

CAPITOLO III

IDROGEOLOGIA

CORAZZA A. - LOMBARDI L.

Coordinatore: **GIULIANO G. - IRSA - CNR, Roma**

INDICE

RIASSUNTO	Pag.	177
IDROGEOLOGIA DELL'AREA DEL CENTRO STORICO DI ROMA	»	179
1. - PREMESSA	»	179
2. - INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	»	179
2.1 - INQUADRAMENTO A SCALA REGIONALE DELL'AREA	»	179
2.2 - CARATTERI IDROGEOLOGICI GENERALI	»	180
3. - CARATTERI IDROGRAFICI ORIGINARI	»	181
4. - COMPLESSI IDROGEOLOGICI E CIRCOLAZIONI IDRICHE	»	183
4.1 - COMPLESSO DEI SEDIMENTI PLEISTOCENICI	»	184
4.2 - COMPLESSO DELLE VULCANITI	»	186
4.3 - COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI	»	188
4.4 - COMPLESSO DEI TERRENI DI RIPORTO	»	189
5. - SORGENTI STORICHE DI ROMA	»	189
6. - QUALITÀ DELLE ACQUE	»	203
7. - CENNI SULLA VULNERABILITÀ DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE	»	207
BIBLIOGRAFIA	»	209

TAVOLA FUORI TESTO

Tav. 1 - Carta Idrogeologica.

RIASSUNTO

Descrizione dei risultati dello studio idrogeologico condotto nell'area del centro storico di Roma.

L'indagine si è basata sulle informazioni derivate dalla ampia bibliografia e dall'analisi critica dei dati geologici ed idrogeologici di oltre 400 perforazioni.

Nello studio si è ricostruito il complesso assetto idrogeologico dell'area e individuati gli andamenti delle principali circolazioni idriche sotterranee (evidenziati dalla carta idrogeologica 1:10.000, tav. 1).

Sono state inoltre descritte, sia dal punto di vista idrogeologico che da quello storico, le numerose sorgenti di Roma.

Sono stati quindi descritti i caratteri chimico-fisici delle acque sotterranee e si è fatto cenno alla vulnerabilità.

ABSTRACT

Description of the results achieved with the hydrogeological survey of the historical centre of Rome.

The survey is based on the information derived from the disposal of an ample bibliography and the critical analysis of geological and hydrogeological data obtained from over 400 drillings.

The complex hydrogeological condition of this area and the state of the main subterrean water-circulations have been reconstructed in this survey (they have been put in evidence in the hydrogeological map 1:10.000, tav. 1).

Besides, the many springs in Rome have been described either from a hydrogeological point of view or an historical one.

The water chemical-physical features of the subterrean waters have also been described and their vulnerability (of the subterrean waters) has been mentioned.

Idrogeologia dell'area del centro storico di Roma

CORAZZA A. (*), LOMBARDI L. (**)

1. – PREMESSA

Nel centro storico di Roma, a causa delle trasformazioni del territorio dovute alla storia millenaria della città, gli elementi geologici, idrologici e molti elementi idrogeologici (sorgenti) sono stati quasi completamente obliterati dalla coltre di riporti e dalle costruzioni.

Lo studio idrogeologico in quest'area si è dovuto quindi necessariamente basare sulle informazioni contenute nella bibliografia, anche antica, riguardante le acque sotterranee e le sorgenti e su quelle derivanti da indagini sul sottosuolo. In particolare per queste ultime sono stati analizzati criticamente e, nel caso, reinterpretrati, i dati stratigrafici e idrogeologici relativi a circa 400 perforazioni (pozzi per acqua e sondaggi geognostici). Tali dati in parte sono bibliografici (UNIGEO, 1971, 1981; VENTRIGLIA, 1971) e in parte sono stati raccolti negli ultimi anni confluendo nella Banca Dati sul sottosuolo romano creata nell'ambito del «Progetto Roma».

L'analisi delle informazioni reperite si è scontrata con alcune difficoltà di ordine obiettivo concernenti la disomogeneità dei dati, raccolti in periodi diversi e non sempre con metodologie affidabili. Inoltre l'analisi è stata condizionata dall'impossibilità di disporre e controllare, in maniera generalizzata e sincrona, misure dei livelli piezometrici delle varie circolazioni idriche sotterranee individuate e dal fatto che un discreto numero di tali misure si riferisce a dati relativi a miscele di più circolazioni idriche causate dall'imperfetta realizzazione dei pozzi.

L'indagine oggetto del presente contributo amplia e approfondisce altri studi già condotti dagli scriventi nella città di Roma (LOMBARDI, 1966; ALBANI *et alii*, 1972, 1973; UNIGEO, 1986; CORAZZA *et alii*, 1989; CARBONI *et alii*, 1991; CORAZZA & GIULIANO, 1994).

2. – INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

2.1 – INQUADRAMENTO A SCALA REGIONALE DELL'AREA

L'area ove sorge la città di Roma, dal punto di vista del suo inquadramento a scala regionale, si trova a cavallo di due grandi strutture idrogeologiche (BONI *et alii*, 1988): il gruppo dei Monti Vulsini-Cimini-Sabatini ed il sistema dei Colli Albani (fig. 1).

Entrambe queste strutture sono formate da terreni vulcanici, nel complesso mediamente permeabili, e risultano chiuse ai loro bordi da terreni poco permeabili che determinano un limite di permeabilità ben definito.

Sia il gruppo dei Monti Vulsini-Cimini-Sabatini che il sistema dei Colli Albani sono sede di più circolazioni idriche sotterranee, situate a diverse profondità, le più importanti delle quali, per continuità, estensione e potenzialità, sono quelle poste alla base della serie dei depositi vulcanici. Queste circolazioni di base hanno un rilievo idrogeologico

(*) III Università degli studi di Roma. Attività svolte come borsista del CNR - Comitato per le Scienze dell'ambiente e dell'Habitat.

(**) III Università degli Studi di Roma.

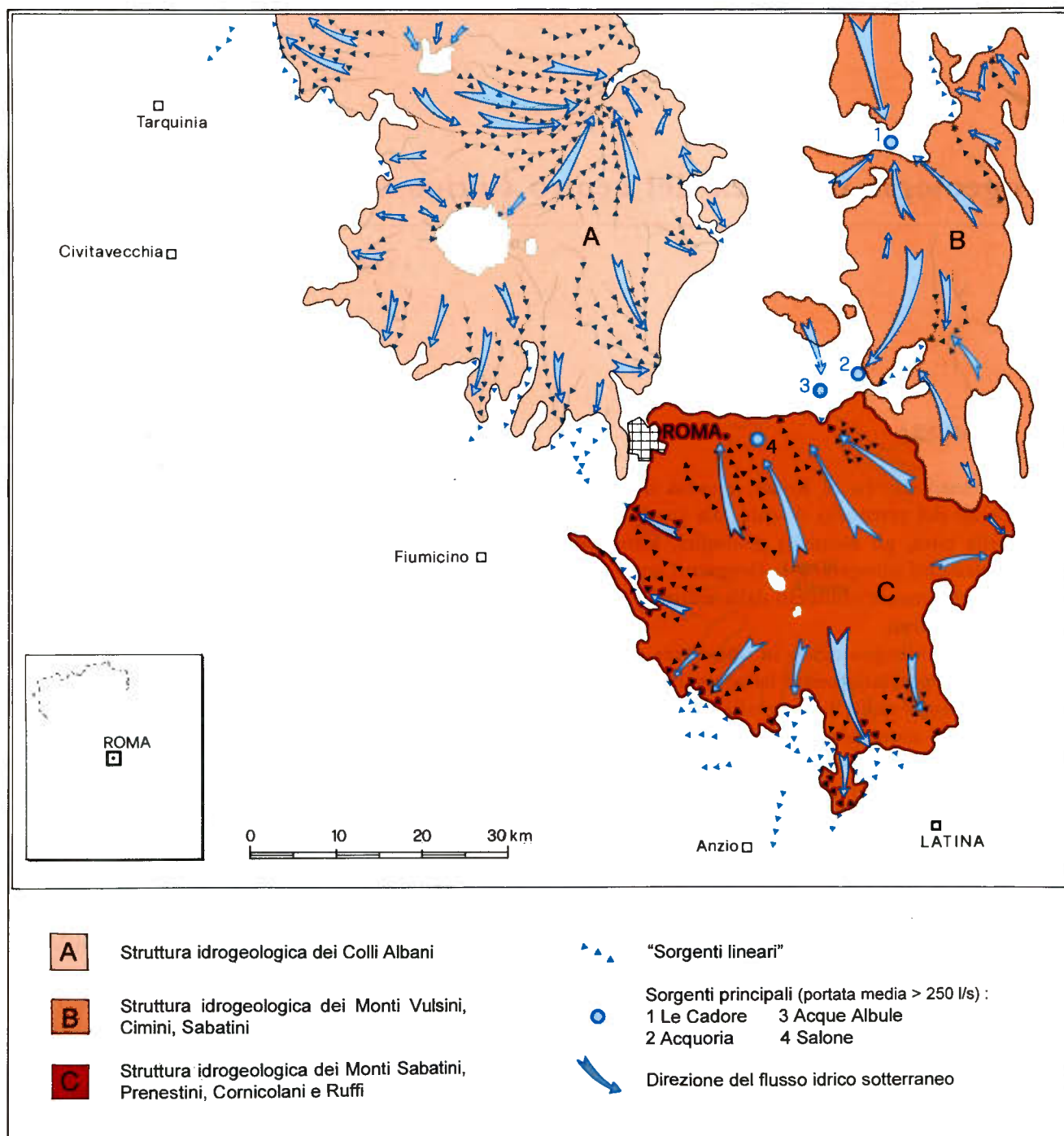


Fig. 1 – Lineamenti idrogeologici a scala regionale dell'area romana (BONI *et alii*, 1988; ridisegnato e modificato) (disegno: Silvana Falcetti).

regionale e alimentano in maniera continua la maggior parte dei corsi d'acqua secondari presenti nell'area romana («sorgenti lineari») ed anche alcune grosse emergenze puntuali.

Sopra la circolazione di base si possono trovare altre circolazioni di minore importanza e, generalmente, di limitata estensione.

2.2 CARATTERI IDROGEOLOGICI GENERALI

La costituzione geologica del suolo e del sottosuolo dell'area romana mostra caratteristiche idrogeologiche molto variabili in relazione alla estrema eterogeneità dei tipi litologici presenti e alle specifiche situazioni giaciture.

I terreni argillosi marini (*complesso idrogeologico delle argille plioceniche*), presenti generalmente in profondità nel sottosuolo e affioranti solo in alcune aree della città, costituiscono, per il loro elevato spessore (873 metri al Circo Massimo) e per il bassissimo grado di permeabilità, il substrato impermeabile (*acquicludè*) generale nell'area romana, al di sotto del quale nessuna circolazione idrica è possibile.

Su questo substrato poggia una successione di terreni di età quaternaria, di origine vulcanica (*complesso idrogeologico delle vulcaniti*) e sedimentaria (*complesso idrogeologico dei depositi alluvionali e complesso idrogeologico dei depositi pleistocenici*), caratterizzata dal passaggio, sia in verticale che in orizzontale, tra termini a permeabilità anche molto diversa fra loro. Infatti terreni poco o nulla permeabili come argille, limi, tufi argillificati, tufi litoidi non fratturati si sovrappongono e si affiancano a terreni permeabili sia per porosità (ghiaie, sabbie e depositi pozzolanacei) che per fessurazione (tufi litoidi fratturati).

I complessi idrogeologici di età quaternaria sono sede di varie circolazioni idriche sotterranee il cui andamento viene influenzato sia dalla morfologia del substrato impermeabile che dai rapporti di giacitura esistenti nell'ambito dei vari complessi idrogeologici tra i terreni permeabili ospitanti le acque sotterranee (*acquiferi*) e quelli impermeabili che ne consentono l'accumulo (*acquicludì*).

Al di sopra dei terreni di origine naturale poggia sulla quasi totalità dell'area studiata un manto di terreni di riporto dovuti all'attività umana. Questo manto (*complesso idrogeologico dei terreni di riporto*) è sede anch'esso di circolazioni idriche generalmente molto modeste e limitate arealmente.

3. - CARATTERI IDROGRAFICI ORIGINARI

Prima della trattazione della parte strettamente idrogeologica è necessario illustrare i caratteri idrografici originari dell'area ovvero i caratteri presenti prima degli interventi antropici. Tale illustrazione è necessaria in quanto le incisioni fluviali esercitano ed esercitano tuttora, benché nascoste dalla coltre dei riporti, una forte azione drenante sulle acque del sottosuolo, anche quelle più profonde.

Lungo le valli fluviali gli orizzonti acquiferi presenti nel complesso delle vulcaniti e in quello dei depositi pleistocenici erano troncati dall'erosione e di conseguenza le circolazioni idriche sotterranee in essi contenute venivano a giorno de-

terminando emergenze sorgentizie che alimentavano i corsi d'acqua.

Escavazioni, scarichi accidentali o voluti di detriti, operati per bonificare aree paludose, costruzioni sotterranee, distruzioni, terremoti, incendi ed alluvioni, nonché l'intensa urbanizzazione, hanno provocato sostanziali alterazioni del panorama morfologico preesistente all'antropizzazione del territorio.

Nelle zone centrali della città tale panorama è ormai pressoché scomparso così come nell'intero territorio romano molti degli elementi idrologici ed idrogeologici non sono più visibili e l'osservazione diretta degli affioramenti geologici è possibile in maniera estesa solo in alcune aree periferiche.

L'assetto morfologico originario della zona del centro storico è stato ricostruito sulla base delle fonti bibliografiche (LANCIANI, 1881; LUGLI, 1936, 1951; VENTRIGLIA, 1971; QUILICI, 1985) e delle indagini geologiche e paleomorfologiche condotte negli ultimi anni (fig. 2).

In riva destra del Tevere dominava, e domina tuttora, la dorsale collinare di Monte Mario-Vaticano-Gianicolo, che si allunga in direzione meridiana ed è caratterizzata da pendii ad acclività accentuata.

Il versante orientale di questa dorsale mostra una serie di brevi e profonde incisioni trasversali che drenavano le acque piovane e quelle di piccole emergenze sorgentizie.

La più profonda di tali incisioni costituisce la parte terminale della Valle dell'Inferno che scende dapprima con direzione N-S per poi piegare in direzione SW-NE, lungo via Emo, dividendo M. Mario dal colle Vaticano.

Lo sbocco al Tevere di questa valle, che in epoca antica era caratterizzato da una zona acquitrinosa, è stato obliterato da interventi antropici. L'area, infatti, ha risentito in maniera sensibile dell'azione dell'uomo poiché, oltre all'intensa urbanizzazione cui è stata oggetto, vi erano site in passato numerose cave per l'estrazione di argilla, utilizzata per la produzione di laterizi e manufatti.

In riva sinistra del Tevere la morfologia era più articolata.

I rilievi collinari, notevolmente meno elevati come quote della dorsale Monte Mario-Vaticano-Gianicolo, erano interessati da una fitta rete di incisioni fluviali cui si deve la formazione dei cosiddetti «sette colli» romani.

I colli Pincio e Quirinale erano separati da una valle nella quale defluiva un torrente (*Ammis Petronia*) la cui alimentazione era dovuta principalmente

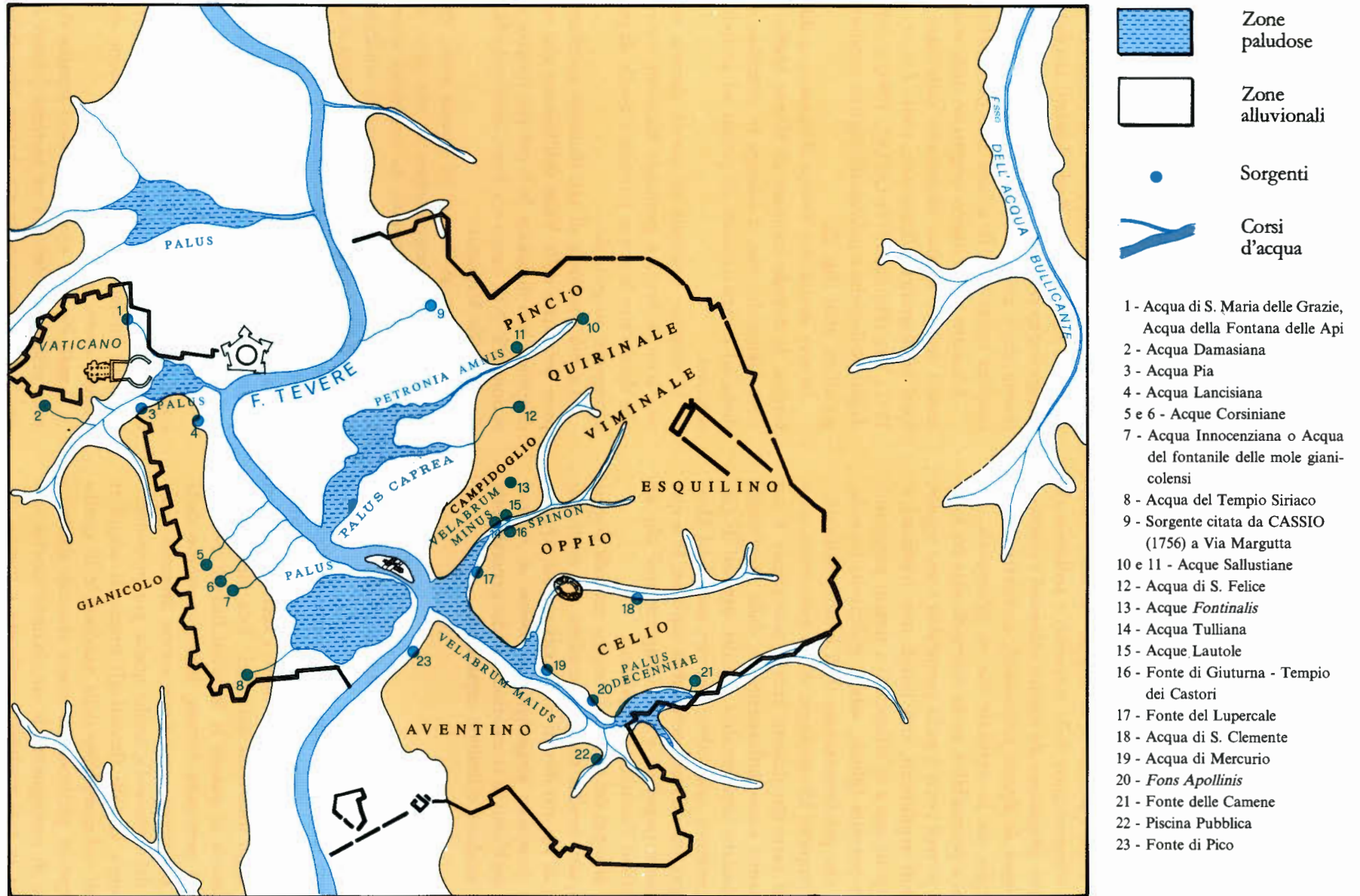


Fig. 2 - Caratteri idrografici originari del centro storico (disegno: Anna Jori).

alle sorgenti Sallustiane. Le acque di questo torrente una volta arrivate nella zona pianeggiante davano luogo a una vasta area acquitrinosa e paludosa (*Palus Caprae*), il cui nome deriva dalle greggi che vi pascolavano.

Le colline del Quirinale, Viminale ed Esquilino erano separate da profonde incisioni determinate da piccoli corsi d'acqua che confluivano nella valle del torrente *Spinon*, il quale formava tra Campidoglio e Palatino una zona con acquitrini (*Lacus Curtius* e *Velabrum minus*).

I colli Esquilino e Celio erano separati dalla valle corrispondente all'attuale via Labicana percorsa da un torrente la cui confluenza con l'importante corso d'acqua (*Nodicus*), proveniente dalle Paludi *Decenniae* e passante per la valle delle Camene (l'attuale Viale delle Terme di Caracalla), determinava una ampia zona paludosa (*Velabrum maius*) corrispondente alla piana del Circo Massimo. Fino al III-II secolo a.C. la palude era tanto ampia e profonda da essere percorribile da barche e attraversabile tramite un traghetto (Varro, 1.1, V, 44 e 156; Tib. II, 5, 33; Prop. IV, 9, 5).

I rilievi collinari del centro storico di Roma in sinistra Tevere avevano come limiti naturali a nord l'Aniene, a est il fosso dell'Acqua Bullicante, oggi quasi completamente scomparso, che da Tor Pignattara scendeva verso Portonaccio e la Stazione Tiburtina, confluendo nell'Aniene a sud di Montesacro, a sud dall'*Almo flumen* (l'attuale Marrana della Caffarella che, giunta a Tor Marancia, prosegue oggi incondottata fino allo sbocco nel Tevere all'altezza dei Mercati Generali) e infine a ovest il Tevere.

Per eliminare i vasti e malsani acquitrini esistenti nel territorio cittadino, gli antichi corsi d'acqua vennero prima canalizzati e successivamente dotati di copertura, già a partire dell'era repubblicana, realizzando le famose cloache romane. Successivamente, soprattutto in età imperiale, le cloache furono ampliate e trasformate in collettori fognari per soddisfare, oltre alle funzioni di drenaggio e regolamentazione delle acque, anche esigenze di carattere igienico-sanitario della sempre più vasta città antica (MOCCHIGIANI CARPANO, 1984).

Molti di questi collettori, perché distrutti o interrati, hanno smesso la loro funzione ma in alcuni di essi, come testimoniano i numerosi ritrovamenti

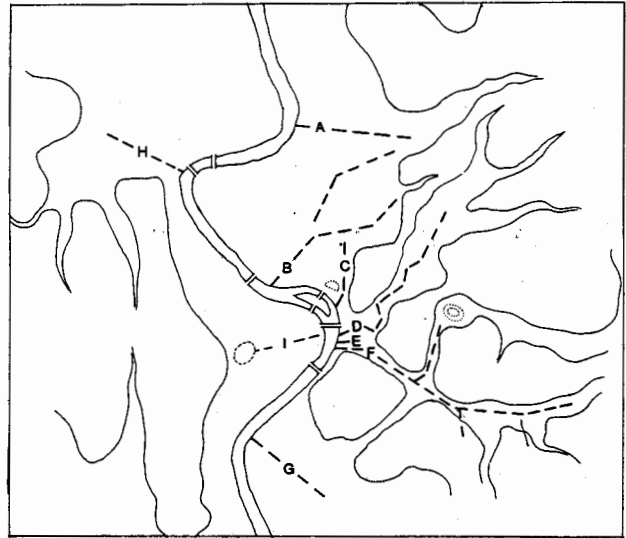


Fig. 3 - Percorsi dei principali condotti fognari nell'area romana. Alcuni dei condotti, pur essendo di epoca successiva a quella romana, inglobano, utilizzandole in tutto o in parte, le antiche cloache e ne seguono in generale l'andamento. (da MOCCHIGIANI, 1984).

A) Chiavicone Schiavonia; B) Chiavica della Giuditta; C) Chiavica dell'Olmo; D) Cloaca massima; E) Cloaca c.d. dell'Acqua Mariana; F) Cloaca del Circo Massimo; G) Fognature di Ripa Marmorata; H) Fognone di Borgo; I) Fogna della Naumachia di Augusto.

del secolo scorso, ma anche quelli dei giorni nostri, continuano a far defluire le acque sorgentizie commiste a quelle di scarichi moderni (fig. 3).

4. - COMPLESSI IDROGEOLOGICI E CIRCOLAZIONI IDRICHE (1)

Nel centro storico di Roma, come già accennato nelle note introduttive, il substrato impermeabile generale è costituito dal *complesso idrogeologico delle argille plioceniche* (Unità del Monte Vaticano). Tale complesso comprende argille con intercalazioni sabbiose e, a luoghi, argille sabbiose. Nelle sabbie si riscontra talvolta la presenza di trascurabili livelli acquiferi.

Al di sopra del substrato impermeabile si possono individuare quattro differenti complessi idrogeologici sedi di più circolazioni idriche. Tali complessi, dal più antico al più recente, sono:

- il complesso dei sedimenti pleistocenici;
- il complesso delle vulcaniti;
- il complesso dei depositi alluvionali;
- il complesso dei terreni di riporto.

(1) Nella trattazione di questo paragrafo e di quelli successivi si farà riferimento a Unità stratigrafiche che vengono definite e descritte nel capitolo 1 della presente monografia.

4.1 - COMPLESSO DEI SEDIMENTI PLEISTOCENICI

Il complesso comprende le unità sedimentarie di età pleistocenica. È formato da terreni eterogenei, quali argille, limi, sabbie, ghiaie, diatomiti, travertini, piroclastiti rimaneggiate e mostra di conseguenza caratteri di permeabilità molto variabili in relazione alla eterogeneità dei sedimenti che lo costituiscono.

In riva destra del Tevere, sulla dorsale Monte Mario-Vaticano-Gianicolo, tale complesso affiora con una certa continuità e presenta una circolazione idrica libera contenuta nei terreni sabbiosi e ghiaiosi delle Unità di Monte Ciocci e di Monte Mario. Tale circolazione, che trova la sua alimentazione in loco sui rilievi collinari, emerge al contatto con le argille dell'Unità del Monte Vaticano (c.i. delle argille plioceniche) e dava luogo a sorgenti conosciute fin dalle epoche antiche, alcune delle quali ancora esistenti. Le sorgenti storicamente note, descritte nel dettaglio nel par. 5 e ubicate sulla carta idrogeologica, sono:

- Acqua della Fontana delle Api-Acqua di S. Maria delle Grazie (n. 1)
- Acqua Damasiana (n. 2)
- Acqua Pia (n. 3)
- Acqua Lancisiana (n. 4)
- Acque Corsiniane (nn. 5 e 6)
- Acqua Innocenziana o Acqua del fontanile delle mole gianicolensi (n. 7)
- Acqua del Tempio Siriaco (n. 8)

In riva sinistra del Tevere il complesso affiora solo in limitati lembi nella zona centrale. È sede di più circolazioni idriche sotterranee la più importante delle quali è quella contenuta nelle ghiaie presenti alla base dell'Unità a del Paleotevere 2 (l'unità esiste in riva destra solo con modestissimi lembi).

Le ghiaie, sottoposte a terreni limo-argillosi e direttamente sovrapposte al substrato impermeabile, costituito dal complesso delle argille plioceniche, contengono infatti una estesa circolazione idrica in pressione, molto sfruttata nell'area romana.

L'acquifero ghiaioso ha uno spessore variabile da pochi metri a oltre dieci metri e non è presente nel sottosuolo di alcune zone. Esso, infatti, termina in corrispondenza dell'alto morfologico delle argille plioceniche presente nella zona del Pincio-Paroli (si veda il limite presunto sulla carta idrogeologica e la tav. 10 del cap. 1 - Carta delle isobate della superficie di tetto dell'unità del Monte Vaticano). La presenza di tale limite, sia pure con andamenti diversi da quello individuato dagli scriventi, viene segnalata anche da MANFREDINI (1950) e VENTRIGLIA (1971).

In corrispondenza delle valli del Tevere e dell'Aniene e di alcuni affluenti di questi due fiumi, l'acquifero risulta troncato dai processi erosivi. Oltre ai due corsi d'acqua principali, infatti, altri importanti assi di drenaggio sono costituiti dalla Marana della Caffarella, dagli antichi corsi d'acqua, oggi scomparsi, dal *Nodicus* (che correva lungo l'attuale viale delle Terme di Caracalla), dall'*Ammis Petronia* (che defluiva lungo l'odierna via del Tritone) e dal fosso dell'Acqua Bullicante che, con andamento meridiano, dal Portonaccio raggiungeva l'Aniene.

La circolazione idrica presente nelle ghiaie dell'Unità a del Paleotevere 2 entra nell'area romana con un flusso sotterraneo orientato da sud-est verso nord-ovest. Nelle zone periferiche al centro storico la piezometrica mostra quote di poco inferiori a 20 m s.l.m.. La quota si abbassa poi progressivamente andando verso fronti dove l'acquifero è stato troncato dall'erosione e la circolazione emerge in sorgenti poste a quote inferiori a 10 m s.l.m..

Sulla carta idrogeologica sono riportate la isopieza di quota 15 m s.l.m. e, limitatamente, quella di quota 10 m s.l.m., che mostrano chiaramente l'influenza degli assi di drenaggio sopra descritti. Nella zona settentrionale dell'area indagata, subito a est del limite sotterraneo dell'acquifero, vista la mancanza di dati, non si è potuto ricostruire con precisione l'andamento della circolazione idrica.

Per quello che concerne l'alimentazione di questa circolazione vi è da sottolineare come nelle zone orientali della città l'orizzonte ghiaioso di base dell'Unità a del Paleotevere 2 sembri essere in contatto idraulico con quello presente quasi al tetto di una potente successione di depositi costituiti da alternanze di argille e ghiaie (vedi profilo I della carta geologica, tav. 9 del cap. 1). Tali depositi riempiono la depressione di origine tettonica situata in corrispondenza dell'antico corso del Tevere (Paleotevere 2), che dalla confluenza tra Aniene e Tevere prosegue in direzione appenninica verso i Colli Albani (FEROCI *et alii*, 1990; MARRA & ROSA in questo volume).

Secondo MARTINI *et alii* (1961), l'orizzonte ghiaioso superiore dei depositi alluvionali dell'antico corso del Tevere (orizzonte che per posizione e quota coincide con quello acquifero del Paleotevere 2), contiene una importante circolazione idrica in pressione (fig. 4), che di conseguenza potrebbe essere in continuità idraulica con quella individuata nel centro storico. Gli autori, in ragione dell'andamento delle curve isopiezometriche e della qualità delle acque ipotizzano una connessione diretta tra

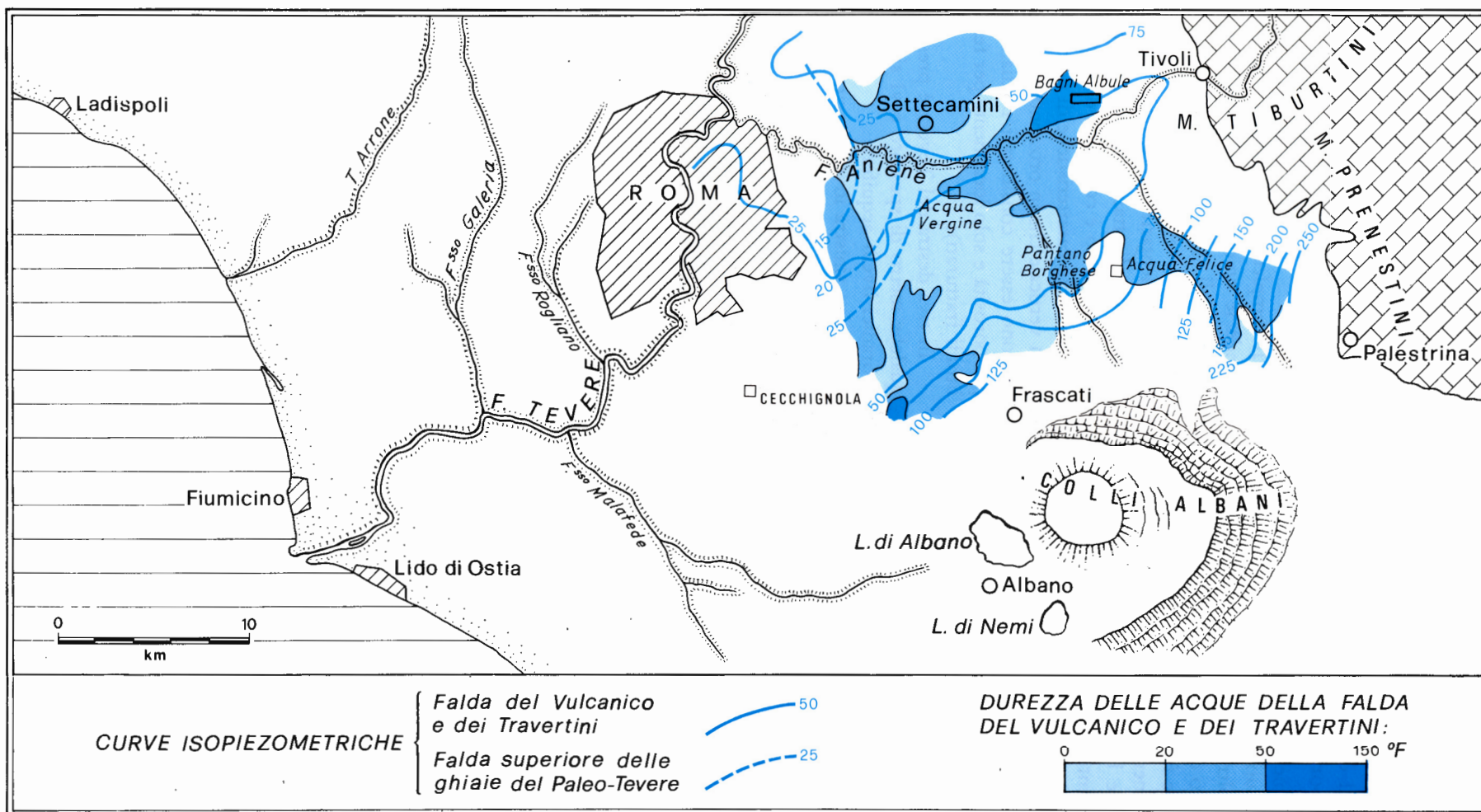


Fig. 4 – Ricostruzione dell'andamento delle circolazioni idriche sotterranee nella zona orientale dell'area romana (da MARTINI *et alii*, 1961; ridisegnato e modificato) (disegno: Enrico Cirese).

la circolazione nell'orizzonte ghiaioso e quelle nei depositi vulcanici dei Colli Albani. Nel corso della presente indagine si è potuto verificare come entro Roma la circolazione nelle ghiaie e quelle nei depositi vulcanici che scende dai colli Albani hanno la stessa direzione il che sembrerebbe avvalorare l'ipotesi appena riportata.

Da notare come nel lavoro sopracitato la curva piezometrica di quota di 15 m s.l.m. venga segnata in zone distanti oltre 3 km dall'area del centro storico ove, nel corso della presente indagine, la quota si riscontra invece fin quasi al limite dei fronti ove la circolazione emerge. Tale situazione testimonierebbe il fatto che la circolazione nel centro della città ha un gradiente idraulico bassissimo (inferiore allo 0.5 per mille).

Nel centro storico la circolazione idrica contenuta nelle ghiaie dell'Unità a del Paleotevere 2, come accennato in precedenza, dava luogo in epoca romana ad importanti sorgenti in sinistra Tevere, alcune delle quali fornivano quantitativi d'acqua non indifferenti. Le sorgenti di cui si hanno notizie storiche (vedi par. 5 e ubicazione sulla carta idrogeologica) sono:

- Acque Sallustiane (sorgente n. 11)
- Acqua Tulliana (n. 14)
- Acque Lautole (n. 15)
- Fonte di Giuturna-Tempio dei Castori (n. 16)
- Acqua di S. Clemente (n. 18)
- Acqua di Mercurio (n. 19)
- *Fons Apollinis* (n. 20)
- Fonte delle Camene (n. 21)
- Piscina Pubblica (n. 22)

Un'altra circolazione idrica contenuta nel complesso dei sedimenti pleistocenici è quella che, nella zona di villa Borghese, ha sede nelle ghiaie della Unità di Ponte Galeria. In tale zona le ghiaie, con spessori che vanno da 5 m a oltre 10 m, poggiano su un alto morfologico del substrato impermeabile delle argille della Unità del Monte Vaticano. Le quote del substrato sono tali da impedire il contatto idraulico tra questa circolazione e quella adiacente contenuta nelle ghiaie della Unità a del Paleotevere 2 (fig. 5).

Alla circolazione nelle ghiaie della Unità di Ponte Galeria, che mostra piezometriche che da quote intorno a 25 m s.l.m. decrescono verso il Tevere, va, con ogni probabilità, attribuita la sorgente citata da CASSIO (1756) a via Margutta (sorgente n. 9 della carta idrogeologica; vedi par. 5).

Circolazioni minori si rinvengono anche nei terreni più permeabili dell'Unità b del Paleotevere 2. Esse sembrano in continuità idraulica con quelle contenute nel complesso delle vulcaniti che verranno descritte nel prossimo paragrafo.

4.2 - COMPLESSO DELLE VULCANITI

Il complesso idrogeologico delle vulcaniti comprende le unità vulcaniche del Distretto dei Colli Albani e di quello dei Sabatini e anche, vista la loro limitata estensione e il modesto spessore, le unità sedimentarie sin e post vulcaniche qualora queste siano direttamente sovrapposte alle vulcaniti.

Il complesso è costituito da depositi piroclastici che mostrano caratteristiche di permeabilità variabili sia in verticale che in orizzontale ma che in generale possono essere considerati mediamente permeabili per porosità e solo localmente per fessurazione (tufi litoidi fratturati);

In riva destra del Tevere è presente in lembi di qualche metro di spessore e vi si riscontrano solo sporadici livelli acquiferi.

In riva sinistra invece occupa gran parte dell'area del centro storico con spessori che vanno da alcuni metri a oltre venti metri. Su tale riva si individuano due circolazioni idriche, estese e ben definite, che interessano zone separate dell'area studiata e per le quali è stato possibile ricostruire l'andamento piezometrico.

La prima, che interessa le zone più centrali della città, ha sede nelle piroclastiti di ricaduta ed è sostenuta dai terreni limo-argillosi, poco o nulla permeabili, delle Unità del Paleotevere. L'acquifero (porzione dell'unità satura d'acqua) mostra una permeabilità media per porosità e uno spessore alquanto modesto che solo localmente supera qualche metro.

La circolazione scende in maniera radiale dalla zona dell'Esquilino, dove si riscontra la quota piezometrica massima di circa 40 m s.l.m.. L'andamento piezometrico ricalca nelle sue linee generali quello del letto impermeabile sul quale tale circolazione poggia (vedi carta della superficie di letto dei depositi vulcanici, tav. 11 del cap. 1) mostrando chiaramente la forte azione drenante esercitata dalle paleoincisioni degli antichi corsi d'acqua. Tali incisioni fanno sì che alcuni dei rilievi collinari (Celio, Palatino, Campidoglio) risultino dal punto di vista idraulico praticamente isolati dal resto della circolazione e siano sede, vista la limitatezza della area di alimentazione, di modeste circolazioni i cui livelli piezometrici massimi sono sempre inferiori a 30 m s.l.m..

simo dato alle circolazioni idriche sotterranee di qualche l/s. Per giustificare la circolazione è quindi necessario quindi presupporre altre fonti di alimentazione quali sono quelle, sicuramente esistenti, dovute alle perdite del sistema acquedottistico e di quello fognario.

Altre circolazioni di minore estensione, con sede sempre nelle piroclastiti di ricaduta, per le quali, in carenza di dati, non è stato possibile ricostruire l'andamento, sono presenti sui rilievi collinari del piccolo e grande Aventino.

Le sorgenti riconducibili alle circolazioni idriche sopradescritte (ubicata sulla carta idrogeologica e descritte nel par. 5) sono le seguenti:

- Acque Sallustiane (sorgente n. 10)
- Acqua di S. Felice (n. 12)
- Acque *Fontinalis* (n. 13)
- Fonte di Pico (n. 23)

La seconda circolazione idrica individuata nel complesso delle vulcaniti in sinistra del fiume Tevere interessa l'area del quartiere tuscolano ed ha sede nella unità delle «Pozzolane rosse».

L'acquifero pozzolanaceo mostra una buona permeabilità per porosità e la circolazione in esso contenuta è la diretta prosecuzione di quella presente nei depositi vulcanici della Unità idrogeologica dei Colli Albani. Quest'ultima circolazione scende in maniera radiale dalla sommità dei rilievi collinari e spostandosi verso la zona di Roma, come accennato nelle note idrogeologiche introduttive, viene fortemente drenata dai grandi fossi affluenti del Tevere e dell'Aniene dando inoltre luogo, vicino alla città, alla importante emergenza di Salone.

La circolazione mostra un flusso sotterraneo orientato da sud-est verso nord-ovest con una quota piezometrica che nell'area studiata si mantiene intorno a 30 m s.l.m..

La circolazione contenuta nelle «Pozzolane rosse» e quella contenuta nelle piroclastiti di ricaduta mostrano nelle zone meridionali dell'area studiata direzioni opposte del flusso sotterraneo.

Le due circolazioni sono divise, nella zona tra via Taranto e via di Casal Bertone, da uno spartiacque sotterraneo, una sorta di displuvio nel sottosuolo, che si viene a determinare a causa della forte azione drenante esercitata dalle paleoincisioni del fosso dell'Acqua Bullicante in corrispondenza di Portonaccio e di quello che da via Taranto scende verso Porta Metronia.

I ridotti spessori degli acquiferi in tale zona, determinati dal progressivo innalzamento verso il centro della città del letto impermeabile sul quale

poggiano, fanno sì che le circolazioni vengano interessate quasi per intero dall'azione combinata dei due assi di drenaggio con l'effetto di far deviare, in maniera pressoché completa, il flusso sotterraneo verso di questi.

Le circolazioni contenute nel complesso delle vulcaniti sembrano localmente in continuità idraulica con quelle, minori, contenute nei terreni più permeabili della Unità b del Paleotevere 2, facente parte del complesso idrogeologico dei sedimenti pleistocenici.

4.3 - COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI

Complesso costituito da terreni poco o nulla permeabili quali argille e/o limi ai quali si intercalano orizzonti o lenti di terreni permeabili quali sabbie e/o ghiaie.

Raggiunge spessori di diverse decine di metri nella valle del Tevere mentre è molto meno potente in quelle dei corsi d'acqua secondari.

Contiene varie circolazioni idriche sovrapposte, confinate ed in pressione, la più importante delle quali, per estensione e potenzialità, è quella che ha sede nelle ghiaie che formano la base dei depositi alluvionali del fiume Tevere (vedi profilo I della carta idrogeologica).

Le ghiaie costituiscono un orizzonte pressoché continuo, dello spessore variabile da qualche metro a oltre dieci metri, che poggia direttamente sulle argille plioceniche e si abbassa di quota andando verso sud scendendo da -30/-40 m s.l.m. fino a -70/-80 m s.l.m. in corrispondenza della foce del fiume (MANFREDINI, 1950).

La circolazione idrica nelle ghiaie di base delle alluvioni del Tevere risulta in pressione e si muove da nord a sud, parallelamente alla valle. Essa trova, presumibilmente, la sua alimentazione in zone settentrionali della valle Tiberina, al di fuori della zona urbana. Le perforazioni più profonde che raggiungono l'acquifero ghiaioso mostrano livelli piezometrici, sempre più elevati del livello del fiume, compresi tra 10 m s.l.m. (a nord) e 5 m s.l.m. (a sud).

Le circolazioni idriche presenti nelle porzioni superiori dei depositi alluvionali del Tevere sono più modeste e localizzate di quella contenuta nelle ghiaie.

Tali circolazioni, che mostrano modalità di flusso differenti tra la riva destra e quella sinistra, risentono della presenza dei muraglioni che fiancheggiano il fiume e dell'interrimento dei vasti sistemi di drenaggio e fognatura realizzati in epoca romana. Alcune di esse sembrano in diretto contatto idrau-

lico con il fiume Tevere del quale sembrano seguire le oscillazioni del livello idrico (FROSINI, 1928).

La loro alimentazione non può avvenire in loco vista la completa urbanizzazione della piana alluvionale nel centro della città. Essa proviene molto probabilmente dal drenaggio, dovuto alla superficie d'erosione del fiume, delle circolazioni contenute nei vicini rilievi collinari; oltre a questi contributi, almeno per le falde più superficiali, occorre anche considerare quelli dovuti alle perdite, consistenti, delle condutture idriche e degli apparati fognari moderni.

I depositi alluvionali dei paleoaffluenti del Tevere contengono anch'essi, nei loro livelli più permeabili, delle circolazioni idriche, pure di una certa entità, derivanti dall'azione drenante esercitata dalle paleoincisioni sulle circolazioni dei rilievi collinari.

4.4 - COMPLESSO DEI TERRENI DI RIPORTO

I depositi di questo complesso sono costituiti da riempimenti, scarichi, ruderi sepolti e accumuli di macerie e raggiungono, nelle valli ed ai piedi delle colline, spessori considerevoli non di rado superiori ai 10 m.

In generale i terreni di riporto possono essere considerati come mediamente permeabili per porosità con differenze di permeabilità, talora anche notevoli, sia in verticale che in orizzontale. In particolari condizioni di giacitura, quota, diffusione areale ed alimentazione i riporti possono essere sede di circolazioni diffuse o localizzate. Una ricostruzione delle superfici piezometriche di tali circolazioni non è possibile per la loro discontinuità e per lo scarso numero di dati a disposizione.

Livelli idrici entro i riporti si riscontrano un po' ovunque nel centro storico (vedi carta dello spessore dei riporti, tav. 13 del cap. 1) e diventano importanti in corrispondenza della piana tiberina e laddove questi terreni sono andati ad interrare i corsi d'acqua e le paludi antiche (LANCIANI, 1881; MARINO ZUCO, 1885; VENTRIGLIA, 1971).

Le circolazioni idriche contenute nel complesso dei riporti mostrano a volte potenzialità elevate per cui è ipotizzabile, oltre al contributo dell'infiltrazione diretta delle precipitazioni, che vista l'urbanizzazione è minimo, un'alimentazione da parte di emergenze sorgentizie, un tempo captate ed incondottate, che si trovano ormai alcuni metri sotto il piano di calpestio attuale, e di perdite dei sistemi acquedottistici e fognari moderni che diffondono le loro acque all'interno dei terreni antropogenici.

5. - SORGENTI STORICHE DI ROMA

In epoca romana, ma anche successivamente, esistevano nella zona del centro storico della città numerose sorgenti, molto note e apprezzate in tutte le epoche dai cittadini dell'urbe. Alcune di queste sorgenti sono ancora osservabili e costituiscono un patrimonio archeologico, oltre che naturale, che vale la pena di tutelare in modo adeguato.

Nella Roma antica le sorgenti, insieme ai pozzi e al Tevere, costituirono per molti secoli le uniche fonti di approvvigionamento idrico della città. Cunicoli di presa e pozzi sono stati rinvenuti su tutti i colli cittadini e la loro diffusione conferma la ricchezza d'acqua del territorio nell'antichità.

Con la costruzione degli acquedotti la città fu dotata di grandi quantità d'acqua che resero inutile l'uso delle sorgenti e dei pozzi che quindi furono quasi tutti abbandonati; alcune sorgenti vennero invece sacralizzate e venerate e si conservarono per molti secoli ancora.

Dopo il taglio degli acquedotti si ritornò all'uso delle sorgenti di cui tuttavia, in epoche successive, in seguito al loro abbandono e al progressivo interramento della città, si persero completamente le tracce.

Tra il XVI e il XVIII secolo nuove emergenze sorgentizie furono ricercate e captate per volontà di diversi Papi.

Nel corso dell'Ottocento e nei primi del Novecento le fonti scomparse più note furono oggetto di indagini e, a volte, anche ritrovate.

Di seguito si descrivono le principali sorgenti, distinte per zona di emergenza, per le quali si hanno notizie storiche sufficientemente precise. Per la loro localizzazione si veda la carta idrogeologica, cui la numerazione fa riferimento.

Le caratteristiche chimico-fisiche delle acque di alcune fonti, determinate tramite analisi eseguite in questo secolo (C.N.R., 1933; RUGHI, 1986), sono descritte nel cap. 6.

Monte Mario

Non si hanno notizie di sorgenti situate sul versante orientale di Monte Mario mentre sul versante occidentale, lungo la Valle dell'Inferno, è documentata, sia pure solo in epoca moderna, la presenza di piccole sorgenti (portate inferiori a 1 l/s) situate al contatto tra le argille dell'Unità di Monte Vaticano e le sabbie dell'Unità di Monte Mario.

Vaticano

Le sorgenti del colle vaticano, note fin da epoca antica sono: l'Acqua della Fontana delle Api, l'Acqua di S. Maria delle Grazie e l'Acqua Damasiana. Tutte le sorgenti costituiscono emergenze della circolazione idrica contenuta nelle sabbie e ghiaie delle Unità di Monte Ciocci e di Monte Mario e sono situate al contatto tra queste unità e le sottostanti argille impermeabili della Unità del Monte Vaticano.

L'Acqua della Fontana delle Api e l'Acqua di S. Maria delle Grazie furono scoperte nel XVII secolo, a distanza di 60 anni una dall'altra, in corrispondenza del Giardino Belvedere del Vaticano. È probabile che costituiscano una sola sorgente chiamata in epoche successive con nomi diversi. In effetti il luogo del loro ritrovamento corrisponde con una possibile e limitata zona di emergenza delle acque sotterranee, situata laddove il tetto delle argille plioceniche, che scende andando dalla Basilica di S. Pietro verso il Belvedere, raggiunge le quote più basse (vedi tav. 10 del cap. 1).

Acqua della Fontana delle Api - Acqua di S. Maria delle Grazie (n. 1)

L'Acqua della Fontana delle Api venne scoperta nel 1637 circa sotto il Pontificato di Urbano VIII appartenente alla famiglia Barberini. CASSIO (1756) la colloca ai piedi della salita carrozzabile sotto il portico occidentale del Teatro Belvedere dove si aveva una copiosa infiltrazione d'acqua nelle muraure.

Il Pontefice, fatto scavare il terreno alle spalle del muro e sinceratosi di persona della qualità delle acque, incaricò G. Lorenzo Bernini di captarle e di introdurle, tramite un condotto, in una fontana di marmo che venne posta nel Giardino Belvedere. La portata addotta dal condotto era di circa 2 oncie (0.46 l/s).

Il nome della fontana deriva dalla scena e dal distico, aventi come soggetto le api (simbolo dei Barberini), incisi da Bernini su di una lastra di marmo ornamentale.

CESELLI (1873) definisce quest'acqua come limpida, con temperatura costante e fornisce le seguenti caratteristiche: temperatura 15 °C; durezza 16 °F; residuo fisso 330 mg/l; ossigeno 4.03 cc/l.

L'Acqua di S. Maria delle Grazie (o Acqua Angelica) venne scoperta nel 1697 da un frate del convento della chiesa omonima. Narra CASSIO (1756) che il frate, notando come la via prospiciente il Giardino Belvedere dalla parte di Porta Angelica



Fig. 6 – Acqua di S. Maria delle Grazie o Acqua Angelica: fontana posta a Piazza delle Vaschette.

fosse spesso bagnata, intuì che l'acqua doveva provenire da una scaturigine naturale. Dopo minuziose ricerche ritrovò la sorgente fuori del recinto del giardino, quindi la incondottò e condusse l'acqua (circa dodici oncie pari a 2.8 l/s) fino a una fontana posta all'angolo della chiesa di S. Maria delle Grazie.

La fontana, secondo MASTRIGLI (1928), venne trasferita a Piazza delle Vaschette quando l'edificio venne demolito per la realizzazione di Piazza Risorgimento (fig. 6).

Acqua Damasiana (n. 2)

La sorgente trae il suo nome dal pontefice Damaso (366-384) il quale, nel primo anno del suo pontificato, volendo bonificare la Basilica di S. Pietro dalle acque di infiltrazione provenienti dai terreni cui questa era addossata fece realizzare una intercapedine e seguire in scavo le vene fino alla zona ove erano situate le emergenze naturali.

CASSIO (1756) colloca l'emergenza dell'Acqua Damasiana in località S. Antonino, posta fuori della Porta Cavalleggeri.

L'acqua venne captata e portata, tramite un condotto, largo 0.99 m e alto 1.34 m, fino all'atrio della basilica dove andava ad alimentare un fonte battesimale. La portata complessiva addotta dal condotto era di quattro once (circa 1 litro al secondo).

Per ricordare tali lavori il pontefice fece scolpire una iscrizione posta nelle grotte sotto la tribuna di S. Pietro.

In epoca successiva, e per un lungo periodo di tempo, le acque della sorgente damasiana andarono disperse probabilmente a causa dell'interrimento o il danneggiamento dell'opera acquedottistica. Solo nel 1649, per opera di Innocenzo X, vennero di nuovo rintracciate, riattivando il condotto e prolungandolo fino ai giardini vaticani dove terminava in un grande serbatoio. Una parte dell'acqua venne anche inviata, secondo CASSIO (1756), alla fontana posta nel I cortile del Palazzo Vaticano, che per tale motivo sarebbe stato chiamato cortile di S. Damaso (una lapide sopra la fontana ricorda l'evento).

L'analisi eseguita da CESELI (1873) riporta i seguenti risultati: sapore leggermente terroso; temperatura variabile; durezza 15 °F; residuo fisso 270 mg/l; ossigeno 3.62 cc/l.

L'emergenza era situata al contatto tra le argille impermeabili dell'Unità del Monte Vaticano e i terreni più permeabili sovrastanti (sabbie siliceo-calcaree e ghiaie calcaree delle Unità di Monte Ciocci e di Monte Mario).

Gianicolo

Particolarmente ricche di sorgenti, note fin dall'antichità, sono le pendici settentrionali e orientali del colle gianicolense. Le emergenze, alcune delle quali tuttora esistenti, che vengono menzionate sono:

- Acqua Pia
- Acqua Lancisiana
- Acque Corsiniane
- Acqua Innocenziana (Acqua del fontanile delle mole gianicolensi)
- *Fontis arae*
- Acqua del Tempio Siriaco

Tutte le emergenze sono ricollegate alla circolazione idrica contenuta entro le sabbie e ghiaie delle

Unità di Monte Ciocci e di Monte Mario e sono situate lungo il limite tra questi terreni e le sottostanti argille dell'Unità del Monte Vaticano.

Acqua Pia (n. 3)

L'acqua venne rinvenuta nel '500 lungo le pendici settentrionali del Gianicolo durante lavori di escavo di materiali per le vicine fornaci d'argilla.

Captata e incondottata andava ad alimentare, con una portata di circa 1 l/s, un fontanile con una grande vasca a balcone posto presso la Porta Cavalleggeri.

Il fontanile era destinato all'uso pubblico e all'abbeveraggio dei cavalli della vicina caserma dei Cavalleggeri. Fu demolito quando venne realizzata la galleria Principe Amedeo Savoia Aosta. Nel 1942 una nuova fonte (fig. 7), ornata delle lapidi e stemmi che ricordano gli interventi di Pio IV e Clemente XI, venne posta lungo le mura vaticane in corrispondenza del S. Ufficio, proprio di fronte a via delle Fornaci (CAMPONESCHI & NOLASCO, 1982).



Fig. 7 – Acqua Pia: fontanile con lapidi e stemmi che ricordano gli interventi dei Papi, posto nel 1942 lungo le mura vaticane in corrispondenza del S. Ufficio.

Acqua Lancisiana (n. 4)

È tra le sorgenti romane più note, apprezzate e utilizzate fino a quasi la metà di questo secolo, per la qualità delle sue acque ritenute medicamentose se non miracolose. Più di ogni altra, a causa di questa rinomanza, è stata oggetto di interesse, di interventi e sistemazioni, ordinati da diversi Papi, e addirittura, negli anni '30, da sfruttamento industriale come acqua minerale.

L'Acqua Lancisiana nasceva vicino l'Ospedale di Santo Spirito, ai piedi della salita di S. Onofrio. Conosciuta e apprezzata fin dalla Roma antica prende il suo nome dal Lancisi, un medico che per primo cominciò a usarla per fini terapeutici nel vicino nosocomio.

L'utilizzo di quest'acqua in epoca antica è testimoniato dalla presenza di un cunicolo di tipica fattura romana che entra per circa 150 m nel pendio entro le sabbie gialle dell'Unità di Monte Mario (CAMPONESCHI & NOLASCO, 1982). Il condotto alimentava probabilmente la *Domus Agrippinae*.

In epoche successive l'acqua non più utilizzata andò dispersa e solo nel XVIII secolo, come ci informa CASSIO (1756): «Fu dal sullodato Lancisi osservata. Ne fece diligente esame della leggerezza e purezza. Cominciò a farne uso per gli ammalati, con si giovevoli effetti, che nel vicino Archiospedale di S. Spirito, le fu dato il titolo di Acqua Lancisiana. La clemente beneficenza di Clemente XI, che sempre rivolgevasi, e diffondevasi in vantaggio del pubblico, non volle, che più restasse negletta. Ordinò, che si rintracciasse l'antico condotto; si unissero le disperse vene; si formasse ornato fonte sulla riva del Tevere dove unicamente poteva alzarsi l'umile di lei libramento. Tanto fu nell'anno 1720 adempiuto, introducendo l'acqua in tre copiose fistole, che intersecando sotterranee la pubblica strada, riempono ricca conca di marmo, sopra alla quale fu la seguente lapida meritato ornamento...». La portata della sorgente fu allora stimata in circa 10 onces (2,3 l/s).

Nel 1827, a causa dell'ampliamento dell'Ospedale di S. Spirito, fu negato l'accesso alla fonte.

Il godimento al pubblico venne ripristinato nel 1830 da Pio VIII, anche a seguito delle proteste dei trasteverini. Il Papa, fruitore ed estimatore dell'Acqua Lancisiana tanto da definirla la migliore di tutte le acque di Roma, fece costruire, rifacendo ed ampliando il condotto di adduzione, una nuova fontana nel «Porto Leonino», realizzato nel 1827 sul Tevere da Leone XII. Sulla fontana venne posta una iscrizione a ricordo dell'evento

Con la costruzione, alla fine del secolo scorso, dei muraglioni del Tevere, la fontana venne rimossa realizzando al suo posto, entro le strutture murarie, due nicchie nelle quali sgorgava, con due cannelle ciascuna, l'acqua della sorgente. Le due nicchie, ancora esistenti, sono situate immediatamente a valle del Ponte Principe Amedeo d'Aosta, lungo due scalinate che fronteggiandosi raggiungono le rive del Tevere. Sulla nicchia più vicina al ponte venne posta la lapide commemorativa delle sistemazioni ordinate

da Clemente XI e su quella più lontana la lapide che ricordava gli interventi voluti da Pio VIII.

Nel 1924 venne rilasciata alla S.A. Acque Minerali la concessione ventennale per l'imbottigliamento e vendita dell'Acqua Lancisiana. Vennero quindi rifatte l'opera di presa della sorgente e le tubature e l'acqua venne portata fino a uno stabilimento di produzione posto lungo viale Gianicolo. Rimase comunque in funzione una delle due fontane poste nel muraglione sul Tevere.

L'apertura del tunnel di Porta Cavalleggeri e la costruzione della fogna del Gelsomino portarono prima alla chiusura delle stabilimento e poi, nel 1942, alla scomparsa dell'acqua dalla fontana a causa di problemi di inquinamento (CAMPONESCHI & NOLASCO, 1982) evidenziati peraltro già dalla presenza di nitrati in una analisi eseguita negli anni '30 (C.N.R., 1933).

Nel corso dei tempi, a seconda degli interventi cui fu sottoposta e dell'uso che ne venne fatto, l'Acqua Lancisiana prese anche altri nomi venendo chiamata dagli abitanti di Trastevere Acqua di Porto Leonino o Acqua Pia e in epoca più recente Acqua della Fontanella o infine Acqua della Barchetta, visto che la fontana ove sgorgava l'acqua era situata presso l'approdo del traghetto che collegava Via Giulia con la Lungara (CAMPONESCHI & NOLASCO, 1982)

Dell'Acqua Lancisiana, che fu attinta per molti secoli dalla popolazione romana, e soprattutto trasteverina, rimangono oggi come testimonianza solamente le due fontane poste nei muraglioni del Tevere (fig. 8) e, nel sottosuolo di Piazza della Rovere, i resti della rudimentale opera di presa, con vasche e tubazioni, dell'impianto di imbottigliamento (l'acqua viene attualmente dirottata in fogna).



Fig. 8 - Acqua Lancisiana: scalinate che conducono al Tevere lungo le quali sono situate le due fontane con lapidi; le fontane venivano in passato alimentate dall'acqua sorgiva (foto presa dal Ponte Principe Amedeo D'aosta).

Oltre all'analisi eseguita dal CESELLI (1873) che ha dato i seguenti risultati: temperatura 15 °C, residuo fisso 580 mg/l (composto prevalentemente da sali di Mg), durezza 24 °F, ossigeno 5.33 cc/l, sono disponibili, come detto in precedenza, anche i dati forniti da C.N.R. (1933) e riportati nel cap. 6.

Acque Corsiniane (nn. 5 e 6)

Nel giardino di Palazzo Corsini (ora Orto Botanico), lungo le pendici del colle, scaturivano due emergenze che venivano utilizzate per l'approvvigionamento d'acqua del palazzo e di altre utenze. La quota delle sorgenti era tale da consentire l'adduzione dell'acqua con tubazioni fino all'ultimo piano dell'edificio.

Una di queste sorgenti (n. 5) ancora esiste ed in epoca antica veniva captata con drenaggi e con una galleria di circa 100 m. L'opera di presa è quasi certamente romana e doveva, presumibilmente, alimentare la *Domus Clodiae* di cui vasti resti furono rinvenuti e reinterrati nel 1880 durante la costruzione dei muraglioni sulla piana del Tevere nei pressi della Farnesina (STACCIOLI, 1986). L'acqua oggi fuoriesce al termine del condotto di captazione (fig. 9).

Le due sorgenti che alimentavano Palazzo Corsini nell'800 davano complessivamente una portata di 0.46 l/s. Attualmente la sorgente n. 5 fornisce circa 0.34 l/s.

Un'altra sorgente (n. 6), tuttora visibile, si trova quasi all'estremità meridionale dell'Orto Botanico e fornisce un quantitativo d'acqua di circa 0,38 l/s.

Le caratteristiche chimico-fisiche delle acque delle sorgenti nn. 5 e 6 sono descritte nel cap.6.

Acqua Innocenziana o Acqua del fontanile delle mole gianicolensi (n. 7)

La sorgente fu rinvenuta nel 1682 durante i lavori di costruzione di tre mulini voluti da Innocenzo XI. Le mole dovevano venire alimentate con l'Acqua Paola, che in gran parte era inutilizzata e andava dispersa.

Racconta CASSIO (1756) che l'emergenza fu rintracciata nel corso della costruzione della prima mola presso il bosco Parrasio (tale ubicazione cade esattamente lungo il limite tra le argille dell'Unità del Monte Vaticano e le sabbie delle Unità di Monte Ciocci e di Monte Mario).

Il pontefice ordinò che l'acqua fosse in condotta e portata tramite due fistole da due once ciascuna (0.46 l/s) in un fontanile posto sotto il muro



Fig. 9 – Acque Corsiniane: sbocco del cunicolo romano di drenaggio della sorgente n. 5.

di cinta dell'orto di S. Pietro in Montorio. Tale fontana dovrebbe essere quella che si trova sotto il Convento, nel punto in cui inizia la salita di via di Porta S. Pancrazio (fig. 10). Alla fine dell'800 secondo LANCIANI (1881) una delle due fistole era alimentata dall'Acqua Paola.

CESELLI (1873) fornisce alcuni dati sulla sua qualità: temperatura 15 °C; durezza 19.4 °F; residuo fisso 350 mg/l; ossigeno 4.83 cc/l.

L'Acqua Innocenziana, in epoca successiva, alimentava probabilmente anche la fontanina detta «dell'Angioletto» situata nel Monastero delle Suore di S. Maria dei Sette Dolori in Via Garibaldi.

Non distante da questa sorgente dovevano essere ubicate le cosiddette *Fontis Arae*. Si tratta di una serie di fonti non bene ubicabili di cui si sa solamente che Cicerone le indica ai piedi del Gianicolo e che erano consacrate con are votive. È probabile che la serie di acque sorgive citate dal Biondo nel 1430 (LANCIANI, 1881), che si vedevano correre



Fig. 10 – Acqua Innocenziana: fontana posta sotto il convento di S. Pietro in Montorio; sembra fosse alimentata dalla acqua di questa sorgente.

nell'area di Porta Settimiana e che venivano raccolte in ricettacoli e fontanili, di cui si è ormai persa traccia, possano essere ascritte a queste fonti.

Acqua del Tempio Siriaco (n. 8)

La sorgente è ubicata in via Dandolo (fig. 11) e la sua captazione in epoca romana consentiva di alimentare il Tempio Siriaco (Gigli, 1987). Sembra che il tempio venisse alimentato, tramite un condotto, anche dall'acqua proveniente dalla non lontana sorgente del *Locus Furrinae*, il bosco sacro alla dea Furrina.

Pincio

Sorgente di Via Margutta (n. 9)

Ai piedi del Colle Pincio, in Via Margutta, CASIO (1756) cita la presenza di una emergenza scoperta ai suoi tempi nello studio del musicista Mattioli. Di questa fonte si hanno solo scarse notizie. L'autore ci informa che l'acqua scorreva liberamente e che se fosse stata incodottata avrebbe potuto fornire una portata di circa 1 oncia (0.23 l/s).

L'emergenza va ricondotta, con tutta probabilità, alla modesta circolazione idrica sotterranea localizzata entro le ghiaie dell'Unità di Ponte Galeria. Infatti il tetto del substrato impermeabile costituito dalle argille dell'Unità del Monte Vaticano, sul quale poggiano le ghiaie, mostra un andamento decrescente verso la valle del Tevere e quindi giustifica una fuoriuscita dell'acqua in tale direzione lungo il limite tra le due unità (fig. 12).

In effetti la sorgente non è stata segnalata in corrispondenza del limite sopracitato ma già entro la zona in cui al di sotto dei terreni di riporto sono presenti le alluvioni. La segnalazione si riferirebbe, quindi, non alla emergenza geologica reale che verrebbe in questo caso mascherata dalla coltre di riporti. Si deve inoltre osservare che lungo il pendio occidentale del Pincio sono presenti i terreni sabbioso-travertinosi dell'Unità di Valle Giulia. È quindi possibile che le acque contenute nell'orizzonte ghiaioso vengano drenate da questi terreni ed emergano, più in basso, al contatto con le argille plioceniche.

Per quello che riguarda le acque sotterranee del colle Pincio, oltre alla sorgente sopra descritta, è da segnalare l'opera di drenaggio e serbatoizzazione sotterranea di epoca romana descritta da LANCIANI (1881) presso la Casina Valadier. L'opera consiste

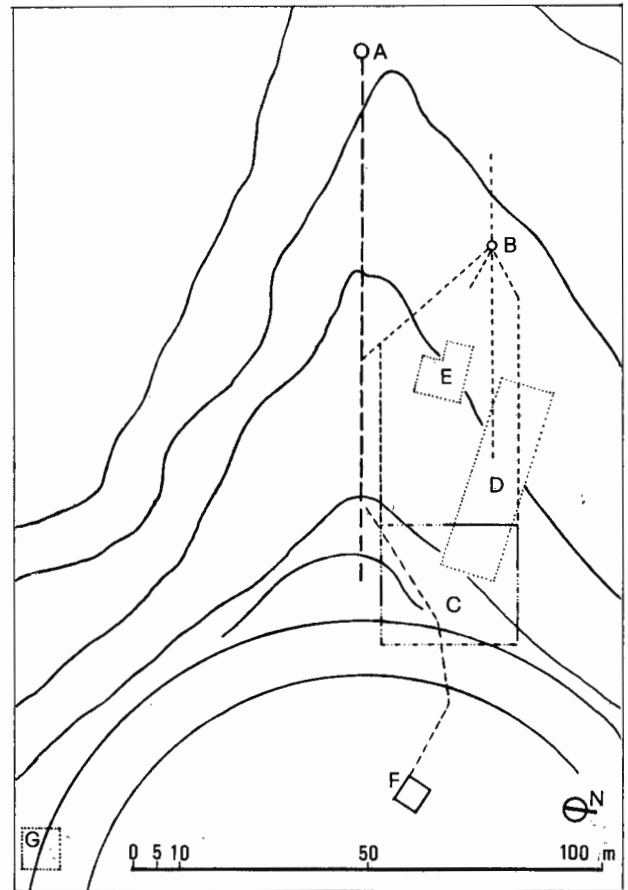


Fig. 11 - Tempio Siriaco: pianta con localizzazione della sorgente del Tempio e di quella del *locus furrinae* (da GIGLI, 1987, modificato). Schema delle sorgenti del tempio Siriaco in un disegno di C. Mocchegiani Carpano. A) sorgente del *locus furrinae*; B) sorgente del tempio Siriaco; C) antico vascone; D) santuario del IV secolo; E) palazzina dei guardiani (1908); F)-G) vasconi moderni.

in una vasta rete di cunicoli di drenaggio, scavati a modesta profondità nel tufo e rivestiti da malta idraulica, che aveva recapito in un grande serbatoio, sempre sottoterra, realizzato in opera reticolata. Il serbatoio, secondo l'Autore, era stato costruito per l'alimentazione della villa degli *Acilii Glabrioni*.

In epoca romana l'opera serviva, evidentemente, a drenare ed accumulare le acque di una modesta e superficiale circolazione idrica situata nelle vulcaniti che attualmente sembra scomparsa.

Esquilino

Non si hanno notizie precise di sorgenti sull'Esquilino. Sono però citate diverse venute d'acqua di una certa importanza, collegate alla circolazione idrica entro le vulcaniti, rinvenute durante gli scavi delle fondazioni degli edifici del quartiere Umbertino. Talora sono stati tagliati anche cunicoli, appar-

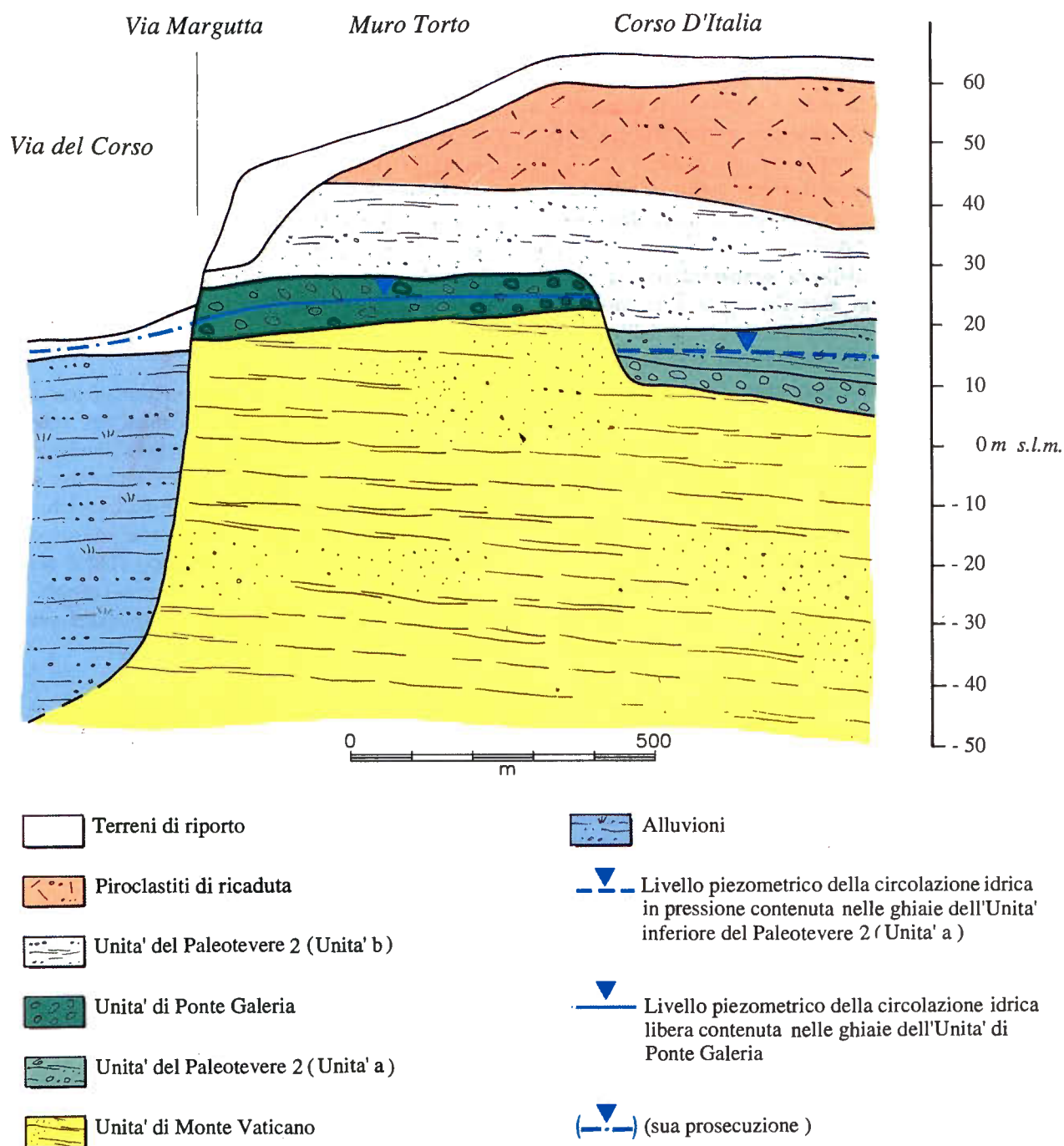


Fig. 12 – Sorgente di via Margutta: sezione geologica trasversale alla via (disegno: Gabriella Masella).

tenenti a opere di drenaggio e di presa antiche, dove ancora alla fine del secolo scorso scorreva acqua (LANCIANI, 1881).

A riprova della ricchezza idrica notevole del sottosuolo dell'Esquilino lo stesso Autore, sulla base di una serie di ritrovamenti, avanza l'ipotesi che le acque siano state utilizzate per allagare l'Aggere Serviano e aumentare così le difese delle mura.

Quirinale

Acque Sallustiane (nn. 10 e 11)

Nella valle compresa tra i Colli Pincio e Quirinale (Quartiere Ludovisi - Piazza Barberini) erano localizzate le sorgenti Sallustiane. Queste sorgenti alimentavano il corso d'acqua che scorreva nella valle (l'attuale via del Tritone), chiamato *Amnis*

Petronia (LANCIANI, 1881) o Acqua Sallustiana (LUGLI, 1934).

Non sono noti il numero e l'esatta ubicazione delle emergenze, ma da quanto è ricavabile dai vari autori che le citano, risultavano essere diffuse su un fronte abbastanza vasto.

LANCIANI (1881) segnala tre sorgenti poste una alla testata del fosso e le altre due a metà decorso della valle su pendii opposti.

Da quanto risulta dalle ricostruzioni geologiche (vedi fig. 5) l'incisione fluviale tagliava completamente sia i depositi vulcanici che le ghiaie dell'Unità a del Paleotevere 2. Le circolazioni idriche contenute in questi terreni venivano di conseguenza a giorno andando ad alimentare direttamente il corso d'acqua o una falda di subalveo contenuta nelle sue alluvioni. È probabile che nelle fasi iniziali della sua evoluzione morfologica, sviluppatasi in tempi geologici, il fosso venisse alimentato esclusivamente da emergenze della circolazione nelle vulcaniti, poste a quote alte lungo la valle in corrispondenza del contatto con i terreni sedimentari limo-argillosi. Solo col procedere dell'azione erosiva, connessa anche a variazioni del livello di base dovuti alle oscillazioni eustatiche, l'incisione avrebbe raggiunto, a quote più basse lungo la valle, anche le ghiaie determinando l'emergenza della circolazione in esse contenuta.

Come si può notare dalla carta idrogeologica, tale circolazione è presente solo in sinistra della *Amnis Petronia* e quindi anche le emergenze ad essa connesse dovevano necessariamente essere poste nella stessa posizione.

Le sorgenti sallustiane, con ogni probabilità, sono state incondottate, in tutto o in parte, già in epoca romana. LANCIANI (1881) riporta come nel 1858 scavando un pozzo nei pressi della chiesa di S. Nicola da Tolentino venne ritrovato alla profondità di circa 4 metri un ampio cunicolo (1.83 m × 0.67 m) ricavato nel tufo. L'autore avanza l'ipotesi che il cunicolo andasse ad alimentare una piscina posta sotto le abitazioni tra via del Falcone e via di S. Susanna.

Inoltre negli scantinati dell'Hotel Bristol Bernini (Piazza Barberini), a quota prossima a 30 m s.l.m., sono state rinvenute opere che sino a poco tempo fa portavano 10-15 l/s d'acqua. Questo rinvenimento da un lato fa supporre, vista la quota, che le acque provengano dalla circolazione nelle vulcaniti, dall'altro fa ipotizzare, viste le quantità d'acqua, che i cunicoli drenino un'area molto vasta e che quindi facciano parte di uno dei sistemi acquedottistici antichi di Roma.

Si ricorda l'episodio curioso accaduto durante i lavori per la realizzazione della linea A della metropolitana quando fu tagliato un tubo fittile che portava acqua alla bottega di un artigiano di via Rasella e che venne prontamente ripristinato a seguito delle proteste del negoziante.

MARINO ZUCO (1885) segnala inoltre come nel sottosuolo di via del Tritone sia presente una antica cloaca (1.55 m × 0.65 m) il cui fondo si trova a 18.45 m s.l.m. e nella quale scorreva acqua con il livello a quota 19.84 m s.l.m.. La cloaca doveva servire per incondottare il corso d'acqua della *Amnis Petronia*.

Attualmente le acque della circolazione delle ghiaie alimentano una falda di subalveo entro il pacco di depositi alluvionali mentre quelle della circolazione nelle vulcaniti si disperdono entro i terreni di riporto o scorrono nei cunicoli antichi non ancora interrati o distrutti. Numerosi autori citati da LANCIANI (1881) e MARINO ZUCO (1885) segnalano la presenza di queste acque entro i riporti nel sottosuolo di giardini e palazzi prospicienti via del Tritone.

Acqua di S. Felice - Fons Cati (n. 12)

Secondo LANCIANI (1881) la fontana del cortile di S. Felice del Palazzo del Quirinale era alimentata dalle acque di una piccola sorgente situata nelle vicinanze.

L'emergenza va sicuramente ricollegata alla circolazione delle vulcaniti e doveva essere situata al contatto tra i depositi vulcanici e i sottostanti depositi argillosi sedimentari (tale contatto nella zona del Quirinale si mantiene, in maniera abbastanza costante, alla quota di circa 40 m s.l.m.).

La sorgente era ubicata probabilmente alla testata della vallecchia individuata da DE ANGELIS D'OSSAT (1938) nei giardini del Quirinale e riempita attualmente da riporti.

Tale ubicazione è molto vicina a quella indicata da LUGLI (1934) secondo il quale le acque di questa sorgente, arrivate al piede della collina, formavano un piccolo lago dal quale partiva un rivo d'acqua che percorreva le attuali via della Dataria, piazza della Pilotta, S.S. Apostoli, via del Plebiscito e corso Vittorio Emanuele, fino all'altezza dell'Arco dei Ginnasi dove confluiva nel fosso dell'*Amnis Petronia*.

Le analisi eseguite da CESELLI (1873) forniscono per quest'acqua i seguenti dati: temperatura 16 °C; durezza 17 °F, residuo fisso 420 mg/l; ossigeno 6.33 cc/l.

Acque Fontinali (Fonte del Grillo) (n. 13)

Sul versante meridionale del Colle Quirinale erano note alcune piccole emergenze che assumevano il nome di Acque Fontinali dalla porta *Fontinalis* (la denominazione della porta deriva evidentemente dalla presenza di una o più sorgenti) che si apriva sulle Mura Serviane presso l'attuale largo Magnapoli.

Una delle emergenze fu chiamata in epoche successive Fonte del Grillo in quanto situata sotto il palazzo omonimo.

La zona era, sulla base delle informazioni riportate da numerose fonti bibliografiche, molto ricca in acque sotterranee tanto che, secondo CASSIO (1756), durante la realizzazione delle fondazioni del Palazzo della Consulta, voluto da Clemente XII e costruito tra il 1732 ed il 1737, fu necessario fare uso di palizzate.

Le Acque Fontinali sono sicuramente da ricollegarsi alla circolazione idrica sotterranea nei terreni vulcanici ed erano situate al contatto tra questi

terreni e quelli sedimentari di natura argillosa sottostanti.

MARINO ZUCO (1885) ha rilevato alcune quote del livello piezometrico di tale circolazione nella presumibile zona di emergenza:

- Cunicolo Palazzo del Grillo 26.50 m s.l.m.
- Pozzo Palazzo del Grillo 21.99 m s.l.m.

Sulla base di quanto riferisce CASSIO (1756) sembra che l'acqua della Fonte del Grillo fosse la stessa di quella che scorreva sul fondo di un pozzo, profondo circa 18 m, situato nella piazzetta all'angolo tra via del Quirinale e via Mazarino.

L'acqua del pozzo, sempre secondo questo autore, aveva effetti benefici e come tale somministrata ai malati.

CESELLI (1873) ne fornisce alcune caratteristiche: temperatura 14 °C; durezza 19 °F; residuo fisso 350 mg/l; ossigeno 5.35 cc/l.

A testimonianza della ricchezza d'acqua in epoca antica del sottosuolo del Quirinale stanno le notizie di ritrovamenti di pozzi e di cunicoli per il drenaggio e l'adduzione fornite da LANCIANI (1881) e da vari altri autori citati da PISANI SARTORIO (1984).

Campidoglio*Acqua Tulliana (n. 14)*

Il suo nome deriva da quello della cella inferiore del Carcere Mamertino, che veniva chiamata *Tullianum*, da *Tullus* (polla d'acqua), dal cui pavimento ancora oggi sgorga (fig. 13).

L'Acqua Tulliana è spesso citata dalle fonti essendo collegata alla storia del carcere, il più' antico e famoso di Roma essendovi stato rinchiuso anche l'apostolo Pietro. La leggenda vuole che il santo abbia fatto scaturire miracolosamente l'acqua durante la sua prigionia per poi utilizzarla per battezzare tutti coloro che si convertivano al cristianesimo.

La quota dell'emergenza è di circa 13.50 m s.l.m. e ben si accorda con i livelli piezometrici circostanti della circolazione contenuta nelle ghiaie della Unità a del Paleotevere 2 a cui, anche in considerazione delle evidenze geologiche, questa sorgente va ricollegata.

Secondo LANCIANI (1881) l'acqua di questa fonte veniva fatta defluire da una rete di cunicoli sotterranei di epoca romana che sicuramente afferiscono all'asse fognario principale della zona costituito dalla Cloaca massima.

Le caratteristiche chimico-fisiche dell'Acqua Tulliana sono riportate nel cap. 6.



Fig. 13 – Acqua Tulliana: cella inferiore del Carcere Mamertino dalla quale scaturisce l'acqua.

Foro Romano

Le sorgenti ubicate nel Foro Romano sono da ricollegarsi sicuramente alla circolazione idrica contenuta nelle ghiaie e sabbie dell'Unità a del Paleotevere 2.

Acque Lautole (n. 15)

Alla base sud-orientale del Campidoglio gli autori antichi ricordano una sorgente solfurea calda che doveva essere localizzata, secondo LANCIANI (1881), presso l'imbocco di via Bonella (l'attuale via della Curia, non distante dal Carcere Mamertino).

Di questa emergenza si sono perse le tracce già in epoca antica.

Il termalismo e la mineralizzazione sono con tutta probabilità dovuti agli stessi fenomeni (risalita di fluidi caldi lungo discontinuità tettoniche) che hanno determinato le incrostazioni minerali lungo le fratture dell'unità piroclastica del Palatino (MARRA & ROSA, in questo volume) presente in affioramento sul Campidoglio.

Le acque di questa sorgente, prima delle sistemazioni idrauliche effettuate in epoca antica, dovevano andare ad alimentare, con quelle del *Tullianum*, il Velabro minore.

Fonte di Giuturna - Tempio dei Castori (n. 16)

L'acqua della Fonte di Giuturna, che fu oggetto di culto nell'antichità, emerge dal pavimento di una vasca di marmo quadrata posta, a testimonianza dell'originaria sorgente, ai piedi dell'angolo nord occidentale del Palatino (fig. 14).

La sorgente viene citata da numerosi autori antichi in relazione soprattutto al suo carattere sacro (era intitolata alla ninfa Giuturna) ma anche perché sembra che le sue acque andassero a formare una zona paludosa tra Palatino e Campidoglio, il cosiddetto *Lacus Curtius* (LANCIANI, 1881). Tale lago fu probabilmente prosciugato con la costruzione della Cloaca massima.

L'emergenza è posta a circa 9.90 m s.l.m. ed il battente d'acqua all'interno della vasca è minimo e varia stagionalmente, essendo più cospicuo d'inverno e intravedendosi appena d'estate.

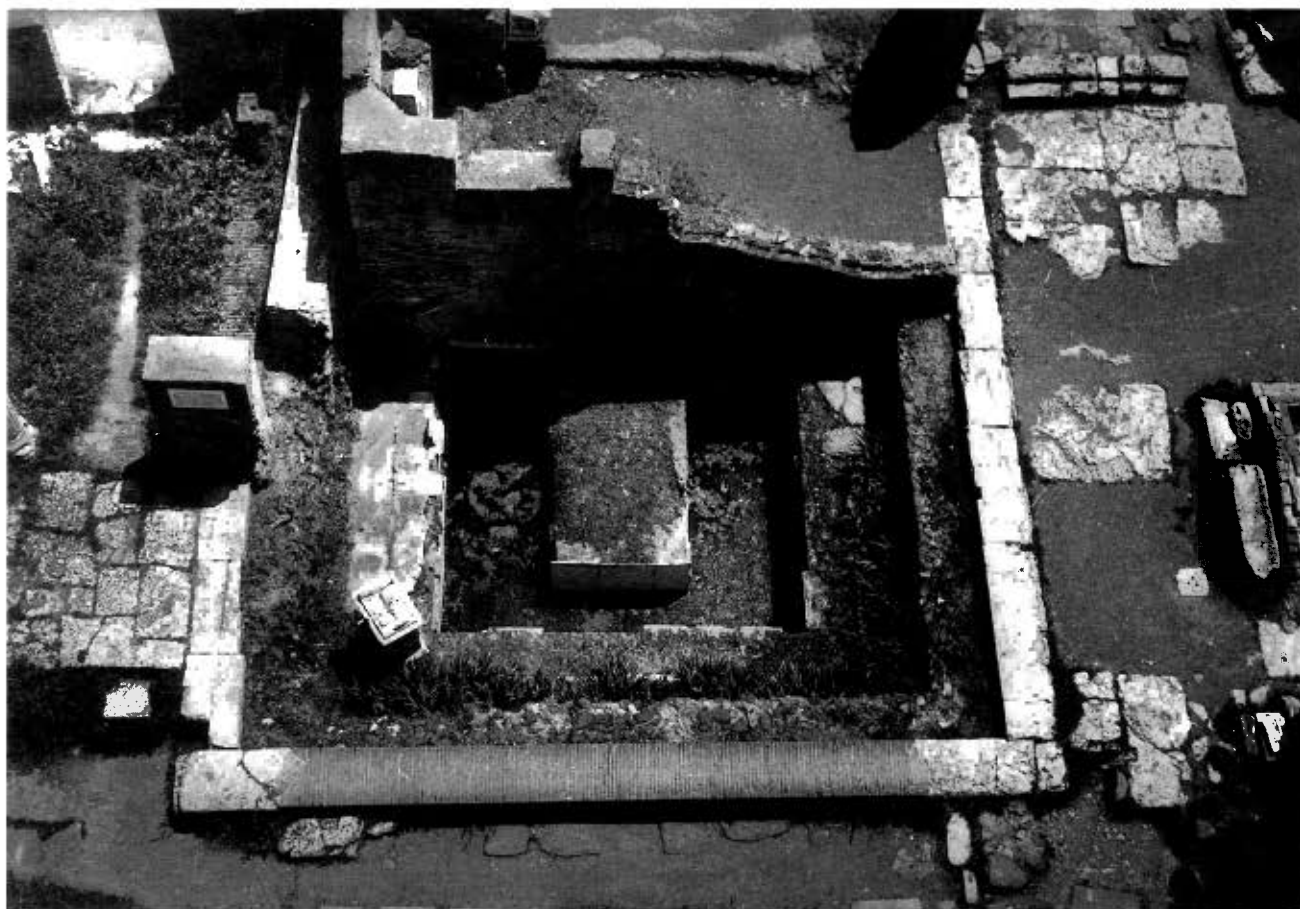


Fig. 14 – Fonte di Giuturna: sul fondo della vasca quadrata è visibile l'acqua sorgiva (archivio Soprintendenza Archeologica di Roma).

La modesta portata così come la saltuarietà di questa fonte, le cui acque secondo le testimonianze di vari autori sono scomparse e ricomparse più volte nel corso dei secoli, possono essere messe in relazione con la forte azione drenante esercitata dal collettore della Cloaca massima sulla circolazione idrica da cui tale sorgente trae origine.

Vicinissima alla Fonte di Giuturna, e per questo non distinta da questa, è situata un'altra emergenza sita nel Tempio dei Castori, anch'essa ricollegabile alla circolazione idrica presente nelle ghiaie dell'Unità a del Paleotevere 2.

Le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua delle emergenze di Giuturna e del Tempio dei Castori sono esposte nel cap. 6.

Palatino

Fonte del Lupercale (n. 17)

L'acqua di questa sorgente, scomparsa già in epoca romana, era molto nota nell'antichità in quanto era consacrata a Fauno Luperco (allontanatore dei lupi) e veniva usata nelle abluzioni dei sacerdoti durante le feste lupericali. Si tratta forse della prima fonte utilizzata nei riti arcaici della Roma primordiale (LANCIANI, 1881).

L'ubicazione di questa sorgente è sempre stata incerta anche se è noto dagli antichi autori che essa era situata ai piedi del lato occidentale del colle Palatino in una grotta vicina all'Ara di Calvino. Secondo VENTRIGLIA (1971) la sua quota era tale da poter essere raggiunta dalle acque del Tevere durante le piene del fiume.

Per LANCIANI (1881) essa si trovava in corrispondenza della Chiesa di Santa Anastasia mentre BROCCHI (1820) la colloca dentro la Cloaca massima nei pressi di S. Giorgio al Velabro.

DE ANGELIS D'OSSAT (1956) e VENTRIGLIA (1971) ricollegano la sorgente del Lupercale con la circolazione idrica contenuta nelle ghiaie del Siciliano (Unità a del Paleotevere 2) e collocano l'emergenza entro una caverna, situata in tali ghiaie, posta a circa 8 m s.l.m..

Ad avviso degli scriventi sembra invece più probabile che l'acqua del Lupercale sgorgasse al contatto tra i terreni vulcanici e i sottostanti terreni sedimentari. Tale ipotesi si basa sulle indicazioni fornite dagli antichi autori latini circa l'ubicazione di questa sorgente sul lato occidentale del Palatino, sulla sua collocazione entro una grotta (che presuppone terreni a comportamento litoide quali non sono nella zona in esame le ghiaie e quali invece

sono i tufi presenti alla base dei depositi vulcanici), sulla presenza di livelli idrici riscontrati in sondaggio entro le vulcaniti e sull'assetto geologico del colle che mostra come il letto delle vulcaniti diminuisca di quota proprio sul lato occidentale del Palatino raggiungendo quasi la base del rilievo collinare.

La scomparsa di questa sorgente è da attribuire con tutta probabilità alle varie opere idrauliche effettuate nella zona già in epoca romana e agli interri che hanno sollevato il livello del suolo.

Celio

Le sorgenti del Celio sono tutte situate al margine del colle laddove, in seguito all'erosione dei corsi d'acqua che delimitavano il rilievo, potevano a luoghi affiorare le ghiaie della Unità a del Paleotevere 2 e quindi determinarsi l'emergenza della circolazione idrica in queste contenute

Acqua di S. Clemente (n. 18)

L'acqua attualmente esce a circa 12.4 m s.l.m. da un condotto romano con copertura a cappuccina posto al livello della casa di età repubblicana che costituisce la struttura più antica messa a giorno nel sottosuolo della Chiesa di S. Clemente (fig. 15). Il cunicolo, che proviene con ogni probabilità dall'opera di presa della sorgente, porta un quantitativo discreto d'acqua (oltre 1 l/s)

La quota, la portata addotta dal cunicolo e le caratteristiche chimiche dell'acqua fanno ritenere che la stessa provenga dalla circolazione sita nelle ghiaie dell'Unità a del Paleotevere 2.

Le caratteristiche chimico-fisiche dell'Acqua di S. Clemente sono riportate nel cap. 6.



Fig. 15 – S. Clemente: condotto di epoca romana dal quale fuoriesce l'acqua.

Acqua di Mercurio (n. 19)

Il LANCIANI (1881), che cita CASSIO (1756) e FEA C. (1828), fornisce per questa sorgente tutta una serie di informazioni.

Aveva le sue scaturigini ai piedi del Colle Celio tra S. Gregorio e Villa Mattei e alimentava probabilmente un ninfeo.

Citata da Ovidio (FASTI, V, 673 e ss.) ed apprezzata nell'antichità per le sue qualità, la *Fons Mercurii* fu oggetto di intense ricerche sotto i Pontefici Clemente XI, Benedetto XIV e Clemente XII.

Secondo gli studi e le esplorazioni fatte nell'ottocento sembra che le acque di questa sorgente siano state incondottate in una cappuccina che percorre longitudinalmente tutta la valle del Circo Massimo arrivando fino alla Chiesa di S. Anastasia. La portata massima della sorgente fu valutata all'epoca, in maniera sicuramente eccessiva, superiore a 200 oncie (46 l/s) mentre quella minima in circa 80 oncie (18 l/s).

Nel sottosuolo della chiesa vi è ancora una importante venuta d'acqua che defluisce, probabilmente, entro un condotto fognario antico che raggiunge la vicina Cloaca Massima.

Attualmente la sorgente viene ricordata da una lapide posta sul muro di una costruzione (edificio della Vignola Boccapaduli del XVI secolo, rifatto all'inizio del '900) situata in Piazza di Porta Capena (fig. 16).

Fons Apollinis (n. 20)

Tra Porta Latina e Porta Metronia era nota la presenza delle Paludi Decemnie in buona parte alimentate da emergenze d'acqua sotterranea. Nella parte bassa di Villa Mattei, presso l'attuale via della valle delle Camene, LANCIANI (1881) riferisce di una sorgente di «acqua purissima leggermente medicinale» che l'autore attribuisce alla *Fons Apollinis* nominata dal Frontino. Superiormente a questa, nella zona di «Vigna Bettini», era nota la presenza di un «gran capo d'acqua» attribuito dagli Autori antichi alla Fonte d'Egeria.

Fonte delle Camene (n. 21)

Tutta la porzione meridionale del Celio era conosciuta sin dall'antichità come zona ricca di acque. La Fonte delle Camene, di cui si hanno solo scarse notizie, secondo LANCIANI (1881) corrispondeva con la ricca sorgente ubicata presso villa Fonseca che alimentava un ninfeo romano.



Fig. 16 – Acqua di Mercurio: edificio a Piazza di Porta Capena ove è collocata la lapide commemorativa della sorgente.

Aventino*Piscina Publica* (n. 22)

La Piscina Publica doveva essere stata una sorgente di notevole importanza come le altre della antica valle delle Camene (l'attuale viale delle Terme di Caracalla), tanto da dare il nome a tutta la zona per la particolare ricchezza d'acqua.

LANCIANI (1881) non ha dubbi nell'ubicarla ai piedi del Colle Aventino tra l'entrata delle Terme di Caracalla, le mura Serviane e la Via di Santa Balbina.

Nel corso di uno studio condotto nella zona delle terme si è constatato che nella cloaca romana che traversa da SE a NW l'edificio centrale del complesso termale scorre tuttora acqua sorgiva captata dalle pendici dell'Aventino. L'acqua venne utilizzata anche in epoche successive tramite l'apposizione di una vera di pozzo su uno dei pozzetti di accesso alla fogna profonda (fig. 17). È molto pro-



Fig. 17 – Piscina Publica: pozzo con vera posto nella palestra settentrionale delle Terme di Caracalla. Il pozzo permetteva il prelievo dell'acqua dalla fogna principale dell'edificio nella quale scorreva e scorre tuttora acqua di falda.

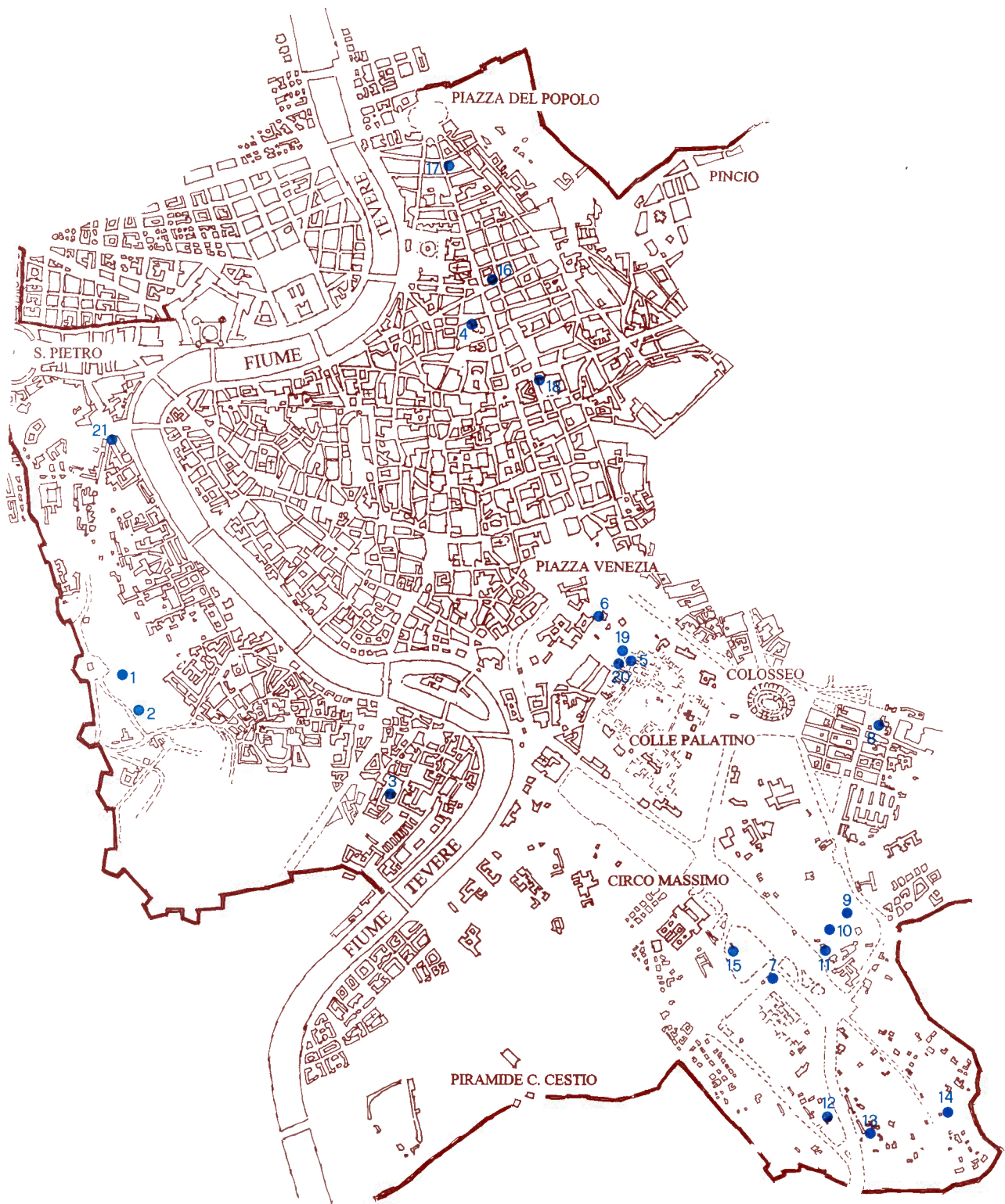


Fig. 18 – Ubicazione dei punti di prelievo dei campioni d'acqua relativi alle analisi di RUGHI (1986) e del C.N.R. (1933) (disegno: Silvana Falcetti, Sergio Pascolini).

TAB. 1 – *Caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee del centro storico*
(da C.N.R., 1933 e da RUGHI, 1986) (*)

N.	Punto d'acqua	Salinità g/l	Cond. a 20° C µS/cm	Temp. °C	pH	Dur. °F	Alcal. /25ml	Na meq/l	K meq/l	Ca meq/l	Mg meq/l	Cl meq/l	SO4 meq/l	HCO3 meq/l
1	Orto Botanico I	0.47	700	17.8	6.93	n.d.	1.30	1.827	0.491	5.115	1.053	1.853	1.432	5.201
2	Orto Botanico II	0.68	940	17.0	7.23	45.50	1.80	2.584	0.491	6.677	2.291	2.440	2.409	7.200
3	Monopolio di Stato	1.20	1550	17.1	7.29	36.14	3.50	11.314	1.491	4.716	2.295	6.051	0.083	14.001
4	S. Lorenzo in Lucina	0.40	565	17.2	7.23	22.31	1.25	2.175	0.465	3.358	0.962	0.781	0.504	5.001
5	Fonte di Giuturna	0.38	530	17.8	6.84	20.52	1.35	1.388	0.928	3.174	0.888	0.488	0.662	5.401
6	Carcere Mamertino	0.51	740	18.3	6.86	19.60	1.40	2.392	1.941	2.904	0.880	1.267	1.108	5.601
7	Caracalla	0.68	920	18.9	6.92	42.84	2.05	2.057	0.813	6.497	1.752	1.365	1.324	8.200
8	S. Clemente	n.d.	650	20.2	6.90	29.00	1.55	1.801	0.645	4.386	1.201	0.877	0.718	6.201
9	Campo Sperim. Celim.	0.54	790	20.8	7.12	35.25	1.70	1.997	0.445	5.030	1.588	1.269	1.191	6.801
10	Vivaio Comunale I	0.51	730	20.0	7.04	31.24	1.60	1.853	0.537	4.716	1.448	1.072	0.837	6.237
11	Vivaio Comunale II	0.51	730	20.0	7.08	31.70	1.60	1.905	0.537	4.755	1.538	0.976	0.879	6.401
12	Eurogarden	0.69	980	20.9	7.28	41.90	2.00	2.662	0.522	5.888	2.229	1.659	1.218	8.000
13	C. Bonsai Palmares	0.78	1100	21.0	7.10	46.41	1.95	2.897	0.552	7.091	2.057	2.144	2.099	7.800
14	Vivaio di Porta Latina	0.60	850	21.0	7.40	37.04	1.80	2.297	0.522	4.980	2.015	1.267	1.031	7.200
15	Stadio delle Terme	0.70	940	21.8	6.99	40.16	1.90	2.057	0.816	6.452	1.662	1.267	1.505	7.604
16	Hotel Plaza	2.20	3030	22.5	6.61	75.86	5.80	17.368	4.558	10.479	4.697	12.903	0.131	23.193
17	Cinema Metropolitan	1.50	1500	22.5	7.26	32.00	1.60	3.036	1.772	14.451	3.118	2.161	7.808	6.401
18	Santa Maria in Via	0.48	650	22.0	7.07	26.77	1.45	1.174	0.731	4.127	1.152	0.781	0.460	5.801
19	Tempio dei Castori I	n.d.	740	20.9	7.50	27.60	n.d.	1.709	1.102	4.251	1.004	0.928	1.349	5.850
20	Tempio dei Castori II	n.d.	580	21.0	7.30	22.70	n.d.	1.187	0.921	3.468	0.872	0.584	0.870	5.101
21	Acqua Lancisiana	0.83	n.d.	16.1	n.d.	45.70	n.d.	2.596	0.639	4.030	1.941	2.242	0.702	7.445

(*) Lo ione nitrico è stato determinato solo nel campione dell'Acqua Lancisiana (2.300 meq/l).

babile quindi che le sorgenti della «Piscina Pubblica» al momento della costruzione delle Terme, siano state captate per farle scorrere come acque di pulizia nella fogna profonda. La loro ubicazione andrebbe di conseguenza localizzata a sud-est delle Terme di Caracalla.

Le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua che scorre nella cloaca sono riportate nel cap. 6.

La quota dell'acqua, le analisi condotte e lo studio idrogeologico effettuato portano a concludere che l'acqua della Piscina Pubblica è la più importante emergenza, lungo la valle delle Camede, dell'acquifero ghiaioso dell'Unità a del Paleotevere 2.

Fonte di Pico (n. 23)

Altra emergenza storicamente conosciuta dell'Aventino è la Fonte di Pico nominata da Ovidio ed ubicata entro una grotta al piede del colle sul lato verso il Tevere. CASSIO (1756) dice che «nel 1732 si scoprirono da quel lato molte caverne donde sgorgavano molti ruscelletti che furono riuniti in un canale sotterraneo che va a sboccare nel fiume». Attualmente è scomparsa, forse incondottata nel collettore parallelo ai muraglioni del Tevere. La Fonte di Pico va con tutta probabilità attribuita alla circolazione entro le vulcaniti che in corrispondenza del versante occidentale del colle viene drenata dai terreni sabbioso-travertinosi dell'Unità di Valle Giulia.

6. - QUALITÀ DELLE ACQUE

Nel secolo scorso numerosi autori si sono interessati della qualità delle acque sotterranee di Roma (CANNIZZARO, 1884; CARPI, 1831; CESELLI, 1873; MARINO ZUCO, 1885).

Le analisi più recenti sulla qualità chimico-fisica delle acque del sottosuolo urbano sono quelle relative ad una campagna di indagine (RUGHI, 1986) eseguita su 20 campioni prelevati presso le sorgenti ancora esistenti e alcuni pozzi per approvvigionamento idrico (i punti di prelievo dei campioni sono ubicati in fig. 18). Per l'Acqua Lancisiana (oggi scomparsa) sono i disponibili i dati relativi ad una analisi effettuata negli anni '30 (C.N.R., 1933).

I dati relativi alle indagini di RUGHI (1986) e del C.N.R. (1933) vengono esposti nella tab. 1 e per mettono di definire, sia pure in linea generale, la qualità solo di alcune delle circolazioni idriche sotterranee presenti nel centro storico.

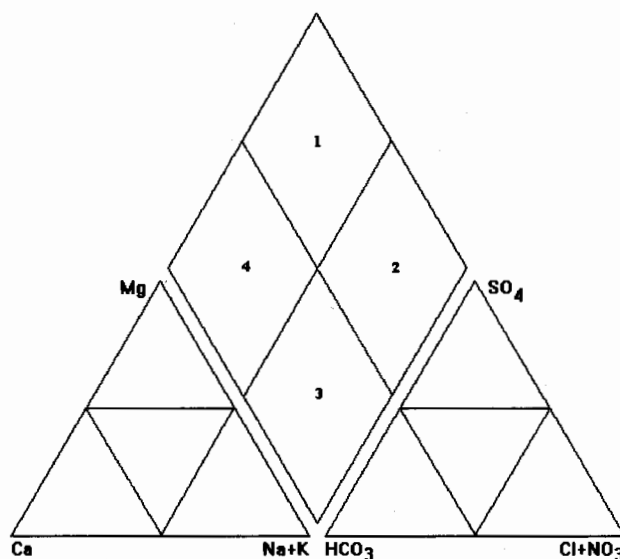


Fig. 19 - Diagramma di Piper. Tipi di acque: 1) solfato-clorurato-alcalino-terrose; 2) solfato-clorurato-alcaline; 3) bicarbonato-alcaline; 4) bicarbonato-alcalino-terrose

La rappresentazione e la correlazione delle varie analisi sono state effettuate utilizzando il diagramma di Piper (fig. 19) e di Schoeller.

Circolazione nelle sabbie e ghiaie delle Unità di Monte Ciocci e di Monte Mario

Le analisi si riferiscono ai campioni d'acqua prelevati alle due sorgenti dell'Orto Botanico (nn. 1 e 2) e all'Acqua Lancisiana (n. 21).

Le acque possono essere classificate come bicarbonato-alcalino-terrose (fig. 20). I campioni re-

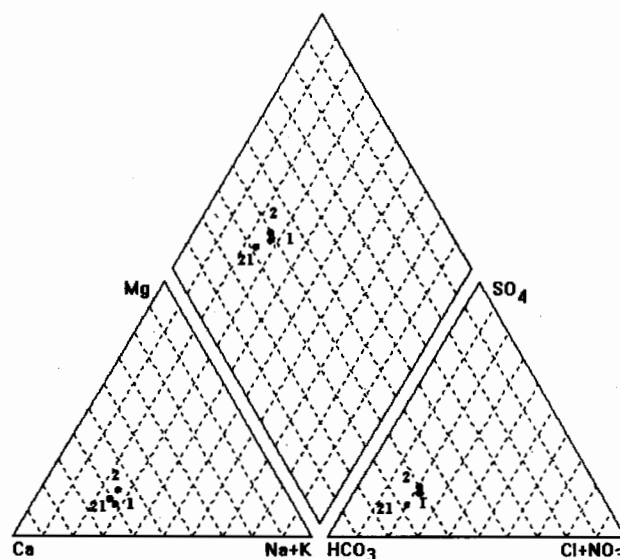


Fig. 20 - Diagramma di Piper: acque della circolazione nelle sabbie e ghiaie delle Unità di Monte Ciocci e delle Unità di Monte Mario.

lativi alle sorgenti dell'Orto Botanico mostrano una buona correlabilità tra di loro e, in misura minore, con quello dell'Acqua Lancisiana (fig. 21). La formula ionica delle acque risulta: $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{SO}_4^{--}$ - $\text{Ca}^{++} \text{Na}^+ \text{Mg}^{++}$.

Circolazione nelle ghiaie di base delle alluvioni del Tevere

I dati sono relativi all'analisi eseguita su tre campioni prelevati da pozzi che attingono da questa circolazione: Monopolio di Stato (n. 3), Hotel Plaza (n. 16) e Cinema Metropolitan (n. 17).

Le acque del Monopolio di Stato e dell'Hotel Plaza possono essere classificate come bicarbonato-alcaline (fig. 22), mostrano una notevole correlabilità tra di loro (fig. 23) e sono caratterizzate dalla formula ionica: $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{SO}_4^{--}$ - $\text{Na}^+ \text{Ca}^{++} \text{Mg}^{++}$.

Si distinguono per l'elevata mineralizzazione. Risultano inoltre significativi il contenuto in Fe e S, le concentrazioni di Na^+ e K^+ maggiori di quella del Ca^{++} e i tenori in solfati bassissimi.

L'acqua del Cinema Metropolitan può essere classificata come solfato-clorurato-alcalino-terrosa, non è correlabile con le acque degli altri due campioni ed è caratterizzata dalla formula ionica: $\text{SO}_4^{--} \text{HCO}_3^- \text{Cl}^-$ - $\text{Ca}^{++} \text{Na}^+ \text{Mg}^{++}$. Si distingue anch'essa per l'elevata mineralizzazione e per le elevate concentrazioni di solfati. La forte mineralizzazione delle acque della circolazione nelle ghiaie di base delle alluvioni del Tevere può essere imputata alla scarsa mobilità dell'acqua e alle condizioni di confinamento dell'acquifero, compreso tra il substrato argilloso pliocenico e i depositi alluvionali limo-argillosi sovrastanti.

In alcuni pozzi della piana tiberina che emungono acqua da questa circolazione sono note manifestazioni di CO_2 e H_2S probabilmente dovute alla risalita di fluidi mineralizzati collegata a disturbi tettonici profondi, quali quelli individuati nel sottosuolo della città.

A tale proposito si può avanzare l'ipotesi che il chimismo dell'acqua del Cinema Metropolitan sia dovuto alla presenza in soluzione di CO_2 . La presenza di anidride carbonica potrebbe aver infatti fatto aumentare la solubilità del CaCO_3 fino a superare il limite di solubilità dei carbonati alcalini. Al di là di tale limite precipitano i carbonati ag-

giunti, restano in soluzione solfati e cloruri aumentando di conseguenza percentualmente SO_4 , Cl e Na.

Circolazione nelle ghiaie dell'Unità a del Paleotevere 2

I campioni d'acqua relativi a questa circolazione sono stati prelevati da pozzi e da sorgenti. Quelli relativi a pozzi sono:

- Campo Sperimentale Celimontano (n. 9)
- Vivaio Comunale I (n. 10)
- Vivaio Comunale II (n. 11)
- Eurogarden (n. 12)
- Centro Bonsai Palmares (n. 13)
- Vivaio di Porta Latina (n. 14)
- Stadio delle Terme (n. 15)

Quelli prelevati da sorgenti, direttamente alla fonte o da cunicoli romani di captazione o drenaggio delle emergenze, sono:

- Fonte di Giuturna (n. 5)
- Carcere Mamertino (n. 6)
- Caracalla (n. 7)
- S. Clemente (n. 8)
- Tempio dei Castori I (n. 19)
- Tempio dei Castori II (n. 20)

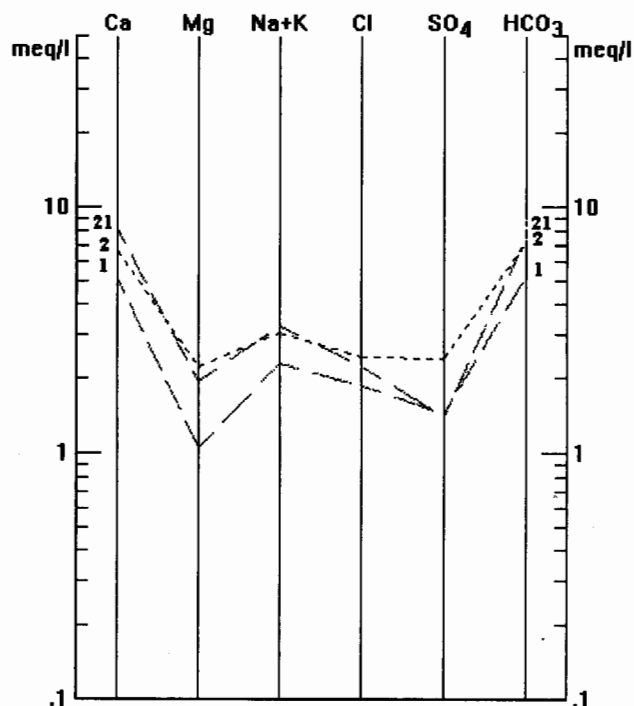


Fig. 21 - Diagramma Schoeller: acque della circolazione nelle sabbie e ghiaie delle Unità di Monte Ciocci e delle Unità di Monte Mario.

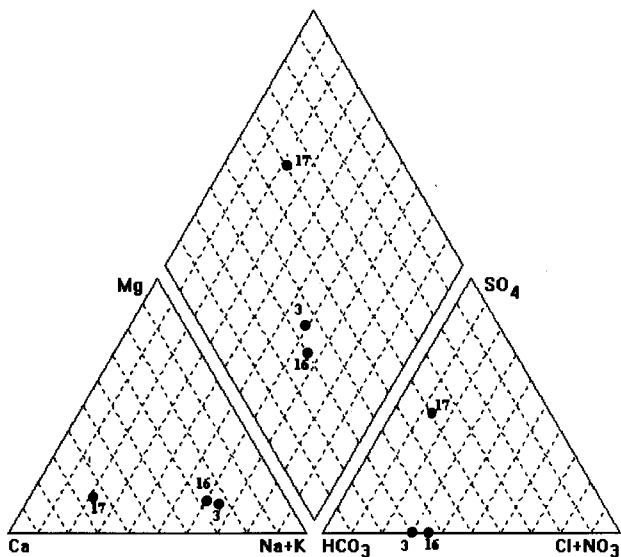


Fig. 22 - Diagramma di Piper: acque della circolazione nelle ghiaie di base delle alluvioni del Tevere.

Le acque di tutti i campioni, tranne uno, possono essere classificate come bicarbonato-alcalino-terrose. Fa eccezione, infatti, l'acqua del Carcere Mamertino (Acqua Tulliana) che è classificabile come bicarbonato-alcalina (fig. 24).

L'Acqua Tulliana si distingue dalle altre anche per la sua formula ionica: $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{SO}_4^{--} - \text{Na}^+ \text{Ca}^{++} \text{Mg}^{++}$ e in particolare per la concentrazione del sodio che supera quella del calcio.

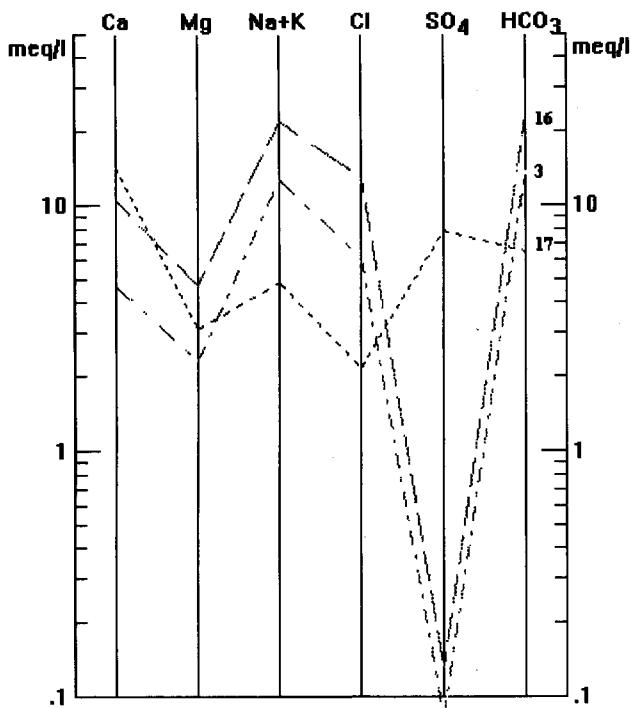


Fig. 23 - Diagramma Schoeller: acque della circolazione nelle ghiaie di base delle alluvioni del Tevere.

I campioni prelevati al Tempio dei Castori, alla Fonte di Giuturna e allo Stadio delle Terme sono caratterizzati dalla formula ionica: $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{SO}_4^{--} - \text{Ca}^{++} \text{Na}^+ \text{Mg}^{++}$.

Nei restanti campioni la formula è: $\text{HCO}_3^- \text{SO}_4^{--} \text{Cl}^- - \text{Ca}^{++} \text{Na}^+ \text{Mg}^{++}$.

La salinità riscontrata per le acque di questa circolazione varia tra 0.38 e 0.78 g/l mentre la durezza è compresa tra 20 e 40 °F. Si riscontra una sensibile variabilità del tenore in cloruri e solfati il cui incremento potrebbe essere messo in relazione alla presenza di orizzonti sabbiosi che localmente ricoprono le ghiaie.

Si può notare inoltre come alcuni campioni mostrino un arricchimento in carbonati di sodio e potassio che testimonierebbero un miscelamento tra la circolazione nelle ghiaie e quella (o quelle) presenti nelle vulcaniti. È molto probabile che tale miscelamento sia dovuto a pozzi difettosi che hanno messo in contatto idraulico le due falde come dimostrano peraltro i numerosi livelli piezometrici anomali (intermedi a quelli propri delle circolazioni in questione) che si riscontrano nella zona orientale dell'area studiata.

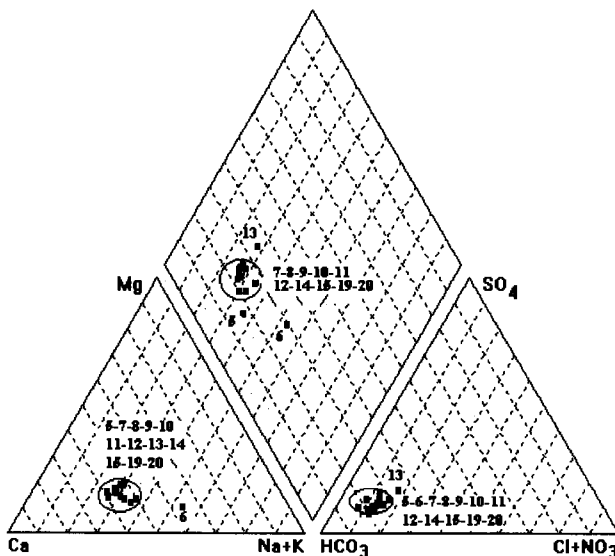


Fig. 24 - Diagramma di Piper: acque della circolazione nelle ghiaie dell'Unità a del Paleotevere 2.

Sulla base degli andamenti sul Diagramma di Schoeller si possono individuare almeno tre gruppi di campioni caratterizzati da buona correlabilità delle loro acque. L'Acqua Tulliana mostra ancora una volta un andamento divergente da quello di tutti gli altri campioni (fig. 25).

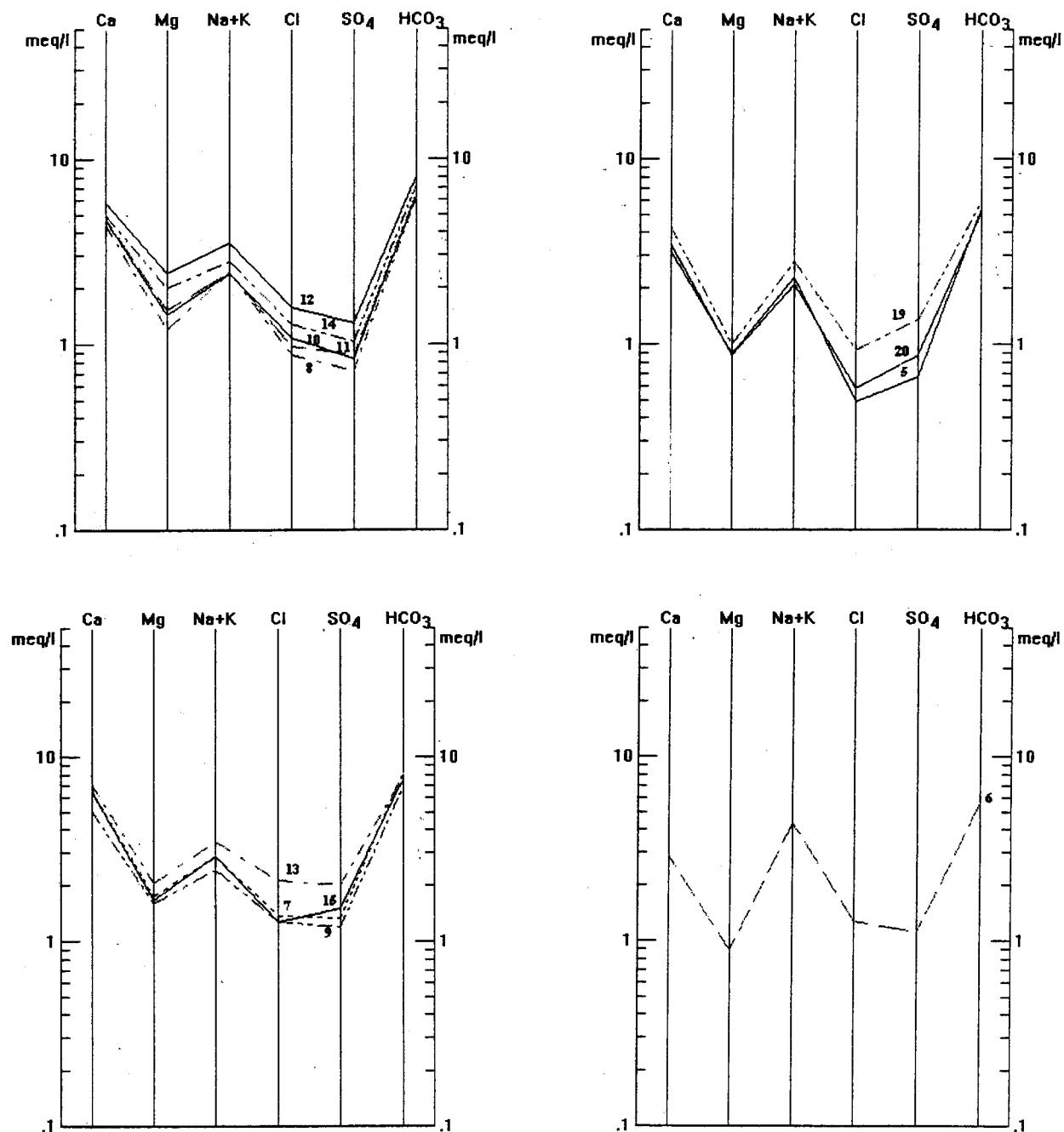


Fig. 25 - Diagramma Schoeller: acque della circolazione nelle ghiaie dell'Unità a del Paleotevere 2.

Circolazioni nei terreni di riporto

Visto il carattere locale di tali circolazioni e, soprattutto, le diverse modalità di alimentazione delle stesse, dovute spesso al contributo di altre circolazioni e/o perdite delle reti idriche, la qualità delle acque dei riporti risulta molto variabile e non può essere definita in maniera unitaria.

Si possono pertanto solo descrivere i caratteri chimico-fisici di due campioni d'acqua sicuramente

attribuibili alle circolazioni nei terreni di riporto. I campioni in questione sono quelli prelevati a S. Lorenzo in Lucina (n. 4) e a S. Maria in Via (n. 18) e provengono tutti dalla piana alluvionale del Tevere.

Le acque sono classificabili come bicarbonato-alcino-terrose (fig. 26), mostrano un certo grado di correlabilità (fig. 27) e sono caratterizzate dalla formula ionica: $\text{HCO}_3^- \text{Cl}^- \text{SO}_4^{--} - \text{Ca}^{++} \text{Na}^+ \text{Mg}^{++}$.

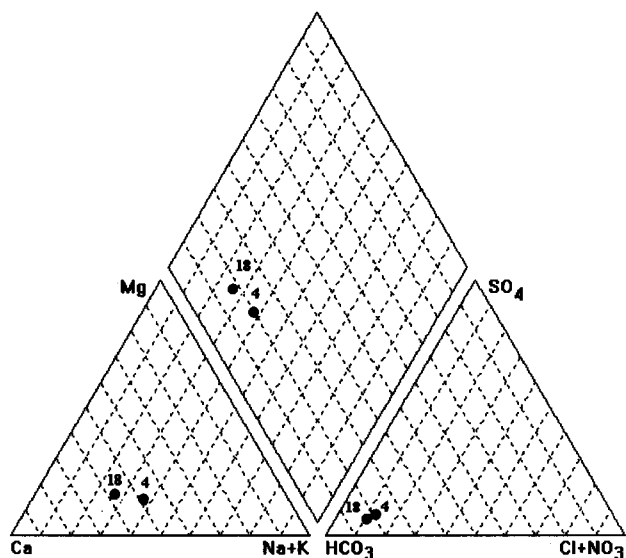


Fig. 26 - Diagramma di Piper: acque delle circolazioni nei terreni di riporto.

7. - CENNI SULLA VULNERABILITÀ DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE

L'area del centro storico della città di Roma pur essendo quasi completamente urbanizzata conserva un notevole patrimonio di risorse idriche sotterranee.

La vulnerabilità di queste risorse, intesa come possibilità e facilità dell'arrivo di inquinanti in falda, dipende da fattori naturali di protezione delle falde (capacità autodepurativa del terreno, permeabilità del terreno e profondità della falda) e dalla tipologia e caratteristiche delle fonti di inquinamento.

Le fonti di inquinamento possibili in un ambiente prettamente urbano come quello del centro storico della città sono costituite principalmente dagli scarichi civili, prevalentemente organici biodegradabili e inorganici, ma anche a quelli provenienti dal manto stradale, da officine, distributori, artigiani, tipografie ecc. contenenti inquinanti di tipo organico non biodegradabile.

Le perdite dei sistemi fognari moderni, ma anche antichi, nei quali tali scarichi sono immessi, sommate agli scarichi abusivi, determinano l'apporto al sottosuolo di sostanze che il potere autodepurante del terreno non riesce completamente a degradare e che quindi possono giungere fino in falda.

Si deve poi tenere conto che il massiccio sviluppo urbanistico della città ha determinato tutta una serie di manomissioni del suolo che hanno aumentato la vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee.

Infatti, da un lato, asportazioni di terreno, escavazioni di cunicoli e platee per fondazioni, esecu-

zione di perforazioni con pali battuti o trivellati rappresentano vie preferenziali per l'arrivo degli inquinanti in falda e, dall'altro, la cementificazione ed asfaltizzazione del suolo diminuiscono gli apporti alle circolazioni idriche sotterranee dovuti alle precipitazioni atmosferiche determinando un depauperamento delle risorse che rende ancora maggiori gli effetti negativi dell'inquinamento.

Nell'ambito del quadro generale sopra definito si possono fare alcuni brevi accenni alla vulnerabilità intrinseca delle circolazioni idriche sotterranee presenti nel centro storico di Roma:

Circolazioni confinate:

- circolazioni nelle ghiaie di base dell'Unità a del Paleotevere 2
- circolazioni nelle ghiaie di base delle alluvioni del Tevere

Gli orizzonti ghiaiosi sedi di queste circolazioni idriche si trovano confinati entro terreni poco permeabili e quindi in teoria isolati da possibili arrivi dall'alto di fluidi inquinati.

Tuttavia queste circolazioni, che per le loro caratteristiche idrogeologiche dovrebbero essere le meno vulnerabili dell'area romana, possono risulta-

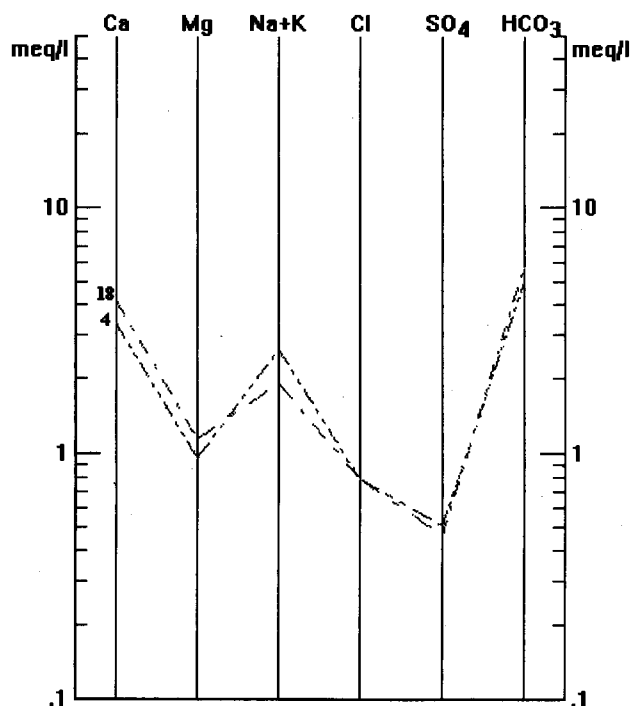


Fig. 27 - Diagramma Schoeller: acque delle circolazioni nei terreni di riporto.

reinquinata in maniera indiretta se messe in comunicazione idraulica con altre circolazioni più superficiali attraverso i pozzi che le sfruttano.

Le opere di captazione infatti, se non realizzate in maniera corretta, ovvero isolando tramite cementazioni i livelli acquiferi superiori, rischiano di far filtrare verso il basso, attraverso l'intercapedine tra terreno e pozzo, le acque delle circolazioni più superficiali, generalmente inquinate.

Inoltre le falde, pur se «protette» nella zona urbana, potrebbero non esserlo nelle loro zone di alimentazione, esterne alla città, ove esse risultano più superficiali e non isolate verso la superficie da tetti impermeabili.

Viste le condizioni di bassissimo gradiente idraulico che caratterizzano le due circolazioni occorre considerare che la migrazione degli inquinanti una volta giunti in falda sarebbe molto lenta, venendo accelerata solo da gradienti più elevati provocati dai coni di emungimento dei pozzi.

Le circolazioni, più superficiali e modeste, contenute nel complesso dei depositi alluvionali risultano anch'esse, generalmente, in condizioni di confinamento, sia pure parziale. Tali circolazioni, vista la modesta profondità e il non completo confinamento, sono maggiormente soggette alle fonti di inquinamento e in particolare alle perdite laterali e di fondo di un corso d'acqua inquinato come il Tevere.

Circolazioni libere:

- Circolazione nelle Unità di Monte Ciocchi e di Monte Mario
- Circolazione nella Unità di Ponte Galeria

- Circolazioni nel complesso delle vulcaniti
- Circolazioni nel complesso dei terreni di riporto.

Le circolazioni idriche libere risultano facilmente vulnerabili in quanto generalmente non sono protette verso l'alto da terreni impermeabili sufficientemente potenti ed estesi in grado di proteggerle dall'arrivo degli inquinanti. Altro motivo di vulnerabilità consiste nella loro relativa profondità rispetto al piano campagna, e quindi nella relativa facilità con la quale possono venire interessate da inquinanti.

Nel complesso delle vulcaniti, inoltre, si riscontrano talora circolazioni sovrapposte che in condizioni particolari (geologiche o dovute a pozzi mal realizzati) possono venire in contatto tra di loro permettendo la miscelazione tra le acque più superficiali (maggiormente inquinabili) e quelle più profonde (meno inquinabili).

Le circolazioni nel complesso dei terreni di riporto sono quelle più vulnerabili nonché realmente inquinate dall'area romana. Tali terreni costituiscono infatti lo strato più superficiale della città e sono, quindi, quelli più direttamente a contatto con le possibili fonti di inquinamento.

A proposito dello stato di salute delle acque sotterranee occorre in conclusione segnalare come uno studio condotto dal Presidio Multizonale di Prevenzione di Roma - USL. RM5 (1991) sulla qualità delle acque della provincia di Roma, ponendo sotto controllo per dodici anni oltre duemila captazioni, abbia messo in luce che nel centro storico del Comune di Roma quasi tutti i campioni analizzati mostrino tracce di inquinamento microbiologico.