5.08.53 30.09.53 21.12.54 27.09.55 13.10.82 9.03.83 | 0,66 0,98 0,98 1,38 0,96 0,23 0,20 | 400 420 | 205 205 | 15,2 13,0 | 7,5 |
| 51 | Acquacalda 4 | 150 | Marciana Marina | Acq.tto di Marciana Marina | Frattura nelle serpentiniti | 1.08.51 5.08.53 30.09.53 21.12.54 27.09.55 13.10.82 9.03.83 | 0,66 0,98 0,98 1,38 0,96 0,40 0,33 | 400 390 | 205 188 | 15,4 14,0 | 7,5 7,5 |
| 52 53 54 | Gualdicciolo 1, 2 e 3 | 615 615 580 | Marina di Campo | Acq.tto di Portoferraio | Contatto fra anfiboliti e granodiorite | 1.08.51 21.12.52 25.03.53 27.11.54 8.08.55 28.11.55 8.10.82 8.03.83 | 0,26 0,08 0,12 0,14 0,16 0,10 0,14 0,29 | 180 200 | 68 51 | 14,1 11,0 | 5,8 6,0 |
| 55 | Sant'Elmo | 580 | Marina di Campo | Acq.tto di Portoferraio | Emergenza nella granodiorite | 1.08.51 20.10.52 21.12.52 10.07.53 30.10.54 27.11.54 29.10.55 28.11.55 8.10.82 8.03.83 | 0,06 asciutta asciutta asciutta 0,04 0,04 0,02 0,02 asciutta asciutta | | | | |

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|--|------------------------------|--|--|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------|
| 56 | Scopa | 614 | Marina di Campo | Acq.tto di Portoferraio | Emergenza nella granodiorite | 1.08.51 21.12.52 25.03.53 27.11.54 10.08.55 28.11.55 8.10.82 8.03.83 | 0,19 0,12 0,19 0,25 0,26 0,16 0,17 0,45 | 140 140 | 51 34 | 14,6 12,3 | 5,8 6,0 |
| 57 58 59 60 | Costa alla chiesa 1, 2, 3 e 4 | 525 515 510 490 | Marina di Campo | Acq.tto di Portoferraio | Emergenza nella granodiorite | 21.09.51 30.12.52 26.05.53 10.07.53 21.12.54 29.12.55 8.10.82 8.03.83 | 0,45 0,28 0,28 0,33 0,57 0,59 0,50 0,30 | 200 210 | 51 51 | 13,8 12,5 | 6,0 6,0 |
| 61 | Casotto 1 | 400 | Marina di Campo | Acq.tto di S. Ilario | Emergenza nella granodiorite | 30.09.53 30.10.54 5.08.55 29.10.55 8.10.82 8.03.83 | 0,08 0,13 0,10 0,09 0,12 0,09 | 303 | | 14,5 | |
| 62 | Casotto 2 | 440 | Marina di Campo | Acq.tto di S. Ilario | Emergenza nella granodiorite | 11.10.51 30.07.53 30.09.53 30.10.54 28.11.55 8.10.82 8.03.83 | 1,40 0,69 0,83 1,25 0,89 0,80 0,70 | 329 330 | 154 137 | 15,2 14,5 | 6,5 7,0 |
| 63 | Casotto 3 | 390 | Marina di Campo | Acq.tto di S. Ilario | Frattura nella granodiorite | 8.10.82 8.03.83 | 0,07 0,06 | 290 | | 13,7 | |
| 64 | Casotto 4 | 390 | Marina di Campo | Acq.tto di S. Ilario | Frattura nella granodiorite | 30.09.53 21.12.54 5.08.55 29.10.55 8.10.82 8.03.83 | 0,06 0,08 0,08 0,07 0,08 0,16 | 305 | | 14,0 | |
| 65 66 67 68 69 | Filicaie 1, 2, 3, 4 e 5 | 650 680 675 660 665 | Marina di Campo | Acq.tto di Seccheto - Cavoli - Fetovaia | Frattura nella granodiorite | 10.10.51 30.10.52 10.08.53 25.09.53 21.12.54 28.11.55 8.10.82 ⁽⁶⁾ 8.03.83 ⁽⁶⁾ | 0,69 0,28 0,34 0,24 0,64 0,57 1,00 0,88 | 120 120 | 34 34 | 15,2 10,2 | 6,0 5,5 |
| 70 | Macinelle | 630 | Marina di Campo | Acq.tto di Seccheto - Cavoli - Fetovaia | Frattura nella granodiorite | 2.08.51 30.10.52 25.09.53 30.10.54 10.08.55 25.09.55 29.10.55 8.10.82 8.03.83 | 0,20 0,03 0,04 0,05 0,03 0,02 0,02 1,00 0,88 | 120 120 | 34 34 | 15,2 10,2 | 6,0 5,5 |

(6) Misura di portata e delle caratteristiche chimico-fisiche complessiva delle acque delle sorgenti numero 65, 66, 67, 68, 69 e 70.

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|----|-------------------------|----------------------|--------------------|--|------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----|
| 71 | Le Calanche 1 e 2 | 550 | Marina di Campo | Acq.tto di Seccheto - Cavoli - Fetovaia | Frattura nella granodiorite | 8.10.82 | 0,44 | 120 | 34 | 16,0 | 6,0 |
| 72 | | 530 | | | | 8.03.83 | 0,90 | 130 | 34 | 10,5 | 5,5 |
| 73 | Malocci 1 | 590 | Marina di Campo | Acq.tto di Seccheto - Cavoli - Fetovaia | Frattura nella granodiorite | 2.07.51 | 0,23 | | | | |
| | | | | | | 30.10.52 | 0,08 | | | | |
| | | | | | | 25.09.53 | 0,11 | | | | |
| | | | | | | 27.11.54 | 0,12 | | | | |
| | | | | | | 5.08.55 | 0,09 | | | | |
| | | | | | | 25.09.55 | 0,07 | | | | |
| | | | | | | 8.10.82 | 0,20 | 110 | 34 | 15,7 | 5,0 |
| | | | | | | 8.03.83 | 0,55 | 120 | 34 | 10,3 | 5,5 |
| 74 | Malocci 2, 3 e 4 | 350 | Marina di Campo | Nessuno | Emergenza nella granodiorite | 8.10.82 | 3,00 | | | | |
| 75 | | 226 | | | | 8.03.82 | 10,00 | | | | |
| 76 | | 225 | | | | | | | | | |
| 77 | Collaccio 1 e 2 | 470 | Marina di Campo | Acq.tto di Seccheto - Cavoli - Fetovaia | Emergenza nella granodiorite | 8.10.82 | 0,20 | 130 | 34 | 17,3 | 6,0 |
| 78 | | 510 | | | | 8.03.83 | 0,10 | 130 | 34 | 9,5 | 5,5 |
| 79 | Fonte Chiavetta | 540 | Marina di Campo | Acq.tto di Seccheto - Cavoli - Fetovaia | Frattura nella granodiorite | 2.05.52 | 0,46 | | | | |
| | | | | | | 25.09.53 | 0,39 | | | | |
| | | | | | | 30.10.54 | 0,20 | | | | |
| | | | | | | 10.08.55 | 0,29 | | | | |
| | | | | | | 25.09.55 | 0,26 | | | | |
| | | | | | | 8.10.82 | 0,18 | 110 | 17 | 14,2 | 6,0 |
| | 8.03.83 | 0,75 | 120 | 34 | 12,2 | 5,5 | | | | | |
| 80 | Collaccio - La Quata | 590 | Marina di Campo | Nessuno | Frattura nella granodiorite | 8.10.82 | 0,07 | 160 | 34 | 15,0 | 5,5 |
| | | | | | | 8.03.83 | 0,47 | 140 | 34 | 14,2 | 5,5 |
| 81 | Oltano 1, 2 e 3 | 540 | Marina di Campo | Acq.tto di Seccheto - Cavoli - Fetovaia | Emergenza nella granodiorite | 10.10.51 | 0,78 | | | | |
| 82 | | | | | | 530 | 30.10.52 | 0,06 | | | |
| 83 | | | | | | 520 | 26.05.53 | 0,20 | | | |
| | | | | | | | 10.08.53 | 0,33 | | | |
| | | | | | | | 21.12.54 | 0,50 | | | |
| | | | | | | | 29.10.55 | 0,33 | | | |
| | 8.10.82 | 0,50 | 94 | 26 | 14,9 | 5,0 | | | | | |
| | 8.03.83 | 0,90 | 120 | 17 | 13,8 | 5,5 | | | | | |
| 84 | Piana Canale 1 | 530 | Marina di Campo | Acq.tto di Seccheto - Cavoli - Fetovaia | Emergenza nella granodiorite | 21.02.51 | 0,90 | | | | |
| | | | | | | 27.11.52 | 0,45 | | | | |
| | | | | | | 26.05.53 | 0,43 | | | | |
| | | | | | | 5.08.53 | 0,49 | | | | |
| | | | | | | 9.01.54 | 0,68 | | | | |
| | | | | | | 28.11.55 | 0,60 | | | | |
| | | | | | | 8.10.82 | 0,40 | 150 | 34 | 15,0 | 5,0 |
| | 8.03.83 | 0,43 | 150 | 34 | 13,0 | 5,5 | | | | | |
| 85 | Piana Canale 2 | 520 | Marina di Campo | Nessuno | Emergenza nella granodiorite | 8.10.82 | 0,14 | | | | |
| | | | | | | 8.03.83 | 0,08 | | | | |
| 86 | Tiratoio 1 | 570 | Marina di Campo | Acq.tto di S. Pietro | Emergenza nella granodiorite | 9.10.51 ⁽⁷⁾ | 1,13 | | | | |
| | | | | | | 30.10.54 ⁽⁷⁾ | 0,89 | | | | |
| | | | | | | 5.08.55 ⁽⁷⁾ | 0,81 | | | | |
| | | | | | | 29.10.55 ⁽⁷⁾ | 0,71 | | | | |
| | | | | | | 8.10.82 | 0,21 | 150 | 51 | 15,0 | 6,0 |
| | 8.03.83 | 0,22 | 150 | 34 | 11,0 | 6,0 | | | | | |

(7) Misura di portata complessiva delle sorgenti numero 86, 87 e 88.

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|----|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|---|--|--|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------|
| 87 | Tiratoio 2 | 520 | Marina di Campo | Acq.tto di S. Pietro | Emergenza nella granodiorite | 9.10.51 30.10.54 5.08.55 29.10.55 8.10.82 8.03.83 | 1.13 0,89 0,81 0,71 0,09 0,09 | 170 | 34 | 10,5 | 6,0 |
| 88 | Tiratoio 3 | 520 | Marina di Campo | Acq.tto di S. Pietro | Emergenza nella granodiorite | 9.10.51 30.10.54 5.08.55 29.10.55 8.10.82 8.03.83 | 1,13 0,89 0,81 0,71 0,01 0,03 | | | | |
| 89 | Tiratoio 4 | 550 | Marina di Campo | Acq.di Portoferraio | Emergenza nella granodiorite | 1.08.51 27.09.52 29.01.53 1.08.53 30.10.54 29.10.55 8.10.82 8.03.83 | 0,03 0,06 0,03 0,39 0,66 0,43 asciutta asciutta | | | | |
| 90 | Sorgente di Cavoli | 20 | Marina di Campo | Irriguo | Emergenza nella granodiorite | 2.05.52 29.09.53 8.10.82 4.03.83 | 0,02 asciutta asciutta | 640 | 120 | 14,0 | 7,0 |
| 91 | Renaiolo | 45 | Marina di Campo | Nessuno | Emergenza nei depositi alluvionali antichi | 3.05.52 14.10.53 4.10.82 4.03.83 | 0,20 0,01 asciutta 0,52 | 540 | 137 | 11,0 | 6,0 |
| 92 | Gli orti | 65 | Marciana | Nessuno | Emergenza nei porfidi | 3.05.52 14.10.53 4.10.82 4.03.83 | 0,01 asciutta 0,03 0,09 | 750 680 | 300 205 | 17,5 9,0 | 6,5 7,0 |
| 93 | Filetto 1 | 80 | Marina di Campo | Nessuno | Frattura nei porfidi | 4.10.82 4.03.83 | 0,04 0,26 | 1220 450 | 450 120 | 17,7 10,0 | 6,3 6,5 |
| 94 | Filetto 2 | 80 | Marina di Campo | Nessuno | Frattura nei porfidi | 3.05.52 14.10.53 4.10.82 4.03.83 | 0,10 0,02 0,10 1,15 | 740 530 | 400 188 | 17,0 9,0 | 7,0 7,5 |
| 95 | Del Botro | 160 | Marina di Campo | Nessuno | Frattura nel Flysch cretaceo | 3.05.52 14.10.53 4.10.82 4.03.83 | 0,05 asciutta 0,01 0,13 | 1200 660 | 550 239 | 17,3 9,0 | 6,8 7,5 |
| 96 | Fonte marcianese | 195 | Capoliveri | Uso dei passanti | Emergenza nel Flysch cretaceo | 26.11.51 27.09.53 4.10.82 4.03.83 | 0,05 asciutta 0,005 0,03 | 1001 810 | 450 325 | 15,5 11,0 | 7,1 7,5 |
| 97 | Fonte Pullè 1, 2 e 3 | 260 | Portoferraio | Alimentazione Albergo Oasi | Contatto fra Flysch cretaceo e porfidi | 5.10.82 7.03.83 | 0,02 0,20 | 700 630 | 350 257 | 16,0 11,3 | 7,0 7,5 |
| 98 | | 215 | | | Emergenza nei porfidi | | | | | | |
| 99 | | 195 | | | Contatto fra Flysch cretaceo e porfidi | | | | | | |

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|-----|----------------------------|----------------------|--------------|-------------------------------------|---|---|--|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------|
| 100 | Fonte Pullè 4, 5, 6 e 7 | 218 | Portoferraio | Alimentazione Albergo Oasi | Contatto fra Flysch cretaceo e porfidi | 13.10.51 | 0,25 | 600 | 300 | 17,8 | 6,8 |
| 101 | | 215 | | | | 14.10.53 | 0,04 | | | | |
| 102 | | 210 | | | | 5.10.82 | 0,02 | | | | |
| 103 | | 200 | | | | 7.03.83 | 0,07 | | | | |
| 104 | Fonte di Napoleone | 80 | Portoferraio | Nessuno | Emergenza nei depositi alluvionali antichi | 13.10.51 14.10.53 | 0,01 asciutta | | | | |
| 105 | Viticcio 1 | 10 | Portoferraio | Alimentazione di case a Viticcio | Emergenza nelle sabbie eoliche | 14.10.53 7.10.82 9.03.83 | 0,09 | 1200 1300 | 525 500 | 18,3 13,2 | 7,0 |
| 106 | Viticcio 2 | 1 | Portoferraio | Nessuno | Frattura nei porfidi | 7.10.82 9.03.83 | 0,01 0,01 | 1140 1100 | 450 350 | 17,8 12,0 | 6,5 |
| 107 | Fonte Bianca | 1 | Portoferraio | Nessuno | Frattura nell'aplite porfirica | 7.10.82 9.03.83 | 0,01 0,02 | 880 1000 | 150 171 | 17,6 14,5 | 6,0 |
| 108 | Valle di Lazzaro 1 e 2 | 60 | Portoferraio | Acq.tto di Portoferraio | Contatto fra Flysch cretaceo e porfidi | 13.10.51 | 1,90 | 910 | 450 | | 8,0 |
| 109 | | 55 | | | | 22.10.53 | 0,34 | | | | |
| | | | | | | 30.11.55 | 0,23 | | | | |
| | | | | | | 14.10.82 | 0,07 | | | | |
| | | | | | 7.03.83 | 0,80 | 920 | 359 | | 7,8 | |
| 110 | Val Carene | 135 | Portoferraio | Alimentazione caserma | Contatto fra Flysch cretaceo e porfidi | 4.05.52 | 0,02 | | | | |
| 111 | Sorgente del M. Orello | 180 | Capoliveri | Nessuno | Emergenza nel Flysch paleocenico | 6.10.82 3.03.83 | 0,03 0,08 | 1050 980 | 525 462 | 19,3 13,0 | 7,0 8,0 |
| 112 | Condotto | 60 | Portoferraio | Uso dei passanti | Emergenza nei basalti | 13.10.51 19.12.52 27.09.53 5.08.53 5.10.82 3.03.83 | 0,20 0,01 0,01 0,02 0,07 0,08 | 670 690 | 350 291 | 18,0 16,2 | 6,5 7,8 |
| 113 | Schiumoli | 162 | Portoferraio | Uso dei passanti | Frattura nei basalti | 13.10.51 1.10.52 19.12.52 10.08.53 30.09.53 30.11.54 26.09.55 5.10.82 3.03.83 | 0,89 0,06 0,06 0,05 0,06 0,07 0,05 0,04 0,38 | 630 600 | 300 274 | 15,6 13,0 | 6,5 7,5 |
| 114 | Erbitraria | 170 | Portoferraio | Alimentazione di case | Frattura nei basalti | 13.10.51 19.12.52 31.10.53 30.11.54 10.07.55 26.09.55 5.10.82 3.03.83 | 0,46 0,03 0,03 0,04 0,01 0,01 0,02 0,05 | 520 490 | 222 205 | 15,5 12,0 | 6,2 7,5 |
| 115 | Bucine | 145 | Portoferraio | Alimentazione di case | Frattura nei basalti | 13.10.51 19.12.52 31.08.53 31.10.53 31.10.54 30.11.55 5.10.82 3.03.83 | 0,19 0,06 0,05 0,05 0,05 0,05 0,11 0,15 | 527 490 | 222 188 | 15,2 15,0 | 7,0 7,5 |

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH | | | | | | |
|----------|----------------------------|----------------------|---------------|---------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|--|----------|------|------|-----|------|-----|
| 116 | Fonte Burelli | 120 | Capoliveri | Alimentazione di case | Frattura nei basalti | 31.07.53 | 0,45 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 31.08.53 | 0,45 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 30.09.53 | 0,45 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 23.07.54 | 0,35 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 10.08.55 | 0,28 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 27.10.55 | 0,26 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 6.10.82 | 0,13 | 480 | 250 | 19,4 | 6,8 | | | | | | |
| | | | | | | 8.03.83 | 0,25 | 480 | 171 | 17,0 | 7,0 | | | | | | |
| 117 | Fonte Canale | 75 | Capoliveri | Alimentazione del Mini Hotel | Emergenza nei diaspri | 10.08.53 | 0,10 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 30.09.53 | 0,10 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 31.10.54 | 0,11 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 5.08.55 | 0,10 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 26.09.55 | 0,10 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 6.10.82 | | 660 | 400 | 19,3 | 6,8 | | | | | | |
| | | | | | | 8.03.83 | | 710 | 257 | 18,0 | 7,8 | | | | | | |
| | | | | | | 118 | Acquacalda di Lacona | 70 | Capoliveri | Alimentazione di case | Contatto fra basalti e e serpentiniti | 30.09.53 | 0,56 | | | | |
| 23.12.54 | 0,42 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20.08.55 | 0,42 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.10.55 | 0,39 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.10.82 | 0,45 | 562 | 250 | 20,5 | 6,9 | | | | | | | | | | | | |
| 8.03.83 | 0,34 | 570 | 205 | 19,0 | 7,5 | | | | | | | | | | | | |
| 119 | Campo al pero | 95 | Portoferraio | Irriguo | Frattura nei basalti | | | | | | | 6.10.82 | 0,01 | 1010 | 400 | 17,6 | 6,5 |
| | | | | | | | | | | | | 3.03.83 | 1,75 | 410 | 137 | 11,0 | 7,0 |
| 120 | Fontanella | 2 | Capoliveri | Nessuno | Frattura nello Gneiss del Calamita | 24.11.51 | 0,02 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 15.10.53 | 0,01 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 8.05.81 | 0,02 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 12.10.82 | 0,01 | 660 | 171 | 16,3 | 5,0 | | | | | | |
| | | | | | | 1.03.83 | 0,01 | 650 | 103 | 14,0 | 5,0 | | | | | | |
| 121 | Fonte Ravicoli | 108 | Capoliveri | Irriguo | Emergenza nelle sabbie eoliche | 24.11.51 | 0,005 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 15.10.53 | asciutta | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 8.05.81 | 0,20 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 12.10.82 | 0,05 | 610 | 200 | 15,6 | 7,0 | | | | | | |
| | | | | | | 1.03.83 | 1,10 | 650 | 257 | 10,4 | | | | | | | |
| 122 | Case rosa | 125 | Capoliveri | Nessuno | Frattura nello Gneiss del Calamita | 12.10.82 | asciutta | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 1.03.83 | 0,08 | 450 | 103 | 13,1 | 6,0 | | | | | | |
| 123 | Sorgente del tabaccaio | 60 | Capoliveri | Alimentazione di case | Frattura nello Gneiss del Calamita | 12.10.82 | 0,05 | 160 | 34 | 16,3 | 6,0 | | | | | | |
| | | | | | | 1.03.83 | 0,22 | 220 | 51 | 13,0 | 6,0 | | | | | | |
| 124 | Sorgente del pentimento | 200 | Capoliveri | Nessuno | Emergenza nello Gneiss del Calamita | 24.11.51 | 0,01 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 15.10.53 | 0,01 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 8.05.81 | 0,37 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 12.10.82 | 0,01 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 1.03.83 | 6,00 | 242 | 68 | 12,3 | 7,7 | | | | | | |
| 125 | Fonte Cannelle | 70 | Capoliveri | Nessuno | Frattura nei silicati ferro-calciferi | 24.11.51 | 0,02 | | | | | | | | | | |
| 126 | Zappatoio | 180 | Capoliveri | Nessuno | Emergenza nello Gneiss del Calamita | 24.11.51 | 0,01 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 15.10.53 | 0,01 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 14.10.82 | 0,05 | 462 | 150 | 17,0 | 6,0 | | | | | | |
| | | | | | | 1.03.83 | 4,80 | 370 | 68 | 11,0 | 6,0 | | | | | | |
| 127 | Barbarossa | 10 | Porto Azzurro | Fontana pubblica | Frattura nello Gneiss del Calamita | 27.10.53 | 0,09 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 8.05.81 | 0,12 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | 0,07 | 890 | 308 | 18,0 | 8,0 | | | | | | |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,10 | 910 | 291 | 14,5 | 7,0 | | | | | | |

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|-----|------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----|
| 128 | Fonte di Quirico | 120 | Portoferraio | Alimentazione di case | Frattura nel Calcare a Calpionelle | 14.10.51 | 0,50 | 530 | 300 | 20,7 | 7,0 |
| | | | | | | 2.10.52 | 0,06 | | | | |
| | | | | | | 29.09.53 | 0,06 | | | | |
| | | | | | | 30.09.54 | 0,07 | | | | |
| | | | | | | 31.10.54 | 0,07 | | | | |
| | | | | | | 10.08.55 | 0,06 | | | | |
| | | | | | | 26.09.55 | 0,04 | | | | |
| | | | | | | 7.10.82 | 0,16 | | | | |
| | | | | | | 5.03.83 | 0,50 | | | | |
| 129 | Fonte al prete | 175 | Portoferraio | Nessuno | Emergenza nei Calcari a Calpionelle | 14.10.51 | 0,17 | 789 | 308 | 10,5 | 7,3 |
| | | | | | | 2.10.52 | 0,03 | | | | |
| | | | | | | 24.04.53 | 0,05 | | | | |
| | | | | | | 25.05.53 | 0,05 | | | | |
| | | | | | | 31.10.54 | 0,07 | | | | |
| | | | | | | 26.09.55 | 0,05 | | | | |
| | | | | | | 7.05.81 | 0,20 | | | | |
| | | | | | | 7.10.82 | asciutta | | | | |
| | | | | | | 5.03.83 | 1,50 | | | | |
| 130 | Sorgente della Corsica | 195 | Porto Azzurro | Nessuno | Frattura nei diaspri | 8.05.81 | 1,30 | 510 | 239 | 17,5 | 7,0 |
| | | | | | | 12.10.82 | 0,25 | | | | |
| | | | | | | 3.03.83 | 2,40 | | | | |
| 131 | Mar di Capanne | 75 | Porto Azzurro | Uso dei passanti | Emergenza nei basalti | 11.10.82 | 0,06 | 150 | 68 | 16,5 | 5,8 |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,33 | | | | |
| 132 | Monserrato 1 | 115 | Porto Azzurro | Irriguo | Frattura nei diaspri | 11.10.82 | 0,02 | 350 | 120 | 17,3 | 6,0 |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,26 | | | | |
| 133 | Monserrato 2 | 100 | Porto Azzurro | Irriguo | Emergenza nei diaspri | 11.10.82 | 0,03 | 330 | 154 | 17,0 | 6,2 |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,10 | | | | |
| 134 | Monserrato 3 | 95 | Porto Azzurro | Irriguo | Contatto fra diaspri e basalti | 11.10.82 | 0,02 | | | | |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,03 | | | | |
| 135 | Monserrato 4 | 110 | Porto Azzurro | Alimentazione del Santuario | Frattura nei diaspri | 11.10.82 | 0,03 | 430 | 188 | 13,9 | 7,5 |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,03 | | | | |
| 136 | Monserrato 5 | 170 | Porto Azzurro | Nessuno | Emergenza nei diaspri | 8.05.81 | 1,00 | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | 0,08 | | | | |
| | | | | | | 3.03.83 | 3,00 | | | | |
| 137 | Monserrato 6 | 98 | Porto Azzurro | Nessuno | Frattura nei diaspri | 11.10.82 | 0,01 | 460 | 171 | 17,0 | 6,5 |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,10 | | | | |
| 138 | Monserrato 7 | 170 | Porto Azzurro | Nessuno | Emergenza nei diaspri | 11.10.82 | 0,05 | | | | |
| | | | | | | 3.03.83 | 1,50 | | | | |
| 139 | Monserrato 8 | 88 | Porto Azzurro | Irriguo | Contatto fra diaspri e basalti | 11.10.82 | 0,02 | 480 | 239 | 19,0 | 7,8 |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,10 | | | | |
| 140 | Acquaviva 1 | 115 | Porto Azzurro | Nessuno | Emergenza nei basalti | 11.10.82 | 0,005 | | | | |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,005 | | | | |
| 141 | Acquaviva 2 | 120 | Porto Azzurro | Nessuno | Emergenza nei basalti | 11.10.82 | 0,005 | | | | |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,005 | | | | |
| 142 | Acquaviva 3 | 125 | Porto Azzurro | Nessuno | Contatto fra basalti e serpentiniti | 8.05.81 | 1,00 | | | | |
| | | | | | | 12.10.82 | 0,27 | | | | |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,65 | | | | |

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|-----|-----------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----|
| 143 | Acquaviva 4, 5, 6, 7 e 8 | 250 | Porto Azzurro | Acq.tto di Porto Azzurro | Emergenza nei diaspri | 27.09.53 ⁽⁸⁾ | 0,68 | | | | |
| 144 | | 205 | | | | 31.08.54 ⁽⁸⁾ | 1,43 | | | | |
| 145 | | 180 | | | | 17.10.55 ⁽⁸⁾ | 0,48 | | | | |
| 146 | | 220 | | | | 20.08.55 ⁽⁸⁾ | 0,68 | | | | |
| 147 | | 105 | | | | 8.05.81 | 0,18 | | | | |
| | | | | | Contatto fra diaspri e basalti | 12.10.82 | 0,21 | 500 | 257 | 17,3 | 7,5 |
| | | | | | | 3.03.83 | 1,42 | 320 | 120 | 12,5 | 6,5 |
| 148 | Acquaviva 9 e 10 | 95 | Porto Azzurro | Acq.tto di Porto Azzurro | Contatto fra diaspri e basalti | 27.09.53 | 0,68 | | | | |
| 149 | | 100 | | | | 31.08.54 | 1,43 | | | | |
| | | | | | | 17.10.55 | 0,48 | | | | |
| | | | | | | 20.08.55 | 0,68 | | | | |
| | | | | | | 12.10.82 | 0,27 | 390 | 205 | 17,7 | 7,0 |
| | | | 3.03.83 | 0,11 | 400 | 171 | 12,5 | 7,0 | | | |
| 150 | Acquaviva 11 | 155 | Porto Azzurro | Acq.tto di Portoferraio | Frattura nei diaspri | 27.09.53 | 0,68 | | | | |
| | | | | | | 31.08.54 | 1,43 | | | | |
| | | | | | | 17.10.55 | 0,48 | | | | |
| | | | | | | 20.08.55 | 0,68 | | | | |
| | | | | | | 12.10.82 | 0,13 | 470 | | 17,6 | 7,5 |
| | | | | | | 3.03.83 | 2,30 | 290 | 86 | 11,5 | 6,5 |
| 151 | Maceratoie 1 | 140 | Rio nell'Elba | Irriguo | Contatto fra detriti e serpentiniti | 7.05.81 | 0,13 | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | 0,005 | 680 | 359 | 15,8 | 7,0 |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,45 | 730 | 342 | 13,0 | 7,0 |
| 152 | Maceratoie 2 | 138 | Rio nell'Elba | Irriguo | Contatto fra detriti e serpentiniti | 7.05.81 | 0,02 | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | 0,005 | 580 | 257 | 16,2 | 7,8 |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,003 | 520 | 239 | 13,5 | 7,5 |
| 153 | Volterraio | 160 | Portoferraio | Nessuno | Frattura nelle serpentiniti | 7.10.82 | asciutta | | | | |
| | | | | | | 5.03.83 | 0,02 | 720 | 359 | 13,5 | 7,8 |
| 154 | Alberone | 145 | Rio nell'Elba | Irriguo | Contatto fra detriti e serpentiniti | 7.05.81 | 0,10 | | | | |
| | | | | | | 7.10.82 | asciutta | | | | |
| | | | | | | 2.03.83 | 2,00 | 370 | 171 | 11,5 | 6,5 |
| 155 | Padre Eterno | 138 | Rio nell'Elba | Uso dei passanti | Contatto fra detriti e serpentiniti | 7.05.81 | 0,12 | | | | |
| | | | | | | 7.10.82 | 0,01 | 520 | 222 | 17,5 | 6,0 |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,08 | 590 | 257 | 14,0 | 7,0 |
| 156 | Fonte dei canali | 140 | Rio nell'Elba | Acq.tto di Rio nell'Elba | Emergenza nei basalti | 13.10.51 | 12,20 | | | | |
| | | | | | | 19.12.52 | 3,12 | | | | |
| | | | | | | 10.08.53 | 4,60 | | | | |
| | | | | | | 28.11.53 | 3,29 | | | | |
| | | | | | | 31.10.54 | 5,70 | | | | |
| | | | | | | 30.11.55 | 5,68 | | | | |
| | | | | | | 9.10.82 | 3,73 | 340 | 154 | 18,2 | 6,5 |
| | | | | | | 2.03.83 | 6,50 | 350 | 137 | 17,0 | 6,8 |
| 157 | Acquavivola | 240 | Rio nell'Elba | Nessuno | Emergenza nei detriti | 25.11.51 | 0,50 | | | | |
| | | | | | | 27.10.53 | 0,10 | | | | |
| | | | | | | 5.05.81 | 0,17 | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | 0,03 | 160 | 68 | 16,8 | 6,0 |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,58 | 170 | 51 | 15,3 | 6,0 |
| 158 | Acqua minerale | 9 | Rio Marina | Nessuno | Emergenza negli scisti arenacei | 25.11.51 | 0,50 | | | | |
| | | | | | | 27.10.53 | 0,13 | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | 0,04 | | | | |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,05 | | | | |

(8) Misura di portata complessiva delle sorgenti numero 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149 e 150.

Segue: APPENDICE 1

| N° | Nome | Quota m s.l.m. | Comune | Uso | Tipo di emergenza | Data della misura | Portata l/sec | Cond. elettr. µ S | Durezza mg/l CaCO ₃ | Tempe- ratura °C | pH |
|-----|-------------------|----------------------|---------------|-----------------------|--|-------------------------|------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----|
| 159 | Sorgente del noce | 60 | Rio nell'Elba | Acq.tto di Nisporto | Emergenza nei diaspri | 25.11.51 | 0,25 | | | | |
| | | | | | | 29.10.53 | 0,05 | | | | |
| | | | | | | 9.10.82 | 0,35 | 132 | 51 | 14,7 | 6,5 |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,48 | 150 | 51 | 14,5 | 6,0 |
| 160 | Nisporto 1 | 50 | Rio nell'Elba | Irriguo | Contatto fra detriti e depositi alluvionali antichi | 11.10.82 | 0,20 | 210 | 86 | 16,3 | 6,8 |
| | | | | | | 3.03.83 | 0,46 | 200 | 86 | 15,0 | 6,5 |
| 161 | Nisporto 2 | 55 | Rio nell'Elba | Irriguo | Contatto fra detriti e depositi alluvionali antichi | 5.05.81 | 0,20 | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | 0,10 | | | | |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,23 | | | | |
| 162 | Mulino | 90 | Rio nell'Elba | Acq.tto di Nisportino | Frattura nei Calcari a Calpionelle | 30.11.52 | 0,43 | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | 0,27 | 500 | 274 | 16,2 | 7,0 |
| | | | | | | 2.03.83 | 6,00 | 610 | 257 | 14,8 | 7,0 |
| 163 | Montegrosso 1 | 70 | Rio Marina | Acq.tto di Cavo | Contatto fra accumuli di frana ed argilliti a Posidonia | 13.10.55 | 0,01 | | | | |
| | | | | | | 9.10.82 | 0,07 | 473 | 196 | 17,7 | 6,7 |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,17 | 480 | 188 | 16,1 | 7,5 |
| 164 | Montegrosso 2 | 70 | Rio Marina | Acq.tto di Cavo | Contatto fra accumuli di frana ed argilliti a Posidonia | 9.10.82 | asciutta | | | | |
| | | | | | | 2.03.83 | 1,20 | 490 | 188 | 16,9 | 7,0 |
| 165 | La vasche | 25 | Rio Marina | Irriguo | Contatto fra sabbie eoliche e depositi alluvionali antichi | 25.11.51 | 0,20 | | | | |
| | | | | | | 27.10.53 | 0,03 | | | | |
| | | | | | | 5.05.81 | 0,07 | | | | |
| | | | | | | 11.10.82 | asciutta | | | | |
| | | | | | | 2.03.83 | 0,03 | 1050 | 410 | 10,8 | 7,0 |

APPENDICE 2
POZZI E RELATIVE MISURE DI LIVELLO E DI CONDUCEBILITÀ ELETTRICA DELL'ACQUA

| N° | Località ⁽¹⁾ | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | | N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|----|-------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data | | | | | | m | data | μ S | data |
| 1 | Bar. | 5 | 5,6 | 2,55 | 2,90 4,15 | 11.5.81 7.9.81 | 580 722 | 7.9.81 2.4.82 | 19 | Bar. | 15,3 | 16,0 | 1,50 | 6,60 9,25 | 11.5.81 7.9.81 | 721 | 7.9.81 |
| 2 | Bar. | 3,8 | 4,5 | 1,65 | 1,60 2,55 | 11.5.81 7.9.81 | 895 764 | 7.9.81 2.4.82 | 20 | Bar. | 22 | 7,0 | 1,30 | 3,06 5,55 | 11.5.81 7.9.81 | 495 400 | 7.9.81 2.4.82 |
| 3 | Bar. | 4,0 | 4,2 | 2,10 | 2,00 3,05 | 11.5.81 7.9.81 | 556 704 | 7.9.81 2.4.82 | 21 | Bar. | 14 | 7,0 | 2,00 | 3,60 asciutto | 11.5.81 7.9.81 | | |
| 4 | Bar. | 12 | 3,8 | 1,05 | 2,20 2,30 | 11.5.81 7.9.81 | 1015 | 7.9.81 | 22 | Bar. | 18 | 9,5 | 1,50 | 6,40 5,60 | 11.5.81 7.9.81 | 729 | 7.9.81 |
| 5 | Bar. | 26 | 3,8 | 2,50 | 3,00 | 7.9.81 | 935 764 | 7.9.81 2.4.82 | 23 | Bar. | 16,5 | 5,2 | 1,50 | 2,10 4,40 | 11.5.81 7.9.81 | 762 656 | 7.9.81 2.4.82 |
| 6 | Bar. | 18 | 1,5 | 3,50 | 0,50 | 11.7.81 | | | 24 | Bar. | 18 | 9,0 | 1,50 | 3,00 6,00 | 11.5.81 7.9.81 | 736 | 7.9.81 |
| 7 | Bar. | 7 | 8,3 | 1,65 | 2,40 4,65 | 11.5.81 7.9.81 | 809 677 | 7.9.81 2.4.82 | 25 | P. Az. | 22 | 7,5 | 1,00 | 3,60 4,80 | 12.5.81 7.9.81 | 920 | 7.9.81 |
| 8 | Bar. | 9 | 8,0 | 2,00 | 3,50 6,00 | 11.5.81 7.9.81 | 485 386 | 7.9.81 2.4.82 | 26 | P. Az. | 19 | 8,0 | 1,80 | 4,50 5,60 | 12.5.82 7.9.81 | 1078 896 | 7.9.81 2.4.82 |
| 9 | Bar. | 6,5 | 8,75 | 1,75 | 2,35 4,35 | 11.5.81 7.9.81 | 512 | 7.9.81 | 27 | P. Az. | 17,5 | 8,0 | 2,30 | 2,80 asciutto | 12.5.82 7.9.81 | | |
| 10 | Bar. | 8 | 25,0 | 0,20 | 2,50 5,60 | 11.5.81 7.9.81 | | | 28 | P. Az. | 16 | 8,0 | 1,70 | 1,80 asciutto | 12.5.81 7.9.81 | 433 | 2.4.82 |
| 11 | Bar. | 19 | 4,0 | 2,20 | 1,40 2,20 | 11.5.81 7.9.81 | 865 | 7.9.81 | 29 | P. Az. | 12 | | 1,80 | 1,90 asciutto | 12.5.81 7.9.81 | | |
| 12 | Bar. | 19 | 4,0 | 1,40 | 1,40 2,00 | 11.5.81 7.9.81 | | | 30 | P. Az. | 13 | 4,5 | 1,60 | 1,80 asciutto | 12.5.81 7.9.81 | | |
| 13 | Bar. | 19 | 3,55 | 1,40 | 0,85 1,20 | 11.5.81 7.9.81 | 1070 806 | 7.9.81 2.4.82 | 31 | P. Az. | 8,5 | | 1,50 | 2,20 asciutto | 12.5.81 7.9.81 | | |
| 14 | Bar. | 26 | 5,5 | 1,50 | 3,20 4,15 | 11.5.81 7.9.81 | 747 | 7.9.81 | 32 | P. Az. | 9 | | 1,20 | asciutto | 12.5.81 7.9.81 | | |
| 15 | Bar. | 24 | 3,3 | 3,00 | 2,50 3,00 | 11.5.81 7.9.81 | 826 792 | 7.9.81 2.4.82 | 33 | P. Az. | 34 | | 2,00 | 4,80 | 12.5.81 | | |
| 16 | Bar. | 17,2 | 10,0 | 3,00 | 2,00 5,60 | 11.5.81 7.9.81 | 970 | 7.9.81 | 34 | P. Az. | 28 | 13,0 | 1,60 | 6,15 9,75 | 12.5.81 7.9.81 | 502 442 | 7.9.81 2.4.82 |
| 17 | Bar. | 29,5 | 7,7 | 1,50 | 4,50 6,70 | 11.5.81 7.9.81 | 450 | 7.9.81 | 35 | P. Az. | 30 | 11,45 | 1,50 | 6,00 7,55 | 12.5.81 7.9.81 | 657 | 7.9.81 |
| 18 | Bar. | 15 | 6,9 | 1,75 | 1,85 5,00 | 11.5.81 7.9.81 | 1072 875 | 7.9.81 2.4.82 | 36 | P. Az. | 23 | 20,0 | 1,50 | 6,75 8,40 | 12.5.81 7.9.81 | 544 513 | 7.9.81 2.4.82 |

(1) Bar. = Barbarossa - P. Az. = Porto Azzurro - Sch. = lo Schiopparello - P. fe. = Portoferraio - M. Ca. = Marina di Campo

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 37 | P. Az. | 39 | 14,5 | 1,80 | 3,60 10,20 | 12.5.81 7.9.81 | 472 442 | 7.9.81 2.4.82 |
| 38 | P. Az. | 45 | 8,7 | 2,0 | 3,00 4,20 | 12.5.81 7.9.81 | 375 | 7.9.81 |
| 39 | P. Az. | 18,5 | 6,8 | 1,30 | 3,60 5,60 | 12.5.81 7.9.81 | 627 556 | 7.9.81 2.4.81 |
| 40 | P. Az. | | 15,0 | 4 | 4,85 | 12.5.81 | | |
| 41 | P. Az. | 19,5 | 9,5 | 1,50 | 3,15 5,40 | 12.5.81 7.9.81 | 677 553 | 7.9.81 2.4.82 |
| 42 | P. Az. | 12 | 8,5 | 1,50 | 6,00 6,35 | 12.5.81 7.9.81 | 605 | 7.9.81 |
| 43 | P. Az. | 11 | 8,0 | 1,50 | 6,00 | 12.5.81 | 483 | 2.4.82 |
| 44 | P. Az. | 7 | 5,0 | 2,00 | 3,00 5,30 | 12.5.81 7.9.81 | 795 467 | 7.9.81 2.4.82 |
| 45 | P. Az. | 7,5 | 6,3 | 2,50 | 5,50 | 7.9.81 | 520 | 7.9.81 |
| 46 | Mola | 3,3 | 6,0 | 1,50 | 1,80 5,10 | 14.5.81 7.9.81 | 2130 | 7.9.81 |
| 47 | Mola | 3 | 5,0 | 1,30 | 0,80 3,10 | 14.5.81 7.9.81 | 2660 1043 | 7.9.81 2.4.81 |
| 48 | Mola | 8 | 9,0 | 2,50 | 1,20 7,50 | 14.5.81 7.9.81 | 791 792 | 7.9.81 2.4.82 |
| 49 | Mola | 1,9 | 9,3 | 1,20 | 1,20 8,10 | 14.5.81 7.9.81 | 3160 986 | 7.9.81 2.4.82 |
| 50 | Mola | 2 | 3,6 | 1,20 | 1,80 asciutto | 14.5.81 7.9.81 | | |
| 51 | Mola | 2 | 2,7 | 1,60 | 1,50 asciutto | 14.5.81 7.9.81 | | |
| 52 | Mola | 1,5 | 6,1 | 1,20 | 0,80 asciutto | 14.5.81 7.9.81 | | |
| 53 | Mola | 3 | 8,0 | 0,70 | 4,50 | 7.9.81 | 950 | 7.9.81 |
| 54 | Mola | 2,5 | 5,2 | 1,50 | 0,90 4,10 | 14.5.81 7.9.81 | 778 785 | 7.9.81 2.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 55 | Mola | 2,5 | 30,0 | 3,00 | 2,20 9,20 | 14.5.81 7.9.81 | 990 881 | 7.9.81 2.4.82 |
| 56 | Mola | 2,5 | 39,0 | 0,18 | 2,10 23,00 | 14.5.81 7.9.81 | | |
| 57 | Mola | 8 | 6,0 | 1,50 | 2,70 6,00 | 14.5.81 7.9.81 | 2240 1960 | 7.9.81 2.4.82 |
| 58 | Mola | 4,5 | 15,8 | 4,00 | 11,00 | 7.9.81 | 1850 6990 | 7.9.81 2.4.82 |
| 59 | Mola | 11,5 | 10,5 | 1,10 | 2,00 7,50 | 14.5.81 7.9.81 | 2250 | 7.9.81 |
| 60 | Mola | 3,5 | 5,55 | 4,00 | 3,85 asciutto | 14.5.81 7.9.81 | | |
| 61 | Mola | 3,5 | 23,0 | 2,20 | 3,85 | 14.5.81 | | |
| 62 | Mola | 4,3 | 120,0 | 0,20 | 12,20 | 7.9.81 | | |
| 63 | Mola | 4 | 23,0 | 2,20 | 2,60 | 14.5.81 | | |
| 64 | Mola | 14 | 8,75 | 1,00 | 1,20 3,90 | 14.5.81 7.9.81 | 648 590 | 7.9.81 2.4.82 |
| 65 | Mola | 15,8 | | 1,00 | 5,30 10,70 | 14.5.81 7.9.81 | 630 | 7.9.81 |
| 66 | Mola | 7,1 | 5,5 | 1,30 | 2,00 | 14.5.81 | | |
| 67 | Mola | 25 | 6,7 | 2,50 | 2,00 asciutto | 14.5.81 7.9.81 | | |
| 68 | Mola | 5,7 | 5,4 | 1,20 | 3,70 asciutto | 14.5.81 7.9.81 | | |
| 69 | Mola | 15 | | 1,40 | 3,40 8,00 | 14.5.81 7.9.81 | 888 3080 | 7.9.81 2.4.82 |
| 70 | Mola | 7,2 | 5,6 | 1,50 | 1,00 4,40 | 14.5.81 7.9.81 | 1650 | 7.9.81 |
| 71 | Mola | 7,2 | 43,0 | 0,20 | | | 2720 2650 | 7.9.81 2.4.82 |
| 72 | Mola | 5 | | 0,25 | 12,60 | 7.9.81 | 1960 | 7.9.81 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 73 | Mola | 11 | 8,4 | 1,80 | 4,80 5,60 | 14.5.81 7.9.81 | 718 282 | 7.9.81 2.4.82 |
| 74 | Mola | 11 | 5,0 | 1,25 | 3,20 4,90 | 14.5.81 7.9.81 | 897 | 7.9.81 |
| 75 | Mola | 11 | 7,0 | 1,00 | 3,80 6,20 | 14.5.81 7.9.81 | 990 776 | 7.9.81 2.4.82 |
| 76 | Mola | 10 | 6,3 | 1,30 | 2,15 6,00 | 14.5.81 7.9.81 | 602 415 | 7.9.81 2.4.82 |
| 77 | Mola | 3 | 5,5 | 1,30 | 1,40 4,30 | 14.5.81 7.9.81 | 1670 | 7.9.81 |
| 78 | Mola | 3 | 4,2 | 3,00 | 2,00 3,80 | 14.5.81 7.9.81 | 842 687 | 7.9.81 2.4.82 |
| 79 | Mola | 8,5 | 5,5 | 1,40 | asciutto asciutto | 14.5.81 7.9.81 | | |
| 80 | Sch. | 50 | | 1,30 | 7,20 6,00 | 15.5.81 7.9.81 | 650 | 7.9.81 |
| 81 | Sch. | 52 | 13,0 | 1,50 | 1,50 10,50 | 15.5.81 7.9.81 | | |
| 82 | Sch. | 51 | 3,5 | 1,00 | 0,80 2,00 | 15.5.81 7.9.81 | 700 605 | 7.9.81 3.4.82 |
| 83 | Sch. | 33 | 9,0 | 1,80 | 3,40 5,50 | 15.5.81 7.9.81 | 900 1068 | 7.9.81 3.4.82 |
| 84 | Sch. | 30,5 | | 1,50 | 3,40 | 15.5.81 | | |
| 85 | Sch. | 24 | 12,5 | 1,20 | 3,50 8,00 | 15.5.81 7.9.81 | 1100 | 7.9.81 |
| 86 | Sch. | 21,6 | 11,0 | 1,00 | 3,20 7,40 | 15.5.81 7.9.81 | 1100 1168 | 7.9.81 3.4.82 |
| 87 | Sch. | 17 | 12,5 | 2,00 | 6,00 9,50 | 15.5.81 7.9.81 | 1400 | 7.9.81 |
| 88 | Sch. | 12 | 10,0 | 1,20 | 3,50 5,50 | 15.5.81 7.9.81 | 700 | 7.9.81 |
| 89 | Sch. | 5,5 | 4,0 | 1,00 | 1,50 2,90 | 15.5.81 7.9.81 | 800 | 7.9.81 |
| 90 | Sch. | 2,8 | 6,0 | 3,00 | 1,00 2,80 | 15.5.81 7.9.81 | 900 895 | 7.9.81 3.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 91 | Sch. | 8 | 6,3 | 2,20 | 2,80 5,20 | 15.5.81 7.9.81 | 1200 839 | 7.9.81 3.4.82 |
| 92 | Sch. | 9,5 | 14,0 | 2,00 | 3,50 4,50 | 15.5.81 7.9.81 | 900 846 | 7.9.81 3.4.82 |
| 93 | Sch. | 8,2 | | 1,00 | 3,80 | 15.5.81 | | |
| 94 | Sch. | 13 | 11,0 | 1,50 | 4,70 7,20 | 15.5.81 7.9.81 | | |
| 95 | Sch. | 8,5 | 6,0 | 1,50 | 2,30 4,00 | 15.5.81 7.9.81 | 1800 | 7.9.81 |
| 96 | Sch. | 9 | 7,0 | 1,20 | 3,00 5,00 | 15.5.81 7.9.81 | 914 | 3.4.82 |
| 97 | Sch. | 15 | 13,0 | 1,80 | 5,60 7,25 | 15.5.81 7.9.81 | 900 1056 | 7.9.81 3.4.82 |
| 98 | Sch. | 20 | | 1,20 | 2,20 5,10 | 15.5.81 7.9.81 | | |
| 99 | Sch. | 24 | 17,0 | 1,20 | 5,80 11,50 | 15.5.81 7.9.81 | 750 | 7.9.81 |
| 100 | Sch. | 23 | 16,0 | 1,20 | 6,20 13,00 | 15.5.81 7.9.81 | 890 795 | 7.9.81 3.4.82 |
| 101 | Sch. | 22 | 16,0 | 1,10 | 5,35 6,90 | 15.5.81 7.9.81 | 490 482 | 7.9.81 3.4.82 |
| 102 | Sch. | 24 | 13,0 | 1,70 | 9,30 | 7.9.81 | 570 | 7.9.81 |
| 103 | Sch. | 23,5 | 16,5 | 1,60 | 5,00 7,50 | 15.5.81 7.9.81 | 510 | 7.9.81 |
| 104 | Sch. | 29 | 20,0 | 1,40 | 5,00 9,50 | 15.5.81 7.9.81 | 570 | 7.9.81 |
| 105 | Sch. | 41 | 7,0 | 1,00 | 1,60 2,45 | 15.5.81 7.9.81 | 860 706 | 7.9.81 3.4.82 |
| 106 | Sch. | 32 | 20,0 | 1,20 | 5,55 14,70 | 15.5.81 7.9.81 | | |
| 107 | Sch. | 31 | 7,6 | 1,00 | 2,30 5,70 | 15.5.81 7.9.81 | 650 | 7.9.81 |
| 108 | Sch. | 30 | 6,5 | 1,30 | 5,00 5,65 | 15.5.81 7.9.81 | 850 | 7.9.81 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 109 | Sch. | 35 | 5,4 | 1,00 | 2,60 4,60 | 15.5.81 7.9.81 | 650 | 7.9.81 |
| 110 | Sch. | 40 | 4,0 | 1,10 | 2,15 asciutto | 15.5.81 7.9.81 | 594 | 3.4.82 |
| 111 | Sch. | 57,4 | 16,3 | 2,00 | 6,80 9,10 | 15.5.81 7.9.81 | 520 | 7.9.81 |
| 112 | Sch. | 4,5 | 6,0 | | 5,10 5,70 | 18.5.81 7.9.81 | 450 406 | 7.9.81 3.4.82 |
| 113 | Sch. | 2 | 5,0 | | 2,70 3,00 | 18.5.81 7.9.81 | 590 556 | 7.9.81 3.4.82 |
| 114 | Sch. | 19 | 9,7 | 1,50 | 5,70 6,40 | 18.5.81 7.9.81 | 1000 | 7.9.81 |
| 115 | Sch. | 18 | | 1,80 | 6,60 | 18.5.81 | | |
| 116 | Sch. | 19 | 22,0 | 1,80 | 6,00 | 18.5.81 | 690 524 | 7.9.81 3.4.82 |
| 117 | Sch. | 20,5 | 23,0 | 2,00 | 6,20 8,20 | 18.5.81 7.9.81 | 900 | 7.9.81 |
| 118 | Sch. | 11 | | 1,20 | 1,55 | 18.5.81 | | |
| 119 | Sch. | 5,5 | 6,0 | 2,00 | 2,25 3,00 | 18.5.81 7.9.81 | 2200 | 7.9.81 |
| 120 | Sch. | | 5,3 | 1,50 | 1,60 3,00 | 18.5.81 7.9.81 | 2950 3000 | 7.9.81 3.4.82 |
| 121 | Sch. | 3,3 | 5,0 | 1,40 | 2,00 2,60 | 18.5.81 7.9.81 | 2400 2490 | 7.9.81 3.4.82 |
| 122 | Sch. | 3,3 | 8,0 | 1,30 | 3,20 4,00 | 18.5.81 7.9.81 | 700 895 | 7.9.81 3.4.82 |
| 123 | Sch. | 6,5 | 6,0 | 2,00 | 1,75 4,00 | 18.5.81 7.9.81 | 1900 | 7.9.81 |
| 124 | Sch. | 9 | 4,8 | 1,00 | 1,50 4,60 | 18.5.81 7.9.81 | 1900 | 7.9.81 |
| 125 | Sch. | 6 | | 1,00 | 2,00 | 18.5.81 | | |
| 126 | Sch. | 3,6 | 9,0 | 1,50 | 2,50 3,50 | 18.5.81 7.9.81 | 860 | 7.9.81 |
| 127 | Sch. | 3 | 5,5 | 2,00 | 2,00 3,00 | 18.5.81 7.9.81 | 900 1121 | 7.9.81 3.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 128 | Sch. | 3,9 | 7,0 | 1,00 | 1,20 2,40 | 18.5.81 7.9.81 | 700 | 7.9.81 |
| 129 | Sch. | 2 | 4,0 | 3,50 | 2,00 2,90 | 18.5.81 7.9.81 | 850 925 | 7.9.81 3.4.82 |
| 130 | Sch. | 4,3 | 10,0 | 3,00 | 1,50 2,20 | 18.5.81 7.9.81 | 670 | 7.9.81 |
| 131 | Sch. | 8,6 | 8,0 | 1,00 | 4,90 5,30 | 18.5.81 7.9.81 | 690 621 | 7.9.81 3.4.82 |
| 132 | Sch. | 16 | 7,0 | 0,80 | 3,10 5,50 | 18.5.81 7.9.81 | 700 | 7.9.81 |
| 133 | Sch. | 15 | 6,0 | 1,10 | 4,00 5,00 | 18.5.81 7.9.81 | 710 | 7.9.81 |
| 134 | Sch. | 21 | 9,0 | 1,60 | 5,00 6,50 | 18.5.81 7.9.81 | 900 505 | 7.9.81 3.4.82 |
| 135 | Sch. | 28,5 | 10,0 | 1,00 | 8,60 8,30 | 18.5.81 7.9.81 | 550 | 7.9.81 |
| 136 | Sch. | 24 | 10,0 | 2,50 | 3,90 | 18.5.81 | | |
| 137 | Sch. | 21 | 11,8 | 1,70 | 7,40 11,00 | 18.5.81 7.9.81 | 900 | 7.9.81 |
| 138 | Sch. | 16,5 | 10,0 | 2,10 | 2,50 3,40 | 18.5.81 7.9.81 | 850 691 | 7.9.81 3.4.82 |
| 139 | Sch. | 11 | 7,0 | 3,00 | 1,20 2,00 | 18.5.81 7.9.81 | 750 | 7.9.81 |
| 140 | Sch. | 7 | 6,0 | 1,50 | 1,80 3,00 | 18.5.81 7.9.81 | 850 832 | 7.9.81 3.4.82 |
| 141 | P.fe. | 28,5 | 7,0 | 2,00 | 4,25 6,20 | 20.5.81 9.9.81 | 1029 | 9.9.81 |
| 142 | P.fe. | 27 | 10,4 | 1,60 | 7,20 6,60 | 20.5.81 9.9.81 | 1352 | 9.9.81 |
| 143 | P.fe. | 30 | 5,7 | 1,50 | 3,60 3,90 | 20.5.81 9.9.81 | 1446 1140 | 9.9.81 7.4.82 |
| 144 | P.fe. | 21,5 | 5,0 | 1,20 | 2,80 3,90 | 20.5.81 9.9.81 | 1390 | 9.9.81 |
| 145 | P.fe. | 23 | 7,5 | 1,50 | 4,55 4,80 | 20.5.81 9.9.81 | 1133 785 | 9.9.81 7.9.81 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 146 | P.fe. | 20 | 5,1 | 2,10 | 2,50 4,00 | 20.5.81 9.9.81 | 1153 722 | 9.9.81 7.4.82 |
| 147 | P.fe. | 27,5 | 8,0 | 1,50 | 5,40 7,10 | 20.5.81 9.9.81 | 1015 | 9.9.81 |
| 148 | P.fe. | 30 | 10,7 | 1,50 | 8,60 10,30 | 20.5.81 9.9.81 | 1553 1113 | 9.9.81 7.4.82 |
| 149 | P.fe. | 23,5 | 10,5 | 1,50 | 6,50 8,20 | 20.5.81 9.9.81 | 1401 1121 | 9.9.81 7.9.82 |
| 150 | P.fe. | 23 | 10,0 | 1,50 | 6,30 7,80 | 20.5.81 9.9.81 | 1431 | 9.9.81 |
| 151 | P.fe. | 17 | 5,5 | 1,50 | 3,15 4,65 | 20.5.81 9.9.81 | 1254 | 9.9.81 |
| 152 | P.fe. | 22 | 7,5 | 1,50 | 5,80 7,50 | 20.5.81 9.9.81 | 1684 | 9.9.81 |
| 153 | P.fe. | 17 | 11,0 | 2,00 | 2,60 3,20 | 20.5.81 9.9.81 | 1493 1197 | 9.9.81 7.4.82 |
| 154 | P.fe. | 19 | 8,0 | 1,40 | 5,50 7,10 | 20.5.81 9.9.81 | 2060 986 | 9.9.81 7.4.82 |
| 155 | P.fe. | 23 | 9,0 | 1,50 | 6,00 7,50 | 20.5.81 9.9.81 | 2390 | 9.9.81 |
| 156 | P.fe. | 30 | 13,0 | 1,00 | 8,70 11,80 | 20.5.81 9.9.81 | 2600 1366 | 9.9.81 7.4.82 |
| 157 | P.fe. | 15 | 10,0 | 1,50 | 3,65 4,50 | 20.5.81 9.9.81 | 1366 | 9.9.81 |
| 158 | P.fe. | 16 | 7,0 | 1,20 | 2,80 4,20 | 20.5.81 9.9.81 | 1472 | 9.9.81 |
| 159 | P.fe. | 20 | 5,5 | 0,80 | 2,70 3,40 | 20.5.81 9.9.81 | 1011 | 9.9.81 |
| 160 | P.fe. | 23 | 9,0 | 2,50 | 1,50 2,00 | 20.5.81 9.9.81 | 1011 950 | 9.9.81 7.4.82 |
| 161 | P.fe. | 26 | 10,6 | 1,50 | 8,00 9,00 | 20.5.81 9.9.81 | 1151 | 9.9.81 |
| 162 | P.fe. | 15 | 7,5 | 1,50 | 3,20 | 20.5.81 | | |
| 163 | P.fe. | 25 | 10,5 | 1,40 | 3,60 5,10 | 20.5.81 9.9.81 | 1004 953 | 9.9.81 7.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 164 | P.fe. | 13 | | 1,50 | 3,10 | 20.5.81 | | |
| 165 | P.fe. | 20 | 9,0 | 1,50 | 3,65 5,00 | 20.5.81 9.9.81 | 1355 | 9.9.81 |
| 166 | P.fe. | 13 | 8,3 | 1,50 | 3,40 5,70 | 20.5.81 9.9.81 | 1037 | 9.9.81 |
| 167 | P.fe. | 13 | 8,0 | 2,00 | 3,40 | 20.5.81 | | |
| 168 | P.fe. | 13,4 | 8,3 | 2,00 | 3,50 5,60 | 20.5.81 9.9.81 | 1646 | 9.9.81 |
| 169 | P.fe. | 11 | 9,0 | 1,50 | 3,00 8,00 | 20.5.81 9.9.81 | 1593 1046 | 9.9.81 7.4.82 |
| 170 | P.fe. | 14,1 | 5,5 | 1,20 | 2,40 4,80 | 20.5.81 9.9.81 | 958 649 | 9.9.81 7.4.82 |
| 171 | P.fe. | 15 | 7,5 | 2,00 | 3,00 6,10 | 20.5.81 9.9.81 | | |
| 172 | P.fe. | 20 | 6,5 | 1,20 | 2,50 3,70 | 20.5.81 9.9.81 | 1037 | 9.9.81 |
| 173 | P.fe. | 18,5 | 5,0 | 2,00 | 2,20 3,30 | 20.5.81 9.9.81 | 1236 | 9.9.81 |
| 174 | P.fe. | 17 | 4,5 | 2,00 | 2,20 | 20.5.81 | | |
| 175 | P.fe. | 17 | 7,5 | 1,00 | 3,40 3,80 | 20.5.81 9.9.81 | 1742 1331 | 9.9.81 7.4.82 |
| 176 | P.fe. | 20 | 8,0 | 1,50 | 6,20 3,55 | 20.5.81 9.9.81 | 2380 | 9.9.81 |
| 177 | P.fe. | 24 | 8,0 | 1,50 | 2,20 | 20.5.81 | | |
| 178 | P.fe. | 5 | 13,0 | 1,00 | 2,50 2,80 | 21.5.81 9.9.91 | | |
| 179 | P.fe. | 5 | 14,0 | 1,50 | 2,50 4,60 | 21.5.81 9.9.81 | 621 | 9.9.81 |
| 180 | P.fe. | 8 | 14,0 | 2,00 | 2,40 4,50 | 21.5.81 9.9.81 | | |
| 181 | P.fe. | 5,5 | 5,0 | 1,00 | 1,30 3,00 | 21.5.81 9.9.81 | 674 602 | 9.9.81 7.4.82 |
| 182 | P.fe. | 5,5 | 4,1 | 1,00 | 1,00 3,70 | 21.5.81 9.9.81 | 907 715 | 9.9.81 7.4.82 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 183 | P.fe. | 2 | 8,0 | 1,50 | 2,20 3,00 | 21.5.81 9.9.81 | 862 684 | 9.9.81 7.4.82 |
| 184 | P.fe. | 1 | 3,8 | 3,00 | 1,30 | 9.9.81 | 804 | 9.9.81 |
| 185 | P.fe. | 4 | 6,7 | 1,50 | 2,00 2,90 | 21.5.81 9.9.81 | 650 584 | 9.9.81 7.4.82 |
| 186 | P.fe. | 12 | 6,5 | 1,00 | 3,10 5,40 | 21.5.81 9.9.81 | 690 | 9.9.81 |
| 187 | P.fe. | 9 | 8,0 | 1,00 | 1,90 5,40 | 21.5.81 9.9.81 | 796 662 | 9.9.81 7.4.82 |
| 188 | P.fe. | 5,5 | 6,0 | 1,50 | 3,70 5,30 | 21.5.81 9.9.81 | 717 | 9.9.81 |
| 189 | P.fe. | 4,5 | 5,0 | 1,00 | 2,70 4,20 | 21.5.81 9.9.81 | 826 | 9.9.81 |
| 190 | P.fe. | 2,5 | 5,0 | 1,20 | 2,40 3,10 | 21.5.81 9.9.81 | 696 | 9.9.81 |
| 191 | P.fe. | 1,50 | 3,0 | 1,40 | 1,50 2,10 | 21.5.81 9.9.81 | 940 652 | 9.9.81 7.4.82 |
| 192 | P.fe. | 3 | 5,0 | 1,50 | 2,40 3,40 | 21.5.81 9.9.81 | 701 626 | 9.9.81 7.4.82 |
| 193 | P.fe. | 6 | 10,0 | 1,50 | 3,10 7,80 | 21.5.81 9.9.81 | | |
| 194 | P.fe. | 1,50 | 6,0 | 1,50 | 1,50 3,00 | 21.5.81 9.9.81 | 950 | 9.9.81 |
| 195 | P.fe. | 3,4 | 3,0 | 1,50 | 2,90 | 21.5.81 | | |
| 196 | P.fe. | 2,5 | 3,0 | 1,50 | 1,70 2,90 | 21.5.81 9.9.81 | 1150 1288 | 9.9.81 7.4.82 |
| 197 | P.fe. | 8 | 15,0 | 1,50 | 5,10 8,20 | 21.5.81 9.9.81 | 720 | 9.9.81 |
| 198 | P.fe. | 13,3 | | 1,20 | 4,00 7,90 | 21.5.81 9.9.81 | 897 646 | 9.9.81 7.4.82 |
| 199 | P.fe. | 18 | 11,0 | 1,30 | 5,60 8,00 | 21.5.81 9.9.81 | | |
| 200 | P.fe. | 27 | 7,0 | 1,20 | 3,30 6,80 | 21.5.81 9.9.81 | 1180 583 | 9.9.81 7.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 201 | P.fe. | 27 | 7,5 | 1,50 | 4,50 | 21.5.81 | 598 | 7.4.82 |
| 202 | P.fe. | 27 | 8,0 | 1,30 | 7,20 | 9.9.81 | 726 | 9.9.81 |
| 203 | P.fe. | 30 | 6,5 | 1,50 | 3,10 3,40 | 21.5.81 9.9.81 | | |
| 204 | P.fe. | 35 | 11,5 | 1,50 | 5,40 9,90 | 21.5.81 9.9.81 | 657 | 9.9.81 |
| 205 | P.fe. | 23 | 6,0 | 1,50 | 3,40 4,50 | 21.5.81 9.9.81 | | |
| 206 | P.fe. | 17 | 9,6 | 1,20 | 3,40 5,10 | 21.5.81 9.9.81 | 606 582 | 9.9.81 7.4.82 |
| 207 | P.fe. | 10 | 7,0 | 1,00 | 3,30 4,90 | 21.5.81 9.9.81 | | |
| 208 | P.fe. | 13 | 15,0 | 1,00 | 3,00 4,90 | 21.5.81 9.9.81 | | |
| 209 | P.fe. | 10,5 | 8,0 | 1,50 | 3,80 7,00 | 21.5.81 9.9.81 | 760 521 | 9.9.81 7.4.82 |
| 210 | P.fe. | 19 | 9,0 | 1,00 | 4,30 7,90 | 21.5.81 9.9.81 | 935 | 9.9.81 |
| 211 | P.fe. | 15,7 | | 1,50 | 3,00 | 21.5.81 | | |
| 212 | P.fe. | 19,6 | 6,7 | 1,20 | 3,50 6,40 | 21.5.81 9.9.81 | 1000 | 9.9.81 |
| 213 | P.fe. | 12,5 | 7 | 1,20 | 3,30 5,50 | 21.5.81 9.9.81 | 1000 | 9.9.81 |
| 214 | P.fe. | 13,5 | 7 | 1,00 | 4,10 6,30 | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 215 | P.fe. | 12,5 | 9 | 1,80 | 2,10 5,00 | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 216 | P.fe. | 13 | 8 | 1,30 | 3,90 5,40 | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 217 | P.fe. | 16 | 9,0 | 1,60 | 3,20 5,10 | 21.5.81 9.9.81 | 868 819 | 9.9.81 7.4.82 |
| 218 | P.fe. | 17 | | 1,50 | 4,20 7,50 | 22.5.81 9.9.81 | 1000 | 9.9.81 |
| 219 | P.fe. | 17,5 | 12,0 | 2,00 | 6,00 9,20 | 22.5.81 9.9.81 | | |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 220 | P.fe. | 10 | 9,0 | 1,50 | 6,00 8,60 | 22.5.81 9.9.81 | 943 | 9.9.81 |
| 221 | P.fe. | 5,7 | 6,0 | 0,50 | 3,30 5,00 | 22.5.81 9.9.81 | 1000 998 | 9.9.81 7.4.82 |
| 222 | P.fe. | 2 | 4,0 | 0,50 | 1,90 3,00 | 22.5.81 9.9.81 | 1090 | 9.9.81 |
| 223 | P.fe. | 2 | 6,5 | 1,20 | 1,60 3,00 | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 224 | P.fe. | 6,6 | 8,0 | 2,00 | 2,40 4,90 | 22.5.81 9.9.81 | 715 693 | 9.9.81 7.4.82 |
| 225 | P.fe. | 4 | 25,0 | 0,25 | 1,65 3,00 | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 226 | P.fe. | 5 | 4,3 | 1,0 | 2,30 4,00 | 22.5.81 9.9.81 | 525 522 | 9.9.81 7.4.82 |
| 227 | P.fe. | 8 | 10,5 | 1,30 | 2,30 5,00 | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 228 | P.fe. | 2 | 5,3 | 1,20 | 1,80 3,70 | 22.5.81 9.9.81 | 1240 | 9.9.81 |
| 229 | P.fe. | 7,5 | 6,0 | 1,20 | 2,20 asciutto | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 230 | P.fe. | 13 | 9,0 | 1,50 | 3,90 5,60 | 22.5.81 9.9.81 | 1600 1940 | 9.9.81 7.4.82 |
| 231 | P.fe. | 14 | 11,5 | 1,50 | 3,20 5,20 | 22.5.81 9.9.81 | 720 838 | 9.9.81 7.4.82 |
| 232 | P.fe. | 13 | 11,0 | 1,30 | 4,00 9,30 | 22.5.81 9.9.81 | 1300 | 9.9.81 |
| 233 | P.fe. | 8 | 6,5 | 1,20 | 2,80 asciutto | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 234 | P.fe. | 12 | 8,0 | 1,00 | 1,70 | 22.5.81 | | |
| 235 | P.fe. | 12 | 10,5 | 1,50 | 2,30 6,50 | 22.5.81 9.9.81 | 889 | 9.9.81 |
| 236 | P.fe. | 14 | 11,5 | 1,50 | 5,10 9,50 | 22.5.81 9.9.81 | 1080 970 | 9.9.81 7.4.82 |
| 237 | P.fe. | 12 | 12,0 | 1,50 | 3,40 8,70 | 22.5.81 9.9.81 | 1100 | 9.9.81 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 238 | P.fe. | 15 | 7,8 | 1,00 | 4,40 6,80 | 22.5.81 9.9.81 | 950 905 | 9.9.81 7.4.82 |
| 239 | P.fe. | 2 | 3,5 | 1,50 | 1,90 | 22.5.81 | | |
| 240 | P.fe. | 2 | 4,5 | 1,50 | 1,90 3,80 | 22.5.81 9.9.81 | 1840 | 9.9.81 |
| 241 | P.fe. | 2,5 | 12,5 | 1,50 | 1,80 3,90 | 22.5.81 9.9.81 | 2810 1512 | 9.9.81 7.4.82 |
| 242 | P.fe. | 3,5 | 12,0 | 1,50 | 1,80 7,10 | 22.5.81 9.9.81 | 980 | 9.9.81 |
| 243 | P.fe. | 1,5 | 4,4 | 0,20 | 0,80 3,80 | 22.5.81 9.9.81 | 4870 11920 | 9.9.81 7.4.82 |
| 244 | P.fe. | 1,70 | 4,0 | 1,50 | 1,50 3,60 | 22.5.81 9.9.81 | 3940 | 9.9.81 |
| 245 | P.fe. | 5 | 9,0 | 1,20 | 2,00 5,80 | 22.5.81 9.9.81 | 1060 1138 | 9.9.81 7.4.81 |
| 246 | P.fe. | 4,5 | 7,5 | 1,50 | 1,00 4,70 | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 247 | P.fe. | 4,5 | 7,5 | 1,50 | 0,75 5,00 | 22.5.81 9.9.81 | 950 | 9.9.81 |
| 248 | P.fe. | 5,5 | 6,5 | 1,50 | 2,85 | 22.5.81 | | |
| 249 | P.fe. | 5,5 | 6,0 | 1,50 | asciutto | 9.9.81 | | |
| 250 | P.fe. | 7,5 | 9,7 | 1,20 | 1,80 5,30 | 22.5.81 9.9.81 | 897 | 9.9.81 |
| 251 | P.fe. | 7,5 | 9,0 | 1,00 | 2,30 4,50 | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 252 | P.fe. | 9 | 10,5 | 1,50 | 3,10 5,90 | 22.5.81 9.9.81 | 791 | 9.9.81 |
| 253 | P.fe. | 9 | 9,0 | 1,50 | 3,00 asciutto | 22.5.81 9.9.81 | 962 | 7.4.82 |
| 254 | P.fe. | 10 | 10,0 | 1,20 | 1,80 asciutto | 22.5.81 9.9.81 | | |
| 255 | P.fe. | 4 | 5,5 | 1,20 | 3,40 4,70 | 22.5.81 9.9.81 | 1800 1821 | 9.9.81 7.4.82 |
| 256 | M.Ca. | 10 | 5,0 | 0,80 | 3,15 4,80 | 25.5.81 8.9.81 | 1600 1470 | 8.9.81 5.4.82 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 257 | M.Ca. | 8,5 | 5,0 | 1,00 | 2,50 3,60 | 25.5.81 8.9.81 | | |
| 258 | M.Ca. | 9 | 7,5 | 1,20 | 3,50 4,90 | 25.5.81 8.9.81 | 1200 | 8.9.81 |
| 259 | M.Ca. | 11,5 | 5,0 | 1,20 | 3,90 4,10 | 25.5.81 8.9.81 | 1400 547 | 8.9.81 5.4.82 |
| 260 | M.Ca. | 12,5 | 7,0 | 0,50 | 4,90 5,90 | 25.5.81 8.9.81 | 710 473 | 8.9.81 5.4.82 |
| 261 | M.Ca. | 8,5 | 6,3 | 1,00 | 4,00 5,30 | 25.5.81 8.9.81 | 1600 | 8.9.81 |
| 262 | M.Ca. | 3,8 | 5,0 | 1,50 | 1,00 2,40 | 25.5.81 8.9.81 | 910 | 8.9.81 |
| 263 | M.Ca. | 3,5 | 2,9 | 0,80 | 1,50 2,80 | 25.5.81 8.9.81 | 610 | 8.9.81 |
| 264 | M.Ca. | 2,3 | 3,0 | 1,00 | 0,90 2,10 | 25.5.81 8.9.81 | 690 | 8.9.81 |
| 265 | M.Ca. | 1,5 | 2,5 | 0,65 | 0,75 2,00 | 25.5.81 8.9.81 | 740 638 | 8.9.81 5.4.82 |
| 266 | M.Ca. | 4,5 | 6,0 | 1,50 | 1,50 2,90 | 25.5.81 8.9.81 | 900 | 8.9.81 |
| 267 | M.Ca. | 3,5 | 5,0 | 1,20 | 1,15 3,20 | 25.5.81 8.9.81 | 750 | 8.9.81 |
| 268 | M.Ca. | 4 | 8,0 | 1,50 | 1,20 2,60 | 25.5.81 8.9.81 | 950 | 8.9.81 |
| 269 | M.Ca. | 5,5 | 5,0 | 1,00 | 2,20 4,80 | 25.5.81 8.9.81 | 900 | 8.9.81 |
| 270 | M.Ca. | 6,5 | 6,0 | 1,00 | 2,00 4,10 | 25.5.81 8.9.81 | 900 616 | 8.9.81 5.4.82 |
| 271 | M.Ca. | 6 | 3,5 | 1,00 | 1,25 2,55 | 25.5.81 8.9.81 | 910 | 8.9.81 |
| 272 | M.Ca. | 5 | 6,0 | 1,50 | 1,85 3,20 | 25.5.81 8.9.81 | 1600 246 | 8.9.81 5.4.82 |
| 273 | M.Ca. | 4,5 | 2,8 | 1,00 | 1,25 asciutto | 25.5.81 8.9.81 | | |
| 274 | M.Ca. | 4 | 3,2 | 1,20 | 1,25 3,00 | 25.5.81 8.9.81 | 802 | 5.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 275 | M.Ca. | 2 | 3,0 | 1,80 | 1,80 2,60 | 25.5.81 8.9.81 | 600 | 8.9.81 |
| 276 | M.Ca. | 1,5 | 2,8 | 0,30 | 1,05 2,40 | 25.5.81 8.9.81 | 900 522 | 8.9.81 5.4.82 |
| 277 | M.Ca. | 2,2 | 2,5 | 0,70 | 1,25 2,40 | 25.5.81 8.9.81 | 800 | 8.9.81 |
| 278 | M.Ca. | 4,2 | 8,0 | 1,50 | 1,80 2,60 | 25.5.81 8.9.81 | | |
| 279 | M.Ca. | 4,2 | | 1,50 | 1,80 | 25.5.81 | | |
| 280 | M.Ca. | 4,7 | 3,1 | 1,00 | 1,45 2,40 | 25.5.81 8.9.81 | 790 636 | 8.9.81 5.4.82 |
| 281 | M.Ca. | 10 | 9,0 | 1,50 | 1,45 2,90 | 25.5.81 8.9.81 | 810 | 8.9.81 |
| 282 | M.Ca. | 2 | 5,3 | 1,50 | 3,00 | 8.9.81 | 700 | 8.9.81 |
| 283 | M.Ca. | 1,8 | 3,5 | 1,00 | 2,30 | 8.9.81 | 1670 | 8.9.81 |
| 284 | M.Ca. | 5 | 4,0 | 1,00 | 1,85 3,70 | 25.5.81 8.9.81 | 186 | 8.9.81 |
| 285 | M.Ca. | 6 | 4,3 | 0,80 | 2,45 3,90 | 25.5.81 8.9.81 | | |
| 286 | M.Ca. | 6,5 | | 1,10 | 1,80 2,90 | 25.5.81 8.9.81 | 1406 | 5.4.82 |
| 287 | M.Ca. | 7 | 6,1 | 1,00 | 2,70 4,70 | 25.5.81 8.9.81 | 2010 2110 | 8.9.81 5.4.82 |
| 288 | M.Ca. | 7 | 3,6 | 0,80 | 2,20 3,50 | 25.5.81 8.9.81 | | |
| 289 | M.Ca. | 8 | 6,3 | 1,50 | 3,50 6,00 | 25.5.81 8.9.81 | | |
| 290 | M.Ca. | 4,5 | | 0,80 | 1,00 | 26.5.81 | | |
| 291 | M.Ca. | 17,2 | 8,2 | 0,85 | 4,10 7,20 | 26.5.81 8.9.81 | | |
| 292 | M.Ca. | 18 | | 1,50 | 1,60 | 26.5.81 | | |
| 293 | M.Ca. | 6,5 | 4,0 | 3,00 | 1,55 3,50 | 26.5.81 8.9.81 | 985 935 | 8.9.81 5.4.82 |
| 294 | M.Ca. | 15 | 5,2 | 1,00 | 3,95 4,90 | 26.5.81 8.9.81 | | |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 295 | M.Ca. | 19 | | 1,50 | 7,25 | 26.5.81 | | |
| 296 | M.Ca. | 12 | | 1,00 | 0,80 | 26.5.81 | | |
| 297 | M.Ca. | 12,2 | 2,8 | 0,90 | 1,70 3,90 | 26.5.81 8.9.81 | | |
| 298 | M.Ca. | 11,5 | | 1,00 | 1,30 2,00 | 26.5.81 8.9.81 | 1112 | 5.4.82 |
| 299 | M.Ca. | 12 | 5,0 | 2,00 | 1,50 2,20 | 26.5.81 8.9.81 | 1270 1140 | 8.9.81 5.4.82 |
| 300 | M.Ca. | 13 | 7,8 | 2,50 | 4,40 | 8.9.81 | 1710 1595 | 8.9.81 5.4.82 |
| 301 | M.Ca. | 15 | 5,5 | 1,50 | 2,70 | 26.5.81 | | |
| 302 | M.Ca. | 11 | 9,0 | 1,50 | 2,10 8,20 | 26.5.81 8.9.81 | | |
| 303 | M.Ca. | 16,5 | 7,5 | 1,50 | 3,40 4,50 | 26.5.81 8.9.81 | | |
| 304 | M.Ca. | 38 | | 1,00 | 2,65 | 27.5.81 | | |
| 305 | M.Ca. | 35 | 6,0 | 2,00 | 2,40 | 27.5.81 | | |
| 306 | M.Ca. | 32,3 | 7,0 | 1,00 | 3,80 4,70 | 27.5.81 8.9.81 | 1052 | 5.4.82 |
| 307 | M.Ca. | 48 | 11,5 | 1,00 | 7,40 | 27.5.81 | | |
| 308 | M.Ca. | 36 | | 1,20 | 2,10 | 27.5.81 | | |
| 309 | M.Ca. | 30,3 | | 1,00 | 6,00 9,00 | 27.5.81 8.9.81 | | |
| 310 | M.Ca. | 24 | 4,0 | 1,00 | 2,50 3,00 | 27.5.81 8.9.81 | | |
| 311 | M.Ca. | 30 | 6,0 | 1,20 | 2,75 3,60 | 27.5.81 8.9.81 | | |
| 312 | M.Ca. | 32 | 7,5 | 1,50 | 4,90 | 27.5.81 | | |
| 313 | M.Ca. | 24 | 4,0 | 1,00 | 1,75 2,70 | 27.5.81 8.9.81 | 780 543 | 8.9.81 5.4.82 |
| 314 | M.Ca. | 32 | 11,0 | 1,50 | 8,30 | 8.9.81 | | |
| 315 | M.Ca. | 32 | | 1,00 | 4,70 | 27.5.81 | | |
| 316 | M.Ca. | 56 | 8,0 | 1,00 | 5,85 7,50 | 27.5.81 8.9.81 | 1275 | 5.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µS | data |
| 317 | M.Ca. | 30 | | 1,50 | 7,20 | 27.5.81 8.9.81 | | 838 5.4.82 |
| 318 | M.Ca. | 29 | 2,5 | 1,00 | 1,00 | 27.5.81 | | |
| 319 | M.Ca. | 22 | 5,0 | 1,50 | 2,20 3,10 | 27.5.81 8.9.81 | 1800 1717 | 8.9.81 5.4.82 |
| 320 | M.Ca. | 21 | 5,0 | 1,50 | 1,80 2,10 | 27.5.81 8.9.81 | | |
| 321 | M.Ca. | 20,5 | 4,0 | 1,50 | 2,40 3,20 | 27.5.81 8.9.81 | 1230 | 8.9.81 |
| 322 | M.Ca. | 20,5 | 10,5 | 1,50 | 3,40 4,00 | 27.5.81 8.9.81 | 1430 681 | 8.9.81 5.4.82 |
| 323 | M.Ca. | 25 | 11,5 | 1,50 | 8,40 9,70 | 27.5.81 8.9.81 | 1570 | 8.9.81 |
| 324 | M.Ca. | 18 | 10,5 | 1,50 | 3,65 6,00 | 27.5.81 8.9.81 | 1010 238 | 8.9.81 5.4.82 |
| 325 | M.Ca. | 38 | 9,0 | 1,20 | 6,70 | 27.5.81 | | |
| 326 | M.Ca. | 12 | 4,8 | 1,50 | 2,25 2,15 | 27.5.81 8.9.81 | | |
| 327 | M.Ca. | 13,5 | 9,0 | 1,50 | 1,40 2,30 | 27.5.81 8.9.81 | | |
| 328 | M.Ca. | 13 | 8,0 | 3,00 | 1,00 2,30 | 27.5.81 8.9.81 | 1180 958 | 8.9.81 5.4.82 |
| 329 | M.Ca. | 21 | 10,0 | 2,00 | 1,45 | 27.5.81 | 1340 | 8.9.81 |
| 330 | M.Ca. | 13 | | 1,20 | 1,05 | 27.5.81 | | |
| 331 | M.Ca. | 7,5 | 7,0 | 1,00 | 3,35 5,80 | 27.5.81 8.9.81 | 1720 | 8.9.81 |
| 332 | M.Ca. | 12 | 2,2 | 1,20 | | asciutto 8.9.81 | | |
| 333 | M.Ca. | 8,5 | 3,4 | 2,00 | 1,25 3,10 | 27.5.81 8.9.81 | 1080 | 8.9.81 |
| 334 | M.Ca. | 15 | 10,0 | 4,00 | 1,30 5,35 | 27.5.81 8.9.81 | 806 802 | 8.9.81 5.4.82 |
| 335 | M.Ca. | 16 | | 1,20 | 1,90 | 27.5.81 | | |
| 336 | M.Ca. | 21 | 6,0 | 1,50 | 2,45 4,75 | 27.5.81 8.9.81 | 1060 764 | 8.9.81 5.4.82 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 337 | M.Ca. | 17 | 6,0 | 1,50 | 2,00 3,10 | 27.5.81 8.9.81 | 905 | 8.9.81 |
| 338 | M.Ca. | 19 | 8,0 | 1,50 | 4,00 5,90 | 27.5.81 8.9.81 | 812 | 8.9.81 |
| 339 | M.Ca. | 18 | 7,0 | 1,00 | 4,20 6,20 | 27.5.81 8.9.81 | 929 | 8.9.81 |
| 340 | M.Ca. | 16 | | 4,00 | 1,70 | 27.5.81 | | |
| 341 | M.Ca. | 10 | 4,8 | 1,00 | 3,40 4,50 | 27.5.81 8.9.81 | 883 | 8.9.81 |
| 342 | M.Ca. | 9 | | 3,00 | 2,40 | 27.5.81 | 721 | 5.4.82 |
| 343 | M.Ca. | 12 | | 1,50 | 1,60 | 27.5.81 | | |
| 344 | M.Ca. | 11 | 3,8 | 1,50 | 2,00 2,90 | 27.5.81 8.9.81 | 1030 995 | 8.9.81 5.4.82 |
| 345 | M.Ca. | 12 | 4,6 | 1,50 | 1,40 2,60 | 27.5.81 8.9.81 | 980 944 | 8.9.81 5.4.82 |
| 346 | M.Ca. | 10 | 7,0 | 1,20 | 1,80 4,10 | 26.5.81 8.9.81 | 1030 | 8.9.81 |
| 347 | M.Ca. | 8 | 11,0 | 3,50 | 1,40 3,10 | 26.5.81 8.9.81 | 1230 | 8.9.81 |
| 348 | M.Ca. | 7 | 3,7 | 1,50 | 1,60 3,30 | 26.5.81 8.9.81 | 704 | 8.9.81 |
| 349 | M.Ca. | 6,4 | 4,7 | 3,50 | 2,00 4,40 | 26.5.81 8.9.81 | 774 887 | 8.9.81 5.4.82 |
| 350 | M.Ca. | 6,5 | 4,2 | 1,50 | 1,70 4,00 | 26.5.81 8.9.81 | 923 | 8.9.81 |
| 351 | M.Ca. | 6,7 | | 4,00 | 1,30 | 26.5.81 | | |
| 352 | M.Ca. | 7,5 | | 1,00 | 2,20 | 26.5.81 | 1530 | 5.4.82 |
| 353 | M.Ca. | 7,5 | 4,5 | 1,00 | 1,50 2,80 | 26.5.81 8.9.81 | 1050 | 8.9.81 |
| 354 | M.Ca. | 7 | 7,0 | 1,50 | 1,50 2,80 | 26.5.81 8.9.81 | 1080 | 8.9.81 |
| 355 | M.Ca. | 7 | 3,0 | 1,50 | 1,30 | 26.5.81 | | |
| 356 | M.Ca. | 7 | 6,5 | 3,00 | 3,60 | 26.5.81 | 790 | 5.4.82 |
| 357 | M.Ca. | 7 | | 1,50 | 1,40 | 26.5.81 | | |
| 358 | M.Ca. | 7 | | 1,00 | 1,90 | 26.5.81 | | |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | μ S | data |
| 359 | M.Ca. | 6 | 30,0 | 0,25 | 3,00 12,50 | 26.5.81 8.9.81 | 840 691 | 8.9.81 5.4.82 |
| 360 | M.Ca. | 6,5 | 3,7 | 1,50 | 1,50 asciutto | 26.5.81 8.9.81 | 675 | 5.4.82 |
| 361 | M.Ca. | 6 | | 1,50 | 2,30 | 26.5.81 | | |
| 362 | M.Ca. | 6 | 3,2 | 1,20 | 1,40 asciutto | 26.5.81 8.9.81 | | |
| 363 | M.Ca. | 4,5 | 5,0 | 1,50 | 1,60 3,10 | 26.5.81 8.9.81 | 2080 947 | 8.9.81 5.4.82 |
| 364 | M.Ca. | 4 | 5,1 | 1,20 | 2,10 3,80 | 26.5.81 8.9.81 | 2070 | 8.9.81 |
| 365 | M.Ca. | 2 | 4,0 | 1,00 | 1,40 2,80 | 26.5.81 8.9.81 | 1210 673 | 8.9.81 5.5.82 |
| 366 | M.Ca. | 2 | 4,0 | 1,50 | 1,40 2,60 | 26.5.81 8.9.81 | 1020 | 8.9.81 |
| 367 | M.Ca. | 3 | 4,5 | 1,00 | 3,20 | 8.9.81 | 2790 1355 | 8.9.81 5.4.82 |
| 368 | M.Ca. | 2 | | 1,50 | 1,30 | 26.5.81 | | |
| 369 | M.Ca. | 3 | 3,5 | 2,00 | 2,40 2,90 | 26.5.81 8.9.81 | 1117 1136 | 8.9.81 5.4.81 |
| 370 | M.Ca. | 3 | 5,5 | 1,20 | 1,70 | 26.5.81 | | |
| 371 | M.Ca. | 3 | 5,5 | 1,20 | 3,80 | 8.9.81 | 832 | 8.9.81 |
| 372 | M.Ca. | 3 | | 0,80 | 3,50 3,20 | 26.5.81 8.9.81 | 1860 1711 | 8.9.81 5.4.82 |
| 373 | M.Ca. | 3 | 2,5 | 1,50 | 2,20 2,30 | 26.5.81 8.9.81 | 950 1228 | 8.9.81 5.4.82 |
| 374 | M.Ca. | 3 | 3,5 | 1,00 | 2,10 3,20 | 26.5.81 8.9.81 | 940 1158 | 8.9.81 5.4.82 |
| 375 | M.Ca. | 3 | 5,0 | 1,00 | 2,20 | 26.5.81 | | |
| 376 | M.Ca. | 4,5 | 4,5 | 1,50 | 1,90 2,90 | 26.5.81 8.9.81 | 980 | 8.9.81 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 377 | M.Ca. | 3,2 | 12,0 | 1,50 | 2,00 3,70 | 26.5.81 8.9.81 | 993 1560 | 8.9.81 5.4.82 |
| 378 | M.Ca. | 3,4 | 3,1 | 1,00 | 1,20 asciutto | 26.5.81 8.9.81 | | |
| 379 | M.Ca. | 4,5 | 4,0 | 1,50 | 1,90 | 26.5.81 | | |
| 380 | M.Ca. | 3,5 | 11,0 | 1,50 | 1,30 3,50 | 26.5.81 8.9.81 | 1210 1080 | 8.9.81 5.4.82 |
| 381 | M.Ca. | 6 | 9,0 | 1,50 | 2,30 4,90 | 26.5.81 8.9.81 | 1017 | 8.9.81 |
| 382 | M.Ca. | 3,2 | 4,6 | 1,30 | 1,90 3,10 | 26.5.81 8.9.81 | 1320 | 8.9.81 |
| 383 | M.Ca. | 3,2 | | 1,50 | 1,90 | 26.5.81 | | |
| 384 | M.Ca. | 5,5 | 5,0 | 1,50 | 2,40 3,80 | 26.5.81 8.9.81 | 1370 | 8.9.81 |
| 385 | M.Ca. | 7 | 5,9 | 1,00 | 3,10 4,70 | 26.5.81 8.9.81 | 1580 1460 | 8.9.81 5.4.82 |
| 386 | M.Ca. | 7,1 | 4,6 | 1,00 | 1,20 3,00 | 26.5.81 8.9.81 | 1070 872 | 8.9.81 5.4.81 |
| 387 | M.Ca. | 7 | 8,0 | 1,50 | 1,85 | 26.5.81 | 980 | 8.9.81 |
| 388 | M.Ca. | 13 | 2,4 | 1,00 | 1,50 asciutto | 26.5.81 8.9.81 | | |
| 389 | M.Ca. | 22 | 13,0 | 1,00 | 7,00 asciutto | 26.5.81 8.9.81 | | |
| 390 | M.Ca. | 6 | 5,5 | 1,50 | 2,00 3,00 | 26.5.81 8.9.81 | 994 | 8.9.81 |
| 391 | M.Ca. | 8 | 6,0 | 1,00 | 3,40 3,60 | 26.5.81 8.9.81 | 715 656 | 8.9.81 5.4.82 |
| 392 | M.Ca. | 5,5 | 5,5 | 1,30 | 2,80 | 8.9.81 | 2420 869 | 8.9.81 5.4.82 |
| 393 | M.Ca. | 11,5 | 10,0 | 1,00 | 3,10 6,70 | 26.5.81 8.9.81 | 602 889 | 8.9.81 5.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 394 | M.Ca. | 15,5 | 3,7 | 1,50 | 1,40 2,10 | 26.65.81 8.9.81 | 1268 1095 | 8.9.81 5.4.82 |
| 395 | M.Ca. | 21 | 8,0 | 1,50 | 3,90 4,70 | 28.5.81 8.9.81 | 1095 | 8.9.81 |
| 396 | M.Ca. | 14 | 7,5 | 0,80 | 3,80 6,50 | 28.5.85 8.9.81 | 1333 | 8.9.81 |
| 397 | M.Ca. | 12,5 | 6,0 | 1,00 | 1,50 | 28.5.81 | 1554 1478 | 8.9.81 6.4.82 |
| 398 | M.Ca. | 16,5 | 4,0 | 1,30 | 2,20 2,80 | 28.5.81 8.9.81 | 1842 1551 | 8.9.81 6.4.82 |
| 399 | M.Ca. | 12,5 | 8,0 | 1,50 | 1,70 2,90 | 28.5.81 8.9.81 | 1473 | 8.9.81 |
| 400 | M.Ca. | 15 | 6 | 1,50 | 2,90 4,60 | 28.5.81 8.9.81 | 1210 | 8.9.81 |
| 401 | M.Ca. | 15,5 | 6,2 | 0,80 | 3,20 5,80 | 28.5.81 8.9.81 | | |
| 402 | M.Ca. | 15 | 5,5 | 1,00 | 3,30 4,60 | 28.5.81 8.9.81 | 1629 1395 | 8.9.81 6.4.82 |
| 403 | M.Ca. | 9,4 | 4,0 | 1,00 | 1,80 asciutto | 28.5.81 8.9.81 | | |
| 404 | M.Ca. | 9,4 | 3,5 | 0,80 | 1,80 asciutto | 28.5.81 8.9.81 | | |
| 405 | M.Ca. | 12,5 | 9,0 | 1,50 | 1,60 6,40 | 28.5.81 8.9.81 | 1492 | 8.9.81 |
| 406 | M.Ca. | 9 | 4,0 | 1,30 | 1,30 | 28.5.81 | | |
| 407 | M.Ca. | 9 | 5,5 | 1,50 | 1,00 3,50 | 28.5.81 8.9.81 | 1484 1195 | 8.9.81 6.4.82 |
| 408 | M.Ca. | 9 | 4,7 | 1,50 | 1,70 4,50 | 28.5.81 8.9.81 | 1150 | 8.9.81 |
| 409 | M.Ca. | 15,1 | 4,4 | 1,00 | 3,20 4,00 | 28.5.81 8.9.81 | 1577 1272 | 8.9.81 6.4.82 |
| 410 | M.Ca. | 12 | 10,3 | 2,00 | 3,40 8,10 | 28.5.81 8.9.81 | 1103 938 | 8.9.81 6.4.82 |
| 411 | M.Ca. | 5,2 | 3,5 | 1,00 | 1,80 2,80 | 28.5.81 8.9.81 | 1306 | 8.9.81 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 412 | M.Ca. | 5,9 | 8,5 | 1,00 | 3,10 5,50 | 28.5.81 8.9.81 | 1431 | 8.9.81 |
| 413 | M.Ca. | 12,1 | 11,0 | 1,00 | 4,60 | 28.5.81 | | |
| 414 | M.Ca. | 9,4 | 4,0 | 1,50 | 1,90 asciutto | 28.5.81 8.9.81 | | |
| 415 | M.Ca. | 12 | | 2,00 | 2,20 | 28.5.81 | | |
| 416 | M.Ca. | 12 | 10,5 | 1,50 | 2,70 6,90 | 28.5.81 8.9.81 | 1012 | 8.9.81 |
| 417 | M.Ca. | 12 | 5,8 | 1,50 | 2,70 asciutto | 28.5.81 8.9.81 | 1192 | 6.4.82 |
| 418 | M.Ca. | 19,8 | 5,0 | 1,50 | 0,80 4,25 | 28.5.81 8.9.81 | 1041 859 | 8.9.81 6.4.82 |
| 419 | M.Ca. | 15 | | 1,50 | 2,60 | 28.5.81 | | |
| 420 | M.Ca. | 13,4 | 5,0 | 1,50 | 2,30 asciutto | 28.5.81 8.9.81 | | |
| 421 | M.Ca. | 9 | 6,0 | 1,00 | 2,90 5,70 | 28.5.81 8.9.81 | 1529 | 8.9.81 |
| 422 | M.Ca. | 8,5 | 9,0 | 1,50 | 1,80 5,50 | 28.5.81 8.9.81 | 1025 857 | 8.9.81 6.4.82 |
| 423 | M.Ca. | 6,5 | 8,0 | 1,50 | 2,70 | 28.5.81 | | |
| 424 | M.Ca. | 5,6 | | 4,0 | 4,70 8,30 | 28.5.81 8.9.81 | 1675 | 8.9.81 |
| 425 | M.Ca. | 5,6 | 7,0 | 1,50 | 2,80 5,00 | 28.5.81 8.9.81 | 666 545 | 8.9.81 6.4.82 |
| 426 | M.Ca. | 10 | 4,0 | 1,20 | 1,90 3,70 | 28.5.81 8.9.81 | 1414 1088 | 8.9.81 6.4.82 |
| 427 | M.Ca. | 10 | 8,0 | 2,00 | 4,60 | 8.9.81 | 1068 | 8.9.81 |
| 428 | M.Ca. | 10 | 8,0 | 0,80 | 2,60 4,00 | 28.5.81 8.9.81 | 1251 936 | 8.9.81 6.4.82 |
| 429 | M.Ca. | 10 | 6,5 | 1,50 | 1,50 3,30 | 28.5.81 8.9.81 | 1217 1186 | 8.9.81 6.4.82 |

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 430 | M.Ca. | 5 | 4,5 | 0,70 | 2,20 3,50 | 28.5.81 8.9.81 | 1375 1100 | 8.9.81 6.4.82 |
| 431 | M.Ca. | 5,5 | 7,0 | 2,00 | 4,80 | 8.9.81 | 981 837 | 8.9.81 6.4.82 |
| 432 | M.Ca. | 4,8 | 4,8 | 1,50 | 1,90 3,40 | 28.5.81 8.9.81 | 1378 | 8.9.81 |
| 433 | M.Ca. | 4 | 6,0 | 3,00 | 1,90 3,70 | 28.5.81 8.9.81 | 1545 1158 | 8.9.81 6.4.82 |
| 434 | M.Ca. | 3,9 | 4,0 | 1,00 | 1,70 3,20 | 28.5.81 8.9.81 | 1432 | 8.9.81 |
| 435 | M.Ca. | 6 | 7,0 | 2,50 | 2,60 4,30 | 28.5.81 8.9.81 | 1067 953 | 8.9.81 6.4.82 |
| 436 | M.Ca. | 5,2 | 5,2 | 0,70 | 1,40 2,80 | 28.5.81 8.9.81 | 1306 | 8.9.81 |
| 437 | M.Ca. | 5,3 | 3,8 | 1,00 | 2,00 3,30 | 28.5.81 8.9.81 | | |
| 438 | M.Ca. | 5,3 | 5,0 | 1,50 | 1,70 3,00 | 28.5.81 8.9.81 | 1057 618 | 8.9.81 6.4.82 |
| 439 | M.Ca. | 4,8 | 5,5 | 1,50 | 2,20 3,90 | 28.5.81 8.9.81 | 836 | 8.9.81 |
| 440 | M.Ca. | 3,5 | 6,0 | 1,50 | 2,00 | 28.5.81 | | |
| 441 | M.Ca. | 2 | 4,0 | 1,50 | 1,50 2,20 | 28.5.81 8.9.81 | 3220 868 | 8.9.81 6.4.82 |
| 442 | M.Ca. | 2 | 5,0 | 0,80 | 1,50 1,90 | 28.5.81 8.9.81 | 1230 | 8.9.81 |
| 443 | M.Ca. | 2 | 6,0 | 1,50 | 1,60 2,10 | 28.5.81 8.9.81 | 2170 788 | 8.9.81 6.4.82 |
| 444 | M.Ca. | 2,5 | 5,0 | 1,20 | 1,60 2,80 | 28.5.81 8.9.81 | 775 765 | 8.9.81 6.4.82 |
| 445 | M.Ca. | 2,5 | 5,0 | 1,50 | 1,50 2,80 | 28.5.81 8.9.81 | 1015 | 8.9.81 |
| 446 | M.Ca. | 2,5 | 3,0 | 0,80 | 1,40 2,80 | 28.5.81 8.9.81 | 1623 1368 | 8.9.81 6.4.82 |

Segue: APPENDICE 2

| N° | Località | Quota m s.l.m. | Pro- fondità m | Dia- metro m | Livello statico da bocca pozzo | | Conducibilità elettrica | |
|-----|----------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| | | | | | m | data | µ S | data |
| 447 | M.Ca. | 2,5 | | 1,50 | 1,70 | 28.5.81 | | |
| 448 | M.Ca. | 3,1 | 5,8 | 1,50 | 1,40 2,50 | 28.5.81 8.9.81 | 1324 1046 | 8.9.81 6.4.82 |
| 449 | M.Ca. | 3,1 | 6,0 | 2,00 | 1,80 3,20 | 28.5.81 8.9.81 | 924 | 8.9.81 |
| 450 | M.Ca. | 4 | 5,0 | 1,00 | 3,50 | 8.9.81 | 1170 | 8.9.81 |
| 451 | M.Ca. | 3 | 5,5 | 1,00 | 3,70 | 8.9.81 | 1602 1144 | 8.9.81 6.4.82 |
| 452 | M.Ca. | 8,4 | 7,5 | 1,20 | 5,70 | 8.9.81 | 1391 | 8.9.81 |

APPENDICE 3
ANALISI CHIMICHE DELLE ACQUE

Sorgenti

| Numero sorgente | Conducibilità μ S a 25°C | pH | Ca ²⁺ meq/l | Mg ²⁺ meq/l | Na ⁺ meq/l | K ⁺ meq/l | HCO ₃ ⁻ meq/l | Cl ⁻ meq/l | SO ₄ ²⁻ meq/l |
|-----------------|---------------------------------|-----|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--|--------------------------|--|
| 25 | 136 | 6,0 | 0,33 | 0,19 | 0,78 | 0,05 | 0,73 | 0,39 | 0,17 |
| 44 | 94 | 5,8 | 0,13 | 0,13 | 0,64 | 0,02 | 0,22 | 0,63 | 0,08 |
| 62 | 329 | 6,5 | 0,82 | 1,65 | 0,93 | 0,07 | 1,92 | 1,11 | 0,35 |
| 96 | 1.001 | 7,1 | 6,52 | 0,88 | 2,35 | 0,06 | 7,92 | 1,72 | 0,70 |
| 115 | 527 | 7,0 | 1,61 | 2,22 | 1,47 | 0,06 | 3,43 | 1,23 | 0,54 |
| 118 | 562 | 6,9 | 1,94 | 1,85 | 1,88 | 0,06 | 3,61 | 1,47 | 0,44 |
| 124 | 242 | 7,7 | 0,41 | 0,69 | 1,37 | 0,03 | 0,78 | 1,35 | 0,50 |
| 126 | 462 | 6,0 | 0,54 | 1,16 | 2,95 | 0,18 | 0,40 | 3,02 | 1,06 |
| 129 | 789 | 7,3 | 5,33 | 1,46 | 1,29 | 0,02 | 5,95 | 1,40 | 0,58 |
| 159 | 132 | 6,5 | 0,31 | 0,39 | 0,60 | 0,06 | 0,49 | 0,72 | 0,11 |
| 163 | 473 | 6,7 | 3,61 | 0,31 | 0,85 | 0,06 | 3,08 | 0,93 | 0,64 |

Pozzi

| Numero pozzo | Conducibilità μ S a 25°C | Ca ²⁺ meq/l | Mg ²⁺ meq/l | Na ⁺ meq/l | K ⁺ meq/l | HCO ₃ ⁻ meq/l | Cl ⁻ meq/l | SO ₄ ²⁻ meq/l |
|--------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--|--------------------------|--|
| 36 | 614 | 1,94 | 1,86 | 2,12 | 0,07 | 3,46 | 1,84 | 1,02 |
| 47 | 2.109 | 11,47 | 3,53 | 7,30 | 0,39 | 7,45 | 5,70 | 9,40 |
| T2 Mola | 8.162 | 22,85 | 16,45 | 39,13 | 0,26 | 4,18 | 67,09 | 6,20 |
| 119 | 1.638 | 4,24 | 2,76 | 8,35 | 0,13 | 5,86 | 7,06 | 3,06 |
| 156 | 3.373 | 15,28 | 3,62 | 14,35 | 0,11 | 12,28 | 14,78 | 4,58 |
| 177 | 5.172 | 15,25 | 6,95 | 28,69 | 0,11 | 8,58 | 32,84 | 8,52 |
| 205 | 1.278 | 3,40 | 5,10 | 4,44 | 0,02 | 5,62 | 4,57 | 2,41 |
| 306 | 687 | 1,52 | 1,40 | 3,48 | 0,13 | 2,83 | 2,20 | 1,68 |
| 307 * | 2.611 | 3,43 | 3,33 | 19,43 | 0,08 | 10,60 | 10,25 | 3,69 |
| 345 | 1.086 | 5,38 | 2,02 | 4,67 | 0,04 | 7,06 | 2,45 | 2,08 |
| 372 | 2.224 | 4,64 | 6,45 | 9,30 | 0,07 | 7,69 | 10,51 | 2,17 |

* contiene anche NO₃⁻ = 0,57 meq/l

Pozzi (analisi parziali)

| Numero pozzo | Conducibilità μ S a 25°C | Ca ²⁺ + Mg ²⁺ meq/l |
|--------------------|---------------------------------|--|
| 18 | 1.052 | 8,90 |
| 60 | 680 | 5,86 |
| 126 | 907 | 6,50 |
| 164 | 1.169 | 6,53 |
| T5 Marina di Campo | 5.861 | 30,80 |
| 268 | 1.004 | 9,40 |
| 390 | 1.060 | 6,50 |

PAGINA BIANCA